

Upravárenská linka na sklovláknitý materiál

Bc. Martin Frňka

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Martin Frňka
Osobní číslo:	T18589
Studijní program:	N3909 Procesní inženýrství
Studijní obor:	Výrobní inženýrství
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Úpravárenská linka na sklovláknitý materiál

Zásady pro vypracování

1. Literární rešerše na dané téma.
2. Návrh konstrukce linky a volba jednotlivých komponentů dle zadaných parametrů.
3. Ekonomické zhodnocení a závěr.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

LOEWENSTEIN, K. L., 1983. The manufacturing technology of continuous glass fibres. 2nd, completely rev. ed. New York: Elsevier. Glass science and technology, v. 6. ISBN 04-444-2185-8.

EHRENSTEIN, Gottfried W., 2009. Polymerní kompozitní materiály. V ČR 1. vyd. Praha: Scientia. ISBN 978-808-6960-296.

MAŇAS, Miroslav, Michal STANĚK a David MAŇAS, 2007. Výrobní stroje a zařízení. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-807-3185-961.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Bednařík, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **5. ledna 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 1. dubna 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se v úvodu zabývá výrobou a textilním zpracováním skelného vlákna. Následně je navrhována upravárenská linka a jsou vytipovány jednotlivé komponenty linky tak, aby výsledným produktem byla sklovláknitá tapeta. Dále byla propočítána investice do technologie linky i do budovy ve které stojí s následným spočítáním návratnosti této investice.

Klíčová slova: skelné vlákno, osnova, útek, rezná tkanina, upravárenská linka

ABSTRACT

At the beginning, the diploma thesis deals with production and textile processing of fiberglass. Afterwards, a finishing line is designed and individual components are picked so the final product would be a fiberglass wallpaper. The investment in technology of the finishing line and building in which the line stands is subsequently calculated. Finally, the payback period of this investment is counted.

Keywords: fiberglass, warp, weft, grey fabric, finishing line

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Martinu Bednaříkovi, Ph.D. za odborné vedení a užitečné připomínky při psaní diplomové práce. Dále děkuji firmě Saint-Gobain Adfors, s.r.o. za možnost využití firemních podkladů a zkušeností firmy. Velké poděkování patří také všem kolegům, kteří mi s ochotou odpovídali na všechny otázky.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SKELNÁ VLÁKNA A JEJICH VÝROBA	11
1.1 OBECNÝ POPIS SKLA A SKELNÝCH VLÁKEN	11
1.2 SLOŽENÍ A DRUHY SKEL	12
1.3 VLASTNOSTI SKLENĚNÝCH VLÁKEN	13
1.4 POSTUP VÝROBY SKLENĚNÝCH VLÁKEN.....	14
1.4.1 Příprava sklářského kmene	14
1.4.2 Tavení.....	15
1.4.3 Tažení vlákna	19
1.4.4 Navíjení	23
2 VÝROBA POLOTOVARU PRO VÝSLEDNÝ PRODUKT	27
2.1 VÝROBA OSNOVY	29
2.2 VÝROBA ÚTKU	31
2.3 TKANÍ.....	34
3 OBECNÝ NÁVRH KONSTRUKCE UPRAVÁRENSKÉ LINKY	37
3.1 ZÁSADY NÁVRHU LINKY.....	38
3.2 ZÁSADY NÁVRHU HALY.....	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	40
5 NÁVRH KONSTRUKCE LINKY A VOLBA JEDNOTLIVÝCH KOMONENTŮ	41
5.1 ODVÍJECÍ A LEPICÍ ZAŘÍZENÍ.....	42
5.1.1 Odvíjecí zařízení	42
5.1.2 Lepicí zařízení	44
5.2 ZÁSObNÍK TKANINY	46
5.3 ODSÁVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	48
5.4 NANÁŠECÍ ZAŘÍZENÍ.....	49
5.5 INFRAZÓNA	50
5.6 SUŠICÍ KOMORA.....	52
5.7 VYROVNÁVACÍ ZAŘÍZENÍ	53
5.8 OŘEZOVÉ ZAŘÍZENÍ	54
5.9 KLASIFIKAČNÍ DESKA.....	55
5.10 NAVÍJECÍ ZAŘÍZENÍ.....	56
6 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	59

6.1	NÁKLADY NA MZDY	59
6.2	CENA TAPETY	59
6.3	ČISTÝ ZISK	61
6.4	NÁVRATNOST	62
7	REALIZACE A OPTIMALIZACE LINKY	63
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	SEZNAM TABULEK.....	74

ÚVOD

Možnost tažení teplem změkklého skla do formy jemných vláken byla známa výrobcům skla již ve starověku a je starší než technika foukání skla. Z komerčního hlediska je průmysl skelných vláken součástí textilního průmyslu a průmyslu plastů. Skelné vlákno tvoří surovinu pro vyztužování polymerů a pryží, se kterými se široká veřejnost setkává ve formě lodí, částí letadel nebo součástí automobilů. Při zpracování skelných vláken textilními technologiemi se obecně používají běžné textilní stroje se speciálními úpravami (vodiče, brzdičky) pro tkaní, snování, objemování atd.

Aby se z utkané sklovláknité tkaniny stala sklovláknitá tapeta, musí tkanina projít řadou technologických úseků upravárenské linky. Upravárenská linka se skládá z dílčích strojů, které na sebe technologicky navazují a zajišťují tak bezproblémový chod linky a požadovanou kvalitu výsledného produktu.

Sklovláknitá tapeta je vysoce funkční a používá se pro domácnosti i veřejné prostory. Díky sklenému vláknu jsou tapety pevné a tvarově stálé. Dále se neodírají a jsou odolné proti nárazu. Dají se také snadno omýt a dobře vzdorují žáru a ohni.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SKELNÁ VLÁKNA A JEJICH VÝROBA

Tato rešerše se zabývá skelnými vlákny, jejich vlastnostmi a postupem výroby. Dále je popsáno textilní zpracování skelných vláken pro polotovar, který se zakládá do odvíjecího zařízení upravárenské linky.

1.1 Obecný popis skla a skelných vláken

Abychom získali přehled o druhu materiálu, kterým je skelné vlákno, je nutné přezkoumat základní strukturu skla a faktory, které ovlivňují jeho vlastnosti jak ve formě masivního skla, tak ve formě vláken.

„Sklo je anorganická látka ve skupenství, jež je souvislé s tekutým stavem této látky a analogické tomuto stavu, ale která jako výsledek zvrtné změny viskozity během ochlazování dosáhla tak vysokého stupně viskozity, že je z hlediska všech praktických záměrů tuhá“ [1].

Tato definice skla jako tuhého materiálu, který má strukturu kapaliny, znamená, že jeho struktura má krátkodobý, ne dlouhodobý řád, jako mají krystaly. Samotný rozsah krátkodobého řádu závisí na rychlosti, jakou bylo sklo zchlazeno z tekutého stavu, a v případě velmi rychlého zchlazení jako je kalení nebo tažení vláken, také na teplotě roztaveného skla, ze kterého bylo zchlazeno. Z toho vyplývá, že nejen složení, ale také tepelná historie daného kusu skla řídí jeho fyzikální vlastnosti [1, 30].

Za sklo se považuje soustava oxidů, které jsou hlavními sklářskými surovinami, a spolu s dalšími surovinami je nazýváme tzv. sklářský kmen, který je dávkován do tavicí pece.

Jako hlavní sklotvorná látka se označuje oxid křemičitý (SiO_2), který je základem téměř pro všechny druhy skel. Nenajdeme u něho žádný bod tání, se zvyšováním teploty ke $2000\text{ }^\circ\text{C}$ pouze postupně měkne a nad touto teplotou se začíná rozpadat. Sklo vzniká ohřátím oxidu křemičitého až do kapalného stavu s následným ochlazením. Tím se vytvoří sklo s náhodnou strukturou a pouze delší zahřátí kolem $1200\text{ }^\circ\text{C}$ přinese krystalizaci. Nejběžnější skla na bázi oxidu křemičitého se získávají roztavením sklářského kmene při teplotě $1300\text{--}1600\text{ }^\circ\text{C}$.

Skelná vlákna vynikají vlastnostmi, jako jsou nehořlavost, transparentnost, chemická stabilita, elektrická izolace a pružnost. Oproti masivnímu sklu mají výrazně vyšší pevnost v tahu a používají se pro výrobu kompozitních materiálů [1, 3, 4, 8, 31].

1.2 Složení a druhy skel

Více než 99 % všech vyrobených nekonečných skleněných vláken má složení označované jako „E-sklo“. Přestože bylo E-sklo původně vyvinuto pro elektrické aplikace a trh s E-sklem v elektrických aplikacích roste, použití E-skla se rozšířilo do mnoha dalších aplikací, kde bylo zjištěno, že vlastnosti vlákna jako takového splňují požadavky. E-sklo proto dominuje světovému trhu s výztužnými vlákny [1, 2].

E-sklo je borosilikátové sklo složené ze tří primárních složek: oxidu křemičitého (SiO_2), oxidu vápenatého (CaO) a oxidu hlinitého (Al_2O_3). Tyto tři složky spolu s dalšími vedlejšími složkami byly v průběhu let optimalizovány do řady formulací, z nichž mnohé jsou specifické pro výrobce, pro které představují přijatelnou rovnováhu mezi formovacími charakteristikami, zpracovatelskými charakteristikami, funkčními vlastnostmi a cenou. Mimo E-skla byly vyvinuty další typy skel, které mají odlišné vlastnosti a používají se pro jiné aplikace. Nejběžnější typy skel i jejich složení jsou uvedeny v následující tabulce (Tab. 1).

Tabulka 1. Složení skel [2].

Sklo	E	R nebo S	C	ECR	AR
Složení [%]					
SiO_2	54	60	60-65	54-62	62
Al_2O_3	14-15	25	2-6	12-13	-
CaO	18	14	14	21	5-9
MgO	20-24	3	1-3	4,5	1-4
B_2O_3	6-9	< 1	2-7	< 0,1	< 0,5
K_2O	< 1	< 1	8	0,6	ZrO_2 , 17
Na_2O	-	-	-	-	12-15

- E-sklo – nejrozšířenější sklo, bezalkalické s vysokým elektrickým odporem.
- R a S-sklo – sklo s vysokou pevností, výroba je obtížná a nákladná, a jejich použití se proto omezuje na sofistikované aplikace v oblasti konstrukce letadel a motorů, raket a speciálního sportovního vybavení, v Evropě se označuje jako R (resistance) sklo a vyrábí ho firma Vetrotex, v USA se označuje pojmem S (strength) sklo a jeho výrobcem je Owens Corning Fiberglass Corporation.
- C-sklo – chemicky odolné sklo, ve srovnání s E-sklem má horší mechanické vlastnosti, ale vyšší odolnost vůči kyselinám

- ECR-sklo – pevné, vysoce chemicky odolné a bezborité sklo, má vyšší dielektrickou konstantu než E-sklo, a proto se nepoužívá pro desky tištěných obvodů nebo v kosmonautice.
- AR-sklo – bezalkalické sklo s jiným složením oproti E-sklu, vysoká odolnost proti alkáliím, používá se pro vyztužení betonu [1, 2, 9, 11, 27, 28].

1.3 Vlastnosti skleněných vláken

Skleněná vlákna je společný název pro tenká vlákna o \varnothing 3,5 až 24 μm s pravidelným kruhovým průřezem, která jsou tažená z roztavené skloviny. Skleněná vlákna jsou izotropní, což znamená, že materiálové vlastnosti jsou stejné v podélném i příčném směru. Shrnutí důležitých vlastností typů skel je uvedeno v následující tabulce (Tab. 2).

Modul pružnosti v tahu je u skleněných vláken téměř stejný jako u slitin hliníku. V porovnání s ocelí je to kolem třetinové hodnoty. Pevnost v tahu je většinou vyšší než u většiny anorganických i organických vláken. V porovnání s ocelí v kompaktní formě je dokonce podstatně vyšší.

Mez průtažnosti skelného vlákna je kolem 3 %. Deformace je přitom téměř elastická, což znamená, že se skelné vlákno nechová viskoelasticky jako vlákna syntetická.

Tepelné vlastnosti skleněných vláken jsou na vysokých hodnotách. Mechanické vlastnosti nesníží ani dlouhodobé tepelné namáhání při 250 °C. Ovšem tepelná vodivost je oproti tomu vyšší, ale i přesto podstatně nižší než u kovů.

Skleněná vlákna jsou ohnivzdorná, a tudíž nehořlavá. Jsou tedy vhodná pro kompozity a závěsy [2, 3, 9].

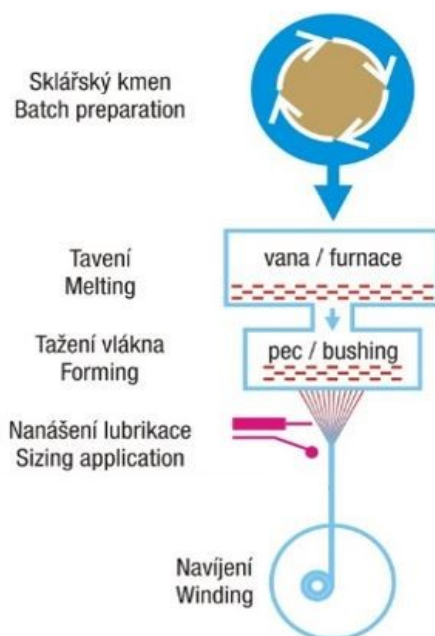
Tabulka 2. Důležité vlastnosti neupravených vláken [2].

Sklo	E	R nebo S	C	ECR	AR
Vlastnosti					
Hustota [g/cm^3]	2,6	2,53	2,52	2,72	2,68
Mez pevnosti v tahu [MPa]	3400	4400	2400	3440	3000
E-modul [MPa]	73000	86000	70000	73000	73000
Poměrné prodloužení při přetržení [%]	< 4,8	< 4,6	< 4,8	< 4,8	< 4,4
Teplota měknutí [°C]	850	980	750	880	770

1.4 Postup výroby skleněných vláken

Výroba skleněných vláken se dá rozdělit podle výrobního způsobu na mechanický, pneumatický, odstředivý a kombinovaný způsob. Výroba vlákna mechanickým tažením přes tryskovou píčku (Obr. 1) se dá zjednodušeně popsat čtyřmi kroky [1, 10]:

1. příprava sklářského kmene,
2. tavení,
3. tažení vlákna,
4. navíjení.



Obrázek 1. Výroba vlákna mechanickým tažením [5].

1.4.1 Příprava sklářského kmene

Sklářský kmen je homogenní směs sklářských surovin navážených dle receptury v požadovaném poměru. Všechny sklářské suroviny musí splňovat přísné parametry pro chemické složení a granulometrii, které jsou určeny platnou specifikací dané suroviny, a jejich dodržování garantuje dodavatel. Sklářský kmen se připravuje v prostoru kmenárny, která operuje celoročně po dobu 24 hodin. Připravený kmen je dopraven do sil v prostoru hutní haly, kde se pomocí šnekových dopravníků zakládá do tavicího agregátu, kde se vlivem působení vysokých teplot přeměňuje ve sklovinu, která je dále zpracovávána v technologickém procesu tažení [1,5].

Příjem surovin

Suroviny jsou do závodu přiváženy převážně v autocisternách. Standardním mechanismem příjmu suroviny je příjem na základě atestu (certifikát kvality suroviny). Majoritní suroviny jsou dopravovány z autocisteren do sil suchým tlakovým vzduchem [1, 5].

Sila surovin

Zásobní sila pro suroviny jsou umístěna v prostoru kmenárny. Jsou to vysoká válcovitá ocelová sila, která jsou uzavřena proti vzdušné vlhkosti. Je nežádoucí, aby se do sil dostávala jakákoli vlhkost, ať už vzdušná, či vzniklá uskladněním surovin. Rovněž je každé silo vybaveno měřením úrovně hladiny suroviny v síle a filtrem, kudy se uvolní vznikající přetlak v síle a kde se zachytí prachové částice ve vzosu. Úroveň suroviny v síle je měřena pomocí tří kapacitních sond. Je měřeno minimum v síle, maximum a havarijní stav (alarm přeplnění sila) [1, 5].

Míchání a doprava kmene

Míchání kmene probíhá v pneumatické míchačce, která slouží také k následnému transportu namíchaného kmene. Proces míchání a navažování surovin je řízen automaticky. Míchá se pomocí vzduchových pulsů. Po namíchání kmene následuje transport do zásobníků [1, 5].

1.4.2 Tavení

Tavení je fázová přeměna probíhající za vysokých teplot, při níž se pevná fáze vsázky mění na tekutou skelnou fázi. Tavení skloviny probíhá na tavicích agregátech typu Unit Melter (Obr. 3), které jsou vyhřívány plynovými hořáky. Je to vanová pec s charakteristickým poměrem délky k šířce – obvykle je to 3:1. Lze tedy pomyslně rozlišovat tři hlavní fáze procesu:

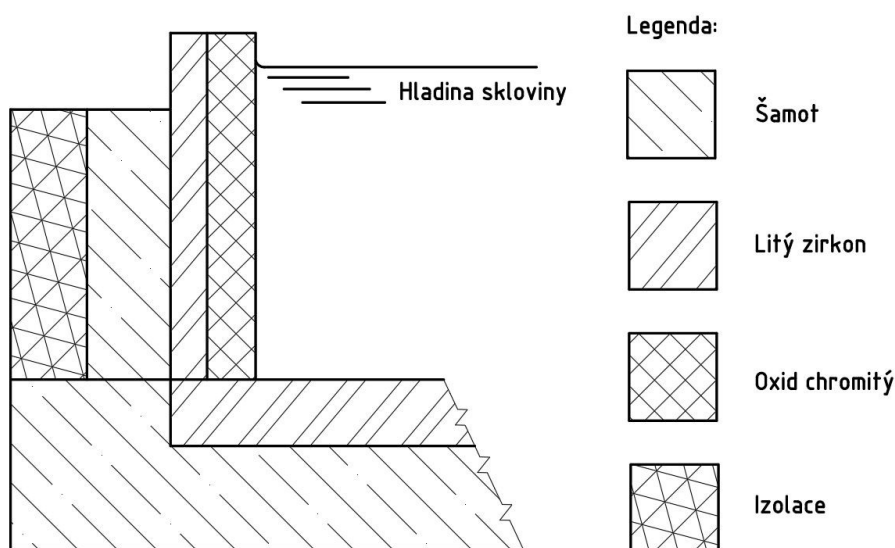
- a) vlastní tavení – zde dochází k rozpouštění pískových zrn za podpory taviv, k rozkladu surovin a vzniku plynů a k samotné tvorbě struktury skloviny,
- b) čerění skloviny – fáze, v níž dochází k postupnému odplynění skloviny,
- c) scházení skloviny – fáze, kdy se teplota utavené skloviny snižuje na pracovní teplotu.

U vanové pece je důležité použití správných žáruvzdorných materiálů z důvodu koroze. Nejsilnější koroze probíhá na bočních stěnách podél styčné linie mezi sklovinou, atmosférou pece a žáruvzdorným vyložení. Tato linie se nazývá úroveň hladiny skloviny. Složení bočních stěn a dna vany je vidět na následujícím obrázku (Obr. 2). Nejlepší materiál pro

kontakt s E-sklovinou je oxid chromitý, který je zezadu obložen kameny z litého zirkonu. V nižší sekci bočních stěn, kde je teplota skloviny nižší, je možné použít chromové a zirkonové kameny obložené šamotovými bloky [1, 12, 29].

U dna je v kontaktu se sklovinou litý zirkon a pod ním je vrstva šamotových kamenů. Nadstavba tavicí části se z hlediska vysokých provozních teplot (1580 °C) vyzdívá častěji z mullitu. Klenba je samonosná a je zkonstruována ze silného mullitu.

Hloubka skloviny se pohybuje v rozmezí 460 až 760 mm, závisí z části na zkušenostech závodu a v menší míře na celkovém rozměru vany. Ve srovnání s vanami pro jiné typy skel jsou tyto hloubky poněkud mělké. Jestliže je tavicí část příliš hluboká může se stát, že sklovina na dně by mohla být pod teplotou odskelnění (1130–1140 °C), která způsobuje krystalické vměstky ve skle. Oproti tomu, pokud by byla tavicí část příliš mělká, vedlo by to ke zbytečnému vyhřívání žáruvzdorného vyložení dna [1, 16, 29].



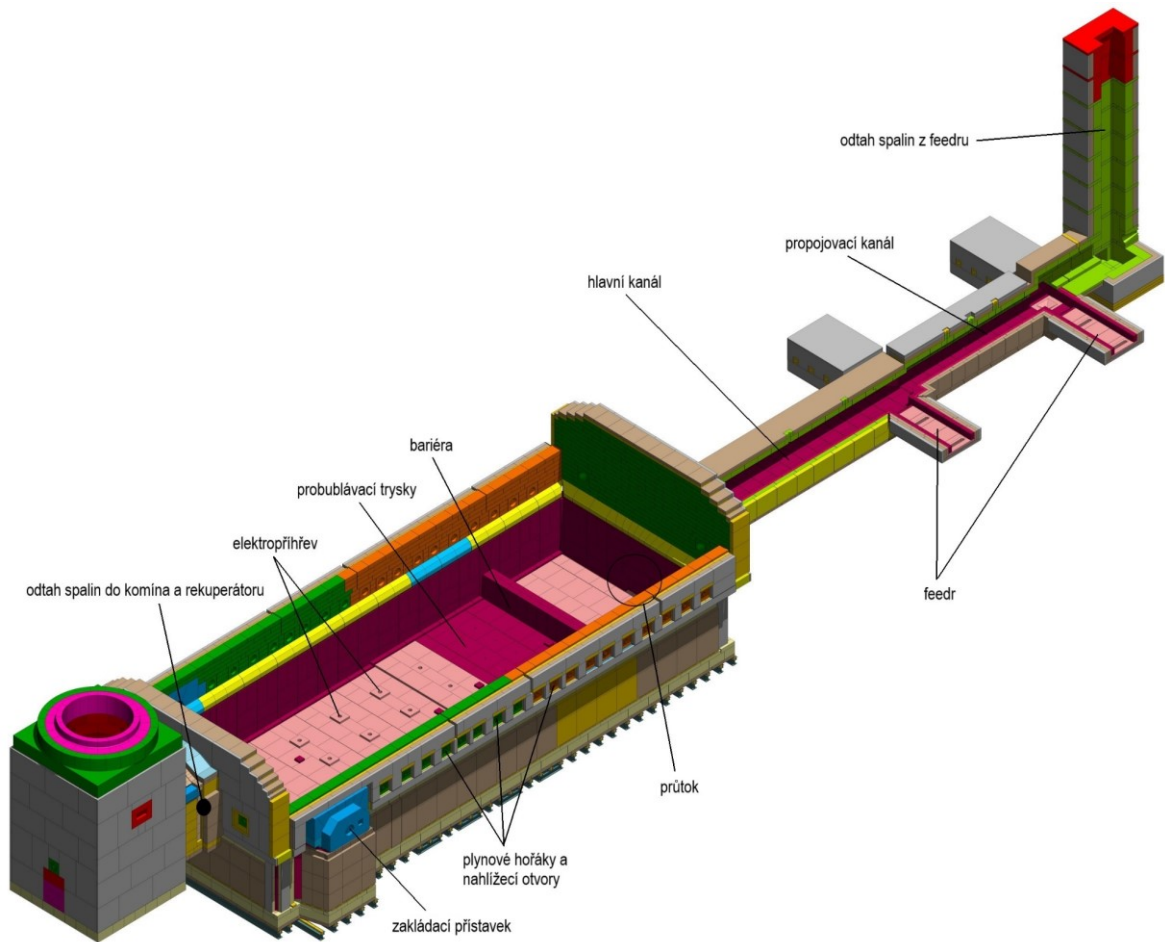
Obrázek 2. Uspořádání žáromateriálů [1].

Odtah spalin nad tavicí částí

Odtah by měl být vyroben nejlépe z lisovaného zirkonu z důvodu obvykle velké koroze. Velká koroze je způsobena vysokou rychlostí vycházejících plynů a také prachem z kmene neseného ve spalinách. Spaliny jsou odtahovány přes komín a rekuperátor. Rekuperátor je použit z ekonomických důvodů pro předehřev spalovacího vzduchu [1, 5].

Zakládací přístavek

Zakládací přístavek je konstrukce pece, která obklopuje zakladač kmene. Kmen je obvykle přiváděn jednoduchým, nebo dvojitým šnekovým podavačem, který ho tlačí dovnitř skrz nadstavbu boční stěny asi 150–200 mm nad normální hladinou skloviny [1, 5].



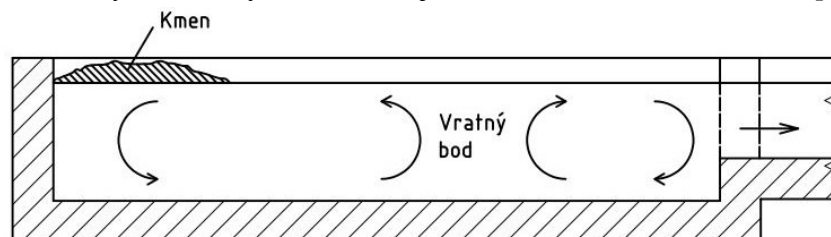
Obrázek 3. Pec typu Unit Melter [5].

Elektropřihřev

Slouží ke zlepšení homogenity skloviny, a především ke zvýšení výtěžnosti utavené skloviny z m². Používají se molybdenové elektrody [1, 5].

Probublávací trysky

V každé vanové peci je směrem dolů po proudu k průtoku vždy místo, kde je nejvyšší povrchová teplota skloviny. V tomto „vratném bodě“ existuje přirozený proud skloviny směrem nahoru, který se samozřejmě vyrovnává spodními proudy na jiných místech pece (Obr. 4). Probublávací trysky jsou umístěny před bariérou a slouží k homogenizaci a promíchávání skloviny tím, že vynáší chladnější sklovinu ode dna k hladině [1, 5].



Obrázek 4. Vratný bod [1].

Bariéra

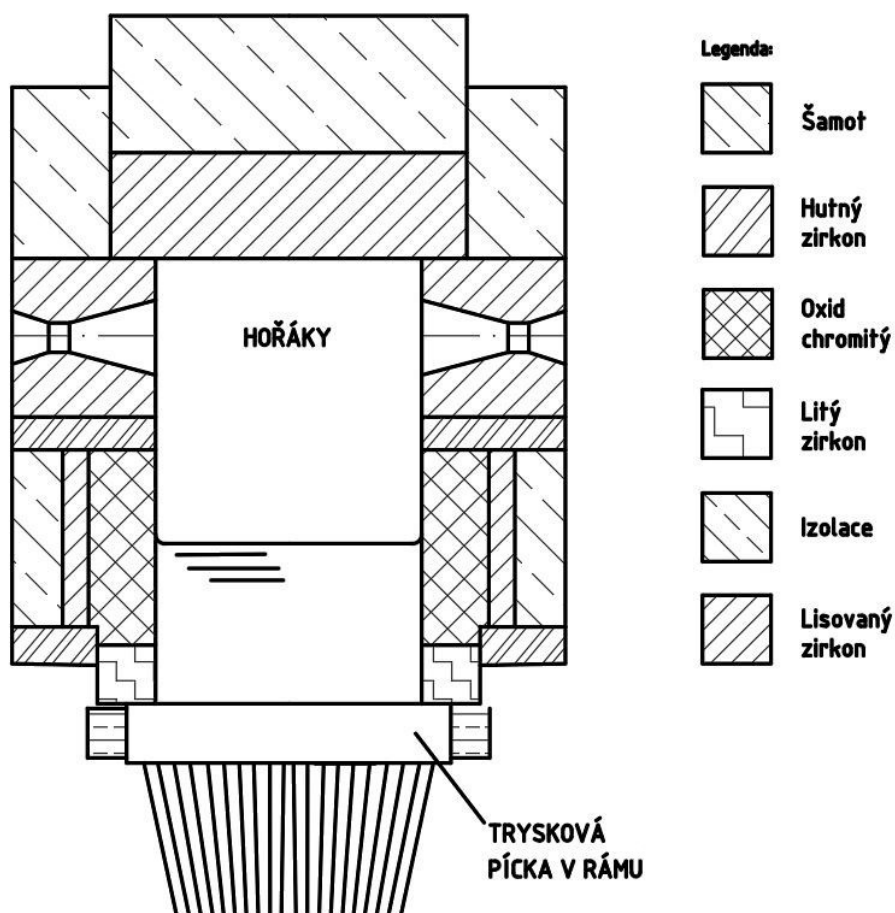
Plní úlohu překážky napříč po šířce pece. Zabraňuje neúplně roztaveným surovinám proudit směrem k průtoku. Je celá ponořena ve sklovině [1, 5].

Průtok

Místo, kde sklovina opouští tavicí část se nazývá průtok. Rohy průtoku jsou chlazeny buď vzduchem, anebo vodním chladičem [1, 5].

Feedr

Funkcí feedru je přijímat sklovinu z tavicí části a přivést ji na požadovanou teplotu. Také působí jako přívodní kanál pro dopravu sklovin o požadované teplotě do pícky na tvorbu vláken. Délka feedru pro výrobu vlákna přímým způsobem může snadno přesáhnout 35 m. Ve feedru pro přímé tažení je hloubka sklovin obvykle 50–55 mm, což je rapidní snížení oproti výšce v průtoku, která je 375–500 mm. Odtah spalin z feedru by měl být zcela oddělený od odtahu z tavicí části [1, 5].

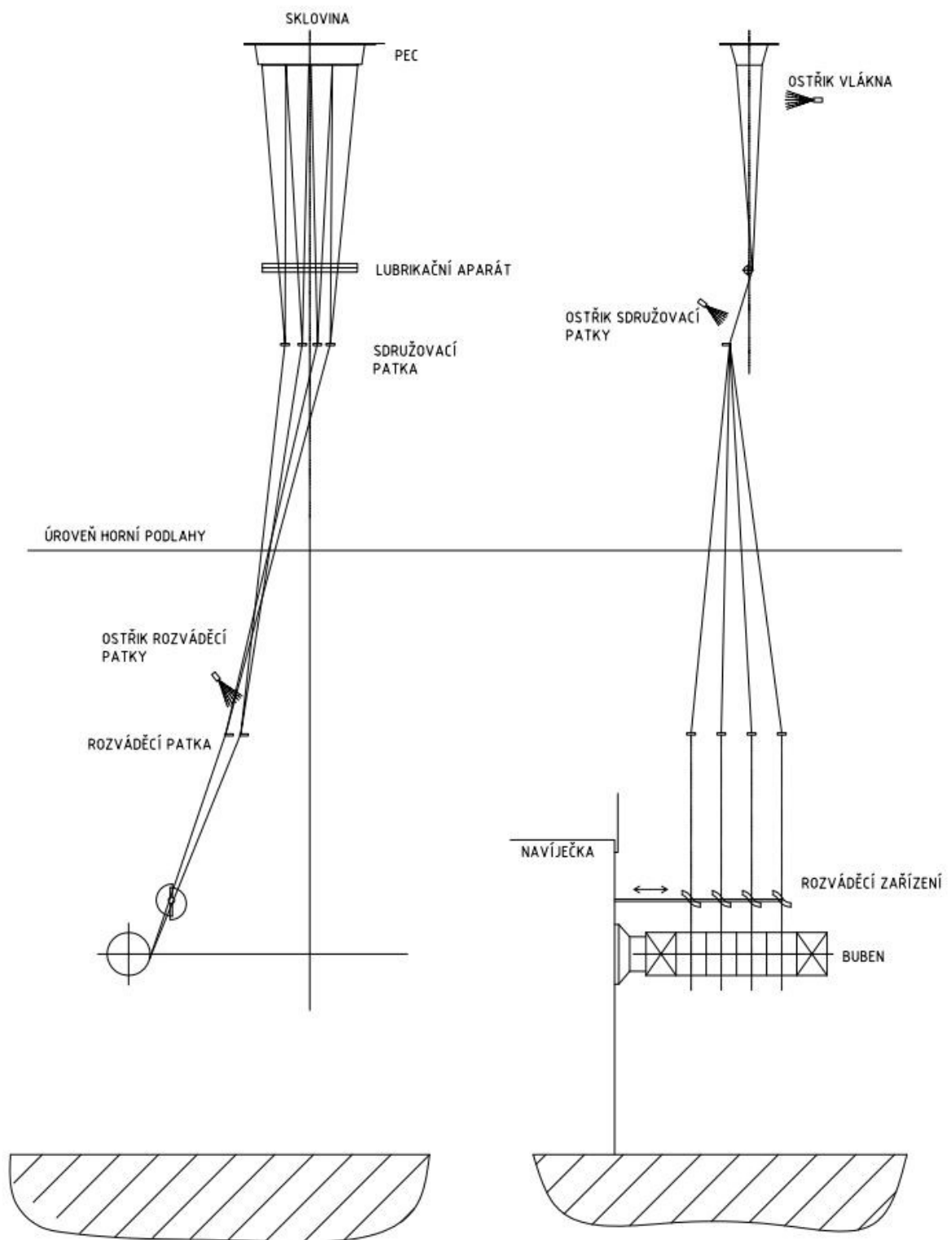


Obrázek 5. Řez feedrem [1].

1.4.3 Tažení vlákna

Proces výroby sklovláknitých pramenů se uskutečňuje v tažárně. Roztavená, homogenizovaná sklovina vytéká přechodovou částí a průtokem do ramen dávkovacích kanálů (feedrů), které mohou mít tvar písmen T, H, anebo mít komplexní uspořádání [16].

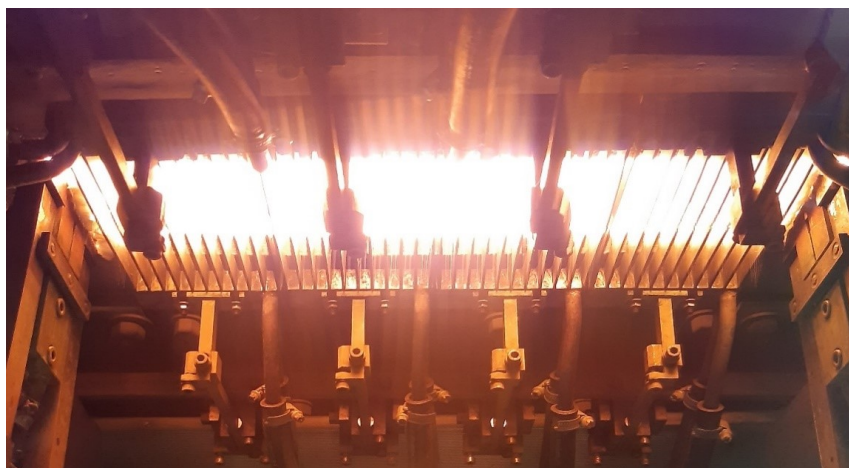
Tažné stanoviště lze rozdělit na dvě části – horní a dolní podlaží. Obě jsou spojena průchodem, kudy je vedeno vlákno. Zařízení pro tažení sklovláknitých pramenů se skládá z platinové tryskové pícky, žebrového chladiče, vodních ostříků, aplikátoru lubrikace, sdružovací patky, rozváděcí patky a navíječky. Roztavené sklo, které vtéká do tryskové pícky, je dále zeslabováno na formu sklovláknitého pramene. Průměr pramene je závislý na viskozitě skloviny, výšce hladiny skloviny, průměru trysek na platinové peci a odtahové rychlosti. Trysková pícka je přímo vyhřívána elektrickým proudem. Příkon je řízen tak, aby byla udržována stabilní teplota skla. Vodní ostříková tryska, která se v tomto případě nazývá ostřík vlákna, je umístěna pod tryskovou píckou, kde vlákno ochlazuje a stabilizuje proudění vzduchu. Na vlákno je nanášena lubrikace pomocí aplikátorů. Pod lubrikačním aparátem je umístěna sdružovací patka, která spojuje jednotlivá elementární vlákna do jednoho, dvou, nebo více pramenů. Pramen vlákna je navíjen na papírovou manžetu usazenou na navíjecím bubnu navíječky a je rozváděn pomocí rozváděcího zařízení (křídla). Schéma tažného stanoviště je znázorněno na následujícím obrázku (Obr. 6) [5, 18].



Obrázek 6. Schéma tažného stanoviště [5].

Trysková pícka

Trysková pícka je vyrobena z platinové slitiny. Dno pícky se nazývá tryskové dno, které má podle typu pece přibližně 1200 až 4300 trysek. Funkcí platinové pícky je zajistit stejnou teplotu dna a upravit sklovinu tak, aby tažená vlákna měla stejný průměr. Platinová pícka se vyhřívá elektricky. Ochlazování je řešeno žebrovým chladičem, který je z plochých plátků tepelně vodivého kovu a je přivařen k potrubí, jímž protéká chladící voda [1, 5].



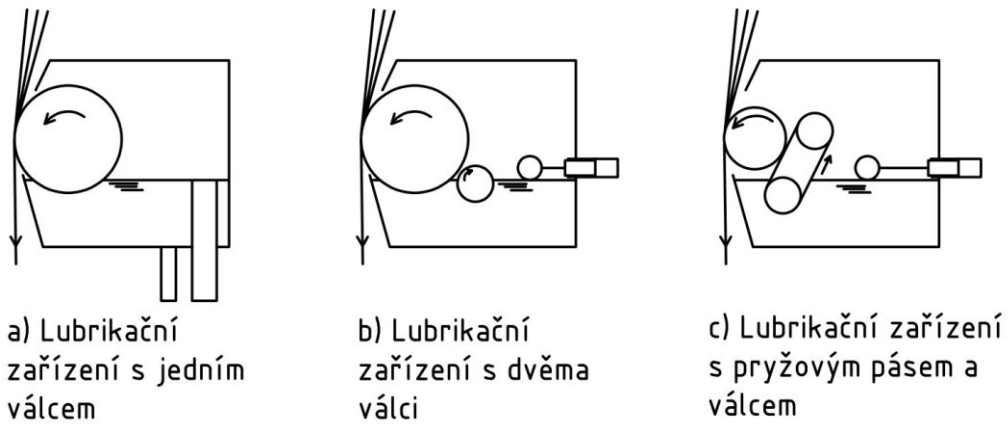
Obrázek 7. Pícka a žebrový chladič [5].

Aplikátor lubrikace

Slouží k aplikaci filmu lubrikace na elementární vlákna. Lubrikace dává vláknu potřebné fyzikální vlastnosti pro následné zpracování (pevnost, pružnost, mechanickou odolnost, atd.). V podstatě existují dva typy lubrikací. Lubrikace škrobovo-olejová se nanáší na vlákna, jež jsou určena pro textilní zpracování (tkaní, skaní atd.). Lubrikace z pojiva plus filmotvorné látky se nanáší na vlákna určená k vyztužování plastů a pryží. Největším rozdílem mezi těmito typy lubrikací je způsob nanášení. Škrobovo-olejová lubrikace se musí při používání udržet horká, kdežto lubrikace pro vyztužování plastů se nanáší studená [1, 15].

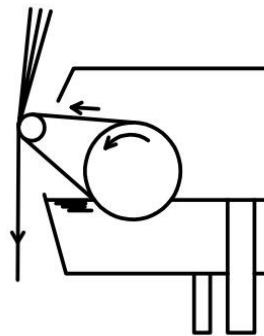
Aplikátory lubrikace jsou v podstatě dvojího typu:

1. Válcová lubrikační zařízení vyrobená z grafitu, keramiky nebo gumy, u kterých běží vlákno přes povrch válce, který je pokrytý filmem lubrikace. Tři typy válcových lubrikačních zařízení jsou vidět na následujícím obrázku (Obr. 8) [1].



Obrázek 9. Typy válcových lubrikačních zařízení [1].

2. Na následujícím obrázku (Obr. 9) je zobrazeno pásové lubrikační zařízení. V něm pás na jednom konci přechází přes poháněný válec, který jej namáčí do lubrikace, a na druhém konci přechází přes rovnou ocelovou tyč s povlakem z tvrdého chromu. Ne její pozici se pásu vlákna dotýkají k zachycení lubrikace [1].



Obrázek 8. Pásové lubrikační zařízení [1].

Vodní ostříky

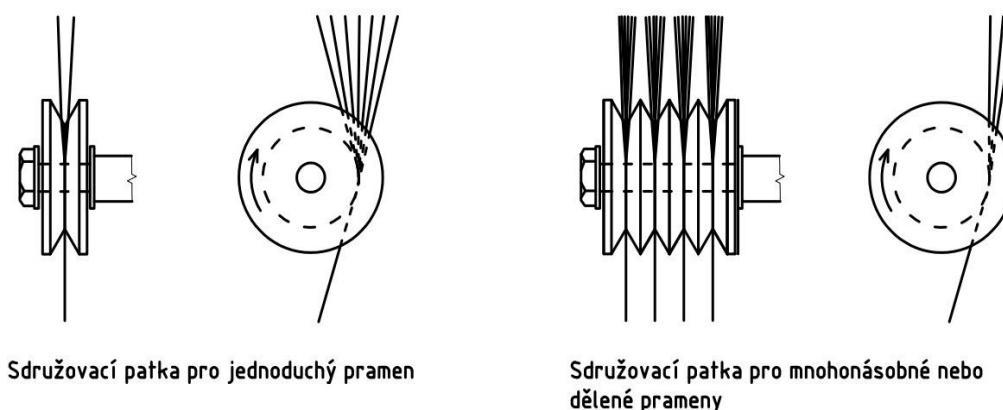
Jemný rozprach vodních ostříkových trysek slouží k ochlazení vlákna, stabilizaci proudění vzduchu, k odstranění statického náboje, ke zlepšení kluzných vlastností sduřovací patky, k zamezení nasychání lubrikace na komponentech a v neposlední řadě i k potlačení migrace lubrikace. Ostříkové trysky jsou umístěny pod pecí, před sduřovací a rozváděcí patkou a nad rozváděcím mechanismem navíječky [1, 17].



Obrázek 10. Ostříkové trysky pod pecí [5].

Sdružovací patka

Pod aplikátorem lubrikace je umístěna sdružovací patka, která zajišťuje spojení jednotlivých elementárních vláken do pramene. Dle vyráběného sortimentu je používán příslušný počet sdružovacích patek. Patky jsou nejběžněji zhotoveny z grafitu a celkový průměr mají zhruba 50 mm. Patky jsou navrženy buď jako otáčivé, anebo nepohyblivé. Otáčivé patky, které jsou čištěny ostříkovanou vodou a plstěným hadříkem mohou vydržet v nepřetržitém provozu i několik měsíců. Druhy otáčivých patek znázorňuje následující obrázek (Obr. 11) [1, 5].



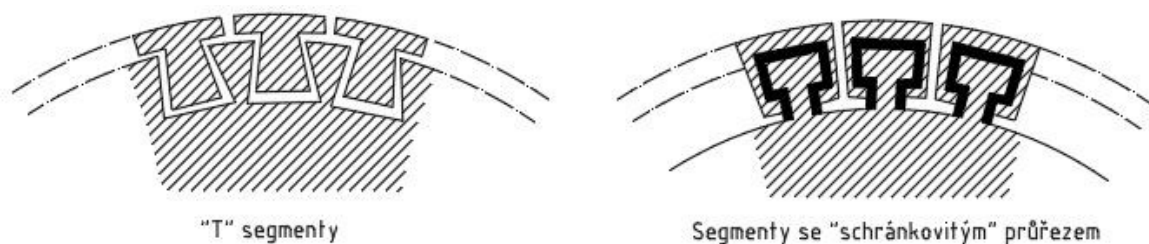
Obrázek 11. Druhy otáčivých patek [1].

1.4.4 Navíjení

Navíjecí zařízení slouží k navíjení sdruženého skelného pramene na návin – kokon. Vláknem z lubrikačního aparátu prochází přes sdružovací patky, které je rozdělují do samostatných pramenců. Navíječka se skládá ze dvou mechanismů. Prvním je buben, na který se navíjí vlákno, druhým je rozváděcí zařízení, které odpovídá za ukládání pramene na buben způsobem, který usnadňuje následné odvíjení a další zpracování vlákna [1].

Buben

Průměr bubnu je od 200 do 310 mm, protože dosahuje rotační rychlosti 2500–7000 otáček za minutu. Když se musí kokon vláken sejmout, protože návin dosáhl požadovaného návinu, např. 25 mm, je důležité, že je buben vybaven rychlými prostředky zpomalení a zrychlení. Buben je tedy kvůli nízké setrvačnosti navržen převážně z lehkých slitin. Buben se v podstatě skládá ze silnostěnného válce, do kterého jsou vloženy segmenty z nerezové oceli nebo z hliníkové slitiny, které mají v radiálním směru omezený pohyb. Toto rozpínání upíná papírovou dutinku, na kterou se navíjí pramen vláken. Segmenty pro vyšší rychlosti jsou v podstatě dvojího typu. Jsou to segmenty s průřezem „T“ a „schránkovité“ segmenty (Obr. 12).



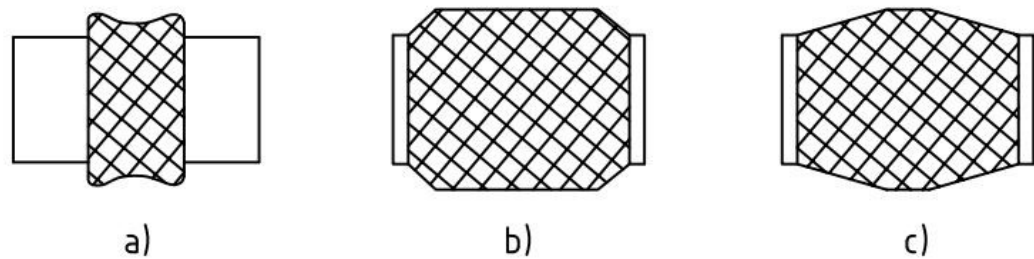
Obrázek 12. Segmenty bubnu [1].

Každý buben se musí před uvedením do provozu dynamicky vyvážit. Buben je buď horizontálně namontován na hnací hřídel, poháněnou přímo nebo nepřímo elektrickým motorem, nebo může tvořit část samotného elektrického motoru. Často se používá provedení motoru takzvaně „naruby“, to je buben, který tvoří vnější plášť motoru a může rotovat, zatímco obvyklý rotor je přichycen napevno [1, 5].

Rozváděcí zařízení

Funkcí rozváděcího zařízení je ukládat pramen vláken na buben takovým způsobem, aby se kokon po kondicionování nebo vysušení mohl bez obtíží a bez přetržení vlákna odvíjet a stejnoměrně pokrýt nejvyšší možnou oblast dutinky na bubnu. K dosažení tohoto cíle pomáhají dvě mechanické činnosti:

- 1) Pro usnadnění odvíjení na sobě nesmí ležet po sobě jdoucí vrstvy vlákna rovnoběžně jedna na druhé. To by způsobilo vzájemnou adhezi mezi pramenci a přetržení vlákna, tak jako i vytahování prstenců vlákna při odvíjení zevnitř kokonu. Rozváděcí zařízení uděluje prameni vlákna pohyb sem tam.
- 2) Rozváděcí zařízení se ve vztahu k bubnu posouvá (osciluje), a to z důvodu vytvoření stejnoměrné tloušťky vlákna na dutince a maximálního využití použitelného povrchu dutinky. Bez oscilace by vypadal tvar kokonu jako na obrázku 13 (a) a jeho šířku by zcela ovládal tzv. výkyv, který je způsoben rotací rozváděcího zařízení. Osová oscilace rozmisťuje tento tvar do stran a vyrovnává kolísání v tloušťce vrstvy kokonu, která má značný význam pro vysoušení kokonů. Na obrázku 13 (b) a (c) jsou vidět skutečné tvary kokonu, které jsou vytvořeny výkyvem plus oscilačním pohybem. Tvaru na obrázku 13 (b) se dosáhne velkým výkyvem a krátkým krokem. Krátkým výkyvem a dlouhým krokem se dosáhne tvaru jako na obrázku 13 (c) [1, 5].



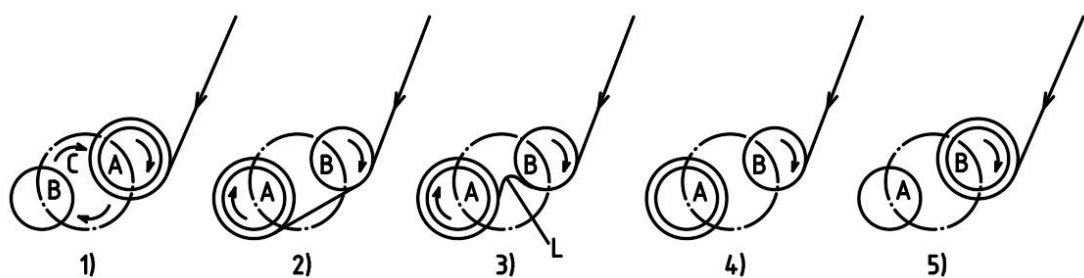
Obrázek 13. Tvary návinů [1].

Nejběžněji používaným rozváděcím zařízením jsou dva kusy spirálovitě ohnutého kusu mosazného drátu, vložené do mosazné hřídele, které švihají vláknem z jednoho konce rozváděcího zařízení na druhý během rotace (Obr. 6).

Navíječky jsou buď jednoduché, ručně ovládané, anebo automatické. Jednoduché navíječky po ukončení operace tažení a při jejím opětovném započetí vyžaduje lidský zásah, a protože má obsluha na starost určitý počet navíječek, tak je nevyhnutelné, že podstatné množství kokonů bude silnější, nebo těžší, než se předpokládá. To může způsobit problémy s následným vysoušením [1].

Jednoduché navíječky tedy mají určitá omezení. Jsou jak mechanická, tak i provozní, která způsobují vznik nestability procesu, nepříznivých vlivů na výrobek a zvýšení nákladů, které vznikají ze špatné účinnosti přeměny skla na vlákno. Udržení těchto faktorů na jejich optimální úrovni je silně ovlivněno dovednostmi každého dělníka v provozu tažení vláken.

Automatické navíječky byly původně vyvinuty pro jemné prameny, u kterých je regulace hmotnosti kokonů důležitým faktorem. Tyto navíječky se začaly používat i pro jiné druhy vláken, a to navzdory tomu, že cena je asi trojnásobná oproti jednoduché navíječce. Automatické ukončení procesu tažení vlákna na jednom bubnu a přenesení pramenu na nový prázdný buben lze vidět na následujícím obrázku (Obr. 14). Každý buben má vlastní motor (A a B) namontovaný na ploché desce (C), která se může otáčet mezi předem určenými dorazy [1].

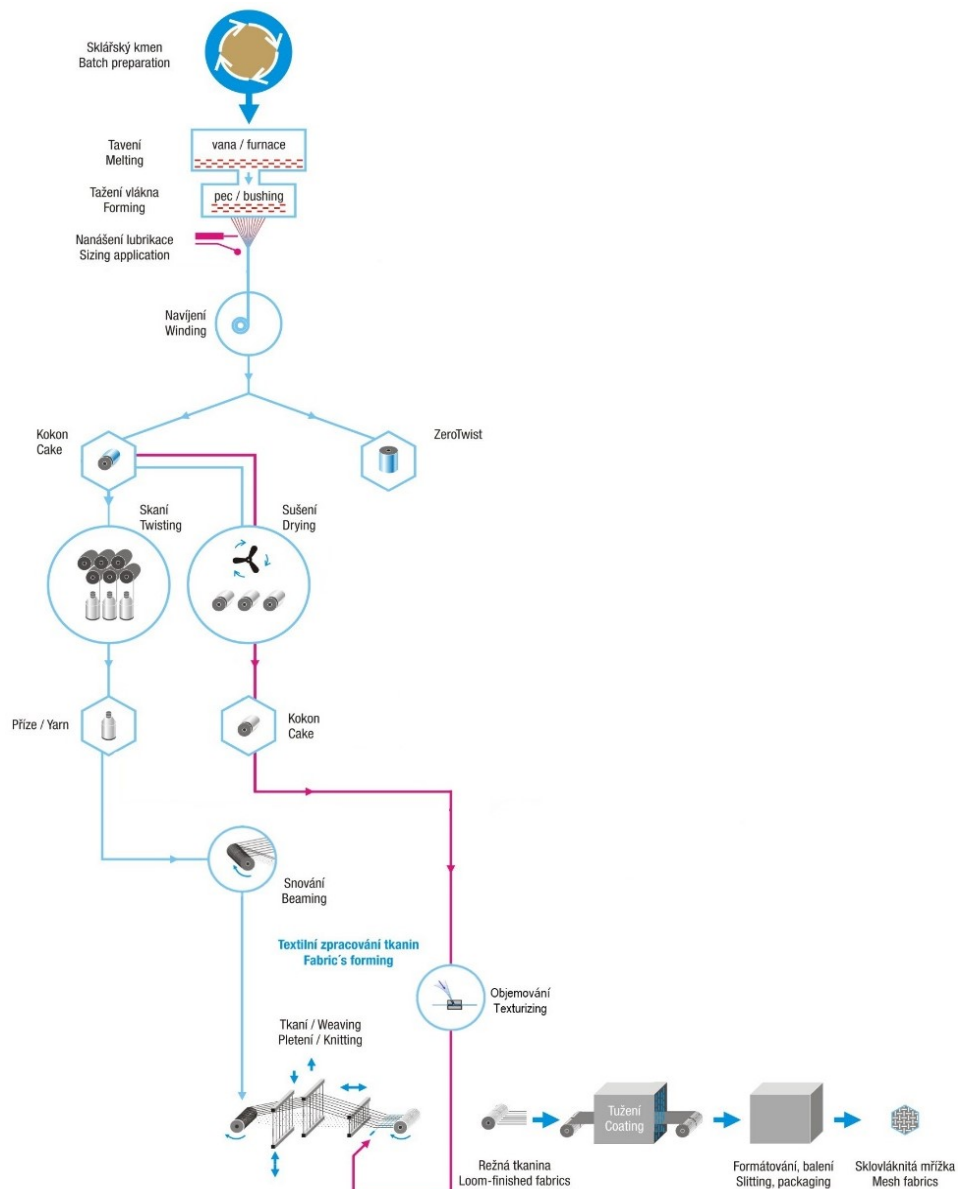


Obrázek 14. Princip automatické navíječky [1].

- 1) Na buben A je navinut dostatek pramene, který je určen na základě předem nastaveného času. Buben B zrychluje na plnou rozběhovou rychlost, zatímco buben A pokračuje v navíjení a mechanismus (odhazovač) před ním tlačí pramen k přednímu okraji bubnu.
- 2) Deska C se pootočí a postavení bubnů A a B se vymění. Stále se navíjí na buben A.
- 3) Buben A zpomaluje za použití brzd. To způsobí, že se mezi těmito dvěma bubny vytváří smyčka L, která se v průběhu zpomalování bubnu A zvětšuje. Unášecí síla vzduchu kolem bubnu B nakonec zajistí, že se pramen úplně navine kolem předního okraje B a pak se odtrhne od vlákna na A. Rozváděcí zařízení se uvádí do chodu podle bubnu B.
- 4) Vlákno se navíjí na buben B, zatímco buben A se zastaví. Obsluha pohodlně sejme plný kokon, umístí na buben novou dutinku a stiskne znovuzapínací tlačítko, které umožní opětovné pootočení bubnů.
- 5) Tažení vlákna normálně pokračuje. Po navinutí kokonu se opakuje znovu proces od bodu 1 [1].

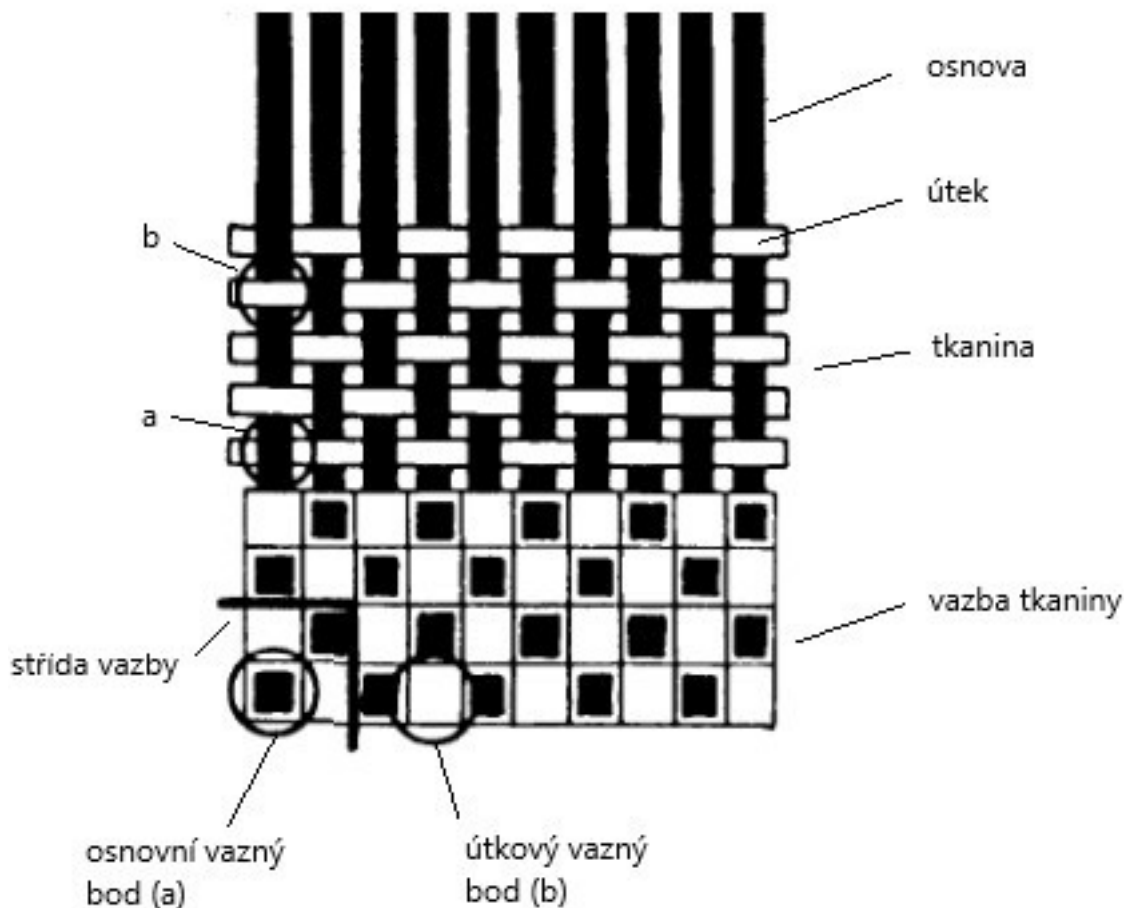
2 VÝROBA POLOTOVARU PRO VÝSLEDNÝ PRODUKT

Výchozím polotovarem pro upravárenskou linku je tzv. rezná tkanina. Aby bylo možné reznou tkaninu vyrobit, musí kokon s navinutými skleněnými prameny projít různými procesy, které se nacházejí na následujícím obrázku (Obr. 15). Tkanina je plošný výrobek, který se skládá ze dvou vzájemně kolmých soustav nití, provázaných požadovanou vazbou tkaniny. Podélná soustava nití se nazývá osnova a příčná útek. Tkaniny se zhotovují na tkacích strojích. Před vlastním tkaním je nutné připravit osnovní a útkový materiál pro požadovaný druh tkaniny ve formě vhodné pro zpracování na tkacím stroji. Na obrázku 15 je postup přípravy osnovy značen modrou linkou a příprava útku barvou červenou. Po všech úkonech nezbytných pro přípravu se může přejít k samotnému tkaní a utkat požadovanou reznou tkaninu.



Obrázek 15. Výroba rezné tkaniny a výsledného produktu [5].

Každé překřížení osnovní nitě s nití útkovou se nazývá vazný bod. Rozlišujeme vazné body osnovní a útkové, podle toho, která z nití těchto dvou soustav je nahoře. Způsob rozložení jednotlivých vazných bodů ve tkanině se nazývá vazba tkaniny. Vazné body jsou vidět na následujícím obrázku (Obr. 16) [5, 6].



Obrázek 16. Popis tkaniny [21].

Vazba tkaniny je určitý způsob provázání soustavy nití mezi sebou. Vazba má vliv na pružnost, pevnost, tuhost, omak i samotnou konstrukci textilie, která vytváří žádaný vzor. Pravidelně se opakující část vazby v celé ploše tkaniny se nazývá střída vazby. Mezi nejznámější vazby patří keprová, atlasová a pro náš polotvar vazba plátnová. Vazba plátnová je nejjednodušší a nejčastěji používaná. Střída této vazby má dva osnovní a dva útkové vazné body. U této vazby jsou osnovní a útkové nitě v maximálním překřížení a vazba vypadá jako šachovnice (Obr. 16) [5, 6, 25].

2.1 Výroba osnovy

Na obrázku 15 je vidět jako první proces při přípravě osnovy, tzv. skaní. Následujícím zpracovatelským procesem je snování.

Skaní

Skáním se vytvoří příze, což je sklovláknitý pramen, kterému byl udělen určitý zákrut. Základní příze se vytvoří skáním samostatného pramene, skaná příze skáním několika pramenů dohromady. Podle směru zakrucování označujeme zákrut jako pravý (Z) a levý (S) (Obr. 17). Počet zákrutů závisí na použité technologii, surovině a na účelu použití příze.

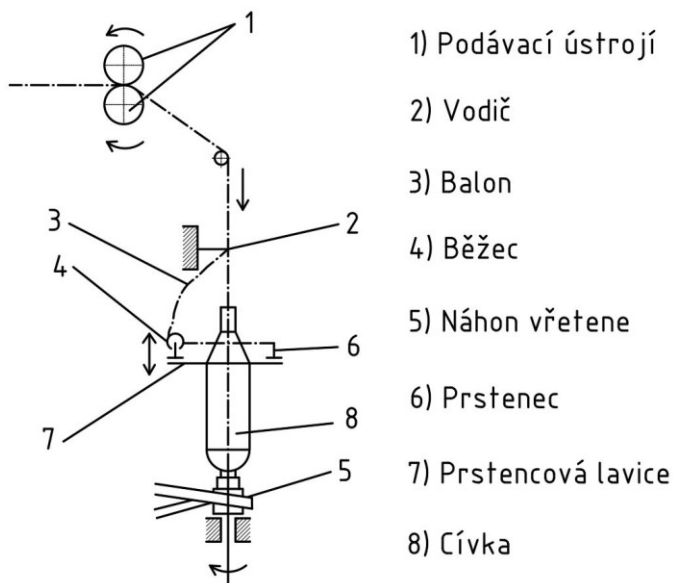


Obrázek 17. Směr zákrutu [21].

Zákrutem se zvyšuje tření mezi vlákny a získá se nit, která je pevnější, hladší a stejnoměrnější než nit jednoduchá [6, 13, 19].

Skaní se provádí tak, že se pramen přivede řízenou rychlostí k lahvové cívce, která je umístěna na vřetenu a otáčí se takovou rychlostí, aby byl pramen na tuto cívku navinut mnohem vyšší rychlostí, než je rychlost přívodní. Aby se zajistilo ovládání ukládání vlákna a těsnost jednotlivých vrstev vlákna na cívce, prochází pramen běžcem, který je umístěn na prstenci. Samotný prsteneček je namontovaný na prstencové lavici, která se pohybuje nahoru a dolů a tím ovládá tvar vrstev příze na lahvové cívce. Schéma prstencového skacího stroje je znázorněno na následujícím obrázku (Obr. 18).

Skací stroje mívají obvykle sto vřeten, proto je důležité rozmyslet si, jakým přístupem se k provozu skacích strojů postavit. U systému „náhodného smekání“ se plné cívky odstraňují tak, jak vznikají, a začínají se nové. V systému celkového smekání začnou všechny cívky pracovat současně, a protože se naplní všechny ve stejný čas, tak se smekají současně. Aby se tato metoda ekonomicky vyplatila, musí mít kokony vláken vysokou kvalitu a stejnou hmotnost, aby po započetí běželo skaní bez problémů. To vyžaduje použití automatických navíječek při procesu tažení vlákna [6, 13].

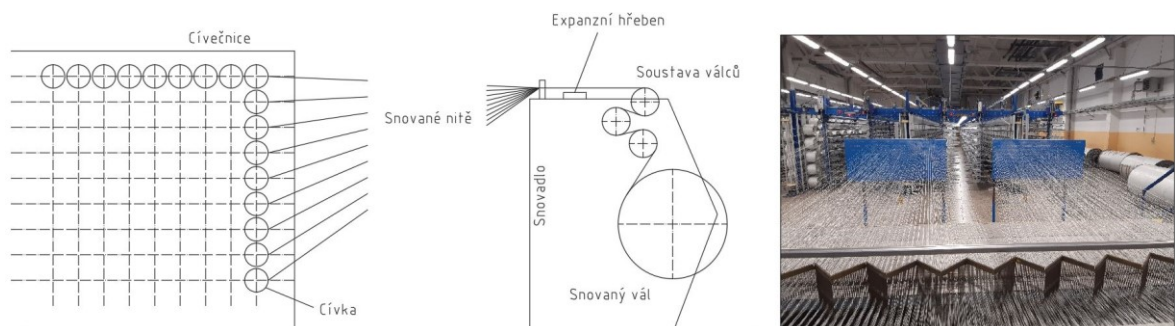


Obrázek 18. Schéma prstencového skacího stroje [6].

Snování

Účelem přípravy osnov je navinout na vál požadovaný počet nití v určité délce, šířce a dostavě, která udává počet nití na jednotku délky ve tkanině, obvykle 10 cm. Při snování jsou cívky uloženy v cívečnici v potřebném počtu. Nitě z cívek procházejí soustavou vodičů přes brzdičky, zarážky, rozpínací hřeben a soustavu válců na snovací vál. Pro odstranění vlivu statické elektřiny jsou na cívečnici ionizační tyče.

Cívečnice je stojan k uložení cívek pro snování. Cívky jsou nasazeny na trnech a nit prochází vodičím očkem k brzdičce. Za brzdičkou prochází nit soustavou vodičů směrem ke snovadlu. Dále nit prochází zarážkou. Cívečnice jsou rozděleny na jednotlivá pole, která jsou otočná, takže v zadní části je možno nasazovat cívky a následně je otočit do pracovní polohy [6, 13, 23].

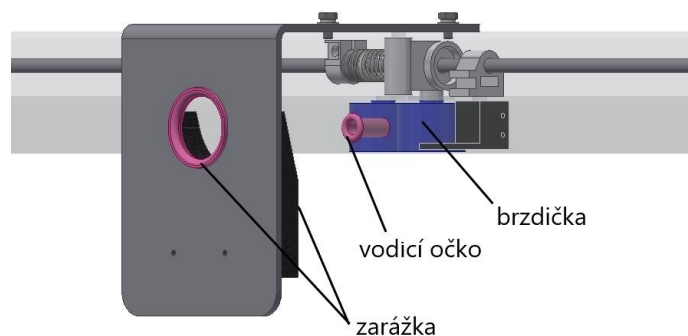


Obrázek 19. Schéma snování a pohled na cívečnici [5].

Piezelektrické zarážky pracují tak, že po spuštění snovacího stroje je kontrolován pohyb nitě v očku zarážky. V případě, že není pohyb nitě zaznamenán, obvykle z důvodu přerhu, zarážka zastaví snování.

Brzdíčky slouží k vyvolání potřebného tahu nitě při snování. Brzdíčka je tvořena dvěma válečky, z nichž jeden má tvrdý povrch a druhý měkký. Válečky jsou k sobě tlačeny pomocí pružiny. Mezi oběma válečky prochází nit, jejíž napětí je regulováno právě vzájemným tlakem obou válečků. Každá brzdíčka je nastavitelná předpětím pružiny. Všechny brzdíčky jsou seřiditelné centrálním mechanismem. Při zastavení stroje se tah brzdíček uvolní.

O správné navinutí osnovy se stará snovadlo. Expanzní (rozpínací) hřeben umožňuje nastavit správnou šířku osnovy. Soustava válců vyvolává potřebný tah osnovy při navíjení, čímž je dosahována potřebná tvrdost návínů. V průběhu chodu stroje dochází ke stranovému pohybu snovaného válu nebo rozpínacího hřebenu z důvodu rovnoměrnosti v krajích osnovy [5,7].



Obrázek 20. Části cívečnice [5].

2.2 Výroba útku

Při výrobě útku se musí vyrobený kokon nejdříve usušit a následně objemovat.

Sušení

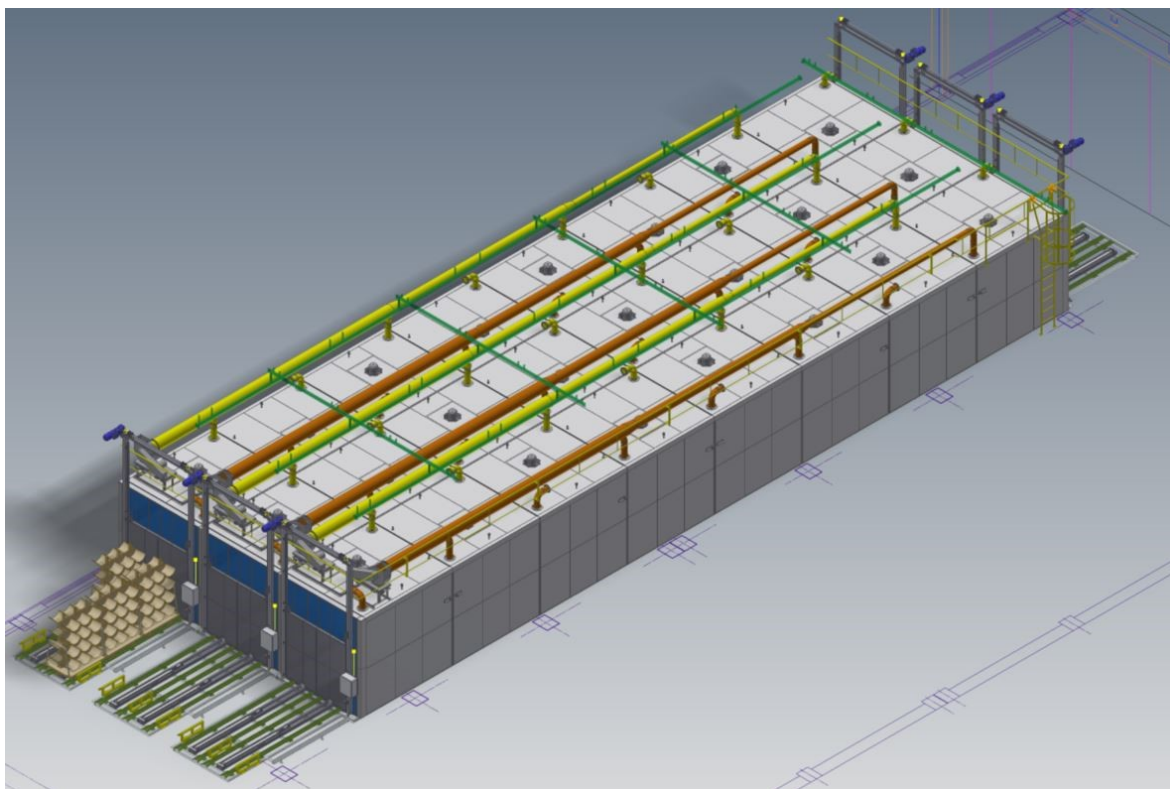
Kokony skelného vlákna jsou sušeny pro odstranění veškeré vody získané při tvorbě skelného vlákna a pro fixaci lubrikace, která dodává vláknu parametry potřebné pro další zpracování. Konečné hmotnostní procento vody je cca 0,1.

Pro tento účel jsou použity kontinuální horkovzdušné nebo parní tunelové sušky. Kokony jsou do nich směřovány ihned po vyrobení. Rychlost sušení závisí na teplotě, cirkulaci horkého vzduchu uvnitř sušky, hmotnosti návínů, charakteru vlákna a lubrikaci. Kokony jsou pomalu ohřívány a jednotlivé složky lubrikace postupně reagují tak, že dochází plynule jak k úniku vody, tak i k filmotvornému procesu [1].

Průběžné horkovzdušné a parní tunelové sušárny pro sušení kokonů skelného vlákna jsou rozděleny do několika sekcí, které jsou individuálně seřiditelné. V těchto sekcích jsou vozíky s náviny vystaveny střídavému proudění horkého vzduchu z pravé a levé strany. V horkovzdušné i parní sušárně je teplota přizpůsobena typu materiálu v rozpětí 90 – 160 °C s dobou sušení od 7 do 20 hodin [5, 8].

Na následujícím obrázku (Obr. 21) je sušárna, která je rozdělena do tří tunelů po třech drahách, z nichž každá dráha je opatřena kolejnicemi a posuvným zařízením, provádějícím posuv vozíků sušárnou. Tunely jsou navzájem rozděleny stěnou, takže lze sušit v každém tunelu při jiné teplotě. Každý tunel je uzavřen vytahovacími vraty na vstupu i na výstupu. Vrata jsou zvedána do horní polohy elektrickým servomotorem. Před tunelem je umístěno zařízení pro zavážení vozíků s kokony do tunelu. Za tunelem je situováno zařízení na vytahování vozíků z tunelu. Před vstupními vraty musí být obsluhou připraven vozík na vysušení dříve, než nastane nový cyklus zavážení.

Vysušené vlákno musí mít charakteristickou barvu pro příslušný druh lubrikace. Soudržnost (tvrdość) materiálu je dána použitou lubrikací [5].



Obrázek 21. Sušárna se třemi tunely [5].

Objemování

Základem objemování je rozvolnění příze na jednotlivá elementární vlákna a jejich tvarování do smyček pomocí stlačeného vzduchu. K tomuto účelu se používají trysky různých konstrukcí, jimiž se za pomoci tlakového vzduchu příze objemuje nebo tvaruje. Vzdušným vírem se příze rozvolní na jednotlivá vlákna, která se navolí, a tím se zvětší objem příze nebo se vytvoří nopkovitý efekt. Z tohoto důvodu je rychlost odváděné příze menší než rychlost podávané příze o rozdíl ve zkrácení. Zkrácení (zobjemování) je závislé na poměru podávání, mikronáži použité příze a na druhu lubrikace této příze. Na provozu objemování se používá dvoupodlažní uspořádání, při kterém jsou cívečnice umístěny v horním patře a objemovací stroje v patře spodním [5, 13].

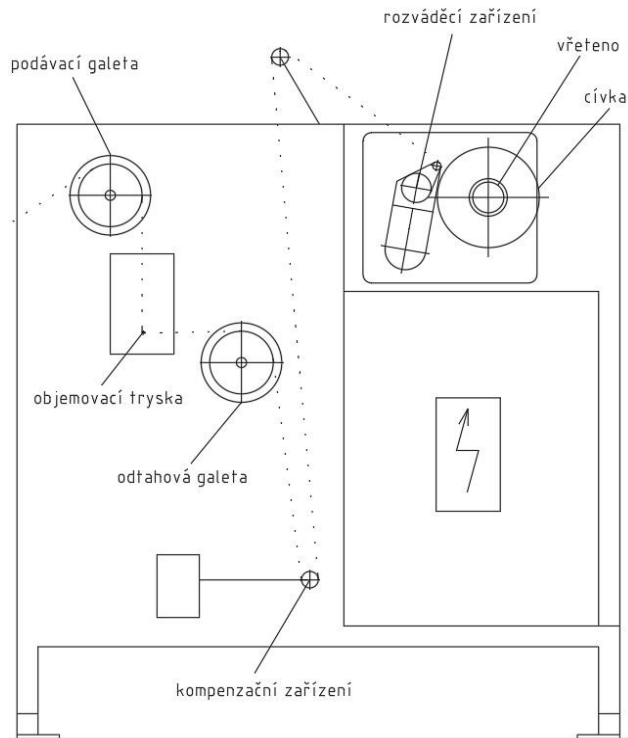
Cívečnice jsou uspořádány pro uložení jednoho až čtyř kusů předloh (kokonů). Pramen z předlohy umístěné v cívečnici je veden do oka bezdotykové elektrické zářky přerhu, která je umístěna na konstrukci cívečnice. V cívečnicích je možné využít vážního zařízení, které lze nastavit na požadovanou zbytkovou hmotnost kokonu.

Objemovací stroj se skládá z několika funkčních celků, které zajišťují činnost stroje a požadovanou výrobu vlákna. Na následujícím obrázku (Obr. 22) je vidět schéma takového stroje. Objemovací stroj je vybaven podávací a odtahovou galetou. Pohon podávací galety je zajišťován pomocí ozubeného řemene přes výměnná kola. Předstih podávací galety oproti galetě odtahové je nastavitelný a určuje vzhled a charakter zobjemované příze. Výměnná kola lze kombinovat pro dosažení požadovaného procentního poměru podávání vlákna [5, 13].

Objemovací trysky jsou umístěné v uzavíratelné skřínce, která podstatně snižuje intenzitu hluku. Do této skříňky je vlákno přiváděno vstupním očkem. Tryska je uložena v domečku, který se nasazuje na přívod vzduchu pomocí rychlospojky. Pod tryskou je umístěna vodící tyčka, přes kterou je vlákno vedeno do odváděcího oka. Ve skřínce je mírný přetlak, který zajišťuje odvádění prachu do kolena ve spodní části skříňky. Na jeho vyústění lze připevnit filtrační sáček pro sběr prachových částic.

Kompenzačním ramínkem se řídí otáčky vřetene. Potřebné napětí při navíjení se nastavuje pomocí pneumatického válce a je udržováno konstantní v průběhu návínů celé cívky. Pohyb kompenzačního ramínka je snímán elektronickým čidlem a přes řídicí elektroniku je následně prováděno řízení otáček motoru.

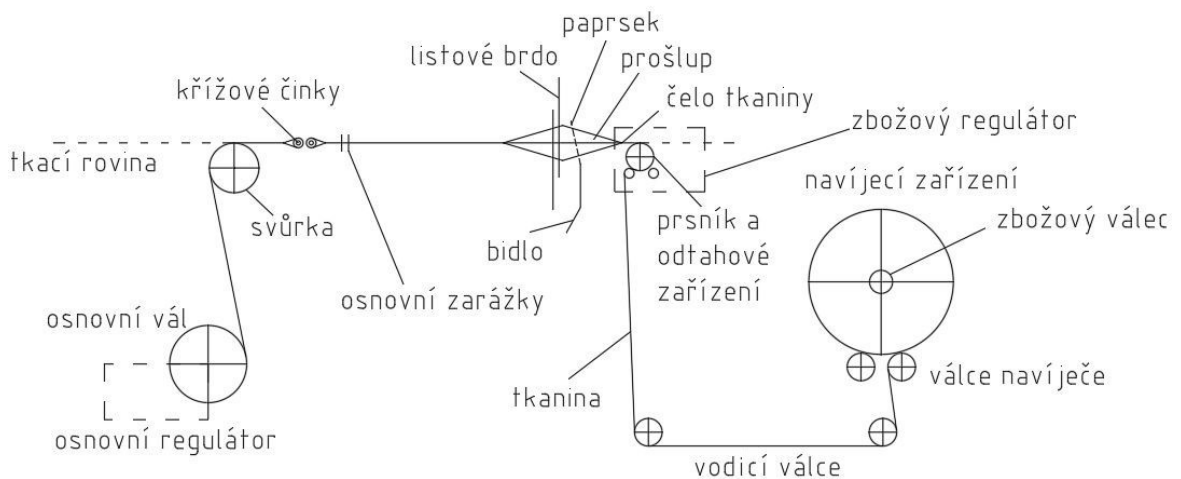
Rozvádění vlákna je prováděno vodičem (očkem) vlákna, který dostává pohyb od vratné závitové hřídele. Součástí rozváděcího zařízení je přítlačný váleček, který musí přiléhat k dutince stejnoměrně po celé délce [5, 7].



Obrázek 22. Objemovací stroj [5].

2.3 Tkaní

Po přípravě osnovy a útku následuje proces tkaní, kterým se utká výsledná rezná tkanina. Principem tkaní je provazování dvou navzájem kolmých nití (osnova, útek). Osnova je navinuta na osnovním válu, ze kterého jsou nitě odvíjené pomocí osnovního regulátoru a prochází přes svůrku, křížové činky a osnovní zarážky do listů brda. Zde jsou nitě navedeny do nitěnek. Zvedáním listů podle určitého pořádku vznikne prošlup, do něhož je zanesen útek. Útek může být zanesen jehlou nebo tryskou. Útek je přiřazen k předešlému paprskem. Vzniklá tkanina prochází přes prsník, přítlačné válečky, tažný válec a soustavu vodičích válečků k navijecímu zařízení. Schéma tkacího stroje je zobrazeno na následujícím obrázku (Obr. 23) [5, 7, 14].



Obrázek 23. Schéma tkacího stroje [5].

Osnovní vál (osnovní vratidlo) je válcové těleso, na němž je rovnoběžně navinuta osnova. Skládá se z tlustostěnné trubky (střední válcová část) a okrajových kotoučů (čela válu). Okraje trubky jsou uzpůsobeny k uchycení v tkacím stroji. Na trubce jsou otvory pro uchycení osnovy.

Osnovní svůrka přivádí osnovu z osnovního válu do tkací roviny, svou polohou a pohybem ovlivňuje napětí osnovy a kontroluje napětí osnovy pro osnovní regulátor. Pohyb svůrky bývá kompenzován tlumičem nebo pružinou.

Křížové činky oddělují od sebe nitě v poměru 1:1 a udržují jejich správné pořadí. Jsou to hlazené tyče uchycené v držáku a umístěné mezi osnovním válem a brdem [5, 7, 22, 24].

Osnovní zarážky zastaví při přetrhu osnovní nitě tkací stroj. Lamely z tenkého plechu jsou horním výřezem navlečeny na liště tvořené dvěma odizolovanými kontakty. Spodním výřezem lamely vede osnovní nit, která lamelu drží nad lištou. Při přetrhu nitě lamela spadne na lištu a spojí kontakty, čímž vypne stroj. Další funkcí lamely je individuální vyrovnávání osnovních nití vahou lamely.

Listovým brdem se nazývá soustava tkacích listů. List tvoří rám, v němž jsou na nosných drátech navedeny nitěnky. Do oček nitěnek jsou navedeny osnovní nitě. Zvednutím listu nad tkací rovinu dojde ke zvednutí nití, čímž dojde k vytvoření prošlupu.

Paprsek vede osnovní nitě (udržuje jejich pořadí) a přiřazuje útek ke tkanině. U pneumatických tkacích strojů svým profilem usměřňuje proud vzduchu při prohozu. Paprsek je tvořen třtinami upevněnými ve vazbě. Prostor mezi dvěma třtinami se nazývá zub, počet zubů na 10 cm udává číslo paprsku. Paprsek je součástí bidla, které je pohyblivým mechanismem. Svým pohybem zajišťuje vykonání funkcí, které jsou uvedeny u paprsku [5, 6, 7, 24].

Prsník je nosník, který zpevňuje rámový stojan a spojuje postranice stavu. Je zakončen válečkem, který převádí tkaninu z tkací roviny k odtahovému mechanismu. Odtahové zařízení je složeno z tažného válce a přítlačných válečků. Tažný válec je hnán od zbožového regulátoru a svou rychlostí určuje dostavu útku. Přítlačné válečky zajišťují přilnutí tkaniny k tažnému válci.

Vodicí válečky jsou válečky různých průměrů, jejichž úkolem je převod tkaniny mezi jednotlivými mechanismy tkacího stroje.

Prošlupní zařízení zajišťuje první fázi pracovního cyklu tkaní. Pomocí zvedání a stahování listů (pohyb nitěnek) rozevívá osnovu a vytváří tak klínovitý prostor zvaný prošlup, který je nutný pro průchod útku napříč osnovou. Pořadí zvedání listů je dáno vazbou tkaniny. Existují dva typy prošlupních zařízení, a to vačková prošlupní zařízení a listové stroje [5, 6, 7].

Osnovní regulátor je aktivní popouštěcí zařízení, které povoluje osnovu nuceným otáčením válu. Používá se regulátor mechanický nebo elektronický. Regulátory jsou řízeny napětím osnovy, která je snímána svůrkou.

Paprsek přiráží útek vždy do stejné krajní polohy. Protože tkanina neustále přibývá, musí být odtahována tažným válcem, který je hnán zbožovým regulátorem. Zbožový regulátor zajišťuje plynulý odtah zboží podle požadované dostavy. Je tvořen mechanicky, dvojicí ozubených kol a čtveřicí výměnných kol, jejichž poměry určují dostavu, nebo elektronicky, kde rychlost odtahování tkaniny zajišťuje řídicí systém tkacího stroje.

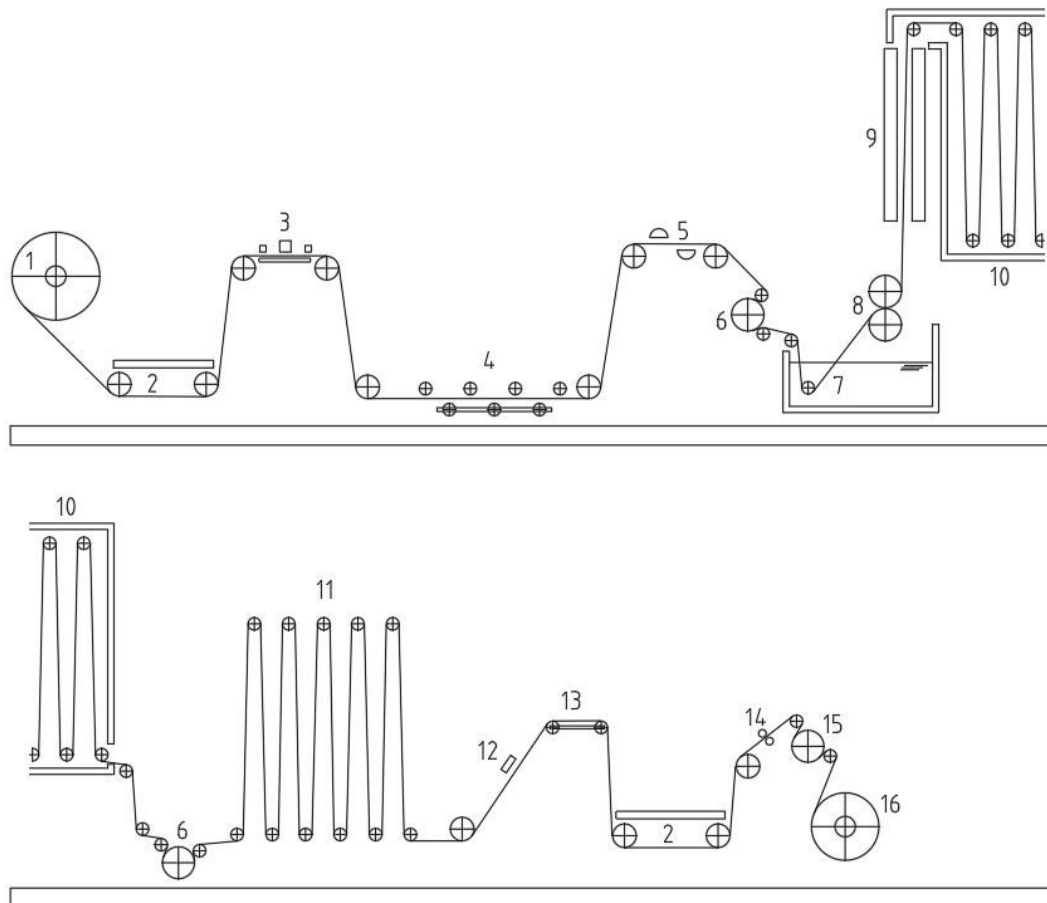
Navíjecí zařízení slouží k navinutí tkaniny na zbožový váleček. Může být přímo součástí tkacího stroje anebo může být umístěn i mimo stroj, před nebo za ním. Tvar zbožového válečku záleží na tkacím stroji, i na dalším zpracování tkaniny. Obvykle se jedná o kovovou trubici, na niž je tkanina navijena [5, 6, 7].



Obrázek 24. Tkalcovský stav [5].

3 OBECNÝ NÁVRH KONSTRUKCE UPRAVÁRENSKÉ LINKY

Při úpravě tkaniny se na tkaninu působí chemickými nebo tepelnými vlivy za definovaných podmínek za účelem získání optimálních vlastností. Při nanášení chemického prostředku se tkanina odvíjí z role uložené na odvíjecí stoličce. Tkanina prochází přes části linky, které ji vedou k nanášecímu zařízení. Zde je tkanina prosycena apretací v potřebném množství. Dále je tkanina usušena, oříznuta na požadovanou šíři a navinuta do role. Tkaninu lze po úpravě zabalit jako finální výrobek nebo ji lze dále převíjet nebo formátovat. Linka pro úpravu sklovláknitých tkanin je složena z jednotlivých zařízení. Podle účelu může linka obsahovat všechny, nebo jen některé části. Obecné schéma upravárenské linky je znázorněno na následujícím obrázku (Obr. 25) [5].



- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| 1) odvíjení rezné tkaniny | 9) infrazóna |
| 2) vodicí válečky | 10) sušící komora |
| 3) spojovací zařízení (slepování) | 11) výstupní zásobník |
| 4) vstupní zásobník | 12) snímač okraje tkaniny |
| 5) odsávací zařízení | 13) vyrovnávací zařízení |
| 6) tažný válec | 14) ořez tkaniny |
| 7) vana s apretací | 15) tažné válce navíječe |

Obrázek 25. Obecné schéma upravárenské linky [5].

3.1 Zásady návrhu linky

Před samotným návrhem linky musí být určeno, jaký typ tkaniny bude výchozím polotovarem (režná, natužená atd.) a jaký se očekává výsledný produkt. Při návrhu konstrukce linky je velice důležité zjistit, jestli linka bude v kontinuálním provozu, anebo bude zastavována při výměně odvíjeného, nebo navíjeného nábalu, což není z technologického hlediska příliš vhodné. U odvíjecího je nutné řešit, na čem je navinut výchozí polotvar. Tkanina může být navinuta na válečku, do něhož se vsunuje odvíjecí trn. Trn s tkaninou je uložen v čelistech nebo na ložiskách odvíjecí stolice. Tkanina může být také navinuta přímo na válečku, který se ukládá do odvíjecí stolice linky. Dalším bodem je nanášení apretace, která dodává tkanině potřebné fyzikálně-mechanické vlastnosti. Nanášení může být provedeno vanou a fulárovými válci. Druhým způsobem je nanášení pomocí síťových šablon (systém STS). Musí se také vyřešit způsob sušení. Může se sušit kontaktně i bezkontaktně. Dále je také důležitá délka sušení. Je možné sušit rychle za vysokých teplot, anebo pomalu za nižších teplot. Vše se odvíjí od typu výsledného produktu. Od šířky výsledného produktu se odvíjí typ řezání. Může se řezat na dva pásy s ořezem krajů, anebo na tři pásy bez ořezu krajů atd. podle požadavků zákazníka [5].

3.2 Zásady návrhu haly

Po zhodnocení všech technologických požadavků bude zjištěna přibližná délka a výška linky. Tyto parametry jsou důležité pro stavbu haly, kde bude linka stát. V hale se musí počítat s určitými technologiemi jako např. rozvod plynu, vzduchotechniky, páry a stlačeného vzduchu. Musí se také počítat s odtahem vzdušiny ze sušárny přes pračky vzduchu. Velice důležitým článkem haly je mostový jeřáb. Obvykle bývá hala navrhována jako skeletový konstrukční systém s ocelovými příhradovými vazníky a betonovými sloupy. Střecha bývá tvořena skládaným pláštěm z trapézového plechu, minerální vaty a hydroizolace. Základové konstrukce jsou tvořeny železobetonovými hlavicemi s vrtnými piloty. V hale se musí také počítat se zdvojenou podlahou kvůli vysokému zatížení od navrhované technologie linky [5].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

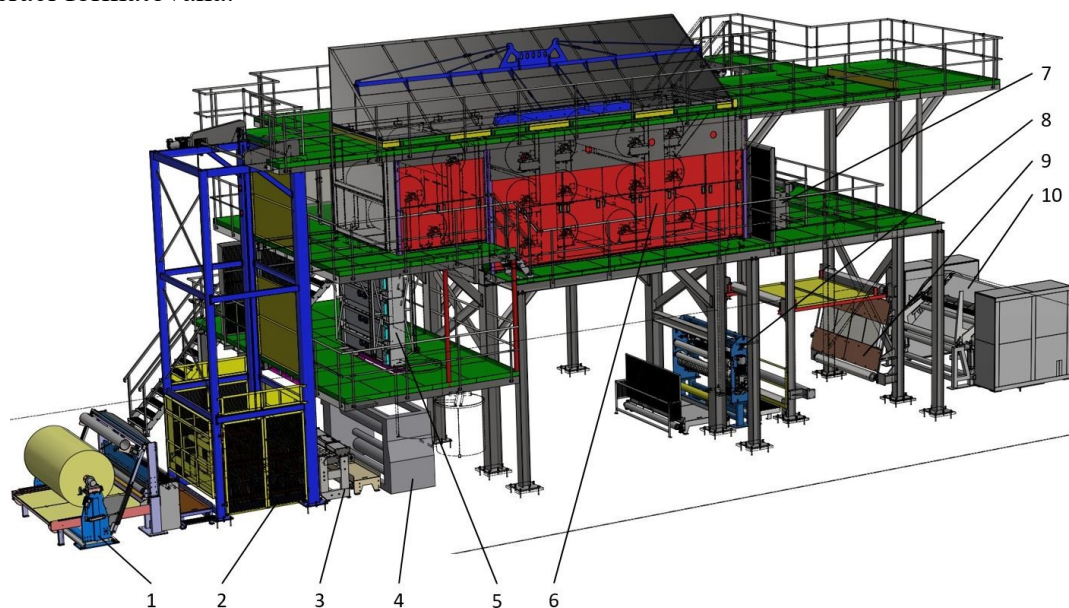
4 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je navrhnout upravárenskou linku na sklovláknitý materiál. Linka se skládá z několika technologických částí, které jsou vzájemně pospojovány tak, aby tvořily samostatný funkční celek. Technologie musí splňovat určitou šířku i výšku z důvodu velikosti haly. Pro splnění funkčnosti linky musí být tkanina protažena všemi částmi linky v maximální rychlosti 40 m/min. Jako výchozí materiál je použita rezná tkanina. Požadovaným finálním produktem je sklovláknitá tapeta, která je dekorativní, jemná na dotek a také odolná s maximální šířkou 2200 mm.

Dalším cílem je ekonomické zhodnocení linky, propočítání veškerých financí na stavbu linky a haly a určení, kolik stojí výrobně m² tapety a jaká bude návratnost této investice.

5 NÁVRH KONSTRUKCE LINKY A VOLBA JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTŮ

Linka (Obr. 26) je určena k úpravám sklovláknitých tapet v šířce do 2200 mm. Výchozím polotovarem vkládaným do odvíjecího zařízení je rezná tkanina. Linka pracuje v kontinuálním provozu. Pro nanášení se používá systém nanášecích síťových šablon (tzv. STS), prostřednictvím kterých je nanášena na tkaninu v předepsaném nánosu a pretace o předepsané viskozitě. Pro zasušení se používá infrazóna a bubnová sušárna. Navádění ořezu je prováděno pomocí snímacích kamer. Hotová tkanina je navíjena do velkonábalů a v další operaci formátována.

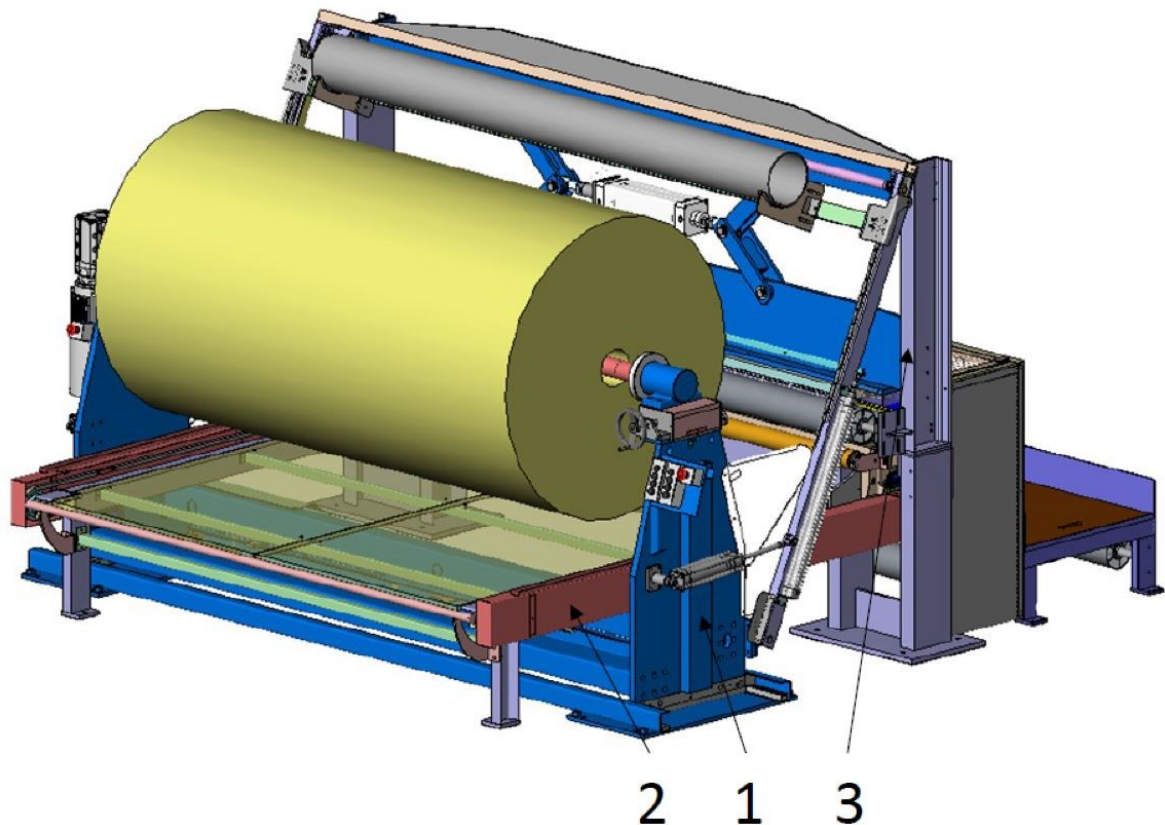


Obrázek 26. Návrh úpravárenské linky.

- 1 – Odvíjecí a lepicí zařízení
- 2 – Zásobník tkaniny
- 3 – Odsávací zařízení
- 4 – Nanášecí zařízení
- 5 – Infrazóna
- 6 – Sušicí komora
- 7 – Vyrovnávací zařízení
- 8 – Ořezové zařízení
- 9 – Klasifikační deska
- 10 – Navíjecí zařízení

5.1 Odvíjecí a lepicí zařízení

Tento stroj skloubí dohromady tři technologické operace. Jsou jimi odvíjení, lepení a hlídání geometrie tkaniny.

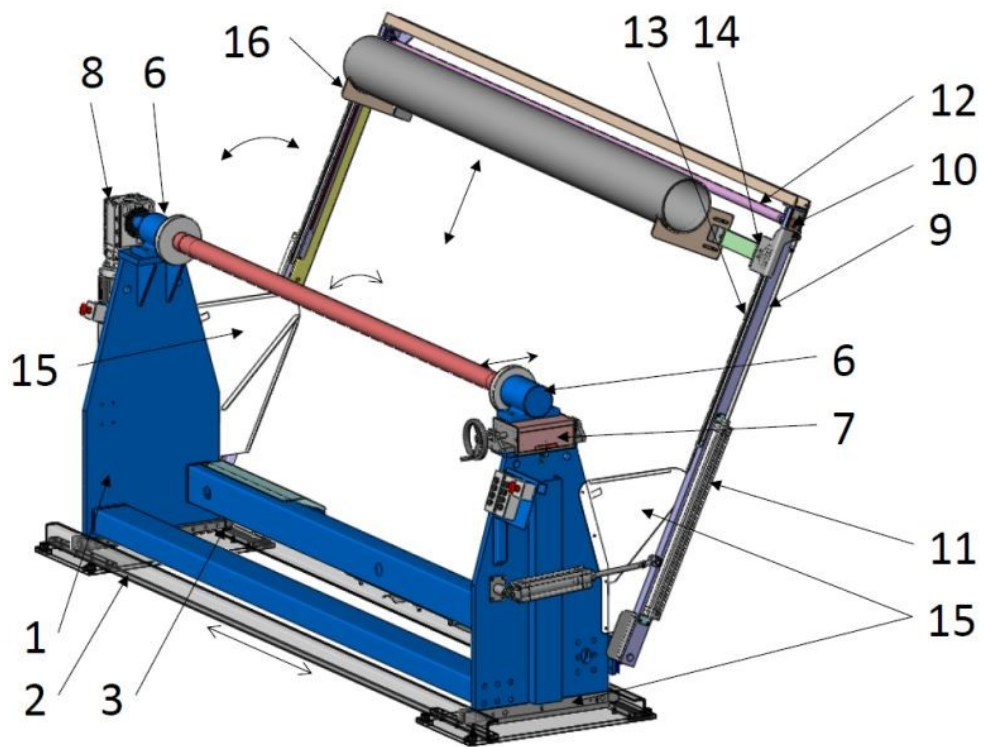


Obrázek 27. Návrh odvíjecího + lepicího zařízení.

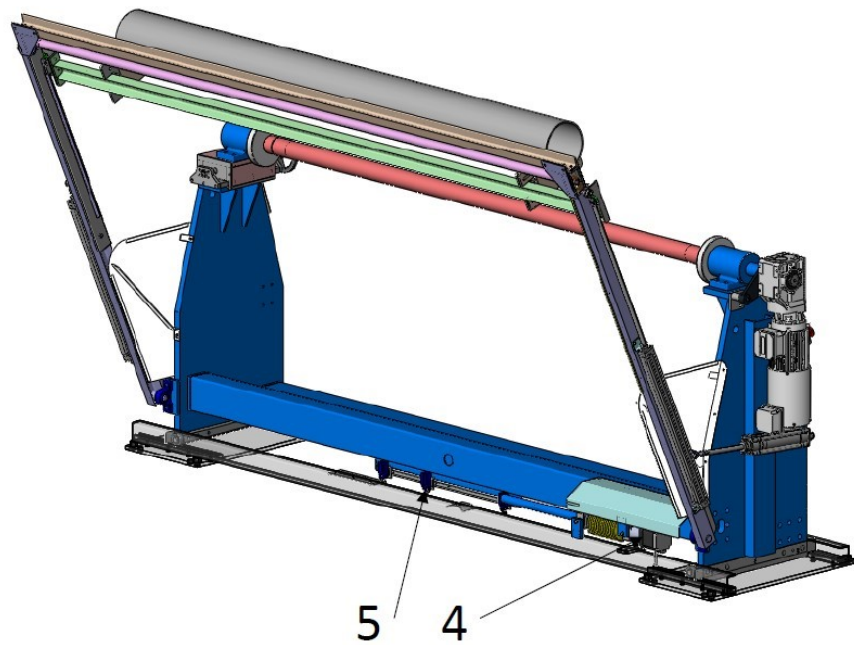
- 1 – odvíjecí zařízení
- 2 – spodní část lepicího zařízení (dopravník)
- 3 – horní část lepicího zařízení

5.1.1 Odvíjecí zařízení

Navržené odvíjecí zařízení (Obr. 28) pracuje na principu, kdy rezná tkanina je navinuta na ocelové trubce, do které se vsunuje trn s rozpínacími hlavicemi. Tato hřídel je zakončena čtyřhranem. Tento čtyřhran zapadá do výřezu upínacích zámků. Odvíjení je řízeno na základě měřeného napětí tkaniny a nastavené hodnoty. Systém dorovná tah tkaniny na požadovanou hodnotu. Hodnota tahu musí zajistit rovnoměrné odvíjení, ovšem nesmí dojít k protočení kusu. Zvýšení tahu je vhodné v případě, že se projeví nerovnoměrnost v geometrii tkaniny, např. ohnuté kraje tkaniny (Obr. 29). Zvýšením tahu lze tuto nerovnoměrnost do jisté míry kompenzovat.



elektrický pohyb ↔
 pneumatický pohyb ↔
 ruční pohyb ↔



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Rám | 9. Kynné rameno |
| 2. Spodní rám | 10. Řetězový pohon zvedání |
| 3. Pojezdové kladky | 11. Pístnice pohonu zvedání |
| 4. Pohon stranového vyrovnávání | 12. Synchronyč pohonu zvedání |
| 5. Koncová bezpečnostní čidla | 13. Lineární vedení |
| 6. Upínací hlavy | 14. Vozíky lineárního vedení |
| 7. Vyrovnávání upínací hlavy | 15. Kryty |
| 8. Motor pohonu hlavy s převodovkou | 16. Držáky trubky nebo rozpínací hřídele |

Obrázek 28. Návrh odvíječícího zařízení.



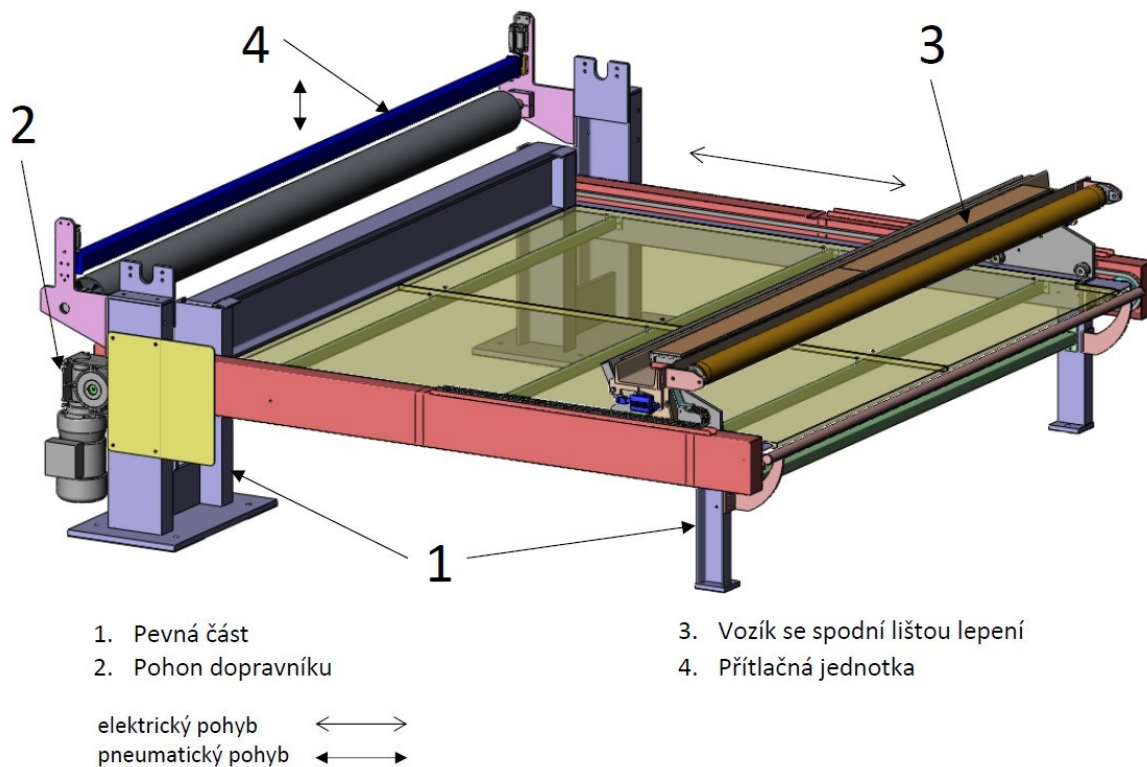
Obrázek 29. Ohnuté kraje tkaniny.

Odvíjecí stolice umožňuje také pohyb ve směru pohybu tkaniny, čímž lze uvolnit či utáhnout pouze jednu stranu tkaniny. Zde je však třeba dát pozor, aby nedošlo k protočení jedné strany návínu a tím k poškození tkaniny.

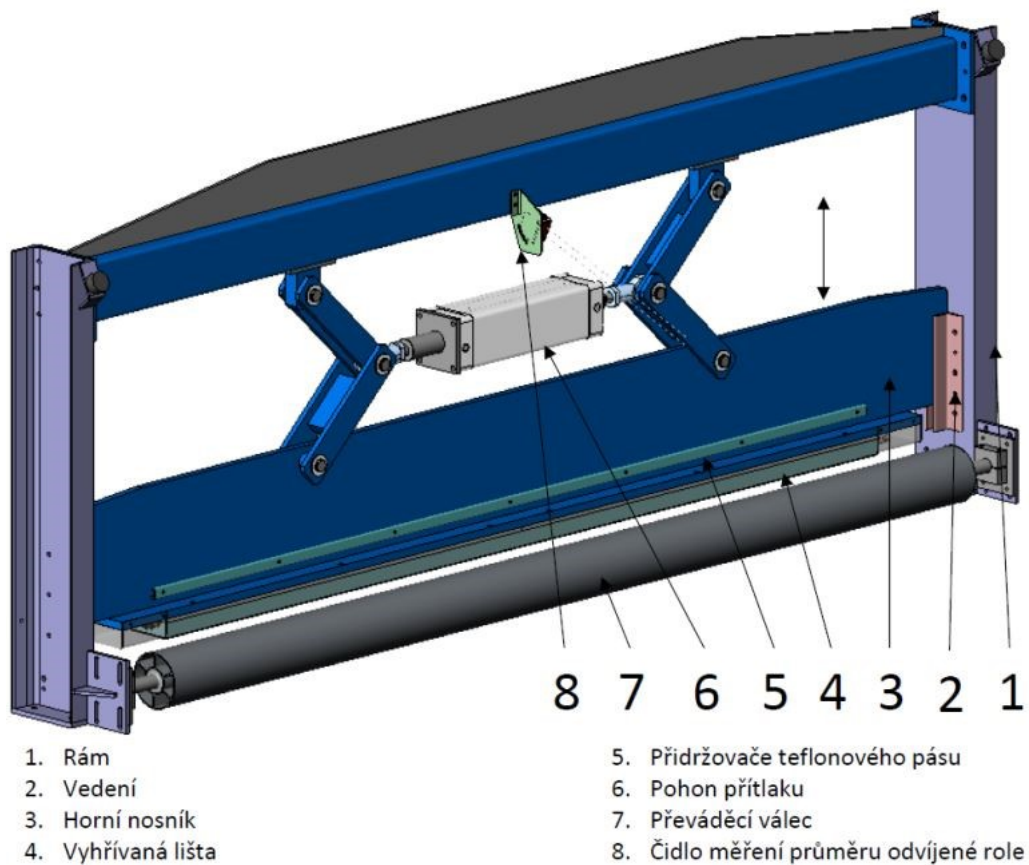
Odvíjecí stolice zvládá také pohyb stranový, kterým je možno kontrolovat geometrii tkaniny. Geometrie tkaniny je důležitým faktorem, protože geometrické vady (zešikmení) jsou jednou z nejčastějších vad tkanin.

5.1.2 Lepicí zařízení

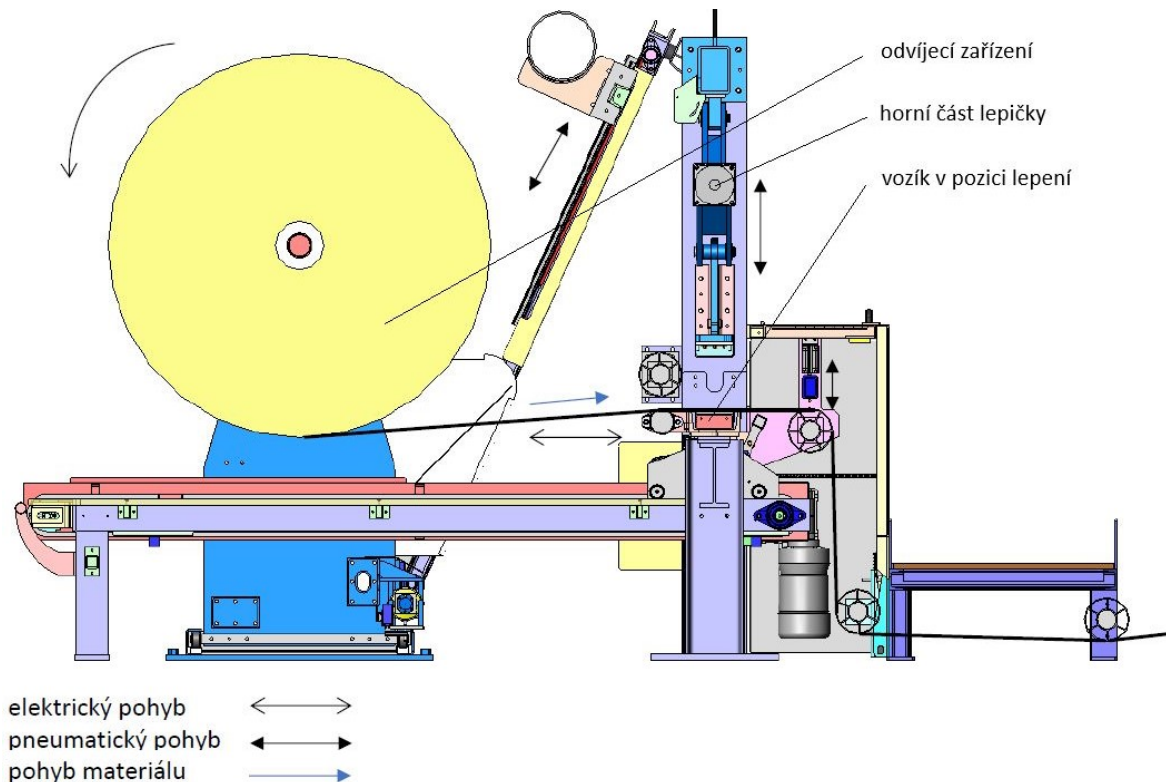
Navržené lepicí zařízení (Obr. 30, 31) slouží ke spojení starého a nového kusu odvíjené režné tkaniny. Zařízení je možné rozdělit na dvě části, a to spodní a horní. Spodní část (dopravník) se skládá z vozíku se spodní vyhřívanou lištou a přítlačnou jednotkou. Přítlačná jednotka slouží k zachycení starého odvíjeného kusu. Do vysunutého vozíku se přichytne začátek nové role pomocí přítlačné jednotky vozíku a poté se s ním zajede do lepicí pozice. Vysunutá poloha vozíku je zobrazena na obrázku 30. Horní část lepicího zařízení se skládá z nosníku, který je pohyblivý ve svislém směru. K nosníku je připevněna vyhřívaná lišta. Pomocí vyhřívaných lišt na horním i spodním díle (vozíku) se slepí starý odvíjený návín s novým náblem. Horní část lepicího zařízení se nachází na obrázku 31. Průchod celým zařízením je znázorněn na obrázku 31.



Obrázek 29. Návrh dopravníku – vysunutý vozík (pro upevnění začátku nového návinu).



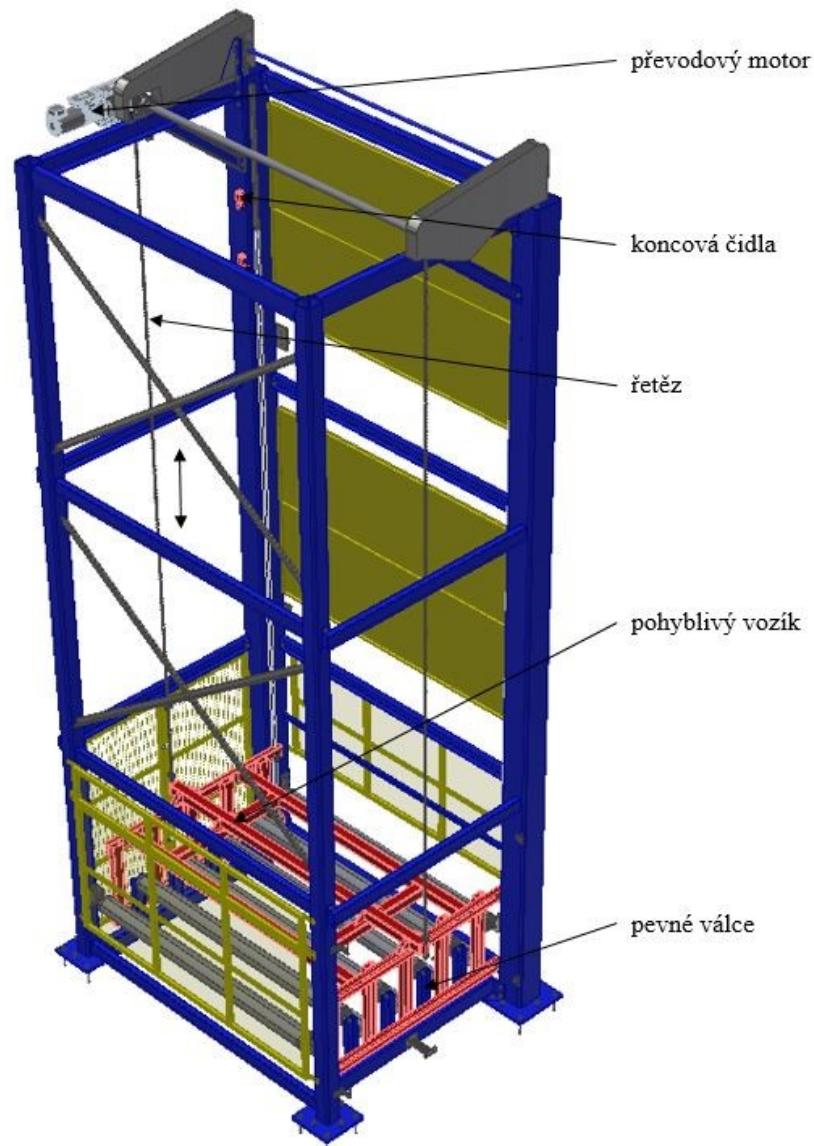
Obrázek 30. Navrh horní části lepicího zařízení.



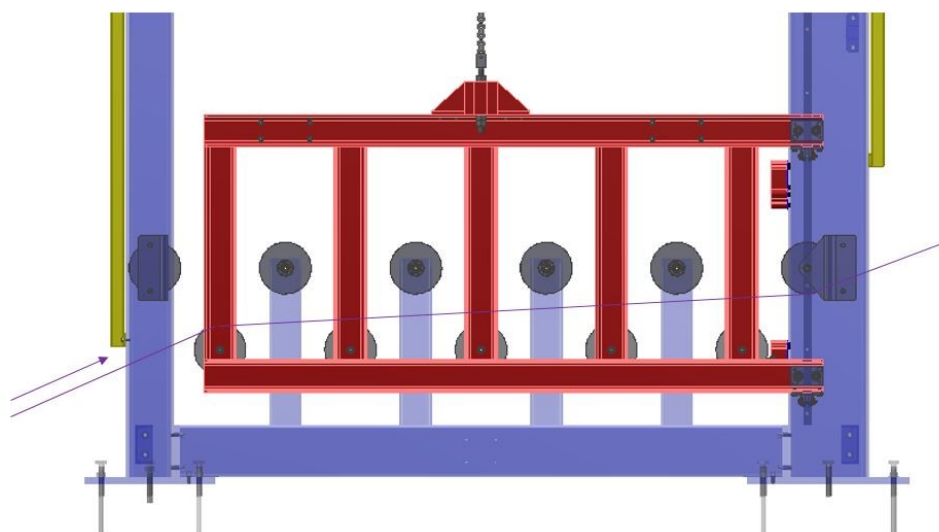
Obrázek 31. Průchod celým strojem.

5.2 Zásobník tkaniny

Navržený zásobník tkaniny (Obr. 33) má za úkol dodávat lince tkaninu v době, kdy není zajištěno její odvíjení z rezného kusu, tj. při výměně rezných velkonábalů. Zásobník je tvořen svařenou kostrou z ocelových profilů. Kostra je dále vybavena pletivovými panely v místě rizika kontaktu s obsluhou a dveřmi pro servis a údržbu. Hlavní část zásobníku je tvořena dvěma soustavami válců. V klidové poloze zásobníku je horní soustava válců pevná a dolní soustava je pohyblivá ve svislém směru. Pohyb zajišťuje převodový motor a řetěz. Tkanina prochází mezi oběma soustavami, aniž by s nimi byla v kontaktu, a je pouze vedena vodicím válečkem na začátku a na konci zásobníku. V případě sepnutí plnění zásobníku se spodní soustava začne pohybovat směrem vzhůru tak, že projde mezi válci pevné soustavy, zachytí tkaninu a začne ji zvedat směrem vzhůru. Odvíjení tkaniny z rezného kusu se zrychlí, protože se sečtou rychlosti tužení a pohybu zásobníku. Průchod rezné tkaniny zásobníkem (Obr. 34) může způsobit potahání tkaniny, hlavně u lehkých plátňových vazeb. Z tohoto důvodu se vytahuje zásobník pouze na co nejmenší výšku tak, aby se stihl nalepit a připravit nový rezný kus.



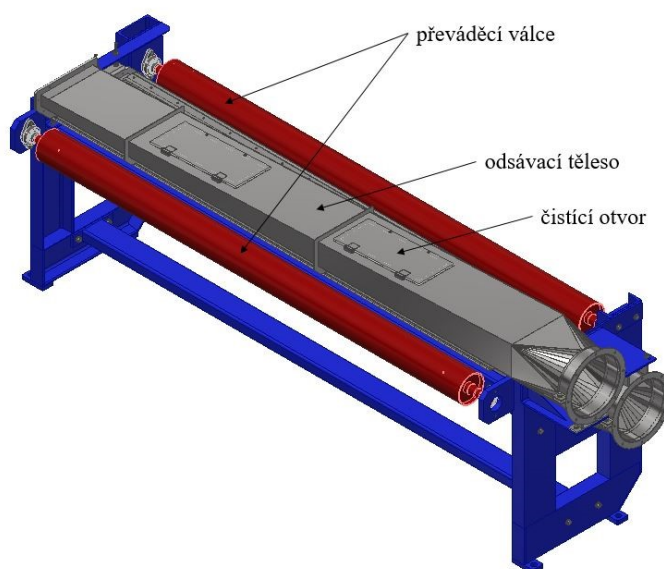
Obrázek 32. Návrh zásobníku tkaniny.



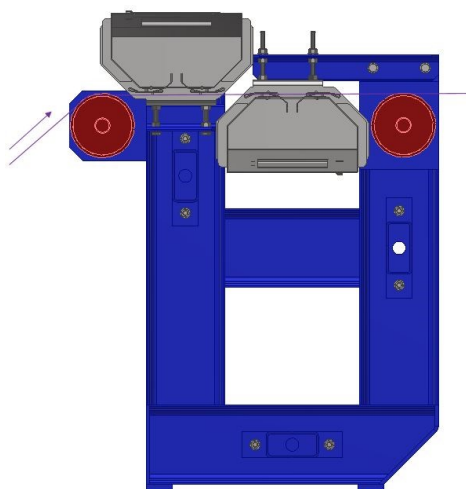
Obrázek 33. Průchod tkaniny zásobníkem.

5.3 Odsávací zařízení

Navržené odsávače nečistot (Obr. 35, 36) jsou umístěny za zásobníkem. Skládají se z horní a dolní části. Těleso odsávače má štěrbinu, která je umístěna těsně nad tkaninou, a pomocí ventilátoru jsou z povrchu tkaniny odsávány nečistoty a potrubím jsou transportovány do nádoby vedle linky. Odtah je možno seřídit škrticími klapkami, které omezují průchod vzduchu. Toho se využívá při seřízení podle druhu tkaniny. Lehčí typy mají odsávání menším proudem, aby se nepoškozovala tkanina (u těžších tkanin je možno výkon zvýšit). Okraj štěrbiny je možno zaslepit podle šířky tkaniny tak, aby nebyl snižován výkon nasáváním vzduchu mimo pracovní plochu. Je nutno věnovat pozornost tomu, aby odsávání nepoškozovalo tkaninu. Jakékoliv nerovnosti, vrypy či jiné poškozující části je nutno ihned odstranit. Taktéž je třeba vhodně regulovat výkon odsávání tak, aby bylo účinné, nikoliv však destruktivní. Je třeba provádět kontrolu stavu odsávacího zařízení a podle potřeby provést vyčištění.



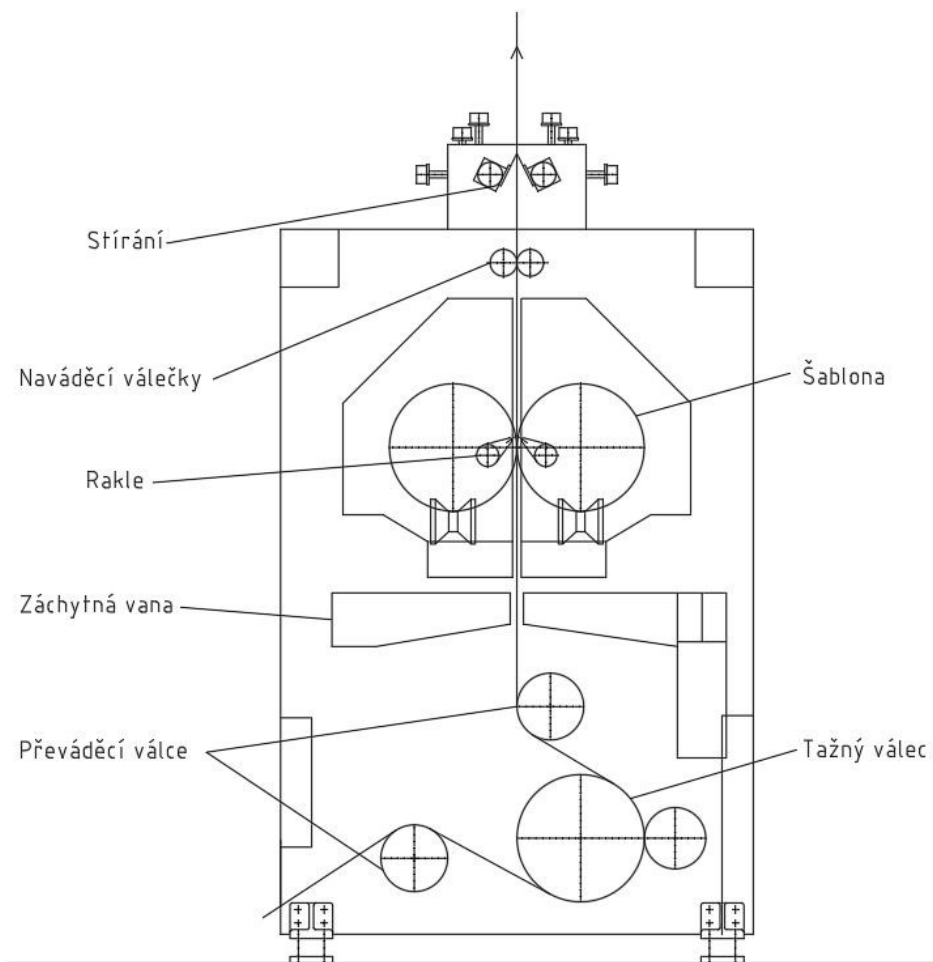
Obrázek 34. Návrh odsávacího zařízení.



Obrázek 35. Řez odsávacím zařízením.

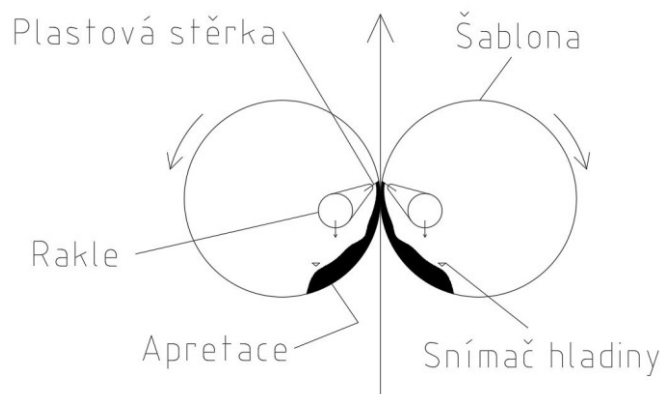
5.4 Nanášecí zařízení

Jednotka STS je navržena pro nanášení apretace pomocí síťových šablon. Jednotlivé díly stroje jsou vidět na následujícím obrázku (Obr. 37). Za zmínku stojí přítomnost tažného válce. Je to válec s pohonem a gumovým povrchem, který vyvozuje potřebný tah tkaniny před vlastním nanášením.



Obrázek 36. Návrh nanášecího zařízení STS.

Nanášení apretace se provádí pomocí raklí a síťových šablon (Obr. 38). Aporetace je napuštěna v kotli vedle nanášecího zařízení. Pístovými čerpadly je přepravována do raklí, z nichž vytéká po celé šířce do šablon. Šablony se odvalují čímž je zabráněno protékání vlastní tíhou dolů, do záchytné vany. Do raklí je vsazena plastová stěrka, která protlačuje apretaci šablonou směrem do tkaniny, která prochází mezi oběma šablonami. Na jedné straně je do šablon vsunut snímač hladiny, který dává impuls čerpadlům. Při poklesu hladiny v šablonách začnou čerpadla pracovat a doplní množství apretace na potřebné množství. Jakmile se snímač dostane do styku s apretací, čerpadla se vypnou. Aby bylo zaručeno dostatečné množství apretace na tkanině, je nutná dostatečná výška hladiny apretace v šablonách a správná poloha raklí.



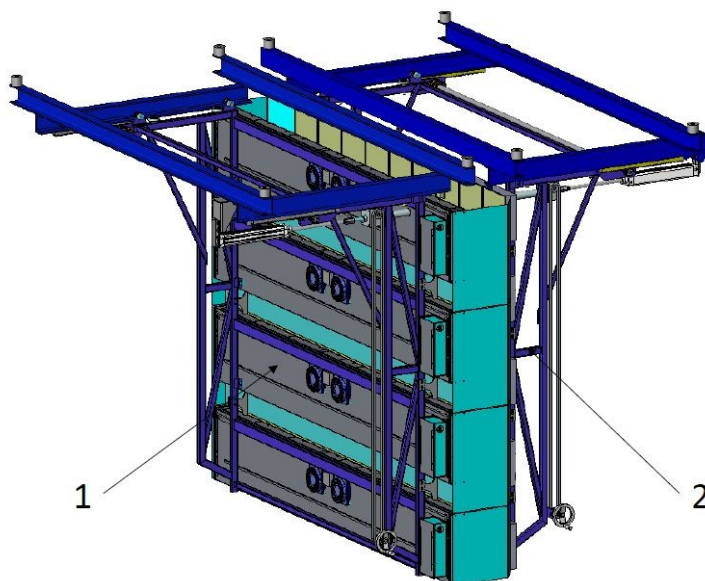
Obrázek 37. Detail nanášení apretace.

Po průchodu nanášecí částí je tkanina pomocí naváděcích válečků navedena do stírací části, kde se za pomoci dvou stěrek stírá přebytečná apretace a dále je tkanina směřována do infrazóny.

5.5 Infrazóna

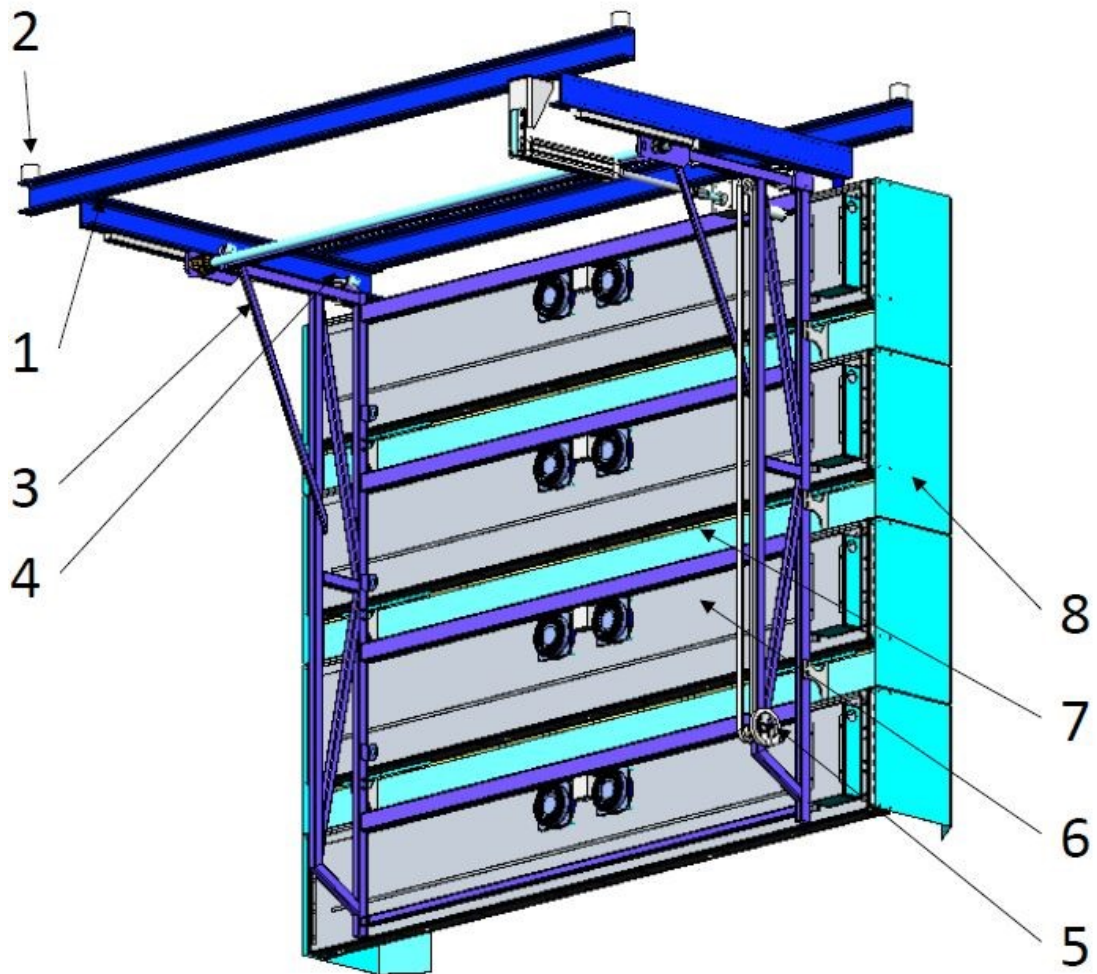
Navržená infrazóna slouží k prvnímu zasušení tkaniny po nanesení apretace. Teplem z infrazóny dojde k mírnému zaschnutí apretace, takže při příchodu do sušící komory již nemá tkanina tak vysoký obsah vody jako po vlastním nanesení apretace. Správná činnost infrazóny ovlivňuje nalepování apretace na první sušící bubny a současně také ovlivňuje vzhled povrchu tapety. Při nedostatečném zasušení je vzhled povrchu pěnivý, potrháný a zvláště u barvených tapet pak neodpovídá kvalitativním požadavkům.

Celou infrazónu lze rozdělit na levou (1) a pravou část (2), jak je vidět na obrázku 38. Obě jsou téměř stejné, pouze na levé části jsou navíc boční kryty.



Obrázek 38. Návrh celé infrazóny.

Levou část infrazóny (Obr. 40) se skládá z pevného a posuvného rámu. Na posuvném rámu jsou namontované topné panely, se kterými je možné odjíždět ve vodorovném směru od tkaniny a blíže ke tkanině. Posuv panelů je důležitý, protože infrazóna je při zastavení linky nejenom vypnuta, ale také i odsunuta od tkaniny, aby nedošlo k zahoření vlivem pomalého chladnutí těles. Při tužení je možno infrazónu také odtáhnout, např. při průjezdu spoje.



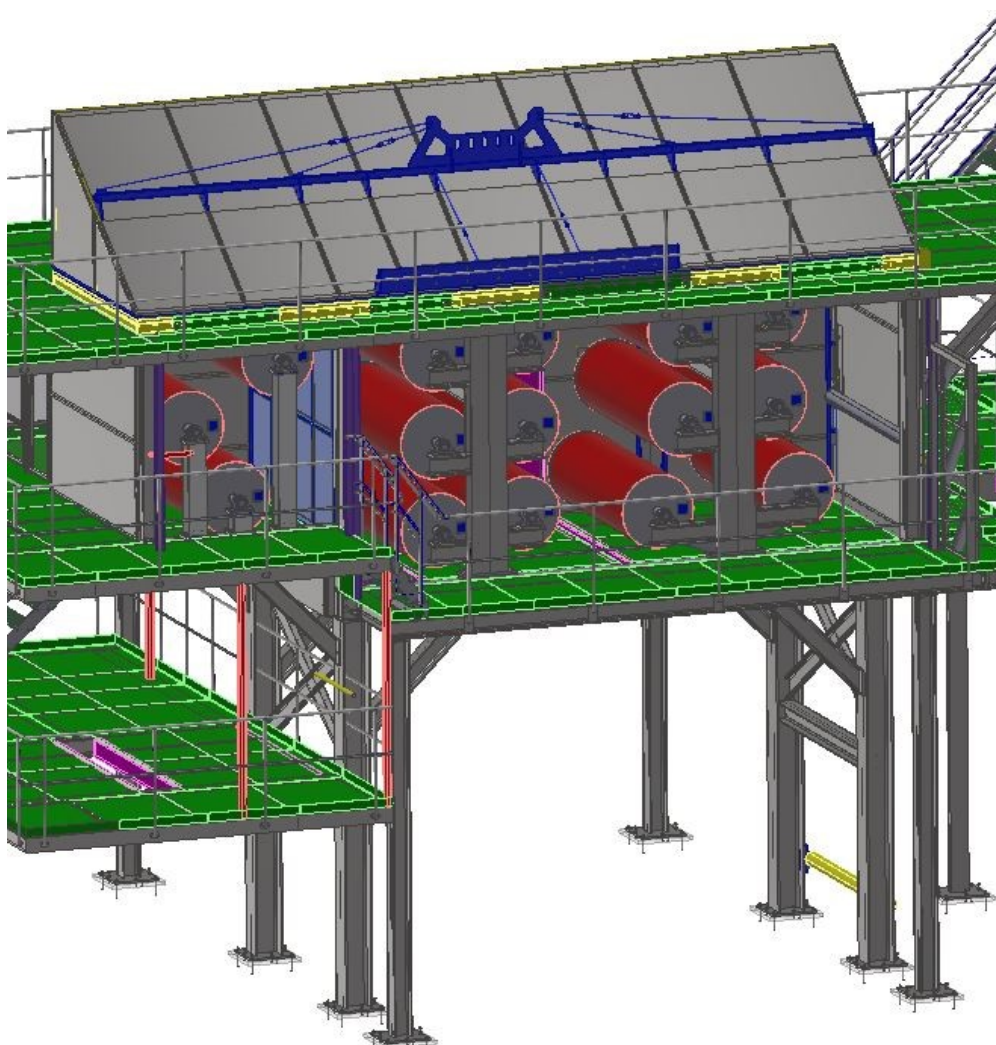
Obrázek 39. Návrh levá části infrazóny.

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1 – Pevný rám | 5 – Nastavování polohy |
| 2 – Rozpěry | 6 – Topný panel |
| 3 – Posuvný rám | 7 – Izolované kryty |
| 4 – Pojezdové a vodící klady | 8 – Boční kryt |

5.6 Sušicí komora

Návrh sušicí komory (Obr. 41) je tvořen soustavou patnácti kusů bubnů (válců). Bubny jsou vyhřívány párou a předsušená tkanina z infrazóny zde začíná být důkladněji zasušena. Při styku s prvním sušicím bubnem je ve tkanině ještě většina vlhkosti (vody), protože infrazóna není schopna dostatečného vysušení. První sušicí buben je tak značně exponován a je náchylný k nalepování apretace na svůj povrch. Teplota prvního bubnu je prakticky nejvyšší z celé soustavy sušicích bubnů. Nalepování apretace je zde ovlivnitelné jednak výkonem infrazóny, jednak lze využít snížení rychlosti linky. Z těchto důvodů je nutno povrch prvních bubnů kontrolovat a podle stavu upravovat rychlost linky.

Vyhřátí bubnů závisí na vlhkosti natužené tkaniny. Na další válce tkanina přichází již se značným úbytkem vody z apretace, takže je pouze malé riziko nalepování na sušicí bubny. Přesto je vhodné provádět namátkové kontroly stavu sušicí komory, resp. sušicích bubnů, aby byl vyloučen vznik závad.



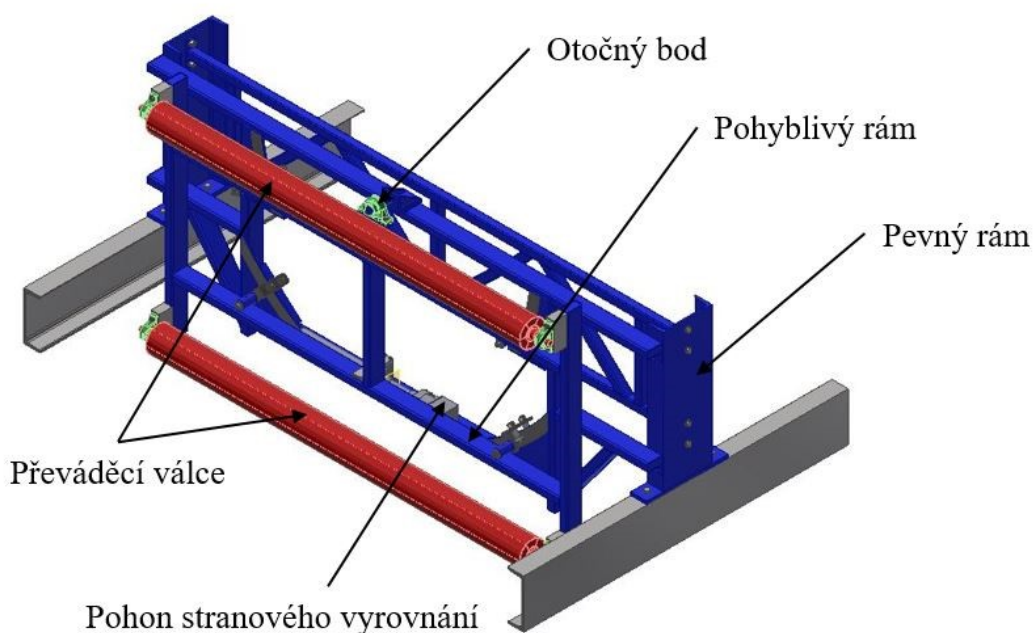
Obrázek 40. Návrh sušicí komory.

Celá sušárna je umístěna ve „druhém podlaží“. Sušárna je rozdělena na dvě sekce. První sekce obsahuje tři válce a je umístěna nad infrazónou. Tato část má vyřešen odtah vzdušiny samostatně z důvodu vysokého množství odparu. Druhá část obsahuje patnáct válců a má dva odtahy, které jsou ale vně sušárny sdruženy do jednoho. Co se týká pohonu, je sušicí komora rozdělena na dvě sekce. První převodový motor pohání devět válců a druhý zbylých šest. Pohon je přenášen plochým řemenem.

Sušárna je zaizolována polyuretanovými panely a je dokola pochozí. Pravý bok je zakryt izolovanými posuvnými dveřmi. Celý levý bok, který obsahuje pohony a rozvody páry, je zakryt rámy s pletivem z důvodu bezpečnosti. Střecha sušárny je odnímatelná kvůli servisování válců. Na výstupu ze sušárny je umístěn měřicí válec s tenzometry pro řízení tahu v tkanině.

5.7 Vyrovnávací zařízení

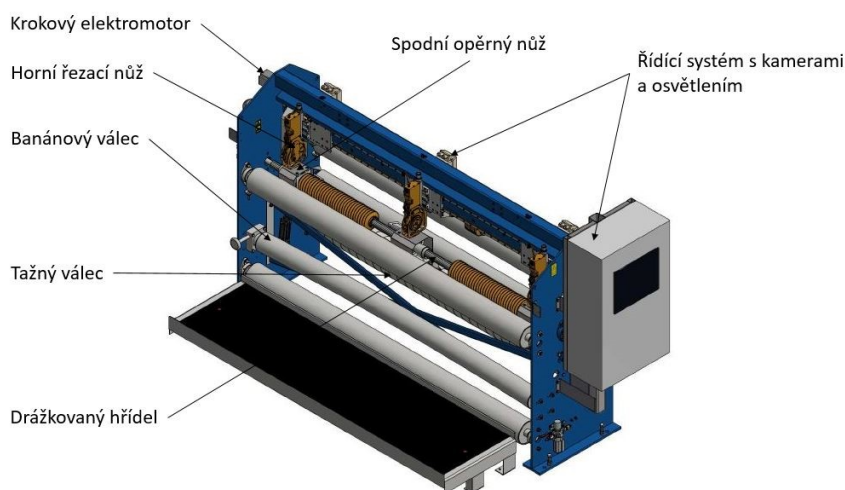
Tkanina prochází přes vyrovnávací zařízení (Obr. 42), jehož základem jsou dva válce umístěné v pohyblivém rámu. Základní poloha zařízení je taková, že válce jsou kolmo k pohybu tkaniny. Celý rám je však stranově pohyblivý, takže válce se vychýlí mimo kolmici k ose tkaniny, čímž usměrní tkaninu mimo standardní průchod. Účelem tohoto zařízení je navedení tkaniny před ořezem a navíjením. Standardní poloha zařízení je taková, aby válce byly kolmo ke tkanině. Řízení pohybu probíhá optickým snímačem okraje tkaniny. V případě, že jsou válce bezdůvodně vychýlené, je třeba přestavit polohu snímače.



Obrázek 41. Návrh vyrovnávacího zařízení.

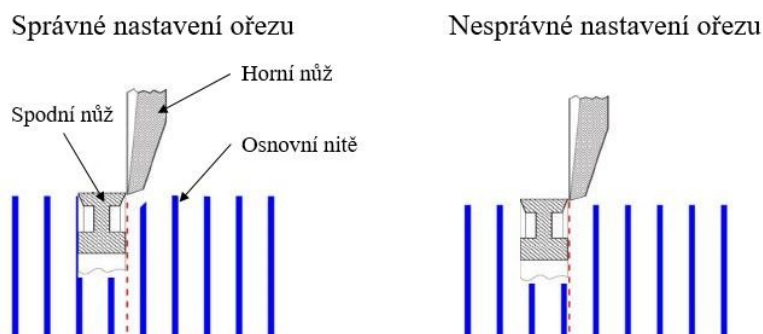
5.8 Ořezové zařízení

Navržené ořezové zařízení (Obr. 43) slouží k podélnému dělení zpracovávaného materiálu. Materiál vstupuje k řezacím nožům, které jej uprostřed podélně dělí a na bocích jej ořezávají na požadovanou šíři finální tkaniny. Výstupem jsou jeden nebo dva pásy, které jsou roztaženy na banánovém válci a odcházejí k dalšímu zpracování v rámci linky. Ořezy boků jsou vedeny ke straně a jsou odebírány odsávací hubicí do odpadového pytle vedle linky. Přesnost šířky ořezaného materiálu zajišťuje kamerový systém. Kamery snímají osnovní nitě tkaniny. Signál vyhodnocuje řídicí systém a krokovým motorkem reguluje polohu ořezových nožů. Podle polohy osnovních nití je tedy automaticky určována poloha ořezových nožů. Stroj je osazen tažným válcem, je tedy schopen řídit napětí tkaniny nezávisle na předchozí technologii.



Obrázek 42. Návrh ořezového zařízení.

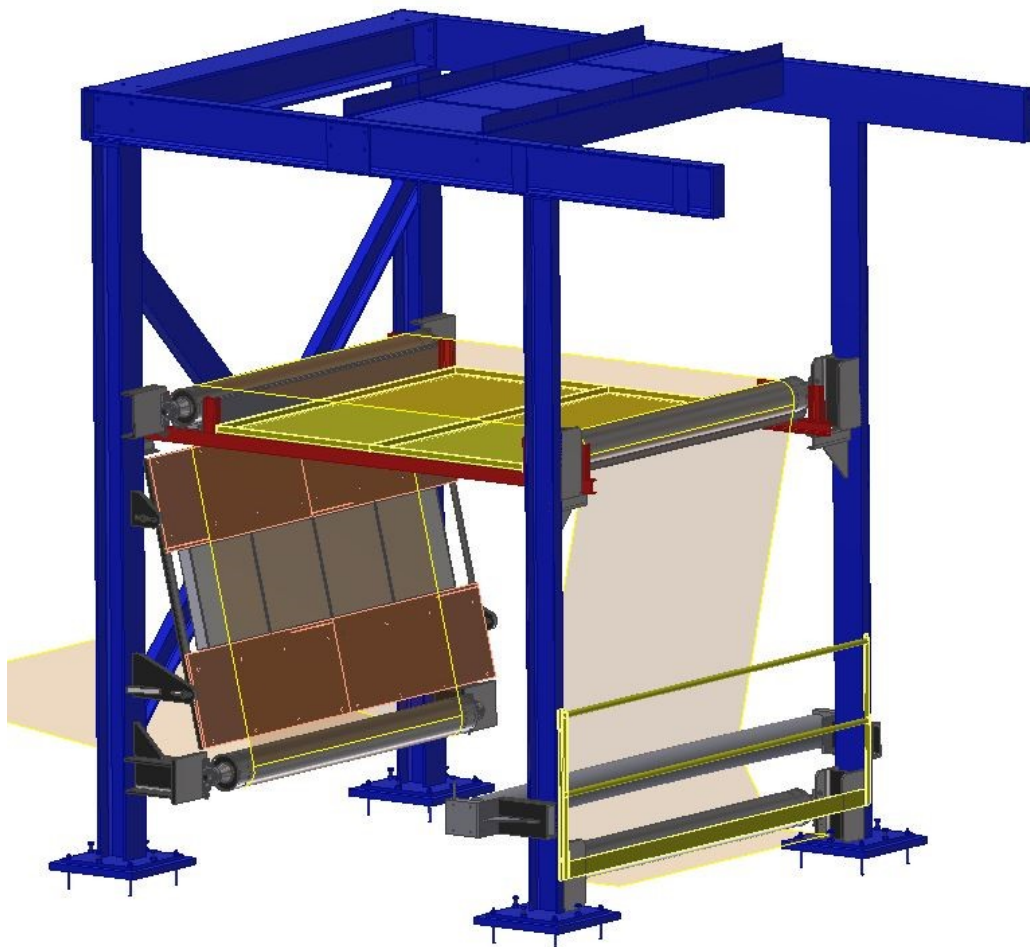
Je nezbytné, aby středová poloha nožů byla nastavena na střed mezi osnovními nitěmi (Obr. 44). Jestliže není nůž nastaven na střed, systém sice reguluje ořez podle průběhu osnovních nití, ovšem stále je veden na nastavenou polohu, což může být mimo střední polohu. Tím je ořez znehodnocen a při lepení na stěnu pak vzniká podélný pruh.



Obrázek 43. Nastavení řezání.

5.9 Klasifikační deska

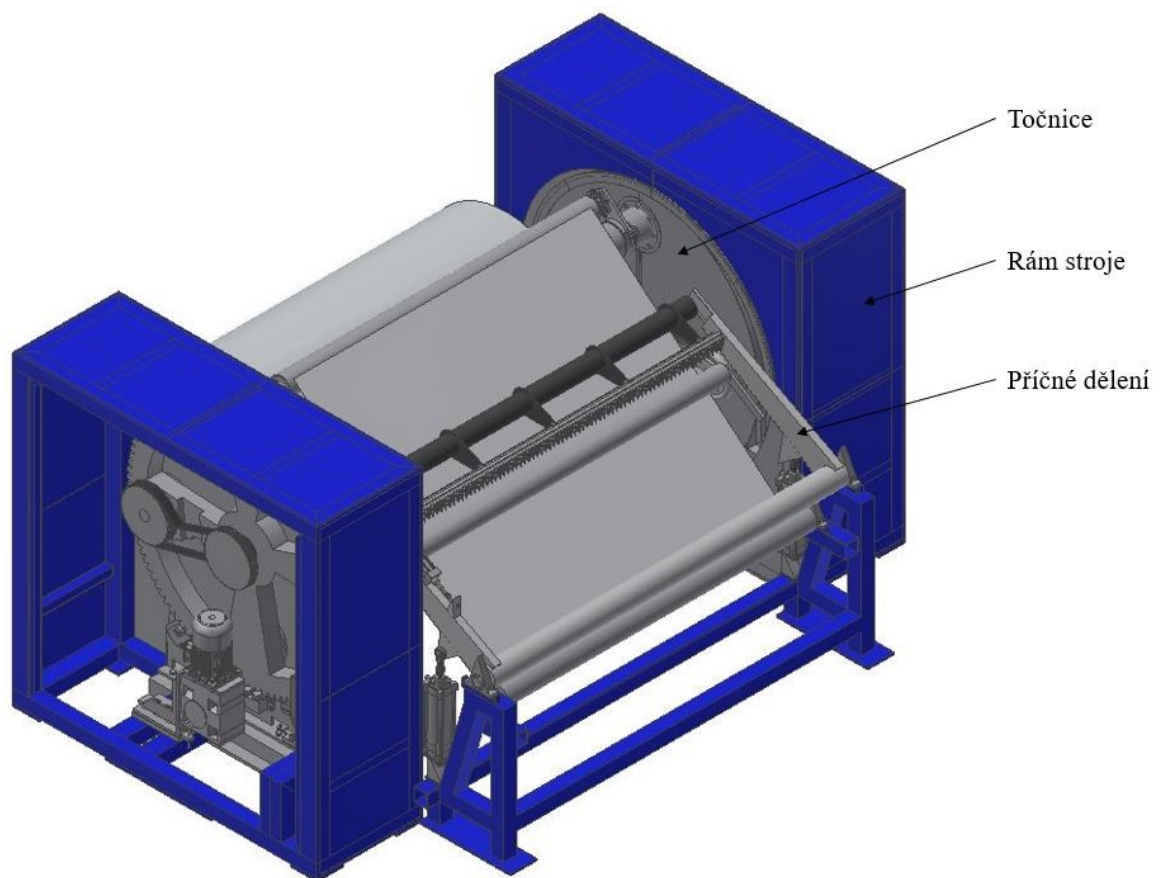
Za ořezovým zařízením následuje kontrolní deska (Obr. 45), přes kterou tkanina prochází a je možné navolit osvětlení horní, spodní či boční. Zde je možno provádět kontroly vzhledu povrchu tkaniny, především zatažení tkaniny a kvalitu povrchu (pěnění) a dále vlastní vzhled tkaniny a výskyt vad, včetně potahání. V místě klasifikace je umístěn stroboskop, kterým je možno kontrolovat geometrii tkaniny, tedy zešíkmení v porovnání průběhu útku porovnávací lišty v horní části desky. Protože špatná geometrie tkaniny je nejčastější vadou tkanin, je třeba provádět kontrolu minimálně třikrát za kus. Jestliže došlo k seřizování geometrie pomocí tahů či vychýlení odvíjecí stolice, je nutná častější kontrola. Zjištěné nedostatky je nutno okamžitě řešit. Především je třeba zjistit, zda nedochází ke vzniku vad přímo v průběhu tužení. Je-li tomu tak, je třeba příčinu závady neprodleně odstranit. V tomto místě se provádí i značení chyb pomocí dotykového monitoru a aplikátoru chybových štítků. Na každé straně klasifikační desky jsou tři aplikátory, každý s jinou barvou štítků.



Obrázek 44. Návrh klasifikační desky.

5.10 Navíjecí zařízení

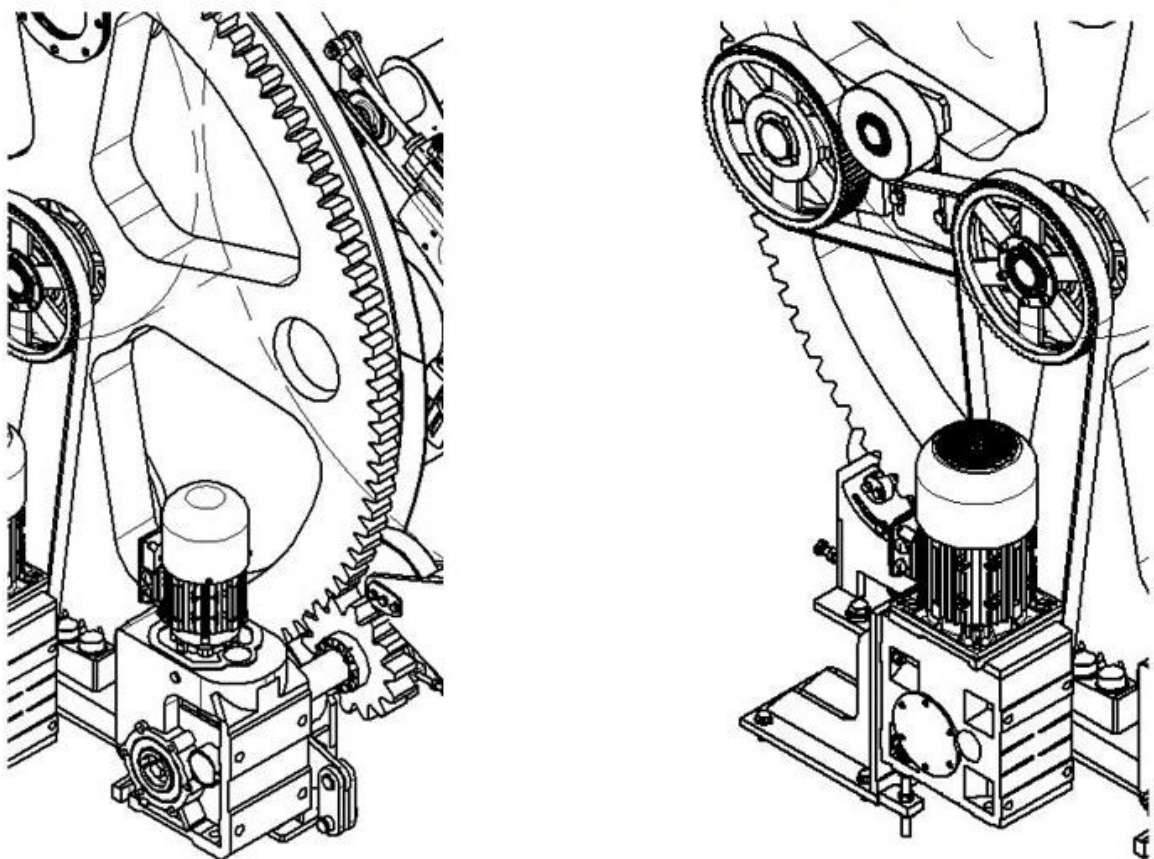
Konec linky tvoří otočný navíječ (Obr. 46). Použitím tohoto navíječe je možné měnit navíjecí trny plné za prázdné, aniž by se musela zastavit linka. Po natužení nábalu nebo při potřebě odstříhnutí kusu se navíječka otočí tak, aby natužený nábal byl v zadní pozici a trn s připravenými dutinkami v přední pozici. Poté stačí dát impuls k useknutí tkaniny a zároveň k jejímu nalepení na nový trn. Navíjení je nutno kontrolovat a veškeré závady odstranit, aby navíjení nebylo zdrojem poškození tkaniny. Jedná se především o stav středového okraje. Průměr kusu je snímán ultrazvukovým čidlem, na jehož základě se pak upravuje navíjecí moment v souladu s nastaveným programem. Nastavení je možné v servisním menu pomocí dvou bodů – na začátku kusu a při průměru 100 cm. Tyto dva body se spojí pomyslnou přímkou a navíjecí moment pak probíhá podle ní. Navíjecí moment je udáván v relativní jednotce (%) z maximálního momentu. Zde stejně jako u odvíjecí stolice je důležité, aby nedošlo v průběhu navíjení k protočení nábalu. Každé výrazné protočení nábalu sebou nese nebezpečí vzniku zlomů.



Obrázek 45. Návrh navíjecího zařízení.

Rám stroje se skládá ze dvou bočních skříní a příčných propojovacích prvků. Boční skříně jsou na vnější straně osazeny dveřmi s transparentní výplní. To umožní obsluze monitorovat chování mechanismů uvnitř bočnice, aniž by musela skříně otvírat.

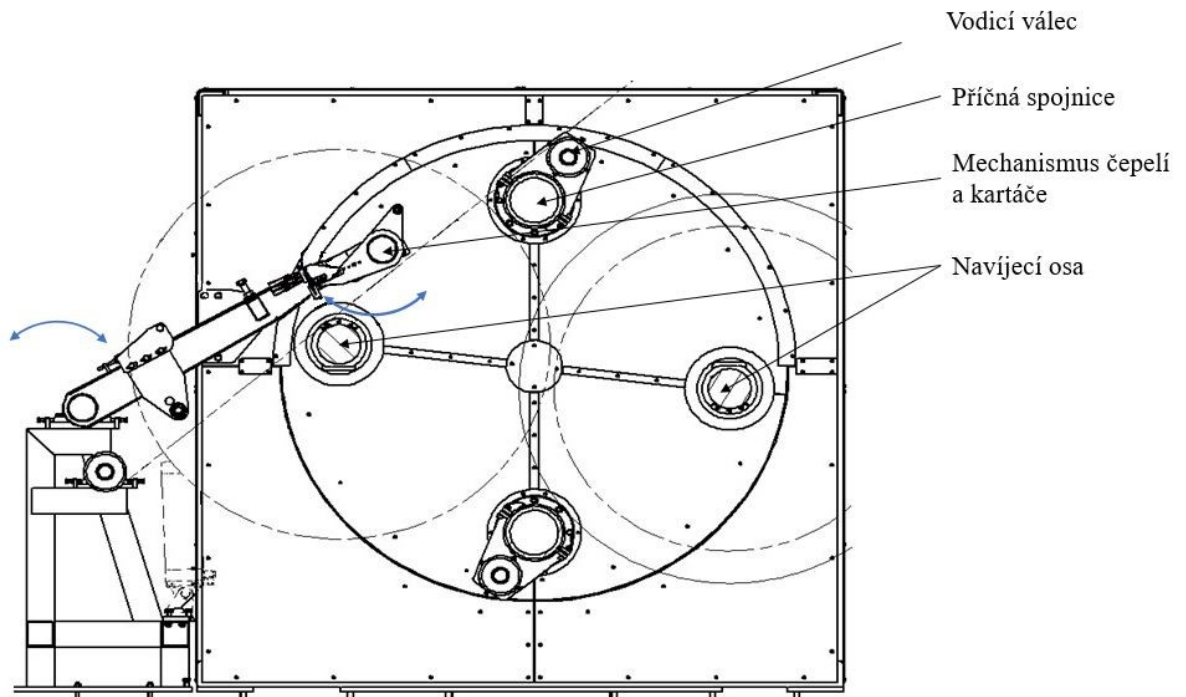
Točnice sestává ze dvou bočnic v podobě dvou kruhových ocelových disků, které jsou propojeny příčnými spojnicemi vyrobenými z trubek. V kruhových bočnicích jsou obrobena plochy pro připevnění spojnic a také pro připevnění přírubových upínacích hlavic. Na příčných spojnicích jsou upevněny dva vodící válce, které zajišťují správnou geometrii vedení tapety navíječkou. Točnice je uložena na kladkách a její rotační pohyb zajišťuje velký ozubený věnec upevněný na jednom z bočních disků. Poloha točnice je monitorována indukčními snímači. Na točnici jsou umístěny také navíjecí osy. Navíjecí osa je složena ze dvou přírubových upínacích hlavic firmy Boschert, do kterých se vloží navíjecí trn s dutinkou.



Obrázek 46. Pohon točnice a navíjecí osy.

Mechanismus příčného dělení sestává z řady ostrých čepelí a kartáče s dlouhými vlákny. Řada čepelí slouží k přetnutí materiálu a kartáč k přitisknutí tapety do lepivého povrchu nové dutinky. Mechanismus je umístěn na konci ramen poháněných pneumatickými válci. Při požadavku na oddělení materiálu se ramena sklopí nad trn s dutinkou. Po dovinutí

požadované délky je mechanismus poháněn pneumatickým válcem tak, aby dostatečnou rychlostí prokývnul nad dutinkou, tím oddělil materiál a přilepil jej na novou dutinku. Po přetnutí tapety se zvednou ramena do svislé polohy a vynesou mechanismus dělení dostatečně vysoko nad nově navíjenou cívku.



Obrázek 47. Princip příčného dělení tapety.

6 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické zhodnocení je počítáno zjednodušeně a z mírně zkreslených hodnot z důvodu utajení know-how firmy. Počítá se například se stejnou výrobní produkcí a prodejní cenou, i když se dá předpoklad, že tyto hodnoty každý rok mírně vzrostou. Dále není započítána inflace.

Počáteční investice činila 198 000 000 Kč. Z toho 180 000 000 stála technologie linky a 18 000 000 hala. Předpokládá se, že tato investice proběhne v roce 2020 a s výrobou se začne počátkem roku 2021 s roční produkcí 10 500 000 m², která bude kompletně prodaná. Z těchto čísel je vypočítán roční odpis, který činí 12 600 000 Kč (Tab. 3).


Tabulka 3. Výpočet ročních odpisů.

	Investovaná částka v Kč	Doba odepisování v letech	Roční odpis v Kč
Technologie	180 000 000	15	12 000 000
Budova	18 000 000	30	600 000
Celkem	198 000 000		12 600 000

6.1 Náklady na mzdy

Aby vznikla sklovláknitá tapeta, výrobek musí projít různými technologickými úkony. Každý úkon má na starost určitý počet zaměstnanců. V následující tabulce (Tab. 4) je zobrazeno, jak je daná operace rozdělena personálně. Po sečtení všech výdajů vyjde, že náklady na mzdy činí 35 070 000 Kč za rok.

Tabulka 4. Náklady na mzdy.


	POČET OPERÁTORŮ	PRŮMĚRNÝ OPERÁTORŮV PLAT ZA ROK	CELKOVÉ MZDY OPERÁTORŮ	MISTŘI	MISTRŮV PLAT ZA ROK	CELKOVÉ MZDY MISTRŮ	CELKOVÝ POČET ZAMĚSTNANCŮ	CELKOVÉ VÝDAJE NA ČLOVĚKA
	-	Kč	Kč	Počet lidí	Kč	Kč	-	Kč
Tužení	8	650 000	5 200 000	1	680 000	680 000	9	5 880 000
Tkaní	8	610 000	4 880 000	1	680 000	680 000	9	5 560 000
Snování	8	610 000	4 880 000	1	680 000	680 000	9	5 560 000
Skaní	8	610 000	4 880 000	1	680 000	680 000	9	5 560 000
Objemování	4	610 000	2 440 000	1	680 000	680 000	5	3 120 000
Formátování + Kontrola	6	610 000	3 660 000			0	6	3 660 000
Skład + Manipulace	4	610 000	2 440 000			0	4	2 440 000
Údržba	3	630 000	1 890 000			0	3	1 890 000
Technolog				1	720 000	720 000	1	720 000
Kvalita				1	680 000	680 000	1	680 000
CELKEM	49		30 270 000	7		4 800 000	56	35 070 000

6.2 Cena tapety


Výsledná cena je rozdělena do dílčích výpočtů. Prvním výpočtem jsou zjištěny celkové náklady na osnovu (Tab. 5) a druhým výpočtem jsou zjištěny náklady spojené s výrobou

útku (Tab. 6). Po zjištění nákladů na osnovu i útek se vypočítají náklady na tapetu (Tab. 7). Všechny tyto výpočty obsahují technologické operace i položky nutné pro výrobu a balení.


Tabulka 5. Náklady na osnovu.

	NÁKLADY NA 1000 m ² OSNOVY	
	POLOŽKA KALKULACE	NORMA/SPOTŘEBA
Tažení	0,747 hod.	172,49
Sklovina	52,309 kg	471,07
Manžeta plastová	0,11 kus	20,29
Lubrikace	1,106 kg	75,52
Kondicionace	0,555 min.	1,22
Skání	0,548 hod.	110,72
Snování	0,1143 hod.	155,4
Cívka lahvová	0,661 kus	6,27
Proložka komplet	0,11 kus	0,56
Paleta	0,033 kus	6,45
Karton víko vrch	0,11 kus	13,43
Karton víko spodní	0,11 kus	3,44
CELKEM		1036,86

Tabulka 6. Náklady na útek.


	NÁKLADY NA 1000 kg ÚTKU	
	POLOŽKA KALKULACE	NORMA/SPOTŘEBA
Tažení	20,783 hod.	4797,03
Sklovina	1 108,42 kg	9981,89
Manžeta	15,69 kus	375,93
Lubrikace	6,617 kg	639,4
Objemování	340,426 hod.	12995,86
Sušení	1,104 hod.	856,51
CELKEM		29646,62

Tabulka 7. Náklady na tapetu.

	NÁKLADY NA 1000 m ² TAPETY	
	POLOŽKA KALKULACE	NORMA/SPOTŘEBA
Osnova	1 125,30 m ²	1 166,78
Útek	93,297 kg	2 765,94
Tkaní	9,605 hod.	2 084,16
Nanášení	0,437 hod.	1 357,54
Formátování	0,909 hod.	1 199,38
Fólie strečová	0,225 kg	8,27
Karton	0,5 kus	53,79
Paleta	0,5 kus	64,00
Trubice papírová	20 kus	44,80
CELKEM		8 744,66

Po všech výše zmíněných výpočtech přijde na řadu výpočet celkové ceny 1 m² sklovláknité tapety. Do tohoto výpočtu vstupují například celkové náklady na mzdy, které se vypočítají z nákladů na mzdy podělené roční produkcí. Dále to jsou náklady na obaly, energii, spotřební materiál a roční odpisy (Tab. 3). Celková cena vyjde na 14,322 Kč (Tab. 8).

Tabulka 8. Celková cena 1 m² tapety.

	CELKOVÁ CENA m ² TAPETY
	CENA [Kč]
Náklady na m ² tapety	8,740
Celkové náklady na mzdy	3,340
Obal	0,277
Energie	0,457
Spotřební materiál a údržba	0,318
Roční odpis	1,200
CELKEM	14,332

6.3 Čistý zisk

Čistý zisk je uveden v následující tabulce (Tab. 9). Celkový čistý prodej je vypočítán z prodejní ceny, která je vynásobená prodaným množstvím. Standartní náklady prodeje se získají z ceny tapety vynásobené prodaným množstvím. Daň z příjmu je počítána jako 19%, proto čistý zisk vyjde na 101 387 935 Kč.

Tabulka 9. Výpočet čistého zisku.

SKLOVLÁKNITÉ TAPETY		PRODEJNÍ CENA Kč/m ²	PRODANÉ MNOŽSTVÍ m ²	2020	
ZISK A ZTRÁTA PRO NÁVRATNOST					
R05	Celkový čistý prodej	27,29	10 500 000	286 545 000	100,00%
R06	Dopravné			-10 888 710	-3,80%
R00	Čisté tržby ze závodu			275 656 290	96,20%
R25	Standartní náklady prodeje			-150 486 000	-52,52%
R20	Hrubý zisk			125 170 290	43,68%
R70	Zisk před zdaněním			125 170 290	43,68%
R85	Daň z příjmu			-23 782 355	-8,30%
R80	Čistý zisk			101 387 935	35,38%

6.4 Návratnost

Návratnost je uvedena v následující tabulce (Tab. 10) a je vypočítána z kapitálového výdaje, čistého příjmu a ročních odpisů. Investice ve výši 198 000 000 Kč se vrátí za 2,74 roku.

Tabulka 10. Výpočet návratnosti investice.

POČET ROKŮ		0	1	2	3	4	5
ROK		2020	2021	2022	2023	2024	2025
Kapitálové výdaje		-198 000 000					
Zisk před zdaněním			125 170 290	125 170 290	125 170 290	125 170 290	125 170 290
Dan z příjmu	19%		-23 782 355	-23 782 355	-23 782 355	-23 782 355	-23 782 355
Čistý příjem			101 387 935	101 387 935	101 387 935	101 387 935	101 387 935
Roční odpis			12 600 000	12 600 000	12 600 000	12 600 000	12 600 000
Cash flow po zdanění		-198 000 000	113 987 935	113 987 935	113 987 935	113 987 935	113 987 935
Faktory čisté současné hodnoty	0,05%	1,00000	0,99950	0,99900	0,99850	0,99800	0,99750
Diskontované cash flow		-198 000 000	113 930 969	113 874 032	113 817 124	113 760 244	113 703 392
Kumulované diskontované cash flow		-198 000 000	-84 069 031	29 805 002	143 622 126	257 382 369	371 085 761
Vrácení investice v letech				2,74			

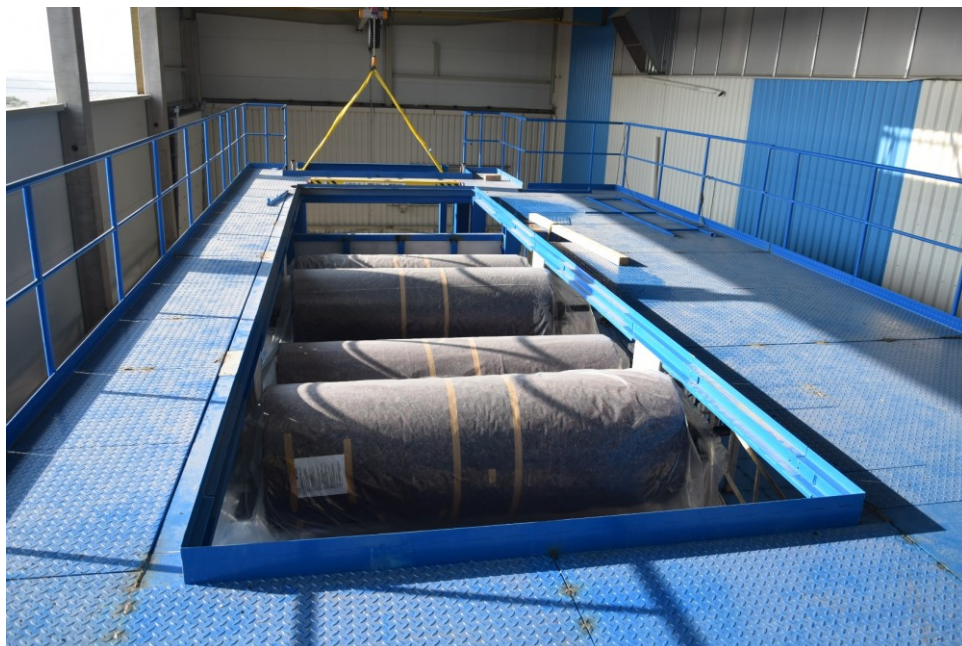
7 REALIZACE A OPTIMALIZACE LINKY

Linka se začala stavět v hale, která je řešena přístavbou k hale původní a měla tedy danou určitou výšku a šířku. Jako první věc se realizoval nosný rám linky.



Obrázek 48. Realizace nosného rámu linky.

Jako další byly nainstalovány stroje spojené s rámem, jako například zásobník nebo vyrovnávací zařízení, a byli usazeny sušící válce do sušárny.



Obrázek 49. Instalace sušících válců.



Obrázek 50. Instalace vyrovnávacího zařízení.

Dále se instalovaly ostatní stroje. Poté se kompletně dokončilo zábradlí a ostatní bezpečnostní prvky. V konečné fázi byly namontovány vzduchotechnické trubky s ventilátory na odvod vzdušninu a naprogramoval se řídicí systém linky.

Po dokončení všech potřebných úkonů byl spuštěn zkušební provoz. V tomto provozu se testovala kvalita výsledného produktu a odlaďoval se chod linky. Po zkušebním provozu započal ostrý výrobní proces. Linku v ostrém provozu zobrazují následné obrázky (Obr. 52-55).



Obrázek 51. Odvíjecí zařízení a zásobník.



Obrázek 52. Střecha sušárny a odtah vzdušiny.



Obrázek 53. Ořezové zařízení a klasifikační deska.



Obrázek 54. Navíjecí zařízení.

Ostrý výrobní proces byl následně vyhodnocen a neustále se optimalizuje. U této linky byly zjištěny nadměrné úkapy zkondenzované vzdušiny uvnitř sušárny. Problém byl vyřešen přidáním dalšího odtahového místa na boku sušárny.

U ořezového zařízení nebylo vyhovující roztahování tkaniny po průchodu banánovým válcem. Řešením byla změna umístění polohy banánového válce a také válců převáděcích.

Tyto zásahy se dají považovat za celkem rozsáhlé. Optimalizace menšího významu přicházejí od obsluhy, je to například přidání dalšího světla u klasifikační desky, zlepšení otevírání čistícího otvoru u odsávacího zařízení, ale také přidělení některých držáků pro pracovní pomůcky atd.

ZÁVĚR

V teoretické části diplomové práce byla vypracována literární rešerše týkající se skelných vláken. Je v ní uveden obecný popis, druhy, vlastnosti a v neposlední řadě postup výroby skelných vláken.

Dalším bodem je textilní zpracování skelného vlákna do podoby režné tkaniny, která je vstupním materiálem upravárenské linky.

U upravárenské linky je třeba dodržet obecné zásady návrhu jak u technologie, tak u budovy, kde bude linka stát. Těmito zásadami se zabývá poslední kapitola teoretické části diplomové práce.

V praktické části je navržena konstrukce linky a jsou vytipovány jednotlivé stroje pro výrobu sklovláknité tapety. Dále je také spočítána návratnost kompletní investice do linky. Návratnost investice byla stanovena na necelé tři roky (Tab. 10).

Další bodem praktické části byla samotná realizace a optimalizace linky. Realizace linky, ale také ostrý výrobní proces ukazují obrázky 49-55. U linky proběhla také optimalizace výrobního procesu, ale dá se předpokládat, že zásahy malého, ale i velkého významu zcela jistě ještě přijdou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LOEWENSTEIN, K. L., 1983. *The manufacturing technology of continuous glass fibres*. 3rd, completely rev. ed. New York: Elsevier. Glass science and technology, v. 6. ISBN 978-0444893468.
- [2] EHRENSTEIN, Gottfried W., 2009. *Polymerní kompozitní materiály*. V ČR 1. vyd. Praha: Scientia. ISBN 978-808-6960-296.
- [3] WALLENBERGER, Frederick T. a Paul A. BINGHAM, 2010. *Fiberglass and Glass Technology*. 1. New York: Springer. ISBN 9781441907356.
- [4] CEVAHIR, Aref, 2017/12/31. Glass fibers. *Fiber Technology for Fiber-Reinforced Composites*. s. 99-121. ISBN 9780081018712. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-101871-2.00005-9
- [5] *Firemní dokumenty SG Adfors*, 2012. Litomyšl.
- [6] TALAVÁŠEK, O. a J. PLÍŠTIL, 1984. *Příprava materiálu ke tkaní*. 1. Praha 1: SNTL.
- [7] TALAVÁŠEK, O., 1988. *Tkací stroje člunkové, bezčlunkové a víceprošlupní*. 1. Praha 1: SNTL.
- [8] MAŇAS, Miroslav, Michal STANĚK a David MAŇAS, 2007. *Výrobní stroje a zařízení*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-807-3185-961.
- [9] LE BOURHIS, Eric, 2007. *Glass* [online]. Wiley [cit. 2021-03-16]. ISBN 9783527315499. Dostupné z: doi:10.1002/9783527617029
- [10] POPOVIČ, Štěpán, 2009. *Výroba a zpracování plochého skla*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3154-4.
- [11] SHACKELFORD, James F. a DOREMUS. *Ceramic and glass materials: structure, properties and processing*. New York: Springer, 2008. ISBN 03-877-3361-2.
- [12] Glass Fibers. In: *Slideshare* [online]. 2013 [cit. 2021-01-19]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/0910026655/glass-fibers-composite-manufacturing-processes?related=1>
- [13] ŠVÉDOVÁ, Jarmila. *Technické Textilie: Příručka Pro Odborníky Z Textilního Průmyslu a Všech Průmyslových a Výrobních Odvětví, Která Používají Nebo Budou Používat Technické Textilie* 1. vyd. Praha: Nakladatelství techn. lit., 1978.

- [14] TUMAJER, Petr, Martin BÍLEK a Josef DVOŘÁK, 2015. *Základy tkaní a tkací stroje*. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7494-215-0.
- [15] *Sizing Up Fiber Sizings*. In: MASON, Karen. Composites world [online]. 2006 [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <http://www.compositesworld.com/articles/sizing-up-fiber-sizings>
- [16] HLAVÁČ, J. *Tavení skla*, HSP, SNTL Praha, 1970
- [17] POSPÍCHAL, V. *Výrobní praxe ve sklárně*. SNTL Praha 1966
- [18] BERÁNEK, Petr a Antonín SMRČEK, 2008. *Tavení skla*. Jablonec nad Nisou: Česká sklářská společnost. ISBN 978-80-904044-0-3.
- [19] DUCHÁČEK, Vratislav, 2006. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 80-7080-617-6.
- [20] Škola textilu [online]. [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/>
- [21] DOSTÁLOVÁ, M. a M. KŘIVÁNKOVÁ, 2001. *Základy textilní a oděvní výroby*. TUL.
- [22] DVOŘÁK, Josef, KAREL, Petr a ŽÁK, Josef. *Study of interactions between weaving process and weaving machine systems. Edition first*. Liberec: VÚTS, a.s., 2018. 163 stran. ISBN 978-80-87184-83-7.
- [23] ZAJONC, Juraj. *Snovanie a tkanie plátna*. Bratislava: Ústredie ľudovej umeleckej výroby, 2005. 47 s. Škola tradičnej výroby remesiel. ISBN 80-88852-36-6.
- [24] CHOOGIN, Valeriy, Palitha BANDARA a Elena CHEPELYUK. *Mechanisms of Flat Weaving Technology*. Woodhead Publishing. ISBN 9780857097804.
- [25] BEDNÁŘ, V. a V. SVATÝ, 1989. *Vazby a rozbory tkanin*. Praha: SNTL.
- [26] [online]. [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <http://www.novelionature.cz/>
- [27] HULL, D. a T. W. CLYNE, 1996. *An introduction to composite materials*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-38855-4.
- [28] *ASM Handbook*, 2001. Materials Park: ASM International. ISBN 0-87170-703-9.
- [29] DWIGHT, D. W. Glass fiber reinforcements. *Comprehensive Composite Materials* (Ed. A. Kelly, C Zweben). Amsterdam: Elsevier, 2000, Vol. 1, pp. 231 – 261. ISBN 0-080437192.

-
- [30] JANČÁŘ, Josef. *Úvod do materiálového inženýrství polymerních kompozitů*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta chemická, 2003. 194 s. ISBN 80-214-2443-5.
- [31] HARPER, CH. A. *Handbook of Plastics, Elastomers, & Composites*. New York: McGraw-Hill, 1996, 3rd ed., 848 p. ISBN 978-0070266933.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SiO ₂	– chemický vzorec oxidu křemičitého
CaO	– chemický vzorec oxidu vápenatého
Al ₂ O ₃	– chemický vzorec oxidu hlinitého
STS	– nanášení pomocí síťových šablon
E-sklo	– sklo s vysokým elektrickým odporem
R-sklo	– sklo s vysokou pevností (evropské označení)
S-sklo	– sklo s vysokou pevností (označení v USA)
C-sklo	– sklo chemicky odolné
ECR-sklo	– sklo vysoce chemicky odolné
AR-sklo	– sklo s vysokou odolností proti alkáliím

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Výroba vlákna mechanickým tažením.	14
Obrázek 2. Uspořádání žáromateriálů.	16
Obrázek 3. Pec typu Unit Melter.	17
Obrázek 4. Vratný bod.	17
Obrázek 5. Řez feedrem.	18
Obrázek 6. Schéma tažného stanoviště.	20
Obrázek 7. Pícka a žebrový chladič.	21
Obrázek 8. Pásové lubrikační zařízení.	22
Obrázek 9. Typy válcových lubrikačních zařízení.	22
Obrázek 10. Ostříkové trysky pod pecí.	22
Obrázek 11. Druhy otáčivých patek.	23
Obrázek 12. Segmenty bubnu.	24
Obrázek 13. Tvary návínů.	25
Obrázek 14. Princip automatické navíječky.	25
Obrázek 15. Výroba režné tkaniny a výsledného produktu.	27
Obrázek 16. Popis tkaniny.	28
Obrázek 17. Směr zákrutu.	29
Obrázek 18. Schéma prstencového skacího stroje.	30
Obrázek 19. Schéma snování a pohled na cívečnici.	30
Obrázek 20. Části cívečnice.	31
Obrázek 21. Sušárna se třemi tunely.	32
Obrázek 22. Objemovací stroj.	34
Obrázek 23. Schéma tkacího stroje.	35
Obrázek 24. Tkalcovský stav.	36
Obrázek 25. Obecné schéma upravárenské linky.	37
Obrázek 26. Návrh upravárenské linky.	41
Obrázek 27. Návrh odvíječícího + lepicího zařízení.	42
Obrázek 28. Návrh odvíječícího zařízení.	43
Obrázek 29. Návrh dopravníku – vysunutý vozík (pro upevnění začátku nového návínu).	45
Obrázek 30. Návrh horní části lepicího zařízení.	45
Obrázek 31. Průchod celým strojem.	46
Obrázek 32. Návrh zásobníku tkaniny.	47
Obrázek 33. Průchod tkaniny zásobníkem.	47
Obrázek 34. Návrh odsávacího zařízení.	48

Obrázek 35. Řez odsávacím zařízením.....	48
Obrázek 36. Návrh nanášecího zařízení STS.....	49
Obrázek 37. Detail nanášení apretace.....	50
Obrázek 38. Návrh celé infrazóny.	50
Obrázek 39. Návrh levá části infrazóny.....	51
Obrázek 40. Návrh sušicí komory.	52
Obrázek 41. Návrh vyrovnávacího zařízení.	53
Obrázek 42. Návrh ořezového zařízení.....	54
Obrázek 43. Nastavení řezání.	54
Obrázek 44. Návrh klasifikační desky.....	55
Obrázek 45. Návrh navíjecího zařízení.....	56
Obrázek 46. Pohon točnice a navíjecí osy.	57
Obrázek 47. Princip příčného dělení tapety.....	58
Obrázek 48. Realizace nosného rámu linky.....	63
Obrázek 49. Instalace sušicích válců.	63
Obrázek 50. Instalace vyrovnávacího zařízení.	64
Obrázek 51. Odvíjecí zařízení a zásobník.	64
Obrázek 52. Střecha sušárny a odtah vzdušiny.....	65
Obrázek 53. Ořezové zařízení a klasifikační deska.	65
Obrázek 54. Navíjecí zařízení.....	66

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Složení skel.....	12
Tabulka 2. Důležité vlastnosti neupravených vláken	13
Tabulka 3. Výpočet ročních odpisů.....	59
Tabulka 4. Náklady na mzdy.....	59
Tabulka 5. Náklady na osnovu.....	60
Tabulka 6. Náklady na útek.....	60
Tabulka 7. Náklady na tapetu.....	61
Tabulka 8. Celková cena 1 m ² tapety.....	61
Tabulka 9. Výpočet čistého zisku.....	62
Tabulka 10. Výpočet návratnosti investice.....	62