



Povrchová úprava netkané textilie pro termickou ražbu

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3106R016 – Textilní technologie, materiály a nanomateriály

Autor práce: **Viktor Tuček**

Vedoucí práce: Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Viktor Tuček**
Osobní číslo: **T13000397**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní technologie, materiály a nanomateriály**
Název tématu: **Povrchová úprava netkané textilie pro termickou ražbu**
Zadávající katedra: **Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů**

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

1. Seznamte se s problematikou výroby netkaných textilií a s možnostmi jejich povrchových úprav.
2. Vypracujte podrobné řešení k zadanému tématu, zaměřte se na povrstvování netkaných textilií disperzními pojivy ve formě pěny.
3. Navrhněte sérii experimentů, které vedou ke zvýšení elasticity povrstvených materiálů.
4. Vyrobené materiály otestujte a výsledky experimentu vyhodnoťte.
5. Diskutujte výsledky a navrhněte nastavení vhodné technologie dle strojního vybavení podniku.


Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40-60 dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

1. Jirsák, O., Wadsworth, L.C.: Nonwoven Textiles, Carolina Academic Press, Durham, NC 1999, ISBN 0-89089-978-8.
2. Handbook of nonwovens / edited by S. J. Russell. Boca Raton Cambridge: CRC Press: Woodhead, 2007. CRC Press (Woodhead: váz.) ISBN 978-185-5736-030.
3. Organická chemie / John McMurry ; [z anglického originálu ... přeložili Jaroslav Jonas ... et al.] 978-80-7080-637-1 (Vysoká škola chemicko-technologická : váz.) V Brně : VUTIUM ; V Praze : Vysoká škola chemicko-technologická, 2007.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.**
Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Radek Janovský**
BN International,s.r.o
Datum zadání bakalářské práce: **13. října 2017**
Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




prof. RNDr. David Lukáš, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 13. října 2017

Prohlášení

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

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

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

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

Děkuji Ing. Radku Janovskému za dobré rady a věcné připomínky v praktické části práce. Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích. V neposlední řadě bych rád poděkoval manželce za její trpělivost a podporu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá studiem zušlechťování a povrchovou úpravou netkané textilie formou zatírání disperzním pojivem ve formě pěny, raklí na přesně definovanou mezeru mezi raklí a zatíracím válcem. V experimentu byly vytvořeny dvě verze, které byly zatřeny rozdílnými druhy disperzních pojiv ve formě pěny. Takto vyrobené vzorky byly testovány s ohledem na změny v jejich mechanicko-fyzikálních vlastnostech. Cílem této práce bylo navrhnout experimentů, které vedou ke zlepšení elastických vlastností takto povrstvených materiálů.

Klíčová slova

Netkaná textilie
Disperzní pojiva
Elasticita
Pěna

Abstract

This bachelor thesis deals with the study of finishing and surface treatment of nonwovens by means of dispersion bonding in the form of foam, the coating knife to a precisely defined gap between the coating knife and the cylinder. Two versions were created in the experiment, which were covered by different types of dispersion binders in the form of foam. The samples thus produced were tested, taking into account changes in their mechanical, physical properties. The aim of this work was to design experiments that improve the elastic properties of such coated materials.

Keywords

Nonwoven textile
Disperse binders
Elasticity
Foam

OBSAH

1. ÚVOD	11
2. TEORETICKÁ ČÁST	12
2.1 Netkané textilie	12
2.2 Oblast použití 2.3 Technologie výrob netkaných textilií	14
2.4 Příčné kladení vláknenné suroviny	14
2.5 Spunlace	15
2.6 Pojiva	17
2.6.1 Škrob	18
2.6.2 Butadien-akrylonitrilová pojiva	18
2.6.3 Butadien-styrenová pojiva	18
2.6.4 Vinylová pojiva	19
2.6.5 Akrylátová pojiva	19
2.6.6 Polyuretanová pojiva	19
2.7 Aditiva	20
2.7.1 Změkčovadla	20
2.7.2 Odpěňovače	21
2.7.3 Zahušťovadla	21
2.8 Zušlechťování	22
2.8.1 Impregnace	22
2.8.2 Nánosování a kašírování	23
2.8.3 Přímé nánosování	24
2.8.4 Kalandrování	25

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	26
3.1 Vstupní suroviny a zařízení	26
3.1.1 Podklad	26
3.1.2 Použité chemikálie	27
3.1.3 Použité materiály pro aplikaci nánosování	27
3.1.4 Použitá zařízení	28
3.2 Výroba vzorků	29
3.2.1 Barvení, impregnace	29
3.2.3 Kalandrování	31
3.2.4 Příprava pasty	32
3.2.5 Povrstvování pěnou na zatíracím stroji	34
4. VÝSLEDKY A DISKUZE	36
4.1 Mechanické zkoušky prováděné na zušlechtěných vzorcích	36
4.1.1 Měření plošné hmotnosti a tloušťky vstupních vzorků a předupravených vzorků	37
4.1.2 Měření celkové pevnosti vstupních vzorků a předupravených vzorků	37
4.1.3 Měření celkové tažnosti vstupních vzorků a předupravených vzorků	38
4.1.4 Měření tuhosti vstupních vzorků a předupravených vzorků	38
4.1.5 Měření tloušťky povrstvené verze č.1 a č.2	39
4.2 Termická ražba	41
5. VYHODNOCENÍ	42
6. ZÁVĚR	43
7. LITERATURA	45

Seznam obrázků

Obr. 1: Technologie výroby netkaných textilií	14
Obr 2: Horizontální přímý kladeč pavučiny	15
Obr. 3: Schéma technologie spunlace	17
Obr. 4: Schéma průchodu zboží dvouválcového fuláru	23
Obr. 5: Schéma kontinuálního impregnačního (fixačního rámu) Brückner.	23
Obr. 6: Schéma zatírání vzdušnou stěrkou	24
Obr. 7: Schéma zatírání proti válci na vzduchovou mezeru.	24
Obr. 8: Schéma zatírání proti pryžovému pásu	25
Obr. 9: Vstupní neupravená netkaná textilie	28
Obr. 10: Nastavení přítlaků válců (odmačk)	29
Obr. 11: Laboratorní barvicí fulár	30
Obr. 12: Laboratorní sušící pec	31
Obr. 13: Laboratorní kalandr	32
Obr. 14: Impregnovaný, barvený vzorek po kalandrování	32
Obr. 15: Laboratorní mixér	34
Obr. 16: Laboratorní zatírací přístroj	35
Obr. 17: Profil nanášení pěny na mezeru	35
Obr. 18: Laboratorní razicí zařízení Aero press 1,7	40
Obr. 19: Obrázky z mikroskopu 20x zvětšení	41

Seznam tabulek

Tab. 1: Významné rozdíly mezi aromatickým a lineárním polyuretanem	20
Tab. 2: Seznam použitých chemikálií a jejich výrobců	27
Tab. 3: Informace o netkané netkané textilií	27
Tab. 4: Seznam použitých zařízení a výrobců	28
Tab. 5: Nastavené hodnoty laboratorního fuláru	29
Tab. 6: Receptura impregnační, apretační lázně	30
Tab. 7: Nastavení času a teploty laboratorní sušicí pece pro kondenzaci impregnovaných vzorků	31
Tab. 8: Nastavení laboratorního kalandru	31
Tab. 9: Receptura pasty pro přípravu verze č. 1	33
Tab. 10: Receptura pasty pro přípravu verze č. 2	33
Tab. 11: Nastavení laboratorního mixéru	34
Tab. 12: Nastavení času a teploty laboratorní sušicí pece pro kondenzaci pěnových zátěrů	35
Tab. 13: Výsledky měření plošné hmotnosti a tloušťky	37
Tab. 14: Výsledky měření celkové pevnosti	37
Tab. 15: Výsledky měření celkové tažnosti	38
Tab. 16: Výsledky měření tuhosti	38
Tab. 17: Výsledky měření tloušťky verze č.1 a verze č.2	39
Tab. 18: Výsledky měření tloušťky verze č.1 a verze č.2. Hodinu po sejmutí závaží	39
Tab. 19: Výsledky měření tloušťky verze č.1 a verze č.2. 24 hodin po sejmutí závaží	40
Tab. 20: Nastavení laboratorního razícího zařízení	41

1. ÚVOD

Nové technologie a nové trendy nám otevírají dveře k rozvoji nových produktů. Jedna z inovativních alternativ v oblasti povrstvování knižních materiálů disperzními pojivy na bázi pěny je rozebrána v této bakalářské práci.

Knihařské plátno je speciálně upravený textilní materiál impregnací, apretací, nebo kaširováním. V současné době se v tomto průmyslu hojně využívá historická výroba zatíraných pláten na bázi škrobových past, které jsou zatírány z rubu i líce barevným škrobovým zátěrem, zatírací raklí proti kurtě.

Knižní plátna, na která jsou kladeny vyšší požadavky, se zatírají na bázi syntetických pojiv prostřednictvím akrylátových, nebo jiných disperzních pojiv. Pro výrobu knižních pláten jsou využívány bavlněné, viskóзовé, lněné, polyesterové směšové příze, nejčastěji však bavlněné a viskóзовé.

Požadavky na knihařská plátna jsou: neprodyšnost, pružnost, nelámavost, pevnost, neprůsvitnost, rozměrová a barevná stálost, vhodnost pro tisk a ražbu. Cílem této práce je náhrada stávajících knižních materiálů za využití nových technologií. Klasické podkladové plátno bylo nahrazeno lehkou netkanou textilií příčně kladenou a pojenou technologií spunlace. Obvyklý způsob zatírání škrobovou pastou, raklí proti kurtě, byl nahrazen zatíráním pěnou proti válci na přesně definovanou vzduchovou mezeru za použití syntetických pojiv. Teoretická část této práce nás seznamuje s obecnými informacemi o netkaných textiliích a jejich technologiemi výroby. Druhy polymerních disperzních pojiv, aditiv, které se v praxi využívají. Poslední část je věnována zušlechťovacím technologiím, využívaných v podnicích, které se zabývají výrobou zatíraných pláten. V experimentální části práce se testuje několika zušlechťovacími technologiemi předupravená, povrstvená netkaná textilie. Pro přehlednost jsou testované materiály rozděleny do dvou verzí. Verze číslo jedna, u které je použita polyuretanová disperze a verze číslo dvě, u které je použita směs - akrylátová disperze s polyuretanovou disperzí v poměru jedna ku jedné. Tyto veze jsou mezi sebou porovnávány, která je vhodnější pro použití technologie zatírání pěnou na vzduchovou mezeru proti válci s následnou termickou ražbou.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Netkané textilie

Důležité je rozebrání rozdílu mezi tkaninou a netkanou textilií. Netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením, kohezí nebo adhezí. [1]

Tkanina vzniká propojením dvou soustav nití, které jsou na sebe vzájemně kolmé. Tyto dvě soustavy se nazývají osnova, která je v podélném směru a soustava útku, která je v příčném směru. V historii netkaných textilií víme, že prapůvod technologie NT vznikal již ve staré Mezopotámii za postupu snášení a vrstvení slámy v různých vrstvách a pojení těchto vrstev přírodním materiálem. Dále byl tento materiál využíván formou membrány mezi stavebním materiálem. [21]

Dalšími pozůstatky z historie, i dnes využívané technologie, jsou snášení zvířecích chlupů, srstí do plošných útvarů a za pomoci teploty, páry a tlaku dochází k plstění materiálu. Tyto materiály jsou dodnes využívány v oděvním i stavebním průmyslu. V průběhu času se technologie a požadavky koncových zákazníků začali stupňovat, a tak se vývoj posouval mílovými kroky kupředu.

Každý chce ve výrobě eliminovat vznikající odpady, pokud eliminovat nejdou, musí se vymyslet vhodný způsob, technologie, jak s odpady pracovat tak, aby se využily. [1] Poměrně velké množství textilních odpadů vzniká v přádelnictví z mykání, česání. Při těchto technologických operacích vznikají 10 až 20 % odpady na úkor krátkých vymykaných, vyčesaných krátkých vláken, které nemohou být využity v těchto technologiích, jelikož nespĺňují staplovou délku vláken. Z důvodu krátkých vyčesaných vláken se přišlo s nápadem, tyto odstraněné materiály dále využívat a nastartoval se rozvoj nových technologií. [2]

Tato myšlenka dalšího zpracovávání přírodních odpadových vláken, pokud odmyslíme velký vývoj v oblasti zvlákňování syntetických vláken, se dá považovat za průlom v tomto odvětví a nastartovala masivní výrobu netkaných textilií. Netkané textilie se dají definovat jako vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken spojených třením, kohezí nebo adhezí s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkací, pletací, všívanou, proplétanou nebo plstěnou technologií. [2] [20]

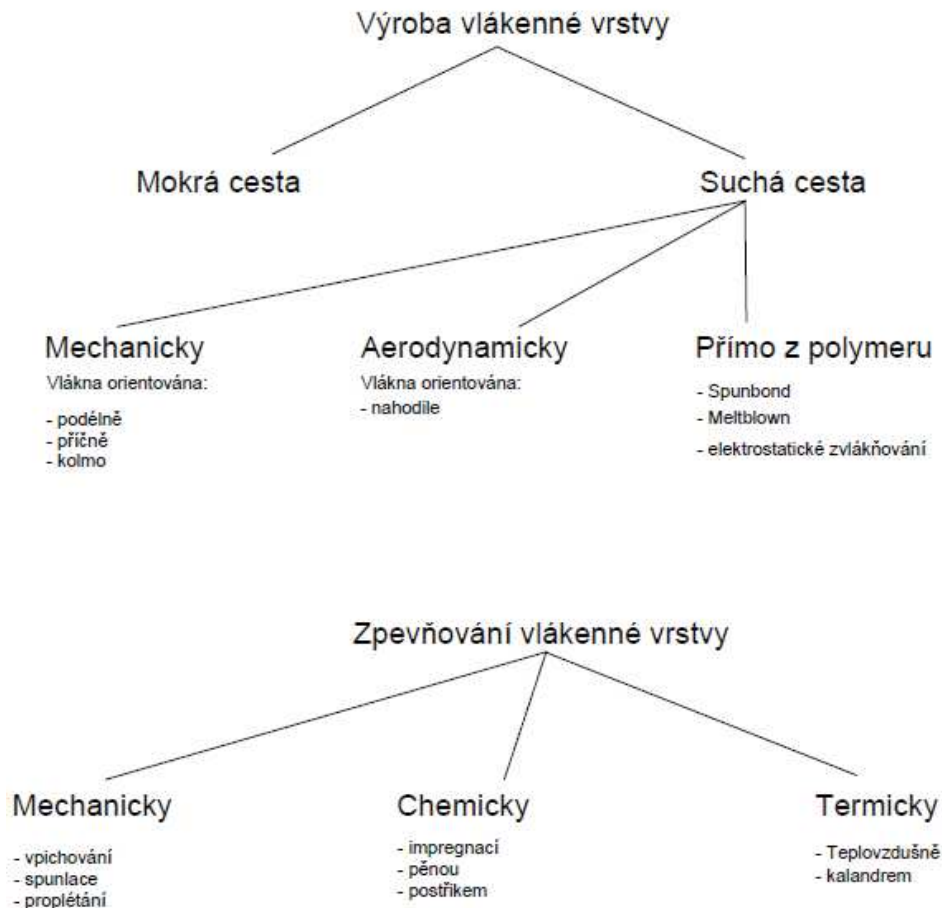
2.2 Oblast použití

Druh netkané textilie volíme podle druhu koncového použití vzniklého produktu. V závislostech na výrobních technologiích a použitých materiálech se konstruují netkané textilie o různých plošných hmotnostech, hustotě, pevnosti, savosti, odolnosti proti různým vnějším vlivům.

Oblast využití, lze rozdělit do několika níže zmíněných kategorií: Geotextilie jsou textilie využívané při geotechnických pracích. (stavba silnic, budování drenáží, ochrana svahů před erozí). Netkané textilie zde plní především výztužnou, drenážní, filtrační a separační funkci, jako zábrana v mísení jemnějšího a hrubšího materiálu,. Agrotextilie jsou textilní materiály hojně využívané v zahradní a okrasné oblasti. Například krycí textilie s nízkou plošnou hmotností pro urychlení růstu sazenic, ochraně vůči hmyzu a dalším nepříznivým okolním vlivům. Automobilový průmysl - zde se netkané textilie hojně využívají z důvodu snížení výrobní ceny a váhy automobilů. V dnešních automobilech se nachází 20 až 50 výrobků z netkaných textilií. Zdravotnické textilie - největší uplatnění v tomto průmyslu z důvodu jeho funkčnosti, praktičnosti a možnosti jednoho použití. Filtry - čištění vzduchu, zachycování exhalací, pro přípravu čistého vzduchu, filtrace jako oddělení dvou látek. Ve většině případů se jedná o průmyslové využití. Bytové textilie - koberce, ubrusoviny, konstrukční součásti nábytku, lapače pachu a prachu. Hygiena - masová výroba plen a hygienických ubrousků, až 40% výroby netkaných textilií na výrobu dětských plen. [1] [19]

2.3 Technologie výroby netkaných textilií

Základní technologie výroby netkaných textilií a jejich rozdělení je uvedeno v obrázku Obr. 1

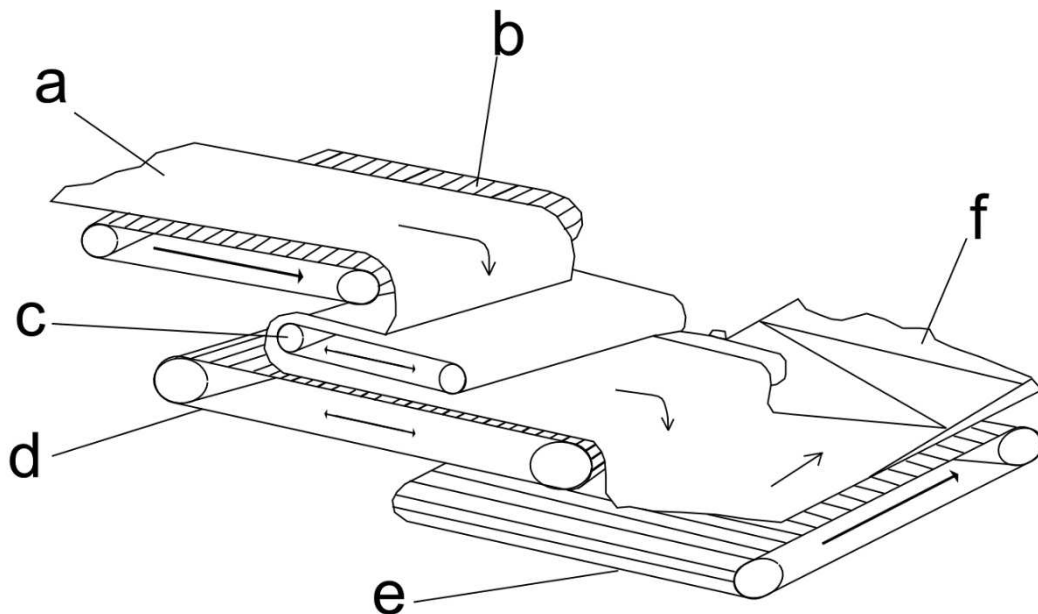


Obr. 1: Technologie výroby netkaných textilií. [1]

2.4 Příčné kladení vláknenné suroviny

Průběh výroby touto technologií je kontinuální na Obr.2. Skládá se z přiváděcího pásu, výkyvného, ukládacího pásu a výkyvného kompenzačního pásu. Úhel křížení pavučiny v příčně vrstveném vláknenném rounu je kompenzován rychlostí pohybu ukládacího pásu a odváděcího pásu. Plošná hmotnost vytvořeného rounu je závislá na

plošné hmotnosti přiváděné pavučiny, její výrobní rychlosti, šířce vytvářeného rouna a rychlosti jeho odvodu k dalšímu zpracování. [1]



Obr 2: Horizontální přímý kladeč pavučiny. a) pavučina, b) kladecí dopravník, c) kompenzační dopravník, d) kladecí dopravník, e) odváděcí dopravník, f) příčně vrstvené rouno. [1]

2.5 Spunlace

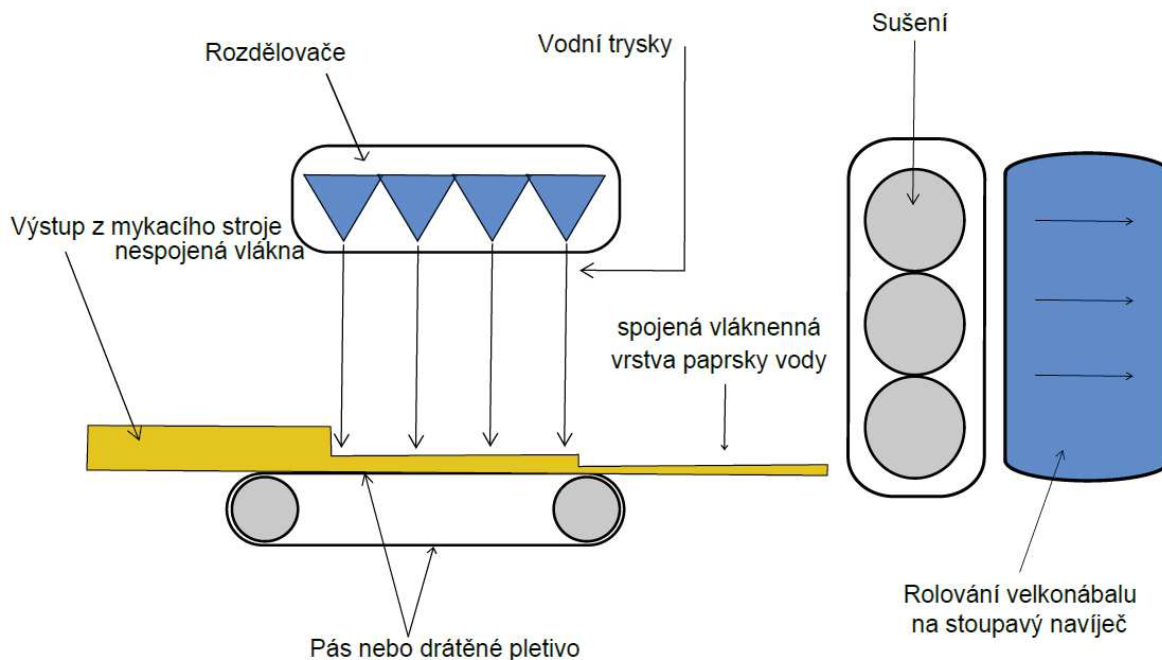
Tento druh technologie zpevňování vlákněných vrstev paprsky vody se rozšířil v 80. letech tohoto století a uvedl novou třídu a kvalitu v netkaných textiliích. Zpevňovány mohou být vlákněné vrstvy vzniklé v podstatě jakoukoliv technologií z vláken různých typů a druhů o jemnosti 1 až 4 dtex a délce řezu 20 až 60 mm. Běžné plošné hmotnosti výrobku jsou nízké, v oblasti 10-100 g/m². [1]

Technologie pojení vodními paprsky je proces výroby netkaných textilií, kde je využito silného proudu vody, k provázání jednotlivých vláken rouna. Tento proces

zahrnuje výrobu vláknenné vrstvy. Proviřování - což znamená zpevňování vodními paprsky a následné odvodnění, sušení, ořez krajů za souběžného navíjení na stoupavý naviječ. Technologie spunlace nepoužívá ke zpevnění výchozí vláknenné vrstvy žádných chemikálií v podobě pojiv. Soudržnost plošné textilie zajišťují třecí síly mezi vlákny obdobně jako u přízí. Spunlace umožňuje výrobu široké škály textilií, od nejmenších lehkých netkaných textilií, až po pevné výrobky vyšších plošných hmotností. Pro tyto výrobky je charakteristická dobrá splývavost, jemnost, která je dána možností jednotlivých vláken pohybovat se vzájemně vůči sobě, stejně tak, jako je tomu u vláken v přízích v tkaninách a pleteninách. [18]

Těmito mechanicko-fyzikálními vlastnostmi se odlišují od většiny ostatních netkaných textilií a blíží se pleteninám a tkaninám. Textilie jsou měkčí, díky velkému počtu vyčnívajících konců vláken a mají měkký a příjemný omak. Efektivnost procesu přeorientování a provazování vláken je do velké míry závislá na provedení formujícího pásu. Formující pás jednak podpírá rouno a zároveň zajišťuje vytvoření požadované struktury, což je vlastně otisk pásu. Používají se ocelová nebo bronzová síta ze syntetických materiálů. Perforace v sítu musí být tak malá, aby se zabránilo odplavení vláken, ale zároveň tak velká, aby nebyl kladen příliš velký odpor při průchodu kapaliny. Paprsky vody jsou vytvářeny průtokem vody tryskami o průměru 0,08 až 0,3 mm pod tlakem až 15 MPa. [17]

Z důvodu vysoké spotřeby vody, využívané ke zpevnění vláken, je nutno zajistit její recyklaci. Voda musí splňovat určité náležitosti neutrální pH, předepsanou teplotu, nesmí obsahovat vápenaté soli, bakterie a jiné organické látky. V průběhu procesu provazování se voda znečišťuje úlety vláken. Tyto vlákna musí být před dalším použitím z vody odstraněna. Zařízení pro úpravu technologické vody obsahuje separátor. Zařízení pro úpravu technologie vzduchu zahrnuje: hrubý filtr, jemný filtr, speciální filtr, deionizační jednotka, výměník tepla, bakteriální filtr. [14] Po provázání vláknenné vrstvy přeskupením úseků vláken následuje odždímání vody z textilie - ve většině případů fulárovými válci a následně probíhá sušení. K sušení se využívá bubnové nebo horkovzdušné sušárny. Technologie spunlace disponují vysokými produkčními rychlostmi (10 až 50 m/min), hygienickou nezávadností výrobků (bez použití pojiv) a ve vynikajícími mechanickými vlastnostmi textilií. [5]



Obr. 3: Schéma technologie spunlace.

Jemné provazování vrstvy netkané textilie jednotlivými vlákny propůjčuje výrobníkům nízký počáteční modul v tahu, vysokou pohyblivost vláken při drobných deformacích, vysokou splývavost, pevnost v dalším trhání a výbornou prodyšnost. Textilie spunlace se vyznačují ve většině případů dobrými absorpčními vlastnostmi danými obvykle použitými hydrofobními vlákny. [5]

Nevýhodou jsou dosti vysoké investiční náklady na zařízení (soustavy jednotlivých trysek, čerpadla na recirkulaci a čištění vody) a poměrně vysoká energetická náročnost procesu výroby, která souvisí s potřebou sušení výrobku. Textilie spojené paprsky vody se uplatňují jako podklady pro povrstvování jako například: oděvní vložky, dekorace, filtry, čistící textilie, izolace, geotextilie a stavební textilie. [1] [2]

2.6 Pojiva

Termínem pojiva se označují látky, které lze upravit do tekuté nebo viskózní formy a které pak z těchto skupenství snadno přecházejí do formy pevné. V důsledku

tohoto procesu mají schopnost spojit nesoudržná zrna, nebo kusy různých látek v kompaktní hmotu nebo vytvořit požadovaný film. [4]

2.6.1 Škrob

Je to makromolekulární látka syntetizovaná rostlinami. Je to bílý prášek bez chuti a zápachu nerozpustný ve studené vodě. Hlavní plodiny poskytující škrob jsou brambory, pšenice, kukuřice, rýže.

Škroby se liší podle jejich chemického složení zejména podle různého podílu makromolekul amylozy (lineární struktura řetězce) a amylopektinu (rozvětvený řetězec). Tradičně se škrob využívá pro jeho specifické vlastnosti jako je hydrofilnost, bobtnavost, viskozita a schopnost vytvářet stabilní film. Škrob se dá použít jako kopolymer do termoplastů. Znám je jako kopolymerát polyakrylonitrilu. [3] [4] [9]

2.6.2 Butadien-akrylonitrilová pojiva

Jedná se o kopolymer, který obecně vykazuje dobrou pevnost, odolnost vůči přirozenému stárnutí, odolnost vůči oděru a stálost na světle, v této vlastnosti jí převyšují pouze polyakryláty. Další významnou vlastností je odolnost vůči rozpouštědlům, která je závislá na stupni vulkanizace - takzvaně sesíťování.

V tomto procesu se využívá dvojných vazeb v butadienu, nebo karboxylových skupin kopolymerované kyseliny akrylové, nebo methakrylové. K sesíťování karboxylových druhů pojiv se používají oxidy a hydroxidy vícemocných kovů, diaminy polyalkoholy nebo aminoaldehydové pryskyřice, které obvykle tvoří součást pojivé disperze. [10] [12]

2.6.3 Butadien-styrenová pojiva

Je možné taktéž vulkanizovat sírou, nebo v případě karboxylových druhů oxidy a hydroxidy vícemocných kovů. Pružnost tohoto pojiva je předurčena především obsahem polystyrenu, který není filmotvorný a dodává pojivu tvrdost. Polybutadien je naopak měkký, kaučukovitý a filmotvorný. Z důvodu uvedených druhů polymerů, podléhahajících poměrně rychle přirozenému stárnutí, obsahují pojiva celou řadu chemických přísad (antioxidantů), které tento druh nepříznivých vlastností eliminují. Ve většině případů tento druh přísad dodávají pojivu mnohdy nepříjemný zápach. [2] [8]

2.6.4 Vinylová pojiva

Z ekologických důvodů se tento druh pojiv řadí mezi méně využívané. Z chemického hlediska se řadí mezi tvrdá pojiva, proto se ve většině případů přidávají ftaláty a další změkčovadla. Polyvinylchloridová pojiva jsou využívána v těch oblastech, kde se vyžaduje určitá tvarovatelnost výrobku za tepla, svařovatelnost a snížená schopnost hoření. [4] [9]

2.6.5 Akrylátová pojiva

Tento druh pojiv je hojně využíván jako pojivo při výrobě netkaných textilií. Výrobkům dodává dobrou stálost na světle, odolnost vůči povětrnostním vlivům, chemickou odolnost, při procesu stárnutí nepáchnou.

Používají se nereaktivní a reaktivní polyakrylátová pojiva. Rozdíl mezi těmito druhy je v tom že nereaktivní polyakrylátová pojiva, na bázi esterů nebo nitrilů akrylové respektive metakrylové kyseliny, jsou typická tím, že neobsahují síťovatelnou složku. Vzniklé filmy těchto pojiv jsou charakteristické špatnou odolností vůči organickým rozpouštědlům. [4]

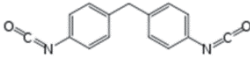
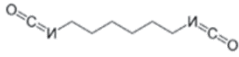
Proto jsou častěji voleny reaktivní polyakrylátová pojiva, u kterých, po vysušení filmu pojiva a dodání určité energie (ve formě tepla), dochází k reakci aktivních skupin mezi různými polymerními řetězci, čímž se vytvoří prostorová vazba. Filmy pojiv těchto druhů běžně odolávají organickým rozpouštědlům. Aplikační směr těchto pojiv se uplatňuje především při výrobě NT, ve stavebnictví při výrobě tenkých omítkovin a nátěrových hmot. V praxi je běžně nejvíce uplatňován tento druh polymeru v kombinaci s dalším polymerem např. styrenakrylátové kopolymery atd. [9]

2.6.6 Polyuretanová pojiva

Získávají se emulgací kapalných produktů polyisokyanátů se sloučeninami obsahujícími koncové izokyanátové skupiny ve vodě v přítomnosti emulgátorů a látek, které jsou schopné prodlužovat řetězce emulgovaných produktů. V praxi rozlišujeme dva druhy polyuretanu aromatický a alifatický. [9] Rozdíl mezi těmito druhy je značný,

pro přehlednost je znázorněno a vysvětleno v Tab. 1. Tento druh pojiv řadíme mezi významnější druh pojiv. Nevýhodou tohoto druhu pojiva je cena, která je oproti ostatním pojivům dvojnásobná až trojnásobná. Vyniká výbornou soudržností, dobrou tvorbou filmu, elasticitou, odolností vůči okolním vlivům, dobrou možností zpěňovatelnosti pomocí přísad nadouvadel. [4] [2] [8]

Tab. 1: Významné rozdíly mezi aromatickým a lineárním polyuretanem. [3]

	AROMATICKÝ	ALIFATICKÝ
Reaktivita	Rychlejší	Pomalejší
Odolnost proti rozpouštědlům	Vyšší	Nižší
Odolnost proti UV záření	Silně žlutne	Mírné žloutnutí
Hydrolytická odolnost	Lepší	Mírně snížena
Dispergovatelnost ve vodě	Obtížnější	Snadná
Náklady	Levnější	Dražší
		

2.7 Aditiva

Pod pojmem aditiva jsou souhrnně označovány v odborných knihách látky, přidávané do výrobků z důvodu zlepšení nebo jiné úpravě jejich chemických, mechanických a fyzikálních vlastností. [4] [8]

2.7.1 Změkčovadla

Tento druh látek, jejíž přídavek zlepšuje zpracovatelnost, zejména pružnost, houževnatost a mnoho jiných fyzikálních a chemických vlastností, specifických pro použitý polymer nebo kopolymer v soustavě. Změkčovadla jsou v disperzi rozdispergována ve formě emulgovaných částic, prostupují vodnou fází a jsou absorbována polymerem. [4] [15]

Rychlost tohoto procesu je závislá na rychlosti absorpce změkčovadla polymerem. Tento proces je možné ovlivnit přidáním malého množství rozpouštědla, které nabobtná polymerní strukturu a urychlí difúzi. Zabudováním změkčovadla do polymerní struktury, účinkem tepla, rozpouštědla, se zeslabí mezimolekulární síly v polymeru. Velikost těchto přitažlivých sil mezi polymerními řetězci je závislá na druhu použitého polymeru a jeho polaritě. Je důležité, aby bylo změkčovadlo mísitelné nejen s polymerem, ale i s ostatními složkami použitými v systému, jako jsou například zahušťovadla, plniva, tenzidní látky atd. [8]

2.7.2 Odpěňovače

Široké spektrum uplatnění nacházejí v disperzních systémech, kde se klade důraz pro vznik souvislého a rovnoměrného vzniku filmu. Odpěňovače jsou ve většině případů směsí různých aktivních látek, jako jsou alkoholy, alifatické kyseliny a jejich estery, mýdla mastných kyselin, přírodní tuky, oleje a vosky, silikonové sloučeniny atd. Praxe ukazuje, že je vysoká tendence disperze k intenzivnímu pění. Tento jev lze omezit mechanickými, chemickými a fyzickými způsoby. [8] [16]

- I. Zvolit správný druh a množství tenzidu (smáčedla) přidávaného do disperze.
- II. Správné množství plniva a jeho zpracování do systému.
- III. Vyloučit emulgátory, které mají také vysokou tendenci k pění.
- IV. Intenzita a způsob míchání.
- V. Při zpracování disperze nedávkovat materiál z výšky.
- VI. Přečerpávat disperzi v uzavřeném systému
- VII. Vhodným použitím odpěňovacích látek. [4]

2.7.3 Zahušťovadla

Primární funkcí zahušťovadla je zvýšit viskozitu a změnit reologii celého systému. Nejúčinnějšími zahušťovkami jsou ve vodě snadno rozpustné akrylátové polymery. Účinnost zahušťovadla se zvyšuje s jeho rostoucí relativní molekulovou hmotností. Proces zahušťování není jednoduchá aditivní funkce, jelikož samotný proces zvyšování viskozity se v systému nemusí chovat lineárně. Přidání zahušťovadla do

disperze, může mít za následek vznik flokulace, nebo koagulace. Zahušťovadla jde rozdělit do třech kategorií.

- I. ANIOAKTIVNÍ – (karboxymethylcelulosa, polyakryláty sodný nebo amonný, alginát sodný, přírodní pryskyřice.
- II. NEIONOGENÍ – (methylcelulosa, hydroxyethylcelulosa, polyvinylalkohol, škrob.
- III. AMFOTERNÍ – (kasein, želatina, α -proteiny a γ -proteiny.
Polyvinylalkohol se používá jako zahušťovadlo v těch systémech, kde je vyžadován newtonský charakter tokových vlastností soustavy. [2] [8]

2.8 Zušlechťování

Technologie zušlechťování je založena na pracovních postupech. Prostřednictvím těchto procesů měníme fyzikálně-mechanické a chemické vlastnosti vláken, plošných textilií a hotových výrobků. Tyto změny nám ovlivňují výsledné hodnoty v několika směrech, jako je například: barva, lesk, pevnost, tažnost, pružnost, omak, schopnost přijímat nebo odpuzovat různé kapaliny, odolávat působení vysokých teplot, kyselin, alkálií, bakterií a plísní. [4]

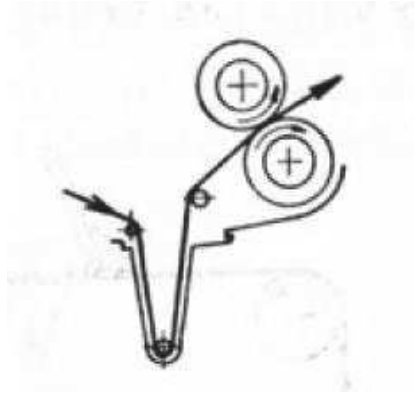
K docílení těchto zušlechťovacích úprav se musí působit na textilní materiály chemickými a mechanickými vlivy, za předem definovaných podmínek, které jsou voleny pro příslušný technologický úsek zušlechťování. Další dělení technologie je možné podle požadované produktivity výroby. V tomto směru lze rozdělit technologie na přetržité, polokontinuální a kontinuální technologie. [9]

2.8.1 Impregnace

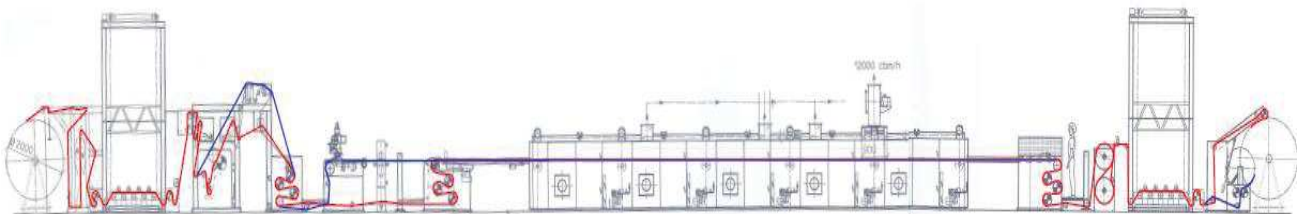
Impregnace je kontinuální proces, ve kterém je substrát ponořen v chemické lázni o definovaném složení, aby bylo docíleno větší strukturální stability vhodné pro další procesy. Po projití textílie zařízením, kde se ponoří do lázně o specifikovaném složení a následném odmačknutí fulárovými válci, pokračuje textílie přes vodící válečky a tahové válce do fixačního rámu, kde je uchycen v požadované šíři čelistovými nebo

jehličkovými klapkami, které zaručí průchod sušící pecí v požadované šíři. [10]

Sušení nesmí být jednostranné, aby nedocházelo k migraci přípravku. Regulací tlaku mezi fulárovými válci, lze regulovat mokrý přivažek, (*množství chemické látky, která zůstane v substrátu*). Tato operace je ve většině případů kontinuální a lze kombinovat s několika dalšími úpravami, jako jsou: barvení, nemačkové, hydrofobní, měkkčící, antistatické, nehořlavé, baktericidní a fungicidní úpravy. Podle požadované úpravy, je zvolena receptura. [4] [13]



Obr. 4: Schéma průchodu zboží dvouválcového fuláru. [4]



Obr. 5: Schéma kontinuálního impregnačního (fixačního rámu) Brücker.

2.8.2 Nánosování a kaširování

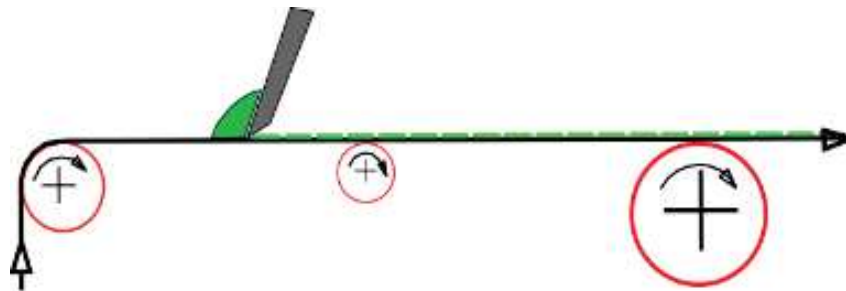
Tato technologická operace se dělí na dvě úpravářenské části: nánosování a kaširování. Obě tyto operace jsou velmi rozdílné. Během nánosové úpravy se zpracovávaný materiál zatírá na jedné nebo obou stranách souvislou či nesouvislou zatřenou vrstvou apretační hmoty. Touto operací se dodá materiálu požadovaných vlastností.

Pod pojmem kaširování se rozumí slepování textilních materiálů pomocí nanesení lepidiva na jeden materiál, na který je přiváděn druhý materiál a vzájemně jsou spojovány pomocí definovaného tlaku a teploty. Nánosování dělíme do třech kategorií. [4]

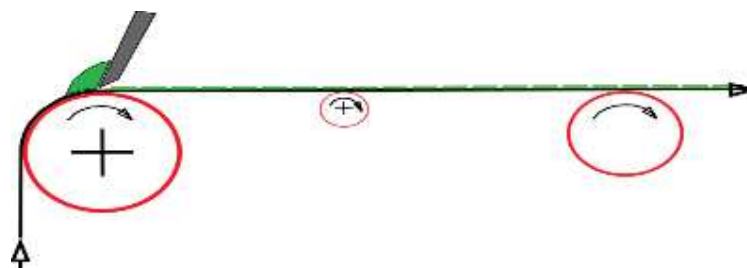
- I. Nánosování
- II. Postřík
- III. Posyp. [9]

2.8.3 Přímé nánosování

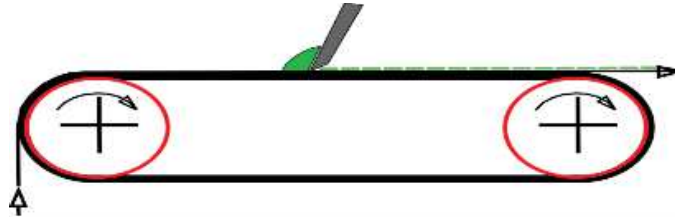
Přímé nánosování se využívá k nanášení past o vyšších viskozitách 20 – 110 dPas. Viskozita se volí dle struktury zatíraného média. V jedné operaci se aplikuje apret, pouze na jednu stranu materiálu, který musí být veden v plné šíři po dobu sušení v sušící peci. Celý systém spočívá v dávkování většího množství pasty před zatírací stěrku. [11] Přebytké množství pasty se hrne před vzdušnou, válcovou, či jinou stěrku. Šířka i profil stěrky, které aplikují pastu na substrát, určují jisté parametry, jako je množství nanesené pasty a vzhled zatřeného povrchu. [20] Schéma druhů přímého nánosování, je zobrazeno na Obr. 6 – 8.



Obr. 6: Schéma zatírání vzdušnou stěrku.



Obr. 7: Schéma zatírání proti válci na vzduchovou mezeru.



Obr. 8: Schéma zatírání proti pryžovému pásu.

2.8.4 Kalandrování

Technologická operace kalandrování se využívá k tomu, aby se textilnímu materiálu za pomoci zvýšené teploty a tlaku kalandrovacích válců dodal určitý vzhled povrchu a popřípadě i různý omak.

Kalandrovací účinek určují parametry vazby tkaniny a nanesených úpravnických přípravků. Existuje široké spektrum kalandrovacích zařízení, které se liší především v technických parametrech a konstrukčním zpracování. Mezi faktory ovlivňující výsledky této technologie jsou: počet kalandrovacích válců, uspořádání, druh, průměr, teplota, povrch válců a velikosti tlaku mezi válci. Každé zařízení disponuje dvěma druhy válců. První - kovový s možností na vyhřátí olejem, nebo jinou kapalinou na vysokou teplotu a druhý - elastický. Elastické válce jsou složeny z kovového jádra, na kterém je za vysokého tlaku nalisována vrstva papíroviny, bavlny, nebo je jádro potaženo plastickým pláštěm. V žádném případě nelze kalandrovat mezi dvěma kovovými válci, protože by došlo k rozmačkání a zničení materiálu. [20]

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Vstupní suroviny a zařízení

3.1.1 Podklad

Pro tento účel byla zvolena vlákenná surovina z polyesterových vláken, z důvodu vhodných užitných vlastností pro toto použití - dobré mechanické vlastnosti, odolnost vůči oděru, termoplasticita, dobrá termická odolnost, stálost proti UV záření, rychlé schnutí. Formou stříže jsou vlákna dodávána do válcového mykacího stroje, kde jsou následně mykaná a orientovaná jedním směrem. Z této technologické operace nám vzniká pavučina, která je následně kontinuálně dodávána horizontálnímu kladeči vlákenné suroviny, kde dochází ke snášení, takzvané mechanické výrobě vlákenné vrstvy. [5]

Dalším krokem je propojení celé vlákenné pavučiny, v našem případě technologií spunlace. Tyto technologie výroby netkané textilie, byly vybrány z důvodu ceny, vhodnému rozsahu plošných hmotností, hebkému omaku, minimálním rozdílům v pevnostech a tažnostích ve směru příčném i podélném.

Netkaná textilie /dále jen NT/byla objednána od firmy LENTEX, která je výrobcem v tomto odvětví. Jedná se o lehkou netkanou textilií o plošné hmotnosti 50 g/m², materiálového složení 100% PES (polyester). Po obdržení NT bylo provedeno měření a veškeré hodnoty testovaných parametrů jsou zveřejněny v této práci.

3.1.2 Použité chemikálie

Základními chemikáliemi byly polymerní disperze, ke kterým se přidali v přesně definovaném množství aditiva (napěňovací, smáčecí látky, dispergátory, pigmenty).

Tab. 2: Seznam použitých chemikálií a jejich výrobců.

Druh chemikálie	Výrobce
LIPATON SB 29Y141	Synthomer s.r.o
Sulveol NSE	THOR Group Limited
Padicoll WBI	CHT/BEZEMA Group
Supronil HE 28	Weserland GmbH
Diethylenglycol	CHEM Logistic s.r.o
Axilat 44	MOMENTIVE Specialty Chemicals, a.s.
Emuldur DS 2404	BASF s.r.o
Saduren 163	BASF s.r.o
Melio foam AX 03	STAHL s.r.o
Acronal 32 D	BASF s.r.o
Versanyl černý	Synthesia s.r.o
Yellow 14074	Arichemie s.r.o
Red 3441S	Arichemie s.r.o
Levanyl braun	Arichemie s.r.o

3.1.3 Použité materiály pro aplikaci nánosování

Netkaná textilie ze 100 % polyesterových vláken, na kterou byla aplikována zušlechťovací technologie impregnace, nánosování. Technické informace o netkané textili v Tab. 3

Tab. 3: Informace o netkané netkané textili.

Vláknenná surovina	Technologie výroby	Plošná Hmotnost [g/m ²]	Výrobce
Polyester	Příčné kladení Spunlace	50	Lentex S.A.



Obr. 9: Vstupní neupravená netkaná textilie.

3.1.4 Použitá zařízení

Použity byly především laboratorní zařízení, běžně využívané v podnicích, které se specializují na výrobu knižních pláten.

Tab. 4: Seznam použitých zařízení a výrobců

Druh zařízení	Výrobce
Laboratorní barvicí foulard	AT s.r.o Dvůr Králové n/L
Laboratorní kalandr	FANAM s.r.o
Laboratorní míchadlo	Heidolph RZR 2020
Laboratorní mixér	Pico-Mix společnosti Hansa
Laboratorní váha	VIBRA PM272
Laboratorní zatírací zařízení	LZ-01 AT s.r.o Dvůr Králové
Laboratorní sušicí fén	Valera Swiss Nano 6100 Light
Laboratorní sušicí pec	ULM-400 MEMERT
Laboratorní zařízení na měření tuhosti	Lorentzen a Wettre
Laboratorní zařízení na měření tloušťky	Mahr MarCator 1075R
Laboratorní zařízení na měření tržné síly	Lorentzen a Wettre Elmendorf
Laboratorní zařízení na měření otěru	Utex 650
Laboratorní zařízení na měření oděru	Taber Instrument corporation
Laboratorní zařízení na měření dvojohybu	Folding Endurance Tester I-1-3
Laboratorní zařízení na měření tažnosti a	UTS 005.00 max.5000N
Laboratorní klimatizační komora	Binder
Laboratorní Viskozimetr	Hakke VT2 plus
Výřezávací přístroj na měření plošné	Rycobel 72168292
Normovaná závaží	ČMI Chirana Praha
Laboratorní razicí přístroj	Aero press 1,7
Laboratorní mikroskop	Keyence VH-Z500R

3.2 Výroba vzorků

3.2.1 Barvení, impregnace

Prvním krokem výroby vzorků, na které se dále aplikovali úpravy, bylo nastříhání netkané textilie na potřebné rozměry. Jednalo se o nastříhání deseti pruhů po směru výroby v rozměrech 1500 x 300 mm. Aby se dalo s tímto materiálem později pracovat a aplikovat technologii povrstvování, bylo nutné takto připravené vzorky předupravit, z důvodu špatné rozměrové stálosti, tuhosti, pevnosti a tažnosti. První technologickou operací zušlechťování, byla impregnace s barvením v jednom kroku na laboratorním fuláru, který je zobrazený na Obr.11. Skládá se z impregnační vany, pohonu, dvou tlakových válců a zařízením na regulaci tlaku na Obr.10. Technologické nastavení pro tuto operaci je zobrazeno v Tab. 5.

Tab. 5: Nastavené hodnoty laboratorního foulardu

Rychlost [m/min]	Přítlak válců [bar]
5	2



Obr. 10: Nastavení přítlaků válců (odmaček).



Obr. 11: Laboratorní barvicí fulár

Tabulka číslo 6, ukazuje recepturu impregnační lázně, přepočtenou na 1000 ml. Jedná se o směs vody s disperzním pojivem na bázi kopolymeru styren-butadienu a přísadami aditiv.

Tab. 6: Receptura impregnační, apretační lázně.

Chemikálie	Množství	Jednotky
Voda	537,23	g
LIPATON SB 29Y141	399,80	g
Sulveol NSE	1,00	g
PAdicoll WBI	5,00	g
Supronil HE 28	2,00	g
Diethylenglycol	5,00	g
Axilát 44	49,98	g
Σ	1000	g
Versanyl černý	1,4	g / kg
Yellow 14074	4,4	g / kg
Red 3441S	2,6	g / kg

Po průchodu netkané textilie impregnační lázní, pod definovanou rychlostí a tlakem, bylo zboží vypnuto na rám s ozubenými koly o rozměrech 1460 x 260 mm, aby se zachovala po vysušení rozměrová stálost upravovaných pruhů. Po vypnutí na

rám se materiál sušil 5 minut laboratorním fénem a následně byly vysušené pruhy vloženy do laboratorní pece, kde kondenzovali dle technologického nastavení, zohledněného v Tab. 7.

Tab. 7: Nastavení času a teploty laboratorní sušící pece pro kondenzaci impregnovaných vzorků

Teplota [°C]	Čas [sekundy]
130	120



Obr. 12: Laboratorní sušící pec. [21]

3.2.2 Kalandrování

Vysušené a zkondenzované pruhy, bylo dále nutné kalandrovat, na laboratorním kalandru zobrazeném na Obr. 13. Pro získání kultivovanějšího povrchu pro kvalitnější a celistvější nanášení pěnového zátěru. Upravené pruhy byly jednotlivě vkládány do laboratorního hladkého kalandru, pod definovaným tlakem, rychlostí a teplotou viz Tab.8

Tab. 8: Nastavení laboratorního kalandru

Rychlost [m/min]	Teplota [°C]	Tlak [bar]
5	50	25



Obr. 13: Laboratorní kalandr

3.2.3 Příprava pasty

Použity byly dvě receptury. U verze číslo 1 je receptura uvedena v Tab. 9. Zde se jednalo pouze o čistou směs polyuretanové disperze s příměsí aditiv. Pro verzi číslo 2 je receptura uvedena v Tab. 10. Zde byla hlavní složkou směsi polyakrylátová a polyuretanová disperze v poměru 1:1, z důvodu snížení nákladů na výrobu pasty a možnosti porovnání výsledných mechanických vlastností povrstvených materiálů. Obě verze byly naváženy tisícinovými váhami s přesností 0,001/600 g. Každá z receptur byla rozmíchána pod laboratorním míchadlem za konstantních otáček a času. Po rozmíchání a zahuštění obou verzí byla přeměřena viskozita rotačním viskozimetrem. Hodnoty obou verzí odpovídali 40 dPas. Takto připravené směsi byly předlohou pro laboratorní mixér. Pod textem, je zobrazený barvený, impregnovaný a kalandrovaný vzorek.



Obr. 14: Impregnovaný, barvený vzorek po kalandrování

V Tab. 9, 10. Je zobrazena receptura pro každou z verzí.

Tab. 9: Receptura pasty pro přípravu verze č. 1

Verze číslo 1 (Polyuretanová disperze)		
Chemikálie	Množství	Jednotky
Emuldur DS 2404	840,58	g
Saduren 163	28,99	g
Melio Foam AX 03	96,62	g
Axilát 44	33,82	g
Σ	1000	g
Levanyl Braun	20	g / kg

Prvním krokem v přípravě pasty bylo navážení pigmentu Levanyl Braun. Po navážení pigmentu, následovalo přilévání požadovaných chemikálií Emuldur 2404 (polyuretanová disperze), Melio Foam AX 03 (látka podporující zpěnění pasty), Saduren 163 (melamin-formaldehydová pryskyřice, pro podporu síťování), Axilát 44 (zahušťovadlo).

Tab. 10: Receptura pasty pro přípravu verze č. 2

Verze číslo 2 (polyakrylátová a polyuretanová disperze v poměru 1:1)		
Chemikálie	Množství	Jednotky
Emuldur DS 2404	415,46	g
Acronal 32 D	415,46	g
Čpavek NH ₃	9,66	g
Saduren 163	28,99	g
Melio Foam AX 03	96,62	g
Axilát 44	33,82	g
Σ	1000	g
Levanyl Braun	20	g / kg

Příprava byla velice obdobná. Prvním krokem bylo navážení pigmentu Levanyl Braun, po navážení následovalo přilévání požadovaných chemikálií Acronal 32 D (vodní disperze teplem síťovatelný kopolymer, ester kyseliny akrylové a akrylonitrilu), Čpavek NH₃ (stabilizační činidlo), Emuldur 2404 (polyuretanová disperze), Melio Foam AX 03 (látka podporující zpěnění pasty), Saduren 163 (melamin-formaldehydová pryskyřice, pro podporu síťování), Axilát 44 (zahušťovadlo). [11] Takto připravené pasty byly následně vloženy do laboratorního mixéru, který měl technologické nastavení,

které je zobrazeno v Tab. 11. Mixér nám dle nastavení vytvořil požadovanou pěnu, která nám vstupovala do dalšího zušlechťovacího procesu zatírání raklí proti zatíracímu válci na definovanou mezeru.

Tab. 11: Nastavení laboratorního mixéru.

Hustota pasty [dPas]	Měrná hmotnost pasty [g/l]	Otáčky čerpadla [l/h]	Měrná hmotnost po zpěnění [g/l]
40	980	120	500



Obr. 15: Laboratorní mixér. [21]

3.2.4 Povrstvování pěnou na zatíracím stroji

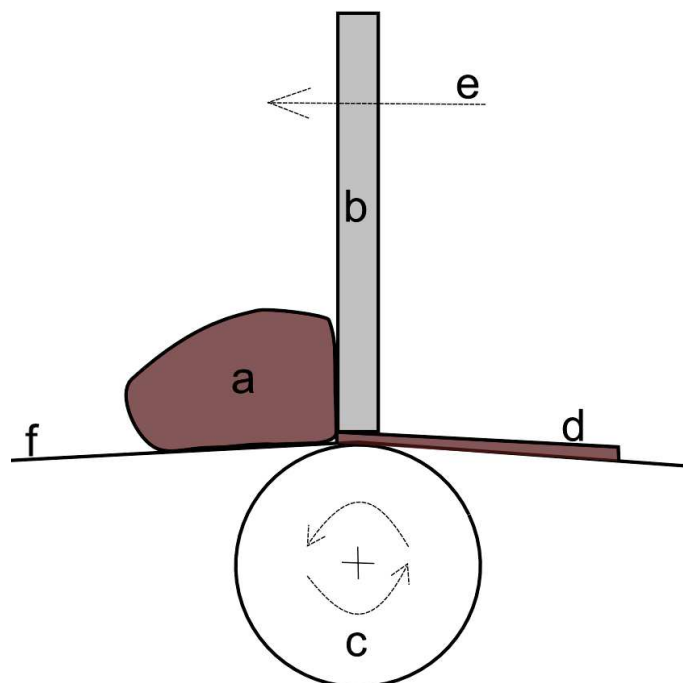
Zatření materiálů proběhlo na laboratorním zatíracím stroji zobrazeném na (Obr. 16). Po upnutí pruhu na obou koncích došlo k napnutí a vyrovnání vzorku pomocí otočné kličky. Dalším krokem bylo nadefinování mezery mezi válcem a zatírací raklí. U obou verzí byla mezera 0,4 mm, která se nastavila pomocí spároměru. Po nastavení zařízení došlo k dávkování pěny před zatírací raklí, viz (Obr.17). Po rovnoměrném zatření v plné ploše následovalo zasoušení laboratorním fěnem. Když byl vzorek zasoušen, přemístil se do laboratorní pece, kde se nechal zkondenzovat, dle nastavení v Tab. 12.

Tab. 12: Nastavení času a teploty laboratorní sušící pece pro kondenzaci pěnových zátěrů.

Teplota [°C]	Čas [sekundy]
130	120



Obr. 16: Laboratorní zatírací přístroj.



Obr. 17: Profil nanášení pěny na mezeru. a) pěnový zátěr b) zatírací rakle c) zatírací válec d) povrstvený materiál e) směr pohybu stroje f) povrstvovaný materiál

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

Zde jsou uvedeny výsledky měření jednotlivých vzorků - režné netkané textilie, zušlechtěné netkané textilie a jejich vzájemné porovnávání mechanických vlastností mezi povrstvenými verzemi č. 1 s použitím pojiva na bázi alifatického polyuretanu a verzí č.2 na bázi směsi pojiv polyuretan a polyakrylát v poměru 1:1.

Obě tyto verze byly hodnoceny z hlediska mechanických vlastností. Výsledky prokazují vzájemné rozdíly a odchylky mezi jednotlivými kroky zušlecht'ovacích procesů. Na závěr jsou oba, již povrstvené materiály hodnoceny z pohledu elasticity, které byly cílem práce.

4.1. Mechanické zkoušky prováděné na zušlechtěných vzorcích

V této části se hodnotí změna mechanických vlastností mezi neupravenou vstupní netkanou textilií a mezi impregnovanou barvenou netkanou textilií v jedné technologické operaci. Těchto vlastností bylo docíleno různými kroky zušlecht'ovacích technologií. Hodnocena byla plošná hmotnost, celková pevnost, celková tažnost, tuhost, tloušťka a tržná síla. Některé tyto mechanické vlastnosti bylo nutné zušlecht'ovacími technologiemi upravit, jak již bylo zmiňováno v textu této práce, aby byl podklad připraven pro další technologickou operaci povrstvování. Výsledky byly vypočítány pomocí vzorce (1) pro výpočet aritmetického průměru. Kde x_i je součet všech naměřených hodnot vydělený n jejich počtem. [6]

Vzorec pro výpočet aritmetického průměru

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Vzorec pro výpočet směrodatné odchylky

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

4.1.1 Měření plošné hmotnosti a tloušťky vstupních vzorků a předupravených vzorků

V Tab. 13 můžeme pozorovat, že jsme navýšili plošnou hmotnost i tloušťku impregnovaných vzorků. Mimo jiné jsme touto operací docílili požadovaného odstínu.

Tab. 13: Výsledky měření plošné hmotnosti a tloušťky.

Neupravená netkaná textilie			Impregnovaná, barvená NT		
Počet měření	Hmotnost	Tloušťka	Počet měření	Hmotnost	Tloušťka
	[g.m ⁻²]	[mm]		[g.m ⁻²]	[mm]
1.	50	0,305	1.	62	0,296
2.	51	0,335	2.	59	0,285
3.	49	0,32	3.	58	0,337
4.	52	0,31	4.	60	0,27
5.	48	0,33	5.	61	0,254
∅	50	0,32	∅	60	0,288
Směrodatná odchylka	1,41	0,01	Směrodatná odchylka	1,41	0,03

4.1.2 Měření celkové pevnosti vstupních vzorků a předupravených vzorků

V Tab. 14 si můžeme všimnout výrazné změny ve zvýšení pevnosti v obou směrech impregnovaných vzorků. Pevnost byla jedna z mechanických vlastností, která byla cílem v tomto kroku získat. Z důvodu rozměrové stability a fixace při napínání na laboratorní zatírací zařízení.

Tab. 14: Výsledky měření celkové pevnosti.

Neupravená netkaná textilie			Impregnovaná, barvená NT		
Počet měření	Pevnost		Počet měření	Pevnost	
	[N.5cm ⁻¹]			[N.5cm ⁻¹]	
	Podélný	Příčný		Podélný	Příčný
1.	159	62	1.	209	94
2.	164	59	2.	213	84
3.	163	60	3.	208	96
4.	164	61	4.	201	93
5.	170	68	5.	218	81
∅	164	62	∅	209,8	89,6
Směrodatná odchylka	3,52	3,16	Směrodatná odchylka	5,64	5,95

4.1.3 Měření celkové tažnosti vstupních vzorků a předupravených vzorků

V Tab. 15 se prokazuje snížení tažnosti impregnovaných vzorků, jak v podélném, tak příčném směru.

Tab. 15: Výsledky měření celkové tažnosti.

Neupravená netkaná textilie			Impregnovaná, barvená NT		
Počet měření	Tažnost [%]		Počet měření	Tažnost [%]	
	Podélný směr	Příčný směr		Podélný směr	Příčný směr
1.	17,14	54	1.	16	52
2.	18,05	53,2	2.	17	48
3.	18	56,04	3.	16,4	51,5
4.	18,3	55,9	4.	15,3	52,5
5.	18,71	57,51	5.	17,3	47,3
∅	18,04	55,33	∅	16,4	50,3
směrodatná odchylka	0,52	1,54		0,71	2,17

4.1.4 Měření tuhosti vstupních vzorků a předupravených vzorků

V Tab. 16 bylo docíleno výrazné změny tuhosti impregnovaných vzorků.

Tab. 16: Výsledky měření tuhosti.

Neupravená netkaná textilie			Impregnovaná, barvená NT		
Počet měření	Tuhost [mN]		Počet měření	Tuhost [mN]	
	Podélný směr	Příčný směr		Podélný směr	Příčný směr
1.	8,1	1,2	1.	86	28
2.	7,5	1,3	2.	109	29
3.	7,6	1,6	3.	129	43
4.	8,8	1,8	4.	98	39
5.	8	1,6	5.	121	23
∅	8	1,5	∅	109	32
Směrodatná odchylka	0,46	0,22	Směrodatná odchylka	15,45	7,42

4.1.5 Měření tloušťky povrstvené verze č.1 a č.2

V Tab. 17 jsou výsledky proměřovaných zatřených vzorků. U verze číslo jedna je patrné že bylo docíleno vyšší objemnosti po zatření než u verze číslo dvě.

Tab. 17: Výsledky měření tloušťky verze č.1 a verze č.2.

Počet měření	Tloušťka povrstvené netkané textilie verze č.1 [mm]	Počet měření	Tloušťka povrstvené netkané textilie verze č.2 [mm]
1.	0,571	1.	0,54
2.	0,55	2.	0,523
3.	0,572	3.	0,548
4.	0,562	4.	0,52
5.	0,581	5.	0,556
6.	0,56	6.	0,51
7.	0,59	7.	0,531
8.	0,583	8.	0,545
9.	0,551	9.	0,551
10.	0,571	10.	0,533
∞	0,569	∞	0,536
směrodatná odchylka	0,013		0,014

Tab. 18: Výsledky měření tloušťky verze č.1 a verze č.2. Vzorky byly měřeny hodinu po sejmutí závaží, kde se se zjišťuje projevení relaxace materiálů.

Počet měření	Tloušťka povrstvené netkané textilie verze č.1 [mm]	Počet měření	Tloušťka povrstvené netkané textilie verze č.2 [mm]
1.	0,56	1.	0,55
2.	0,577	2.	0,53
3.	0,578	3.	0,523
4.	0,551	4.	0,543
5.	0,572	5.	0,52
6.	0,58	6.	0,516
7.	0,545	7.	0,547
8.	0,537	8.	0,529
9.	0,56	9.	0,526
10.	0,566	10.	0,526
∞	0,563	∞	0,531
směrodatná odchylka	0,014		0,011

V Tab. 18 a Tab. 19, byla měřena tloušťka po odebrání závaží a bylo pozorováno, do jaké míry se zatížený materiál vrací zpět do původní tloušťky před zatížením.

Tab. 19: Výsledky měření tloušťky verze č.1 a verze č.2, po 24 hodinách od sejmutí závaží

Počet měření	Tloušťka povrstvené netkané textilie verze č.1 [mm]	Počet měření	Tloušťka povrstvené netkané textilie verze č.2 [mm]
1.	0,574	1.	0,526
2.	0,572	2.	0,534
3.	0,574	3.	0,53
4.	0,563	4.	0,534
5.	0,555	5.	0,531
6.	0,545	6.	0,526
7.	0,567	7.	0,542
8.	0,568	8.	0,53
9.	0,574	9.	0,529
10.	0,58	10.	0,528
σ	0,567	σ	0,531
směrodatná odchylka	0,010		0,005



Obr. 18: Laboratorní razicí zařízení Aero press 1,7

4.2 Termická ražba

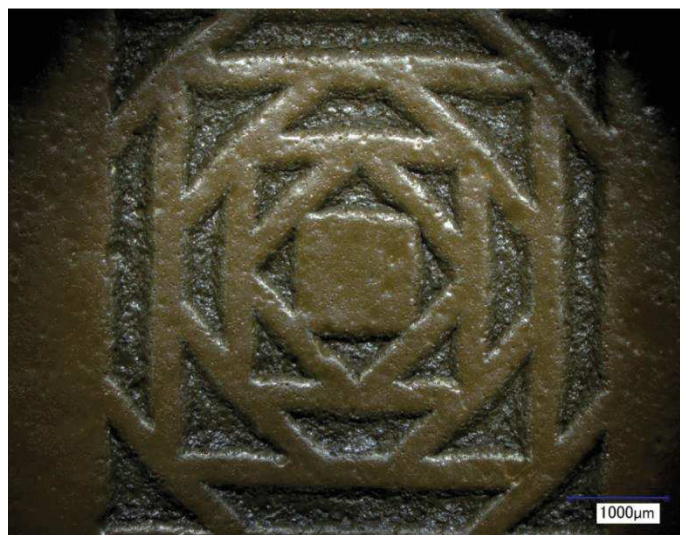
Ražba proběhla na laboratorním zařízení viz *Obr. 18* pod definovaným technologickým nastavením, které je u vedené v Tab. 20. Vzorky o rozměrech 10 x 10 cm, od jednotlivých verzí, byly vkládány pod raznici, kde proběhla termická ražba. Další fází byla mikroskopie naražených vzorků a její vyhodnocení. Z *Obr. 19* jsou viditelné rozdíly v kvatitě a struktuře ražby.

Tab. 20: Nastavení laboratorního razícího zařízení.

	Teplota [°C]	Čas [s]	Tlak [bar]
Vzorek č.1	130	1	3
Vzorek č.2			



a



b

Obr. 19: Obrázky z mikroskopu 20x zvětšení. a) vzorek č.1 b) vzorek č.2

5. VYHODNOCENÍ

Experimentem bylo zjištěno, že lze stávající knižní materiály z tkaného plátna, zatřené škrobovými pastami, nahradit modernějšími materiály a technologiemi ve formě netkané textilie předupravené textilními technologiemi a povrstvené disperzním pojivem ve formě pěny.

Jednotlivými zušlechťovacími procesy bylo docilováno kultivovanějšího vzhledu netkané textilie, aby byla vhodnou předlohou pro povrstvování. První úprava, která se aplikovala, byla impregnace netkané textilie společně s barvením v jednom kroku. Od této operace, se očekávalo několik důležitých změn v mechanicko-fyzikálních vlastnostech materiálu. Konkrétně se jedná o změnu barevnosti, plošné hmotnosti, tloušťky, pevnosti, tažnosti a tuhosti.

Důležitou změnou, ke které došlo, je pevnost materiálu v příčném i podélném směru, což potvrzují naměřené výsledky v Tab. 14. V tabulce se můžeme přesvědčit, že bylo docíleno vyšší pevnosti o 46 [N. 5 cm-1] v podélném a o 28 [N. 5 cm-1] v příčném směru. Tažnost materiálu bylo nutné snížit, a to z důvodu napínání na laboratorní zatírací zařízení, kde by docházelo ke kontrakci materiálu v příčném i podélném směru. V Tab. 15 je viditelné, že byla tažnost materiálu snížena v o 1,64 [%] v podélném a o 5,03 [%] v příčném směru. Nejrazantnější změnou, ke které došlo, byla změna tuhosti materiálu, která je zobrazena v Tab. 16. Zde si můžeme povšimnout, že byla zvýšena tuhost materiálu v podélném směru o 101 [mN] a o 30,5 [mN] v příčném směru.

Tyto změny v mechanicko fyzikálních vlastnostech byly potřebné k hladšímu průběhu dalšího zpracovávání vzorků, kterými bylo, povrstvování na zatíracím laboratorním zařízení. V této technologické operaci se aplikovaly dvě různé verze pěnového zátěru, které byly ihned po zatření sušeny laboratorním fěnem a kondenzovány v laboratorní peci. Poté co byly všechny laboratorní vzorky vyrobeny, byl materiál testován z pohledu vratné elasticity.

Byl navržen experiment zatížením povrstveného materiálu závažím, po přesně definovanou dobu, a proměřováním tloušťky materiálu ihned po sejmutí závaží byla hodnocena zpětná relaxace materiálu. Výsledky jsou zohledněny v Tab. 17, 18, 19. Tyto tabulky vykazují rozdíly mezi druhy povrstvených materiálů. V Tab. 17 můžeme pozorovat, že bylo docíleno objemnějšího zatření, u verze číslo 1, o 0,033 [mm], kde byla použita polyuretanová disperze. Z naměřených výsledků můžeme usuzovat, že došlo k degradaci pěny u verze číslo 2. Zatřeny byly pod stejně definovanými

podmínkami, ale naměřené tloušťky jsou rozdílné. Již zde, se projevují lepší vlastnosti polyuretanové pěny, která je po aplikaci stabilnější. V Tab. 18 jsou výsledky měření tloušťky materiálů, které byly měřeny hodinu po odstranění závaží. U verze číslo jedna byl materiál v místě zatížení snížen o 0,007 mm. U verze číslo dvě, byl materiál stlačen o 0,005 mm. Významnou změnu ukazuje Tab. 19, kde se projevuje vliv relaxace povrstvených materiálů, které byly proměřovány 24 hodin po odstranění závaží. U polyuretanové verze došlo k relaxaci materiálu - původní tloušťka po zatření byla 0,569 [mm]. Po odstranění závaží a přeměření tloušťky, po uplynutí jednoho dne, byla výsledná tloušťka 0,567 [mm]. Z těchto hodnot je zřejmé, že se u verze č.1 projeví lepší zotavovací schopnosti povrstveného materiálu po působení mechanické síly. V závěru experimentu byly vzorky raženy na laboratorním razícím zařízení viz. Obr. 18, dle technologického nastavení, uvedeném v Tab. 20. Pro optické posouzení kvality termické ražby, byly vzorky pozorovány a nafoceny pod laboratorním mikroskopem, kde jsou patrné rozdíly v kvalitě ražby v prospěch materiálu zatřeného polyuretanovou pěnou, kde ražba působí jako celek klidným a rovnoměrným dojmem a jsou zachovány ostré rysy ražebné matrice.

6. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zaměřila na vypracování a studium povrstvování netkaných textilií disperzními pojivy ve formě pěny s ohledem na je jejich možnou alternativu při výrobě stávajících knižních materiálů. Byla navržena technologie pro výrobu vzorků, na které byly aplikovány různé technologie, které vedly k získání funkčních materiálů, které mohou nahradit již zastaralé technologie výrob knižních pláten. Vyrobené vzorky, byly sledované a testované především v mechanicko-fyzikálních směrech.

Nejdříve byla sestavena teoretická část, kde jsme byli seznámeni s problematikou, výrobou netkaných textilií a s možností jejich povrchových úprav. V dalších částech byla sestavena technologie zušlechťovacích procesů, které byly aplikovány na netkanou textili. Jednalo se o sérii mechanicko-fyzikálně-chemických technologií. V závěru práce byly materiály testovány a to především z pohledu elasticity nanesené pěny na netkanou textili. Byly navrženy experimenty na změření relaxace takto nanesených vrstev. Tímto experimentem, bylo prokázáno, že vhodnou alternativou náhrady

dosavadních technologií zatíraných pláten vykazuje lepší výsledky použití polyuretanových disperzních pojiv především z důvody lepší regenerace materiálu, po mechanickém zatížení. Pro průmyslové využití této technologie je nutné strojní vybavení podniku, kde se má tato technologie aplikovat. Veškerá zařízení pro výrobu těchto materiálů jsou vyobrazena a popsána v této práci. Přestože byla tato problematika rozebrána a nastavena vhodná technologie výroby, dalo by se dále zkoumat a vypracovat několik experimentů, například odolnost vůči oděru, otěru takto vyrobených materiálů, odolnost vůči rozpouštědlům, stárnutí materiálů s ohledem na jejich možnou recyklaci a životní prostředí.

7. LITERATURA

- [1] Prof. RNDr. Oldřich JIRSÁK, CSc., Ing. Klára KALINOVÁ, Ph.D., *Netkané textilie*, - 2003 [cit. 2017-01-015] Liberec-TUL. ISBN 80-7083-746-2
- [2] RUSSELL, S. J., ed. *Handbook of nonwovens*. Cambridge: Woodhead, 2007. ISBN 978-1-85573-603-0.
- [3] MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTIUM, 2007. ISBN 978-80-214-3291-8.
- [4] POSPÍŠIL, Zdeněk. *Příručka textilního odborníka - 2.část*. Praha: SNTL, 1981.
- [5] JIRSÁK, Oldřich a Larry C. WADSWORTH. *Nonwoven textiles*. [1st ed.]. Durham: Carolina Academic Press, 1999. ISBN 0-89089-978-8.
- [6] Prof. Ing. Jiří Militký CSc. EUR ING, skripta, *TEXTILNÍ VLÁKNA Klasická a speciální*, 2002. [cit. 2017-02-29] Liberec-TUL. ISBN 80-7083-644-X
- [7] KRČMA, Radko. *Technologie II. Část I, Netkané textilie*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1980.
- [8] MLEZIVA, Josef a Jaromír ŠŇUPÁREK. *Polymery: výroba, struktura, vlastnosti a použití*. 2. přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 2000. ISBN 80-85920-72-7.
- [9] KRYŠTŮFEK, Jiří. *Technologie zušlechťování*. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, Katedra textilního zušlechťování, 2002. ISBN 80-7083-560-5.
- [10] DEMBICKÝ, Josef. *Zušlechťování textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7.
- [11] DAS, Dipayan a Behnam POURDEYHIMI, ed. *Composite nonwoven materials: structure, properties and applications*. Cambridge: Woodhead, 2014. ISBN 978-0-85709-770-5.
- [12] KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek II.: zpracování ropy, paliva a petrochemie, chemické speciality, pesticidy, dezinfekční látky, tenzidy, plasty a kaučuk, aditiva a pomocné chemikálie, výbušniny, biotechnologie, organizace pro chemii*. Brno: VUTIUM, 2001. ISBN 80-214-2013-8.
- [13] MAHAPATRA, N. N. *Textile dyes*. New Delhi: Woodhead Publishing India, 2016. ISBN 9789385059605.

- [14] WULFHORST, Burkhard, Thomas GRIES a Dieter VEIT, ed. *Textile technology*. Munich: Carl Hanser Verlag, 2006. ISBN 1-56990-371-9.
- [15] KRYŠTŮFEK, Jiří a Jakub WIENER. *Barvení textilií I*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-328-6.
- [16] KRYŠTŮFEK, Jiří, Jakub WIENER a Dagmar MACHAŇOVÁ. *Barvení textilií II*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. ISBN 978-80-7372-796-3.
- [17] PECHÁČEK, František a Jaroslav JANKOVSKÝ. *Zkoušení textilií*. 2. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1976.
- [18] STANĚK, Jaroslav a Hana PAŘILOVÁ. *Textilní zbožíznalství. Část 2, Pleteniny, bytové textilie, netkané textilie, tkaný oděvní výrobek, kožešiny a usně, textilní galanterie, medicínální konfekce*. Liberec: Technická univerzita, 1996. ISBN 80-7083-193-6.
- [19] GUPTA, Sadhir a Ankur GUPTA. *Complete technology of nonwovens: fabrics, carry bags, composites, geotextiles, medical textiles, fibres, felts, apparels, spulance and absorbent nonwoven*. Delhi: Engineers India Research Institute, 2013. ISBN 9789380772318.
- [20] CHAPMAN, Roger A. *Applications of nonwovens in technical textiles*. Boca Raton: CRC Press, 2010. ISBN 978-1-84569-437-1.
- [21] BATRA, Subhash K. a Behnam POURDEYHIMI. *Introduction to nonwovens technology*. Lancaster: DEStech Publications, 2012. ISBN 978-1-60595-037-2.