



## **Bakalářská práce**

# **Studium procesu vpichování na laboratorní lince DILO**

*Studijní program:*

B3107 Textil

*Studijní obor:*

Textilní marketing

*Autor práce:*

**Patrik Řehák**

*Vedoucí práce:*

Ing. Tomáš Kalous, Ph.D.

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Liberec 2023



## Zadání bakalářské práce

# Studium procesu vpichování na laboratorní lince DILO

<i>Jméno a příjmení:</i>	<b>Patrik Řehák</b>
<i>Osobní číslo:</i>	T18000195
<i>Studijní program:</i>	B3107 Textil
<i>Studijní obor:</i>	Textilní marketing
<i>Zadávající katedra:</i>	Katedra hodnocení textilií
<i>Akademický rok:</i>	2021/2022

### Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši na dané téma. Zaměřte se především na vlastnosti vpichovaných textilií.
2. Vytvořte sérii vzorků. Sledujte výrobnost daného procesu.
3. Měřte vybrané vlastnosti vpichované netkané textilie v závislosti na parametrech výroby.
4. Experiment vyhodnoťte.
5. Navrhněte další postup.



*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:* 30 – 40 normostran  
*Forma zpracování práce:* tištěná/elektronická  
*Jazyk práce:* Čeština

### **Seznam odborné literatury:**

S. J. Russel, *Handbook of nonwovens*, Woodhead Publishing Ltd, **2007**.

W. Albrecht, *Nonwoven Fabrics*, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, **2003**.

P. Kotler and G. Armstrong, *Marketing*. Praha: Grada, **2004**.

*Vedoucí práce:* Ing. Tomáš Kalous, Ph.D.  
Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

*Datum zadání práce:* 22. dubna 2022

*Předpokládaný termín odevzdání:* 2. června 2023

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.  
děkan

Ing. Roman Knížek, Ph.D., MBA  
vedoucí katedry

V Liberci dne 17. dubna 2023

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, 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 nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Tomášovi Kalousovi, Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost, trpělivost a cenné rady při zpracování této práce. Dále děkuji Bc. Filipovi Sanetníkovi za pomoc při provádění experimentu v poloprovozu na laboratorní lince DILO. Také bych rád vyjádřil vděčnost mé rodině za podporu během studia.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na výrobu netkaných textilií pomocí technologie vpichování na laboratorní lince DILO při různých rychlostech výroby. V rešeršní části práce jsou popsány jednotlivé textilní pojmy, vlákna na výrobu netkaný textilií, příprava a zpevnění vlákenné vrstvy, dále jsou vysvětleny mechanické vlastnosti textilie: plošná hmotnost, prodyšnost, pevnost a tažnost. V závěru první části je popsán proces stanovení ceny výrobku. V experimentální části je popsána linka DILO, výroba a zpevnění vlákenné vrstvy, odběr vzorků a samotné testování jednotlivých vlastností textilií. Závěr práce obsahuje zhodnocení výsledků, ekonomické porovnání jednotlivých rychlostí a doporučení pro další výzkum.

## **Klíčová slova**

Netkané textilie, vlákenná vrstva, kladení, vpichování, plošná hmotnost, prodyšnost, tažnost, pevnost, cena, trh, firma, produktivita.

## **Annotation**

This bachelor thesis focuses on the production of nonwovens using needle punching technology on a laboratory DILO line at different production speeds. The research part of the thesis describes the different textile concepts, fibres for the production of nonwovens, the preparation and reinforcement of the fibre layer, and the mechanical properties of the fabric: basis weight, breathability, strength and ductility. At the end of the first part, the process of product pricing is described. In the experimental part, the DILO line, the production and reinforcement of the fibre layer, the sampling and the actual testing of the different properties of the fabrics are described. The thesis concludes with an evaluation of the results, an economic comparison of the different speeds and recommendations for further research.

## **Keywords**

Nonwovens, fiber layer, laying, needling, areal weight, air permeability, ductility, strength, price, market, company, productivity.

# Obsah

<b>ÚVOD .....</b>	<b>12</b>
<b>1 REŠERŠNÍ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
1.1 Základní textilní pojmy .....	13
1.1.1 Jemnost .....	14
1.2 Netkané textilie .....	14
1.2.1 Definice netkané textilie .....	14
1.2.2 Historie netkaných textilií .....	15
1.2.3 Vlákna pro výrobu netkaných textilií .....	16
1.2.4 Využití netkaných textilií v praxi .....	18
1.3 Výroba netkaných textilií .....	19
1.4 Výroba vlákenné vrstvy .....	20
1.4.1 Mykání .....	20
1.4.2 Kladení .....	22
1.5 Zpevnění vlákenné vrstvy .....	26
1.5.1 Vpichování .....	26
1.5.2 Paprskem vody (Spunlaced) .....	32
1.5.3 Proplétání .....	32
1.6 Plošná hmotnost .....	33
1.7 Prodyšnost textilie .....	33
1.8 Pevnost a tažnost textilie .....	34
1.9 Cena, cena produktu .....	35
1.9.1 Cenové cíle firmy .....	36
1.9.2 Poptávka .....	38
1.9.3 Náklady .....	38
1.9.4 Analýza cen konkurence, její nákladů a nabídek .....	40
1.9.5 Metoda tvorby ceny .....	40
1.9.6 Tvorba konečné ceny .....	41
1.10 Produktivita .....	42
1.10.1 Faktory ovlivňující produktivitu .....	43
<b>2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>44</b>
2.1 Linka DILO .....	44

2.2	Příprava, seřízení a parametry jednotlivých strojů .....	44
2.3	Jehelní deska .....	47
2.3.1	Jehly.....	48
2.4	Příprava a výroba netkaných textilií .....	49
2.5	Příprava vzorků na testování.....	49
2.6	Měření plošné hmotnosti .....	50
2.6.1	Příprava vzorků .....	50
2.6.2	Popis testování plošné hmotnosti .....	51
2.6.3	Naměřené hodnoty plošné hmotnosti .....	51
2.6.4	Výsledky plošné hmotnosti .....	53
2.7	Testování prodyšnosti .....	54
2.7.1	Příprava vzorků .....	55
2.7.2	Popis testování prodyšnosti .....	55
2.7.3	Naměřené hodnoty prodyšnosti .....	57
2.7.4	Výsledky prodyšnosti .....	58
2.8	Testování pevnosti a tažnosti .....	59
2.8.1	Příprava vzorků .....	60
2.8.2	Popis testování pevnosti a tažnosti .....	61
2.8.3	Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti z vláken 1,7 dtex.....	62
2.8.4	Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti z vláken 5,3 dtex.....	64
2.8.5	Výsledky pevnosti a tažnosti z vláken 1,7 dtex.....	66
2.8.6	Výsledky pevnosti a tažnosti z vláken 5,3 dtex.....	70
2.9	Metodika zpracování naměřených hodnot .....	74
2.10	Ekonomické zhodnocení výroby netkaných textilií.....	75
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>77</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>79</b>
	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>81</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>83</b>
	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>84</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>85</b>

## Seznam použitých zkratek a symbolů

tzv.	takzvané
NT	netkaná(é) textilie
[dtex]	jednotka jemnosti u textilií
UV	ultrafialové záření
PES	polyester
PC	personal computer – osobní počítač
atp	a tak podobně
LCD	liquid crystal display
[“]	jednotka palce
tj.	to je
MPa	mega pascal
ČSN	česká technická norma
ISO	International organization for standardization
EN	evropská norma
EDANA	European Disposables and Nonwovens Association
EU	Evropská unie
ROI	return invest – návratnost investice
CXI	Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace
Pa	Pascal
F [N]	síla
MD	machine direction – podélný směr výroby
CD	cross-machine direction – kolmý směr ke směru výroby
KNT	katedra netkaných textilií
FT TUL	fakulta textilní Technická univerzita Liberec
m	metr
g	gram



kg	kilogram
MS	mykací stroj
ČNB	Česká národní banka
€	euro
$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	metrů za minutu
$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$	gram na metr čtvereční
$\text{l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	litr na metr čtvereční za sekundu

# ÚVOD

Vpichování je jedním ze základních druhů pojení vlákenné vrstvy při výrobě netkaných textilií, řadíme ho mezi tzv. mechanické způsoby pojení. Na výsledný povrch netkané textilie má vliv počet jehel, počet vpichů, typ vlákna a rychlost odsunu materiálu. [1] Objem celkové produkce v Evropě v roce 2020 byl přes 3 miliony tun [2]. Práce je rozdělena na jednotlivé části. V teoretické části práce jsou vysvětleny základní pojmy, co je to netkaná textile, její historie, způsoby výroby, jejich zpevnění a použití v praxi.

Cílem experimentální části je ověřit, jestli je možné, při vyšší výrobní rychlosti vpichované netkané textilie, zachovat zkoumané mechanické vlastnosti jako je tažnost, pevnost, plošná hmotnost, prodyšnost a zda je možné vyrobit netkanou textilií při dané rychlosti. Dalším zkoumaným parametrem byl vliv typu jehel na NT.

Prvotním krokem byla samotná výroba netkaných textilií, při různých rychlostech odsunu pavučiny od mykacího stroje směrem ke vpichovacímu stroji. K výrobě netkané textilie byla použita univerzitní poloprovozní linka DILO. Pro výrobu netkaných textilií jsou použita vlákna z materiálu polyester (PES) o jemnostech 1,7 dtex a 5,3 dtex. Rozsah zpracování vláken linky DILO se pohybuje od 1,5 dtex po 10 dtex. Vlákna o jemnosti 1,7 dtex se nacházejí na dolní mezi intervalu zpracovatelnosti. Vlákna 5,3 dtex se nacházejí ve středu intervalu. Mechanické zpevnění bylo provedeno pomocí vpichování stroje, ve kterém byly dva typy jehel EcoStar a Standard. Jehly se liší svým průřezem, uspořádáním a tvarem ostnů. U vyrobených netkaných textilií byly odebrány vzorky, u kterých se měřila plošná hmotnost, testovala se jejich prodyšnost, pevnost a tažnost. Z výsledků byl zpozorován vztah mezi plošnou hmotností, prodyšností a pevností. Výsledky jsou statisticky vyhodnoceny a zpracovány v grafech.

V závěru práce se nachází celkové zhodnocení vlastností textilií při jednotlivých rychlostech výroby a řada doporučení, které jsou podnětem pro budoucí výzkum.

# 1 REŠERŠNÍ ČÁST

Tato část práce se podrobněji zaměřuje na základní textilní pojmy, definici netkané textilie a popisuje historii netkaných textilií až po současnost. Dále se rešeršní část zabývá nejčastějšími způsoby výroby netkaných textilií, především se zaměřuje na výrobu vpichovaných netkaných textilií. Nechybí ani rozdělení a následné použití netkaných textilií v běžné praxi. V dalších kapitolách jsou vysvětleny pojmy, které úzce souvisí s výrobou NT nebo jsou posuzované v experimentální části, tj. jemnost, plošná hmotnost, prodyšnost, pevnost a tažnost, vybrané vlastnosti jsou dále zkoumány v experimentální části. V závěru rešeršní části práce je popsán proces stanovení ceny a také produktivita, která s cenou souvisí.

## 1.1 Základní textilní pojmy

Nejen v přádelnictví, ale i ve výrobě netkaného textilu existují základní stavební výrobky, ze kterých se skládá textilie. Základní jednotkou je vlákno, které je na počátku výrobního procesu, dalšími meziprodukty je pak rouno či pavučina.

### Vlákna

Vlákna jsou různé délky, profilu, ohebná, tloušťka je menší než 0,1 mm. Další vlastností vlákna je jeho jemnost, která se udává zpravidla v jednotkách [dtex]. [3]

Vlákna lze rozdělit na [3]:

- 1) **spřadatelná** – jsou taková vlákna, která se dají spřádat a následně z nich vzniká pramen, přást či příze
- 2) **nekonečná** – jsou to chemická nekonečná vlákna, též nazývaná jako monofil, pokud jde o jedno vlákno, jedná se o hedvábí
- 3) **nespřadatelná** – taková vlákna, jejichž délka je menší než 10 mm

### Rouno

Z vláken či chomáčků, které jsou spojené prostou soudržností, vzniká vlákenná vrstva, nazývaná jako rouno. Rouno, které řadíme mezi plošné textilie, se může dále použít na výrobu netkaných textilií. [3]

## Pavučina

Skládá se z osamocených vláken, která jsou odváděné od mykacího stroje. Vrstvením více pavučin na sebe vzniká rouno. [3]

### 1.1.1 Jemnost

Jemnost je v textilu vyjádření vztahu mezi hmotností a délkou, který je vyjádřen podílem těchto dvou veličin. Jinými slovy si můžeme pod významem slova jemnost představit délkovou hmotnost nebo tloušťku. Jemnost se značí písmenem  $T$  a jednotka je [tex]. Vlákna stejné jemnosti se budou zpravidla lišit ve své měrné hmotnosti, ty s menší měrnou hmotností, budou mít větší průměr. Vlákna s větší měrnou hmotností, budou mít naopak průměr menší. [3, 4]

Je definována vztahem [3]:

$$T [\text{tex}] = \frac{m [\text{g}]}{l [\text{1km}]} = \frac{m [\text{g}]}{l [\text{m}]} \cdot 1000 \quad (1)$$

kde:

$T$  – jemnost [tex],

$m$  – hmotnost [g],

$l$  – délka [m].

## 1.2 Netkané textilie

Jedná se o druh plošné textilie, mezi plošné textilie dále řadíme tkaniny a pleteniny, ty mohou být součástí NT. [3] Jsou vyrobené z vláken, která jsou upořádaná ve vlákněných vrstvách a ty jsou následně zpevněny. Podrobnější popis výroby NT je popsán níže.

### 1.2.1 Definice netkané textilie

Netkaná textilie je vlákenná vrstva, tvořena z *jednosměrně či náhodně orientovaných vláken*, tato vlákna je možné zpevnit několika způsoby, *mechanicky, chemicky či termicky*. Většinou postrádají pevnost, pokud nejsou zpevněny. Nejedná se o pletené ani tkané materiály. [1, 3]

## 1.2.2 Historie netkaných textilií

Z hlediska vývojového období je lze rozdělit do čtyř časových etap. V každé časové etapě šlo o jiné technologické zpracování a jiný důvod potřeby. [1]

### 1) *Pravěk*

Srsti zvířat byly zpracovávány na tehdy vůbec první plošné textilie, které byly použity na příkrývky a stavbu tehdejších domů. Srsti prošly procesem plstění, kdy na vlákna působí voda, teplo nebo chemikálie. Tento způsob výroby plstí je doposud používán v některých opuštěných oblastech, ale i průmyslu v určité podobě. [1, 4]

### 2) *19. století*

V tomto období došlo k uvědomění si skutečnosti, že by bylo možné zpracovávat odpad, který už nemůže být dále použit při výrobě nití. Řádově se tehdy jednalo o 10–20 % odpadu. Proto vznikly nové technologie, jednou z hlavních je technologie vpichování. Zpracování textilních odpadů bylo impulzem k rozvoji a výrobě netkaných textilií v jejich začátcích.[1, 4]

### 3) *30. – 50. letá 20. století*

V této době bylo potřeba pokrýt poptávku po plošných textilních útvarech a najít efektivnější a cenově výhodnější způsoby výroby. Technologie výroby plošných textilií tkaním a pletením byla časově a technologicky náročná. Ve Spojených státech a v tehdejší Československu vznikla řada způsobů na výrobu přímých vláknenných vrstev. To vedlo k vývoji výroby zcela jinými způsoby, a to zpevňováním vláknenných vrstev – *mechanickým*, *chemickým* a *termickým* způsobem. [1] Pojem „netkaná textilie“ byl poprvé zaznamenán v roce 1942. V těchto letech se na trhu objevily syntetické polymery. [5]

### 4) *Současnost*

Od 60. let minulého století až do současnosti dospěla výroba NT k výrobě materiálů úplně novými postupy a technologiemi. Dnes jsou některá odvětví průmyslu bez těchto výrobků už nepředstavitelná, jedná se zejména o zdravotnické nebo hygienické pomůcky a filtry. Firmy samy vyvíjejí nové výrobky a hledají jejich využití v praxi, aniž by čekaly na požadavky a potřeby tohoto odvětví. [1]

### 1.2.3 Vlákná pro výrobu netkaných textilií

Vlákná, která se používají na výrobu NT, můžeme rozdělit na dva druhy:

- 1) základní
- 2) speciální

#### 1) Základní vlákna

Jsou to nejvíce používaná vlákna, která se výrobním firmám dodávají v podobě stříží. Speciálně na výrobu NT se vlákna mohou dále upravovat, v podobě povrchových úprav, objemu vláken a dalších. Značný podíl zastoupení v surovinovém základu mají i vedlejší vlákenné suroviny, které mají původ z technologických odpadů. Technologický odpad tvoří více než 20 % objemu vstupních surovin do výroby. [1]

Nejvíce využívaná vlákna na výrobu NT [4]:

- **polypropylenová**
- **polyesterová**
- **polyamidová**
- **viskózová**

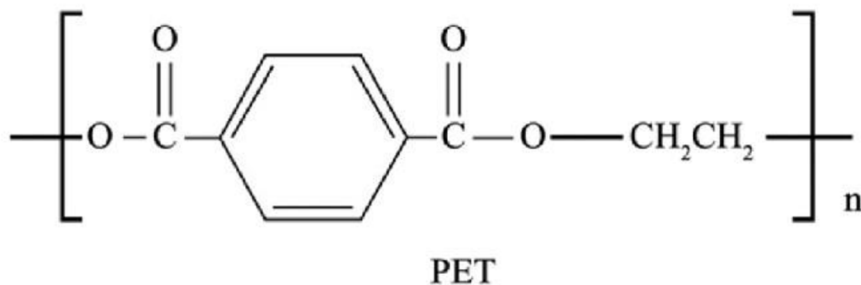
- **Polypropylenová vlákna**

**Značí se zkratkou PP.** Mají vynikající odolnost vůči chemikáliím, rozpouštědlům, kyselinám a navlhavosti. Vlákná jsou hořlavá a mají nevýhodu v oblasti barvení, jelikož nelze jejich povrch barvit a nejsou odolná vůči UV záření. Nicméně, odolávají teplotám až do 110 °C. [4, 6]

- **Polyesterová vlákna**

**Značí se zkratkou PES** a patří do skupiny termoplastů. Nejčastěji se vyrábí z polymeru **polyetylentereftalát (PET)**. Vlákná se nazývají se polyesterová, protože mají esterové vazby [7]. Další jejich vlastností je dobrá odolnost proti chemikáliím, kromě silných kyselin a zásad. Je pro ně typická krystalová mřížka [8]. Další výhodou je elasticita (pružnost), ke které dochází díky esterovým vazbám v molekulách, další výhodou je jejich objem. Vlákná lze barvit. Mají předpoklady žmolkovatět. Odolávají teplotě do 180 °C. Krátkodobě jsou schopna odolat teplotě i 200 °C. Termoplast dobře propouští světlo, ale *je*

navlhavý. [1, 6] Jelikož byla vlákna z tohoto materiálu použita v praktické části, je zde i jeho strukturní vzorec (viz obrázek 1.1).



Obrázek 1.1: Strukturní vzorec polyethylentereftalátu [9]

- **Polyamidová vlákna**

**Značí se zkratkou PA.** Vlákna se vyrábějí z taveniny tzv. zvlákňováním. Nejčastěji se k jejich výrobě používá polyamidu 66, méně používaným je polyamid 6. [1, 8] Mokrá vlákna mají dobrou pevnost [1]. Vlákna se vyznačují poměrnou odolností vůči světlu a dobrou barvitelností. Jejich nevýhodou je menší odolnost vůči kyselinám. Tato vlákna odolávají teplotám až do 160 °C. [1]

- **Viskóзовá vlákna**

Sají velice dobře vodu, výrobky z nich vyrobené mají velice dobré hygienické vlastnosti. Vlákna se dají dobře zpracovávat a barvit. Nevýhodou je jejich odolnost proti vlhkosti a otěru. [4]

## 2) Speciální vlákna

Speciální vlákna se nejvíce vyrábějí z běžných polymerů pro vlákna. Mezi ně patří **příčně profilovaná vlákna**, která mají nekruhový průřez. **Bikomponentní a více komponentní vlákna** jsou složena ze dvou a více polymerů, které se zvlákňují. Zpravidla bývá jeden polymer s vyšší teplotou tání a druhý polymer s nižší teplotou tání. Speciální bikomponentní vlákna mohou být součástí základních vláken. **Modifikovaná vlákna** si zachovávají své vlastnosti po praní či chemickém čištění díky přidáním aditiv před zvlákňováním. Vlákna jsou nejvíce modifikována na nehořlavost, odolnost proti UV záření a obarvení vláken. **Skleněná vlákna** se vyrábí z E-skla, je to nejvíce používaná surovina při výrobě skleněných vláken. Typickými vlastnostmi pro ně je nehořlavost a tepelná odolnost.

Nevýhodou je jejich křehkost a zpracovatelnost. **Čedičová a silikátová vlákna** se liší od skleněných vláken svojí cenou, tepelnou odolností a pevností. **Uhlíková vlákna** jsou špičkou mezi materiály díky své pevnosti, teplotní odolnosti a lehkosti. Tato vlákna se dále dělí na uhlíková a grafitová. Uhlíková mají v sobě obsah uhlíku do 92 %, grafitová mají obsah uhlíku nad 92 %. [1]

#### 1.2.4 Využití netkaných textilií v praxi

NT mají nesmírně velké využití v textilním a automobilovém průmyslu, stavebnictví, domácnostech, zdravotnictví a zemědělství. Podle toho, v jakém odvětví průmyslu a na co se používají, mají svůj příslušný název [1]:

- **Geotextilie**

Využívají se při stavebních pracích, při odvodnění pozemků, výstavbě kanálů, jako podklad při stavbě dálnic, silnic, základů domů, budov, ale i jako protierozní prvek v krajině. Mohou plnit jednu či více funkcí: „*výztužnou, separační, drenážní, filtrační*“. [1]

- **Bytové textilie**

Koberce, dekorace oken – závěsy, ubrusy, utěrky na čištění, *leštící textilie, lapače prachu*. [1]

- **Filtry**

Samostatnou kapitolou využití v průmyslu jsou filtry, které se používají při čištění vzduchu v domácnostech, firmách a laboratořích, kde musí být vzduch naprosto čistý, bez nežádoucích mikroorganismů. Dále mají využití v potravinářském průmyslu při výrobě *piva, vína a mléka*. Neméně důležitou využitelnost mají v ochraně životního prostředí a při zachycování exhalací. [1]

- **Zdravotnické textilie**

Jde o jednorázové pomůcky, jako jsou roušky, respirátory, lůžkoviny – podložky, prostěradla a příkrývky. [1, 3]



- **Automobilový průmysl**

Zejména jako izolační materiál, tepelný nebo zvukový. Dále mohou být použité jako *filtry a polstrovaní*. [1]

- **Agrotextilie**

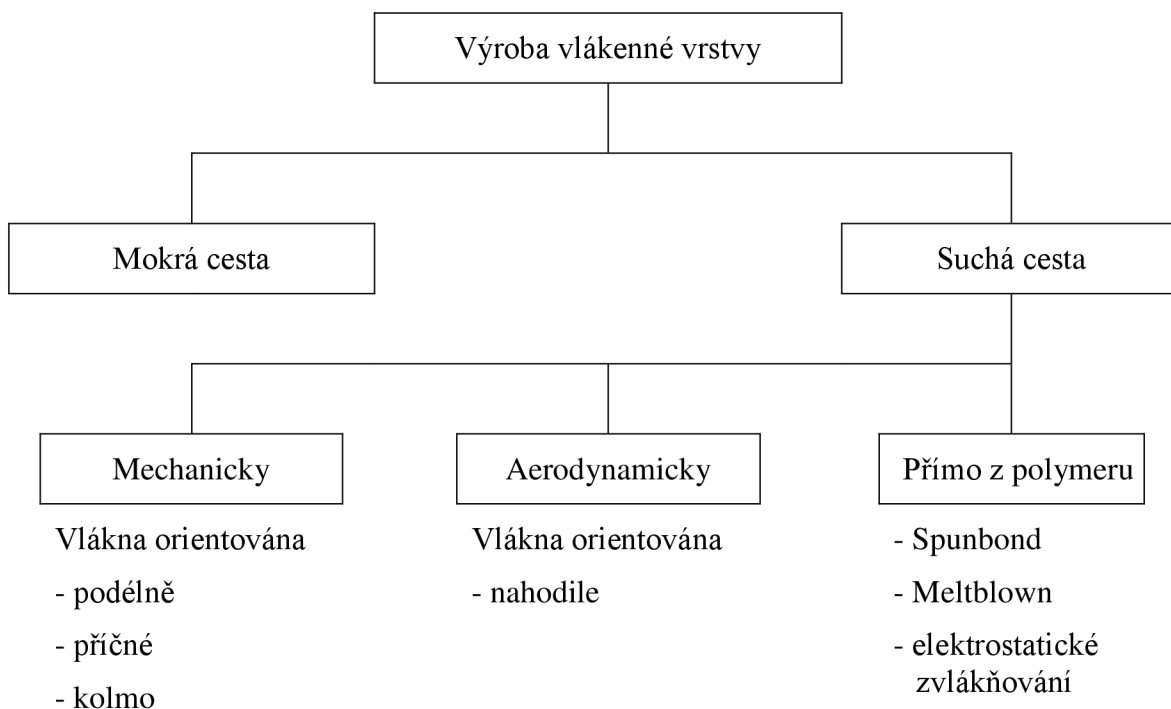
Používají se především jako krycí textile v zemědělství při pěstování plodin k jejich rychlejšímu růstu, ochraně proti škůdcům a zároveň i k pomalejšímu vysychání zeminy. [1]

V průmyslu se dále používají jako obalový materiál k ochraně elektroniky, především PC monitorů, notebooků a LCD televizorů.

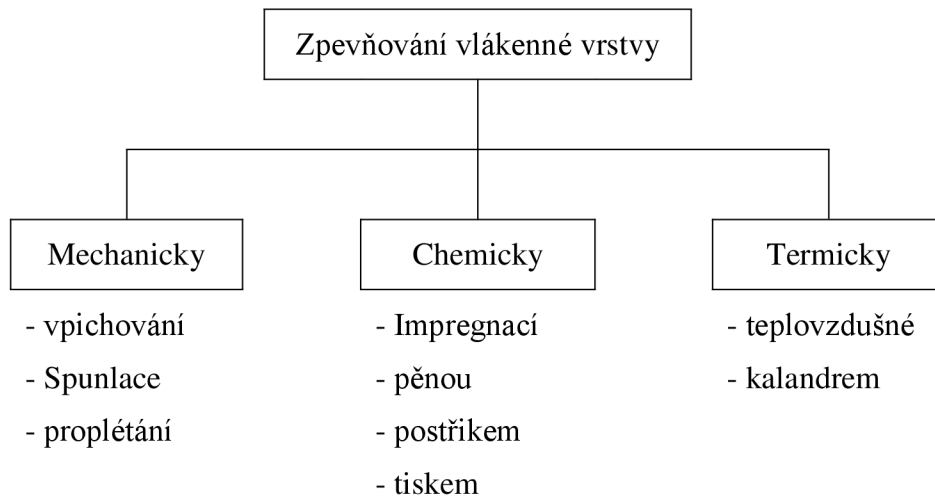
Výhodou netkaných textilií je jejich vysoká produktivita, automatizovaná výroba oproti běžným způsobům výroby plošné textilie, to vede k menšímu počtu pracovníků při výrobě. [10]

### 1.3 Výroba netkaných textilií

Postup výroby můžeme rozdělit na několika mezikroků, které spojením dávají výslednou netkanou textilií. Z hlediska technologie, lze výrobu rozdělit takto [1]:



Obrázek 1.2: Schéma rozdělení výroby NT podle použité technologie [3]



Obrázek 1.3: Schéma rozdělení podle typu zpevnění vláknenné vrstvy [1]

## 1.4 Výroba vláknenné vrstvy

Výrobu vláknenné vrstvy, lze rozdělit na dva způsoby, první způsob je suchou cestou a druhý mokrou cestou. Výrobu suchou cestou můžeme dále rozdělit podle druhu vytvoření vláknenné vrstvy, toho lze vytvořit několika způsoby: mechanicky, aerodynamicky, z polymeru (spunbond, meltblown) nebo elektrostaticky. [3, 10]

### Suchou cestou

#### Mechanický způsob pokládky

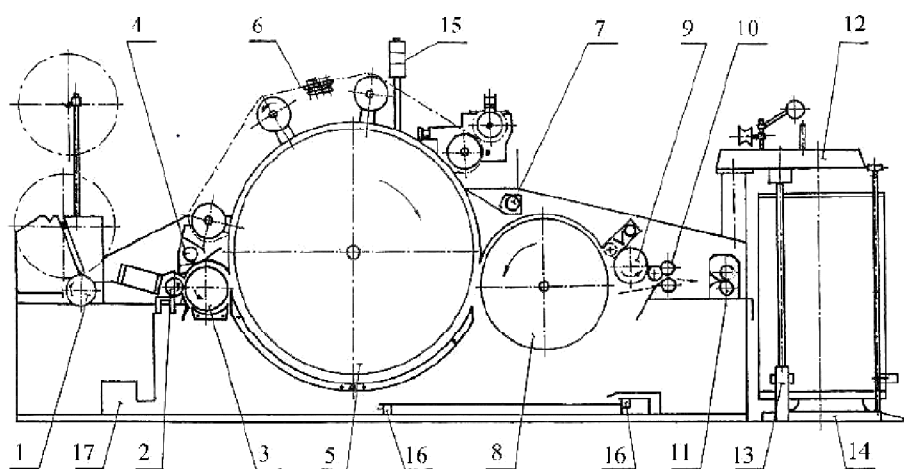
Mechanický způsob se skládá ze tří částí, v první části je balík se staplovými vlákny, který se musí otevřít, případně se mohou vlákna ještě mísit, v druhé části je proces nazývaný **mykání** a ve třetí části je **kladení** vláknenné vrstvy. [10]

#### 1.4.1 Mykání

Je důležitý proces při výrobě NT, touto operací nám vzniká vláknenná pavučina. K operaci mykání se využívají víčkové a válcové mykací stroje. Více rozšířené jsou válcové mykací stroje, kvůli větší pracovní šířce a výkonu. Při procesu mykání dochází k osamostatnění vláken, kromě toho dochází i k jejich narovnání a uspořádání. Výsledná pavučina má většinu vláken orientovaných ve směru její výroby. Této orientaci vláken se také říká anizotropní. [1, 11]

- **Víčkový mykací stroj**

Samotné mykání probíhá mezi hlavním bubnem a víčkem. Vlákenný materiál je přiváděn k pilkovému povlaku na rozvolňovacím válci. Dále je vlákenný materiál unášen na hlavní buben, který ho přenáší k víčkům, kde probíhá vlastní mykání. Na snímači je vlákenný materiál snímán a pěchován, který se následně mění na pavučinu díky hřebenovému ústrojí. Víčkový mykací stroj je vhodný k mykání bavlny a jemných chemických vláken. [11] Při výrobě NT se moc nepoužívají, zejména v České republice a EU, pro svoji malou výrobní šířku a produkci [12].

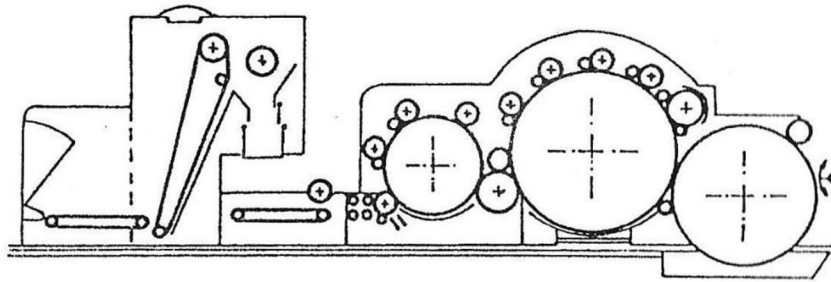


- |   |  |
|---|--|
| 1 ... střídkový válec                               | 10 ... drtící válec                              |
| 2 ... podávací válec                                | 11 ... kalandrovací válec nebo průtahové ústrojí |
| 3 ... rozvolňovací válec s odřezecím nožem a roštem | 12 ... svinovací ústrojí                         |
| 4 ... odsávání nabíhajících víček                   | 13 ... náhon svinovacího ústrojí                 |
| 5 ... hlavní buben s dvoudílným roštem              | 14 ... otočný talíř konve                        |
| 6 ... pohyblivá víčka                               | 15 ... signální světlo                           |
| 7 ... odsávání víčkoviny                            | 16 ... pneumatické zařízení pro odvod odpadu     |
| 8 ... snímač  |  |
| 9 ... snímač pavučiny s čistícími válci a odsáváním |  |

Obrázek 1.4: Víčkový mykací stroj [11]

- **Válcový mykací stroj**

Jak již napovídá název, stroj se skládá z několika soustav válců. Na rozdíl od víčkového mykacího stroje vzniká mykání mezi válci, ty jsou opatřené na svém povrchu drátkovými nebo pilkovými povlaky. Válce k sobě zaujímají určité postavení podle polohy na: mykání, snímání nebo povytažení. V mykacím stroji jsou vlákna rozvlákňována a napříměna do směru výroby. Vlákna se formují do vrstvy, kterou sčesává hřeben nebo sčesávací pilka a tím se mění vrstva vláken na pavučinu. Válcový mykací stroj je vhodný k mykání vlny a chemických vláken, zvládne větší výrobní šířku 1,5 – 3,5 m a produkci. [1, 11]



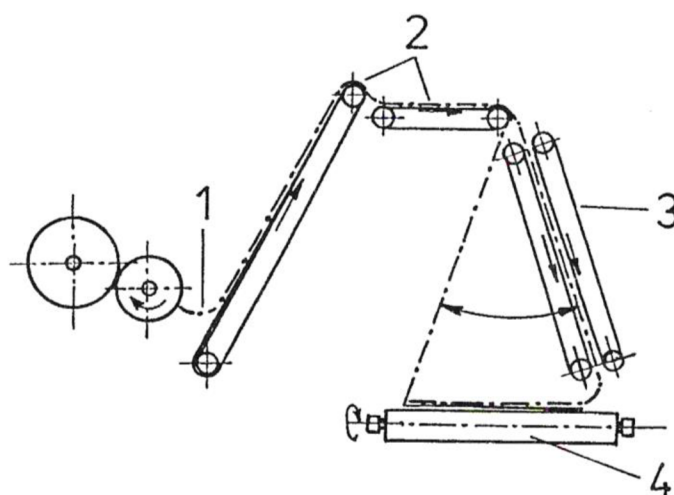
Obrázek 1.5: Válcový mykací stroj

## 1.4.2 Kladení

Při procesu kladení je na sebe kladeno několik vrstev pavučin, které se mění v rouno. Jednoduše řečeno se jedná o způsob zvětšení hmotnosti pavučiny, respektive rouna. Vlivem kladení je na okrajích vyšší plošná hmotnost. Kladení pavučiny je realizováno příčně, podélně nebo kolmo. [1, 10]

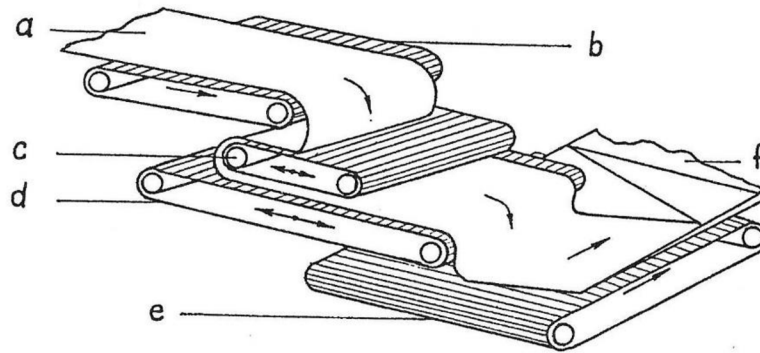
- **Příčné kladení**

Tento typ kladení patří mezi nejčastěji používané. Příčné kladení lze dále rozdělit na vertikální a horizontální. U horizontálního kladení pavučina prostupuje mezi dvěma horizontálními kladecími pásy, které určují její směr a šířku pavučiny na odváděcím dopravníku. Tento typ kladení dokáže udělat větší šířku výsledného rouna díky své výšce a dvojici výkyvných pásů. Pro co nejlepší výslednou plošnou hmotnost a pravidelnost je doporučeno mít co nejvíce vrstev pavučiny. [1, 10]



Obrázek 1.6: Vertikální příčný kladeč [1]

1 – pavučina z mykacího stroje, 2 – příváděcí dopravníky, 3 – dvojice výkyvných kladecích pásů, 4 – odváděcí dopravník

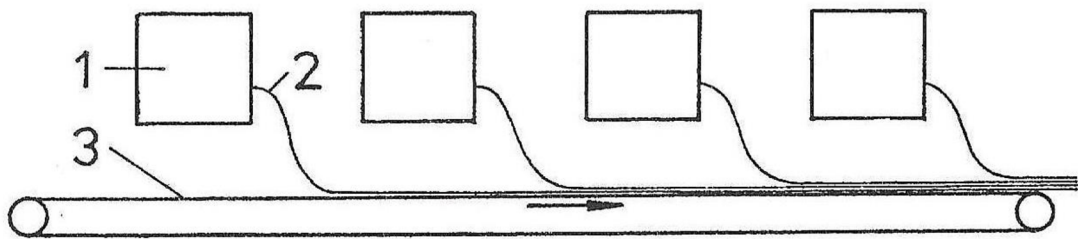


Obrázek 1.7: Horizontální příčný kladeč [1]

*a – pavučina, b – kladecí dopravník, c – kompenzační dopravník, d – kladecí dopravník, e – odváděcí dopravník, f – příčné vrstvené rouno*

- **Podélné kladení**

Princip podélného vrstvení spočívá v uspořádání několika mykacích strojů za sebou, jejichž pavučiny jsou postupně odváděny a ukládány na sebe na dopravním pásu. Každá další pavučina je kladena na tu předchozí, tím se zvyšuje plošná hmotnost. Většina vláken je orientována v podélném směru výroby tj. ve směru výroby. Taková textilie má 8 – 10 násobně lepší pevnost ve směru výroby. Podélné kladení se vyznačuje nižší plošnou hmotností výrobků. Plošná hmotnost textilií se pohybuje do  $100 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ . [1, 10]

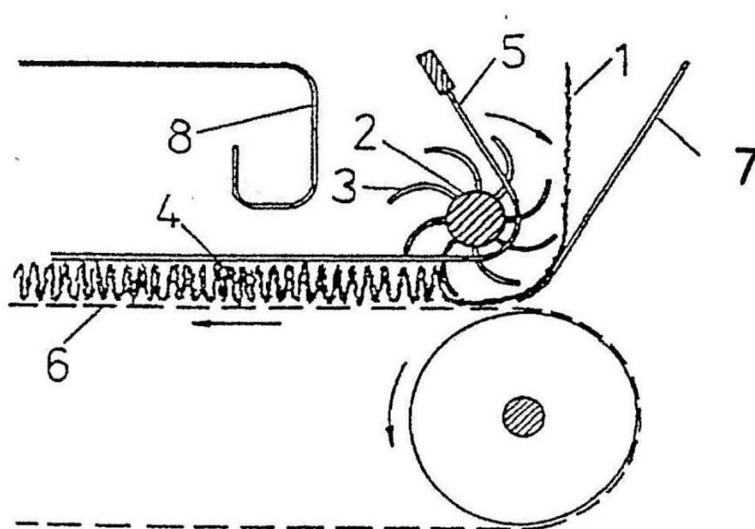


Obrázek 1.8: Podélné kladení [1]

*1 – mykací stroj, 2 – pavučina, 3 – odváděcí dopravník*

- **Kolmé kladení**

Tato technologie výroby se řadí k nejnovějším a byla vynalezena na přelomu 80. a 90. let tehdejší VŠST dnešní Technickou univerzitou v Liberci. Základem pro vývoj této technologie bylo najít způsob, jak udělat vlákenné vrstvy odolné proti stlačení. Odolnost je dána orientací vláken, která jsou převážně kolmém směru (ve směru osy z). Pro výrobu takto kladených vrstev jsou dva typy kolmých kladečů: vibrační a rotační. Výrobky této technologie najdou uplatnění v čalounickém, oděvním a nábytkářském průmyslu. [1, 10]



Obrázek 1.9: Kolmý rotační kladeč [1]

1 – pavučina z mykacího stroje, 2 – pracovní kotouč, 3 – hrot pracovního kotouče,  
4 – kolmo kladená vlákenná vrstva, 5 – drátový rošt, 6 – dopravník, pojící komory,  
7 – přiváděcí plech, 8 – kryt pojící komory

### **Aerodynamický způsob**

Vlákenná vrstva se vyrábí pomocí škubacího válce, který rozvolní vlákenný materiál. Vlákna jsou následně unášena vzduchem na kondenzátor, kde jsou vlákna formována do vlákenné vrstvy. [1]

## **Polymerní způsob**

### **Spunbond**

Výroba probíhá přímo z polymeru a principem této technologie je odtahování vláken od trysky, vlákna jsou následně dlužena a sbírána na pás, kde vytváří vláknennou vrstvu. [10]

### **Meltblown**

Tato metoda výroby je podobná technologii „spunbond“, jelikož také pracuje přímo s polymerem. Proces spočívá ve foukání roztaveného polymeru ze zvlákňovací trysky, který je následně formován a unášen proudem horkého vzduchu na pás. Proud studeného vzduchu je vhnán kolem hubice ze spodu a tím vlákna chladnou a vytvářejí vláknennou vrstvu. [10]

### **Elektrické zvlákňování**

Elektrické zvlákňování probíhá za pomoci polymerního roztoku nebo taveniny. K výrobě vláken dochází mezi kapilárou a kolektorem. Vlivem vzrůstající intenzity elektrického pole se na špičce kapiláry začne tvořit tzv. Taylorův kužel. V momentě, kdy elektrické pole překoná povrchové napětí polymerního roztoku, dochází k vytrysknutí polymeru směrem ke kolektoru pomocí nabitě trysky kapaliny. Vlivem pohybu vytrysknutého paprsku polymeru, dochází k jeho prodlužování a odpařování rozpouštědla. Výsledkem je polymerní vlákno, které zůstává a pojí se s ostatními vlákny. Tímto způsobem zvlákňování se vyrábí především filtry. [13, 14]

### **Mokrou cestou**

Využívá se podobných metod jako při výrobě papíru. Vlákna se smáčí ve vodě, tam dojde k jejich rozptýlení a následně se odvedou na síťový pás. Vlákna se suší a dále povrchově upravují. Pro výrobu jsou vhodná vlákna z bavlny, vlny a viskózy. Takto vyrobené textilie mají nižší plošnou hmotnost, a proto se využívají ve zdravotnictví a jako těsnící materiály. [3]

## 1.5 Zpevnění vlákenné vrstvy

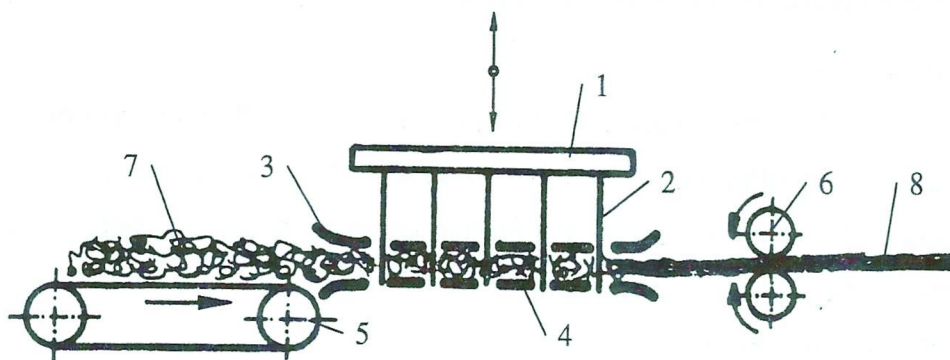
Zpevnění vlákenné vrstvy může probíhat několika způsoby a to: **mechanicky, chemicky a termicky.**

### Mechanické zpevnění

Ke způsobům mechanického zpevnění kromě **vpichování** dále patří, zpevňování pomocí **paprsků vody (spunlaced), proplétání, plstění a valchování.**

#### 1.5.1 Vpichování

Vpichování je jedním z nejrozšířenějších způsobů zpevnění. Pojem vpichování je také známý jako **plstění**. Vlákna jsou do sebe mechanicky provázána díky zpětnému chodu jehel, které na sobě mají ostny [15]. Díky tomu dochází k přeorientování vláken. Při procesu vpichování je vlákenná vrstva výrazným způsobem změněna (obrázek 1.10), mění se podstatným způsobem její tloušťka a dochází ke změnám šířky i délky. Běžná délka vpichů se pohybuje kolem 5–25 mm. [1] Vpichování dále dělíme podle toho, jak jsou uzpůsobeny vpichovací rošty. Mezi hlavní způsoby vpichování patří: **kolmé, šikmé a kombinované.** [12]



Obrázek 1.10: Schématické znázornění vpichovacího stroje [1]

(1 - jehelní deska, 2 - jehla, 3 - stírací rošt, 4 - opěrný rošt, 5- příváděcí pás, 6 - odtahové zařízení, 7 - příváděné rouno, 8 - odváděná textilie po vpichování)

Na vliv vpichování má řada faktorů: počet vpichů na plochu, hloubka vpichu, typ použité jehly, rozmístěním jehel, jemnost a délka použitých vláken [1, 12]



Počet vpichů na plochu se dá vyjádřit vztahem [1]:

$$v_p = \frac{a \cdot f \cdot p}{v} \quad (2)$$

kde:

- $v_p$  – počet vpichů [ $\text{m}^{-2}$ ],
- $a$  – celkový počet jehel na 1 m vpichovací desky,
- $f$  – frekvence desky [ $\text{s}^{-1}$ ],
- $p$  – počet průchodů textilie strojem,
- $v$  – rychlost odváděné textilie [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ].

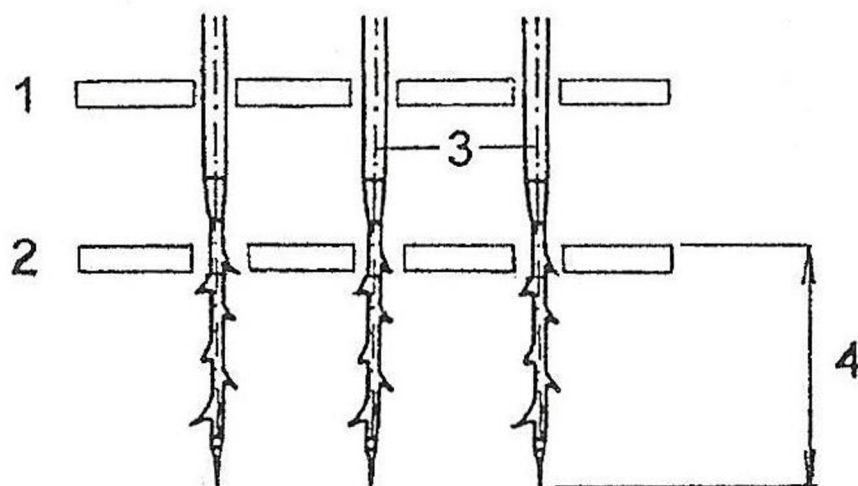
Hloubka vpichu se dá vyjádřit podle vztahu [12]:

$$B = t + h - Y \quad (3)$$

kde:

- $B$  – proniknutí ostnu jehly [mm],
- $t$  – tloušťka rouna [mm],
- $h$  – hloubka vpichu [mm],
- $Y$  – vzdálenost prvního ostnu od hrotu jehly [mm].

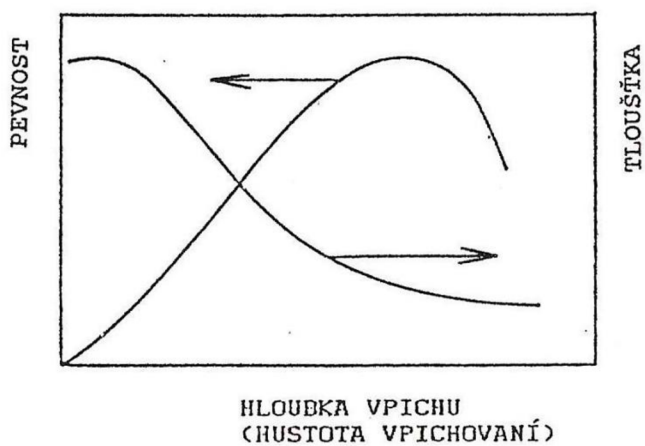
Hloubka vpichu hraje zásadní roli v mechanických vlastnostech textilie, kdy se zvětšující se hloubkou vpichu dochází k lepšímu provázání vláken, čímž se zvětšuje pevnost a tažnost naopak klesá. Pokud je hloubka vpichu moc velká, dochází k opačnému efektu. [12]



Obrázek 1.11: Hloubka vpichu [1]

(1 – stírací rošt, 2 – opěrný rošt, 3 – vpichování jehla, 4 – hloubka vpich)

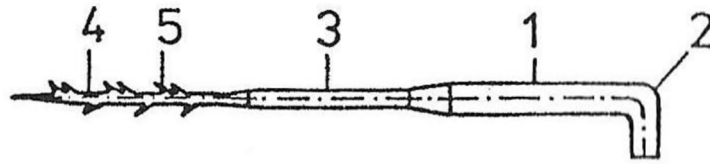
Mezi hloubkou vpichu, pevností a tloušťkou je vzájemná provázanost, která je zobrazena na obrázku 1.12. [1]



Obrázek 1.12: Závislost pevnosti a tloušťky na hloubce vpichu [1]

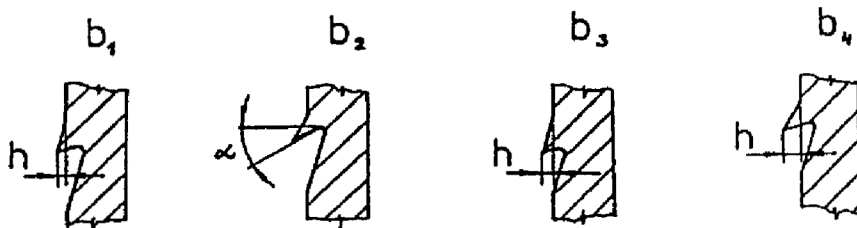
- **Vpichovací jehla**

Vpichovací jehla se dělí na několik částí, názvy jednotlivých částí jsou popsány na **obrázku 1.13**. Vpichovací jehly mají různé tvary a výšku ostnů (viz **obrázek 1.14**).



Obrázek 1.13: Části vpichovací jehly [1]

(1 – stvol, 2 – kolínko, 3 – redukováná část, 4 - pracovní část, 5 – ostn)



Obrázek 1.14: Tvar a výška ostnů [1]

- **Značení vpichovacích jehel**

Příklad značení:

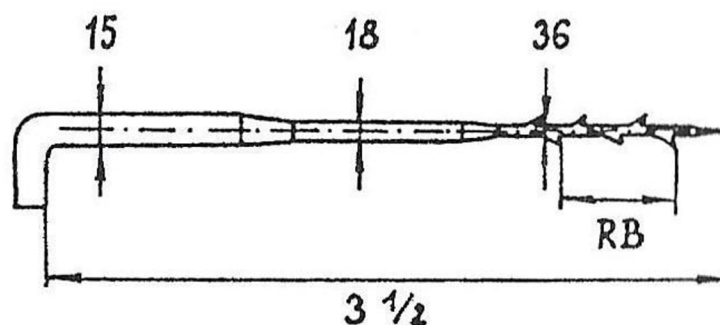
15 x 18 x 30 x 3 1/2 RB NKU (viz obrázek 1.15)

kde:

- 15 – představuje označení průměru stvolu [gauge]
- 18 – označuje redukovanou část jehly [gauge]
- 36 – označuje pracovní část [gauge]
- 3 1/2 – označuje délku jehly [“]
- RB – (regular barb) označuje rozteč ostnů
- NKU – (non kick up) převýšení ostnů

[1, 12]

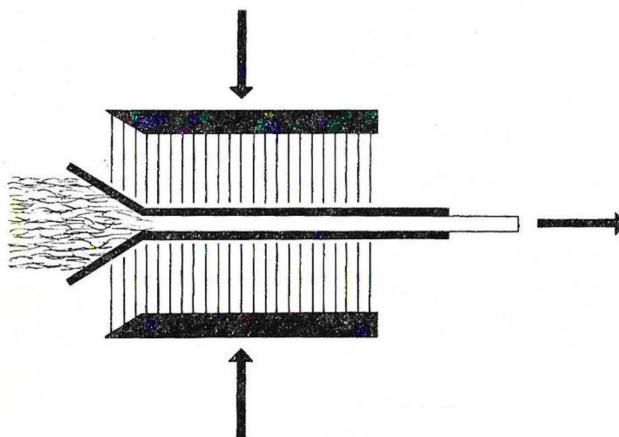
Gauge představuje číslo, *kolikrát se příslušný rozměr vejde do anglického palce* [1]



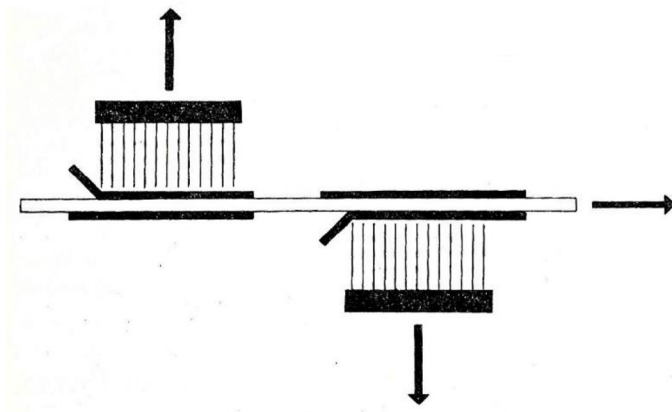
Obrázek 1.15: Značení vpichovací jehly [1]

- **Kolmé vpichování**

Princip kolmého vpichování spočívá v tom, že jsou jehly vpichovány kolmo rounem. Dráha jehel je tedy kratší a zpevnění rouna menší než u šikmého vpichování. V praxi je zpevnění pomocí kolmého vpichování dostatečné, a navíc vyžaduje nejnížší složitost stroje. Tento princip vpichování patří k nejrozšířenějším a nejstarším metodám. Vpichování do rouna je prováděno za pomoci vpichované desky s jehlami ze shora, zespodu, proti sobě (viz obrázek 1.16) nebo za sebou (viz obrázek 1.17). U vpichování proti sobě v případě protiběžného pohybu desek je každá z desek osazena jehlami jen z poloviny, aby nedocházelo k jejich kontaktu při vpichování. [12]



Obrázek 1.16: Vpichovací desky proti sobě [12]

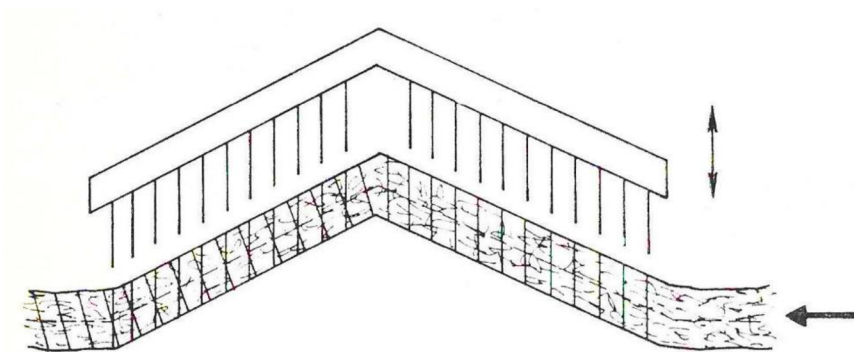


Obrázek 1.17: Uspořádání vpichovacích desek za sebou [12]

- **Šikmé vpichování**

Při šikmém vpichování jsou jehly do rouna vpichovány pod určitým úhlem, zpravidla je to v rozmezí 45 až 75°. Jehly vstupující do rouna mají delší dráhu, díky delší dráze je textilie vyrobená tímto způsobem pevnější. Vlákna v textilií jsou lépe provázána než při kolmém vpichování. Šikmé vpichování lze dále rozdělit na jednostranné a oboustranné.

U jednostranného vpichování se *rouno vede přes střechovitě tvarované rošty* (viz obrázek 1.18). Při tomto způsobu dochází v rounu ke křížovému provázání. [12]



Obrázek 1.18: Jednostranné šikmé vpichování [12]

- **Kombinované vpichování**

Jak už napovídá název, jedná se kombinaci dvou přechozích vpichování. *Rouno prochází po válcovém povrchu roštu*. [12]

### 1.5.2 Paprskem vody (Spunlaced)

Technologii spunlaced je založená na proudu vody, tím dochází k provázání vláken. Textilie je spojena pomocí třecí síly vláken. Pro výroky této technologie je významná jejich vlastnost splývavosti (pohyb vláken proti sobě). Pomocí paprsků vody mohou být zpevněné jakékoli vláknenné vrstvy, a to bez ohledu na to, jakou technologií byly vyrobeny. Paprsky vody dosahují tlaku kolem 15 MPa, tohoto tlaku je dosaženo díky průchodu vody tryskami. Při výrobě se nepoužívají žádné další pojiva ani chemikálie, a proto jsou takto vyrobené textilie zdravotně nezávadné. Další výhodou jsou dobré mechanické vlastnosti. Nevýhoda této technologie spočívá ve vyšších pořizovacích nákladech, tak v nákladech na provoz. [4]

### 1.5.3 Proplétání

Vláknenná vrstva je mechanicky provazována soustavou nití. Takto vyrobené textilie se nazývají proplety. Výplněk propletu je nejčastěji rouno. Základními vazbami jsou trikotový a řetízkový steh [15]. Při této technologii výroby se nejčastěji používají osnovy vyráběné snováním a soukáním. Proplety vyrobené tímto způsobem se používají především v domácnostech jako bytové nebo čistící textilie. [1, 4]

### Chemické zpevnění

Princip zpevnění vláknenné vrstvy spočívá v nanesení pojiva na povrch vrstvy. Pojivo se může na vláknennou vrstvu nanášet několika způsoby: *impregnací, postřikem, tiskem nebo raklí*.

U nanášení impregnací je třeba, aby byla dobrá smáčivost vláken. Vláknenná vrstva prochází nádobu, ve které je disperze nebo roztok. Poté je tato disperze částečně odstraněna průchodem mezi dvěma válci a dochází ke koagulaci pojiva (spojování částic). [1, 3]

Nanášení pojiva postřikem – na vláknennou vrstvu je rozprašováno pojivo pistolí. Pro lepší rovnoměrnost pojiva v textilií se používá podtlakového prosávání a také stříkání pojiva z druhé strany. Kapky pojiva zůstávají na vláknech a v místech křížení vláken. [1, 3]

Nanášení tiskem – spočívá v nanášení pojiva plochu rouna pomocí rotačních vzorovaných válců. [1, 3] Stejně jako u tiskového nanášení se při nanášení **raklí** pojivo na rouno nanáší prostřednictvím roztírání [1].

## Termické zpevnění

Vlákněná vrstva je nejčastěji spojována pomocí *nanesením pojiva na pavučinu*, zvýšením teploty dochází k tavení pojiva, naopak ochlazením dochází k jeho zpevnění. Pojivo je většinou ve formě prášku, pasty, bikomponentních vláken či mřížek. Nižší teplota tání kopolymerů zajistí, lepší pevnost. Dále sem patří pojení kalandrem, kdy vlákněná vrstva projíždí mezi dvojicí válců, alespoň jeden z nich je vyhříváný, případně oba. [1]

## 1.6 Plošná hmotnost

Je jiným vyjádřením jemnosti plošných textilií. Vyjadřuje se vztahem *hmotnosti na jednotku plochy*. Norma ČSN EN 12127 (800849) stanovuje velikost vzorku o rozměrech 100 x 100 mm pro měření plošné hmotnosti. [16]

Výpočet plošné hmotnosti je dán vztahem [16]:

$$\rho_s = \frac{m}{S} = \frac{m}{l \cdot b} \quad (4)$$

kde:

$\rho_s$  – plošná hmotnost [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ],

$m$  – hmotnost odstříhu [ $\text{kg}$ ] plošné textilie o ploše  $S$  [ $\text{m}^2$ ],

$S$  – plocha odstříhu plošné textilie [ $\text{m}^2$ ],

$S = l \cdot b$ ,  $l$  – délka vzorku [ $\text{m}$ ],  $b$  – šířka vzorku [ $\text{m}$ ].

## 1.7 Prodyšnost textilie

Zjišťování prodyšnosti textilie se řídí normou ČSN ISO EN 9237 (800817) Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií. Prodyšnost je dle normy definována takto: „*Rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo na zkušební vzorek při specifikovaných podmínkách pro zkušební plochu, tlakový spád a dobu.*“ [17]

Dále norma definuje přesnou velikost testované textilie ( $5 \text{ cm}^2$ ,  $20 \text{ cm}^2$ ,  $50 \text{ cm}^2$ ,  $100 \text{ cm}^2$ ), kromě testované plochy udává i předepsaný tlakový spád ( $50 \text{ Pa}$ ,  $100 \text{ Pa}$ ,  $200 \text{ Pa}$ ,  $500 \text{ Pa}$ ). Norma ČSN ISO EN 9237 (800817) doporučuje podmínky pro testování:

- zkušební plochu textilie 20 cm<sup>2</sup>
- tlakový spád pro oděvní plošné textilie 100 Pa a pro technické plošné textilie 200 Pa [17].

Výpočet prodyšnosti se dá vypočítat ze vztahu [17]:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} \cdot 167 \quad (5)$$

kde:

- R – prodyšnost [mm·s<sup>-1</sup>],
- $\bar{q}_v$  – aritmetický průměr průtoku vzduchu [l·min<sup>-1</sup>],
- A – zkoušená plocha textilie [cm<sup>2</sup>],
- 167 – přepočítávací faktor z [l·m<sup>-1</sup>·cm<sup>2</sup>] na [mm·s<sup>-1</sup>].

## 1.8 Pevnost a tažnost textilie

Pevnost a tažnost netkané textilie se dá zjistit pomocí tahové zkoušky netkaných textilií, která se řídí normou EDANA 20.2-89, kde jsou specifikována kritéria pro odběr a testování vzorků. [18, 19]

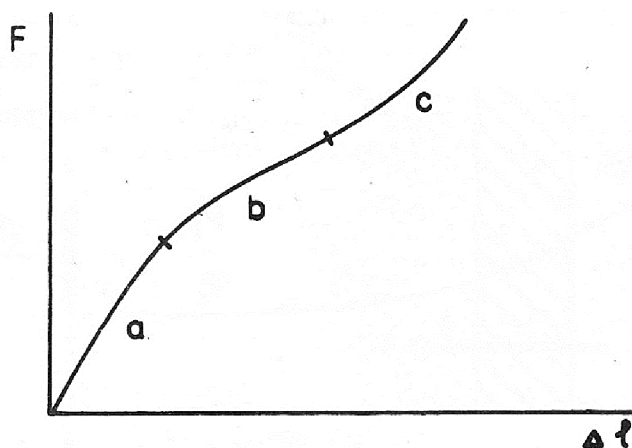
Za pevnost a tažnost se někdy označuje místo, ve kterém se textilie přetrhne. Řadíme ji mezi mechanické vlastnosti a je dána vztahem [18]:

$$\sigma = \frac{F}{S}. \quad (6)$$

Písmeno  $\sigma$  představuje napětí, které je definováno jako poměr mezi zatěžující silou F [N] a plochou průřezu S [m<sup>2</sup>]. Průběh tahové zkoušky je znázorněn na obrázku 1.19, kde se vzrůstající silou roste protažení vzorku l [mm]. [18]

Na pevnost a tažnost textilie má vliv nejen plošná hmotnost, ale i hloubka vpichu. Při delší hloubce vpichu dochází k lepšímu provázání rouna, to má vliv na pevnost, která roste a na tažnost, která naopak klesá. [12] Tahová křivka se dělí na tři části – **a**, **b**, **c**. V úseku **a** dochází k tažnosti mezi vlákny a jejich napřímení. V úseku **b** dochází k prodloužení, způsobením deformace vazby textilie a úsek **c** znázorňuje samotné prodloužení vláken až do bodu, kdy se vlákna vlivem rostoucí síly přetrhnou. [18, 19]





Obrázek 1.19: Tahová křivka

## 1.9 Cena, cena produktu

Cena je jedním se základních nástrojů marketingového mixu. Dále do marketingového mixu (MM) patří: **produkt, komunikace a distribuce**. Někdy si tyto nástroje MM označují jako „**4P**“ z angličtiny produkt – výrobek, place – distribuce, price – cena, promotion – komunikace. [20]

Cena je nějaký objem peněz, kterou musí spotřebitel vynaložit na to, aby si mohl koupit daný produkt (výrobek nebo službu) na trhu. Je jediným nástrojem MM, který přináší příjmy. Cena je symbolem kvality a její výše působí při rozhodování na zákazníka. *Vyšší cena vzbuzuje pocit kvality a nižší má pomoci rozšířit okruh zákazníků.* [20]

Cena by měla zahrnovat všechny mezikroky, které jsou potřeba k výrobě výrobku, od jeho počátečního vývoje, samotné výroby přes distribuci až po reklamu. [20]

V marketingu existuje devět strategií, tyto strategie jsou uspořádané podle cenové a kvalitativní hodnoty. Firma, která uvádí výrobek na trh, si většinou zvolí jednu z těchto strategií [21]:

Tabulka 1: Strategie ceny a kvality dle Kotlera [21]

		Cena		
		Vysoká	Střední	Nízká
Kvalita produktu	Vysoká	1. Strategie získání mimořádné ceny	2. Strategie vysoké hodnoty	3. Strategie mimořádně vysoké hodnoty
	Střední	4. Strategie předražování	5. Strategie střední hodnoty	6. Strategie odpovídající hodnoty
	Nízká	7. Strategie okrádání	8. Neúsporná strategie	9. Úsporná strategie

Stanovení ceny je složitý proces, který se skládá z několika částí, firma musí před vytvořením ceny zohlednit několik fází, podle Kotlera je lze rozdělit takto [21]:

- 1) *Stanovení cíle cenové politiky*
- 2) *Zjišťování poptávky*
- 3) *Odhad nákladů*
- 4) *Analýza nákladů, cen a nabídek konkurentů*
- 5) *Výběr metody určování cen*
- 6) *Výběr konečné ceny*

### 1.9.1 Cenové cíle firmy

Firma si s uvedením produktu na trh, musí stanovit svůj cenový cíl a určit, čeho chce produktem na trhu dosáhnout. V rozhodování při nastavení cenového cíle jí pomůže, když bude znát svůj cílový trh. [20, 21] Firma nastavením ceny, může mít jeden z těchto cílů na trhu [20]:

- 1) *přežití*
- 2) *maximalizace běžného zisku*
- 3) *maximalizace běžných příjmů*
- 4) *maximalizace růstu prodeje*
- 5) *maximalizace využití trhu*

## 6) vedoucí postavení v kvalitě výrobku

- **Přežití**

Ve chvíli, kdy je velká konkurence na trhu, změní se zákaznické potřeby nebo chce firma vyprodat svoje výrobky, musí snížit své ceny. V tuto chvíli je hlavním cílem je přežití mnohem důležitější než zisk. [20]

- **Maximalizace běžného zisku**

Firma se snaží zvolit takovou cenu, která povede k co největšímu zisku. S tím souvisí i odhad nákladů na výrobek a jeho poptávky. [20]

- **Maximalizace běžných příjmů**

V tomto případě jde jen o odhad poptávky, uspokojení poptávky zajistí, že bude výrobku dostatečné množství, které si zákazníci chtějí koupit. [20]

- **Maximalizace růstu prodeje**

Firmě jde o to, aby byl co největší podíl prodaného zboží. Domnívá se, *že čím větší bude množství prodaného zboží, tím nižších nákladů bude dosahovat* a zároveň by měla dosahovat z dlouhodobého hlediska i vyššího zisku na jednotku. [20]

- **Maximalizace využití trhu**

V literatuře se tento pojem často označuje jako „sbírání smetany“. Firma stanoví na počátku nového produktu vysokou cenu, tím využije trh. Jedná se spíše o kratší časový úsek. [22] Firma uvede na trh produkt s vysokou cenou, se vstupem dalších konkurentů na tento trh postupně zavádí levnější a méně technologicky vyspělé produkty, aby přilákala další zákazníky, různé bonity [20, 23].

- **Vedoucí postavení v kvalitě výrobku**

Firma chce být jedničkou na trhu v kvalitě, proto nabízí kvalitní výrobky. To úzce souvisí také s cenou výrobku. Cena je zpravidla vyšší, než nabízí konkurence. [20]

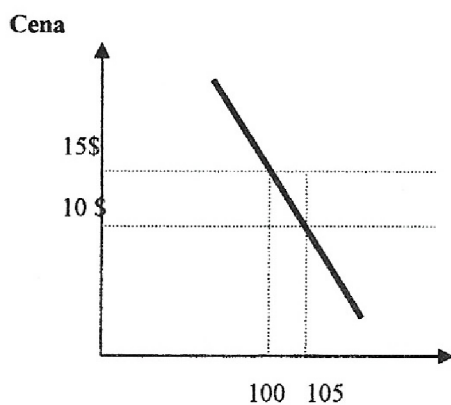
## 1.9.2 Poptávka

V procesu stanovení ceny, je důležitým mezikrokem odhad poptávky po produktu. Různá hladina ceny vyvolá jinou poptávku po produktu, to má vliv i na marketingové strategie firmy. Jedním z důvodů, proč je důležité odhadnout poptávku, je umožnit firmě přizpůsobit se objemu výroby. [20] Do velké míry může mít vliv na poptávku i reklama, která je jedním z marketingových nástrojů. Cena produktu se odvíjí od ceny substitutů na trhu. Na poptávku mají kromě cen substitutů vliv ještě komplementy. [23] Pro výrobce a prodejce je důležité vědět, jak se bude měnit poptávka v závislosti na změně ceny. Změnu poptávky dělíme na pružnou a nepružnou, a to podle toho, jak moc se poptávka změní v závislosti na ceně.

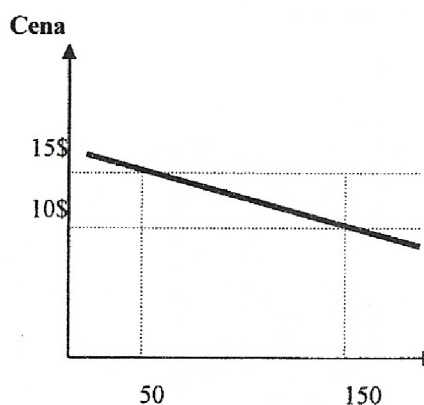
Pružnou poptávku označujeme takovou, která vyvolá při malé změně ceny, velkou poptávku. Opakem je potom nepružná poptávka, kdy malá změně ceny, vyvolá jen o něco vyšší (téměř stejnou) poptávku. [20]

Elasticitu poptávky ovlivňuje množství substitutů, např. zda je produkt zbytný či ne, a také časový faktor. Zbytné a drahé produkty se chovají elasticky. [20] Grafické znázornění pružné a nepružné poptávky je vidět na obrázku 1.20.

### a) Nepružná poptávka



### b) Pružná poptávka



Poptávkové množství za určitou dobu

Obrázek 1.20: Grafické znázornění pružné a nepružné poptávky [20]

## 1.9.3 Náklady

Při výrobě produktů má firma značné náklady na jejich výrobu. Firma chce nastavit takovou cenu, která jí pokryje náklady na výrobu, distribuci a prodej. S tímto se pojí i

finanční odměna (zisk) firmě za *úsilí a riziko*, které musela překonat před uvedením produktu na trh a v jeho průběhu. [20]

Náklady firmy lze rozdělit na: 1) fixní  
2) variabilní

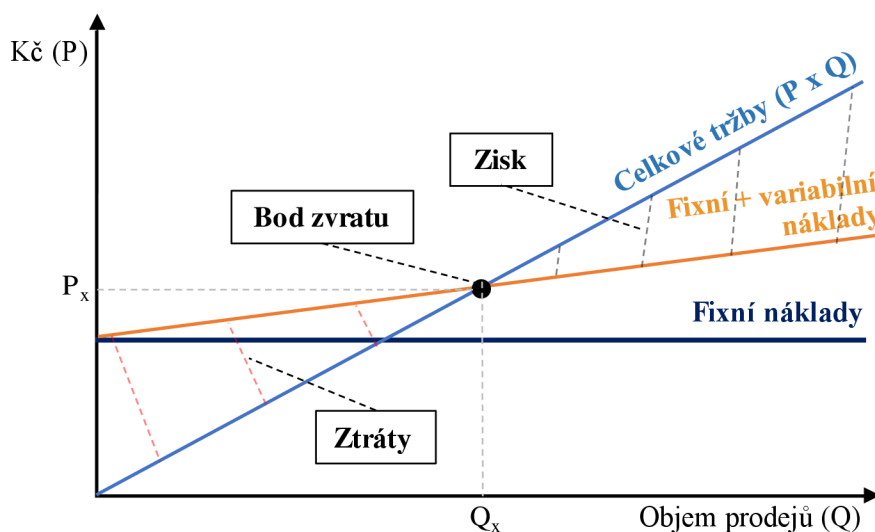
**Fixní náklady** - jsou náklady, které firma hradí každý měsíc, bez ohledu na počet vyrobených nebo prodaných výrobků. [20, 21] Jedná se například o splátky úvěrů, zálohy na energie (plyn, voda, elektřina), poplatky za internet či telekomunikační služby.

**Variabilní náklady** - jsou náklady, které jsou závislé na objemu produkce. [20, 21] Může jít například o obalový materiál výrobku či samotné komponenty výrobku.

**Celkové náklady** – jsou součtem fixních a variabilních nákladů bez ohledu na objem výroby. [21]

Z celkových nákladů lze spočítat **náklady průměrné**, ty se spočítají tak, že se podělí mezi sebou náklady celkové a počet vyrobených kusů. [20] Tento krok umožňuje zjistit orientační cenu za jednotlivý kus (jednotku).

Vztah mezi náklady, ziskem a poptávkou po produktu se dá vyjádřit grafem níže. [20] Hovoříme o tzv. **bodu zvratu** (viz obrázek 1.21) ve kterém se náklady rovnají prodeji. Celkové náklady a celkový prodej se střetávají v bodě zvratu, překonáním tohoto bodu si firma začíná budovat zisk. Se zvyšující se produkcí, firma zvyšuje i své zisky z prodeje. [24] Jestliže se firma dostane pod bod zvratu a nevyrobí dostatečný počet jednotek, hovoříme o ztrátě.



Obrázek 1.21: Grafické znázornění bodu zvratu [24]

Bod zvratu lze vypočítat numericky [24]:

$$Q = \frac{F}{P - VC} \quad (7)$$

kde:

Q – množství,

F – fixní náklady,

P – cena produktu,

VC – variabilní náklady na jednotku.

#### **1.9.4 Analýza cen konkurence, její nákladů a nabídek**

Dalším dílčím krokem při stanovení ceny produktů je analýza cen produktů konkurence. Kromě analýzy cen konkurence, je potřeba znát i výši nákladů. Firma se zabývá průzkumem cen a nabídky produktů ostatních konkurentů na trhu. Firma má několik možností, jak získat porovnání se svou konkurencí, například z cenových katalogů nebo dotázaním se přímo zákazníků na to, jak na ně působí výše ceny a rozsah nabídky konkurence. [20]

V případě, že je nabídka produktů konkurence srovnatelná, měla by se i cena produktů co nejvíce blížit k ceně konkurence. To neplatí v případě, že je nabídka produktů konkurence větší nebo menší. Pokud je nabídka konkurence větší, firma si nemůže stanovit cenu produktu vyšší. V druhém případě, kdy je konkurenční nabídka nižší, si firma může dovolit stanovit vyšší ceny svých produktů. [21]

#### **1.9.5 Metoda tvorby ceny**

Firma by při výběru metody tvorby ceny měla zohlednit poptávku a po daném produktu a ceny konkurence. Ideální cena produktu by měla být taková, aby firmě generovala zisk a současně po něm měla být poptávka. Je několik možností, jak stanovit cenu [20]:

- 1) *Kalkulace podle nákladů – cena s přírůžkou*
- 2) *Ocenění na základě poptávky*
- 3) *Soutěživé ocenění*
- 4) *Pomocí vnímané hodnoty*
- 5) *Cílové návratnosti*

- **Kalkulace podle nákladů – cena s přírážkou**

Jak už napovídá název výše, metoda je založena na nákladech na produkt. K nákladům na produkt se připočítá tzv. „přirážka“ – jedná se o zvýšení ceny na jednotku v procentech nebo přímo v peněžní částce. Při výběru této metody, firma nebere vztah mezi nabídkou a poptávkou. [20, 21, 23]

- **Ocenění na základě poptávky**

Pokud je po produktu vysoká poptávka, firma většinou nasadí vysokou cenu. Snaží se o maximální zisk z objemu prodeje. [20, 23]

- **Soutěživé ocenění**

Tato metoda vychází z cen konkurence v odvětví. Nebere v úvahu svoje náklady a nekouká ani na poptávku. [20]

- **Pomocí vnímané hodnoty**

Firma se dívá na to, jak hodnotu produktu na trhu vnímá zákazník. Při stanovení konečné ceny, je třeba zohlednit, jak zákazník bude vnímat nabízenou hodnotu. [20]

- **Cílové návratnosti**

Stanovení ceny probíhá tak, aby se firmě vrátila její investice. Značí se ROI – return on investment, do češtiny přeloženo jako: návratnost investice. [20] Výsledek výpočtu je zpravidla vyjádřen v procentech nebo v poměru. Jestliže vyjde výpočet ROI méně než 100 %, je taková investice nevýhodná. [25] Výpočet návratnosti investice je dán vztahem [20]:

$$\text{Cena ROI} = \text{jednotkové náklady} + \frac{\text{požadovaná návratnost} \times \text{investovaný kapitál}}{\text{prodej (ks)}} \quad (8)$$

## 1.9.6 Tvorba konečné ceny

Na tvorbu konečné ceny má vliv mnoho faktorů, od prvků marketingového mixu, psychologického hlediska, až po přizpůsobování cen. Při tvorbě konečné ceny musí firma brát ohled na kvalitu své značky na trhu. [20]

Z psychologického hlediska má cena vliv na zákazníka. *Mnoho prodejců věří tomu, že by jejich cena měla končit lichým, nezaokrouhleným číslem.* Ceny, které takto končí, označujeme za „*baťovské ceny*“. [20]

Firma může svým zákazníkům poskytovat řadu slev, jedná se o slevy množstevní, sezónní či výměnné za staré produkty se odečtou z ceny nových. Dalším prvkem v tvorbě konečné ceny, může být i geografické hledisko, kdy firma upravuje ceny pro různé země. [20]

## 1.10 Produktivita

Produktivitu můžeme jednoduše chápat jako ukazatel toho, jak efektivně jsou výrobní faktory zpracovány ve výrobě. Dále je také ukazatelem, efektivnosti využití zdroje při výrobě produktů – výrobků a služeb. Tento ukazatel se dá vyjádřit jako poměr mezi celkovou produkcí a celkovými vstupy. Zpravidla se měří za nějaký časový úsek, může to být rok, měsíc, týden nebo hodina. [26, 27]

S produktivitou se také úzce pojí cena produktu, s vyšší produktivitou firmy, může cena produktu klesat a tím se zvýší její zisk, kterým pak následně může odměnit své zaměstnance. [27]

Dále můžeme produktivitu rozdělit na parciální (dílní) a celkovou. Parciální produktivita nám ukazuje, jaká je produktivita jedné části – faktoru. [27]

Obecným způsobem lze produktivitu vyjádřit takto [26]:

$$\frac{(\text{výrobní}) \text{ výstup}}{(\text{výrobní}) \text{ vstup}} \quad (9)$$

V další literatuře můžeme najít vzorec vyjadřující produktivitu obdobným způsobem, jen zapsanou jiným zápisem [27]:

$$P = \frac{O}{I} \quad (10)$$

kde:

P – produktivita,

O – výstupy z podnikatelského procesu,

I – vstupy do podnikatelského procesu.



Produktivita je faktor měřený na konci celého procesu. To platí i pro výrobu netkané textilie. Produktivita objemu výroby se může měřit v délce nebo hmotnosti. V případě délky u vyrobené textilie v čase je jednotkou [ $\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$ ]. Případně nás ještě může zajímat hmotnost vyrobené textilie za čas, jednotkou je [ $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ]. [28]

### **1.10.1 Faktory ovlivňující produktivitu**

Faktory ovlivňující produktivitu, lze rozdělit do dvou skupin [27]:

- **Vnitřní faktory**

Jsou takové aspekty, které může firma sama ovlivnit. Zahrnuje, jaké technologie firma používá při výrobě, výběr zaměstnanců, jejich znalosti a zkušenosti, použité materiály a jejich ceny, stávající znalosti a informace firmy týkající se daného výrobního procesu. [27]

- **Vnější faktory**

Jsou takové, které firma nemůže přímo ovlivnit. Jedná se však o faktory, které na firmu přímo působí a mají vliv na produkci, například zákony dané země, nakládání s odpady, ekonomický cyklus nebo úroveň infrastruktury, ať už se jedná o dopravní či technologickou. [27]

## 2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

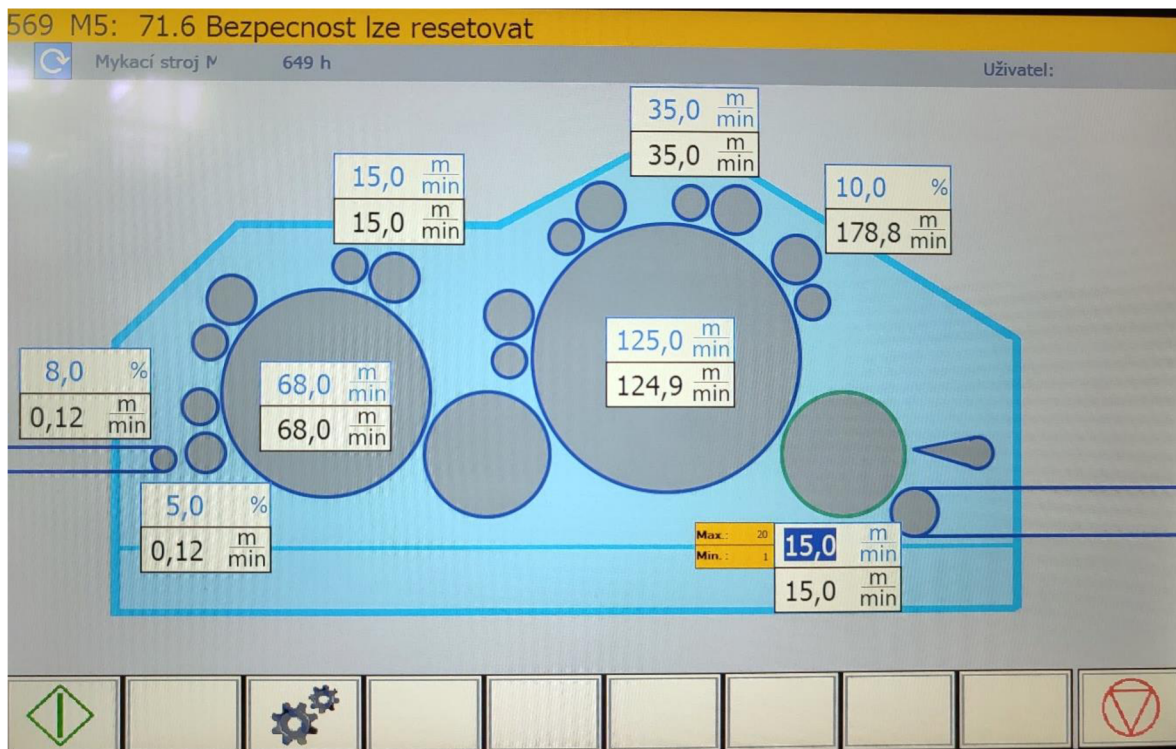
Experimentální část se zabývá popisem výroby netkaných textilií, od prvotního nastavení parametrů stroje, osazením jehelné desky jehlami, vyhotovením vpichovaných netkaných textilií, až po měření jejich vlastností, jakou jsou: **plošná hmotnost, pevnost, tažnost a prodyšnost**. Součástí experimentální části je i vyhodnocení naměřených dat u různých vlastností NT. V závěru této části se nachází ekonomické zhodnocení, tj. který materiál je pro výrobu cenově nejvýhodnější a který naopak výhodný není. Závěrem jsou naměřené výsledky a doporučení, které jsou podkladem k budoucím experimentům.

### 2.1 Linka DILO

Linka DILO se nachází v areálu TUL v budově E3 v přízemí na pracovišti katedry netkaných textilií a nanovláknenných materiálů (KNT). Linka je složena z několika částí: rozvolňovací stroj, aerodynamické komory, dávkovací stroj, mykací stroj, příčný kladeč, vpichovací stroj. Jednotlivé části jsou spojeny pomocí pásových dopravníků do jedné výrobní linky. Ta je uspořádána do tvaru písmene L. Linka je vhodná k výzkumu a testování výroby netkaných textilií. Jelikož se jedná o laboratorní linku, tak tomu odpovídá i její pracovní šířka, která se pohybuje od 0,5 m do 0,6 m. Linka je schopna zpracovávat vlákna, které se pohybují od jemností 1,5 dtex až po 10 dtex. Maximální teoretická rychlost odsunu materiálu od mykacího stroje udávaná výrobcem je  $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Příčný kladeč na sebe dokáže naskládat až 20 vrstev pavučiny a jeho pracovní rozpětí je od 20 do 30 cm na každou stranu, celkově je tedy jeho rozpětí 40 až 60 cm.

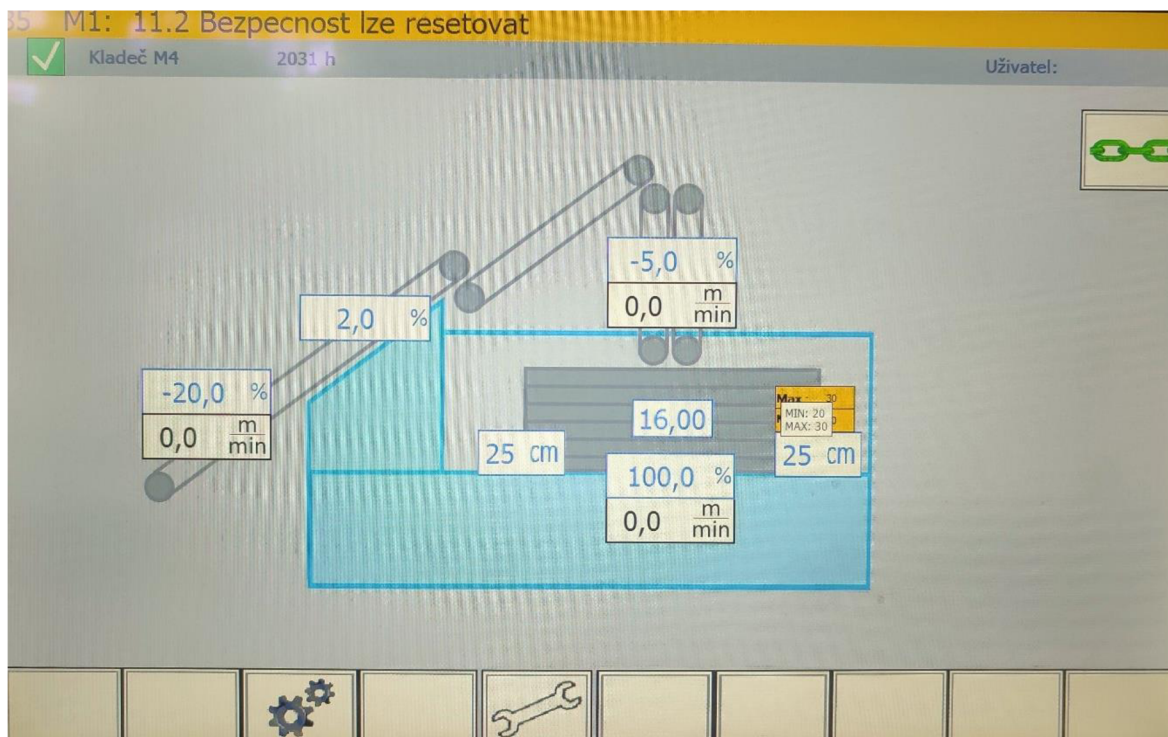
### 2.2 Příprava, seřízení a parametry jednotlivých strojů

Před samotnou výrobou NT bylo zapotřebí nastavit parametry stroje pro její výrobu. Jediným fyzicky měnitelným parametrem byla **rychlost odsunu materiálu od mykacího stroje ke kladeči** (viz obrázek 2.1 – tmavě modrý podklad čísla) změnou rychlosti se automaticky přenastavily v daném poměru všechny ostatní parametry vzhledem k zadané rychlosti odsunu materiálu. Byla nastavena rychlost odsunu materiálu od mykacího stroje. Nejprve se začínalo na rychlosti  $5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$



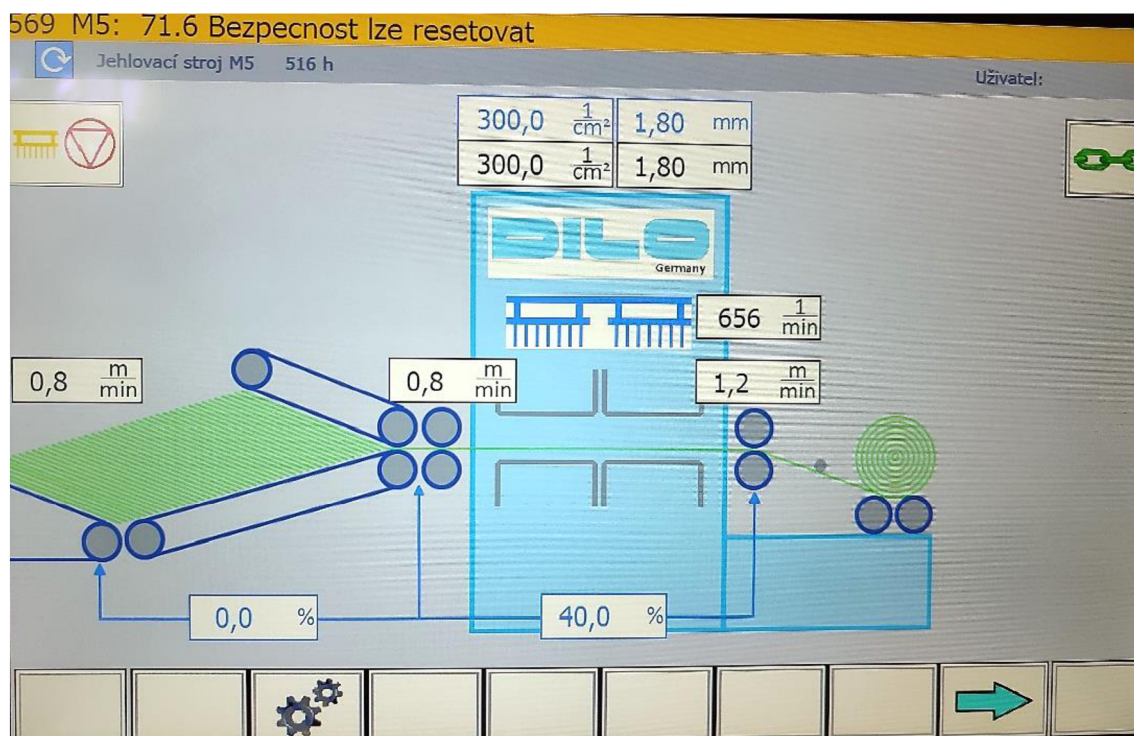
Obrázek 2.1: Ukázka nastavení rychlosti odsunu materiálu od mykacího stroje na rychlost  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$

Před výrobou bylo zapotřebí ještě nastavit počet vrstev a šířku rozpětí vertikálního příčného kladeče, širší rozpětí se udávala od středu konce kladeče směrem do stran. Tyto faktory byly v průběhu celé výroby netkaných textilií pro oba typy vláken neměnné. První se nastavil počet vrstev na 16, pak se nastavila pracovní šířka kladeče na 50 cm (viz obrázek 2.2).



Obrázek 2.2: Nastavení parametrů vertikálního přímého kladeče

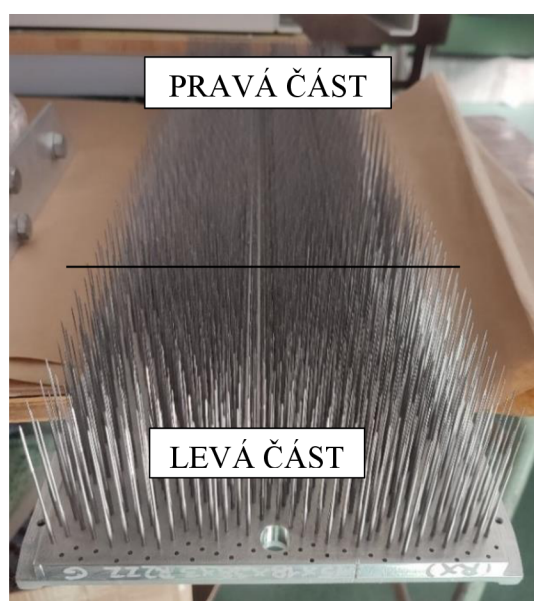
Po nastavení rychlosti odsunu materiálu došlo k automatickému nastavení frekvence počtu zdvihů vpichvacích desek za minutu. U vpichovacího stroje byl pouze jeden nastavitelný parametr – procentuální natažení. Jeho účelem bylo zajistit lepší pronikání vpichovacích jehel do materiálu a rovnoměrné rozprostření textilie. Dalším důvodem bylo to, aby byla výsledná netkaná textilie rovnoměrně navíjena na zbožíový vál a nikde nevznikaly přesahy a zakřivení. Hodnota 40 % symbolizuje natažení NT, tato hodnota byla automaticky přednastavena a neměnila se po celou dobu výroby (viz obrázek 2.3).



Obrázek 2.3: Parametry vpichovacího stroje

## 2.3 Jehelní deska

Součástí přípravy bylo osazení vpichovací jehelní desky linky DILO dvěma typy jehel, v levé části desky byly jehly typu EcoStar a v pravé části pak jehly typu Standard (viz obrázek 2.4). Dělení částí jehelné desky, bylo vztaženo ke směru výroby zpevněné NT. Jehelná deska může obsahovat při plném obsazení až 2000 jehel.



Obrázek 2.4: Osazená jehelní deska



### 2.3.1 Jehly

Jehly jsou nejdůležitějším nástrojem u vpichovacího stroje, právě jehly zpevnují několik vrstev pavučin nakladených na sobě a tvoří z nich zpevněnou NT. Všechny jehly v jehelné vpichovací desce byly od firmy Groz-Beckert, jehly typu EcoStar byly spíše kruhovitěho průřezu s výstupky po 120°. Jehly typu Standard byly trojúhelníkového průřezu, rozměry a jejich značení:

- v levé části desky: 15x18x40x3 R222G 3037 E EcoStar,
- v pravé části desky: 15x18x38x3 R222 G 3017 (Standard).

#### Jehla typu Eco Star



*Obrázek 2.5: Jehla EcoStar [29]*



*Obrázek 2.6: Průřez jehly EcoStar [29]*

#### Jehla typu Standard



*Obrázek 2.7: Jehla Standard [29]*



Obrázek 2.8: Přířez jehly Standard [29]

## 2.4 Příprava a výroba netkaných textilií

Pro realizaci experimentu bylo nejprve nutné vyrobit několik netkaných textilií s určitou délkou, přičemž se měnila rychlost posunu materiálu (vláken) po lince. Netkané textilie byly vyrobeny na laboratorní lince DILO v poloprovozu na katedře netkaných textilií (KNT), která spadá pod FT TUL.

Plošné netkané textilie byly vyhotoveny ze dvou vláken různých jemností, prvním materiálem vláken byl polyester (PES) o jemnosti 1,7 dtex, druhým materiálem vláken byl polyester (PES) s jemností 5,3 dtex. Délka vláken byla 60 mm u obou jemností. Dále byla u každého typu vlákna vyrobena určitá délka textilie, nejméně však 10 m, při jednotlivých rychlostech posunu materiálu po lince. Každá rychlost posunu materiálu byla názorně označena, aby byl vidět její začátek a konec. Toto označení proběhlo ještě před samotným procesem mechanického zpevnění rouna vpichováním. To umožnilo pozdější zpracování netkané textilie, která byla navinuta do role na zbožový vál. **Rychlosti posunu materiálu od mykacího stroje** po lince byly pro oba typy vláken celkově tři, a to, **5 m·min<sup>-1</sup>, 10 m·min<sup>-1</sup>, 15 m·min<sup>-1</sup>**. Před zahájením výroby konkrétní textilie byla linka nejprve 10 minut spuštěna rychlostí 5 m·min<sup>-1</sup>, jednalo se o tzv. nájezd linky. Poté bylo vyrobeno nejméně 10 metrů vzorku. Po změně rychlosti odsunu materiálu se nechala linka 10 minut ustálit, a následně bylo vyrobeno nejméně 10 metrů vzorku. Tento proces se opakoval pro každou nastavenou rychlost.

## 2.5 Příprava vzorků na testování

Vyrobena netkaná textilie byla rozstříhána po úsecích v závislosti na rychlosti posunu materiálu po lince od mykacího stroje 5 m·min<sup>-1</sup>, 10 m·min<sup>-1</sup> a 15 m·min<sup>-1</sup>, délka každého úseku byla nejméně 10 m. Takto oddělené úseky, byly nachystané k další přípravě vzorků, u kterých se zjišťovaly vlastnosti jako plošná hmotnost, prodyšnost, pevnost a tažnost.

## 2.6 Měření plošné hmotnosti

Měření plošné hmotnosti bylo první testovanou vlastností vyrobených NT, je také nejdůležitější vlastností, protože plošná hmotnost úzce souvisí s prodyšností a také pevností, které se od ní odvíjejí.

### 2.6.1 Příprava vzorků

Každý úsek textilie byl odstřižen tak, aby jeho délka byla přesně 10 m, celková šířka textilie byla 0,5 m. Dále byla textile oddělena podle typu jehly EcoStar (levá strana) a Standard (pravá strana), uprostřed své šířky (0,25 m) byla oddělena. Od každého typu vlákna (PES 1,7 a PES 5,3), typu jehly (EcoStar a Standard) a rychlosti odsunu materiálů od mykacího stroje ( $5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  a  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ) bylo odebráno pět zkušebních vzorků kruhového profilu o ploše  $100 \text{ cm}^2$  ( $0,01 \text{ m}^2$ ). Vzorky byly odebírány minimálně 1 m od okrajů vyrobené délky textilie, poté byl odebrán vždy jeden vzorek po každých 1,5 m tak, aby byl od vnějšího okraje vyrobené šířky textilie alespoň 0,05 m. Vzorky byly odebrány pomocí řezačky vzorků (viz **obrázek 2.9**), napříč její celou délkou a šířkou. Celkově tedy bylo odebráno 60 zkušebních vzorků.



*Obrázek 2.9: Řezačka vzorků*



## 2.6.2 Popis testování plošné hmotnosti

Takto odebrané vzorky textilie byly zváženy na předem kalibrované digitální váze a jejich hmotnost byla zaznamenána do předem připravené tabulky. Poté byla plošná hmotnost přepočítána na  $\text{g}\cdot\text{m}^2$ . Tento přepočet dále slouží ke stanovení ekonomické kalkulace textilie. Všech 60 vzorků bylo zváženo a zaznamenáno do tabulky.

## 2.6.3 Naměřené hodnoty plošné hmotnosti

Tabulka 2: Naměřené hodnoty plošné hmotnosti netkané textilie z vláken PES 1,7 dtex

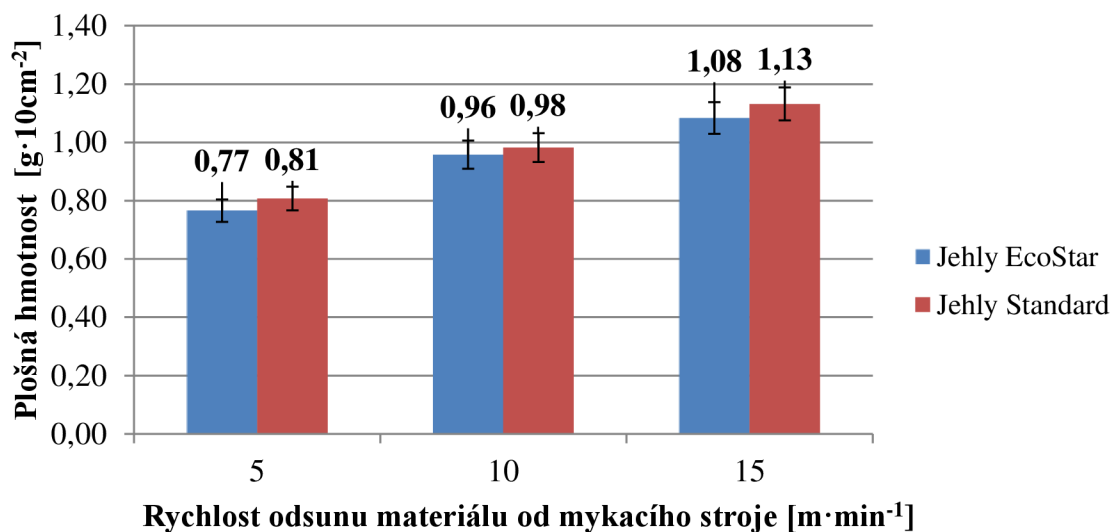
TABULKA NAMĚŘENÝCH HODNOT PLOŠNÉ HMOTNOSTI Z VLÁKEN PES 1,7 DTEX				
VLÁKNA	RYCHLOST POSUNU MATERIÁLU [m·min <sup>-1</sup> ]	VZOREK	NAMĚŘENÉ HODNOTY [g·10cm <sup>-2</sup> ]	
			TYP JEHLY	
			EcoStar	Standard
PES 1,7 dtex	5	1	0,71	0,74
		2	0,76	0,80
		3	0,88	0,99
		4	0,76	0,77
		5	0,72	0,74
		Ø	<b>0,77</b>	<b>0,81</b>
		Směr. odch.	<b>0,07</b>	<b>0,10</b>
		95% IS	<b>(0,68;085)</b>	<b>(0,68;0,94)</b>
	10	1	1,00	1,03
		2	1,03	1,00
		3	0,93	0,97
		4	0,95	1,00
		5	0,88	0,91
		Ø	<b>0,96</b>	<b>0,98</b>
		Směr. odch.	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>
		95% IS	<b>(0,88;1,03)</b>	<b>(0,93;1,04)</b>
	15	1	0,99	0,99
		2	1,01	1,11
		3	1,13	1,20
		4	1,08	1,16
		5	1,21	1,20
		Ø	<b>1,08</b>	<b>1,13</b>
		Směr. odch.	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>
		95% IS	<b>(0,97;1,20)</b>	<b>(1,02;1,24)</b>

Tabulka 3: Naměřené hodnoty plošné hmotnosti netkané textilie z vláken PES 5,3 dtex

TABULKA NAMĚŘENÝCH HODNOT PLOŠNÉ HMOTNOSTI Z VLÁKEN PES 5,3 DTEX				
VLÁKNA	RYCHLOST POSUNU MATERIÁLU [m·min <sup>-1</sup> ]	VZOREK	NAMĚŘENÉ HODNOTY [g·10cm <sup>-2</sup> ]	
			TYP JEHLY	
			EcoStar	Standard
PES 5,3 dtex	5	1	2,88	2,99
		2	3,03	3,09
		3	2,87	2,94
		4	2,97	3,00
		5	2,90	2,95
		∅	<b>2,93</b>	<b>2,99</b>
		Směr. odch.	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>
		95% IS	<b>(2,85;3,01)</b>	<b>(2,92;3,07)</b>
	10	1	3,45	3,45
		2	3,46	3,38
		3	3,30	3,49
		4	3,58	3,41
		5	3,56	3,87
		∅	<b>3,47</b>	<b>3,52</b>
		Směr. odch.	<b>0,11</b>	<b>0,20</b>
		95% IS	<b>(3,33;3,61)</b>	<b>(3,27;3,77)</b>
	15	1	3,85	4,02
		2	3,64	3,78
		3	3,49	3,56
		4	3,45	3,55
		5	3,86	4,08
		∅	<b>3,66</b>	<b>3,80</b>
		Směr. odch.	<b>0,19</b>	<b>0,25</b>
		95% IS	<b>(3,42;3,90)</b>	<b>(3,49;4,11)</b>

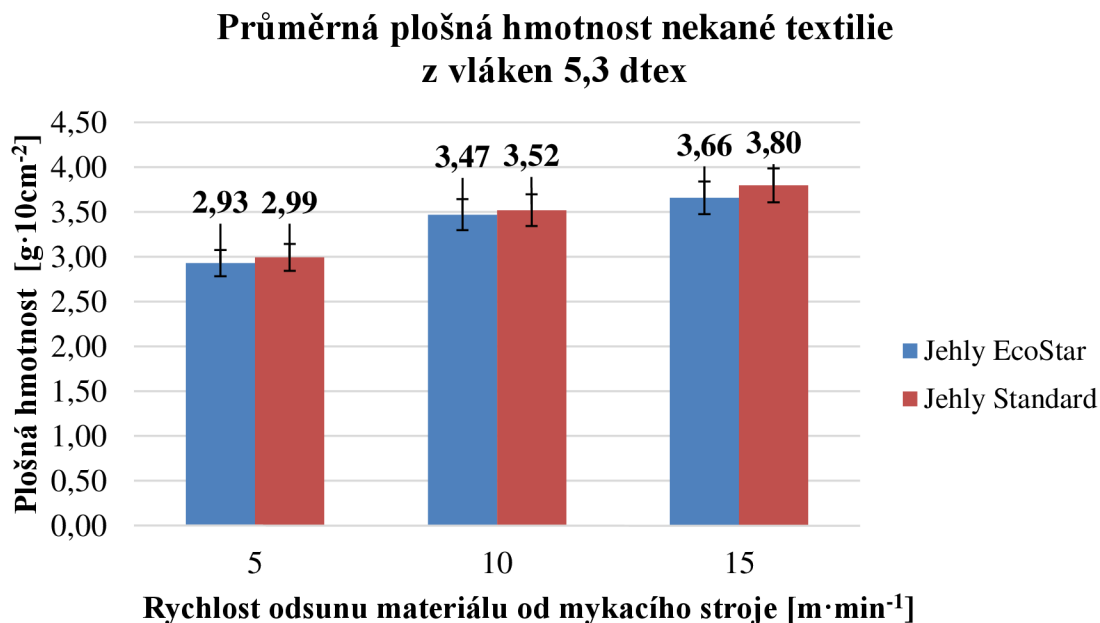
## 2.6.4 Výsledky plošné hmotnosti

### Průměrná plošná hmotnost nekané textilie z vláken 1,7 dtex



Graf 1: Průměrná plošná hmotnost NT z vláken PES 1,7 dtex

Z grafu vidíme, že s rostoucí rychlostí odsunu materiálu od MS roste i plošná hmotnost a že záleží i na typu vpichovacích jehel, které jsou upevněné ve vpichovací desce. Jehly typu EcoStar vykazují nižší plošnou hmotnost, než jehly typu Standard. U obou typů jehel se ukazuje jasný trend, že s rostoucí rychlostí roste i plošná hmotnost. Největší průměrnou plošnou hmotnost mají oba vzorky při rychlosti  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . U jehel EcoStar je to  $1,08 \text{ g} \cdot 10 \text{ cm}^{-2}$  u jehel Standard  $1,13 \text{ g} \cdot 10 \text{ cm}^{-2}$ .



*Graf 2: Průměrná plošná hmotnost NT z vláken PES 5,3 dtex*

Graf ilustruje dvě základní skutečnosti: První je, že s rostoucí rychlostí posunu materiálu od MS se zvyšuje plošná hmotnost netkané textilie. Druhým zajímavým poznatkem je, že netkané textilie zpevněné pomocí jehel EcoStar mají vždy nižší plošnou hmotnost než textilie zpevněné jehlami Standard. Tento trend je patrný u všech tří zkoumaných rychlostí. Stejně jako u grafu 1 i zde platí, že nejlepší průměrná plošná hmotnost byla dosažena při rychlosti  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Při této rychlosti činila plošná hmotnost  $3,66 \text{ g} \cdot 10 \text{ cm}^{-2}$  u jehel EcoStar a  $3,80 \text{ g} \cdot 10 \text{ cm}^{-2}$  u jehel Standard.

Graf č. 1 a Graf č. 2 ukazují dva trendy, první trend je, že netkané textilie zpevněné jehlami EcoStar mají nižší plošnou hmotnost, než textilie zpevněné jehlami Standard. Tento trend je jak u netkaných textilií vyrobených z vláken 1,7 dtex, tak i z vláken 5,3 dtex.

Druhým trendem je, že se vzrůstající rychlostí odsunu materiálu od mykacího stroje roste plošná hmotnost, trend se ukazuje u obou typů vláken.

## 2.7 Testování prodyšnosti

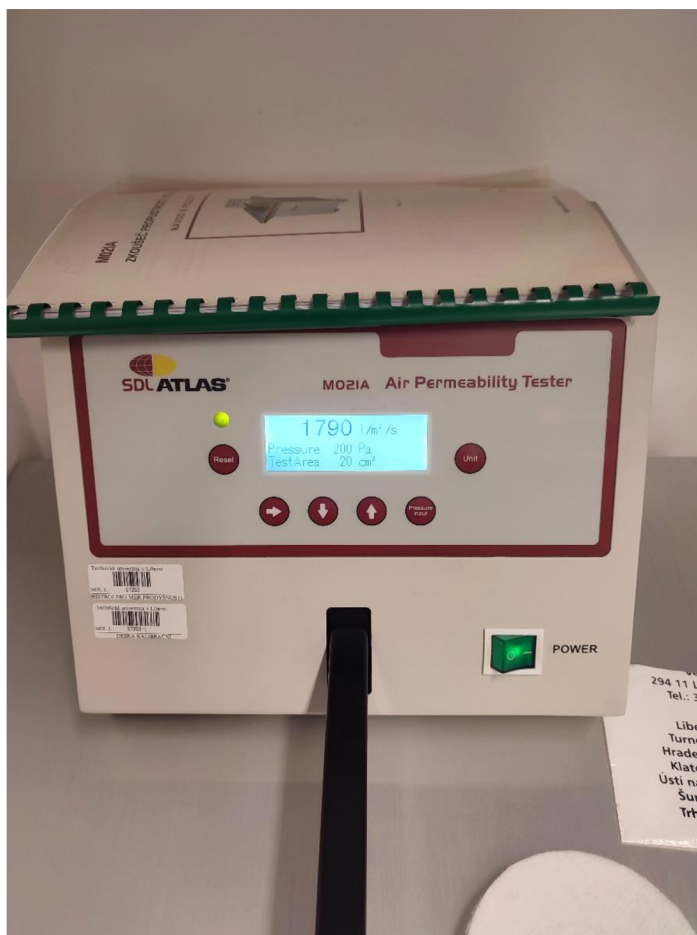
Druhou testovanou vlastností u vyrobených netkaných textilií byla prodyšnost, která je odvislá od plošné hmotnosti. Testování a odběr zkušebních vzorků se řídí podle normy ISO 9237.

### 2.7.1 Příprava vzorků

Prodyšnost se testovala na stejných vzorcích jako plošná hmotnost. Od každé rychlosti posunu materiálů po lince DILO ( $5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  a  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ), každé jemnosti vlákna (PES 1,7 a PES 5,3) a typů jehel bylo odebráno pět zkušebních vzorků kruhového profilu o ploše  $100 \text{ mm}^2$  pomocí řezačky vzorků (viz **obrázek 2.9**). Celkově tedy bylo odebráno 60 zkušebních vzorků.

### 2.7.2 Popis testování prodyšnosti

Testování prodyšnosti probíhalo v Ústavu pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace (CXI), který je součástí Technické univerzity v Liberci. Měření probíhalo na přístroji SDL ATLAS MO21A (viz obrázek 2.10), testovací plocha byla  $20 \text{ cm}^2$ , zkušební tlakový spád  $200 \text{ Pa}$  a teplota v testovací místnosti byla  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Obrázek 2.10: Přístroj SDL Atlas M021A na měření prodyšnosti

Testovací hlava stroje byla nejprve odjištěna stlačením konce hlavy za kruhovým otvorem směrem dolů a teprve poté se automaticky zvedla nahoru, aby se mohl vložit zkušební vzorek. Při vkládání vzorku na zkušební plochu bylo dbáno na to, aby byl vzorek kruhové průřezu co nejvíce ve středu zkušební plochy a nebyl nikde přehnutý. To by mělo zásadní vliv na výsledky prodyšnosti daného zkušební vzorku netkané textilie. Poté byl vzorek upnut stlačením hlavy dolů, tím došlo k zajištění zkušební vzorku mezi testovací plochu a hlavu s kruhovým otvorem (viz obrázek 2.11). Přes takto upnutý zkušební vzorek byl pomocí kompresoru nasáván vzduch. Objem průtoku litrů vzduchu na jednotku plochy za čas byl vyobrazen na displeji přístroje. **Hodnota průtoku vzduchu byla přístrojem přepočítána na  $l \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ .** Čekalo se, až se ustálí hodnota průtoku vzduchu, tato hodnota byla následně zaznamenána do předem připravené tabulky pro daný typ vlákna (viz tabulka 4 a 5). Po zaznamenání hodnoty do tabulky, byl testovaný vzorek vyjmut za pomoci stisku a automatického zvednutí testovací hlavy s kruhovým otvorem. Testování se provádělo pro všech 60 vzorků.



*Obrázek 2.11: Testovací hlava s plochou 20 cm<sup>2</sup> přístroje SDL ATLAS MO21A*

### 2.7.3 Naměřené hodnoty prodyšnosti

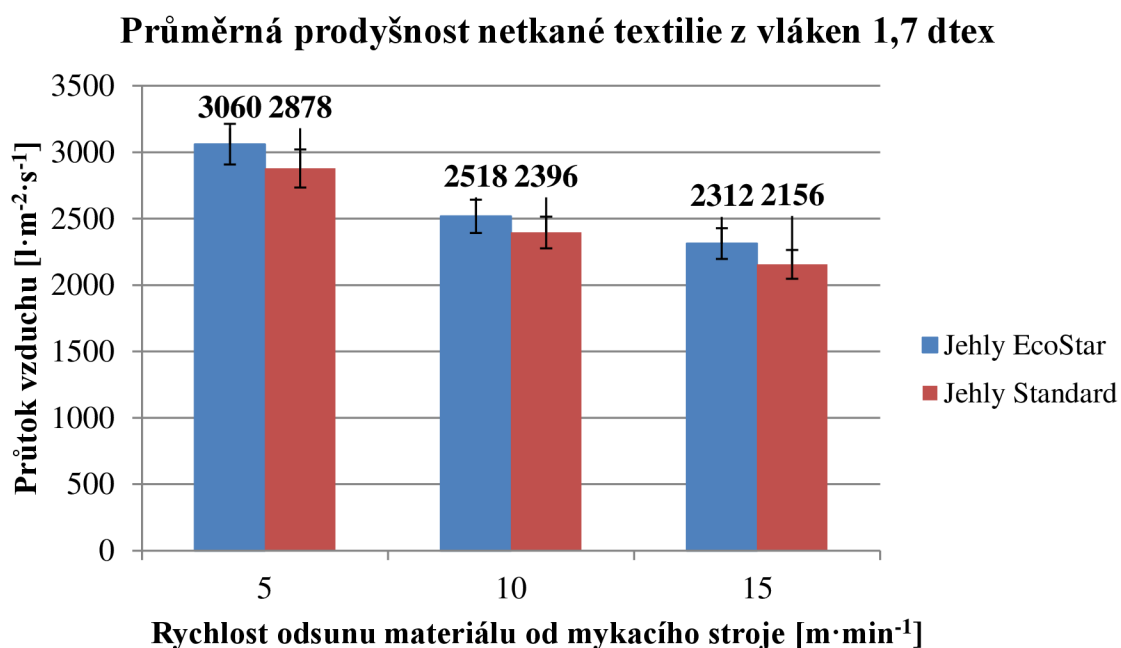
Tabulka 4: Naměřené hodnoty prodyšnosti netkané textilie z vláken PES 1,7 dtex

NAMĚŘENÉ HODNOTY PRODYŠNOSTI NETKANÉ TEXTILIE Z VLÁKEN 1,7 DTEX						
Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	5		10		15	
	TYP JEHEL					
Číslo vzorku	EcoStar	Standard	EcoStar	Standard	EcoStar	Standard
1	3230	3060	2390	2250	2410	2520
2	2910	2800	2330	2290	2420	2220
3	2760	2410	2540	2450	2270	2050
4	3120	3050	2600	2390	2310	1980
5	3280	3070	2730	2600	2150	2010
<b>Průměr prodyšnosti [<math>\text{l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}</math>]</b>	<b>3060</b>	<b>2878</b>	<b>2518</b>	<b>2396</b>	<b>2312</b>	<b>2156</b>
<b>Směrodatná odchylka</b>	<b>219,89</b>	<b>284,90</b>	<b>161,15</b>	<b>138,85</b>	<b>111,00</b>	<b>223,67</b>

Tabulka 5: Naměřené hodnoty prodyšnosti netkané textilie z vláken PES 5,3 dtex

NAMĚŘENÉ HODNOTY PRODYŠNOSTI NETKANÉ TEXTILIE Z VLÁKEN 5,3 DTEX						
Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	5		10		15	
	TYP JEHEL					
Číslo vzorku	EcoStar	Standard	EcoStar	Standard	EcoStar	Standard
1	2090	1940	1740	1650	1675	1500
2	1940	1970	1680	1750	1650	1570
3	1960	2040	1790	1690	1770	1660
4	1940	1940	2040	1940	1770	1750
5	2020	1710	1720	1700	1680	1440
<b>Průměr prodyšnosti [<math>\text{l} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}</math>]</b>	<b>1990</b>	<b>1920</b>	<b>1794</b>	<b>1746</b>	<b>1709</b>	<b>1584</b>
<b>Směrodatná odchylka</b>	<b>64,81</b>	<b>124,30</b>	<b>143,11</b>	<b>114,15</b>	<b>56,83</b>	<b>123,81</b>

## 2.7.4 Výsledky prodyšnosti

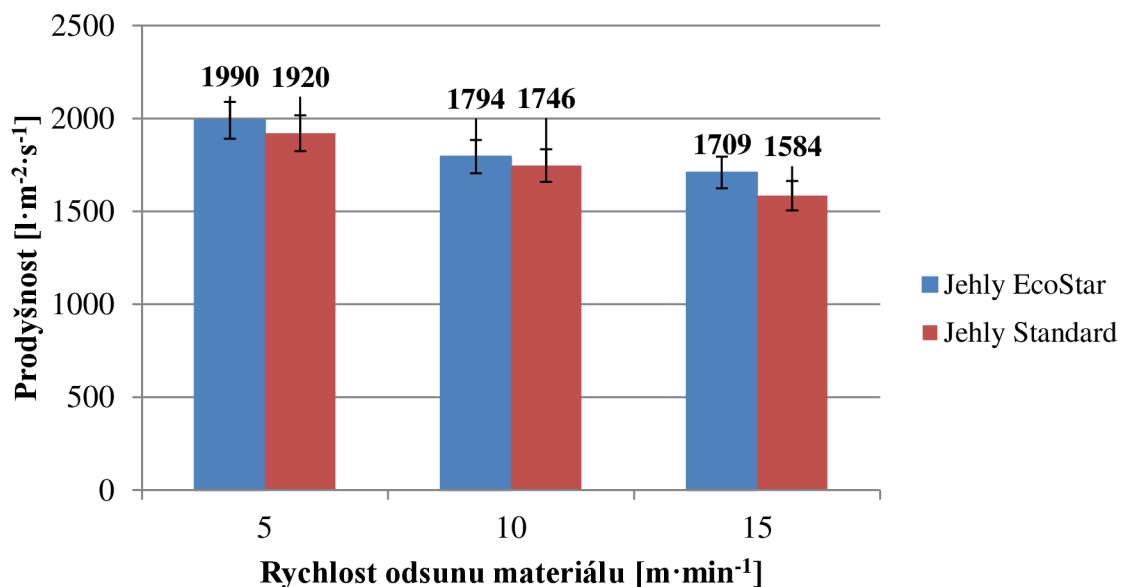


*Graf 3: Průměrná prodyšnost netkané textilie z vláken PES 1,7 dtex*

Na grafu č. 3 vidíme, že vyšší rychlost odsunu materiálu snižuje prodyšnost textilie – opačný trend než u plošné hmotnosti, která souvisí s prodyšností (vyšší plošná hmotnost znamená nižší prodyšnost). Porovnáním grafů plošné hmotnosti a prodyšnosti vidíme korelaci hodnot, která je patrná i u typu jehel – EcoStar jehly mají vyšší prodyšnost než Standard. Tento fakt se prokazuje u všech testovaných rychlostí odsunu materiálu. To mohlo být zapříčiněno rozdílným průřezem daných jehel. Nejmenší průměrná prodyšnost byla naměřena u rychlosti 15 m·min<sup>-1</sup>. U jehel EcoStar to je **2312 l·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>** a u jehel Standard je prodyšnost **2156 l·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>**.



### Průměrná prodyšnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex



Graf 4: Průměrná prodyšnost netkané textilie z vláken PES 5,3 dtex

Na grafu č. 4 je opět vidět klesající trend prodyšnosti jako tomu je u grafu č. 3. Stejný trend můžeme vidět i v případě použitých jehel, kde jehly EcoStar vykazují opět vyšší prodyšnost než jehly Standard. Prodyšnost je celkově menší u jehel Standard. Největší prodyšnost byla naměřena u jehel EcoStar při rychlosti 5 m·min<sup>-1</sup> nejmenší potom při rychlosti 15 m·min<sup>-1</sup> **1584 l·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>** u jehel Standard, shodně jako tomu je u grafu č. 3.

Prodyšnost textilií u vzorků z vláken PES 5,3 dtex je nižší než u vzorků textilií z vláken PES 1,7 dtex. Prodyšnost v obou grafech (viz Graf 3 a Graf 4) má klesající trend, který je zapříčiněn vzrůstající plošnou hmotností, kdy plošná hmotnost roste a prodyšnost naopak klesá. Prokazatelný je i vliv jehel, u netkaných textilií vyrobených z vláken 1,7 dtex je rozdíl vlivu mnohem větší, než u textilie z vláken 5,3 dtex. Z grafů je zřejmé, že prodyšnost je ovlivněna plošnou hmotností vzorků, typem jehly použité v jehelné desce a také rychlostí posunu materiálu po výrobní lince.

## 2.8 Testování pevnosti a tažnosti

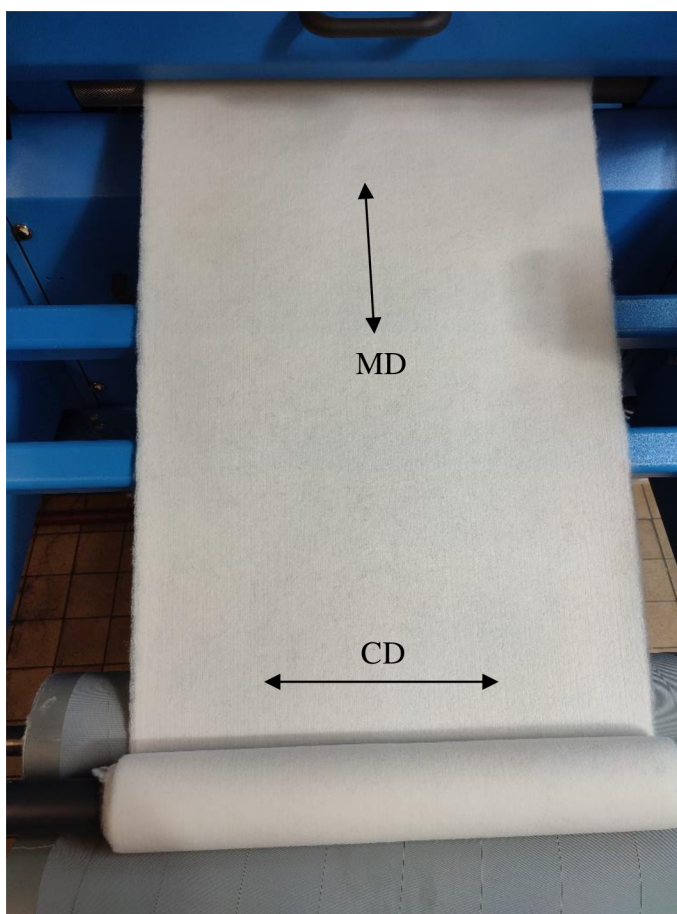
Posledními testovanými vlastnostmi byly u vyrobených netkaných textilií pevnost a tažnost. Pevnost textilie je odvislá od plošné hmotnosti – čím větší bude plošná hmotnost, tím větší bude i pevnost. Pokud jde o tažnost, jedná se o vlastnost daného materiálu, která

není závislá na plošné hmotnosti. Testování a odběr vzorků probíhají v souladu s normou EDANA 20.2-89.

### 2.8.1 Příprava vzorků

Zkušební vzorky byly odstříženy nejméně 50 mm od kraje a rovnoměrně vybrány po celé šířce a délce úseku netkané textilie, v souladu s normou. Rozměry každého zkušebního vzorku byly 50 x 160 mm a celkový počet takto odebraných vzorků byl 144. Od každého typu jemnosti vlákna (PES 1,7 dtex a 5,3 dtex), rychlosti odsunu materiálu od mykacího stroje po lince DILO ( $5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ ), podélného směru výroby (MD – machine direction) a příčného směru (CD – cross-machine direction) se odebralo šest vzorků.

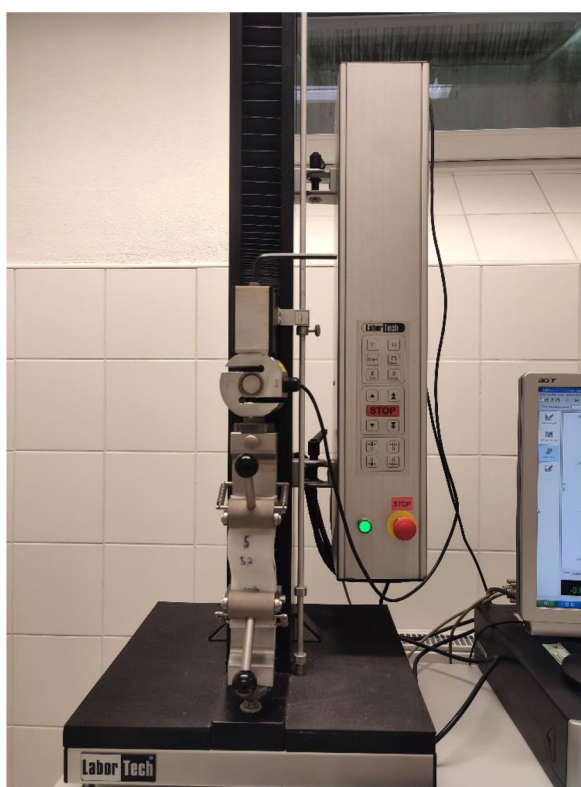
Pro lepší představu jsou směry MD a CD vyobrazeny na obrázku 2.12. **Směry výroby MD a CD jsou vztaženy vzhledem k výstupu linky.**



*Obrázek 2.12: Znárodnění směrů testování*

## 2.8.2 Popis testování pevnosti a tažnosti

Měření pevnosti a tažnosti probíhalo v laboratoři v suterénu budovy E, jež je součástí TUL, na přístroji LabTest od firmy LaborTech. Přístroj se skládá ze dvou čelistí, z toho spodní čelist je pevná a horní čelist je pohyblivá (viz obrázek 2.13). Vzorek netkané textilie byl upnut do čelistí. Upínací délka čelistí, byla nastavena před upnutím vzorku podle normy na 100 mm a rychlost pohybu horní čelisti na  $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ . Průběh tahové zkoušky se graficky zaznamenával v programu LabTest v.3 (viz příloha 5). V grafickém průběhu zkoušky byly nejdůležitější hodnoty  $F_{\max}$  [N] a  $A_{\max}$  [mm]. **Hodnota  $F_{\max}$  [N]** představuje potřebnou sílu k mechanickému poškození vzorku – přetrhu. **Hodnota  $A_{\max}$  [mm]** představuje výsledné prodloužení při přetrhu textilie. Testování se provádělo pro všech 60 vzorků.



Obrázek 2.13: Upnutý zkušební vzorek na trhačím stroji LabTest 4.050

### 2.8.3 Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti z vláken 1,7 dtex

Tabulka 6: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 1,7 dtex ECOSTAR

NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO NT Z VLÁKEN 1,7 DTEX ZPEVNĚNÉ JEHLAMI ECOSTAR								
Rychlost odsunu materiálu od mykacího stroje [m·min <sup>-1</sup> ]	Vzorek číslo	Tažnost ve směru výroby MD/CD	A <sub>max</sub> [mm]	∅ A <sub>max</sub> [mm]	Směr. odchylka	F <sub>max</sub> [N]	∅ F <sub>max</sub> [N]	Směr. odchylka
5	1	MD	96,44	<b>96,78</b>	3,52	62,21	<b>64,92</b>	6,68
	2	MD	102,34			74,52		
	3	MD	96,5			58,28		
	4	MD	93,63			58,48		
	5	MD	98,98			71,08		
	6	MD	92,76			64,97		
	1	CD	65,71	<b>71,56</b>	3,96	96,47	<b>116,22</b>	18,09
	2	CD	71,06			100,88		
	3	CD	71,53			137,58		
	4	CD	73,53			126,67		
	5	CD	69,86			103,03		
	6	CD	77,64			132,67		
10	1	MD	104,43	<b>105,25</b>	1,04	99,84	<b>102,32</b>	3,79
	2	MD	106,4			103,09		
	3	MD	106,44			106,63		
	4	MD	104,59			102,64		
	5	MD	105,57			105,43		
	6	MD	104,06			96,27		
	1	CD	61,98	<b>65,88</b>	2,91	245,28	<b>247,49</b>	11,27
	2	CD	63,27			253,01		
	3	CD	67,32			247,75		
	4	CD	69,32			251,19		
	5	CD	65,08			227,13		
	6	CD	68,28			260,57		
15	1	MD	106,76	<b>100,07</b>	4,16	119,49	<b>119,36</b>	12,31
	2	MD	100,94			131,67		
	3	MD	99,28			97,31		
	4	MD	94,34			124,88		
	5	MD	101,41			115,04		
	6	MD	97,7			127,74		
	1	CD	58,57	<b>59,97</b>	1,88	267,75	<b>252,63</b>	11,60
	2	CD	61,81			255,96		
	3	CD	62,31			247,84		
	4	CD	60,51			246,35		
	5	CD	58,99			262,03		
	6	CD	57,62			235,83		

Tabulka 7: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 1,7 dtex STANDARD

NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO NT Z VLÁKEN 1,7 DTEX ZPEVNĚNÉ JEHLAMI STANDARD								
Rychlost odsunu materiálu od mykacího stroje [m·min <sup>-1</sup> ]	Vzorek číslo	Tažnost ve směru výroby MD/CD	A <sub>max</sub> [mm]	∅ A <sub>max</sub> [mm]	Směr. odchylka	F <sub>max</sub> [N]	∅ F <sub>max</sub> [N]	Směr. odchylka
5	1	MD	93,83	<b>94,21</b>	3,55	96,66	<b>87,03</b>	8,67
	2	MD	100,15			92,12		
	3	MD	96,01			85,30		
	4	MD	89,96			71,21		
	5	MD	91,83			88,19		
	6	MD	93,5			88,68		
	1	CD	67,54	<b>69,61</b>	2,34	144,49	<b>159,66</b>	22,17
	2	CD	67,56			140,79		
	3	CD	71,75			136,02		
	4	CD	67,55			169,01		
	5	CD	72,59			178,52		
	6	CD	70,69			189,14		
10	1	MD	101,39	<b>101,25</b>	3,82	116,66	<b>109,43</b>	8,58
	2	MD	99,47			112,83		
	3	MD	105,2			114,65		
	4	MD	103,48			112,44		
	5	MD	94,57			106,73		
	6	MD	103,41			93,29		
	1	CD	58,9	<b>61,41</b>	1,92	306,87	<b>270,76</b>	22,27
	2	CD	62,31			287,75		
	3	CD	60,44			249,17		
	4	CD	59,94			267,88		
	5	CD	63,53			255,47		
	6	CD	63,35			257,42		
15	1	MD	96,18	<b>99,32</b>	5,63	126,21	<b>136,70</b>	9,75
	2	MD	92,4			135,33		
	3	MD	109,3			138,42		
	4	MD	99,35			126,24		
	5	MD	100,01			151,44		
	6	MD	98,67			142,54		
	1	CD	58,7	<b>59,79</b>	2,27	318,69	<b>309,60</b>	20,44
	2	CD	58,31			341,26		
	3	CD	64,09			309,21		
	4	CD	58,14			302,04		
	5	CD	58,97			307,49		
	6	CD	60,54			278,92		

## 2.8.4 Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti z vláken 5,3 dtex

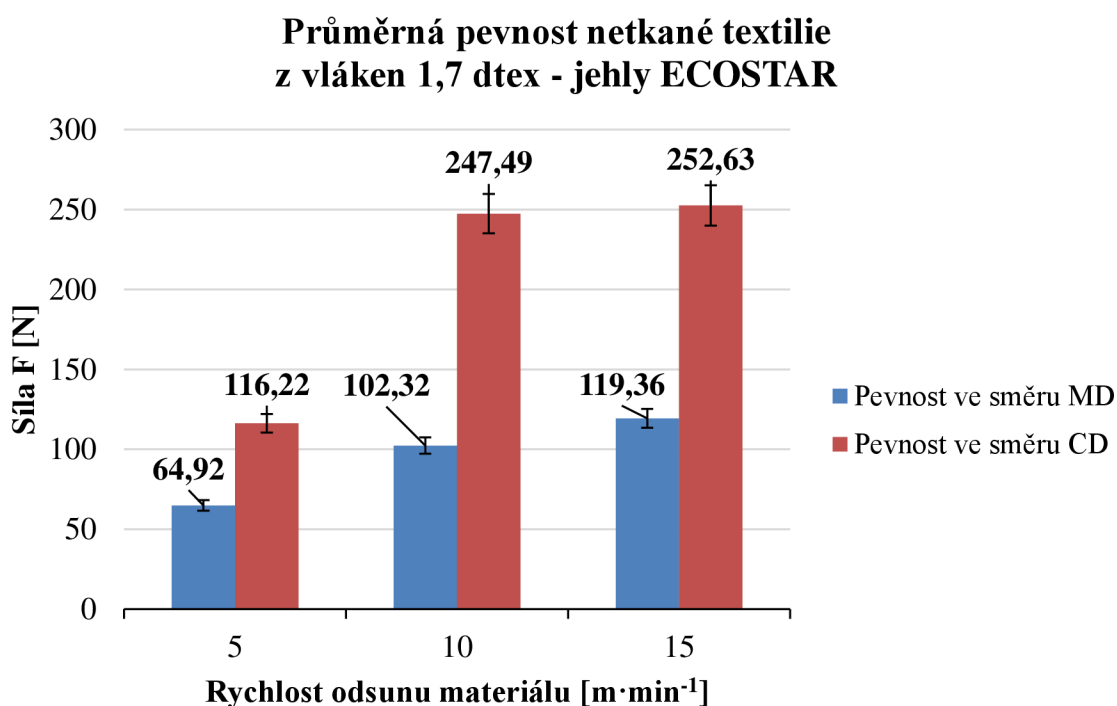
Tabulka 8: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 5,3 dtex ECOSTAR

NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO NT Z VLÁKEN 5,3 DTEX ZPEVNĚNÉ JEHLAMI ECOSTAR								
Rychlost odsunu materiálu od mykacího stroje [m·min <sup>-1</sup> ]	Vzorek číslo	Tažnost ve směru výroby MD/CD	A <sub>max</sub> [mm]	∅ A <sub>max</sub> [mm]	Směr. odchylka	F <sub>max</sub> [N]	∅ F <sub>max</sub> [N]	Směr. odchylka
5	1	MD	148,6	<b>151,13</b>	5,68	170,79	<b>172,17</b>	12,89
	2	MD	150,91			163,68		
	3	MD	145,82			180,79		
	4	MD	162,02			192,61		
	5	MD	151,03			156,21		
	6	MD	148,36			168,94		
	1	CD	107,55	<b>112,53</b>	3,76	475,68	<b>413,94</b>	34,07
	2	CD	109,59			398,28		
	3	CD	113,83			418,76		
	4	CD	113,4			419,22		
	5	CD	112,36			393,54		
	6	CD	118,42			378,15		
10	1	MD	142,18	<b>148,72</b>	6,63	260,77	<b>242,94</b>	16,23
	2	MD	151,97			230,37		
	3	MD	158,99			264,3		
	4	MD	144,85			242,32		
	5	MD	142,65			225,11		
	6	MD	151,7			234,76		
	1	CD	100,03	<b>100,8</b>	1,1	726,87	<b>608,05</b>	90,05
	2	CD	102,5			708,1		
	3	CD	100,39			514,81		
	4	CD	100,27			583,65		
	5	CD	101,82			589,1		
	6	CD	99,78			525,79		
15	1	MD	159,9	<b>159,6</b>	5,22	377,3	<b>366,49</b>	14,46
	2	MD	158,75			351,01		
	3	MD	156,77			347,43		
	4	MD	159,13			379,9		
	5	MD	153,77			364,86		
	6	MD	169,24			378,44		
	1	CD	109,57	<b>111,48</b>	1,83	705,12	<b>705,33</b>	21,47
	2	CD	112,23			716,74		
	3	CD	110,26			725,54		
	4	CD	114,71			721,58		
	5	CD	111,33			695,08		
	6	CD	110,76			667,94		

Tabulka 9: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 5,3 dtex STANDARD

NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO NT Z VLÁKEN 5,3 DTEX ZPEVNĚNÉ JEHLAMI STANDARD								
Rychlost odsunu materiálu od mykacího stroje [m·min <sup>-1</sup> ]	Vzorek číslo	Tažnost ve směru výroby MD/CD	A <sub>max</sub> [mm]	∅ A <sub>max</sub> [mm]	Směr. odchylka	F <sub>max</sub> [N]	∅ F <sub>max</sub> [N]	Směr. odchylka
5	1	MD	153,01	<b>154,88</b>	2,3	212,81	<b>208,78</b>	15,88
	2	MD	154,01			227,13		
	3	MD	156,01			186,65		
	4	MD	155,84			199,3		
	5	MD	158,35			225,15		
	6	MD	152,07			201,96		
	1	CD	110,15	<b>107,48</b>	3,98	455,39	<b>482,63</b>	40,96
	2	CD	109,4			468,02		
	3	CD	102,42			507,44		
	4	CD	109,7			515,2		
	5	CD	110,84			527,96		
	6	CD	102,34			421,78		
10	1	MD	149,9	<b>145,91</b>	5,77	228,82	<b>286,13</b>	55,71
	2	MD	153,88			228,92		
	3	MD	136,9			257,58		
	4	MD	143,62			339,67		
	5	MD	145,09			356,2		
	6	MD	146,09			305,54		
	1	CD	103,68	<b>106,65</b>	4,52	591,89	<b>644,21</b>	32,04
	2	CD	111,8			623,88		
	3	CD	110,81			655,08		
	4	CD	99,62			645,08		
	5	CD	107,13			676,67		
	6	CD	106,85			672,65		
15	1	MD	157,82	<b>154,76</b>	3,87	458,64	<b>432,93</b>	31,3
	2	MD	157,15			425,65		
	3	MD	147,73			401,36		
	4	MD	152,74			403,99		
	5	MD	156,35			481,04		
	6	MD	156,75			426,88		
	1	CD	111,07	<b>107,12</b>	4,34	862,89	<b>824,25</b>	47,36
	2	CD	106,7			829,02		
	3	CD	104,45			766,42		
	4	CD	104,95			849,09		
	5	CD	113,5			872,34		
	6	CD	102,05			765,74		

## 2.8.5 Výsledky pevnosti a tažnosti z vláken 1,7 dtex

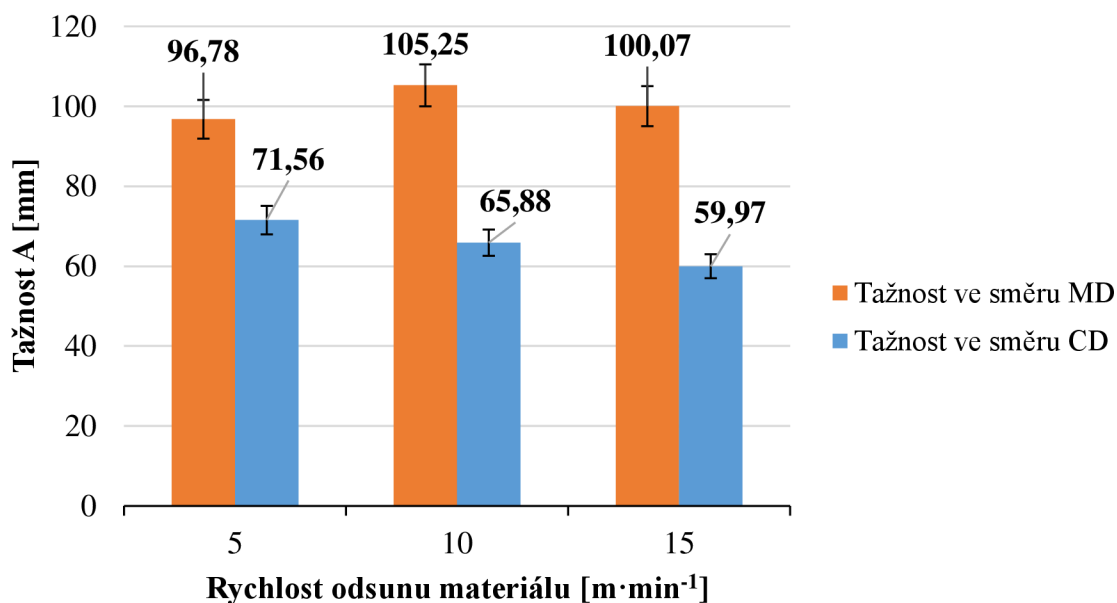


Graf 5: Pevnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR

Z grafu průměrné pevnosti můžeme vyčíst, že průměrné pevnosti ve směru testování MD jsou u všech rychlostí odsunu materiálu netkaných textilií zpevněné jehlami ECOSTAR nižší, než je tomu ve směru testování CD. Ve směru CD je pevnost jednoznačně lepší než ve směru testování MD. To je zapříčiněno tvarem uspořádání linky, která je koncipována do tvaru písmene L. Po operaci kladení je linka otočena o  $90^\circ$ , čímž se v podstatě mění směr MD a CD (směry MD a CD jsou vztaženy ke konci výstupu linky). Před operací kladení je většina vláken orientována spíše ve směru MD, která se odsunem materiálu od kladečního stroje přeorientují na směr CD, díky otočení linky o  $90^\circ$ . To vysvětluje i větší pevnost v tomto směru. Pevnost ve směru MD i CD ukazuje jednoznačně rostoucí trend s vyšší rychlostí odsunu materiálu. Největší pevnost je ve směru CD při rychlosti odsunu materiálu  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ , hodnota činí **252,63 N**. Naopak nejmenší pevnost je ve směru MD, konkrétně potom při rychlosti  $5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  **64,92 N**.



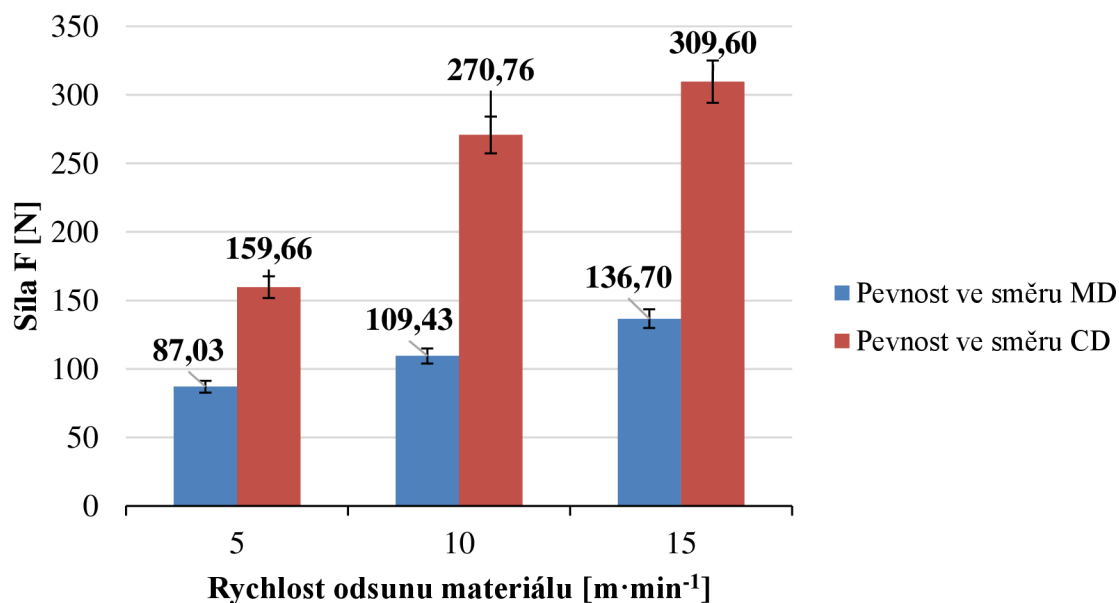
### Průměrná tažnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex - jehly ECOSTAR



Graf 6: Tažnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR

Průměrná tažnost ve směru MD u rychlosti  $10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  je vyšší, ale pohybuje v rámci statické chyby. Jednou z možných příčin je odběr vzorků na místech, kde byla nižší plošná hmotnost, v těchto místech bylo méně vláken, a tím došlo u zpevněného materiálu k větší tažnosti. U NT není tato odchylka nijak překvapivá, výroba se zaměřuje na velké metráže a záleží především na plošné hmotnosti v  $\text{m}^2$ . Ve směru CD má tažnost klesající trend. Když porovnáme data pevnosti a tažnosti, zjistíme, že spolu korelují, kdy tažnost ve směru MD je větší a naopak pevnost menší. Ve směru CD je tažnost nižší a pevnost vyšší. Nejvíce tažné jsou vzorky u rychlosti  $10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  ve směru MD, kde byla průměrná hodnota tažnosti **105,25 mm**.

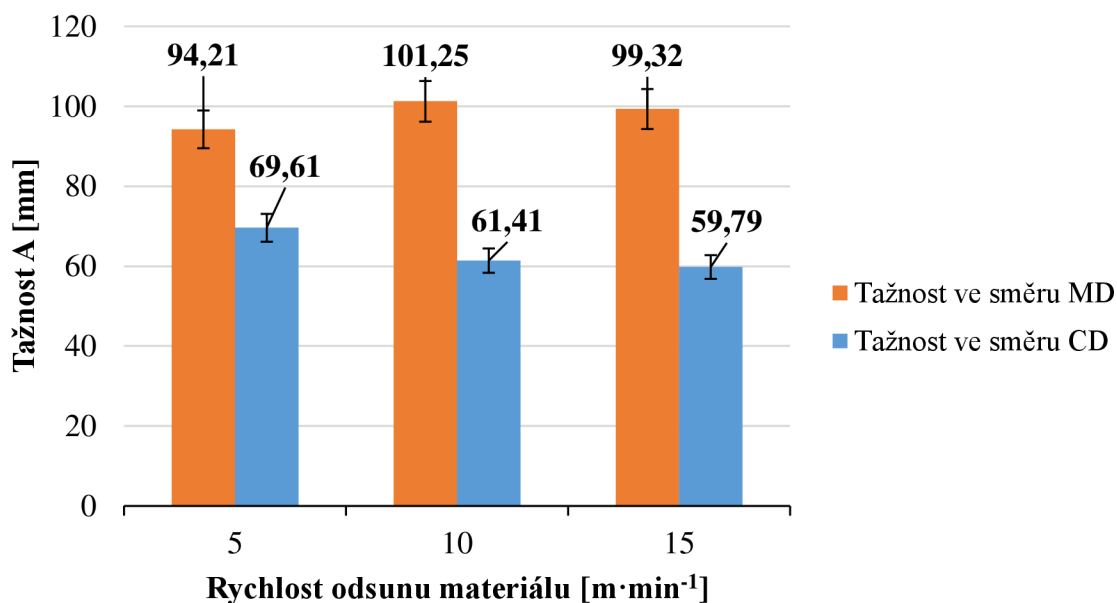
### Průměrná pevnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex - jehly STANDARD



Graf 7: Pevnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami STANDARD

Na grafu průměrné pevnosti u NT zpevněných jehlami STANDARD je vidět u obou směrů MD i CD trend růstu pevnosti. Tento trend růstu souvisí s růstem plošné hmotnosti. Ve směru MD nárůst pevnosti koresponduje s nárůstem plošné hmotnosti. Na rozdíl od směru CD, kde je nárůst, respektive síly potřebné k přetržení, mnohonásobně vyšší a nekoresponduje s plošnou hmotností. Ve směru CD je pevnost řádově 2x vyšší než ve směru MD. Největší pevnost je ve směru CD při rychlosti odsunu materiálu  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  **309,6 N**, nejmenší pak ve směru MD při rychlosti  $5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  **87,03 N**.

### Průměrná tažnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex - jehly STANDARD

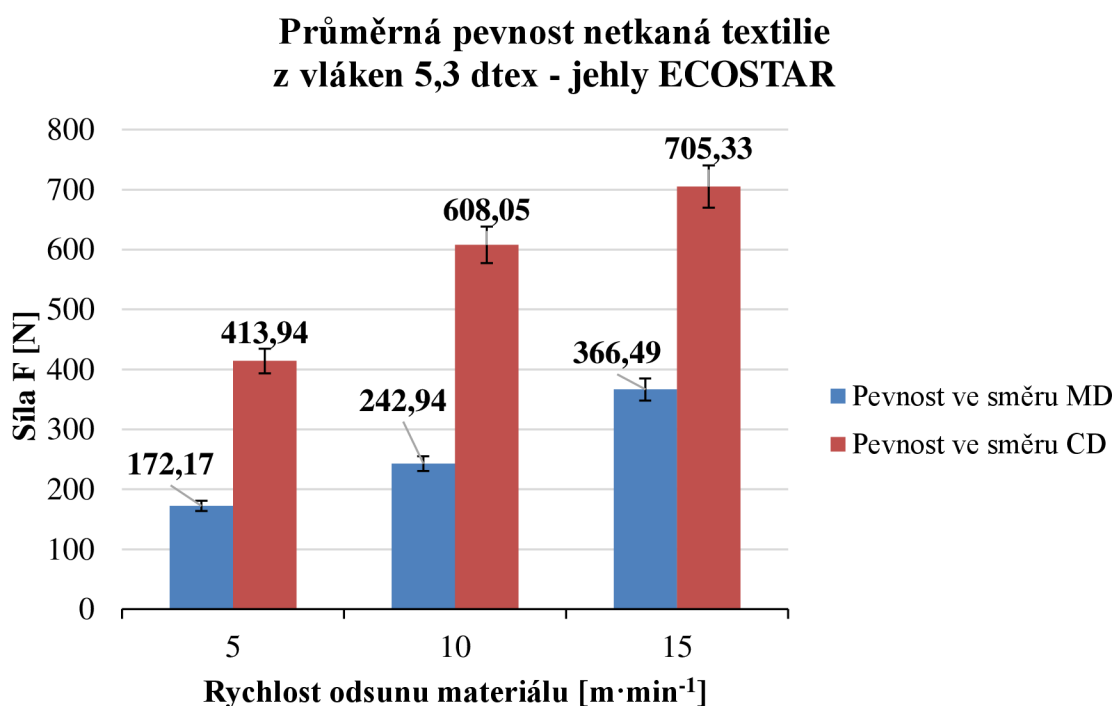


Graf 8: Tažnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami STANDARD

U grafu 8 jsou ve směru MD tažnosti téměř konstantní, pohybují se ve statistické chybě a chybové úsečky se překrývají. Ve směru CD má tažnost klesající trend se vzrůstající rychlostí odsunu materiálu. Tento fakt se projevil i u tažnosti netkaných textilií zpevněných jehlami ECOSTAR. Tažnost ve směru MD nemá jednoznačný trend. Směr testování (MD, CD) má jednoznačný vliv na výsledky tažnosti, NT je nejvíce tažná ve směru MD, při rychlosti  $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  dosahuje průměrná hodnota tažnosti **101,25 mm**.

Celkově lze shrnout, že u NT z vláken 1,7 dtex je vyšší pevnost ve směru testování CD, podobné výsledky byly naměřeny u obou typů jehel. Tažnost je naopak vyšší ve směru MD, tento fakt platí opět pro oba typy jehel. Vzhledem k orientaci většiny vláken v NT je toto konstatování založeno na faktu, která je podloženo výsledky z měření.

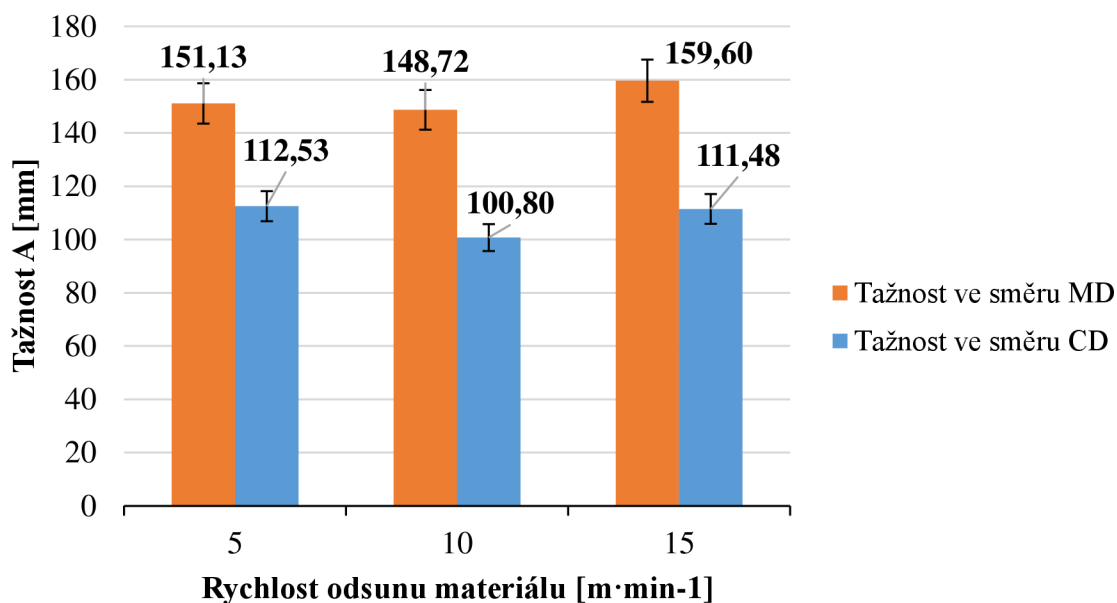
## 2.8.6 Výsledky pevnosti a tažnosti z vláken 5,3 dtex



Graf 9: Pevnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR

Graf 9 ukazuje jednoznačně rostoucí trend pevnosti s růstem rychlosti odsunu materiálu v obou testovaných směrech. Pevnost NT je ve směru MD je prokazatelně nižší než ve směru CD, největší pevnost je ve směru CD při rychlosti  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  **705,33 N**. U NT z vláken 1,7 dtex (viz Graf 5 a Graf 7) vyšly pevnosti ve směru CD také vyšší než ve směru testování MD.

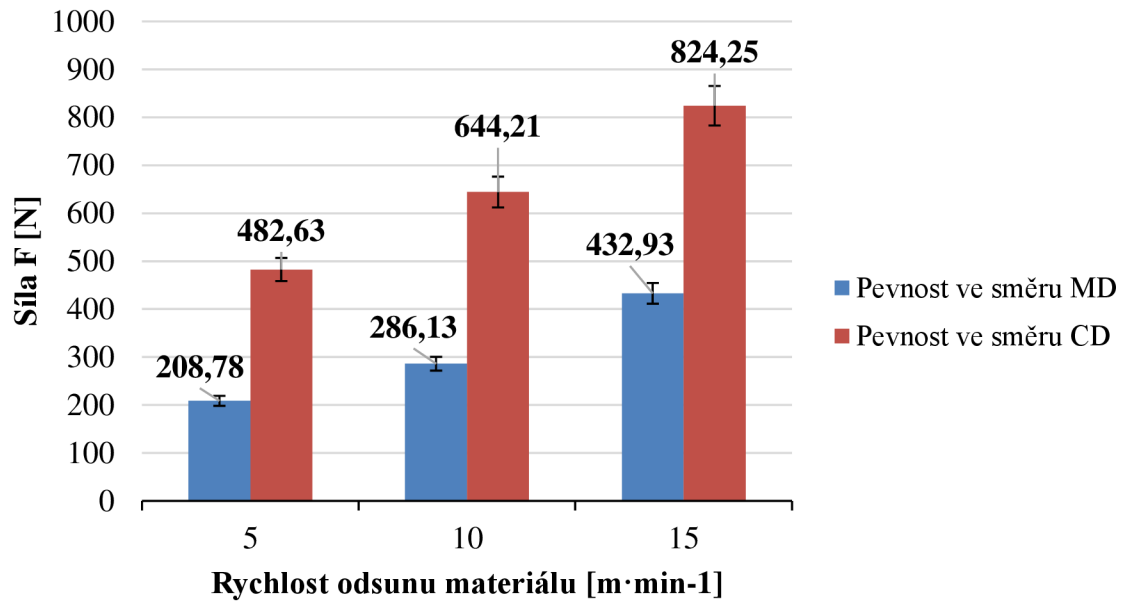
### Průměrná tažnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex - jehly ECOSTAR



Graf 10: Tažnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR

Graf 10 neukazuje jednoznačný trend růstu nebo poklesu tažnosti. Při rychlosti  $10 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  je vidět pokles tažnosti oproti zbylým dvěma rychlostem a to v obou testovaných směrech. Vyšší tažnost se ukazuje ve směru MD, to platí ve všech rychlostech. Při porovnání grafů 9 a 10 je vidět závislost mezi pevností a tažností. Materiál, který má vyšší tažnost, má naopak nižší pevnost. Nejvyšší tažnost je u vzorků ve směru MD při rychlosti odsunu materiálu  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  s hodnotou **159,6 mm**.

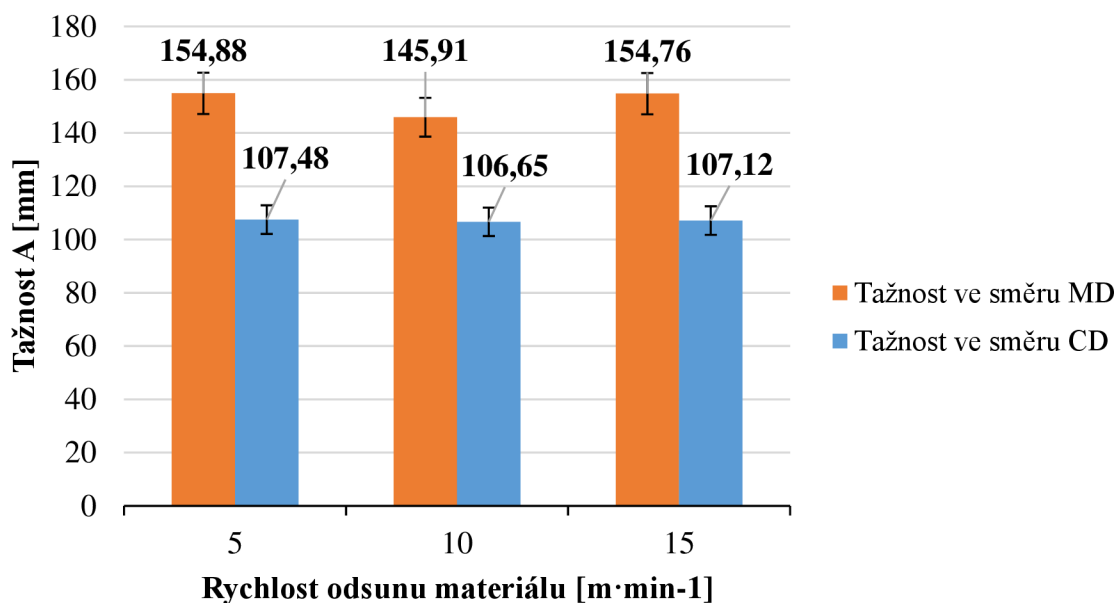
### Průměrná pevnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex - jehly STANDARD



Graf 11: Pevnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami STANDARD

Na grafu 11 vidíme u jehel Standard rostoucí trend pevnosti s rostoucí rychlostí. Rostoucí trend je v obou směrech (MD a CD). Jedním z důvodů, proč roste pevnost, je rostoucí plošná hmotnost. Dalším faktem je 2–3x vyšší pevnost ve směru CD. Tento fakt byl naměřen i u jehel EcoStar. Nejvyšší pevnost je při rychlosti 15 m·min<sup>-1</sup> **824,25 N**.

### Průměrná tažnost textilie z vláken 5,3 dtex - jehly STANDARD



Graf 12: Tažnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami STANDARD

U jehel Standard v grafu 12 jsou výsledky téměř konstantní u všech rychlostí, rozdíl je při rychlosti 10 m·min<sup>-1</sup> ve směru MD, kde je průměrná tažnost nižší než u zbylých dvou rychlostí.

U vzorků NT z vláken 5,3 dtex je vidět rostoucí trend pevnosti s rostoucí rychlostí, a to jak u jehel EcoStar, tak u jehel Standard. Pevnost je vyšší ve směru CD, naopak tažnost je vyšší ve směru MD, to platí pro oba typy jehel. I zde můžeme vidět závislost dat pevnosti a tažnosti na datech plošné hmotnosti. Při rychlosti 10 m·min<sup>-1</sup> je u jehel EcoStar výrazný pokles ve směru CD, to u jehel Standard není.

## 2.9 Metodika zpracování naměřených hodnot

Ke zpracování naměřených hodnot bylo použito běžných statistických vzorců, jako jsou: aritmetický průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient a interval spolehlivosti 95%.

- aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

- výběrový rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (12)$$

- směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{s^2} \quad (13)$$

- variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 10^2 [\%] \quad (14)$$

- interval spolehlivosti 95 %

$$IS = \bar{x} \pm t(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (15)$$



## 2.10 Ekonomické zhodnocení výroby netkaných textilií

Vzhledem k poloprovozní výrobě NT nedává ekonomické vyčíslení úplně smysl. Nicméně katedra KNT by pro stanovení konečné ceny musela zohlednit několik faktorů jako cenu surových vláken, hmotnost textilie na  $\text{m}^2$ , spotřebu energie a mzdy zaměstnanců. Do konečné ceny produktu by měla zahrnout určitou přírážku. Této metodě se říká nákladová kalkulace s přírážkou. V praxi, se do ceny výrobku započítává poměrnou částí položka na návratnost investice, tak, aby se firmě v určitém časovém horizontu vrátila zpět nebo měla peníze na budoucí investice. Investice mohou být například do nové výrobní linky, technologie, haly, výzkumné laboratoře či vzdělání svých zaměstnanců.

Na začátek je třeba zmínit délky NT vyrobených při různých rychlostech odsunu materiálu za čas: při  $5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  je to 0,4 m, při  $10 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  je vyrobená délka 0,8 a při  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  je délka 1,2 m. Vyrobená délka je stejná pro textilie z obou typů vláken. Při posouzení všech vlastností vyrobených netkaných textilií, vychází z hlediska produkce nejlépe nastavit rychlost odsunu materiálu na  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , a to nejen vyrobenou délkou, která je  $1,2 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , ale také vlastnostmi jako plošná hmotnost, prodyšnost a pevnost, jež jsou pro zákazníka klíčové (viz tabulka 10).

Tabulka 10: Přehled vlastností vyrobených NT

Textilie z vláken		1,7 DTEX			5,3 DTEX			
		5	10	15	5	10	15	
Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ ]								
Produktivita [ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ ]		0,4	0,8	1,2	0,4	0,8	1,2	
Plošná hmotnost [ $\text{g}\cdot 10\text{cm}^{-2}$ ]	EcoStar	<b>0,77</b>	0,96	1,08	<b>2,93</b>	3,47	3,66	
	Standard	0,81	0,98	<b>1,13</b>	2,99	3,52	<b>3,80</b>	
Prodyšnost [ $\text{l}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	EcoStar	3060	2518	2312	1990	1794	1709	
	Standard	2878	2396	2156	1920	1746	1584	
$A_{\max}$ [mm]	EcoStar	MD	96,78	105,25	100,07	151,13	148,72	159,6
		CD	71,36	65,88	59,97	112,53	100,8	111,48
	Standard	MD	94,21	101,25	99,32	154,88	145,91	154,76
		CD	69,61	61,41	59,79	107,48	106,65	107,12
$F_{\max}$ [N]	EcoStar	MD	<b>64,92</b>	102,32	119,36	<b>172,17</b>	242,94	366,49
		CD	116,22	247,49	<b>252,63</b>	413,94	608,05	<b>705,33</b>
	Standard	MD	<b>87,03</b>	109,43	136,7	<b>208,78</b>	286,13	432,93
		CD	159,66	270,76	<b>309,6</b>	482,63	644,21	<b>824,25</b>

V tabulce vlastností jsou u plošné hmotnosti a pevnosti vyznačeny nejlepší a nehorší hodnoty. U rychlosti  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  dochází při výrobě kromě nejvyšší produkce, také k nejlepším mechanickým vlastnostem NT.

Dalším faktorem co ovlivní zákaznicko rozhodování, je cena produktu a poté plošná hmotnost, která se udává většinou v  $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ . U vyšší rychlosti  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  sice dochází k nárůstu plošné hmotnosti řádově o 30–40 % oproti rychlosti  $5 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ , ale současně tím dochází k větší potřebě vláken pro výrobu, což je vykompenzováno 3x rychlejší produkcí. Zatímco produkce se zvýšila u rychlosti  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  o 200 %, tak plošná hmotnost jen o 30–40 %. Větší množství vláken zvýší cenu produktu, ale výrobce má 3x vyšší produktivitu při stejných fixních nákladech na zaměstnance. Tím bude dosaženo maximální produktivity za stejné fixní náklady, což může snížit konečnou cenu produktu. Ekonomická kalkulace NT při jednotlivých rychlostech je v tabulce 11.

Tabulka 11: Ekonomická kalkulace

	Typ jehly	Textilie z vláken PES 1,7 dtex			Textilie z vláken PES 5,3 dtex		
		5	10	15	5	10	15
Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ ]							
Cena surových vláken [Kč/kg]		42,56			42,56		
Plošná hmotnost [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]	EcoStar	76,6	95,8	108,4	293	347	365,8
	Standard	80,8	98,2	113,2	299,4	352	379,8
Cena bez DPH v Kč/m <sup>2</sup>	EcoStar	3,26	4,08	4,61	12,47	14,77	15,57
	Standard	3,44	4,18	4,82	12,74	14,98	16,16

Výpočet byl sestaven na základě ceny surových vláken, která stojí pro obě jemnosti 1,8 €/kg [30], dále byl použit k výpočtu aktuální měnový kurz ČNB (ke dni 26. 5. 2023).

Z tabulky 11 vidíme, že na cenu NT má vliv plošná hmotnost, v tomto případě nejsou započítané ostatní náklady.

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo ověřit výrobnost vpichovaných netkaných textilií v závislosti na parametrech výroby a vytvořit sérii vzorků, ze dvou různých jemností vláken 1,7 dtex a 5,3 dtex z materiálu polyester (PES). Z vyrobených NT byly odebrány vzorky, u kterých se následně měřily vlastnosti jako je plošná hmotnost, prodyšnost, pevnost a tažnost. Získaná data byla poté statisticky vyhodnocena.

V rešeršní části práce byly nejprve popsány základní textilní pojmy, poté co je to jemnost vlákna, vlákna pro výrobu NT a následně co je to netkaná textilie. Dále je popsán způsob výroby NT, kde na počátku je balík vláken, respektive chomáče vláken, které se přeměňují pomocí technologie mykání na vláknennou vrstvu. Ta je následně zpevňována vpichováním či termickým pojením a vzniká tak výsledná netkaná textilie. Dále je popsán historický vývoj netkaných textilií od jejich počátku až po současnost a využití v praxi. Netkané textilie nabývají stále většího významu, ať už je to ve stavebnictví, zdravotnictví, automobilovém průmyslu i v oblasti hygienických pomůcek. V práci jsou popsány i jednotlivé testované vlastnosti vzorků, co daná vlastnost znamená a podle jaké normy se řídí odběr vzorků a následně testuje. V závěru této části, se pak nachází kapitola, která pojednává o ceně a její tvorbě.

Experimentální část práce je rozdělena do několika podkapitol, první podkapitola má seznámit s linkou DILO, rozsahem zpracovatelnosti vláken, možnostmi nastavení rychlosti odsunu materiálu, počtem vrstev skladů na kladeči. Další kapitola pak pojednává o jehelní desce a použitých jehlách (EcoStar a Standard). Při měření plošné hmotnosti se ukázalo, že lepší plošnou hmotnost mají vzorky zpevněné jehlami Standard a že se zvyšující se rychlostí odsunu materiálu roste plošná hmotnost. Stejný výsledek se ukázal u obou typů vláken. U prodyšnosti se projevil opačný trend, s rostoucí rychlostí odsunu materiálu prodyšnost klesala a u jehel Standard byla prodyšnost nižší než u jehel typu EcoStar. Naměřená data spolu korelují a byla prokázána jasná závislost mezi plošnou hmotností a prodyšností. V případě testování pevnosti a tažnosti byly vzorky testovány ve směru podélném (MD) a ve směru příčném (CD). Ve směru CD byla pevnost textilie 2-3x vyšší než ve směru MD. Naopak tažnost byla ve směru CD nižší než ve směru MD. Z toho plyne, že s rostoucí pevností tažnost klesá a naopak. I zde je vidět závislost mezi plošnou hmotností a pevností, kdy se vzrůstající rychlostí, roste plošná hmotnost a pevnost. Lze konstatovat, že při výrobě netkaných textilií má na plošnou hmotnost vliv rychlost odsunu materiálu od mykacího

stroje a typ jehel, kterými je vláknenná vrstva zpevňována. Při výrobě na lince DILO je třeba myslet na to, že s vyšší rychlostí linky bude růst objem vláken potřebných k výrobě. Během výroby bylo zjištěno, že reálná maximální rychlost výstupu z mykacího stroje činí  $17 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Při této rychlosti docházelo k nerovnoměrnému sčesávání pavučiny z válce za pomoci sčesávací pilky. Z tohoto důvodu byla v experimentu nastavena maximální rychlost výstupu z mykacího stroje na  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ , kdy byla pavučina rovnoměrně sčesávána. Výrobce linky udává teoretickou maximální rychlost výstupu z mykacího stroje  $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Z hlediska ekonomiky provozu, je nejefektivnější nastavit výstupovou rychlost mykacího stroje na  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ , kde linka ve výsledku vyrobí 3x více materiálu za stejný čas, což představuje  $1,2 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  vyrobené vpichované netkané textilie. Při vyšší rychlosti sice roste objem spotřebovaných surových vláken, ale v konečné ceně výrobku se tento nárůst variabilních nákladů neprojeví zásadním způsobem, jelikož klesají fixní náklady. Při rychlosti  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  jsou vlastnosti netkané textilie lepší v plošné hmotnosti, prodyšnosti a pevnosti. Vyšší plošná hmotnost a pevnost jsou pro zákazníka klíčovými vlastnostmi, které mají vliv na jeho rozhodování při koupi výrobku.

Doporučení pro další výzkum v budoucnu je větší škálovatelnost rychlostí odsunu materiálu od mykacího stroje, použití jiných jemností a materiálů vláken k výrobě vpichovaných NT. Dalším doporučením je použít směsi vláken, změnit typ jehel a hloubku vpichu. Bylo by vhodné zaměřit se na otáčky mykacího stroje, které byly neměnným parametrem. To mohlo u vyšších rychlostí linky způsobit, že se chomáče vláken nedokonale rozvláknily, vznikla tak místa s větším počtem nerozvlákněných vláken, které nakonec vedly k větší plošné hmotnosti. Všechny tyto faktory mají vliv na výsledné vlastnosti netkané textilie, kterými jsou plošná hmotnost, prodyšnost, pevnost a tažnost.

## Seznam použité literatury

- [1] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. *Netkané textilie*. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-7083-746-2.
- [2] Home. *Default* [online]. [cit. 05.05.2022]. Dostupné z: <https://www.edana.org>
- [3] DOSTALOVÁ, Mirka a Mária KŘIVÁNKOVÁ. *Základy textilní a oděvní výroby*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, 2001. ISBN 80-7083-504-4.
- [4] JIRSÁK, Oldřich a Larry C. WADSWORTH. *Nonwoven textiles*. [1st ed.]. Durham: Carolina Academic Press, 1999. ISBN 0-89089-978-8.
- [5] MHAMZA. HISTORY OF NON WOVENS IN TEXTILE INDUSTRY. *Textile Magazine, Textile News, Apparel News, Fashion News* [online]. [cit. 10.12.2022] Dostupné z: <https://textilevaluechain.in/news-insights/manufacturing-of-carbon-fibers/>
- [6] BĚHÁLEK, Luboš. *Polymery* [online]. . Verze knihy: 15. Online: [Code Creator], 2015 [cit. 18.03.2023]. ISBN 978-80-88058-66-3. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/18.html>
- [7] PATOCKOVA, Jana. *Vše o třídění a recyklaci PET láhvi* [online]. [cit. 31.03.2022] Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2017/10/17/vse-o-trideni-recyklaci-pet-lahvi/>
- [8] HLADÍK, Vladimír. *Textilní vlákna*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1970.
- [9] Fig. 2 Chemical structure of PET. *ResearchGate* [online]. [cit. 01.05.2023]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-PET\\_fig2\\_351348028](https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-PET_fig2_351348028)
- [10] KARTHIK, T. a R. RATHINAMOORTHY. *Nonwovens: process, structure, properties and applications*. New Delhi: Woodhead Publishing India PVT Ltd, 2016. Woodhead Publishing India in textiles. ISBN 978-93-85059-12-4.
- [11] URSÍRNY, Petr. *Předení I*. Liberec: Technická univerzita, 2001. ISBN 80-7083-481-1.
- [12] MRŠTINA, Václav a František FEJGL. *Textilní technologie vpichování*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1982.
- [13] RŮŽIČKOVÁ, Jana. *Elektrostatické zvlákňování nanovláken*. V Liberci: Technická univerzita, 2004. ISBN 80-7083-867-1.
- [14] DOSHI, Jayesh a Darrell H. RENEKER. Electrospinning process and applications of electrospun fibers [online]. DOI: .1016/0304-3886(95)00041-8 1995. [cit. 10.04.2022]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304388695000418>
- [15] RUSSELL, S. J., ed. *Handbook of nonwovens*. Cambridge: CRC Press, 2007. ISBN 978-1-85573-603-0.

- [16] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví*. Díl II. Liberec: Technická univerzita, 2004. ISBN 80-7083-825-6.
- [17] ČSN EN ISO 9237 (80 0817) *Textilie-Zjišťování prodyšnosti plošných textilií*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- [18] MILITKÝ, Jiří. *Technické textilie: vybrané kapitoly*. Vydání 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007. ISBN 978-80-7372-170-1.
- [19] STANĚK, Jaroslav. *Nauka o textilních materiálech*. Sv. 1., Část 4. Vlastnosti délkových a plošných textilií. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1988.
- [20] DĚDKOVÁ, Jaroslava a Iveta HONZÁKOVÁ. *Základy marketingu: pro kombinované studium*. Liberec: Technická univerzita, 2005. ISBN 80-7083-908-2.
- [21] KOTLER, Philip. *Marketing management*. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-247-0016-6.
- [22] 1) Strategie „sbírání smetany“ je ... *Management, Marketing* [online]. [cit. 31.03.2022]. Dostupné z: <https://managment-marketing.studentske.eu/2009/03/1-strategie-sbirani-smetany-je.html>
- [23] BOUČKOVÁ, Jana. *Základy marketingu*. 4. vyd. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1760-5.
- [24] PETR TYL, Jan. *Bod zvratu: praktický příklad, vzorec, výpočet a graf* [online]. [cit. 15.02.2022]. Dostupné z: <https://www.marketingmind.cz/bod-zvratu-priklad-vzorec-vypocet-graf/>
- [25] HLAVÁČEK, Vladimír. ROI - návratnost investic. *Ecommerce Bridge* [online]. [cit. 14.12.2022]. Dostupné z: <https://www.ecommercebridge.cz/roi-navratnost-investic/>
- [26] KLEČKA, Jiří a Marcel MATĚJKA. *Nové podnikové systémy: materiály ke cvičením*. Praha: Oeconomica, 2006. ISBN 80-245-0702-1.
- [27] MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN. *Analýza procesu*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-865-6.
- [28] JIRÁSKOVÁ, Petra. *Výroba délkových textilií*. Liberec: Technická univerzita, 2004. ISBN 80-7083-845-0.
- [29] GROZ-BECKERT. *Felting Felting Needles* [online]. [cit. 02.01.2023]. Dostupné z: [https://www.groz-beckert.com/mm/media/en/web/pdf/Felting\\_and\\_structuring\\_needles.pdf](https://www.groz-beckert.com/mm/media/en/web/pdf/Felting_and_structuring_needles.pdf)
- [30] HUŇÁČEK, Miroslav, ředitel ANT. PETR [ústní sdělení]. 29. květen 2022.

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Struktrní vzorec polyethyltereftalátu [9] .....	17
Obrázek 1.2: Schéma rozdělení výroby NT podle použité technologie [3] .....	19
Obrázek 1.3: Schéma rozdělení podle typu zpevnění vlákně vrstvy [1] .....	20
Obrázek 1.4: Víčkový mykací stroj [11] .....	21
Obrázek 1.5: Válcový mykací stroj .....	22
Obrázek 1.6: Vertikální příčný kladeč [1] .....	22
Obrázek 1.7: Horizontální příčný kladeč [1] .....	23
Obrázek 1.8: Podélné kladení [1] .....	23
Obrázek 1.9: Kolmý rotační kladeč [1] .....	24
Obrázek 1.10: Schématické znázornění vpichovacího stroje [1] .....	26
Obrázek 1.11: Hloubka vpichu [1] .....	28
Obrázek 1.12: Závislost pevnosti a tloušťky na hloubce vpichu [1] .....	28
Obrázek 1.13: Části vpichovací jehly [1] .....	29
Obrázek 1.14: Tvar a výška ostnů [1] .....	29
Obrázek 1.15: Značení vpichovací jehly [1] .....	30
Obrázek 1.16: Vpichovací desky proti sobě [12] .....	30
Obrázek 1.17: Uspořádání vpichovacích desek za sebou [12] .....	31
Obrázek 1.18: Jednostranné šikmé vpichování [12] .....	31
Obrázek 1.19: Tahová křivka .....	35
Obrázek 1.20: Grafické znázornění pružné a nepružné poptávky [20] .....	38
Obrázek 1.21: Grafické znázornění bodu zvratu [24] .....	39
Obrázek 2.1: Ukázka natavení rychlosti odsunu materiálu od mykacího stroje .....	45
Obrázek 2.2: Nastavení parametrů vertikálního přímého kladeče .....	46
Obrázek 2.3: Parametry vpichovacího stroje .....	47
Obrázek 2.4: Osazená jehelní deska .....	47
Obrázek 2.5: Jehla EcoStar [29] .....	48
Obrázek 2.6: Průřez jehly EcoStar [29] .....	48
Obrázek 2.7: Jehla Standard [29] .....	48
Obrázek 2.8: Průřez jehly Standard [29] .....	49
Obrázek 2.9: Řezačka vzorků .....	50
Obrázek 2.10: Přístroj SDL Atlas M021A na měření prodyšnosti .....	55
Obrázek 2.11: Testovací hlava s plochou 20 cm <sup>2</sup> přístroje SDL ATLAS MO21A .....	56

Obrázek 2.12: Znáornění směrů testování .....	60
Obrázek 2.13: Upnutý zkušění vzorek na trhacím stroji LabTest 4.050 .....	61



## Seznam tabulek

Tabulka 1: Strategie ceny a kvality dle Kotlera [21].....	36
Tabulka 2: Naměřené hodnoty plošné hmotnosti netkané textilie z vláken PES 1,7 dtex ..	51
Tabulka 3: Naměřené hodnoty plošné hmotnosti netkané textilie z vláken PES 5,3 dtex ..	52
Tabulka 4: Naměřené hodnoty prodyšnosti netkané textilie z vláken PES 1,7 dtex .....	57
Tabulka 5: Naměřené hodnoty prodyšnosti netkané textilie z vláken PES 5,3 dtex .....	57
Tabulka 6: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 1,7 dtex ECOSTAR .....	62
Tabulka 7: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 1,7 dtex STANDARD.....	63
Tabulka 8: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 5,3 dtex ECOSTAR .....	64
Tabulka 9: Hodnoty pevnosti a tažnosti NT z vláken 5,3 dtex STANDARD.....	65
Tabulka 10: Přehled vlastností vyrobených NT .....	75
Tabulka 11: Ekonomická kalkulace .....	76

## Seznam grafů

Graf 1: Průměrná plošná hmotnost NT z vláken PES 1,7 dtex .....	53
Graf 2: Průměrná plošná hmotnost NT z vláken PES 5,3 dtex .....	54
Graf 3: Průměrná prodyšnost netkané textilie z vláken PES 1,7 dtex.....	58
Graf 4: Průměrná prodyšnost netkané textilie z vláken PES 5,3 dtex.....	59
Graf 5: Pevnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR.....	66
Graf 6: Tažnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR.....	67
Graf 7: Pevnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami STANDARD .....	68
Graf 8: Tažnost netkané textilie z vláken 1,7 dtex zpevněná jehlami STANDARD .....	69
Graf 9: Pevnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR.....	70
Graf 10: Tažnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami ECOSTAR.....	71
Graf 11: Pevnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami STANDARD .....	72
Graf 12: Tažnost netkané textilie z vláken 5,3 dtex zpevněná jehlami STANDARD .....	73

## Seznam příloh

Příloha 1: 95% IS prodyšnosti textilie z vláken 1,7 dtex.....	86
Příloha 2: 95% IS prodyšnosti textilie z vláken 5,3 dtex.....	86
Příloha 3: 95% IS pevnosti a tažnosti textilie z vláken 1,7 dtex .....	86
Příloha 4: 95% IS pevnosti a tažnosti textilie z vláken 5,3 dtex .....	87
Příloha 5: Průběhy tahových zkoušek .....	87

**Příloha 1: 95% IS prodyšnosti textilie z vláken 1,7 dtex**

Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	TYP JEHEL	
	EcoStar	Standard
5	(2787;3333)	(2524,3;3231,8)
10	(2317,9;2718,1)	(2223,6;2568,4)
15	(2174,2;2449,8)	(1878,3;2433,7)

**Příloha 2: 95% IS prodyšnosti textilie z vláken 5,3 dtex**

Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	TYP JEHEL	
	EcoStar	Standard
5	(1909,5;2070,5)	(1765,7;2074,4)
10	(1616,3;1971,7)	(1604,3;1887,7)
15	(1638,4;1779,6)	(1430,3;1737,7)

**Příloha 3: 95% IS pevnosti a tažnosti textilie z vláken 1,7 dtex**

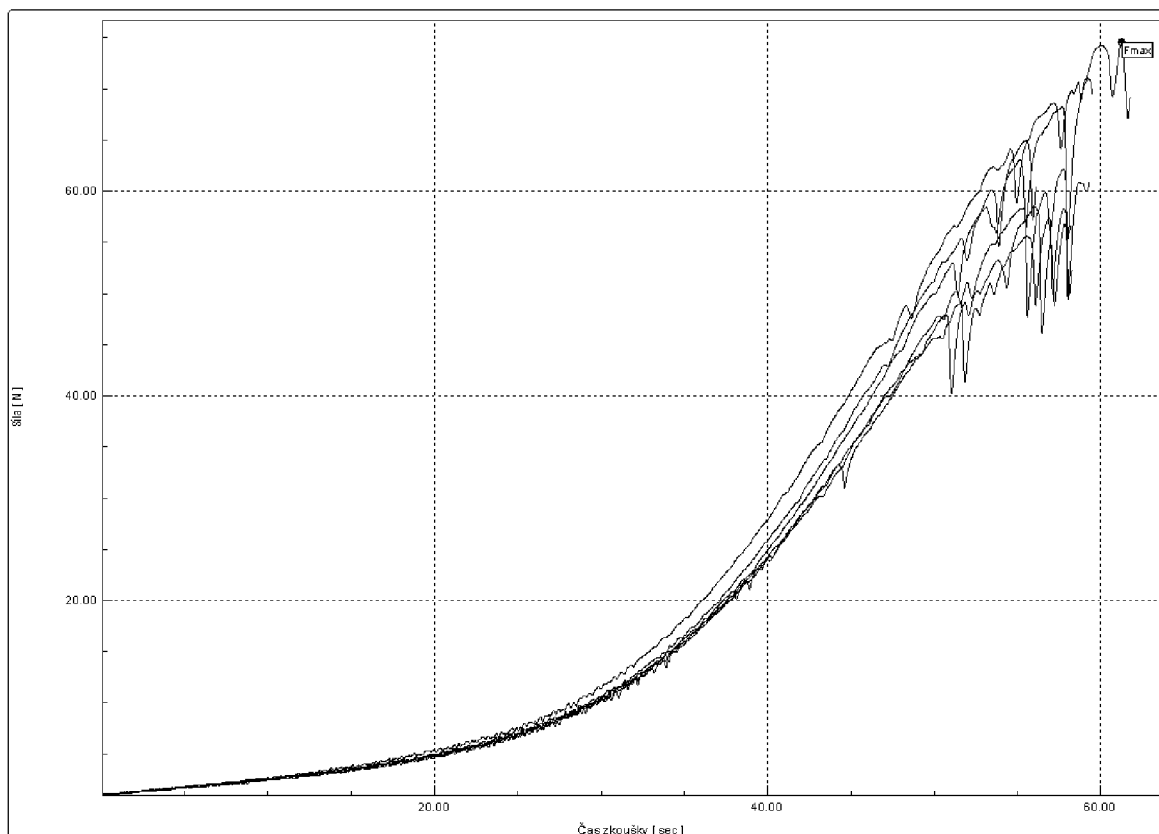
ECOSTAR				
Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	A [mm]		F [N]	
	MD	CD	MD	CD
5	(93,08;100,47)	(67,4;75,71)	(57,91;71,93)	(97,24;135,2)
10	(104,16;106,34)	(62,82;68,93)	(98,34;106,29)	(235,66;259,31)
15	(95,71;104,43)	(58;61,94)	(106,44;132,27)	(240,45;264,8)
STANDARD				
Rychlost odsunu materiálu [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	A [mm]		F [N]	
	MD	CD	MD	CD
5	(90,49;97,94)	(67,16;72,07)	(77,93;96,13)	(136,4;182,93)
10	(97,24;105,26)	(59,39;63,43)	(100,43;118,44)	(247,39;294,13)
15	(93,41;105,22)	(57,41;62,18)	(126,46;146,93)	(288,16;331,05)

#### Příloha 4: 95% IS pevnosti a tažnosti textilie z vláken 5,3 dtex

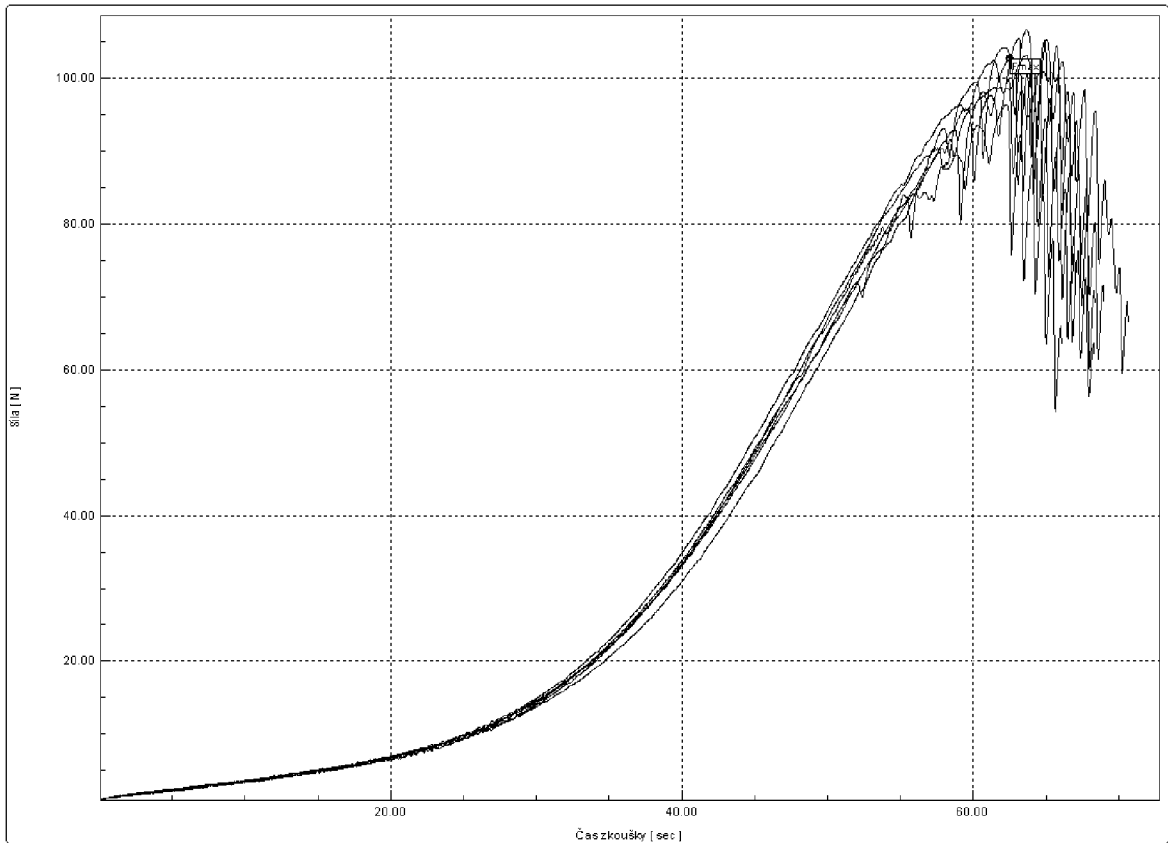
ECOSTAR				
Rychlost odsunu materiálu [m·min <sup>-1</sup> ]	A [mm]		F [N]	
	MD	CD	MD	CD
5	(145,17;157,08)	(108,58;116,47)	(158,64;185,7)	(378,18;449,7)
10	(141,77;155,68)	(99,65;101,95)	(225,9;259,97)	(513,55;702,55)
15	(154,13;165,07)	(109,56;113,39)	(351,32;381,66)	(682,8;727,87)
STANDARD				
Rychlost odsunu materiálu [m·min <sup>-1</sup> ]	A [mm]		F [N]	
	MD	CD	MD	CD
5	(152,47;157,29)	(103,3;111,65)	(192,12;225,45)	(439,64;525,62)
10	(139,86;151,97)	(101,9;111,4)	(227,67;344,6)	(610,59;677,83)
15	(150,69;158,82)	(102,57;111,67)	(400,08;465,78)	(774,55;873,95)

#### Příloha 5: Průběhy tahových zkoušek

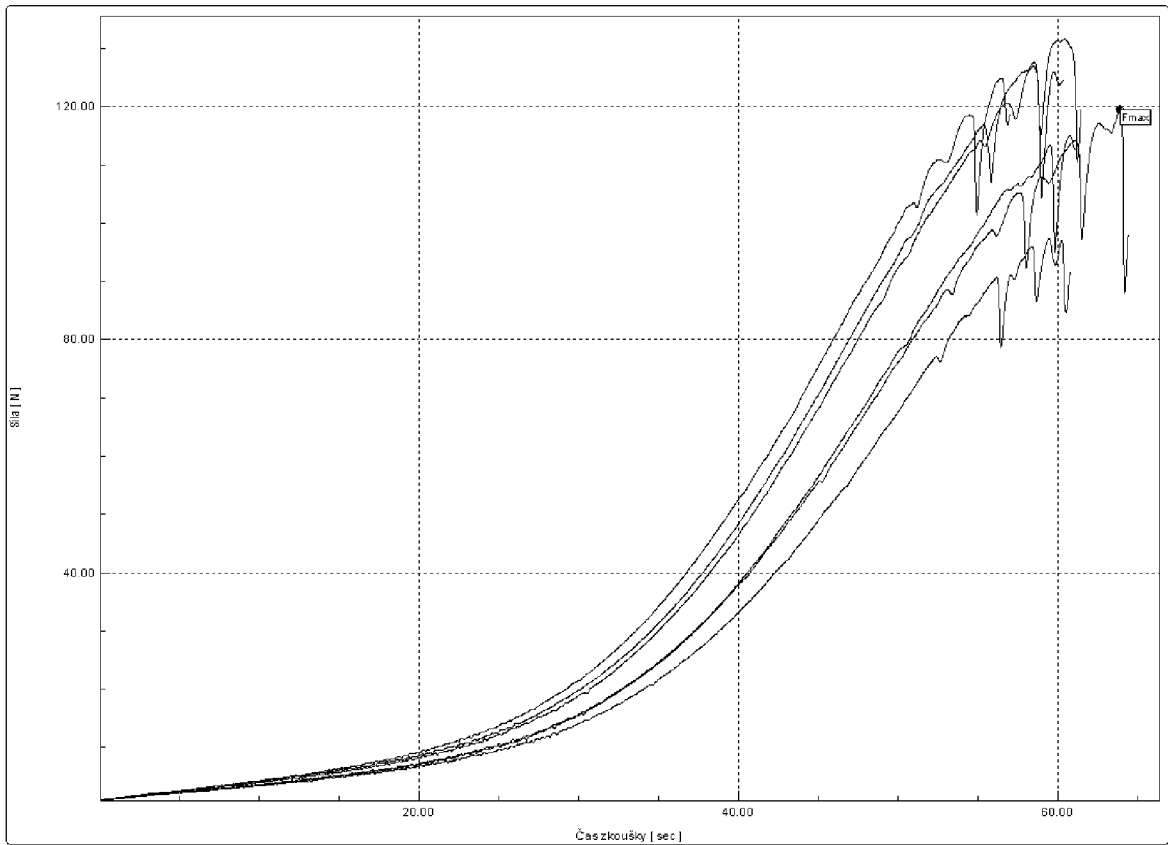
Níže se nachází průběhy tahových zkoušek, kde: 1,7 a 5,3 jsou jemnosti vláken, ze kterých jsou vyrobené NT, 5, 10 a 15 představují jednotlivé rychlosti výstupu z mykacího stroje, ES a ST je typ použité jehly ke zpevnění NT, MD a CD vyjadřuje směr testování.



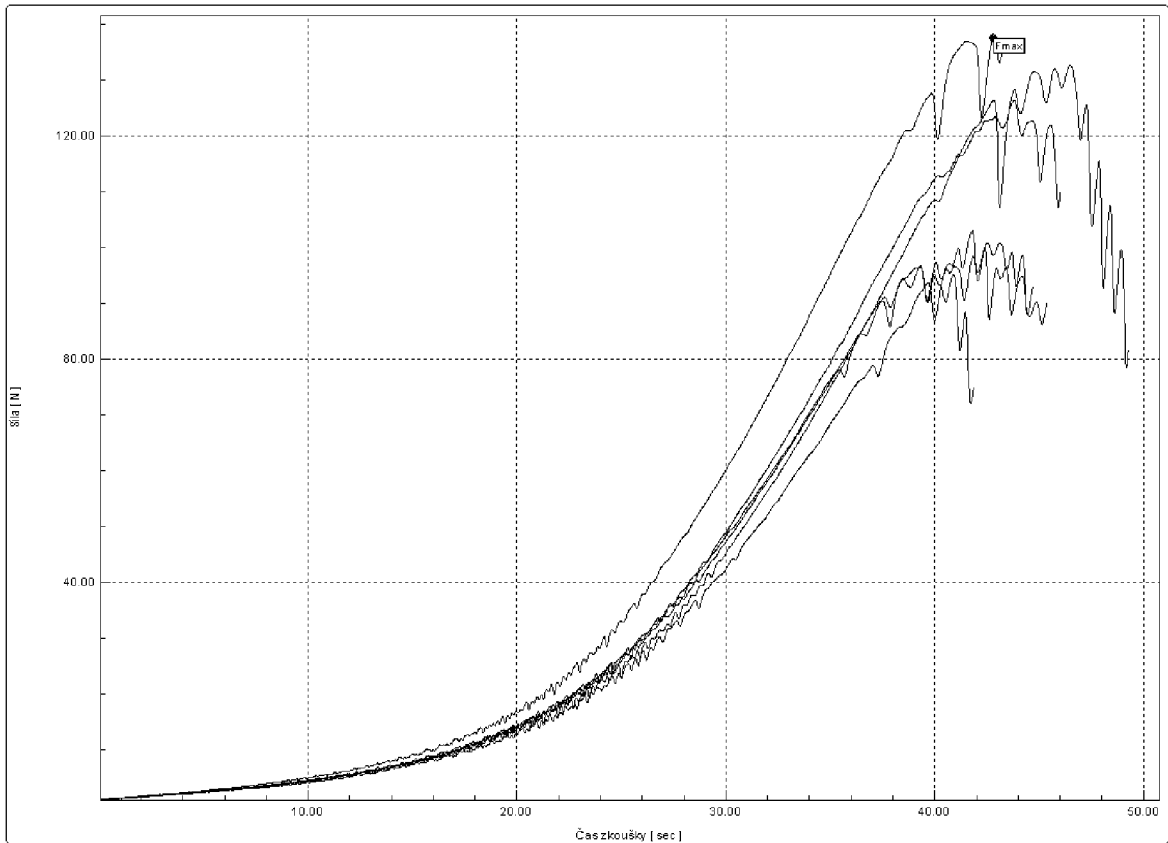
Graf 1: 1,7\_5\_ES\_MD



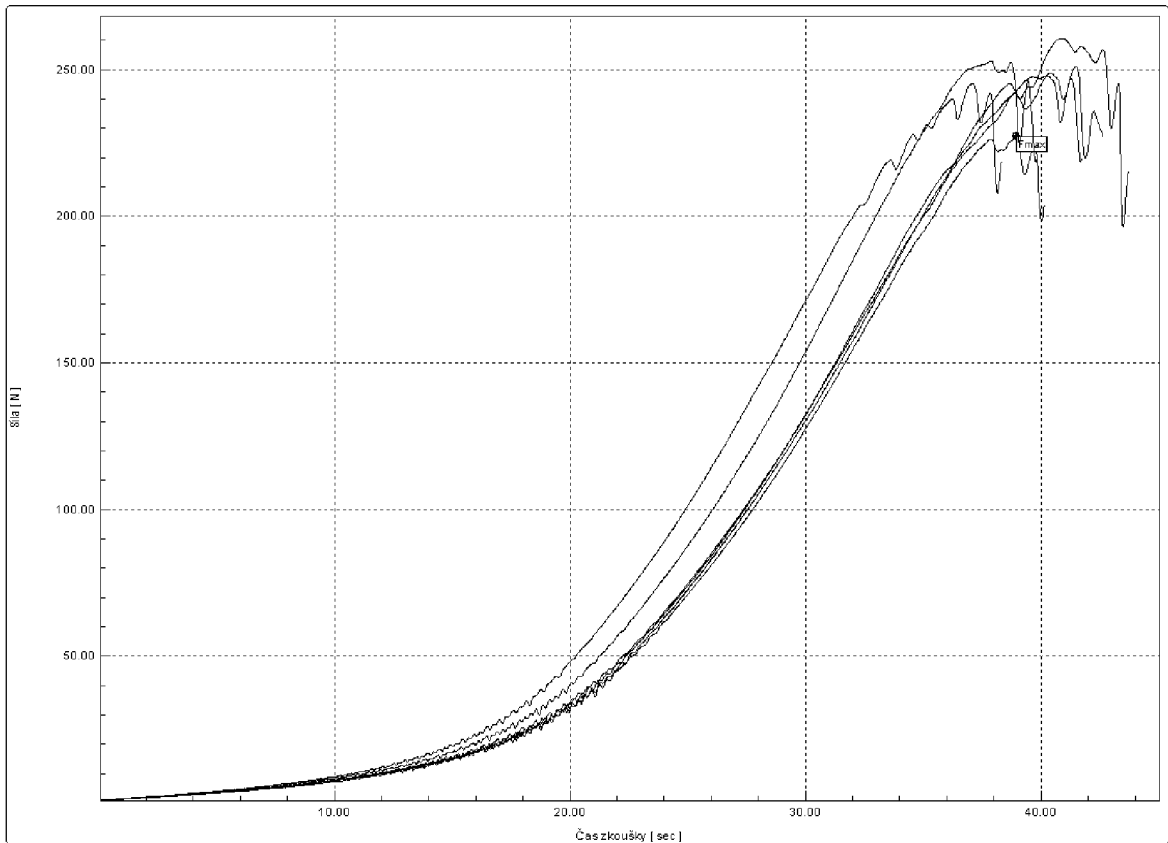
Graf 2: 1,7\_10\_ES\_MD



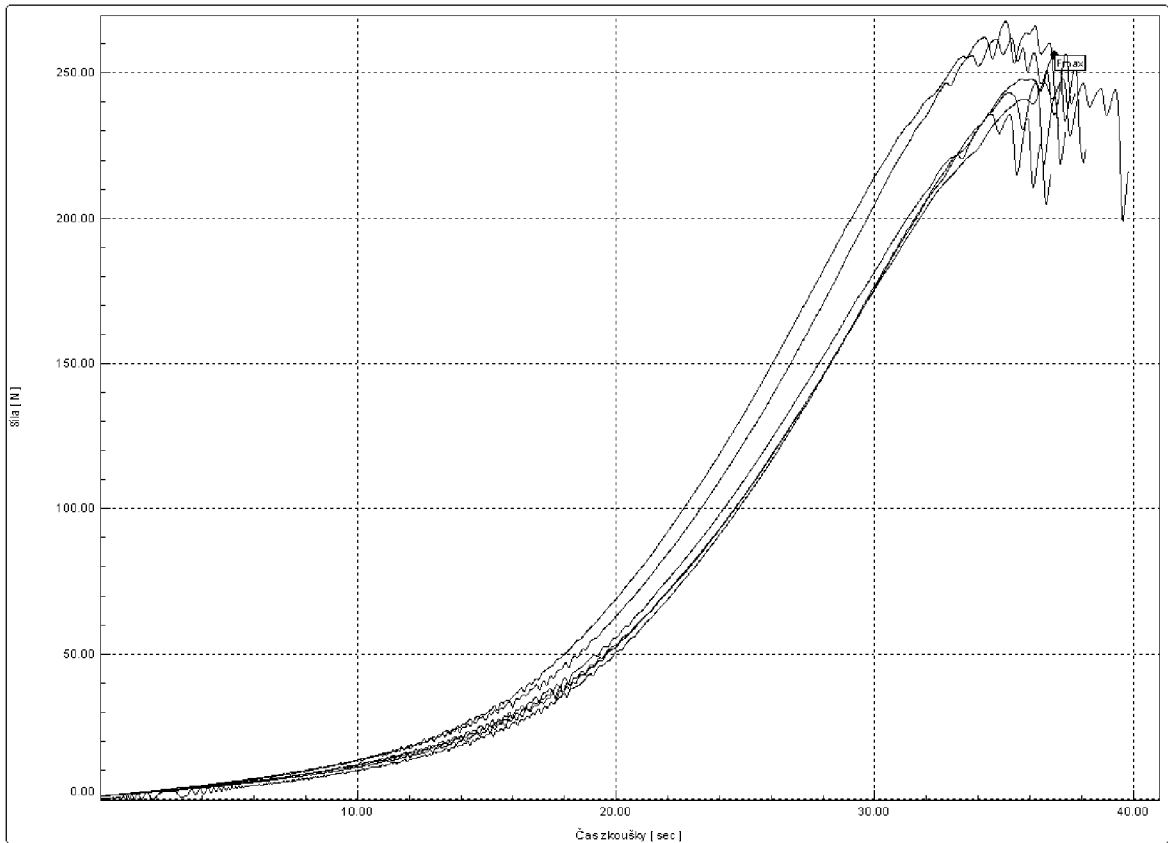
Graf 3: 1,7\_15\_ES\_MD



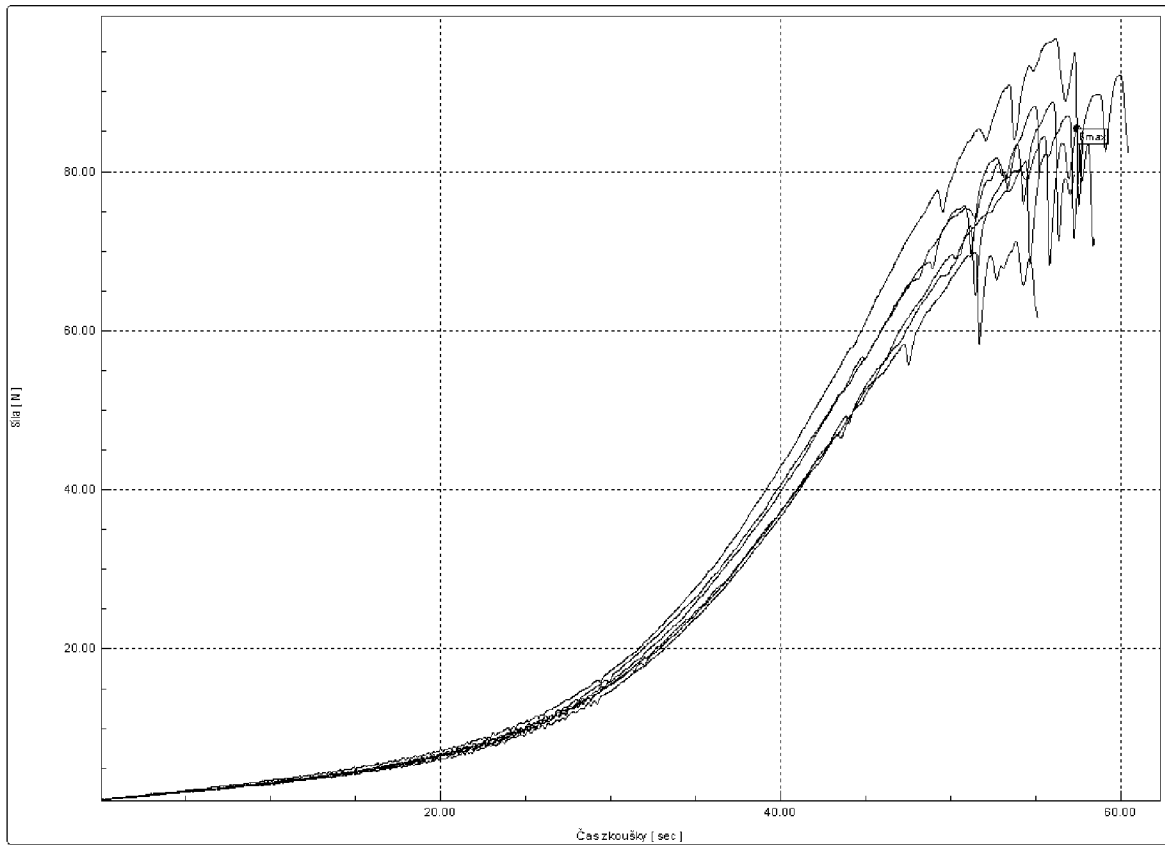
Graf 4: 1,7\_5\_ES\_CD



Graf 5: 1,7\_10\_ES\_CD

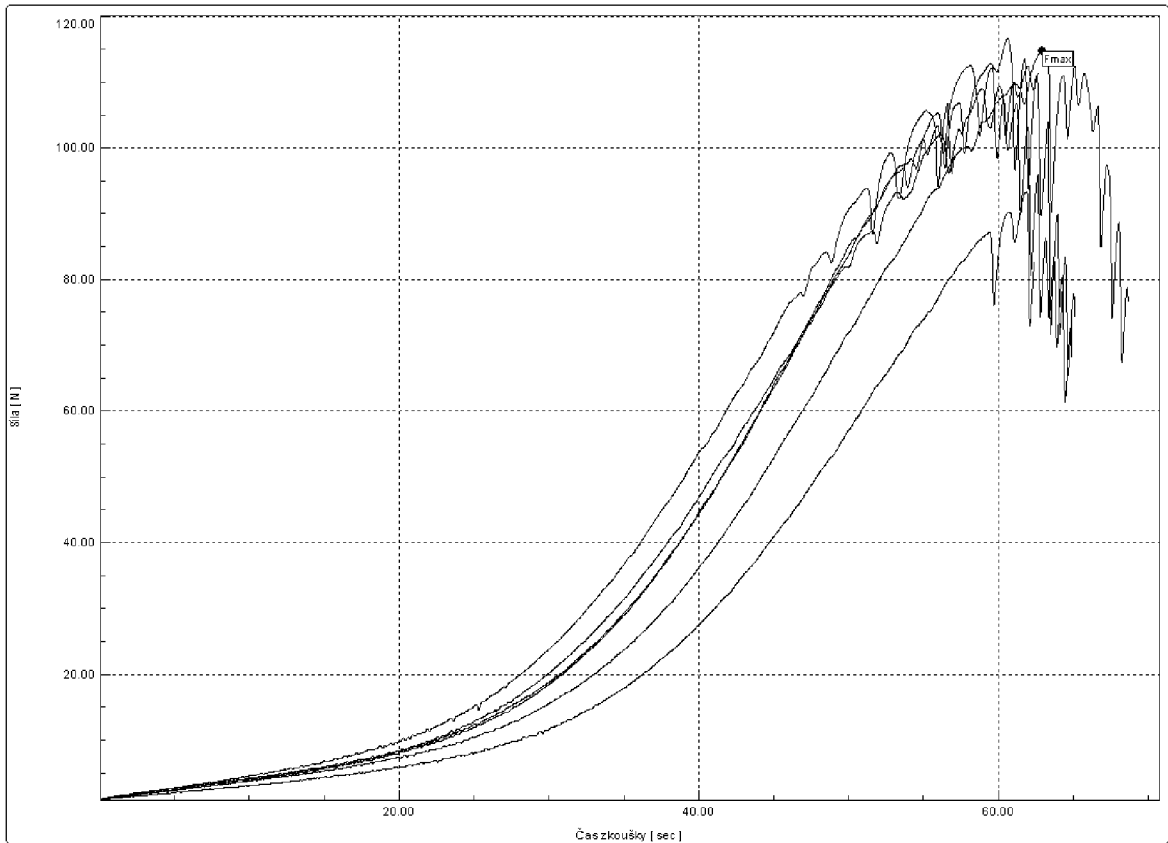


*Graf 6: 1,7\_15\_ES\_CD*

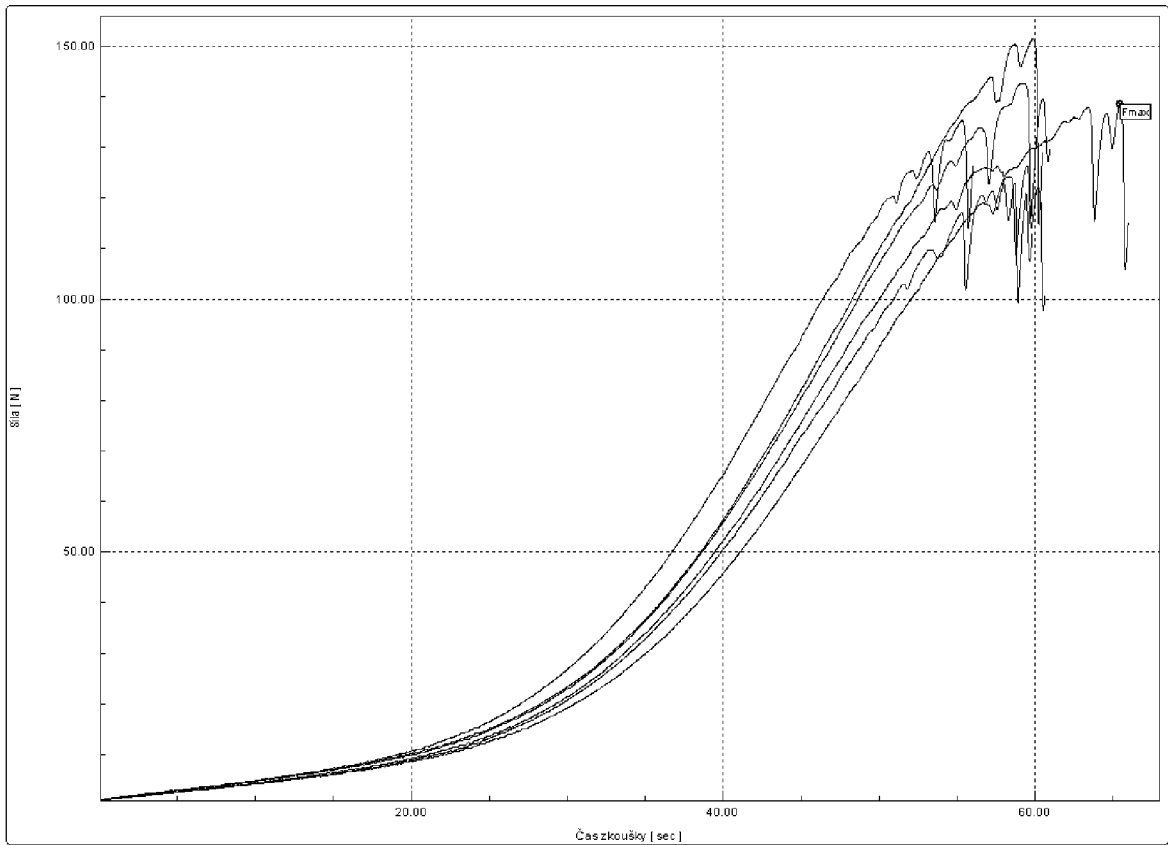


*Graf 7: 1,7\_5\_ST\_MD*

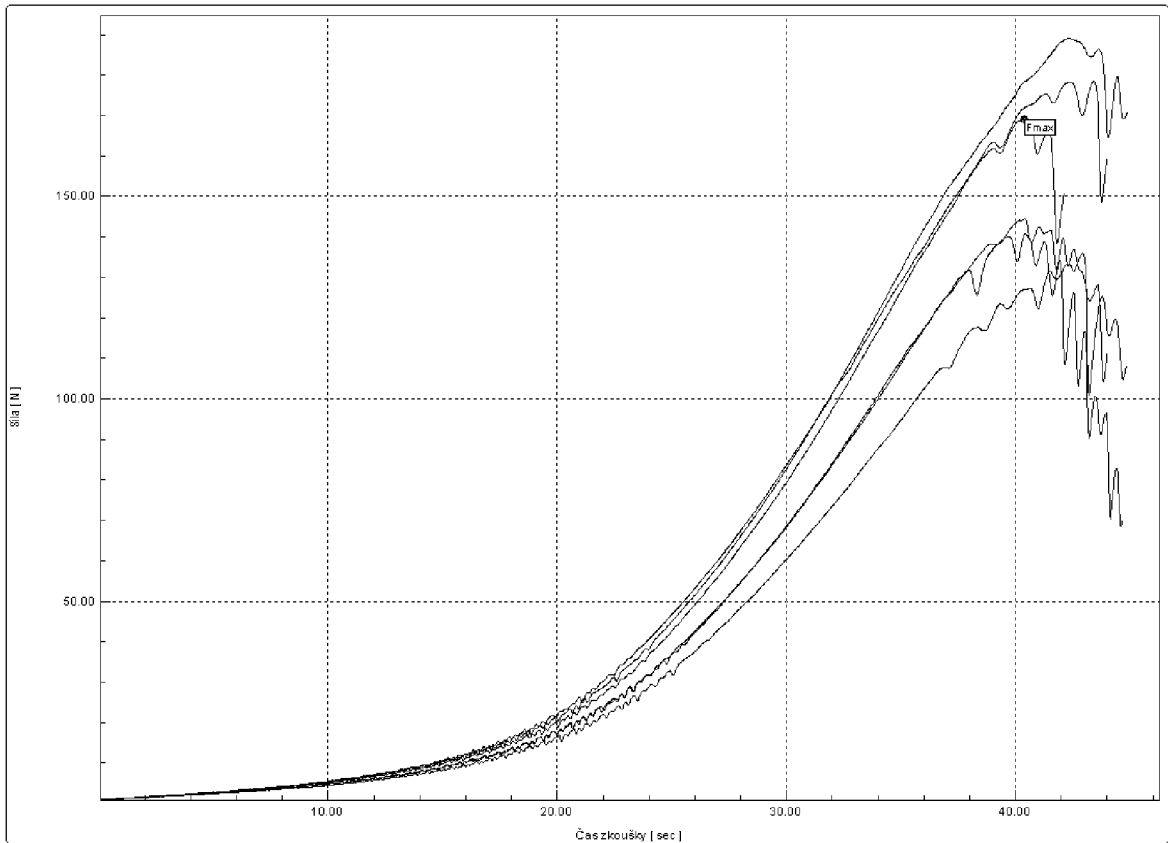




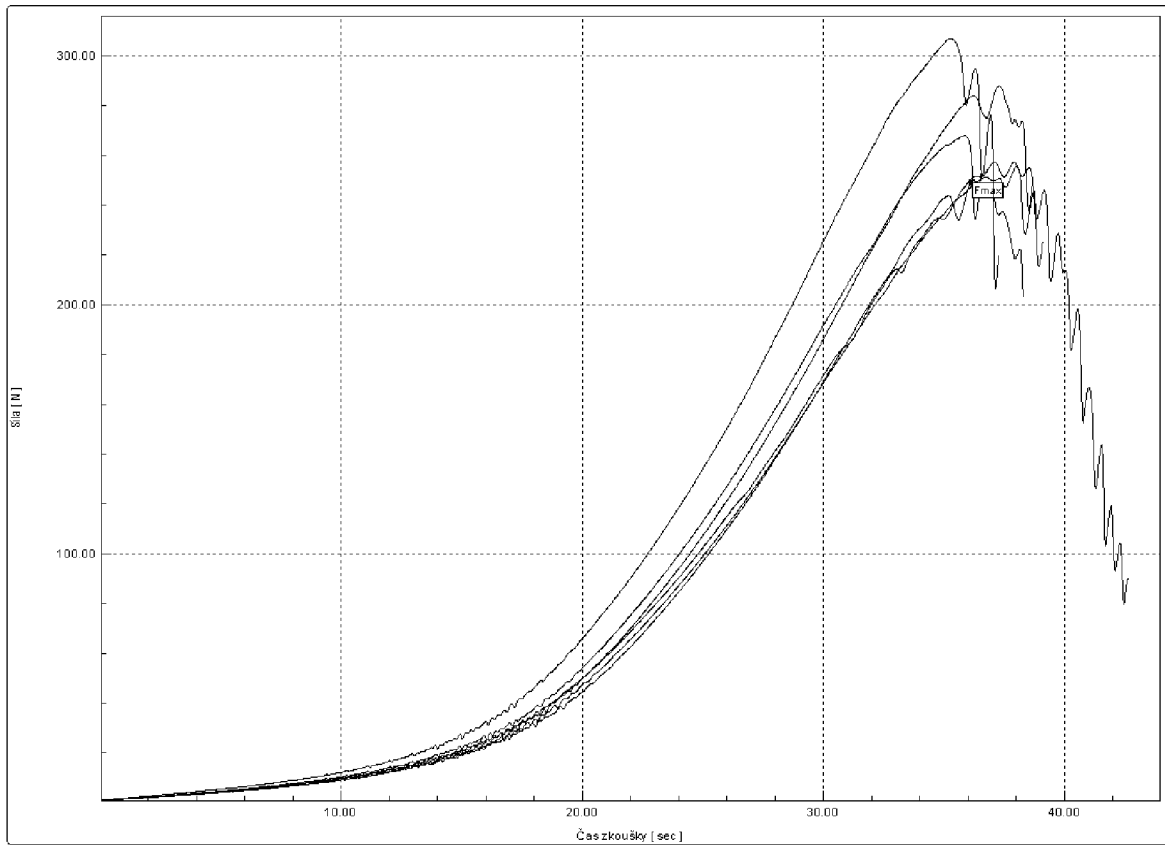
*Graf 8: 1,7\_10\_ST\_MD*



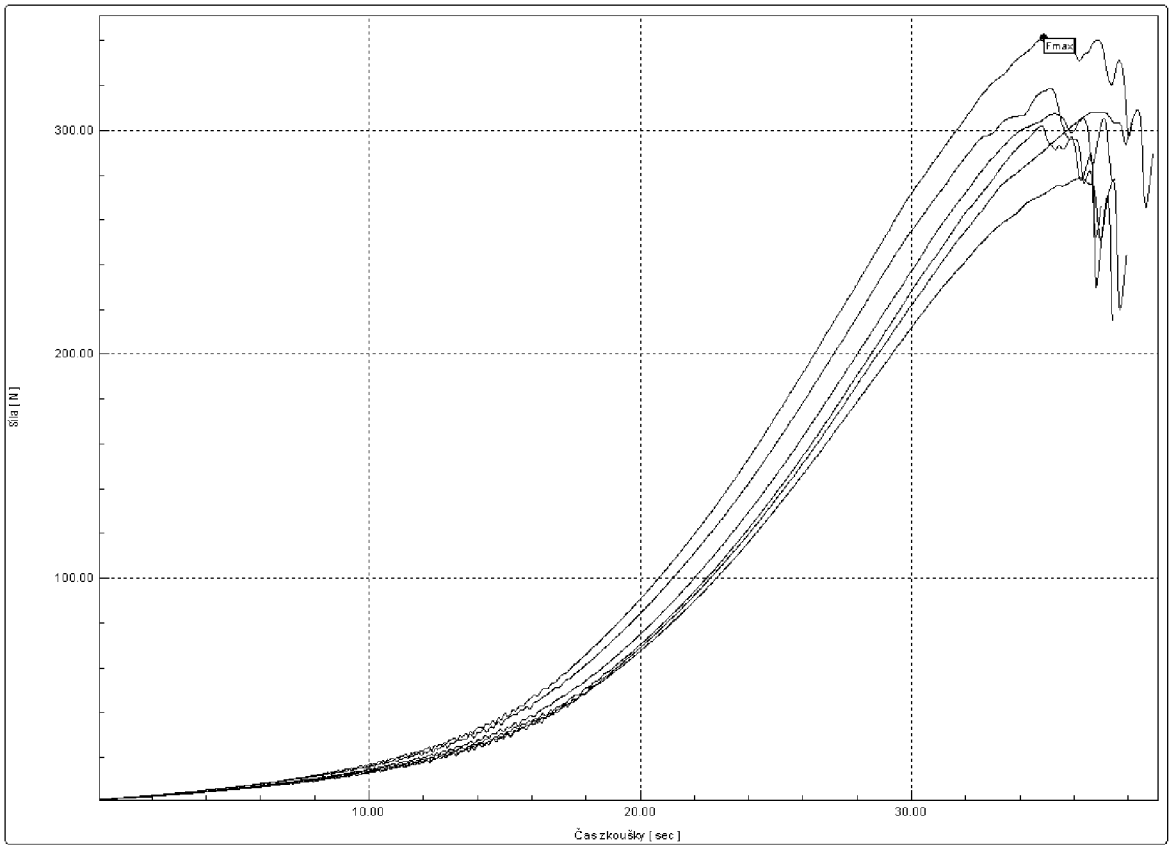
*Graf 9: 1,7\_15\_ST\_MD*



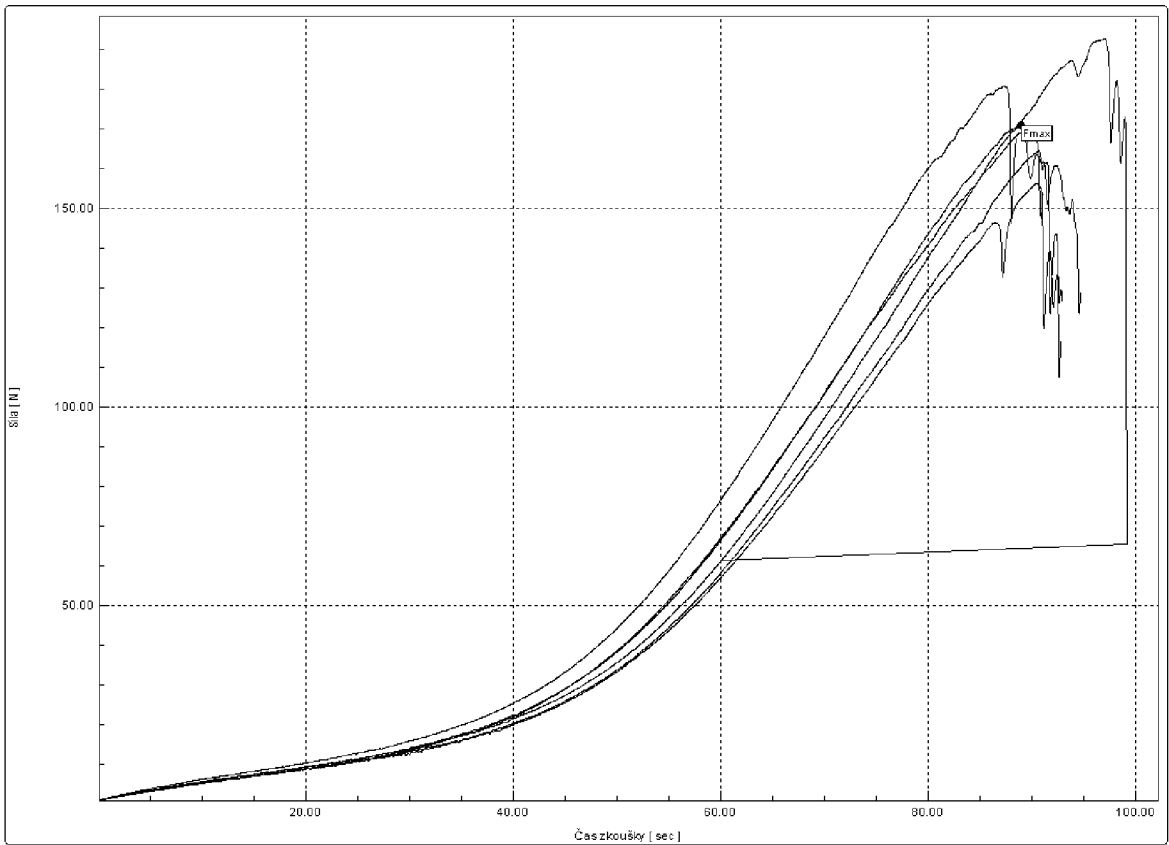
*Graf 10: 1,7\_5\_ST\_CD*



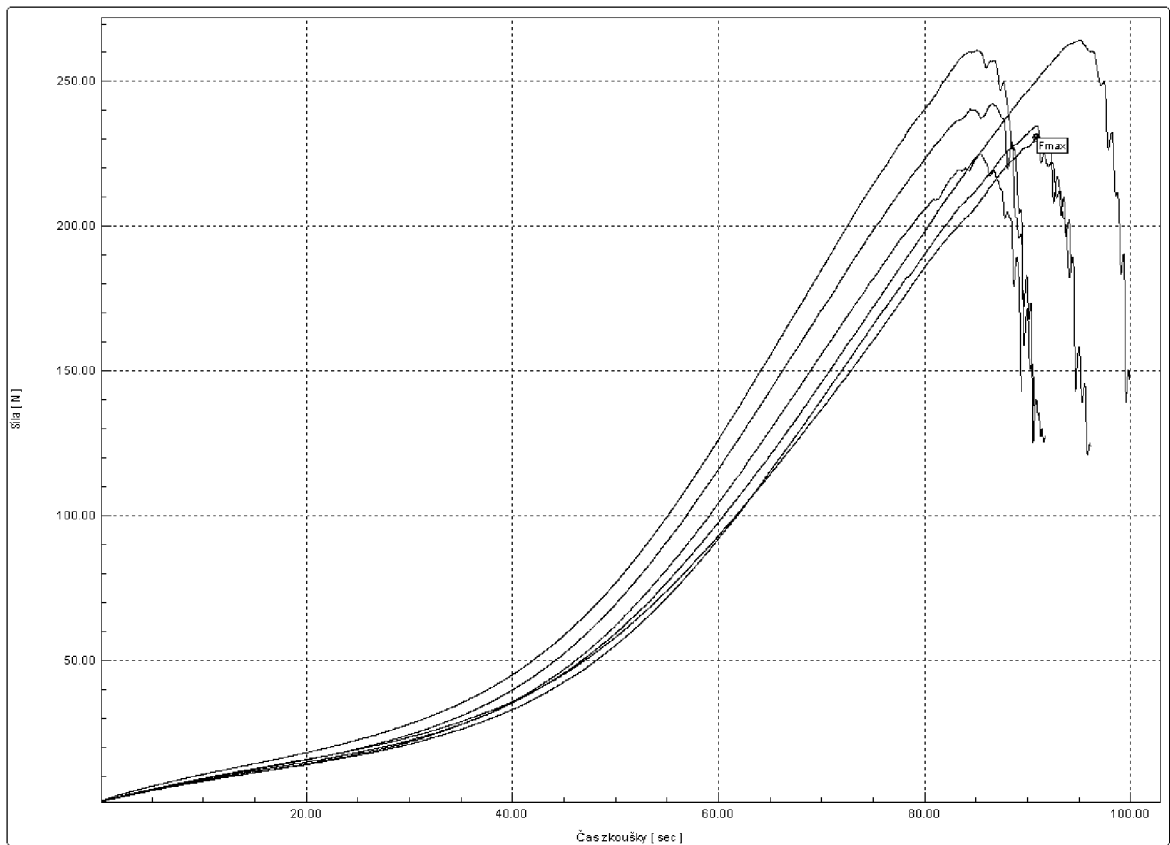
*Graf 11: 1,7\_10\_ST\_CD*



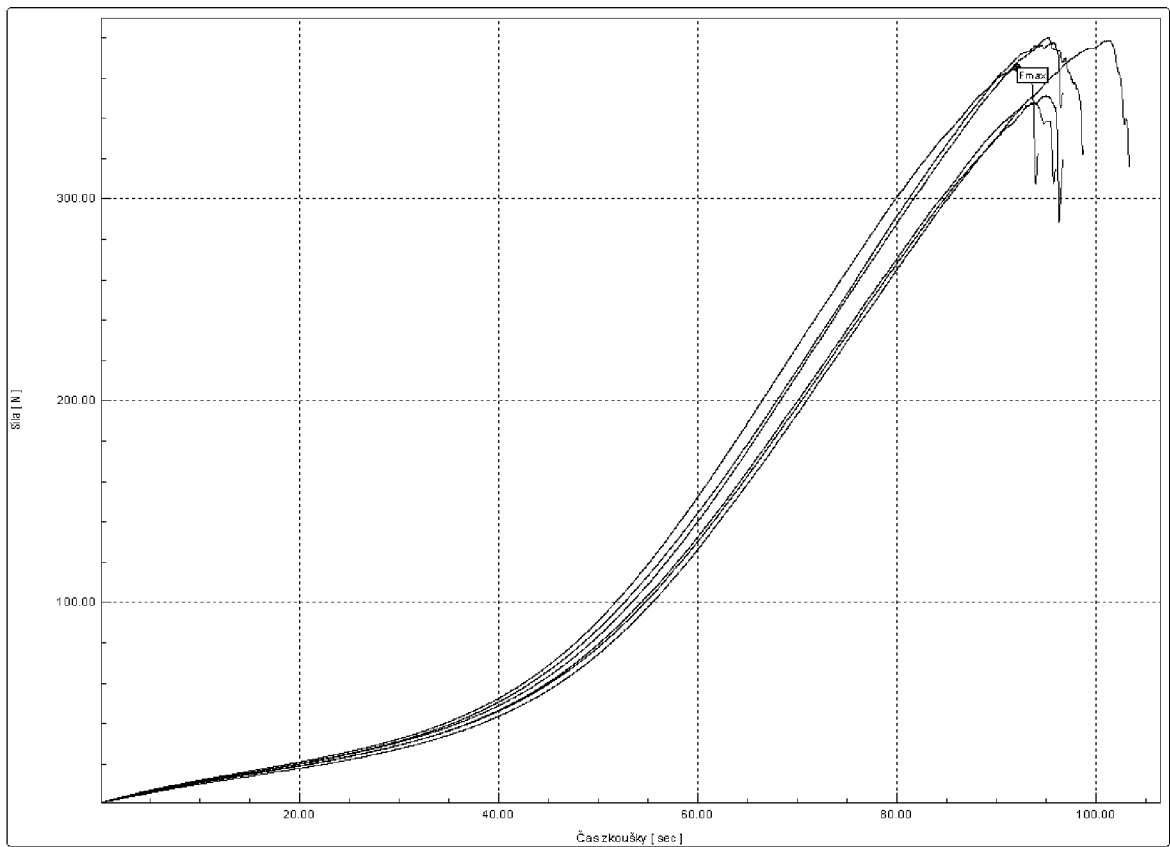
Graf 12: 1,7\_15\_ST\_CD



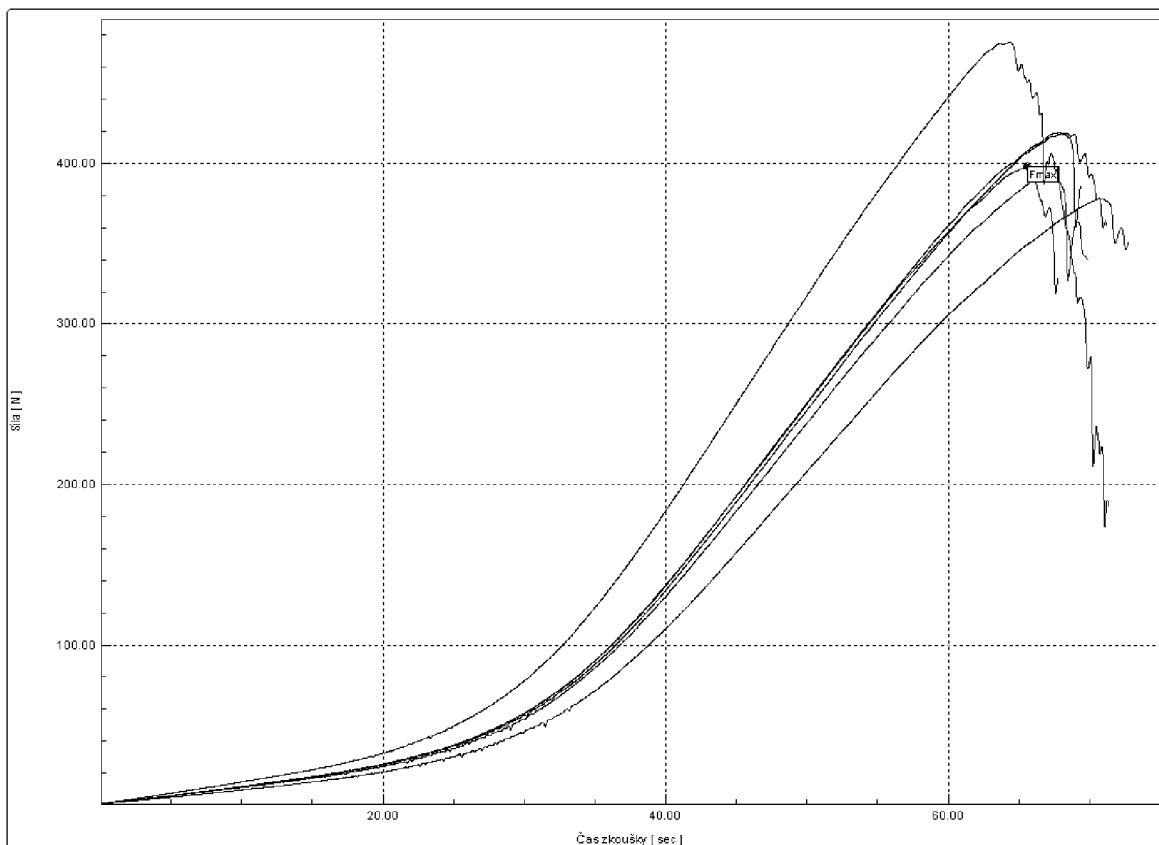
Graf 13: 5,3\_5\_ES\_MD



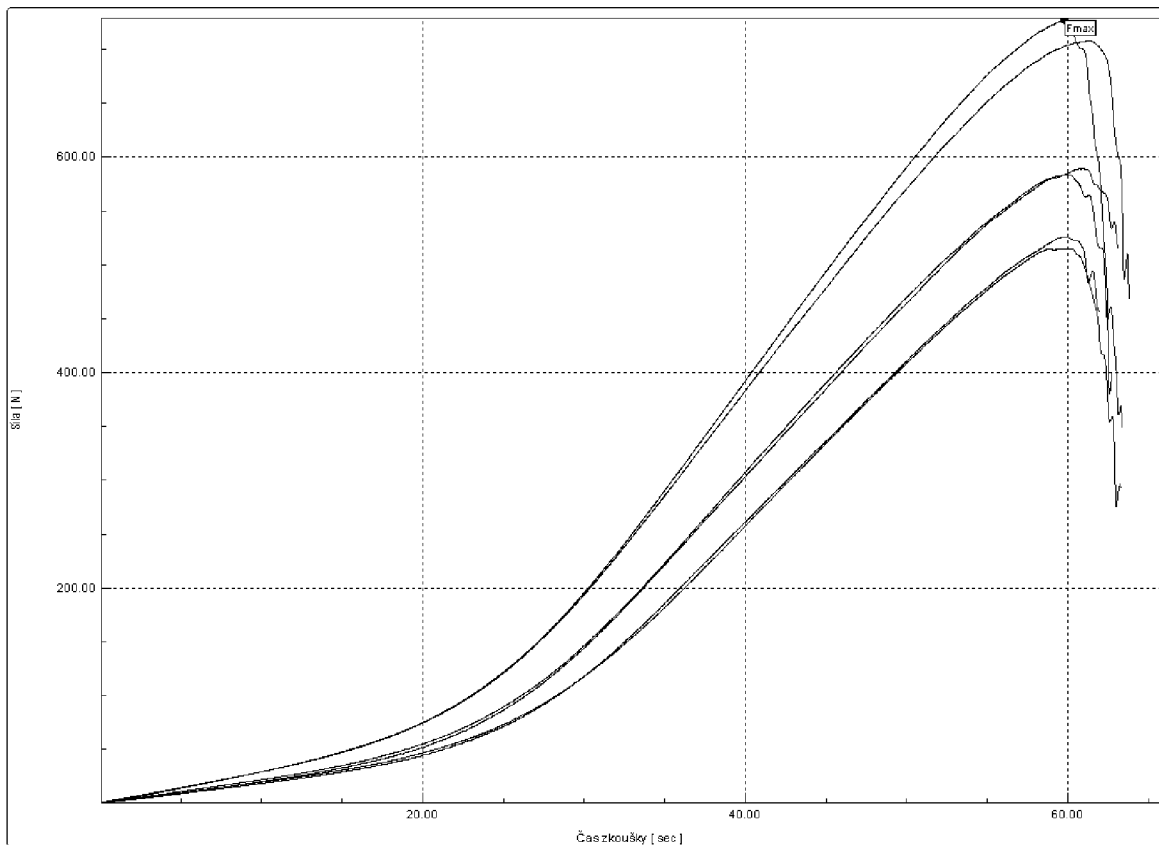
Graf 14: 5,3\_10\_ES\_MD



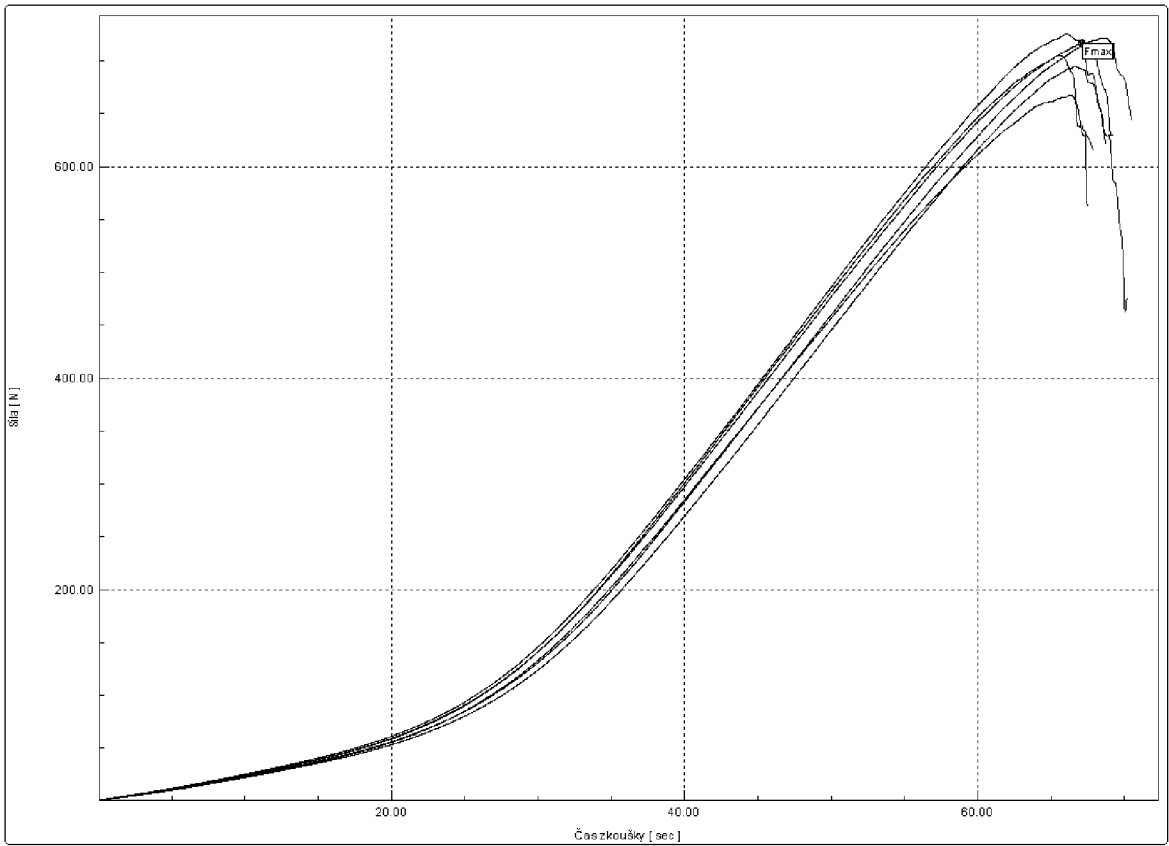
Graf 15: 5,3\_15\_ES\_MD



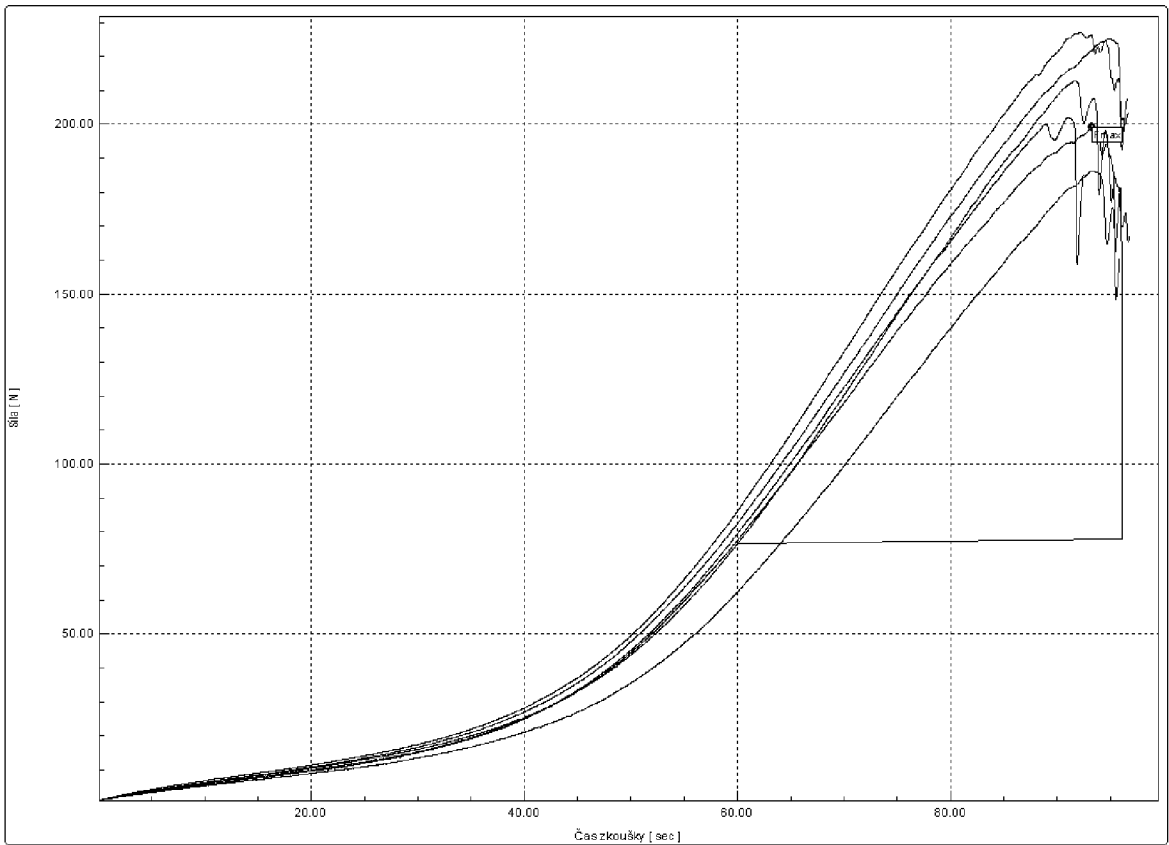
Graf 16: 5,3\_5\_ES\_CD



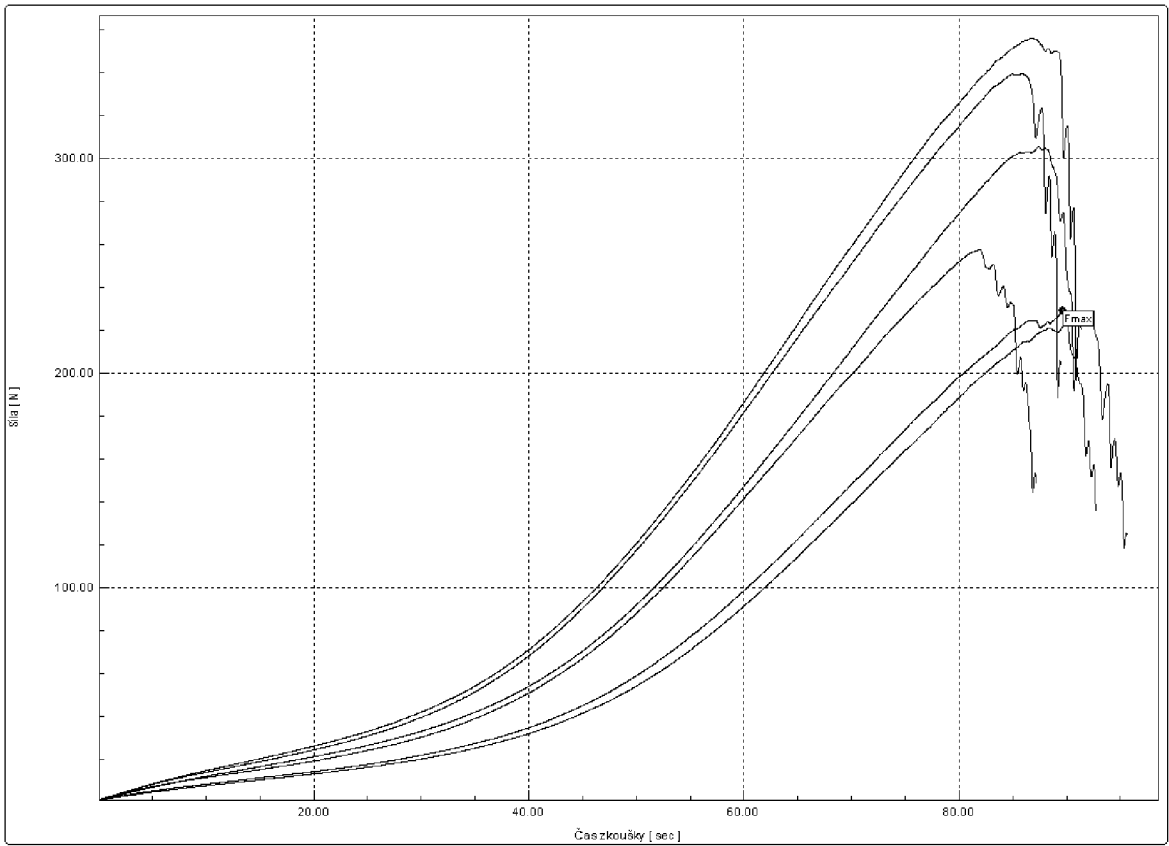
Graf 17: 5,3\_10\_ES\_CD



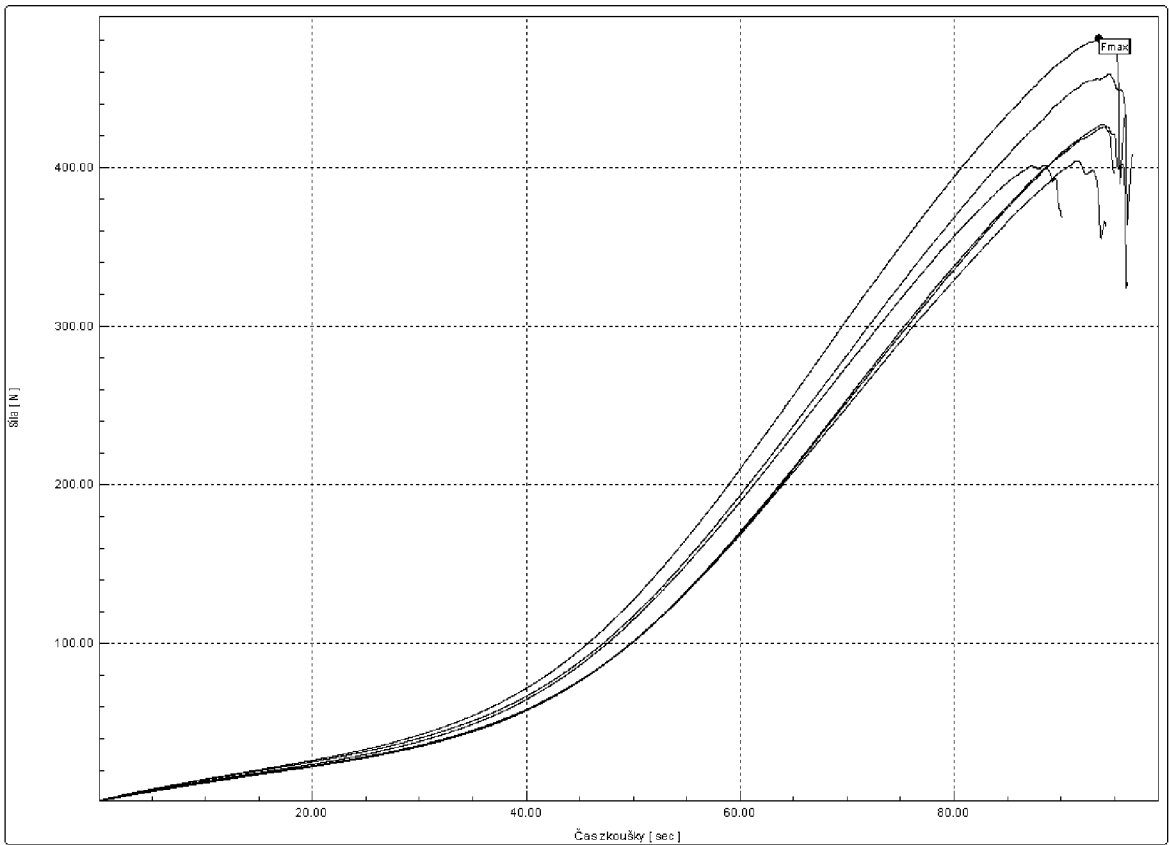
Graf 18: 5,3\_15\_ES\_CD



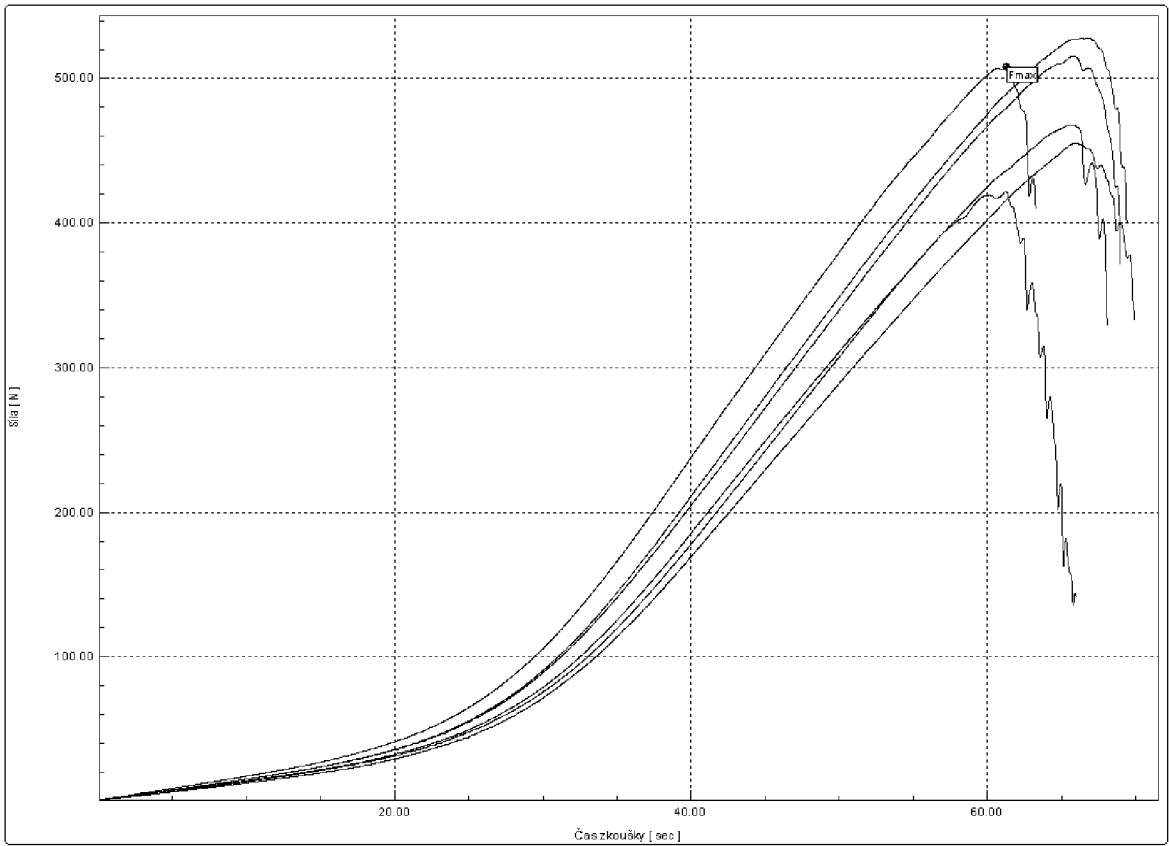
Graf 19: 5,3\_5\_ST\_MD



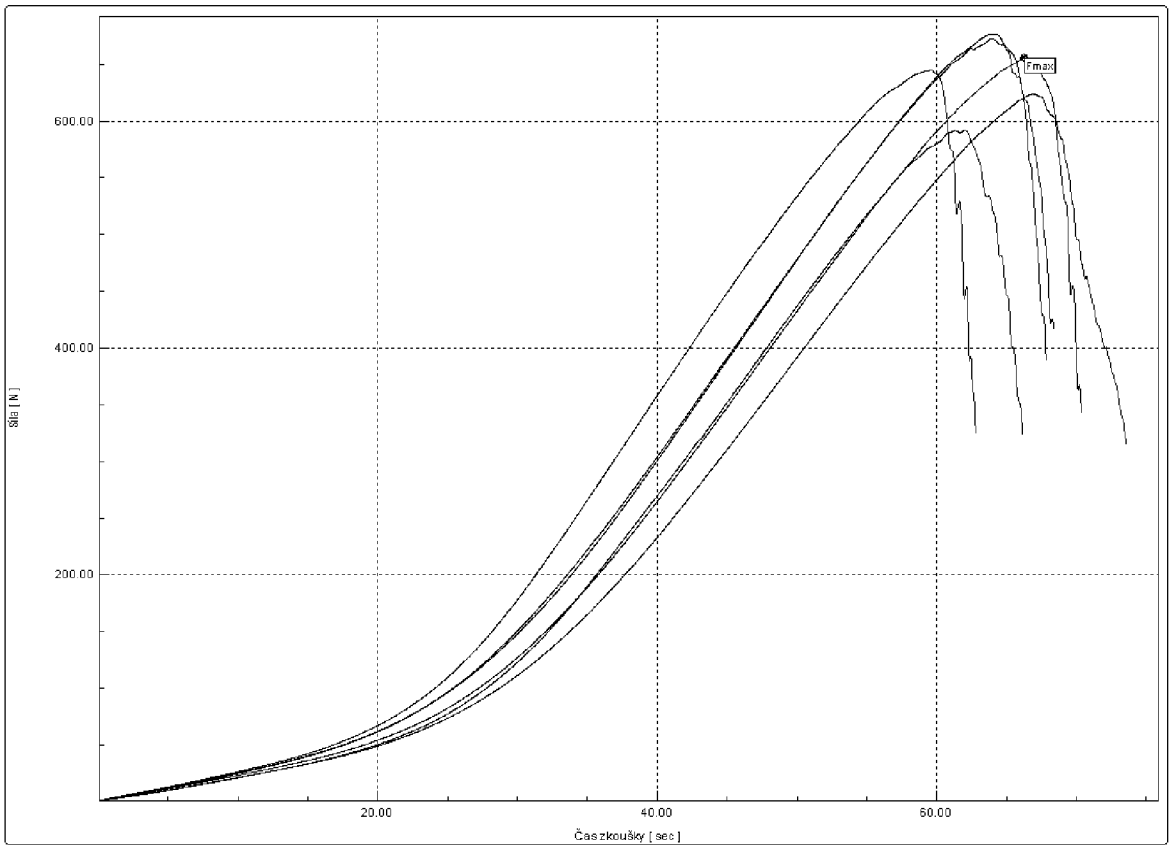
Graf 20: 5,3\_10\_ST\_MD



Graf 21: 5,3\_15\_ST\_MD

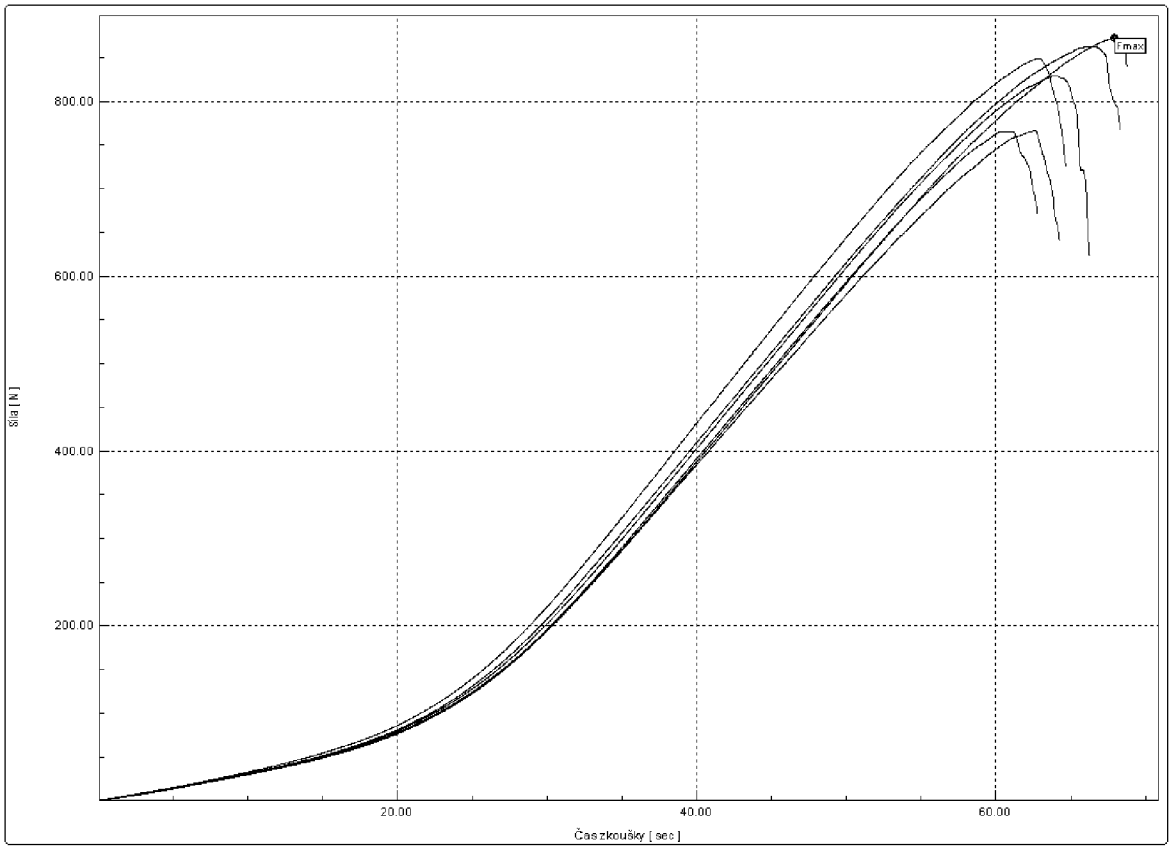


Graf 22: 5,3\_5\_ST\_CD



Graf 23: 5,3\_10\_ST\_CD





*Graf 24: 5,3\_15\_ST\_CD*