TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

VÝROBA TKANÝCH STRUKTUR ZE SKLENĚNÝCH VLÁKEN PRO TECHNICKÉ APLIKACE

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: Textilní technologie, materiály a nanomateriály

Autor práce: **Jiřina Navrátilová**
Vedoucí práce: Ing. Brigita Kolčavová Sirková, Ph.D.

Liberec 2020

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní

Zadání bakalářské práce

Výroba tkaných struktur ze skleněných vláken pro technické aplikace

Jméno a příjmení: **Jiřina Navrátilová**
Osobní číslo: T16000343
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Zadávající katedra: Katedra technologií a struktur
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Výroby a vlastnoti skleněných vláken.
2. Zpracujte rešerši zaměřenou na využití tkaných struktur ze skleněných vláken v technických aplikacích.
3. Specifikujte technologický postup výroby tkanin ze skleněných vláken pro válové i bez-válové tkaní.
4. Vypracujte finanční rozvahu pro tkaní tkanin ze skleněných vláken z osnovních válů i pro bez-válové tkaní.
5. Na základě finanční rozvahy zhodnoťte technologické postupy výroby tkaniny ze skleněných vláken.

Rozsah grafických prací:	dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy:	cca 40 stran
Forma zpracování práce:	tištěná/elektronická
Jazyk práce:	Čeština

Seznam odborné literatury:

[1] Militký, J.: Textilní vlákna, klasická a speciální. Technická univerzita v Liberci, 2012, ISBN 978-80-7372-844-1.
[2] Talavášek O.: Tkalcovská příručka. SNTL, 1980, Praha.
[3] Moravec, V., Hruda, I.: Technologie II. VŠST v Liberci 1985.
[4] Vivek, M., Markad, Ch.: An overview of glass fibers. Fiber&Polymer, 2015.
[5] Duvilax: Production of glass fibers and technical textiles. https://www.duvilax.sk/en/production-of-glass-fibers-and-technical-textiles.

Vedoucí práce:	Ing. Brigita Kolčavová Sirková, Ph.D. Katedra technologií a struktur
Datum zadání práce:	11. října 2018
Předpokládaný termín odevzdání:	15. května 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

L.S.

Ing. Brigita Kolčavová Sirková, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 17. dubna 2020

Prohlášení

Byla jsem seznámena 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 vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala 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.

20. květen 2020 Jiřina Navrátilová

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat vedoucí práce Ing. Brigitě Kolčavové Sirkové, Ph.D. za její odborné rady, podněty k zamyšlení a především za její čas, který mi věnovala během vypracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala všem svým kolegům za jejich pomoc a sdělování informací během vypracovávání technologických postupů a kalkulací. Nakonec mé poděkování patří všem, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

Anotace

Bakalářská práce se zaměřuje na skleněná vlákna v technických odvětvích. Uvádí se jejich chemická struktura, jednotlivé výrobní způsoby, specifické vlastnosti a oblasti, kde se skleněná vlákna používají.

Pozornost v další části bakalářské práce je věnována technologickému postupu výroby tkaniny, kde materiálem pro její výrobu je použitý sklovláknitý roving. Popis technologického postupu je zahájený skladováním příze až po vyrobenou finální roli v požadovaném návinu, která je připravena k expedici. Větší důraz je kladený na operaci týkající se přípravy osnovy. Ta je rozdělena do dvou částí. První část popisuje přípravu osnovy v případě snování a druhá část je věnována přípravě cívek pro technologii bez-válovou (tkaní z cívečnice).

V závěru jsou tyto dvě výrobní technologie zhodnoceny na základě vytvořených finančních rozvah.

Klíčová slova

Skleněná vlákna, osnovní vál, cívečnice, technologický postup výroby, finanční rozvaha

Anotation

The bachelor thesis is focused on glass fibers usage in technical branches. First part of the thesis deals with chemical structure, production methods, specific properties and areas where glass fibers are used.

Next part of the thesis gives attention to the fabric production technological proces in which the fibergall roving is used as raw material. Technological process is described from the yarn storage up to the finished roll ready for dispatch in required build and package. Warp preparation process is accentuated and divided into two parts. The first part describes warp beam manufacturing as separate proces before weaving and the second part is focused on the preparation of bobbins for beamless technology (weaving from bobbin creel). As a conclusion both described production technologies are based on financial balance sheets.

Keywords

Glass fibres, warp beam, bobbin creel, technological production proces, financial balance sheet

Obsah

1 ÚVOD 10

2 SKLENĚNÁ VLÁKNA 11

2.1 HISTORICKÝ VÝVOJ SKLENĚNÝCH VLÁKEN 11
2.2 CHEMICKÁ STRUKTURA SKLENĚNÝCH VLÁKEN 12
2.3 VÝROBA SKLENĚNÝCH VLÁKEN 13
2.3.1 Proces výroby skleněných vláken 13
2.3.2 Suroviny pro výrobu skleněných vláken 13
2.3.3 Mechanické způsoby výroby 14
2.3.4 Odstředivý způsob výroby skleněných vláken 17
2.3.5 Pneumatický způsob výroby skleněných vláken 18
2.3.6 Kombinované výrobní metody 19
2.3.7 Lubrikace vláken 19
2.4 VLASTNOSTI SKLENĚNÝCH VLÁKEN 20
2.4.1 Skleněná vlákna z pohledu výroby vláken a specifické vlastnosti jednotlivých druhů 20
2.4.2 Vzhled skleněných vláken a jejich všeobecné vlastnosti 20
2.4.3 Mechanické vlastnosti 21
2.4.4 Tepelná odolnost 22
2.4.5 Chemické vlastnosti 22
2.5 POUŽITÍ SKLENĚNÝCH VLÁKEN 22
2.5.1 Aplikace pro stavebnictví 23
2.5.2 Geotextilie 24
2.5.3 Výztuž pro výrobu kompozitních materiálů 25

3 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY TKANINY ZE SKLENĚNÝCH VLÁKEN 26

3.1 PARAMETRY TKANINY A FINÁLNÍHO NÁVINU 26
3.2 VSTUPNÍ MATERIÁL 27
3.2.1 Skladování 27
3.3 STOJE PRO VÝROBU TKANINY 27
3.3.1 Tkací stroj 27
3.3.2 Navíjecí ústrojí 28
3.4 PŘÍPRAVA VSTUPNÍHO MATERIÁLU 29
3.5 PŘÍPRAVA OSNOVY PRO BEZ-VÁLOVÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY 30
3.5.1 Navazování osnovních nití pro bez-válové tkaní 32
3.6 PŘÍPRAVA OSNOVY PRO VÁLOVÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY 32
3.6.1 Základní parametry 32
3.6.2 Snování osnovy 34
3.6.3 Navazování osnovních nití pro tkaní z osnovního válu 38
3.7 KRAJE TKANINY 38
3.7.1 Pomocné krajové cívky 38
3.7.2 Zpevňování krajů tkaniny 39
3.8 NAVÁDĚNÍ 41
3.8.1 Lamely osnovních zarážek 41
3.8.2 Listové brdo 41
3.8.3 Paprsek 43

3.9 PŘÍPRAVA ÚTKU 44
3.10 TKANÍ 44
3.10.1 Technická vzornice 44
3.10.2 Vyhodnocení vzorku tkaniny 45
3.10.3 Výsledná role 47
3.10.4 Stanovená měřidla 48
3.10.5 Výrobní předpis - specifikace 48
3.11 DOKONČOVACÍ PRÁCE 48
3.12 POROVNÁNÍ TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ PŘÍPRAV OSNOVY 49
3.12.1 Výhody bez-válového tkaní versus válové tkaní při zpracování skleněných vláken 49
3.12.2 Nevýhody bez-válového tkaní versus válové tkaní při zpracování skleněných vláken 50
4 FINANČNÍ ROZVAHA TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ 51
4.1 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO KALKULACI 51
4.1.1 Spotřeba materiálu: 52
4.1.2 Výrobní normy 53
4.2 KALKULACE NA MNOŽSTVÍ 90 000 BĚŽNÝCH METRŮ 55
4.2.1 Výpočet kalkulace pro tkaní z osnovního válu 55
4.2.2 Výpočet kalkulace pro bez-válový technologický postup 58
4.3 KALKULACE NA MNOŽSTVÍ 7 200 BĚŽNÝCH METRŮ 61
4.3.1 Výpočet kalkulace pro tkaní z osnovního válu 61
4.3.2 Výpočet kalkulace pro bez-válový technologický postup 64
5 ZÁVĚR 67
POUŽITÁ LITERATURA 69
SEZNAM OBRÁZKŮ 70
SEZNAM TABULEK 71

1 Úvod

Volbu použít skleněná vlákna jako materiál do bakalářské práce ovlivnil i fakt, že se sklem jsem se setkala již v minulosti. V blízkosti mého bydliště se nacházela dílna, kde se ručně vyráběly skleněné vánoční ozdoby. V této firmě jsem nastoupila do svého prvního zaměstnání jako malířka vánočních ozdob. Dodnes vidím, jak pomocí hořáku a úzké předem připravené skleněné trubičky dokázali šikovní foukači vytvořit skleněné ozdoby. Ať už se podíváme na vznik skleněné ozdoby nebo na skleněné vlákno, zjistíme, že princip výrobu je v podstatě stejný. Vstupní surovina je zahřívána a následuje tvarování do požadované formy. Nahlédnutí a seznámení s jednostupňovým principem výroby nekonečných vláken mi umožnila návštěva v Hodonicích ve firmě Saint Gobain.

Tato bakalářská práce se zabývá především principy výroby skleněných vláken, ale také chemickou strukturou některých typů skleněných vláken. Textilie, pro jejichž zhotovení byla použita právě skleněná vlákna, se využívají převážně v technickém odvětví, proto jsou uvedeny některé příklady, kde je možné se s těmito textiliemi setkat (např. geotextilie, výztuže pro výrobu kompozitu atd.).

Další část této práce je zaměřena na popis jednotlivých operací týkajících se technologického postupu výroby, jehož závěrem je utkat tkaninu, pro kterou byl jako materiál použitý sklovláknitý roving od firmy Owen´s Corning. Jádrem věci v technologickém postupu je příprava osnovy, která se zaměřuje na dva výrobní principy a to na válový (tkaní z osnovního válu) a bez-válový (tkaní z cívečnice) způsob výroby.

Textilní firma, ve které byla tato práce realizována, využívá pro výrobu této tkaniny bez-válový způsob. K získání technických parametrů pro první variantu přípravy osnovy, musel být pro tuto bakalářskou práci nasnovaný i osnovní vál. Na základě získaných výrobních informací jsou vytvořeny kalkulace na dvě různá množství pro obě výrobní technologie. Jelikož cílem, kterékoliv organizace je v první řadě snížit náklady za dosažením co největšího zisku, jsou v závěru práce obě technologie zhodnoceny, porovnány a navrženy případná další řešení.

2 Skleněná vlákna

2.1 Historický vývoj skleněných vláken

První zmínky o výrobě skleněných vláken lze nalézt už okolo roku 1800 před n. l. ve starém Egyptě, kde se vlákna vyráběla vytažením z roztavené skloviny. V 16. a 17. stol. n. l. začali benátští skláři vlákna využívat ke zdobení svých výrobků a v roce 1850 byl ve Francii sestrojený přístroj, který dokázal vytáhnout vlákna o tloušťce 6 až 10 μm.

První patentovaná zmínka o použití skleněných vláken k technickým účelům pochází z Londýna, kde byla vlákna v roce 1880 použita pro opletení drátu pro telegraf skleněnou izolací. Veřejný zájem vzbudilo představení mechanického způsobu tažení na Světové výstavě v Chicagu v roce 1893/4 a ve stejném období byl také vynalezen způsob výroby skleněných vláken odstředivým způsobem.

Teprve až v roce 1931 byla v Americe zkoumána možnost výroby vláken pro průmyslovou oblast ve velkém množství. Ve stejném roce byl objeven proces výroby vláken foukáním a pět let poté se vynalezl další nový způsob, kterým bylo vytahování tenkých vláken pravidelné tloušťky a nekonečné délky. Rok 1937 se zapsal do vývoje výroby z důvodu vyvinutí vlákna s názvem Staple-fibre.

Pokusy se nezastavily ani v Evropě. Ve stejné době byla výroba zavedena v Anglii a také v Německu, kde byl zdokonalený způsob tažení z tyčí. Pokroky ve vývoji nezastavila ani 2. světová válka a skleněné vlákno se začalo považovat za cennou surovinu.

Ani tehdejší Československo nebylo ve výrobě a používání skleněných vláken pozadu. První záznamy pochází již ze 17. a 18. století. Sklovina se vytahovala ve vlákna ručně, tudíž byla tlustá a lámavá, proto bylo jejich použití omezeno pouze pro dekorativní účely. V roce 1939 byla zavedena výroba vláken odstředivou metodou a rok poté se zahájila produkce skleněné vaty. Ve stejných letech vyrábělo skleněná vlákna několik firem, ale po 2. světové válce byly zrušeny. První československé skleněné hedvábí a skleněnou přízi rajón uskutečnila v roce 1947 firma Vertex v Hradci Králové, která později svůj provoz rozšířila do Litomyšle a Hodonic, kde funguje se sdruženými podniky pod názvem Saint Gobain dodnes a jediným výrobcem skleněných vláken v České republice [1, s. 13-16].

2.2 Chemická struktura skleněných vláken

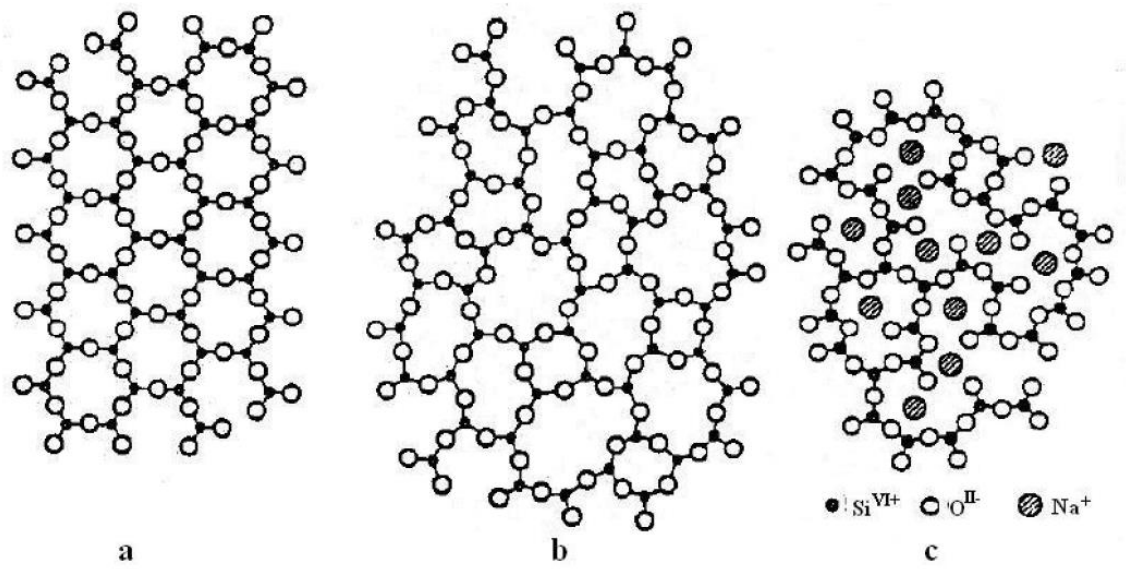
Sklo je amorfní látkou, která vznikla obvykle ztuhnutím taveniny bez krystalizace. Na první pohled se jeví jako látka pevná, jeho nepravidelná struktura v tuhém stavu však tuto možnost vylučuje.

Základními stavebními jednotkami skla jsou tetraedry $(SiO_4)^{4-}$. Kromě SiO_2 se ve skle nacházejí i další oxidy. Podle složení těchto oxidů se sklo rozděluje na různé typy.

Oxidy	Složení v [%]							
	A-sklo	C-sklo	D-sklo	E-sklo	R-sklo	S-sklo	AR-sklo	ECR-sklo
SiO_2	63-72	64-68	72-75	52-56	55-65	65	64	54-62
Al_2O_3	0-6	3-5	0-1	12-16	15-30	25	1	9-15
CaO	6-10	11-15	0-1	16-25	9-25	-	5	17-25
MgO	0-4	2-3	-	0-5	3-8	10	-	0-4
B_2O_3	0-6	4-6	21-24	5-10	-	-	-	-
Na_2O, K_2O	14-16	7-10	0-4	<0,8	0-1	<0,3	14	0-2
Ostatní	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1

Tabulka 1: Složení různých druhů skleněných vláken [2, s. 28; 3, s. 8].

Nejběžnějším typ skla soustavy SiO_2-CaO-Na_2O je v roztaveném stavu disiciováno na kationty Na^+, Ca^{2+}a křemičitanové anionty typu $(SiO_4)^{4-}$. Ochlazením této soustavy vytvoří anionty polymerací trojrozměrnou pevnou síť, která na rozdíl od krystalické mřížky nemá pravidelné uspořádání. Nepravidelnost je způsobena tím, že tetraedry jsou na sebe vázány pouze společnými rohy, nikoliv hranami nebo plochami a také tomuto uspořádání napomáhají přítomné kationty, které se nachází v dutinách křemičitanové sítě [4, s. 136-138].



Obrázek 1: Plošné znázornění struktury krystalického SiO_2 (a), skelného SiO_2 (b) a sodnokřemičitého skla (c) podle Zacharissena a Warrena [3, s. 10]

2.3 Výroba skleněných vláken

2.3.1 Proces výroby skleněných vláken

Výroba skleněných vláken spočívá v první řadě v přípravě vsázky a jejím transportu do tavící pece. Následně probíhá samotné tavení, tvarování a dostatečně rychlé ochlazení, že nedochází ke krystalizaci [4, s. 211].

2.3.2 Suroviny pro výrobu skleněných vláken

První technologickou operací výroby skleněných vláken je samotná příprava vsázky. Její dávkování probíhá v moderních zařízeních již vysoce automaticky, kde váhy jsou řízeny počítačem a zajistí správné dávkování a důkladné promíchání před tím, než je vsádka dopravena do tavící pece [5, s. 30].

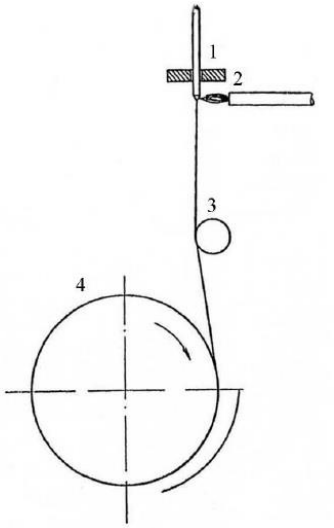
Vstupní surovina se nazývá sklářský kmen, který je tvořen především křemenným pískem (zdroj SiO_2), ten musí splňovat předepsané normy ohledně čistoty a zrnitosti. Další složkou je soda, přírodní vápenec a dolomit (zdroj CaO a MgO). Boritými surovinami jsou H_3BO_3 a borax ($Na_2B_4O_7$. $10H_2O$). Přírodními zdroji, jejichž základ tvoří bor, jsou příležitostně využívány minerály datolit, colemnit nebo danburit [4, s. 211-212].

Volba jednotlivých surovin sklářského kmene je zvolena tak, aby výsledné vlákno mělo na základě složení požadované vlastnosti. Pro některé způsoby výroby skleněných vláken se používá již hotové sklo např. kuličky, tyčinky nebo skleněná frita [1, s. 49].

2.3.3 Mechanické způsoby výroby

2.3.3.1 Mechanické tažení ze skleněných tyčinek

Speciální rám stroje umožňuje umístění 100-200 skleněných tyčinek o délce 1-2 m. Konec tyčinky se zahřívají plynovými hořáky nebo elektrickými odporovými spirálami při teplotě 1 200 °C. Z roztavených konců tyčinek se vytahují jednotlivá vlákna na otáčející kovový buben, který se otáčí rychlostí 400-800 ot/min. Před navinutím se vlákno na povrchu šlichtuje lubrikační tekutinou. Jakmile je navinuta určitá vrstva, dojde k přerušení tažení, vlákna se rovnoběžně s osou válce rozříznou a sejmou z bubnu. Touto metodou jsou vyráběna vlákna textilní s tloušťkou 7 až 12 μm a vlákna izolační v tloušťkách 18 až 30 μm.

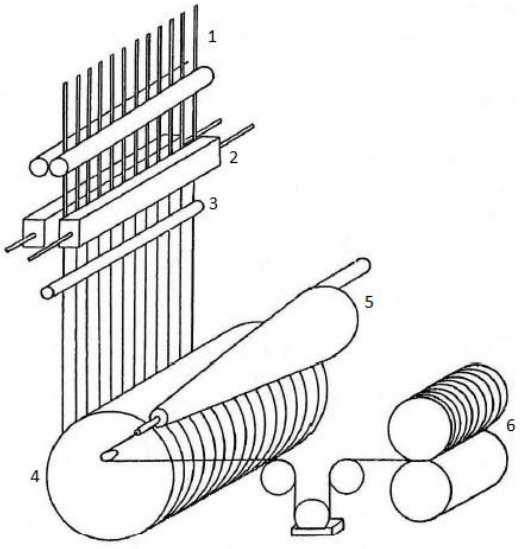


Obrázek 2: Princip výroby skleněných vláken tažením z tyčinek [6, s. 37-39].
1-skleněná tyčinka; 2-tavící plynový hořák; 3-naváděcí váleček; 4-tažný buben

2.3.3.2 Mechanické tažení podle Schullerova systému

Tento způsob výroby je typický pro přízi, která je pro svoji chlupatost, nazývaná skleněnou přízí Angora. V podstatě je tento princip obdobný jako tažení v předchozím způsobu výroby. Potřebné tavící teplo se získává odporovými spirálami a konce tyčinek se odtahují elektricky a vytažená vlákna přilnou taktéž na otáčející se buben. Díky proudu vzduchu, který je plynule přitlačuje k bubnu a tím je vytahuje, lze vyrobit vlákna v nekonečné délce s tloušťkou asi 10 μm. Sejmutí z bubnu a dopravení vláken do trychtýře vzduchové turbínky kde získávají nepravidelný zákrut, zajišťuje tlakový vzduch. Z ústí

turbínky jsou již vlákna vytahována a navíjena na cívku s křížovým vynutím. Pro lepší textilní zpracování je příze lubrikována speciálními přípravky.



Obrázek 3: Schéma výroby skleněné příze Angora [6, s. 39-40].

2.3.3.3 Tažení podle Modiglianiho systému

Tento způsob výroby byl uveden v praxi až poté, co byl zdokonalen v tehdejším NDR. I zde se vytahují vlákna z tyčinek o tloušťce asi 10 μm. Jakmile se navine na otáčející buben určitá vrstva vláken, tažení se zastaví a k bubnu se přitiskne odřezávací nůž. Odříznutí pásku širokého 0,3 mm probíhá tak, že se buben roztočí opačným směrem a nůž, který je upevněný na saních koná pomalý pohyb ve směru osy válce. Odříznutý pásek je vhodně zaveden do odstředivky a odtud je vyjmuta již finální příze s požadovaným zákrutem [6, s. 40-41].

2.3.3.4 Mechanické tažení ze šamotové pícky

Tímto výrobním způsobem lze získat vlákna v tloušťce 12 až 30 μm. Tento výrobní způsob umožňuje různá uspořádání pícek, do kterých lze jako vstupní surovinu použít skleněné tyčinky, kuličky i fritu, která je tavena při teplotě 1 200 až 1 250 °C. Pícka je opatřena žáruvzdorným plechem s výztužným dnem, který má několik řad otvorů v průměru 3-5 mm. Těmito otvory vytéká roztavená sklovina, která se vytahuje na vlákna, která jsou opět navíjena na navíjecí buben. Po dosažení určité vrstvy, je buben zastaven

a vlákna jsou sejmuta. Kývavým pohybem pícky nebo bubnu, lze docílit vzájemného překřížení vláken [6, s. 41].

2.3.3.5 Mechanické tažení z platinové pícky

Jedná se o jednostupňový nebo dvoustupňový výrobní způsob, kterým se získávají skleněná nekonečná vlákna nazývaná skleněné hedvábí. Největší podíl na výrobě těchto vláken má E sklo.

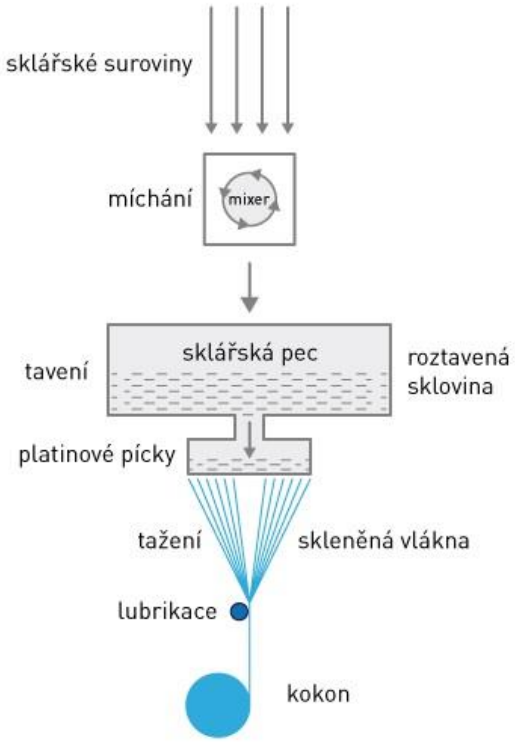
1. Dvoustupňový způsob tažení skleněných vláken

V prvním stupni se ze sklářského kmene utaví, a pomocí speciálně vytvarovaných párů válců, vytvoří skleněné kuličky o průměru 18 až 21 mm.

Druhým stupněm se rozumí vlastní tažení vláken. Skleněné kuličky jsou v pravidelných dodávkách dávkovány do pece ze slitin platiny a rhodia, kde jsou taveny při teplotě asi 1 300 °C. Dno pece je opatřeno tryskami uspořádaných v několika řadách, na jejichž koncích se vytvářejí kapky, ze kterých jsou tažena jednotlivá vlákna, která dále směřují přes lubrikační zařízení, čím se zajišťuje vzájemné spojení vláken a následné sdružení do pramene. Ten se navíjí křížovým vinutím vysokou rychlostí na cívku, usazenou na bubínek navíječky.

2. Jednostupňový způsob tažení skleněných vláken

V tomto způsobu výroby skleněných vláken se nevytváří kuličky, jako tomu bylo u dvoustupňového tavení, ale utavená sklovina ze sklářského kmene se převádí přímo z vanové pece do dlouhého dávkovače, který je přímo ve dnu osazen několika platinovými pecemi. Díky tomu, že odpadá tvarování a následné roztavení kuliček jako je tomu v případě dvoustupňového tavení, je snížena spotřeba tepelné energie a možnost použití pecí s daleko větším počtem trysek [6, s. 41-45].



Obrázek 4: Schéma jednostupňové výroby nekonečných vláken [7].

2.3.4 Odstředivý způsob výroby skleněných vláken

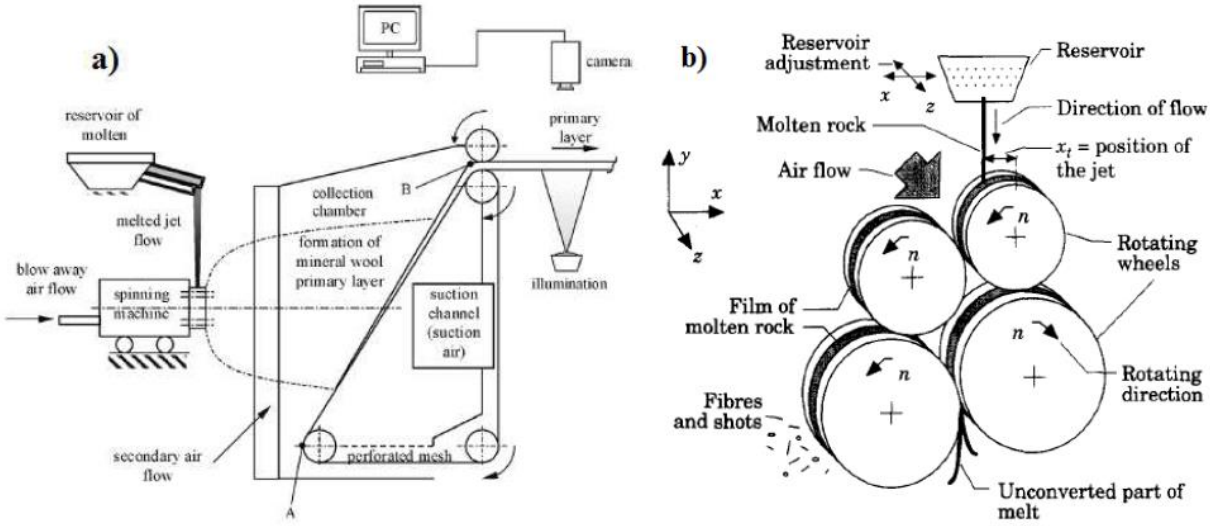
Výroba odstředivým způsobem se vyznačuje svou jednoduchostí s velkým výkonem na provozní jednotku. Základní prvek této výroby je otáčející otáčejícího zařízení tvaru ozubeného kola, disku, válce, rotační nádoby, tyčinky či trubičky s osou rotace ve svislém, vodorovném nebo šikmém směru

2.3.4.1 Odstředivý způsob výroby vláken za pomoci rozvlákňovacího kotouče

Pro tento způsob se využívá rotující zařízení se svislou osou. Vstupní surovinou jsou předem vyčištěné a následně usušené skleněné střepy, které se dopravují do zásobníku tavící pece, z jehož konce pomocí násypky samovolně padají ochlazovaným otvorem do násypné, stále naplněné pánve. Povrch střepů se taví a roztavené sklo vytéká do horní pánve přes výtokový žlábek do menší spodní pánvičky, kde se sklovina homogenizuje případně vyčeří. Tenký pramen vytéká po stěně pánvičky do středu rozvlákňovacího kotouče umístěného v rotační hlavě. Díky působení odstředivé síly je pramen v tenké vrstvě unášen na drážkovaný povrch kotouče, kde se stejnoměrně rozdělí. Z obvodu kotouče se odtrhují malé kapičky, které jsou ve velmi krátkém čase vytahována na vlákna. Takto vzniklá vlákna se pneumaticky přepravují k dalšímu zpracován [6, s. 47-49].

2.3.4.2 Odstředivý způsob výroby pomocí 4 rotačních kotoučů

Tato metoda výroby se liší od předchozí v umístění osy kotoučů. Zde se používají 4 rotační osy a to ve vodorovném směru. Sklovina je taví při teplotě 1 400-1 600 °C a ta následně přetéká na povrch rychle se otáčejících kotoučů, kde se vytvoří tenký film. Působení odstředivé síly způsobí, že sklovina vysokou rychlostí odlétá ve formě drobných kapiček, ze kterých jsou tažena vlákna. Tím, že je ve směru os rotačních kotoučů přiváděný proud vzduchu, jsou vytvořená vlákna unášena a usazována na kontinuálně se otáčející síť, kde se formují do finální podoby např. komprese. Rychlost otáčející se sítě ovlivňuje tloušťku vlákenné vrstvy. Pokud se některá vlákna nezachytila na síť, proud vzduchu je dopraví do filtrační komory.



Obrázek 5: Schéma odstředivého způsobu výroby skleněných vláken (a), výrobní způsob pomocí 4 rotačních kotoučů (b) [3, s. 17].

2.3.5 Pneumatický způsob výroby skleněných vláken

Na základě pneumatického principu výroby se zakládá více výrobních způsobů, které jsou rozdílné ve směrech proudícího média, ze kterého z roztaveného skla vznikají vlákna. Tažné médium (tlaková pára nebo vzduch, rychle proudící spalné plyny) může proudit s vytékající sklovinou buď stejným směrem, kolmo k jejímu směru nebo pod určitým úhlem. Dle toho, jakým způsobem tažné médium působí na taveninu, může se vytahovat jedno vlákno (monofil), nebo naopak několik vláken různé délky a tloušťky. Možná je i kombinace v jedné výrobní metodě.

Touto výrobní metodou lze vyrábět vlákna izolační (tloušťka 12 až 30 μm), vlákna textilní (tloušťka 5 až 12 μm) a vlákna určitých délek nazývaná skleněná textilní střiž (staplová vlákna). Výrobní zařízení pro požadovaná vlákna musela být upravena, ale princip získávání vláken zůstává stejný.

Utavená sklovina vtéká do dávkovače, na jehož dně se nachází otvory, kterými sklovina vytéká do platinových pícek tvaru vaničky s výtokovými tryskami o průměru od 2 do 3 mm uspořádaných v několika řad. Vytékající pramínky skloviny procházejí přes dyšnu, umístěnou pod pícku s podélným otvorem, na jehož vnitřních stranách jsou ploché, štěrbinové otvory, jimiž vytéká sklovina, která je tažným médiem vytahována nebo rozfukována. Výsledná vlákna jsou poté dopravena na dopravníkový pás [4, s. 50-53].

2.3.6 Kombinované výrobní metody

Kvůli stále se zvyšujícím technickým požadavkům na technické parametry výsledných vláken, začaly se kombinovat dvě někdy i tři tvarovací technologie. Metoda, která funguje na principu rozfukování za rotace, je kombinací odstředivého a pneumatické ho výrobního způsobu a je nazývaná metodou dvojího tažení. Tato metoda umožňuje výrobu vláken s velmi malou tloušťkou [6, s. 54].

2.3.7 Lubrikace vláken

V popisech výrobních metod byla zmíněna lubrikace vláken. Jedná se o povrchovou úpravu vláken, kterou se zajistí ochrana povrchu během dalšího zpracování a také zajišťuje vzájemné spojení jednotlivých elementárních vláken [6, s. 42]. Lubrikace se nenanáší na celý jednolitý povrch, ale pouze se vytvoří kapičky, které je nutné následně usušit v pícce, infra-zářičem nebo nechal volně na vzduchu. Nejvíce používané chemické prostředky pro lubrikaci jsou syntetické pryskyřice, vosky, oleje nebo silikony [3, s. 20].

2.4 Vlastnosti skleněných vláken

2.4.1 Skleněná vlákna z pohledu výroby vláken a specifické vlastnosti jednotlivých druhů

Dominujícím zástupcem (více než 90 % výroby) ve výrobě skleněných vláken je díky svým vlastnostem, složení a všestrannému použití sklo typu E. Zbývající typy se řadí mezi speciální skleněná vlákna a jsou charakteristická svými vlastnosti např. [5; 8, s. 8]:

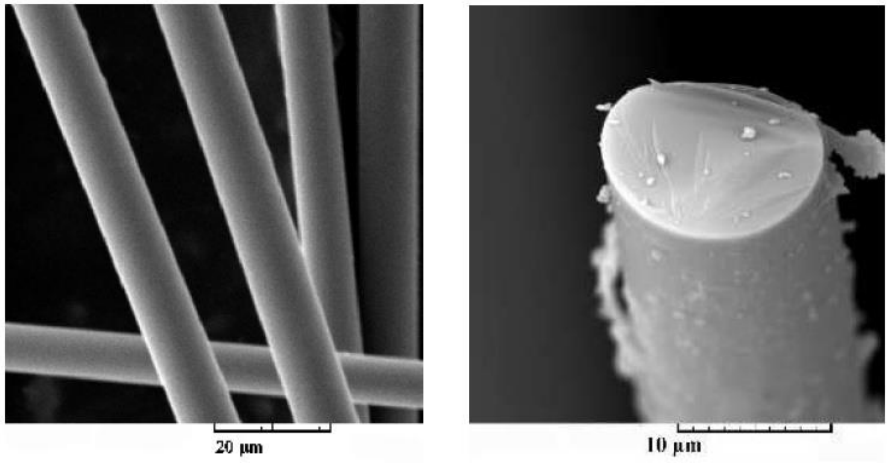
- Sklo E - výborné elektroizolační vlastnosti
- Sklo A - odolné vůči minerálním kyselinám
- Sklo C - vysoká chemická odolnost, korozivzdorné
- Sklo S - odolné vůči vysokým teplotám s vysokou pevností

2.4.2 Vzhled skleněných vláken a jejich všeobecné vlastnosti

V některých případech mohou mít skleněná vlákna mírný barevný odstín, ale typickou barvou je bílá. Ani přidáním určitých kysličníků kovů do taveniny nelze z důvodu malé tloušťky vláken získat výrazný odstín. Barevnou tkaninu lze proto vyrobit pouze jejím dodatečným obarvením.

Skleněná vlákna mají plný kruhový průřez a na povrchu jsou téměř vždy hladká. Někdy je možné vidět na vláknech drobné kazy ve formě malých bublinek protažených ve směru délky vlákna. Zajímavou vlastností skleněných vláken je jasný příčný lom, jelikož jen zřídka praskají a lámou se v podélném směru.

Vliv na všechny vlastnosti skleněných vláken má jejich tloušťka, kterou lze měřit pomocí mikroskopu [1, s. 69-71]. Platí to, že čím má vlákno větší tloušťku, tím se stává křehčím a hůře se zpracovává. Vlákna vyrobená mechanickým tažením, mají malý rozptyl tlouštěk (±1,5 až 2,5 μm), kdežto skleněná stříž vyrobená ostatními metodami má rozptyl tlouštěk podstatně větší (±4 až 5 μm).



Obrázek 6: Skleněná vlákna pod mikroskopem [8, s. 16].

2.4.3 Mechanické vlastnosti

Pevnost skleněných vláken je značně ovlivněna jejich chemickým složením a podmínkách, za kterých byla vlákna tvarována. Největší pevnost se prokázala na vláknech, která byla tažena při vysoké teplotě a současně ochlazena v co nejkratším čase.

Tažnost skleněných vláken je ve srovnání s jinými anorganickými vlákny poměrně nízká. U skleněné příze je díky zákrutu tažnost o něco vyšší. V průběhu zatěžování skleněného vlákna je u něho zachována až do okamžiku přetrhu lineární závislost mezi napětím a deformací (Hookův zákon).

Pružnost skla je závislé na tloušťce vrstvy a stejné je to i se skleněnými vlákny. Jakmile se ohýbáním dosáhne hranice pevnosti, sklo se tříští. Pružnost skleněných vláken ovlivňuje také jejich složení [1, s. 81; 6, s. 70].

Vlastnosti	A-sklo	C-sklo	D-sklo	E-sklo	R-sklo	ECR-sklo
Hustota [g.cm^{-3}]	2,44	2,52	2,11	2,58	2,54	2,72
Pevnost v tahu [MPa]	3310	3310	2415	3445	4135	3445
Youngův modul pružnosti [GPa]	68,9	68,9	51,7	72,3	85,5	72,3
Tažnost [%]	4,8	4,8	4,6	4,8	4,8	4,8

Tabulka 2: Vlastnosti některých typů skleněných vláken [3, s. 11].

2.4.4 Tepelná odolnost

Skleněná vlákna spadají mezi nehořlavé materiály a oproti jiným anorganickým vláknům mají prokazatelně vyšší pevnost při nízkých i vysokých teplotách. Pokud se skleněné vlákno začne ohřívat otevřeným ohněm, začne měknout a konec vlákna se zaoblí. Pokud se zahřívá dál, vlákno změní svou původní barvu na lehce oranžovou, až se nakonec vytvoří bílé a pevné kuličky. V literatuře jsou uvedeny hodnoty pro teplotu měknutí skleněných vláken mezi 650-750 °C a teplota tání 1 200 °C.

Působení teploty ovlivňuje pevnost skleněných vláken. Díky chemickému úpravě na povrchu vlákna se při teplotě do 200 °C pevnost mírně zvyšuje. Vyšší pevnost lze zaznamenat i při působení nižších teplot (100-200 °C) a to díky interakcí mezi povrchem skla a lubrikací. V teplotním rozmezí 300-400 °C však dochází o odstranění lubrikace z povrchu a pevnost klesá o 55-60 % [6, s. 74].

2.4.5 Chemické vlastnosti

Skleněná vlákna se vyznačují značně rozsáhlým povrchem, tudíž působení chemických prostředků je velice intenzivní. Odolnost proti chemikáliím závisí na způsobu výroby, rychlost ochlazování i v neposlední řadě povrchová úprava vláken. Chemickou odolnost ovlivňuje množství sirných sloučenin, protože pokud přesáhne 5 %, může dojít během chvíle k destrukci vláken.

V závěru lze říci, že skleněná vlákna jsou odolná proti chemickému působení jen zřídka, proto se vyvíjejí speciální typy skel s vhodným složením, které jsou zaměřeny na vysokou chemickou odolnost [3, s. 12; 6, s. 77-79].

2.5 Použití skleněných vláken

Skleněná vlákna jsou díky svým technickým vlastnostem používaná v široké škále a to zejména k technickým účelům. Záznam z roku 2001 uvádí, že celosvětová výroba skleněných vláken byla 2,5 milionů tun [9].

Technické oblasti využívající k výrobě skleněná vlákna:

- Kompozitní materiály
- Stavebnictví
- Letecký a automobilový průmysl

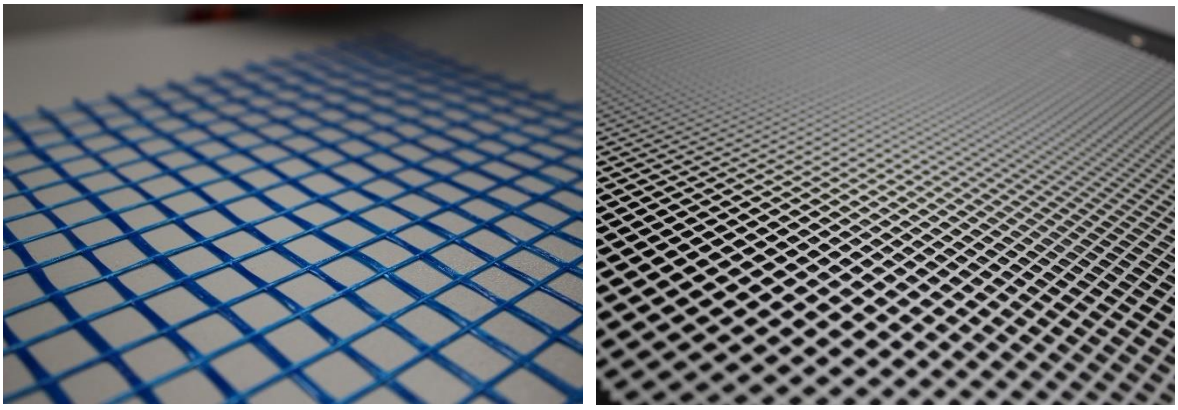
- Elektrotechnika
- Chemický průmysl
- A jiné

2.5.1 Aplikace pro stavebnictví

Nekonečná skleněná vlákna i střiže se využívají ve výrobě netkaných textilií ve stavebních aplikacích. Přímo pod tryskou se z nekonečných vláken vyrábí izolační rohože a střiž je nejdříve zpracována na mykacím stroji nebo se vlákenná vrstva připravuje mokrými procesy. Typickou oblastí kde se využívají netkané textilie, které vynikají svou nehořlavostí díky skleněným vláknům, jsou aplikace pro veřejné budovy z velmi jemných vláken, vzduchové a kapalné filtrace, stavební a tepelné izolace atd. [10, s. 27].

Obrázek 7: Netkaná textilie ze skleněných vláken [foto autor].

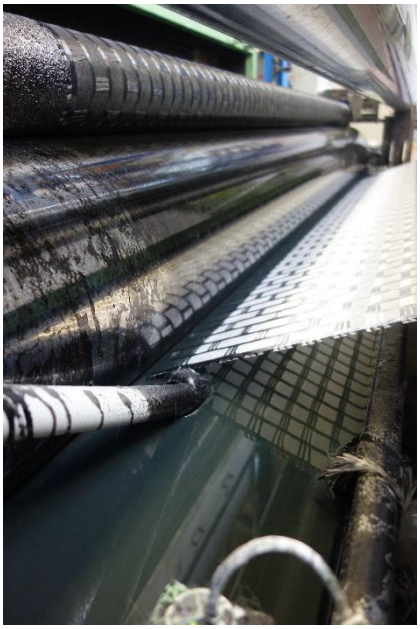
Skleněná vlákna jsou samozřejmě uplatněna i ve formě tkanin. Používají se pro podklady k výrobě bitumenových desek i k zvukové a tepelné izolaci. Široké uplatnění nacházejí v produkci různých membrán a nelze opomenout použití pro sklovláknité mřížky, které slouží jako výztuž stěn, fasád, stropů či podlah. Díky svým výborným vlastnostem jsou skleněná vlákna využívána i jako filtrační materiál. Využití skleněných vláken je velice rozsáhlé a jejich uplatnění se stále rozšiřuje [11, s. 7-19].



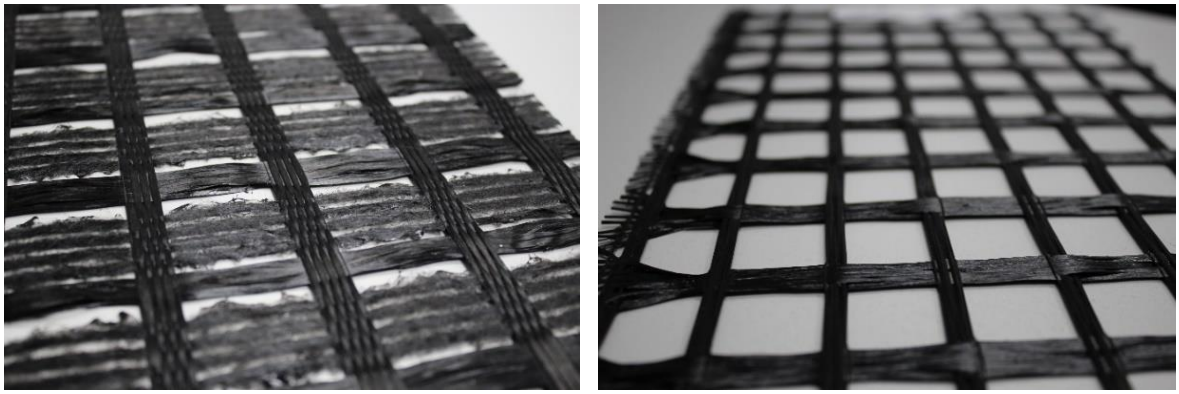
Obrázek 8: Sklovláknité mřížky pro stavebnictví [foto autor].

2.5.2 Geotextilie

Dalším použitím skleněných vláken jsou tkaniny, vyrobené jako výztuže asfaltových vozovek. Jejich účelem je to, aby tkaná geomříž svou pevností zabránila vzniku trhlin ve spodních vrstvách vozovky. Tím prodlužuje její životnost a také snižuje náklady spojené s jejími opravami a udržováním. Proto, aby se ještě zvýšila pevnost a ochrana samotné sklovláknité geotextilie, je tkanina během výroby povrstvována speciálními chemickými pastami, které svým složením zabezpečují dobrou slučitelnost materiálu asfaltové směsi se skleněnou výztuží [8, s. 27].



Obrázek 9: Povrstvování sklovnáknité geotextilie pomocí fuláru [foto autor].

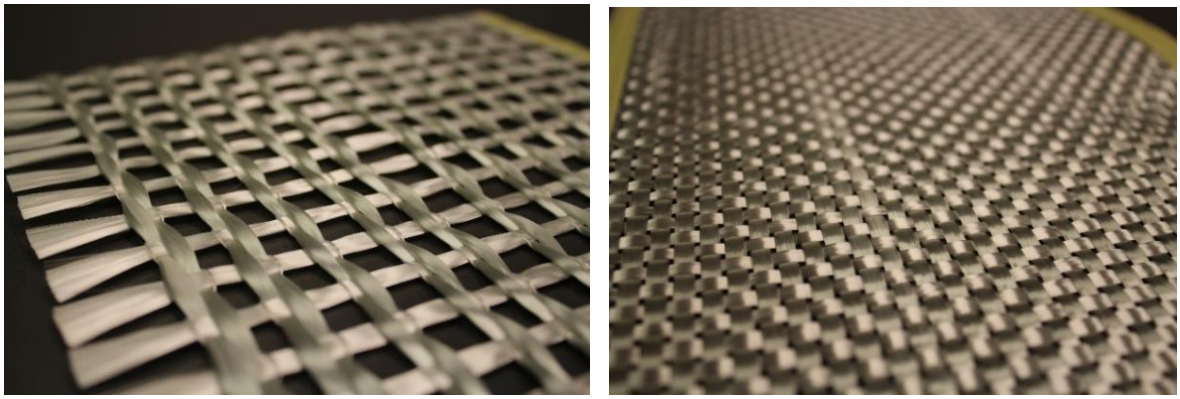


Obrázek 10: Sklovláknité geotextilie [foto autor].

2.5.3 Výztuž pro výrobu kompozitních materiálů

Jednou z nejvíce používanou aplikací, kde skleněná vlákna našla své uplatnění, je výstužná vrstva pro výrobu kompozitních materiálů. Režné tkaniny pro tyto výztuže se vyrábí nejvíce z rovingů (družené prameny ze skleněných vláken) nebo sklovlánitých pramenů [8, str. 29-30].

Nejvíce jsou sklolamináty využívány pro dopravní aplikace, dále pro elektrické a elektronické výrobky, stavební prvky a nakonec produkty pro sport a volný čas [9].



Obrázek 11: Výztužné tkaniny pro výrobu kompozitních materiálů [foto autor].

3 Technologický postup výroby tkaniny ze skleněných vláken

Tato kapitola se zabývá technologickým postupem výroby bez-válového tkaní, kde jsou zveřejněny veškeré informace týkající se konstrukčních parametrů výsledné tkaniny, vstupního materiálu i technických informací, avšak názvy některých organizací nebudou zveřejněny, z důvodu ochrany firemních dat. Dále jsou specifikovány úpravy a postupy tak, aby byly splněny všechny požadavky zákazníka.

Vyrobená tkanina slouží pro další zpracování zákazníkem, který se zabývá výrobou pancéřů ze skleněných vláken v interiérech obrněných vozidel. Pro organizaci, ve které byla tato práce realizována, je standardem pro tkaní bez-válový technologický postup. Pro získání technických informací pro snování a hlavně pro vytvoření válového technologického postupu výroby, musel být vytvořen také osnovní vál. Nasnované množství je pouze zkušební (délka 460 metrů), ale veškeré údaje i parametry odpovídají délce osnovy, která se uvádí v technologickém postupu.

Pouze operace přípravy osnovy a navazování jsou ovlivněny tím, jestli se zvolí technologický postup bez-válový nebo válový. Příprava materiálu, navazování, příprava a zpevňování krajů aj. jsou shodné pro obě varianty výroby.

3.1 Parametry tkaniny a finálního návinu

Základní parametry tkaniny:

- osnovní a útkový materiál: OCV 1 200 tex P185
- dostava osnovy/10 cm: 25 ± 1
- dostava útku/10 cm: 22 ± 1
- vazba: P $^{1}/_{1}$
- hmotnost [g/m²]: 580 ± 29
- tloušťka tkaniny[mm]: 0,75 ± 0,05

Mechanické vlastnosti:

- pevnost osnovy a útku [daN]: ≥ 550 (na 5 cm)
- tažnost osnovy a útku [%]: ≥ 2

Požadavky výsledného návinu:

- šíře tkaniny (měřeno bez konečků) [cm]: 125 (-0/+0,7)
- délka konečků [mm]: 12–15
- délka navinutého zboží [m]: 450
- maximální průměr role [cm]: 55

3.2 Vstupní materiál

Vstupním osnovním i útkovým materiálem je družený roving ze tří pramenů navinutý bez zákrutu dodávaný firmou Owen´s Corning (OCV) s označením P185 s celkovou jemností 1 200 tex. Tento materiál je upraven šlichtou, která je speciálně sestavena pro výrobu laminátů s polyesterem, vinylesterem nebo epoxidovými pryskyřicemi. Roving P185 není pro dodavatele ve stálé nabídce, proto není běžně dostupný skladem a je nutno počítat s delší dodací lhůtou. Cena je účtována jako většina materiálů v euro/kg. Pro nákup délkových textilií platí pro většinu případů pravidlo, že s klesající jemností roste cena materiálu.

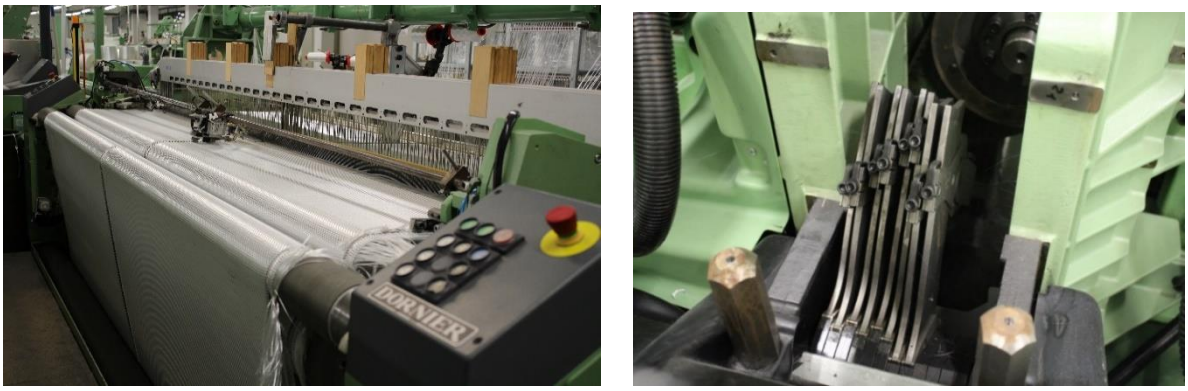
3.2.1 Skladování

Každá cívka je samostatně zabalena, opatřena etiketou a ve stanovené počtu jsou přepravovány na paletách, které se skladují dle doporučení výrobce a to v suchém a chladném místě při teplotě od 10-35 °C, vlhkosti mezi 35-85 % a to v originálním obalu. Pokud je materiál skladován v nižších teplotách, musí se zajistit jeho přeprava na místo zpracování nejméně 24 hodin předem.

3.3 Stoje pro výrobu tkaniny

3.3.1 Tkací stroj

Výsledná tkanina bude tkána na tkacím stroji od firmy Dornier typ PTS 1/S vyrobeného v třímetrové šíři a prohozní mechanismus je zajištěn dvěma pevnými jehlami. Tkací stroj umožňuje vyrábět tkaniny s použitím minimální celkové paprskové šíře 181,7 cm a maximální 292 cm při nejvyšší nastavitelné rychlosti otáček 320/min. Jedná se o novější typ stroje, tudíž prošlupní mechanizmus je listový od firmy Stäubli, které nabízí vzorování osmi listy.



Obrázek 12: Tkací stroj Dornier PTS 1/S a listový prošlupní mechanizmus Stäubli.

3.3.2 Navíjecí ústrojí

Navíjecí ústrojí firmy MTS typu ZS 4000 umožňuje navíjení tkaniny až 3 m širokou. Výsledná tkanina se bude navíjet na papírovou trubku v délce 130 cm o průměru 153/15 mm. Jako zbožový vál je použitý expanzní válec od tuzemského dodavatele značky Bibus, vyrobený v průměru 150 mm a do průměru papírové trubky se nafukuje. Zbožový vál i přítlačný válec jsou poháněny servomotorem.

Obrázek 13: Navíjecí ústrojí MTS typ ZS 4000.

3.4 Příprava vstupního materiálu

Princip a účel soukání:

Hlavní podstatou soukání je převinout přízi z nevhodného tvaru na cívky vhodnější pro další zpracování. Tato operace se využívá hlavně u výroby příze po dopřádání, kdy je nutné přízi navinutou na potáči přesoukat na cívku s křížovým nebo jiným vynutím. Soukaná cívka získá dostatečnou zásobu příze stejnoměrného napnutím. Moderní soukací stroje jsou vybaveny optickými senzory, které dokáží zachytit a následně odstranit nestejnoměrnost příze např. silné místo, nopky a jednotlivé konce svázat bezuzlově pomocí stlačeného vzduchu tzv. splicery.

Sklovláknitý roving P185:

Tento materiál je navinutý na válcových cívkách a firma Owen´s Corning ho nabízí v délkách návinu 17 000 metrů s hmotností 21 kilogramů nebo v délce 8 500 metrů o hmotnosti 10 kilogramů. Standardně si lze zvolit návin s vnitřním odvíjením nebo vnějším, kde jsou prameny navinuty na papírové dutince.

Dále je možné dojednat speciální požadavky, které nejsou uvedeny v technickém listu daného typu. Jedním z nich může být požadavek na balení tzv. creelpack. To umožňuje, že cívky v celé paletě jsou již na sebe navázané, což lze využít např. v případě, když se materiál použije jako útkový.

Pro technologický postup bez-válový je možné použít obě varianty odvíjení. Standardně se pro tkaní bez-válové používá cívka s vnějším odvíjením v délce 17 000 metrů a hmotnosti 21 kilogramů a pro tkaní z osnovního válu cívka s vnitřním odvíjením se stejnými parametry návinu. Tyto cívky jsou zásobou i návinem vyhovující, proto není třeba materiál přesoukávat.

Obrázek 14: Cívka s návinem na papírové dutince a cívka s vnitřním odvíjením.

3.5 Příprava osnovy pro bez-válový technologický postup výroby

Pro tuto technologii výroby se používají stojany pro umístění cívek, které plně nahrazují cívečnici. Jednotlivé stojany jsou vyrobeny v délce 395 cm, šířce 60 cm a výšce 200 cm. Stojan je rozdělen do 5 pater a maximální kapacita jednoho stojanu je 120 cívek.

Výhodou těchto stojanů, oproti běžně používané cívečnici, je jejich manipulace, jelikož k tkacímu stroji lze rozmístit pouze potřebný počet těchto stojanů dle počtu osnovních nití. Pro zajištění snadného přístupu k jednotlivým cívkám se jednotlivé stojany musí rozmístit s dostatečným odstupem. Dle požadavků na výslednou tkaninu, je nutné dodržet šíři 125 cm. Jelikož tkací stroj i navíjecí ústrojí disponují výrobní šíří až 300 cm, nabízí se možnost vyrábět tkaninu dvoupásově (tkát dvě tkaniny najednou vedle sebe).

K tomu, aby se zajistil ostatečný počet stojanů k tkacímu stroji, je třeba znát celkový počet nití pro vyrobení tkanin. Při tomto výpočtu je třeba brát v úvahu zúžení tkaniny, které je způsobeno napětím během navíjení tkaniny na zbožový vál. Výrobní technolog proto stanovil pro dvoupásovou výrobu celkem 636 osnovních nití.

Jelikož do jednoho stojanu je možné umístit maximálně 120 cívek, bude nutné k tkacímu stroji umístit celkem šest stojanů. Po jejich rozmístění s dostatečným odstupem je naměřená plocha za tkacím strojem 5 metrů (měřeno od osnovního regulátoru po délce stojanu) a 7,3 metrů.

Obrázek 15: Rozmístění stojanů za tkacím strojem.

Vedení osnovních nití ze stojanu do tkacího stroje:

Z důvodu zachování pořadí nití, jsou jako u běžné cívečnice, stojany opatřeny vodícími očky, avšak s tím rozdílem, že nejsou vybaveny kontrolním ani světelným mechanismem.

Obrázek 16: Navedené osnovní nitě ve vodících očkách.

Stejně jako u běžných cívečnic, tak i v tomto případě je nutností zajistit pořadí a přechod osnovních nití do tkací roviny a to tím, že nitě procházejí přes vodící tyč a jsou jednotlivě navedeny do třtin paprsku jemnosti číslo 25. Jemnost tohoto paprsku se shoduje s jemností paprsku na tkacím stroji (viz kapitola 3.8.3).

Osnovní nitě dále směřují přes soustavu napínacích válečků k válci hlavnímu, který díky napojení k osnovnímu regulátoru zajišťuje odvíjení osnovních nití ze stojanů. Od tohoto hlavního válce nitě vedou přes osnovní svůrku do tkací roviny.

Obrázek 17: Vedení osnovních nití do tkacího stroje.

3.5.1 Navazování osnovních nití pro bez-válové tkaní

Zpravidla je zboží tkáno v délce 450 metrů. Zásoba cívek v cívečnici je sice 17 000 metrů, ale objednávka může být na větší počet rolí a tato zásoba nemusí být dostačující, tudíž výměna cívek ve stojanech je v průběhu tkaní nevyhnutelná. Je možné zvolit dvě způsoby jak osnovní nitě měnit.

První varianta je spočítat, kolik rolí se vyrobí z délky cívek v zadané délce 450 metrů (v tomto případě je to 37 rolí v jednom pásu tkaniny) stav zastavit, vyměnit všechny cívky ze stojanu za nové a z důvodu minimalizace odpadu zpracovat zbývající zásobu na cívkách do útku.

Jako druhá varianta se nabízí možnost výměny cívek postupně v průběhu tkaní, jelikož pro účel, pro jaký je tkanina vyráběna, nevadí napojení nití pomocí spliceru (bezzuzlově pomocí stlačeného vzduchu).

3.6 Příprava osnovy pro válový technologický postup výroby

Při snování materiálu ze skleněných vláken je třeba zvážit možnost zanesení vodících oček, tyčí i válců zbytky kapilár během snování. Pozdější vyčištění všech napadených míst je velice náročné, proto pro snování skleněného materiálu je vyhrazený pouze jeden snovací stroj, na kterém se ale zpracovávají i jiné materiály u kterých případná kontaminace nevadí.

3.6.1 Základní parametry

Cívečnice a snovací stroj:

Pro snování materiálu ze skleněných vláken je k dispozici snovací stroj od firmy Karl Mayer OOM 3600, který nabízí možnost vyrobit osnovu v největší šíři 3,5 m a to pásovým snováním. Maximální šíře jednoho pásu je 60 cm.

Cívečnice umožňuje vnitřní odvíjení nití a je vybavena otáčivými stojany s trny. Na první pohled se typ P185 může jevit jako běžná cívka s křížovým vynutím kde není problém během odvíjení, ale bohužel se jedná o velice klouzavý materiál. Proto, aby se mohl snovat tento typ materiálu, musela být k tomu cívečnice přizpůsobena. Z toho důvodu jsou na jedné straně otáčivého stojanu ponechány původní trny určené pro cívky navinuté na papírové dutince a na druhé straně stojanu jsou upevněny trny dva vedle sebe

tak, aby se do nich cívka mohla volně položit. Cívky se musí snovat v původním igelitovém obalu, jinak dochází během snování ke shrnování jednotlivých vrstev a k zacuchání ve vodících očkách což vede k přetrhu osnovní nitě. Pro snování se musí použít pouze cívky s vnitřním odvíjením.

Obrázek 18: Vložené cívky do trnů v cívečnici.

Parametry osnovy:

U stanovení šíře osnovy, se musí dodržovat vždy pravidlo, že šíře osnovy musí být vždy větší, než šíře tkaniny Je to z toho důvodu, aby se krajové osnovní nitě nerozvlákňovaly o případné otřepy na bočních přírubách osnovního válu.

Šíře tkaniny pro dvoupásové tkaní je 257,2 cm (jedná se o šíři měřenou u paprsku po navedeních všech osnovních nití – od krajových perlinkových nití na levé straně prvního pásu tkaniny po krajové perlinkové nitě na straně pravé druhého pásu tkaniny, šíře již známá z údaje v technickém listu viz obrázek 31). Pro zachování pravidla týkající se šíře osnovy a tkaniny, musí se osnova vyrobit v rozmezí 258-260 cm. Přesná šíře osnovy je upravována dle jemnosti dostupného paprsku, pokud žádný paprsek není vhodný musí se objednat nový. Pro vyrobení osnovy v šíři 260 cm se bude pracovat s paprskem s jemností číslo 2,45 (2,45 třtin na 1 cm) od firmy Zanfini. Je třeba nasnovat na osnovní vál celkem 636 nití, proto se bude snovat celkem 6 pásů s počtem nití 106.

Osnovní vál a délka návinu:

Pro snování se použije osnovní vál s průměrem válce 21,8 cm a průměrem bočních přírub 1 m. Typ P185 má celkovou jemnost 1 200 tex, proto největší délka, kterou je možné navinout na tento osnovní vál je 4 012 m (stanovuje výrobní technik).

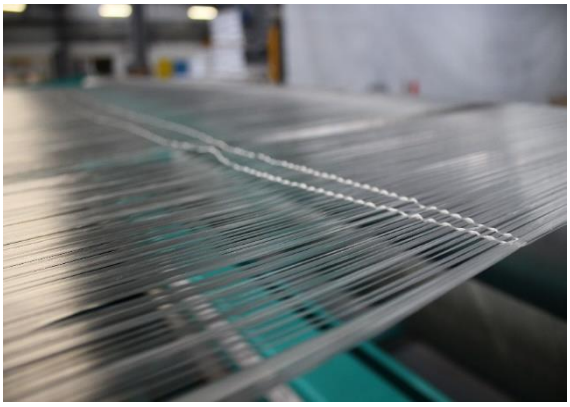
Pro spočítání, jak dlouhá osnova se bude snovat, je třeba znát procentuální vyjádření setkání osnovy, které je v tomto případě 2,2 %. Dále je interně stanovené množství, které je určené pro technologický odpad (zatkávání osnovy, navazování, vzorování atd.) a to je 40 m. Nyní jsou všechny údaje známé, tudíž je možné spočítat délku osnovy. Maximálně lze z osnovy utkat 8 rolí (8 rolí jednoho pásu tkaniny a celkem 16 rolí z dvoupásového tkaní) v délce 450 m, což je celková délka 3 600 m, kterou je nutné ještě navýšit o setkání a o technologický odpad. Celková délka vyráběné osnovy je proto 3 720 m.

3.6.2 Snování osnovy

Niťový kříž:

Proto, aby se zachovalo správné pořadí osnovních nití ve chvíli, kdy se bude osnova přivazovat nebo navádět na tkací stroj, musí se během snování vytvořit tzv. niťový kříž. V průběhu snování této osnovy se vytvoří niťové kříže celkem tři.

První, musí být vytvořený hned na začátku osnovy ještě předtím, než se začnou stáčet pásy ze snovacího bubnu na osnovní vál (jakmile se osnova zpracuje, slouží pro přivázání nové) a zbývají dva (jeden slouží jako rezervní v případě přetržení druhého) musí být vytvořeny naopak po stočení pásů, aby osnovní kříže byly na povrchu finální osnovy, a díky nim je tak zajištěné správné pořadí osnovních nití pro další operace na tkacím stroji.



Obrázek 19: Niťový kříž.

Jednotlivé operace snování:

Před snováním jednotlivých pásů se musí do programu stroje zadat potřebné parametry osnovy, které program stroje vyžaduje např. délka a šířka osnovy, celkový počet nití, dostava, jemnost materiálu, počet nití v pásu, obvod hlavního válce osnovního válu a dále technické hodnoty potřebné ke snování např. přítlak válečku na pás, nastavení brzdiček a počet otáček. Vzhledem k materiálu jsou doporučené nižší otáčky během snování a to do 80 m/min.

Osnova vzniká pásovým snováním ve dvou operacích. V první operaci se postupně navíjí pás vedle pásu v plné hustotě (dostavě) na snovací buben. Hlídací a signalizační zařízení na cívečnici upozorňuje během odvíjení nití z cívečnice na případné přetržení nitě a zajistí zastavení stroje. Jednotlivé pásy jsou třeba během snování na snovací buben udržovat v určité šířce. To zajišťuje paprsek, který je umístěný v blízkosti snovacího bubnu.

Obrázek 20: Snování pásu na snovacím stroji Karl Mayer OOM 3600.

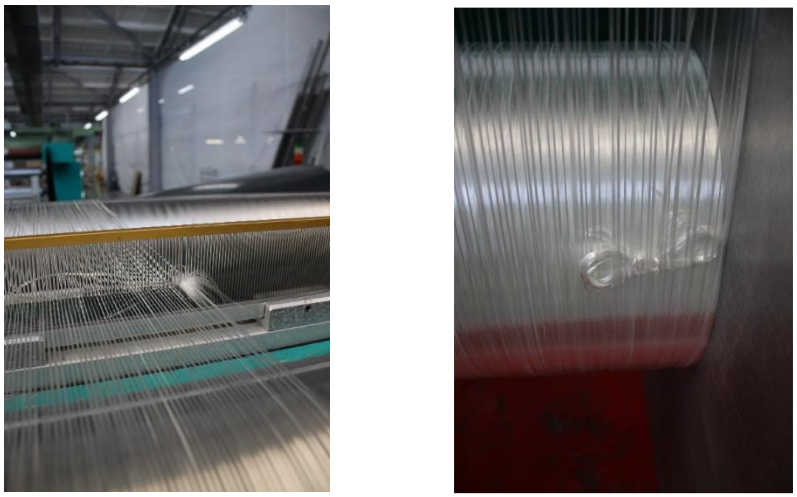
Jakmile je na snovacím bubnu nasnováno všech šest pásů, dochází k další operaci, kde se převíjí celá osnova ze snovacího bubnu na společný osnovní vál. Převíjení musí rovněž probíhat s použitím paprsku s jemností číslo 25 (počet třtin na 10 cm) stejně jako paprsek na tkacím stroji (viz kapitola 3.8.3). Tento snovací hřeben je shora otevřený, je to z důvodu snadnějšího navádění nití. Tento paprsek má kromě zajištění správné polohy snovaných nití při navíjení také funkci rozváděcí. To je způsobeno jeho krátkým vratným

pohybem, kterým zajišťuje lepší ukládání ovinů, tudíž nitě se tak nesnovou stále na jedno místo, ale rozvádí se a tím nedochází k zařezávání jednotlivých vrstev.

Obrázek 21: Snovací hřeben.

Během převíjení pásů na osnovní vál již není kontrolní ani hlídací mechanismus, proto obsluha musí během této fáze neustále sledovat celý průběh převíjení. Jedině tak se zajistí včasné zastavení v případě přetržení nitě.

Pokud k přetržení nitě dojde, nit se zachytí v paprsku, obsluha rozvlákněnou část nitě se odstřihne, zbývající délku nitě smotá do malého klubka a vloží za již nasnované nitě na osnovním válu. O přetržené niti bude obsluha tkacího stroje (tkadlena) informována prostřednictvím karty chyb, do které se musí tato vada řádně zaznamenat a která je dopravena společně s osnovním válem k tkacímu stroji.



Obrázek 22: Přetržená nit během stáčení pásů na osnovní vál a vložené klubko přetržené nitě do osnovy.

Výsledná osnova:

Po dokončení převíjení pásů na osnovní buben jsou lepicí páskou zafixovány osnovní nitě i na závěr celý obvod těla osnovního válu přes pěnové podložky Mirelon. Kromě karty chyb odchází s osnovním válem ke tkacímu stroji také průvodka, na které jsou uvedeny informace o délce a šířce osnovy a další interní informace jakými jsou například číslo zakázky, osnovního válu i tkacího stroje.

Obrázek 23: Výsledná osnova se zafixovanými nitěmi a niťovým křížem.

Šlichtování:

Účelem šlichtování je nanést šlichtovací roztok na osnovní nitě, které se tím stávají pevnější a hladší. Tím se zlepší jejich další zpracování, což vede ke zvýšení produktivity během tkaní.

Sklovláknitý roving P185 je již od výrobcem opatřen speciální povrchovou lubrikací (viz kapitola 3.2), proto se v tomto technologickém postupu výroby šlichtování neprovádí.

3.6.3 Navazování osnovních nití pro tkaní z osnovního válu

Běžný postup přivázání nové osnovy je pomocí vázacího stroje. Bohužel u materiálu ze skleněných vláken a navíc s tak velkou jemností nelze použít k přivázání nové osnovy jiný způsob, než ruční přivázání. Konec každé nitě musí být tedy dvojitým uzlem přivázán k niti z nové osnovy.

Obrázek 24: Přivázání nové osnovy na tkacím stroji.

3.7 Kraje tkaniny

3.7.1 Pomocné krajové cívky

Účel:

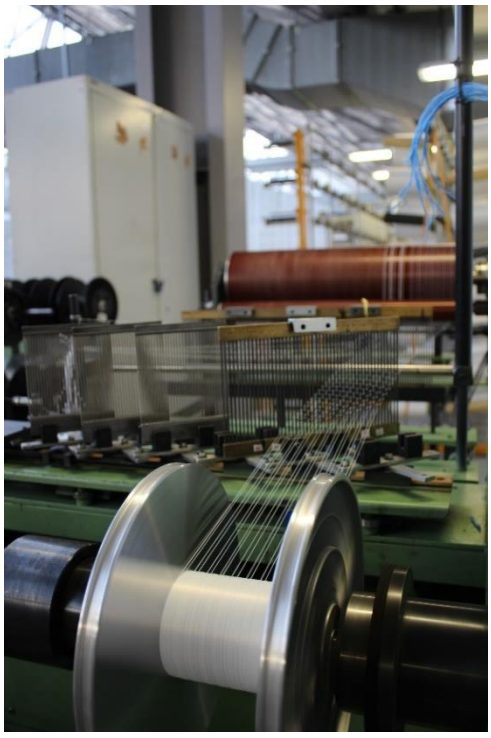
U bezčlunkových tkacích strojů je třeba vytvořit pro kraje tkaniny samostatné cívky, které jsou standardně navedeny do listového brda i do paprsku a to tak, aby mezi tkaninou a těmito pomocnými nitěmi vznikla mezera pro nůžky. V tomto místě je útek držený v rovině odstřižený na stejnou délku, čím se zajišťuje estetický vzhled tkaniny v krajích. Tyto pomocné kraje nejsou dále zpracovávány, proto jsou po odstřižení odváděny do odpadu.

Snování:

Snování krajových kotoučových cívek probíhá na snovacím stroji Hans Affüpper SMA 400-S. Cívečnice umožňuje vnější odvíjení s maximálním počtem 192 nití. Jedná se o cívečnici jednoduchou (pro každou snovanou nit jedna cívka) bez možnosti rezervních

předloh, proto v okamžiku spotřebování navinuté zásoby na cívce se stroj zastaví a obsluha musí vložit cívku novou.

Pro tento účel je třeba na kotoučovou cívku v průměru 24 cm snovat 20 nití. Jako materiál je použitý dvojmo skaný polyesterový texturovaný multifil s celkovou jemností 334 dtex. Maximální délka návinu na kovové nebo plastové cívce v tomto průměru je 2 500 m.



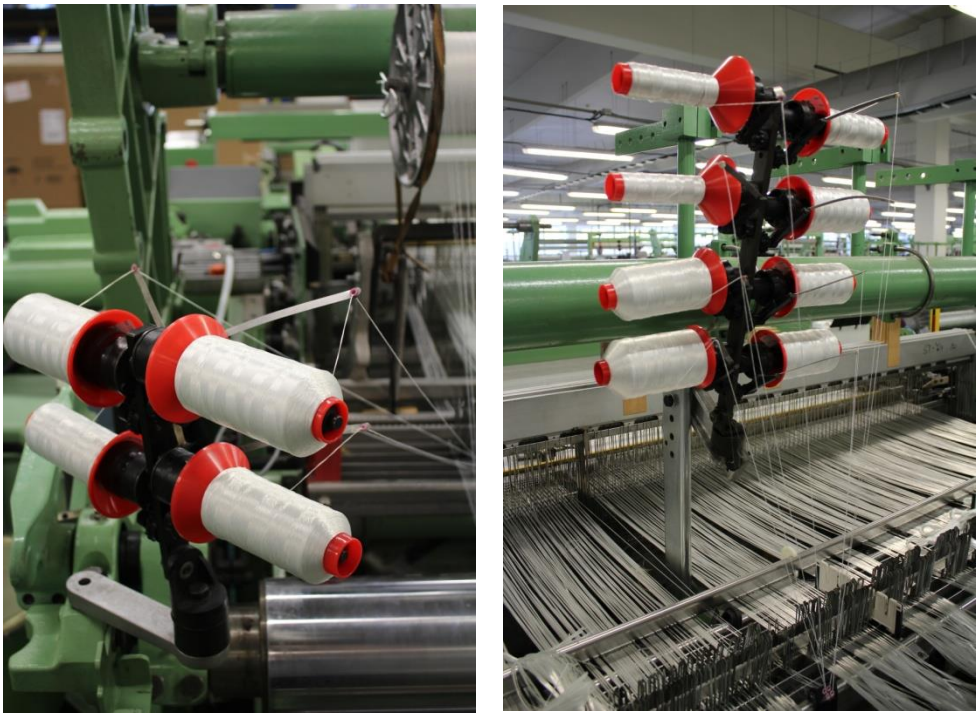
Obrázek 25: Snování pomocné krajové cívky na stroji Hans Affüpper.

3.7.2 Zpevňování krajů tkaniny

Perlinková vazba v krajích:

Pro získání soudržnosti a zpevnění vazných bodů v krajích, se za poslední osnovní nit ve tkanině přidávají nitě, které tkají speciální perlinkovou vazbu a tím kraj tkaniny dostatečně zafixují. V tomto případě musí být kraj tkaniny zpevněn celkem čtyřmi perlinkovými nitěmi. Jelikož se tkají dvě tkaniny vedle sebe, musí být uprostřed perlinkových nití celkem osm.

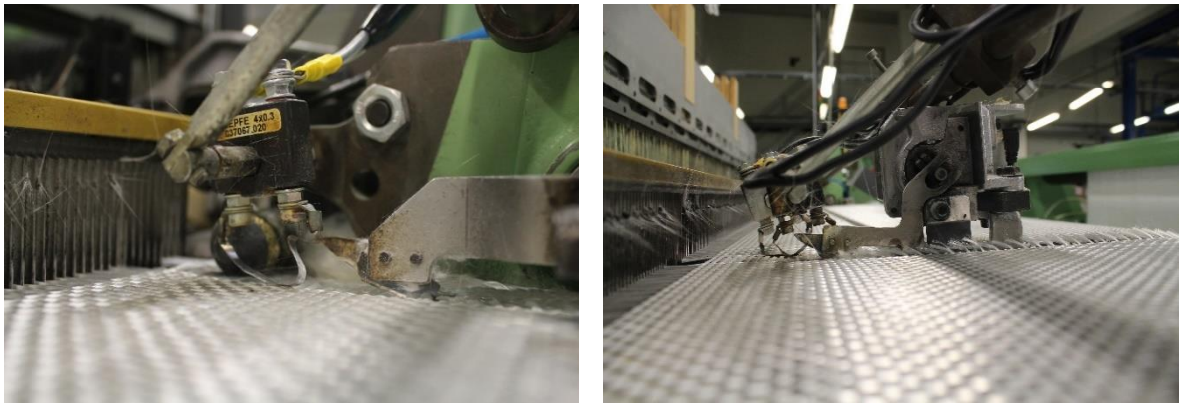
Materiál, který je použitý pro tyto nitě je dodávaný firmou Tissa s označením 62/38 s jemností 178 tex.



Obrázek 26: Umístění držáků krajových perlinkových cívek.

Termické zpevnění:

Pro zajištění ještě lepší fixace v krajích tkaniny se perlinkové nitě během tkaní termicky taví. Na tkacím stroji jsou upevněny držáky s čtyřmilimetrovými kanthalovými drátky. Díky připojení k termoregulátoru je zajištěné snížení teploty drátků v případě zastavení tkacího stroje a naopak zvýšení jejich teploty při jeho spuštění.



Obrázek 27: Držáky s kanthalovými drátky zajišťující termickou fixaci.

3.8 Navádění

3.8.1 Lamely osnovních zarážek

Osnovní nitě:

Na každou osnovní nit je nasazena otevřená lamela osnovní zarážky. Ve chvíli, kdy dojde k přetržení osnovní nitě, lamela spadne do tzv. hřebene, tím dojde k propojení elektrického obvodu a díky vyvolanému impulzu se zajistí zastavení tkacího stroje. Z důvodu hustoty osnovních nití jsou lamely nasazeny do dvou řad.

Obrázek 28: Nasazené lamely na osnovních nitích.

Krajové nitě:

Krajové cívky jsou upevněny na tkacím stroji a nitě směřují přes osnovní svůrku do tkací roviny. Rovněž na nitích, které netkají vazbu tkaniny musí být zajištěna kontrola v případě jejich přetržení. Proto musí být na každé niti z pomocných krajových cívek i na všech nitích perlinkových také zavěšena lamela osnovní zarážky.

3.8.2 Listové brdo

Osnovní nitě:

Jednotlivé osnovní nitě se navádějí do nitěnek sdružených do listů a tyto listy tvoří brdo, které slouží k vytvoření prošlupu a tím umožňuje tkát požadovanou vazbu.

Nitěnky jsou zde použity drátěné s velkými oky. Vazbu tkají celkem čtyři listy a nitě jsou navedeny v hladkém návodu (1. nit je navedena do nitěnky 1. listu, 2. nit do nitěnky 2. listu, 3. nit do nitěnky 3. listu, 4. nit do nitěnky 4. listu, 5. nit je opět navedena do 1. listu a dále se pořadí listů stále opakuje)

Obrázek 29: Navedené osnovní nitě do nitěnek jednotlivých listů.

Krajové nitě:

Perlinkové nitě jsou vždy po dvou navedeny do speciálních perlinkových aparátů. Aby se mohla tkát samostatná perlinková vazba, jsou tyto aparáty sdruženy do dvou samostatných listů.

Nitě z pomocných cívek nejsou navedeny do nitěnek listů, ale do samostatných nitěnek, které netvoří brdo.

Obrázek 30: Navedení krajových nití.

3.8.3 Paprsek

Posledním místem, kam se musí všechny osnovní i krajové nitě navést je paprsek. Paprsek se skládá z ocelových třtin a mezerám mezi nimi se nazývají zuby. Paprsky se označují čísly, které uvádí jeho jemnost (počet třtin v určité délce).

Použitý paprsek pro navádění je dodaný firmou Naveta s jemností číslo 25 (počet třtin na 10 cm) v délce 265,2 cm.

Navádění jednotlivých nití:

Navádění do zubů paprsku začíná od kraje. Do prvních třech zubů je navedeno 20 nití z pomocné krajové cívky. Dále se musí vynechat sedm zubů. Tato mezera je určena pro nůžky, které ustřihnou útek v požadované délce konečků 12-15 mm. Následuje navedení perlinkových krajových nití 2 nitě do jednoho zubu. Nyní začíná navedení celkem 318 osnovních nití (počet nití na jednu tkaninu) a to tak, že každá bude samostatně v jednom zubu. Opět je i druhý kraj tkaniny ukončen navedením 4 perlinkovými nitěmi do dvou zubů. Tím je ukončené navedení nití do paprsku na tkaní jedné tkaniny.

Nyní je opět nutné vynechání sedmi zubů pro ustřižení útku a začíná naprosto shodné navádění i druhé tkaniny. I z druhé strany je paprsek zakončený nevedením nití z pomocné krajové cívky.

Každý typ tkaniny je uchováván pod interním označením a ke každému výrobku je vedena výrobní dokumentace, kde je záznam o počtem nití a samozřejmě podrobný návod, jak mají být do paprsku navedeny.

20	/6/1	3	Rohre	
		7	frei	
4	2/1			
318	1/1	318	Rohre = 127,2 cm	
4	2/1			
		7		= 257,2 cm
4	2/1			
318	1/1	318	Rohre = 127,2 cm	
4	2/1			
		7	frei	
20	/6/1	3	Rohre	
692		663	= 265,2 cm	

Obrázek 31: Návod v technickém listu pro navedení všech osnovních nití do paprsku.

3.9 Příprava útku

Jelikož materiál pro osnovu je shodný s materiálem i pro útek, není třeba jakékoliv přípravné operace např. soukání (viz kapitola 3.4).

Standardně se u bezčlunkových zanašečů pro odvíjení zásoby útku používají odvíječe. Během odvíjení tohoto materiálu pomocí odvíječe však docházelo ke smyčkování pramenů, proto je nit odváděna do podavače přes plastový kužel s otvorem a napětí útku zajišťují tři elektronické útkové brzdičky.

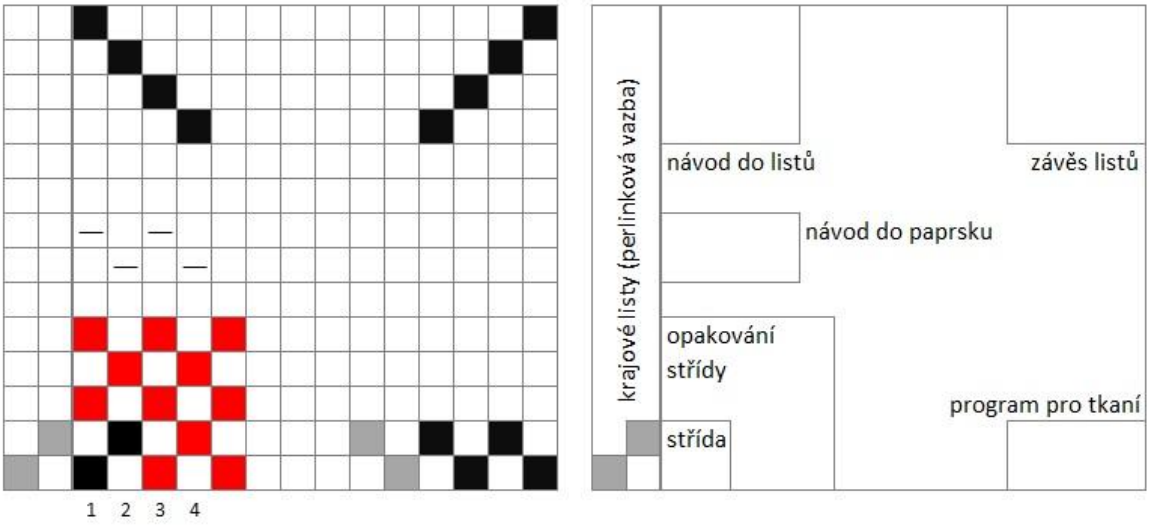
Stejně jako u operace snování se cívky během odvíjení nevyndávají z obalů. Do útku je možné spotřebovat veškeré zbytky cívek z obou technologických postupů přípravy osnovy a tím minimalizovat odpad. Napojování je možné bezuzlově (splicer).

Obrázek 32: Útkové brzdičky.

3.10 Tkaní

3.10.1 Technická vzornice

Výrobní dispozicí pro vyrobení požadované tkaniny je technická vzornice. Jedná se o zobrazení všech naváděcích míst, včetně zdvihu listů dle programu, podle které lze vytvořit požadovanou vazbu.



Obrázek 33: Technická vzornice.

Jakmile jsou všechny osnovní nitě správně navedeny a je připraven útkový materiál, je možné do softwaru tkacího stroje zadat potřebné údaje. Kromě dostavy, otáček stroje a programu pro tkaní je nutné zadat také vazbu.

Jedná o vazbu plátnovou, která je nejjednodušší a nejhustěji provázaná a tím i nejpevnější. Střídu (část vazby, která se pravidelně opakuje v celé ploše tkaniny) tvoří dva osnovní a dva útkové vazné body.

3.10.2 Vyhodnocení vzorku tkaniny

Předtím, než dojde ke spuštění výroby, je nutné nejdříve utkat vzorek tkaniny v délce jednoho až dvou metrů a v laboratoři zjistit, zda tkanina splňuje všechny vlastnosti a odpovídá požadovaným parametrům (viz kapitola 3.1). I když se vyrábí dvě tkaniny vedle sebe, je nutné vyhodnotit každou tkaninu zvlášť.

Každá organizace musí splňovat stanovené platné normy, které nařizují postupy zkoušení plošných textilií, daného materiálu i nastavení parametrů pro zkoušení tahového namáhání plošné textilie. Jedna z norem uvádí i klimatické podmínky, při kterých musí být textilie zkoušena, a těmi jsou teplota ovzduší 23°C (± 2°C) a relativní vlhkost 50 % (± 4 %).

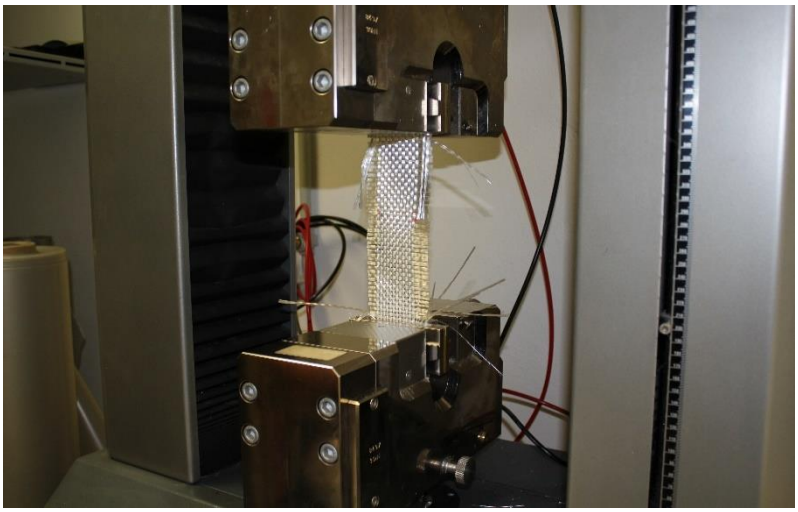
Měření základních veličin:

Z poskytnutých vzorků tkanin je spočítaná dostava v obou směrech a měřením zjistit, zda šířka a délka konečků tkanin vyhovují stanovenému rozmezí. Dále je podle

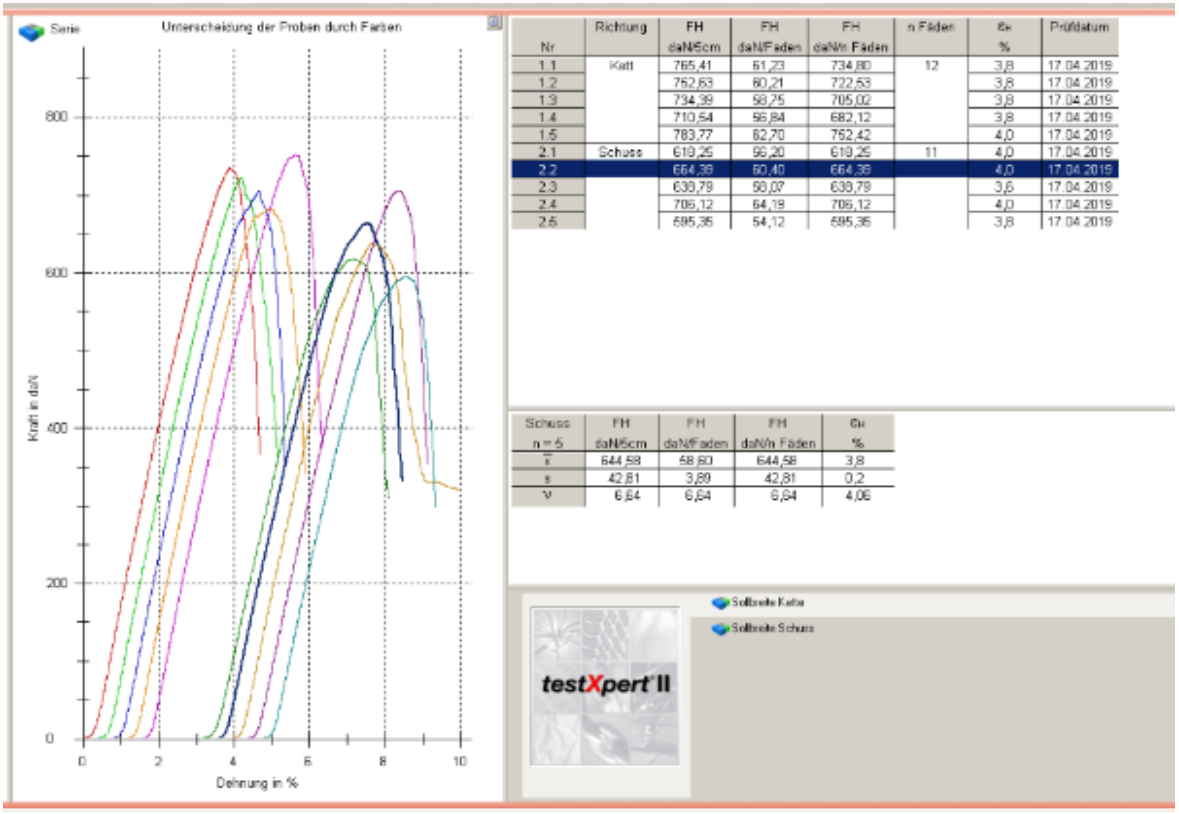
hmotnosti pěti vzorků o velikosti 10x10 cm (5 vzorků pro jednu tkaninu) spočítaná plošná hmotnost. A nakonec je tloušťkoměrem změřena tloušťka tkanin.

Mechanické vlastnosti:

Pevnost a tažnost jsou důležitým parametrem vzhledem k účelu použití tohoto výrobku. Tyto vlastnosti jsou měřeny na trhacím stroji Zwick Z030. Vzdálenost mezi čelistmi trhacího stroje je 20 cm, tudíž z jednoho pásu tkaniny je třeba připravit celkem 10 vzorků ve velikosti 7x30 cm (5 vzorků ve směru osnovy a 5 vzorků ve směru útku).



Obrázek 34: Vzorek upnutý v čelistech trhacího stroje Zwick Z030.



Nr	Richtung	FH daN/5cm	FH daN/Faden	FH daN/n Fäden	n Fäden	εx %	Prüfdatum
1.1	Kett	765,41	61,23	734,80	12	3,8	17.04.2019
1.2		752,63	60,21	722,53		3,8	17.04.2019
1.3		734,39	58,75	705,02		3,8	17.04.2019
1.4		710,54	56,84	682,12		3,8	17.04.2019
1.5		783,77	62,70	752,42		4,0	17.04.2019
2.1	Schuss	619,25	56,20	618,25	11	4,0	17.04.2019
2.2		664,39	60,40	664,39		4,0	17.04.2019
2.3		638,79	58,07	638,79		3,6	17.04.2019
2.4		705,12	64,19	705,12		4,0	17.04.2019
2.5		595,36	54,12	595,36		3,8	17.04.2019

Schuss n = 5	FH daN/5cm	FH daN/Faden	FH daN/n Fäden	εx %
$\bar{x}$	644,58	58,60	644,58	3,8
s	42,81	3,89	42,81	0,2
V	6,64	6,64	6,64	4,06

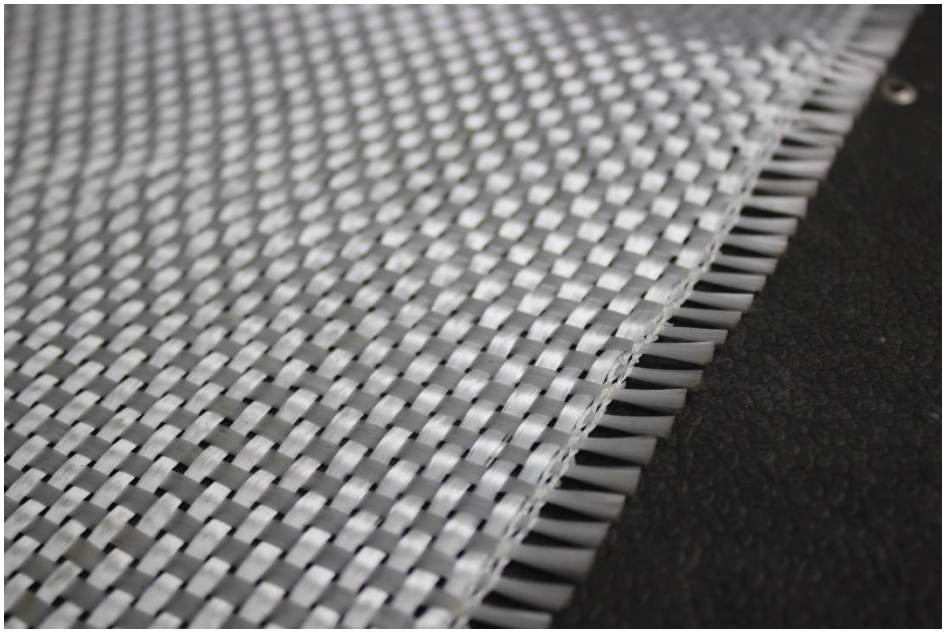
Obrázek 35: Vyhodnocená zkouška programem trhacího stroje pro útek.

Na základě zadaných parametrů a tahových křivek natrhaných vzorků software sám vše automaticky zpracuje a vyhodnotí na základě tahových křivek.

Pokud je některý naměřený výsledek mimo uvedenou toleranci, je nutné utkat nový vzorek, poté co byly provedeny případné úpravy na tkacím stroji a provést opětovné vyhodnocení vzorku. Laboratoř musí všechny naměřené hodnoty pečlivě zaznamenávat do určených protokolů a uchovávat potřebnou dobu.

3.10.3 Výsledná role

Jakmile je dotkaná role v délce 450 m, je lepicí páskou nejprve zafixovaný kraj tkaniny po odstřižení, z důvodu nežádoucího párání nití, a následně i obvod celé role. Pro přelepování obvodu se páska nesmí použít přímo na tkaninu, ale pouze přes pěnovou pásku Mirelon. Takto zafixované role jsou pečlivě zabaleny, opatřeny etiketami a připraveny k expedici.



Obrázek 36: Výsledná tkanina.

3.10.4 Stanovená měřidla

V některých případech se zboží prodává dle délky návinu, ale někdy také dle hmotnosti. V obou případech je nutné dodržet zákon o metrologii, který zajišťuje jednotnost a správnost měřidel a měření.

3.10.5 Výrobní předpis - specifikace

Vyrobená role je uchovávána pod označením svého standardu, ke kterému je vytvořen výrobní předpis nebo-li specifikace, ve kterém jsou zaznamenány všechny údaje o výrobku např. dostava, počet nití, hmotnost atd., ale také hodnoty nastavení stroje jakými jsou např. otáčky nebo nastavení navíjecího ústrojí. Dále jsou zde uvedeny konstrukční parametry, které stanovuje výrobní technolog, a tyto přesné údaje se používají pro výpočet kalkulace. Tyto technické listy slouží k zjednodušení a urychlení technologického postupu při další výrobě.

3.11 Dokončovací práce

Dokončovací práce spočívá v převíjení tkaniny na tzv. prohlížecím stole, během které dochází k optické kontrole. Zároveň probíhá měření, vážení a opravování chyb. Pokud některé vady opravit nelze, zaznamenávají se a případně označují na okraji tkaniny dle určených instrukcí. Závěrem je tkanina dle stanovených podmínek klasifikována.

Řádně vyčištěné, zkontrolované a označené role mohou být předány k dalším zušlechťovacím operacím.

V tomto technologickém postupu není zahrnuta optická kontrola ani zušlechťovací práce.

3.12 Porovnání technologických postupů příprav osnovy

3.12.1 Výhody bez-válového tkaní versus válové tkaní při zpracování skleněných vláken

Bez-válová technologie přináší některé výhody oproti tkaní z osnovních válů. Jednou z nich je změna počtu osnovních nití v průběhu tkaní. Pro každou tkaninu, která se v minulosti již vyráběla, by měl být výrobním technologem vytvořen technický list a podle zadaných údajů se připraví i osnova s tím počtem osnovních nití, jaký je zadaný v tomto výrobním standardu.

Problém nastává ve chvíli, kdy se tkanina vyrábí poprvé a technický list ještě není vytvořen a přesný počet osnovních nití není znám. Tudíž dle dostavy a jemnosti paprsku je spočítán potřebný počet nití, který by měl být dostačující, ale po veškerém nastavení tkacího stroje a navíjecího ústrojí je mnohdy skutečnost jiná. Proto je nasnovaná osnova s větším počtem nití. Pokud má tkanina šíři nad stanovenou toleranci a nelze ji upravit zvýšením napětí, musí se přebývající nitě odvádět do odpadu. V případě, že osnovní nitě naopak chybí, musí se provést znovu celý návod po paprsku s jiným počtem zubů. Při použití technologického postupu bez-válového tkaní tento problém není a počet osnovních nití lze libovolně měnit přidáním cívky do stojanu a jejím navedením nebo naopak stačí přebývající nit jednoduše odstřihnout, upravit krajové nitě a výroba může pokračovat.

Další výhodou je značné snížení mechanického namáhání osnovních nití pokud se použije technologický postup výroby bez-válového tkaní. Při použití přímého snování nití na osnovní vál, vyskytuje se daleko větší počet míst, kde dochází k tření a to má za následek snížení pevnosti materiálu. Kdežto u technologie tkaní bez-válového je tento počet míst eliminován tím, že osnovní nitě vedou, ať z cívečnice nebo ze stojanů, přímo do tkacího stroje.

3.12.2 Nevýhody bez-válového tkaní versus válové tkaní při zpracování skleněných vláken

Cívečnice zabírají značně rozsáhlou plochu, proto při zvolení technologie bez-válového tkaní je nutno počítat s daleko větší potřebnou plochou za tkacím strojem, tudíž tento postup výroby není vhodný v případě, kdy se vyrábí tkanina s velkým počtem osnovních nití.

4 Finanční rozvaha technologických postupů

V textilním odvětví se v současné době běžně využívá technologický postup bez-válového tkaní. Objednávka na výrobu tohoto druhu tkaniny je ve většině případech na velké množství. Použití jakého technologického postupu je výhodnější? A jaký postup bude finančně výhodnější v opačném případě, kdy zakázka bude na takové množství, aby vystačila pouze jedna nasnovaná osnova bez dalšího přivázání nové?

Na základě zjištění těchto informací jsou vytvořeny dvě finanční rozvahy na rozdílné množství zakázky. Kalkulace na množství 90 000 běžných metrů se odvíjí od poslední vyráběné zakázky. Každá kalkulace je vytvořena pro válový i bez-válový technologický postup tkaní.

Vychází se ze stejných parametrů tkacího stroje i výsledné tkaniny za použití stejné rychlosti tkaní pro obě varianty a dále je v případě výpočtu technologického postupu bez-válového tkaní použita v případě navazování 1. varianta (viz kapitola 3.5.1).

4.1 Vstupní parametry pro kalkulaci

V této kapitole týkající se zjištění vstupních parametrů budou zveřejněny pouze výchozí informace, ze kterých se vstupní parametry počítají. Jednotlivé výpočty jsou v rámci interních vzorců, které nebudou, po domluvě s vedením textilní organizace, v této bakalářské práci zveřejněny.

K tomu, aby bylo možné spočítat kalkulaci pro jakýkoli výrobek, je zapotřebí znát vstupní hodnoty a těmi jsou spotřeba materiálu pro osnovu i útek, krajové kotoučové i perlinkové nitě a dále hodnoty časové, ve kterých je obsažena příprava snování a tkacího stoje dále i samotná výroba. V případě, že se použije válový technologický postup, musí do výpočtu celkové kalkulace vstupovat náklady na snování. Pokud bude výroba prováděna technologickým postupem bez-válového tkaní, čas pro přípravu stojanů je zahrnutý v přípravě pro tkaní. Vstupní parametry pro výpočet kalkulací se tedy liší v obou technologických postupech.

4.1.1 Spotřeba materiálu:

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.10.5, pro každý výrobek je vytvořen technický list - specifikace. Je to výchozí podklad, ve kterém jsou uvedeny aktuální informace pro sestavení vstupních parametrů a následné vykalkulování ceny za tkaninu.

Pro výpočty spotřeby osnovního materiálu se vychází z šíře tkaniny a dále z dalšího dosud nezmíněného parametru a tím je údaj nazvaný **konstrukční parametr osnovy**. Jedná se o skutečnou dostavu osnovy, vezme-li se podíl počtu nití 636 a šíře tkaniny 250 cm, získá se skutečná dostava osnovy 25,44/10 cm.

Vzorec pro výpočet spotřeby útkového materiálu vychází opět z dostavy, s tím rozdílem, že u spotřeby útkového materiálu se nepřepočítává a dalším údajem je paprsková šíře navýšena o odpad v krajích.

Nezbytnou hodnotou, která se podílí na výpočtu všech výchozích výpočtů týkající se spotřeby všech materiálů je nazvaná hodnota **efekt titr**. Tyto údaje ke všem materiálům zajišťuje laboratoř a jedná se o průměr skutečných jemností z několika zkoušek.

4.1.1.1 Spotřební normy pro válový technologický postup výroby

1. Snování

Z konstrukčního parametru osnovy 2,544/1 cm, šíře osnovy 2,5/1 cm a skutečné jemnosti materiálu (efekt titr) P185 11 827 dtex se získává:

spotřeba osnovního materiálu na 100 m tkaniny	**75,219**	kg

2. Tkaní

Ve výpočtu je zahrnuta dostava 2,2/1 cm šíře 2,5/1 cm a paprsková šíře 2,732/1 cm (8 cm je interně stanovený odpad v krajích) a opět efekt titr pro materiál P185. Získává se jedna ze spotřebních norem:

spotřeba útkového materiálu na 100 m^2 tkaniny	**28,434**	kg

Kromě materiálu P185 se do spotřebních norem zahrnují také výpočty spotřeby použitých materiálů v krajích. I v tomto případě do výpočtu spadá šíře 2,5/1 cm, ale s tím rozdílem, že u krajových nití se bere v úvahu jejich počet. V krajových kotoučových cívkách je 40 nití se skutečnou jemností (efekt titr) 338 dtex a 16 perlinkových nití se skutečnou jemností 1 810 dtex.

Výsledné hodnoty jsou:

spotřeba materiálu v krajových cívkách na 100 m^2	**0,054**	kg
spotřeba krajových perlinkových nití	**0,116**	kg

4.1.1.2 Spotřební normy pro bez-válový technologický postup výroby

Spotřeby útkového ani krajového materiálu nejsou ovlivněny tím, jakým technologickým postupem se bude tkanina vyrábět, proto jsou všechny spotřební normy pro tkaní pro obě technologie shodné, liší se pouze vstupní hodnotou spotřeby osnovního materiálu:

spotřeba osnovního materiálu na 100 m^2 tkaniny	**30,088**	kg

4.1.2 Výrobní normy

Výrobní vstupní normy zahrnují vyčíslení přípravného času, ať už se jedná o snování nebo přípravu tkacího stroje a dále číselné hodnoty pro samotnou výrobu na kalkulační jednici. Vyčíslené náklady na čas pro přípravu jednotlivých strojů jsou uváděné pod označením **SETUP** a vstupní hodnota, která vyjadřuje samotnou výrobu je pojmenována **BĚH**.

4.1.2.1 Výrobní normy pro válový technologický postup výroby

1. Snování

V nákladech na SETUP jsou zahrnuty všechny činnosti, kromě samotného snování, od přípravu osnovního válu až po odvoz finální osnovy. Tato hodnota se provádí interním výpočtem z počtu nití (celkem 636), počtu snovaných pásů (6 pásů), součet všech časů, které jsou v přípravě zahrnuty (celkem 80 min) a nakonec počtu osnov z jednoho navlečení cívečnice (*Vysvětlení:* do cívečnice je připraveno celkem 106 nití a je snováno 6 pásů v délce 3 720 metrů a jelikož zbývající materiál se zpracuje do útku, je nutné ponechat na zbytcích cívek větší množství, aby nevznikaly zbytečné prostoje při výměně během tkaní proto budou snovány pouze 3 pásy a následně dojde k výměně celé cívečnice, proto se do interního výpočtu zadává počet osnov z jedno navlečení cívečnice - 0,5).

Na základě těchto informací se z interního výpočtu získávají tyto vstupní hodnoty pro snování:

SETUP (přípravný čas na jednu osnovu)	**365,8**	min
BĚH (čas pro nasnování 100 m tkaniny)	**8,75**	min

2. Tkaní

Do hodnoty SETUP pro tkaní jsou zahrnuty všechny činnosti souvisejí s přípravou kromě času pro zatkání, ten je stanovený interně a to 240 min. Výše nákladů na tkaní je ovlivněna počtem nití (celkem 636), počtem listů (6) a také tím, zda se tká na stavu Dornier nebo jiném typu (pro každý typ tkacího stroje jsou stanovené konstantní hodnoty) a dále se bere v úvahu šíře tkacího stroje. Jelikož zvolený tkací stroj má šíři 3 m, je zařazen do kategorie širokých a ty mají své interně stanovené konstanty.

Hodnota BĚH je ovlivněna především otáčkami stroje (120/min), šíří (250 cm), útkovou dostavou (22) a výkonu tkacího stroje v závislosti na materiálu, v tomto případě je to 60 %, ale během výroby se využití stroje může měnit. Interním výpočtem se získávají:

SETUP (čas pro přípravu tkacího stroje)	**1046,32**	min
BĚH (čas pro utkání 100 m^2 tkaniny)	**365,8**	min

4.1.2.2 Výrobní normy pro bez-válový technologický postup výroby

Výchozí hodnoty pro vyčíslení výroby SETUP i BĚH se vychází ze stejných hodnot pro oba technologické postupy s tím rozdílem, že pro bez-válovou technologii je interně stanovený čas pro zatkání 1 440 min. Výchozí parametry pro kalkulování nákladů jsou tedy:

SETUP (čas pro přípravu tkacího stroje včetně stojanů)	**2246,32**	min
BĚH (čas pro utkání 100 m^2 tkaniny)	**305,556**	min

4.2 Kalkulace na množství 90 000 běžných metrů

4.2.1 Výpočet kalkulace pro tkaní z osnovního válu

1. Snování

NÁKLADY NA MATERIÁL

Je třeba si uvědomit to, že objednávka je sice na 90 000 běžných metrů (200 rolí v délce 450 m), ale v šíři jedné tkaniny. Výroba bude však dvoupásová v šíři 250 cm, proto množství, pro které bude počítána spotřeba materiálu je poloviční s navýšením 2,2 % na setkání osnovy, tudíž celková délka je 45 990 m. Potřebné množství kilogramů se ještě navyšuje o 3 % (interně stanovená norma pro technologický odpad pro zakázku delší než 5 000 m). Celková spotřeba materiálu na snování je tedy:

90000 bm			
	45000+2,2 % setkání		*(45990/100)*75,219+3%)*
celkové množství	45990	m	35631,0146 kg
	100	m	75,219 kg
cena	52,92	Kč/kg	
Materiál snování	**1885593,295**	**CZK**	

PŘÍPRAVNÝ ČAS A VÝROBA

			(45990/3600)
	1 osnova		*13 osnov*
1xSETUP	365,8	min	
			*(13*365,8)/60*
celkový SETUP	4755,4	min	79,2566 h
práce	219,67	Kč/h	
nepřímé bez energie	390,25	Kč/h	
	*(součet režijních sazeb)*79,2566*		
	48340,2261	Kč	

45990 bm				
	1xBĚH	8,75	min/100 m	0,14583333 h/100 m
				*(45990/100)*8,75/60*
celkový BĚH		4024,125	min	67,06875 h
práce		134,285	Kč/h	
stroj		85,385	Kč/h	
nepřímé		484,85	Kč/h	
		*(součet režijních sazeb)*67,06875*		
		47251,2757	Kč	
Snování celkem		**95591,5018**	**CZK**	

Vstupní hodnota SETUP udává přípravný čas jedné osnovy, ale pro splnění celkové délky 45 990 m je zapotřebí nasnovat celkem 13 osnov v délce 3 600 (čistá délka bez setkání). SETUP je tedy nutné navýšit.

Stejně tak musí být spočítaná i hodnota BĚH, která uvádí čas pro nasnování 100 m tkaniny. Hodnota se musí odpovídat nasnování pro celé množství 45 990 běžných metrů. Po sečtení přípravného času a výroby se získává číselné vyjádření nákladů na snování **95.591,501 8 Kč.**

2. Tkaní

NÁKLADY NA MATERIÁL

Celkové množství pro které bude kalkulována spotřeba materiálů pro tkaní je 112 500 m². V celkových nákladech na spotřebu materiálu jsou do tkaní započítány i krajový polyesterová materiál v krajových cívkách i krajové perlinkové nitě Tissa. Stejně jako v případě snování je spotřeba navýšena o 3 % pro technologický odpad (spotřeba na zatkávání, vzorování). Náklady na celková materiál tedy jsou:

45000 bm/šíře 250 cm				
		*(90000/2)*2,5*		
celkové množství		112500	m2	
OCV P185		28,434	kg/100 m2	52,92 Kč/kg
				*(112500/100)*28,434*cena+3 %*
				1743602,736 Kč

materiál v krajových cívkách	0,054	kg/100 m2	50,83	Kč/kg
			*(112500/100)*0,054*cena+3 %*	
			3180,560175	Kč
krajové perlinky	0,116	kg/100 m2	265,48	Kč/kg
			*(112500/100)*0,116*cena+3 %*	
			35684,4942	Kč
Materiál tkaní			**1782467,79**	**CZK**

PŘÍPRAVNÝ ČAS A VÝROBA

1xSETUP	1046,32	min	17,43866667	h
práce	63,46	Kč/h		
nepřímé bez energie	154,06	Kč/h		
	*(součet režijních sazeb)*17,43866667*			
	3793,258774	Kč		
45000 bm/šíře 250 cm				
1xBĚH	305,556	min	5,0926	h
			*(45000/100)*305,556/60*	
celkový BĚH	137500,200	min	2291,67	h
práce	30,32	Kč/h		
stroj	33,14	Kč/h		
nepřímé	159,995	Kč/h		
	*(součet režiních sazeb)*2291,67*			
	512085,1199	Kč		
Přívázání	12	osnov	5	h
	*(12*5)*(součet režijních sazeb pro SETUP)*			
	13051,2	Kč		
Tkaní celkem	**528929,5787**	**CZK**		

Hodnota SETUP udává vyčíslení přípravy tkacího stroje a zároveň je v ní zahrnuté přivázání jedné osnovy ale z nákladů na snování už víme, že osnov bude celkem 13. Proto je nutné připočítat dalších 12 přivázání následujících osnov. Proto je zde uvedena hodnota přivázání ve výši 13.051,2 Kč. Pro její výpočet se vychází z režijních sazeb pro SETUP a také z času 5 h, který je interně stanovený pro přívaz jedné osnovy. Suma nákladů na tkaní je tedy **528.929,578 7 Kč**.

3. Výsledek kalkulace

Po sečtení všech nákladů a převedení na množství 112 500 m² se získává výsledek kalkulace na kalkulační jednici:

celkové množství *112500 m²*

	Materiál	Výroba	Celkem
Snování	1885593,295	95591,5019	1981184,797
Tkaní	1782467,79	528929,5787	2311397,369
			4292582,166
CELKEM		**38,16 CZK/m²**	

4.2.2 Výpočet kalkulace pro bez-válový technologický postup

1. Tkaní

NÁKLADY NA MATERIÁL

Náklady na materiál ke tkaní se liší od technologického postupu válového tkaní pouze v tom, že zde se musí počítat i se spotřebou materiálu OCV P185 do osnovy bez jakéhokoli navyšování (setkání je započítáno už ve stupních hodnotách). Proto celková spotřeba bude vyčíslena takto:

OCV P185 (útek)	28,434 kg/100 m2	52,92 Kč/kg	
		*(112500/100)*28,434*cena+3 %*	
		1743602,736 Kč	
materiál v krajových cívkách	0,054 kg/100 m2	50,83 Kč/kg	
		*(112500/100)*0,054*cena+3 %*	
		3180,560175 Kč	

45000 bm/šíře 250 cm

*(90000/2)*2,5*

celkové množství	112500 m2		
OCV P185 (osnova)	30,088 kg/100 m2	52,92 Kč/kg	
		*(112500/100)*30,088*cena+3 %*	
		1845027,752	
krajové perlinky	0,116 kg/100 m2	265,48 Kč/kg	
		*(112500/100)*0,116*cena+3 %*	
		35684,4942 Kč	
Materiál CELKEM		**3627495,542 CZK**	

PŘÍPRAVNÝ ČAS A VÝROBA

1xSETUP	2246,32 min	37,43866667 h	
práce	63,46 Kč/h		
nepřímé bez energie	154,06 Kč/h		
	*(součet režijních sazeb)*37,43866667*		
	8143,658774 Kč		
45000 bm/šíře 250 cm			
1xBĚH	305,556 min	5,0926 h	
		*(45000/100)*305,556/60*	
celkový BĚH	137500,2 min	2291,67 h	
práce	30,32 Kč/h		
stroj	33,14 Kč/h		
nepřímé	159,995 Kč/h		
	*(součet režiních sazeb)*2291,67*		
	512085,1199 Kč		
Přívázání	2	34,4 h	
	*(2*34,4)*(součet režijních sazeb pro SETUP)*		
	14965,376 Kč		
Tkaní celkem	**535194,1547 CZK**		

SETUP se liší pouze vstupním parametrem a hodnota BĚH je shodná pro obě varianty, jediné co se musí změnit je počet přivázání osnov. V tomto případě se musí objasnit jeho počet. Cívky ve stojanech mají délku 17 000 m a musí se utkat celková délka 45 000 běžných metrů.

Prvotní příprava a navázání je již obsažena v přípravě tkacího stroje SETUP, utká se 37 rolí v délce. Z prvního navázání osnovy, které je již obsaženo v přípravě tkacího stroje SETUP, se utká 37 rolí v délce 450 m (celkem 16 650 m a zbytek materiálu se použije do útku) a následuje další výměna cívek ve stojanech, Ze kterých se utká opět 37 rolí. Však pro splnění zakázky se musí cívky vyměnit ještě jednou, protože rolí v jednom pásu musí být celkem 100. Proto, aby se mohlo vyrobit zbývajících 26 rolí, musí se vyměnit cívky potřetí. Proto se musí do výroby započítat další dvě přivázání, pro které je tentokrát interně stanovený čas 34,4 hod. Celkové náklady na tkaní v případě technologického postupu bez-válového tkaní je tedy **535.194,154 7 Kč.**

VÝSLEDEK KALKULACE

Suma nákladů na materiál a výrobu pro celkové objednané množství udává výslednou částku na kalkulační jednici:

celkové množství *112500 m²*

	Materiál	Výroba	Celkem
Náklady	3627495,542	535194,1547	4162689,697

CELKEM	**37,00 CZK/m²**

4.3 Kalkulace na množství 7 200 běžných metrů

4.3.1 Výpočet kalkulace pro tkaní z osnovního válu

1. Snování

NÁKLADY NA MATERIÁL

Výpočet celkových nákladů bude téměř shodný s předchozími, pouze se mění množství, pro které budou počítány celkové náklady. V tomto případě se počítá s množstvím 7 200 běžných metrů, ale opět se jedná o šíři jedné tkaniny 125 cm, však výroba bude opět v šíři dvounásobné, tudíž celkové množství bude počítané na délku poloviční a to 3 600 m s navýšení 2,2 % o setkání. Pro zakázku kratší než 5 000 m, je interně stanoveno navýšení spotřeby materiálu o technologický odpad 3,5 %. Celkové náklady na spotřebu pro snování tedy budou ve výši:

7200 bm			
	3600+2,2 % setkání		*(4392/100)*75,219+3,5%*
celkové množství	4392	m	3419,245127 kg
	100	m	75,219 kg
cena	52,92	Kč/kg	
Materiál snování	**180946,4521**	**CZK**	

PŘÍPRAVNÝ ČAS A VÝROBA:

	1 osnova		
1xSETUP	365,8	min	6,096666667 h
práce	219,67	Kč/h	
nepřímé bez energie	390,25	Kč/h	
	*(součet režijních sazeb)*6,096666667*		
	3718,4789	Kč	

4392 bm				
	1xBĚH	8,75	min/100 m	0,14583333 h
				*(4392/100)*8,75/60*
celkový BĚH		384,3	min	6,405 h
práce		134,285	Kč/h	
stroj		85,385	Kč/h	
nepřímé		484,85	Kč/h	
		*(součet režijních sazeb)*6,405*		
		4512,4506	Kč	
Snování celkem		**8230,9295**	**CZK**	

Zde se již nezapočítává větší množství osnov jako v případě předchozích nákladů na výrobu. Celá tato celková hodnota zahrnuje náklady na přípravu a snování jedné osnovy v hodnotě **8.230,929 5 Kč**.

2. Tkaní

NÁKLADY NA MATERIÁL

Náklady na materiál vycházejí z celkového množství 9 000 m² (3 600 běžných metrů a šíře 250 cm). I v této spotřebě materiálu se musí zohlednit 3,5% navýšení:

3600 bm/šíře 250 cm				
	*(7200/2)*2,5*			
celkové množství	9000	m2		
OCV P185	28,434	kg/100 m2	52,92	Kč/kg
			*(9000/100)*28,434*cena+3,5 %*	
			140165,3461	Kč

materiál v krajových cívkách	0,054 kg/100 m2	50,83 Kč/kg	
		*(9000/100)*0,054*cena+3 %*	
		255,679983 Kč	
krajové perlinky	0,116 kg/100 m2	265,48 Kč/kg	
		*(9000/100)*0,116*cena+3 %*	
		2868,617592 Kč	
Materiál tkaní		**143289,6437 CZK**	

PŘÍPRAVNÝ ČAS A VÝROBA

1xSETUP	1046,32 min	17,43866667 h	
práce	63,46 Kč/h		
nepřímé bez energie	154,06 Kč/h		
	*(součet režijních sazeb)*17,43866667*		
	3793,258774 Kč		
3600 bm/šíře 250 cm			
1xBĚH	305,556 min	5,0926 h	
		*(3600/100)*305,556/60*	
celkový BĚH	11000,0 min	183,3336 h	
práce	30,32 Kč/h		
stroj	33,14 Kč/h		
nepřímé	159,995 Kč/h		
	*(součet režiních sazeb)*183,3336*		
	40966,80959 Kč		
Tkaní celkem	**44760,06836 CZK**		

Jelikož celková objednávka je počítaná tak, že stačí pro její vyrobení jedna osnova, nepočítá se žádná další příprava, jako tomu bylo v případě kalkulování většího množství. Celkové náklady na výrobu jedné osnovy budou tedy **44.760,068 36 Kč**.

3. Výsledek kalkulace

Po sečtení všech nákladů v přepočítání na celkové množství 9 000 m² se získává cena za tkaninu na kalkulační jednici:

celkové množství *9000 m²*

	Materiál	Výroba	Celkem
Snování	180946,4521	8230,9295	189177,382
Tkaní	143289,6437	44760,06836	188049,7121
			377227,0937
CELKEM		**41,91 CZK/m²**	

4.3.2 Výpočet kalkulace pro bez-válový technologický postup

1. Tkaní

NÁKLADY NA SPOTŘEBU

Do nákladů pro tkaní je opět zahrnuta i spotřeba materiálu pro osnovu. Celkové náklady pro materiál tedy vycházejí:

3600 bm/šíře 250 cm

	*(7200/2)*2,5*			
celkové množství	9000	m2		
OCV P185 (osnova)	30,088	kg/100 m2	52,92	Kč/kg
			*(9000/100)*30,088*cena+3,5 %*	
			148318,7358	

OCV P185 (útek)	28,434	kg/100 m2	52,92	Kč/kg
			*(9000/100)*28,434*cena+3,5 %*	
			140165,3461	Kč
materiál v krajových cívkách	0,054	kg/100 m2	50,83	Kč/kg
			*(9000/100)*0,054*cena+3,5 %*	
			255,679983	Kč
krajové perlinky	0,116	kg/100 m2	265,48	Kč/kg
			*(9000/100)*0,116*cena+3,5 %*	
			2868,617592	Kč
Materiál CELKEM			**291608,3795**	**CZK**

PŘÍPRAVNÝ ČAS A VÝROBA

1xSETUP	2246,32	min	37,43866667	h
práce	63,46	Kč/h		
nepřímé bez energie	154,06	Kč/h		
	*(součet režijních sazeb)*37,43866667*			
	8143,658774	Kč		
3600 bm/šíře 250 cm				
1xBĚH	305,556	min	5,0926	h
			*(3600/100)*305,556/60*	
celkový BĚH	11000,0	min	183,3336	h
práce	30,32	Kč/h		

stroj	33,14	Kč/h
nepřímé	159,995	Kč/h
	*(součet režiních sazeb)*183,3336*	
	40966,80959	Kč
Tkaní celkem	**49110,46836**	**CZK**

Stejně jako v případě snování, tak ani u tkaní nespadají do celkových výrobních nákladů další přivázání osnovy. Celkové výrobní náklady na celkové množství vycházejí ve výši **49.110,468 36 Kč**.

VÝSLEDEK KALKULACE

Celkový výsledek pro celkové množství 9 000 m² na kalkulační jednici je:

celkové množství *9000 m²*

	Materiál	Výroba	Celkem
Náklady	291608,3795	49110,46836	340718,8479

CELKEM	**37,86 CZK/m²**

5 Závěr

Dle zadání bakalářské práce byly vytvořeny a objasněny možné způsoby výroby skleněných vláken a jejich hlavních vlastností ať už chemických, mechanických či termických. Skleněná vlákna mají široké spektrum co se týká použití, ale tato práce uvádí pouze nejběžnější technické odvětví, pro která se používají. Jednotlivé příklady jsem měla možnost doplnit vlastními fotografiemi.

Jelikož textilní firma využívá pouze technologický postup bez-válový, musel být pro vytvoření válového technologického postupu nasnován také osnovní vál, jehož návin odpovídal délce jedné role (450 m + 10 m na technologický odpad). Díky tomu byly získány všechny potřebné informace pro vytvoření válového technologického postupu.

V poslední části této práce byly vytvořeny kalkulace pro obě technologie na dvě rozdílné množství.

VYHODNOCENÍ

1. *Kalkulace na množství 90 000 běžných metrů:*

válová technologie	cena za celkovou zakázku		4.293.000,-
bezválová technologie	cena za celkovou zakázku		4.162.500,-
		ROZDÍL	**130.500,-**

2. *Kalkulace na množství 7 200 běžných metrů:*

válová technologie	cena za celkovou zakázku		377.190,-
bezválová technologie	cena za celkovou zakázku		340.740,-
		ROZDÍL	**36.450,-**

Pokud se zaměřím na finanční rozvahu všech čtyřech kalkulací pouze z pohledu úspory financí, je viditelně zřejmé, že v obou případech je finančně výhodnější bez-válový technologický postup. Ráda bych však zhodnotila na každé kalkulované množství zvlášť a dále vyhodnotit či porovnat obě technologie i z jiného úhlu pohledu.

Nejprve se zaměřím čistě na finanční stránku obou technologií. V první kalkulaci na 90 000 běžných metrů jsem odhadovala, že rozdíl v celkové sumě bude daleko větší z důvodu vyšších nákladů na opakované přivázání osnov a také častější výměny cívek

v cívečnici v případě válové technologie. Ve druhé kalkulaci na 7 200 běžných metrů je opět z hlediska finanční opět výhodnější bez-válový technologický postup.

Chtěla bych se však také zaměřit i na jiné hodnocení a tím je vstupní materiál od firmy Owen´s Corning. Ráda bych připomněla, že hmotnost jedné této cívky je 21 kg. Použije-li se bez-válový technologický postup, musí se do stojanů připravit celkem 636 cívek, ale pro postup válový je to pouze 106. Je na zvážení, zda časová náročnost stojanů pro bez-válový technologický postup stojí i za finanční úsporu. Další možností je nákup vstupního materiálu s menší hmotností ale samozřejmě také s menším návinem (viz kapitola 3.4). Ale i tento varianta přináší nežádoucí důsledky, které se mohou promítnout na samotné produktivitě. Počet cívek bude daleko větší, tudíž v první řadě je třeba větší skladovací prostor. Další klíčový problém nastává během samotné výroby, jelikož menší návin znamená častější výměnu cívek což vede k poklesu efektivity z pohledu samotné produkce.

Nakonec bych ráda zhodnotila obě technologie příprav osnov z hlediska mechanického poškození. Všechna místa, kde dochází ke kontaktu osnovního materiálu s jakýmkoli povrchem, znamená narušení jednotlivých filamentů a opotřebení aplikované lubrikace ve svazku. Na obrázku 22 je vidět přetržení nitě, ke kterému došlo během snování. Za prvé je to způsobeno větší rychlostí a za druhé je to příčina většího počtu kontaktních míst. Tudíž bez-válový technologický postup je daleko šetrnější k materiálu ze skleněných vláken, což má vliv nejen na samotnou kvalitu materiálu, ale také na kvalitu samotné tkaniny.

V závěru bych ráda doplnila, že jsem vděčná za nové zkušenosti, které jsem získala během realizování technologických postupů i během vytvoření kalkulací. V průběhu práce jsem pochopila více problematiku a funkčnost, kterou obnáší jednotlivé operace a těchto zkušeností si cením a doufám, že získané dovednosti využiji i v budoucnosti.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] LEHNER, Jan. *Skleněná, horninová a strusková vlákna*. Praha: SNTL, 1960.

[2] TOMKOVÁ, Blanka. *Nepolymerní vlákna: Speciální vlákna - 9. přednáška*. Technická univerzita v Liberci. Katedra materiálového inženýrství.

[3] FIALA, Michal. *Chování lubrikační emulze a pryskyřice ve výrobě minerální plsti*. Brno, 2010. Diplomová práce. Vysoké učení technické v brně. Fakulta chemická. Vedoucí práce Ing. Petr Ptáček, Ph.D.

[4] HLAVÁČ, Jan. *Základy technologie silikátů*. Praha: SNTL, 1981.

[5] WALEENBERGER, WATSON, LI. *GlassFibers* [online]. 21. Ohio, USA: ASM International, 2001 [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: https://www.asminternational.org/documents/10192/1849770/06781G_p27-34.pdf

[6] LEHNER, Jan a Ludvík SURÝ. *Silikátová vlákna v průmyslu a stavebnictví*. Praha: SNTL, 1975.

[7] *Skleněné příze: BTTO* [online]. [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: https://www.btto.cz/cs/sklenena-prize

[8] BERNARDOVÁ, Lenka. *Studie o uplatnění skleněných vláken v konfekčních a technických výrobcích*. Liberec, 2006. Bakalářská práce. Technická univerzita, fakulta textilní, katedra technologie a řízení konfekční výroby v Prostějově. Vedoucí práce Doc. Ing. Otakar Kunz, CSc.

[9] *Czech design: skleněná vlákna - historie a současnost* [online]. [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: https://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/sklenena-vlakna-historie-a-soucasnost49-9150

[10] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. *Netkané textilie* [online]. [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/938/mod_resource/content/1/Oldrich%20Jirsak%20a%20Klara%20Kalinov%C3%A1.pdf

[11] NOVÁK, Ondřej. *Technické textilie: Stavebnictví a geotextilie*. Technická univerzita v Liberci. Katedra netkaných textilií a nanovlákenných materiálů

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Plošné znázornění struktury 14
Obrázek 2: Princip výroby skleněných vláken tažením z tyčinek 15
Obrázek 3: Schéma výroby skleněné příze Angora 16
Obrázek 4: Schéma jednostupňové výroby nekonečných vláken 18
Obrázek 5: Schéma odstředivého způsobu výroby skleněných vláken..... 19
Obrázek 6: Skleněná vlákna pod mikroskopem 22
Obrázek 7: Netkaná textilie ze skleněných vláken..... 24
Obrázek 8: Sklovláknité mřížky pro stavebnictví 25
Obrázek 9: Povrstvování sklovnáknité geotextilie pomocí fuláru 25
Obrázek 10: Sklovláknité geotextilie 26
Obrázek 11: Výztužné tkaniny pro výrobu kompozitních materiálů 26
Obrázek 12: Tkací stroj Dornier PTS 1/S, Listový prošlupní mechanizmus Stäubli.... 29
Obrázek 13: Navíjecí ústrojí MTS typ ZS 4000 29
Obrázek 14: Cívka s návinem na papírové dutince a cívka s vnitřním odvíjením..... 30
Obrázek 15: Rozmístění stojanů za tkacím strojem 32
Obrázek 16: Navedení osnovních nití do vodících oček..... 32
Obrázek 17: Vedení osnovních nití do tkacího stroje 33
Obrázek 18: Vložené cívky do trnů v cívečnici 34
Obrázek 19: Niťový kříž 36
Obrázek 20: Snování pásu na snovacím stroji Karl Mayer OOM 3600..... 37
Obrázek 21: Snovací hřeben 37
Obrázek 22: Přetržená nit během stáčení pásů na osnovní vál a vložené klubko přetržené nitě do osnovy 38
Obrázek 23: Výsledná osnova se zafixovanými nitěmi a osnovním křížem..... 39
Obrázek 24: Přivázání nové osnovy na tkacím stroji 40
Obrázek 25: Snování pomocné krajové cívky na stroji Hans Affüpper..... 41
Obrázek 26: Držáky na perlinkové cívky..... 42
Obrázek 27: Držáky s kanthalovými drátky zajišťující termickou fixaci 42
Obrázek 28: Nasazené lamely na osnovních nití 43
Obrázek 29: Navedené osnovní nitě do nitěnek jednotlivých listů..... 44
Obrázek 30: Navedení krajových nití..... 45
Obrázek 31: Návod v technickém listu pro navedení všech osnov. nití do paprsku..... 46
Obrázek 32: Útkové brzdičky 47
Obrázek 33: Technická vzornice..... 47
Obrázek 34: Vzorek upnutý v čelistech trhacího stroje Zwick Z030..... 49
Obrázek 35: Vyhodnocená zkouška programem trhacího stroje pro útek 49
Obrázek 36: Výsledná tkanina 50

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Složení různých druhů skleněných vláken 12
Tabulka 2: Vlastnosti některých typů skleněných vláken 21