

# Netkané textilie s obsahem koňské srsti

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B3107 Textil

*Studijní obor:*

Textilní technologie, materiály a nanomateriály

*Autor práce:*

**Vendula Burešová**

*Vedoucí práce:*

Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů





## Zadání bakalářské práce

# Netkané textilie s obsahem koňské srsti

*Jméno a příjmení:* **Vendula Burešová**  
*Osobní číslo:* T17000094  
*Studijní program:* B3107 Textil  
*Studijní obor:* Textilní technologie, materiály a nanomateriály  
*Zadávající katedra:* Katedra technologií a struktur  
*Akademický rok:* **2019/2020**

### Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou týkající se možnosti zpracování zvířecích srstí, které nejsou běžné pro textilní průmysl. Zaměřte se zejména na vlastnosti koňské srsti.
2. Navrhněte postup výroby netkané textilie s obsahem koňských vláken a vyrobte sérii vzorků o různých objemových hmotnostech.
3. Takto vyrobené vzorky testujte na vybrané vlastnosti, jako jsou pevnost, tažnost, objemová hmotnost a tepelná vodivost.
4. Diskutujte výsledky a navrhněte další postupy řešení daného problému.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

dle potřeby  
cca 40 stran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### **Seznam odborné literatury:**

- [1] W. Albrecht, H. Fuchs, W. Kittelmann: Nonwovens Fabrics, Wiley-VCH, Weinheim 2003, ISBN: 3-527-30406-1.  
[2] RUSSELL, Edited by S.J. Handbook of nonwovens. Boca Raton, Fla. [etc.]: Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.  
[3] Jirsák, O., Wadsworth, L.C. Nonwoven Textiles, Carolina Academic Press, Durham, NC 1999, ISBN 0-89089-978-8.

*Vedoucí práce:*

Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.  
Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

*Datum zadání práce:*

8. října 2019

*Předpokládaný termín odevzdání:*

15. května 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



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

V Liberci dne 16. dubna 2020

## Prohlášení

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

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

18. května 2020

Vendula Burešová

## Poděkování

Mé poděkování patří panu Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost a cenné rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Janě Grabmüllerové, Ing. Miroslavě Pechočiákové Ph.D. a Šárce Řezníčkové za pomoc při zkoumání koňských vláken. Děkuji také Ing. Bc. Monice Vyšanské, Ph.D. za rady při zpracování dat.

## Anotace

Cílem této bakalářské práce je prozkoumat problematiku zpracování zvířecích srstí, které nejsou běžně zpracovávány v textilním průmyslu. Hlavní důraz je kladen na vlastnosti koňské srsti. Dále je navrhnout postup výroby netkané textilie s obsahem vláken z koňské srsti. Jsou vyrobeny vzorky textilií podle navrženého postupu. Na vyrobených vzorcích netkaných textilií s obsahem koňské srsti o různé objemové hmotnosti jsou měřeny vybrané vlastnosti. Výsledky měření jsou zaznamenány a zpracovány.

## Klíčová slova

koňská srst, netkaná textilie,

## Annotation

This bachelor thesis aims to examine the issue of processing of animal furs which are commonly processed by the textile industry. Main focus is given to horse fur and its attributes. Additionally a procedure of production of nonwoven textile with horse fur content is designed and textile samples are then produced accordingly. The products containing different volume contents of horse fur are then submitted to selected measurements. Outcomes of said measurements are recorded and processed.

## Key words

horse fur, nonwoven textile

# 1 Obsah

2	Úvod .....	10
3	Živočišná vlákna keratinová .....	11
3.1	Vlna ovčí .....	11
3.2	Velbloudí srst .....	12
3.3	Lamí srst .....	12
3.4	Srst z alpaky.....	13
3.5	Srst z vikuně .....	13
3.6	Srst z pižmoně severního .....	14
3.7	Srst z kozy kašmírské.....	14
3.8	Srst z kozy angorské .....	15
3.9	Srst z kozy obecné.....	15
3.10	Kravská a telecí srst.....	16
3.11	Srst z jaka domácího.....	16
3.12	Bizoní srst .....	16
3.13	Srst z králíka angorského.....	16
3.14	Srst z králíka domácího .....	16
3.15	Srst ze zajíce .....	17
3.16	Srst ze srnky .....	17
3.17	Bobří srst .....	17
3.18	Srst ze psa či kočky.....	17
3.19	Koňské žíně.....	17
3.20	Koňská srst .....	18
4	Polyesterová vlákna .....	21
4.1	Polyester .....	21

4.2	Kopolyester .....	21
5	Tepelné vlastnosti vláken.....	22
5.1	Tepelná kapacita .....	22
5.2	Tepelná vodivost.....	22
5.3	Sdílení tepla.....	23
5.4	Tepelný odpor .....	23
6	Výroba netkané textilie.....	23
6.1	Netkané textilie .....	23
6.2	Mykání.....	23
6.2.1	Válcový mykací stroj.....	24
6.3	Vrstvení vláknenné pavučiny .....	24
6.4	Pojení vláknenné vrstvy vpichováním .....	25
6.5	Tepelně spojené vláknenné vrstvy .....	26
6.5.1	Pojiva .....	26
6.5.2	Druhy pojení.....	27
7	Měřicí přístroje.....	28
7.1	Vibroskop .....	28
7.2	Vibrodyn.....	28
7.3	Instron 4411 .....	29
7.4	Přístroj na měření tepelné vodivosti objemných materiálů .....	30
8	EXPERIMENT.....	31
9	Vlákna z koňské srsti .....	31
9.1	Sběr .....	31
9.2	Příprava a praní.....	31
9.3	Staplová délka vláken.....	32
9.4	Jemnost vláken.....	34
9.5	Pevnost vláken v tahu .....	34



10	Výroba vlákenné vrstvy .....	36
10.1	Vlákenné vrstvy spojené vpichováním .....	36
10.2	Vlákenné vrstvy spojené lisováním.....	37
11	Objemová hmotnost .....	39
12	Měření tepelné vodivosti .....	40
12.1	Výpočet rozdílu teplot mezi teplosměnnými deskami.....	41
12.2	Výpočet efektivní tepelné vodivosti.....	43
12.3	Počítání tepelného odporu .....	45
13	Měření pevnosti v tahu .....	48
14	Závěr.....	57
15	Seznam literatury .....	59
16	Seznam obrázků .....	61
17	Seznam grafů.....	62
18	Seznam tabulek .....	62
	Přílohy .....	63

## 2 Úvod

Účelem práce je zjistit, zda se dá formou netkané textilie zpracovat materiál, který není běžně zpracováván, a to vlákna získaná vyčesáváním koňské srsti. Koňská srst nemá v dnešní době žádné využití a je s ní běžně nakládáno, jako s odpadem. Odmalička se pohybují kolem koní a každý rok během jarního línání koní pozorují, jak lidé vyhazují velikého množství materiálu v podobě vyčesané koňské srsti, které nemá žádné využití. Proto bych pro koňskou srst ráda našla použití, nebo alespoň zvýšila povědomí o možnosti jejího využití. Dané téma jsem si vybrala protože, práce propojuje srst z mého oblíbeného zvíře s problematikou dnešní doby, a to ustupování od syntetických materiálů na úkor rozšíření zájmu o přírodní materiály.

První teoretická část práce se zaměřuje na popis a využití různých živočišných vláken, pocházejících ze srstí zvířat, které se běžně nevyužívají v textilním průmyslu. První částí je také zaměřila na charakteristiku polyesterových a kopolyesterových vláken, která byla spolu s vlákny z koňské srsti využita na výrobu vlákenné vrstvy. V práci jsou charakterizovány tepelné vlastnosti vláken. Pro práci bylo, důležité popsat způsoby výroby vlákenné vrstvy a možnosti jejího vrstvení a pojení. V závěru první části jsou popsány přístroje použité na měření vlastností nejen vláken, ale také netkané textilie z nich vyrobené.

V experimentální části práce je popsán sběr a příprava koňské srsti, pro její následující použití. V práci jsou zaznamenány údaje o měření vlastností vláken z koňské srsti. Dále se práce zaměřuje na výrobu netkané textilie s obsahem koňské srsti, konkrétně na způsob výroby a způsob pojení jednotlivých vrstev. U jednotlivých vlákenných vrstev s různým podílem koňské srsti a pojených odlišným způsobem je zaznamenána objemová hmotnost. Na vyrobených vlákenných vrstvách je měřena tepelná vodivost, tepelný odpor, pevnost a tažnost během tahové zkoušky.

### 3 Živočišná vlákna keratinová

Živočišná vlákna můžeme rozdělit do dvou základních skupin. První skupinu tvoří vlákna ze sekretu hmyzu například přírodní, plané či pavoučí hedvábí. Druhou skupinu můžeme nazvat vlákna keratinová, jedná se o vlákna ze srstí například ovčí vlna, velbloudí vlna a vlny kašmírácká, angorská, mohérová získané z koz [1].

#### 3.1 Vlna ovčí

Ovčí vlnu získáme ostříháním ovce domácí. Ovci může stříhat jednou nebo dvakrát za rok. Ostříháním ovce získáme souvislou vrstvu, které říkáme rouno, vrstvu pojí vlasový tuk a pot. Hmotnost rouna ovlivňuje druh, stáří a pohlaví daného zvířete. Jakost vlny není v celém rouně jednotná, ale liší se podle polohy. Nejlepší vlna se získává z boků ovce naopak nejhorší ze zad. Třídění vlny z rouna podle kvality se provádí ručně. Během jednoho roku narostou každé ovci minimálně 3 kilogramy vlny, u některých plemen je možné ročně ostříhat až 18 kilogramů vlny. Nejčastěji chované ovce jsou ovce merinové a ovce anglické. Mezi největší dodavatele vlny patří Nový Zéland, Argentina a Austrálie. Za jehněčí vlnu označuje srst ostříhanou ve čtvrtém a sedmém měsíci života jehněte. Ovčí vlna je v textilním průmyslu nejběžněji zpracovávaným živočišným vláknem [1; 2].



*Obrázek 1 - Ovce merinová [1]*

### 3.2 Velbloudí srst

Velbloudí srst svojí jemností odpovídá ovčí vlně. Nejčastěji se zpracovává na výrobu pokrývek, jemných plstí či lehkých plášt'ových látek, dále na výrobu svetrů, čepic, rukavic a šál. Většinu srsti získané z velblouda můžeme rozdělit na podsadu a pesíky. Pesíky obsahují na rozdíl od podsady dřeň. Podsada je mnohem jemnější než pesíky, svojí jemností může odpovídat vlně merinové až vlně kříženecké. Velbloudí vlákna jsou zbarvena do hnědočervena, pesíky mohou být skoro černé, jejich délka je až 100 mm. Cennější vlna se získává z velbloudů dvouhřbých chovaných například v Číně, Mongolsku nebo Persii. Tato vlna je poměrně dlouhá, jemná a pružná na rozdíl od vlny získané z velblouda jednohřbého, který je chovaný v teplejších krajích jako je Indie, Sýrie a Arábie. Velbloudi se mohou mezi sebou křížit, avšak vlna kříženců se skoro nepoužívá [3; 4].



*Obrázek 2 - Velbloudí příze [4]*

### 3.3 Lamí srst

Lamí vlna je velmi měkká s vysokým leskem, vyskytuje se v barvách od bílé až po hnědočervenou. Délka jednotlivých vláken se pohybuje mezi 70 a 150 mm. Zpracovává se pouze ve směsích s jinými vlnami (například z alpaky a guanaky). Největšími producenty jsou Peru a Bolívie [3].

### 3.4 Srst z alpaky

Z jedné alpaky je možné ostříhat 3-4 kg vlny, stříhá se jednou za dva roky. Vlna ostříhaná z alpaky může mít žlutou až hnědočervenou barvu, výjimečně bývá černá. Je méně kadeřavá a méně plstivá oproti vlně ovčí. Alpačí vlna dosahuje větší jemnosti a pružnosti než vlna z lamy. Délka vláken se pohybuje mezi 150-900 mm. Stavba vlasu připomíná mohér. Nejčastěji se spřádá česanou technologií samotná, nebo s vlnou mohérovou. Z vlny alpaky se nejčastěji vyrábí podšívky a límce kabátů [1].



*Obrázek 3 – Alpaka [4]*

### 3.5 Srst z vikuně

Vikuní srst patří mezi nejjemnější a nejdražší vlny. Vlákna jsou pevná a zároveň měkká. Díky tomu, že vlákna obsahují dutinky jsou teplá. Protože se jedná o srst chráněného zvířete, jsou možnosti jejího získání značně omezené. Jedním ze způsobů, jak vlnu získat je z uhynulých zvířat. Další možností je stříhání dle tradic Inků řízené peruánskou vládou. Z jednoho zvířete se jednou za dva až tři roky získá přibližně 0,5 kg surové vlny. Největším producentem je Peru. Z vlny se nejčastěji vyrábějí ponožky, svetry, luxusní kabáty a obleky. Cena vlny je přibližně 2000krát větší než cena ovčí vlny [4].

### 3.6 Srst z pižmoně severního

Vlna z pižmonoňů se nazývá qiviut. Vlna se nezískává stříháním, nýbrž pouze sběrem chuchvalců během línání. Vlna se vyznačuje svojí pevností. V porovnání s vlnou ovčí je až 8násobně teplejší. Oproti kašmíru je měkčí. Vlna neplstí. Jedná se o velmi drahou surovinu. Ze srsti pižmoně se vyrábí rukavice, šály, kabáty a další luxusní zboží. Mezi největší producenty patří Kanada a Aljaška [4].



*Obrázek 4 - Qiviut - pižmoní příze [4]*

### 3.7 Srst z kozy kašmírské

Bílá vlna je cennější než vlna hnědá. Vlna se nestříhá, nýbrž se vyčesává během línání na začátku letního období. Ročně může být z jednoho zvířete vyčesáno maximálně 0,5 kg vlny. Délka vláken se pohybuje u podsady mezi 50-80 mm a u pesíků 100-150 mm. Kašmírská vlna je velmi hřejivá a hedvábně lesklá, pružná a snadno se plstí. Má velikou schopnost absorbovat vlhkost, po nasátí vlhkosti se vlákna slepí. Pesíky se používají na kobercové příze, zatímco jemnější podsada na kašmírové šály, přehozy a jemné šatovky [2].

### 3.8 Srst z kozy angorské

Vlna z kozy angorské se nazývá mohér. Stříhání vlny se provádí dvakrát ročně (na jaře a na podzim). Z jedné kozy se ročně ostříhá kolem 1,5 kg vlny. S rostoucím věkem koz, klesá kvalita vlny z nich ostříhané. Nejčastěji se vyskytuje v bílé a béžové barvě, zřídka v tmavších odstínech. Vlákna mohou dosahovat 150 až 450 mm, délka vláken se odvíjí od doby uplynulé od posledního stříhání. Oproti ovčí vlně je mohér méně vlnitý, tvrdší, má větší šupinky, také více absorbuje vodu, je méně plstivý, ale pružnější. Výrobky z ní v porovnání s výrobky z ovčí vlny jsou teplejší a příjemnější na omak. Vlna mohérová je ceněná pro svůj vysoký lesk. Koza angorská pochází z Malé Asie, konkrétně z městečka Angora, odtud název angorská koza. Dnes mezi největší chovatele angorské kozy patří USA, Lesotho, Austrálie, Nový Zéland a Turecko. Srst z kozy angorské se nejčastěji používá na výrobu česaných přízí, z kterých se dělají jemné plyše, nitěnky, koberce, podšívkové látky. Z příměsí mohéru se vyrábí šály, zimní čepice, lesklé kostýmy a jemné pleteniny. Mimo textilní průmysl se mohér používá na vlasy panenek, nebo na výrobu mohérových medvídků [1; 4].



*Obrázek 5 - Koza angorská [4]*

### 3.9 Srst z kozy obecné

Srst kozy obecné je poměrně hrubá a dlouhá, barvy bílé, béžové nebo černé, získává se vyčesáváním. Délka se pohybuje od 40 do 100 mm. Dřeň je obsažena v podsadě i pesíkách. Kozí srst může být použita k výrobě hrubých pokrývek, plstí, koberců či lodenů [2].

### 3.10 Kravská a telecí srst

Chlupy z krávy či telete jsou rovné, hrubé a krátké, jejich délka se pohybuje mezi 15 a 50 mm. Mají šupinky a obsahují dřevný kanálek, podobají se pesíkům velbloudí srsti. Z nejkvalitnějších chlupů se vyrábějí kartáče a štětce, z méně kvalitních technické plsti, koberce a hrubé pokrývky, nejméně kvalitní chlupy se mohou použít jako vycpávkový materiál.

### 3.11 Srst z jaka domácího

Přesto, že je tato vlna běžně zpracovávána, není příliš známá. Srst se získává pouze sběrem. Jemnost podsadových vláken se blíží jemnosti kašmíru. Vlna je velmi teplá. Hodí se na výrobu krajk, stanů, lan, příkrývek i oděvů [4].

### 3.12 Bizoní srst

Získává se pouze sběrem při línání. Vlna neplstí ani se nesráží. Pro vlnu je typická měkkost, teplota, jemnost a pevnost. Z bizoní vlny se vyrábí zimní oblečení a rybářské mušky [4].

### 3.13 Srst z králíka angorského

Jednomu králíkovi ročně můžeme vyčesat, či ostříhat až 300 g angorské vlny. Nejvyšší vlnu můžeme najít na hřbetu králíka. Vlna vyčesaná může dosáhnout až délky 135 mm, na rozdíl od vlny stříhané, jejíž velikost se pohybuje mezi 20 a 70 mm. Angorský králík se původně choval v oblasti Černého moře, později se jeho chov rozšířil do Anglie a západní Evropy. U nás se začal chovat až koncem devatenáctého století. Mezi charakteristické znaky vlny angorské patří hedvábný lesk, vysoká jemnost, příjemný omak, měkkost, vysoká hřejivost, značná plstivost, a malá hmotnost. Pod mikroskopem můžeme pozorovat vzduchové bublinky uprostřed dřevných kanálků, díky kterým je vlna velmi hřejivá. Nejvyhledávanější bývá bílá barva, ale vlna může být i modrá nebo černá. Dříve se angorská vlna používala k výrobě kvalitního zdravotního prádla a spodního prádla pro letce, nyní se používá na výrobu tkanin velurového charakteru, pletacích přízí, čepic a šál [2].

### 3.14 Srst z králíka domácího

Délka a jemnost králičí srsti se odvíjí od plemene daného králíka. Délka jednotlivých chlupů je 20 až 50 mm. Nejčastěji se používá na výrobu pánských klobouků [3].



### 3.15 Srst ze zajíce

Zaječí srst můžeme využít podobně jako srst králíčí, avšak je o něco méně jemná [3].

### 3.16 Srst ze srnky

Srnčí chlupy jsou velmi křehké, nestejněměrné a nelze je samostatně spřádat, mohou být dlouhé 20 až 45 mm. Dají se použít k výrobě plstí či jako efektní vlákna v mykaných přízích [3].

### 3.17 Bobří srst

Srst z bobra je velmi jemná a dosti plstivá. Dříve se používala na výrobu plstěných klobouků [3].

### 3.18 Srst ze psa či kočky

Psí a kočičí chlupy se používají převážně ve směsích s jinými srstmi. Dají se velmi dobře plstít, může je použít například k výrobě tkaných koberců. Psí srst je většinou delší a méně jemná, než je srst kočičí. Nejvhodnější pro vyčesávání jsou psy severských plemen. Indiáni zpracovávali psí srst na výrobu příkrývek a oděvů. Inkové z ní vyráběli koberce [3; 4].

### 3.19 Koňské žíně

Více ceněné jsou žíně získávané z hřívý oproti žíním získávaným z ocasu. Žíně z ocasu mohou být dlouhé až 880 mm, z hřívý až 450 mm. Koňské žíně nelínají, ale vyměňují se průběžně. Pro žíně je charakteristická jejich velká délka, pružnost, hrubost a stejnoměrnost. Koňské žíně jsou duté a odolné vůči opotřebení. Mezi největší plusy koňských žíní patří jejich schopnost akumulovat teplo a přijímat vlhkost. Žíně dokáží pojmout vlhkost rovnou až čtvrtinu své hmotnosti, a přitom zůstanou vlákna suchá. Nejčastějším způsobem získávání koňských žíní je vyčesávání, proto se výtěžky pohybují v řádech desítek gramů. Před jakýmkoliv zpracováním je nutné žíně vydezinfikovat. Žíně se zakrucují a fixují v horké páře, aby se zvýšila jejich pružnost. V dnešní době se v Evropě nachází pouze dvě tkalcovny, které se zabývají zpracováním koňských žíní. Splétáním se z žíní dříve vyráběla lana. V textilní výrobě se nejčastěji zpracovávaly na výrobu ztužovacích látek. Dnes se spřádají pouze ty nejkvalitnější vlákna. Příze je následně použita k výrobě luxusních potahových tkanin. Tyto tkaniny vynikají svým leskem a odolností. V průmyslu se tkaniny z koňských žíní dají využít na výrobu kabelek nebo sedaček do aut. Nejčastěji se žíně kombinují s vlnou, hedvábím nebo bavlnou.

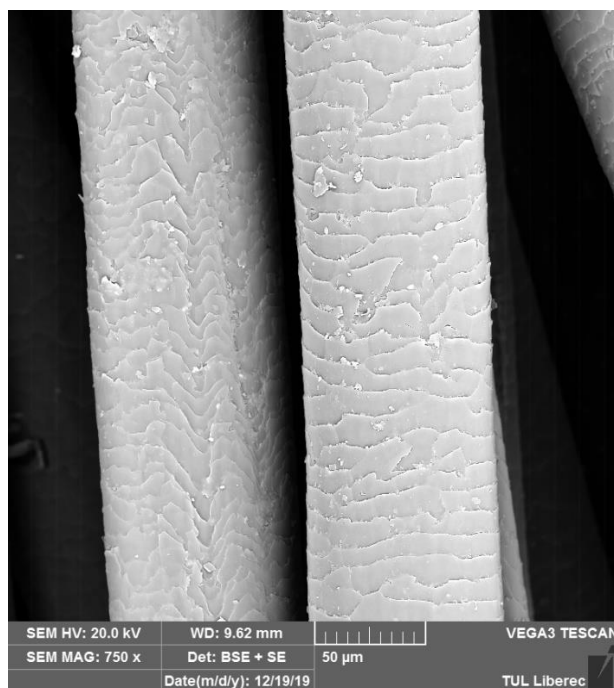
V dnešní době se používají jako výplně kvalitních matrací nebo jako polstrování nábytku. Na jednu matraci je zapotřebí až několik desítek kilogramů koňských žíní. Dříve našly koňské žíně uplatnění i jako výztuha panských sak. Kratší vlákna se mohou použít k výrobě kartáčů, smetáků, štětek na holení a štětců, z odpadových vláken lze udělat výplňkový materiál [2; 3; 5].



*Obrázek 6 - Koňské žíně [5]*

### 3.20 Koňská srst

V době ledové pokrývala koně srst, která je ochránila od krutých životních podmínek. V dnešní době se koňská srst významně liší v letním a zimním období, aby mohla koním poskytovat kvalitní ochranu. U primitivních plemen s minimem křížení se srst velmi podobá srsti jejich předků. Vlivem křížení různých plemen koní, může dojít k tomu, že koňská srst bude natolik změněna, že koně neochrání před vlivem přírodních podmínek. Většina koní líná dvakrát ročně, a to na jaře a na podzim. Výjimku tvoří jižní koně, kteří línají pouze jednou do roka. V době výměny srsti jsou koně více náchylní k nemocem. Výměnu srsti v našich zeměpisných podmínkách ovlivňuje teplota vzduchu spolu s délkou a intenzitou slunečního záření. Stájový chov koní může línání výrazně ovlivnit vlivem umělého světla a tepla. Hřívá nelíná. Línání může trvat i několik měsíců. Dlouhé hrubé krycí chlupy se vyskytují u koní žijících ve vlhkém prostředí. Čím chladnější klima, tím hustší mají koně podsadu. Kombinaci husté podsady a dlouhých krycích chlupů můžeme nalézt třeba u Islandského koně. Zimní srst koně Převalského se značně podobá ovčí vlně, protože díky nízké vlhkosti nenarostli krycí chlupy. Geny orientálních koní způsobují u koní řídkou zimní srst. Zimní srst se u koní vyskytuje až 9 měsíců v roce, zbytek roku má kůň letní srst.



Obrázek 7 - Koňské vlákno, elektronový mikroskop Ing. Jana Grabmüllerová

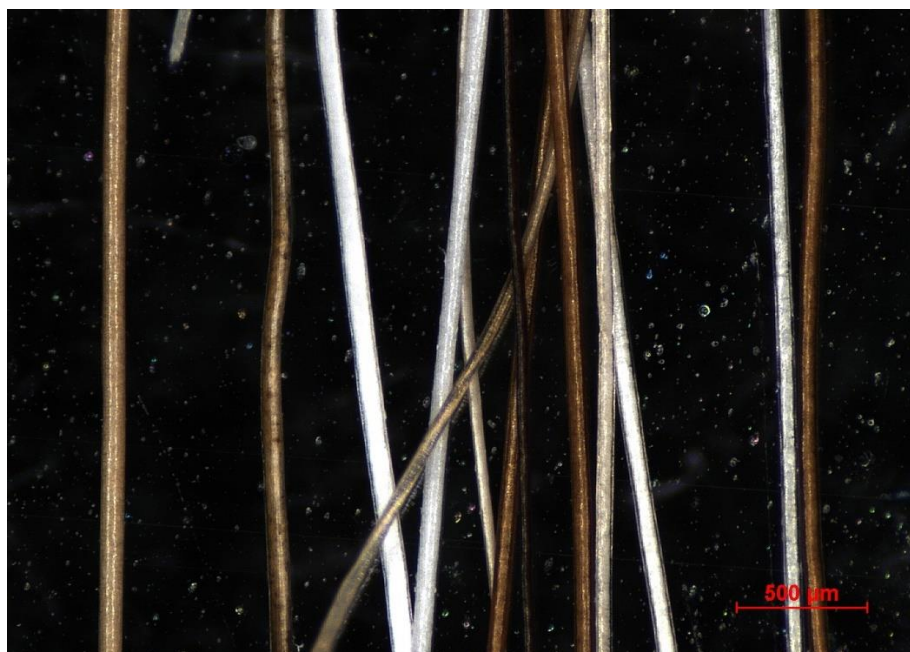
*„Zimní srst se skládá z husté, vlnité, krátké podsady a z vrchní vrstvy dlouhých, tuhých krycích chlupů pokrytých tukovou vrstvou. V suchém počasí obě vrstvy stojí téměř kolmo ke kůži a zadržuje se v nich vzduch, který působí jako tepelný izolátor těla. Při dešti se mastné krycí chlupy zformují do malých trojúhelníků otočených špičkou dolů, ze kterých odkapává voda, aniž by pronikla do vlnité podsady. Důmyslně uspořádané chlupové víry odvádějí vodu i z míst, která jsou méně osrstěná (oči, huba a nos, pohlavní orgány, okolí řitního otvoru). Vlhké klima podporuje růst dlouhé hřívy padající na obě strany krku a hustého ocasu, jehož zvonovitě narostlé žíně umožňují rychlé stékání dešťové vody přes citlivou anální oblast. Pokud se například u hodně prokřížených plemen tato funkční struktura srsti a uspořádání chlupových vírů změní, může voda pronikat až na kůži. Takoví koně by při celoročním životě ve volnosti uhynuli, příčinou jejich pomalé smrti by bylo chronické podchlazení [6].“*

Letní srst se označuje jako přechodový jev. Barva letní a zimní srsti se může výrazně lišit. Letní srst bývá řidší a tvořena kratšími chlupy než srst zimní. Srst koně nemusí chránit pouze před chladem a vlhkem, u jižních koní hladká a jemná srst odráží sluneční paprsky a tím koně chrání před teplem. Stříhání zdravých koní se provádí na podzim holicím strojkem. Většinou se holí pouze krk a trup [6].

*Tabulka 1 - Délka a šířka koňských vláken [7]*

	<b>Jaro</b>	<b>Léto</b>	<b>Podzim</b>	<b>Zima</b>
<b>Délka [mm]</b>	39,96	12,15	30,25	47,00
<b>Šířka [<math>\mu\text{m}</math>]</b>	69,25	76,44	78,53	78,63

V tabulce 1 - Délka a šířka koňských vláken jsou zaznamenány průměrné naměřené hodnoty z výzkumu probíhajícího ve Velké Británii na 16 koních. Měření probíhalo od června 2015 do března 2016.



*Obrázek 8 - Koňská srst, foto vlastní*

## 4 Polyesterová vlákna

### 4.1 Polyester

Pro polyesterová vlákna je charakteristická objemnost, vysoká pružnost a schopnost zotavení. Polyesterová vlákna odolávají i dlouhodobým vlivům chemikálií kromě silných zásad a kyselin. Mezi hlavní nevýhody patří žmolkovitost a náročné barvení. Tyto vlastnosti je ale v dnešní době možné záměrně upravovat. Patří mezi nejpoužívanější vlákna. Snadno se tvarují. Pevnost za sucha může být od 3,7 do 4,5 cN/dtex. Pevnost za mokra je rovna pevnosti za sucha. Polyesterová vlákna jsou hořlavá. Limitní kyslíkové číslo je proměnlivé od 20 do 22 %. Teplota potřebná k zapálení polyesteru je 510 °C. Při teplotě 80 °C dochází k zesklnění vláken. Za teploty 256 °C a vyšší vlákna tají. Tažnost se pohybuje mezi 45 až 73 %. Modul pružnosti může dosahovat až 100 cN/dtex. Polyester má měrnou hmotnost 1380 kg/m<sup>3</sup>. Tepelná odolnost se pohybuje mezi 180 °C a 200 °C. Tepelná vodivost polyesterových vláken je 140 mW/mK. Abychom mohli vlákno označit za polyesterové musí jej tvořit z více než 85 % hmotnostních procent estery aromatických kyselin. Na výrobu jedné tuny polyesteru jsou spotřebovány 4 m<sup>3</sup> vody. Uplatnění vlákna našla nejen v oděvních a textilních aplikacích, ale také ve speciálních textiliích [1; 8].

### 4.2 Kopolyester

Kopolyester je kopolymer polyesteru. Většina vlákenných vrstev je pojena kopolymerem. Kopolymer vznikl alespoň ze dvou monomerů. Teplota tání je proměnlivá v závislosti na struktuře od 110 °C do 256 °C. Patří mezi nejpoužívanější termoplastická pojiva. Jako termoplastické pojivo se používá ve formě vláken. Vlákna mohou být pouze z kopolyesteru nebo bikomponentní [1; 8].

## 5 Tepelné vlastnosti vláken

Od tepelných vlastností vláken se odvíjí možnosti jejich aplikace a možnosti jejich zpracování. Tepelné vlastnosti vláken jsou určeny jejich chemickým složením a nadmolekulární strukturou [1].

### 5.1 Tepelná kapacita

U vláken bývá tepelná kapacita nejčastěji vyjadřována měrným teplem při konstantním tlaku. Tepelná kapacita se značí  $C_p$  a uvádí se v J/kgK. Měrné teplo je teplo potřebné k ohřevu o jeden stupeň Kelvina jednoho kilogramu látky. Tepelná kapacita polyesteru při 20 °C 1,34 J/kgK. U většiny textilních vláken se tepelná kapacita pohybuje kolem hodnoty 1,5 J/kgK [1].

### 5.2 Tepelná vodivost

Tepelná vodivost je určena rychlostí prostupu tepla v materiálu. Tepelná vodivost se podílí na tepelně izolačních procesech, jako je ohřev a chlazení. Součinitel tepelné vodivosti značený  $\lambda$  uváděný v W/mK určuje tepelnou vodivost. Rozdíl mezi vstupní a výstupní teplotou a tloušťka materiálu jsou úměrné rychlosti toku tepla. Tepelná vodivost silně závisí na obsahu vody ve vláknech. Tepelnou vodivost vláken ovlivňuje měrná hmotnost polymeru ze kterého jsou vyrobeny, dále rychlost šíření zvuku v daném polymeru a specifické měrné teplo za stálého objemu. V případě semikrystalických polymerů závisí tepelná vodivost na měrných hmotnostech obou částí polymeru [1].

*Tabulka 2- Tepelná vodivost a související parametry pro amorfní polymery [1]*

<b>Polymer</b>	<b><math>\lambda</math> [<math>\text{Js}^{-1}\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}</math>]</b>	<b><math>C_v \cdot 10^3</math> [<math>\text{Jkg}^{-1} \text{K}^{-1}</math>]</b>	<b><math>V_z</math> [<math>\text{ms}^{-1}</math>]</b>
<b>PP</b>	0,172	2,14	1750
<b>PVC</b>	0,168	0,96	2000
<b>PES</b>	0,218	1,13	2140
<b>elastan</b>	0,147	1,70	1710

### 5.3 Sdílení tepla

Tok vnitřní energie od teplejšího tělesa k tělesu s nižší teplotou se označuje, jako tepelný tok. Sdílení tepla můžeme rozdělit do třech skupin, a to na kondukcii, konvekci a radiaci. Při vedení tepla neboli kondukcii dochází k šíření tepla následkem tepelného pohybu atomů, molekul a volných elektronů. Vedení tepla můžeme pozorovat například u tuhých těles. Sdílení tepla konvencí bývá označováno jako proudění. Tento jev je charakteristický pro sdílení tepla proudících kapalin, plynů a sypkých látek. Teplo se šíří promícháním molárních části teplotně rozdílných prostředí a tepelnou vodivostí. Poslední skupinu tvoří sdílení tepla radiací, které se též nazývá sálání. Během sálání dochází díky elektromagnetickému vlnění k přenosu tepla z jednoho tělesa na druhé [9].

### 5.4 Tepelný odpor

Tepelný odpor je roven převrácené hodnotě součinitele prostupu a přestupu tepla. Přestup tepla je definován, jako výměna tepla mezi tuhým tělesem a kapalinou či plynem který jej obklopuje. O prostup tepla se jedná, pokud sdílejí teplo dvě prostředí oddělené tuhou látkou. Tepelný odpor se odvíjí od tloušťky materiálu. Tepelný odpor není určen pro materiál, ale musí být určen podle jeho tloušťky. Běžně se uvádí bez jednotky, ale je definován jako stopa čtvereční krát hodina krát Fahrenheitův stupeň na Britskou tepelnou jednotku [9; 10].

## 6 Výroba netkané textilie

### 6.1 Netkané textilie

V dnešní době roste množství možností pro aplikaci netkaných textilií, také roste množství používaných materiálů a dochází k inovacím v jejich zpracování. Nejen díky tomu roste výroba netkaných textilií. Výroba netkaných textilií je ekonomicky výhodná. Jako netkanou textilií můžeme označit s výjimkou papíru vláknennou vrstvu, zpevněnou mechanickým, termickým nebo chemickým způsobem [11].

### 6.2 Mykání

Operaci mykání zajišťují mykací stroje. Cílem tohoto procesu je z předkládaných vláknenných vložek nebo rouna vyrobit vláknennou vrstvu, pramen či přást. Během mykání dochází k ojednocování, mísení a čištění vláken. Mykací povlaky urovnávají vlákna

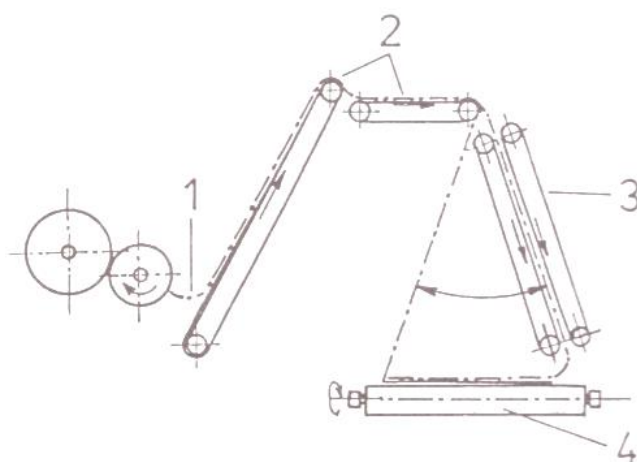
do podélného směru. Mykací stroje můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin, na víčkové mykací stroje a válcové mykací stroje [11].

### 6.2.1 Válcový mykací stroj

Válcový mykací stroj, byl prvotně určen na zpracování vláken vlnařského typu na výrobu pavučiny, nebo pramene při výrobě příze. Při výrobě netkaných textilií je válcový mykací stroj více používaný než víčkový mykací stroj, a to z důvodu větší produkce. Jeho produkce může dosahovat až 1000 kg/hod. Předlohou pro mykací stroj mohou být vlákenné vločky a rouno. Účelem mykacího stroje není jen vyrobit co nejrovnoměrňší vlákennou vrstvu, ale také ojednotit, promísit a napřímit vlákna tak, aby byly rovnoběžně se směrem výroby. Plošná hmotnost vyrobené pavučiny se obvykle pohybuje mezi 5 a 30 g/m<sup>2</sup> [8].

### 6.3 Vrstvení vlákenné pavučiny

Protože vlákenná vrstva vyrobená na mykacím stroji dosahuje pouze nízkých plošných hmotností můžeme z ní vyrobit pouze lehkou netkanou textilií. Pokud chceme zvýšit plošnou hmotnost výsledné netkané textilie můžeme vlákennou vrstvu vyrobenou mykáním vrstvit. Vlákenná pavučina může být vrstvena podélně. U podélného vrstvení jsou vrstvy na sobě uloženy rovnoběžně, tak jak vychází z mykacího stroje. Další možností je příčné kladení, kde jsou jednotlivé vrstvy uloženy do šikmých skladů. Na výsledné plošné hmotnosti se podílí plošná hmotnost přiváděné vrstvy, na šířce výsledné textilie [8].



Obrázek 9 – Vertikální příčný kladeč pavučiny [8]

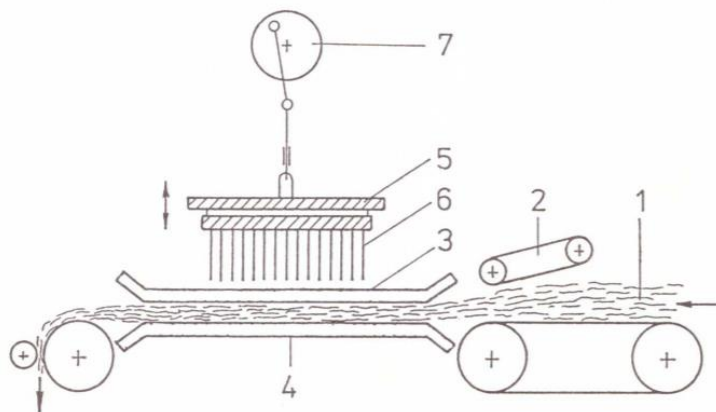
Popis vertikálního příčného kladeče pavučiny: 1-pavučina z mykacího stroje, 2-přiváděcí dopravník, 3-dvojice výkyvných kladečích pásů, 4-odváděcí dopravník.



## 6.4 Pojení vlákenné vrstvy vpichováním

Vpichování patří mezi nejpoužívanější způsob pojení vlákenné vrstvy, zároveň je také jedním z nejstarších způsobů. Tato forma pojení byla vyvinuta jako náhrada plstění. Princip pojení vpichováním je založen na změně orientace svazků vláken, vlivem průniku jehel s ostny vlákennou vrstvou. Vpichování podstatně redukuje nejen tloušťku, ale také mění délku a šířku vlákenné vrstvy a mění orientaci vláken. Délka vpichovací jehly se může pohybovat mezi 38,1 až 114,3 mm. Hustota jehel nejčastěji bývá 20 až 50 jehel na centimetr. Nejčastější použití textilií vyrobených vpichováním jsou například podlahové textilie, filtrační textilie nebo tepelně a zvukově izolační materiál [8; 12].

*„Vlákenné rouno vyrobené mechanickým nebo pneumatickým způsobem se ve vpichovacím stroji mechanicky provazuje vlastními vlákny pomocí vpichovacích jehel. Při průchodu rouna jehelným polem zachytí vpichovací jehly svými ostny nebo drážkami vlákna a protahují je kolmo nebo šikmo ve směru tloušťky rouna. Při výstupu jehel z rouna se vlákna vysmekávají z ostnů, resp. drážek. Tak se dosáhne mechanického zpevnění vlákenného rouna, přičemž lze zpevnit i rouna z vláken syntetických (neplstivých), což u klasického způsobu plstění nebylo možné [12].“*



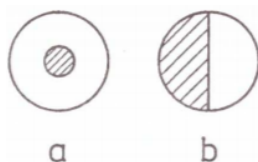
Obrázek 10 - Schéma vpichovacího stroje [8]

Popis schématu vpichovacího stroje: 1-vlákenná vrstva, 2-vstupní ústrojí, 3-stěrací rošt, 4-opěrný rošt, 5-jehelná deska, 6-vpichovací jehla, 7-pohon jehelné desky

## 6.5 Tepelně pojené vlákenné vrstvy

### 6.5.1 Pojiva

K pojení se využívá pojivých polymerů. Při dodání množství tepelné energie rovnému potřebě k přerušení velké části mezimolekulárních vazeb dojde k tání polymeru. Když tuto energii odebereme dojde k obnově vazeb. Díky možnosti postupně vzájemně přeskupovat jednotlivé úseky makromolekul během působení vnějších sil už ve stavu, kdy je přerušena pouze část mezimolekulových vazeb, mají polymery specifické tepelně-mechanické vlastnosti. Polymery mohou být ve formě prášku, pasty, fólie, mřížky a vláken. Vlákná mohou být celá pojivá nebo bikomponentní. Bikomponentní vlákna se nejčastěji používají typu S/S (bok po boku) a typu C/S (jádro-plášť). U vláken typu S/S se díky různé srážlivosti dosahuje obloučkovitosti u vláken. Tyto vlákna vznikají pojením dvou tavenin těsně za nebo již v trysce. Na výrobu vláken typu C/S je zapotřebí speciální tryska, která umožní obklopení jednoho materiálu druhým. Nejčastěji jsou použity na výrobu dva polymery s různou teplotou tání. Nejvyužívanější jako polymer s nižší teplotou tání je kopolyester v kombinaci s polyesterem, který zastupuje složku s vyšší teplotou tání. Během pojení se vlákno nezbortí, následkem složky s vyšší teplotou tání. Bikomponentní vlákna nemusí být aplikována jen, jako pojivo do směsi se základními vlákny, ale mohou být využita na výrobu vrstvy samostatně. Výběr pojiva se řídí požadovaným použitím a vlastnostmi výrobku. Důležitá je také adheze pojiva, kvůli mechanickým vlastnostem výrobku a malé kontaktní ploše pojiva a vláken. Vyšší adheze se vyskytuje mezi podobnějšími polymery. Spoje vláken vznikají pouze v bodech, kde se vlákna kříží. Díky bodovému pojení, zůstávají ostatní části vláken pohyblivé. To způsobuje nízký počáteční modul v tahu a dobré ohebnosti výrobků [1; 8].



Obrázek 11 - Bikomponentní vlákna [8]

Na obrázku Bikomponentní vlákna značí: a – bikomponentní vlákna jádro plášť, b – bikomponentní vlákna bok po boku.

### 6.5.2 Druhy pojení

Tepelně můžeme vlákennou vrstvu pojit například kalandrem. Vlákenná vrstva včetně pojiva je vedena štěrbinou mezi dvěma válci, kde alespoň jeden z válců je vyhříván. Válce se mohou vyhřívat tepelným médiem v uzavřeném nebo otevřeném okruhu. Tepelné médium bývá vyhříváno elektricky, plynem nebo parou. Vlákenná vrstva je mezi válci stlačena a ohřata na teplotu při které taje pojivo. Díky tlaku mezi válci se pojivo dostává do pojivých míst. Po průchodu kalandrem dochází k ochlazení tím k tunutí pojiva a zpevnění vlákenné vrstvy. Vlákenná vrstva může být pojena v celé ploše nebo pouze na určitých místech. Pojení v celé ploše zajistíme hladkým povrchem válců. Pojení pouze v určitých oblastech je způsobeno rastrovanými povrchy válců. Kalandrem se nejčastěji pojí textilie o plošné hmotnosti do 100 g/m<sup>2</sup>. Těžší textilie využívají předhřívacích zařízení [8].

Další možností, jak tepelně pojit vlákenné vrstvy je teplovzdušné pojení. Aby mohla být vlákenná vrstva pojena teplovzdušně, musí být dostatečně porézní. Vrstva vlákenného materiálu včetně pojiva je dopravena do pojící komory, ve které cirkuluje horký vzduch. Teplota vzduchu je závislá na teplotě potřebné k roztavení pojiva. Cirkulaci vzduchu a jeho průchod skrz objemnou vlákennou vrstvu zajišťuje systém ventilátorů. K ohřevu vrstvy dochází velmi rychle, díky rychlému transportu k povrchu všech vláken. K pojení vlákenné vrstvy dochází již za 10 s. U jiných druhů pojení trvá pojení až 5 minut. Poté co opustí vlákenná vrstva pojící komoru dochází k chladnutí a tunutí pojiva. U objemných textilních vrstev dochází u teplovzdušného pojení k lepšímu tepelnému přenosu oproti kontaktnímu ohřevu. Pokud je použito pojivo ve formě fólie, je nutno provést její perforaci, aby byla umožněna prostupnost vzduchu. V nebo těsně za pojící komorou mohou být umístěny kalandrovací válce. Válce mohou být vyhřívány. Kalandrovací válce zvýší pojivý efekt, díky tlaku, který vyvinou na taveninu pojiva. Použití kalandrů snižuje objemnost vrstvy. Teplovzdušné pojení je vhodné pro vlákenné vrstvy o plošné hmotnosti od 0,01 do 20 kg/m<sup>2</sup> a objemové hmotnosti od 5 do 200 kg/m<sup>3</sup>. Teplovzdušné pojení se hodí pro všechna vlákna, vyjma druhotných surovin, které jsou znečištěny olejem. Olej se během pojení odpařuje a snižuje adhezi pojiva. Tepelně pojit vlákenné vrstvy je také možné pomocí etážového lisu. Mezi hlavní výhody pojení etážovým lisem patří možnost nastavení tloušťky pojení. K pojení dochází pod vlivem tepla a tlaku. Vhodným nastavením ovlivníme mechanickou pevnost výrobku [8; 13].

## 7 Měřicí přístroje

### 7.1 Vibroskop

Vibroskop je elektronický přístroj určený k měření jemností jednotlivých staplových vláken a monofilů vibracemi. Jemnost se zjišťuje pomocí vibrační frekvence. Rozsah jemností, které zvládne přístroj naměřit se pohybuje od 0,33 dTex po 200 dTex. Přístroj může dle nastavení uvádět výsledky v jednotkách dTex nebo denier. S přístrojem je snadná manipulace. Měření je automatické. Vibroskop svým přístupem k vibrační metodě zajišťuje přesnost a spolehlivost. Přístroj eliminuje vliv měřitele. Aby se dalo vlákno na přístroji vibroskop změřit musí dosahovat minimálně délky 28 mm [14; 15].



Obrázek 12 - Vibroskop 400 [15]

### 7.2 Vibrodyn

Vibrodyn je elektronický přístroj sloužící k měření pevnosti v tahu a prodloužení jednotlivých staplových vláken a monofilů. Vlákno s odpovídajícím předpětím se připevní do přístroje a po stisknutí tlačítka přístroj sám provede zkoušku. Čelisti jsou ovládány elektromagneticky. Motorový pohon hýbe se spodní čelistí. Vrchní čelist je pevná. Vhodné předpětí je zvoleno dle výsledků jemností z přístroje Vibroskop. Průběh a výsledky zkoušky zaznamenává počítač v závislosti na lineární hustotě získané z přístroje Vibroskop. Výsledky z přístroje Vibrodyn mohou být uvedeny v cN/Tex nebo g/den. Vibrodyn umožňuje naměřit síly od 0 do 500cN. Rychlost měření se může pohybovat od 0,5 mm/min do 300 mm/min. Svým měřicím rozsahem přístroj umožňuje

testovat všechna běžná vlákna. Je automaticky kalibrován. Programovatelná mikroelektronika přístroje zaručuje maximální flexibilitu. Vibrodyn je ovládán pouze jedním tlačítkem, díky tomu jsou eliminovány chyby obsluhy přístroje [16].



*Obrázek 13 - Vibrodyn 400 [17]*

### 7.3 Instron 4411

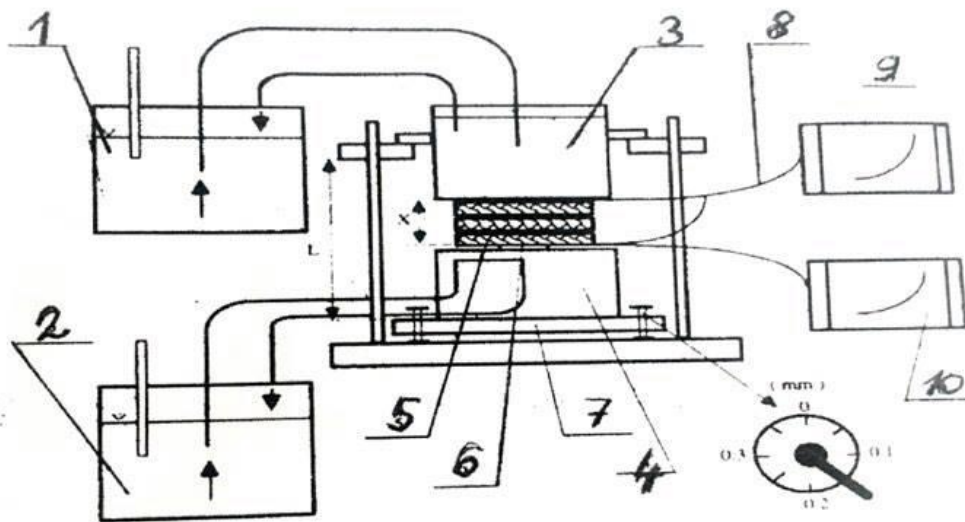
Instron je zařízení určené k testování pevnosti v tahu nebo tlaku. Jeho měřicí rychlosti je možné nastavit v rozsahu od 0,5 do 500 mm/min. Kapacita tohoto elektromechanického univerzálního testovacího zařízení je 5 kN. Nastavení přístroje je snadné. Přístroj lze připojit k počítači, který bude zaznamenávat naměřené hodnoty. Při zkoušce namáhání v tahu se vzorek upíná mezi pneumatické čelisti. Návrátová rychlost čelistí je 600 mm/min [18].



*Obrázek 14 - Instron 4411 [19]*

#### 7.4 Přístroj na měření tepelné vodivosti objemných materiálů

Zařízení rychle a přesně měří efektivní tepelnou vodivost. Přístroj je určen na měření objemných materiálů o tloušťce od 3 do 40 mm. Během měření porézních objemných materiálů není možné měřit samostatně radiační a konduktivní část měřeného tepla. Proto se měří suma těchto tepelných toků, z které se následně vypočítá tepelná vodivost, vyjádřená kondukcí. Na přístroji je nutné přesně nastavit vzdálenost mezi teplosměnnými deskami. Tato vzdálenost by se měla rovnat přesně tloušťce měřeného materiálu. Na přístroji nalezneme termočlánek Hukseflux HFP 01-05, který měří tepelný tok. Z hodnot naměřených na tomto zařízení je možné spočítat tepelný odpor a efektivní tepelnou vodivost [20].



Obrázek 15 - Přístroj na měření tepelné vodivosti objemných materiálů [20]

Vysvětlivky k obrázku přístroje na měření tepelné vodivosti objemných materiálů:  
1-termostat pro vrchní nádobu, 2-termostat pro spodní nádobu, 3-vrchní nádoba s vyšší teplotou, 4-spodní nádoba s nižší teplotou. 5-měřený vzorek, 6-čidlo tepelného toku, 7-výškově nastavitelná podložka, 8-diferenciální termočlánek, 9-měřící nebo zapisovací milivoltmetr, 10-měřící nebo zapisovací milivoltmetr.

## 8 EXPERIMENT

Cílem experimentu bylo zjistit, zda a jak se dají využít vlákna získaná z koňské srsti na výrobu netkané textilie. Nejprve bylo nutné připravit koňská vlákna. U vláken byla měřena jemnost, délka jednotlivých vláken, pevnost a prodloužení při přetrhu. Následně byl navrhnout způsob výroby netkané textilie s obsahem vláken z koňské srsti. Byly vyrobeny vzorky s různým obsahem koňské srsti, které byly následně pojeny různými způsoby. U vzorků byla měřena efektivní tepelná vodivost, tepelný odpor, objemová hmotnost, pevnost a prodloužení při přetrhu.

## 9 Vlákna z koňské srsti

### 9.1 Sběr

Na experiment byly použity chlupy získané vyčesáváním a holením zimní srsti koní, během jarního línání. Sběr chlupů proběhl v období mezi březnem a červencem roku 2019. Chlupy pocházejí z různorodé skupiny. Skupina byla složena přibližně ze 40 koní a poníků. Ve skupině byly, jak koně severského typu s dlouhou hustou srstí, tak i koně jižního typu jejichž srst je jemnější a nedosahuje takové délky a hustoty.

### 9.2 Příprava a praní

Koňské chlupy byly značně znečištěné. Obsahovaly zbytky koňského trusu, slámy, sena, tuku a prachu. Chlupy byly rozděleny na chomáčky. Po jednotlivých chomáčcích byly umístěny do nádoby s vlažnou vodou s příměsí lidského šamponu. V nádobě proběhlo ruční praní. Následovalo vylovení chlupů a přemístění do další nádoby s vlažnou vodou, tentokrát bez jakýchkoliv příměsí. V této nádobě s vodou proběhlo máchání. Jedenkrát vymáchaná vlákna se opět vylovila a přemístila do další nádoby s čistou vodou, kde proběhlo finální máchání. Dvakrát vymáchaná vlákna podstoupila odměčknutí přebytečné vody a byla umístěna do látkového vaku. Ve z pětiny naplněném látkovém vaku proběhlo sušení. Sušení probíhalo při pokojové teplotě. Usušená vlákna byla ručně důkladně promísena.

### 9.3 Staplová délka vláken

U skupiny vypraných, usušených a promísených vláken byla změřena délka. Celkem bylo změřeno 600 různých vláken. Každé jednotlivé vlákno bylo napřímáno a přiloženo k měřidlu délky. Odečtená délka byla zaznamenána. Zaznamenané délky byly rozděleny do 8 skupin podle délky. Délka jednotlivých chlupů se pohybovala od 6 do 174 mm. Průměrná délka vláken byla 54,72mm.

*Tabulka 3 – Zastoupení vláken v jednotlivých třídách*

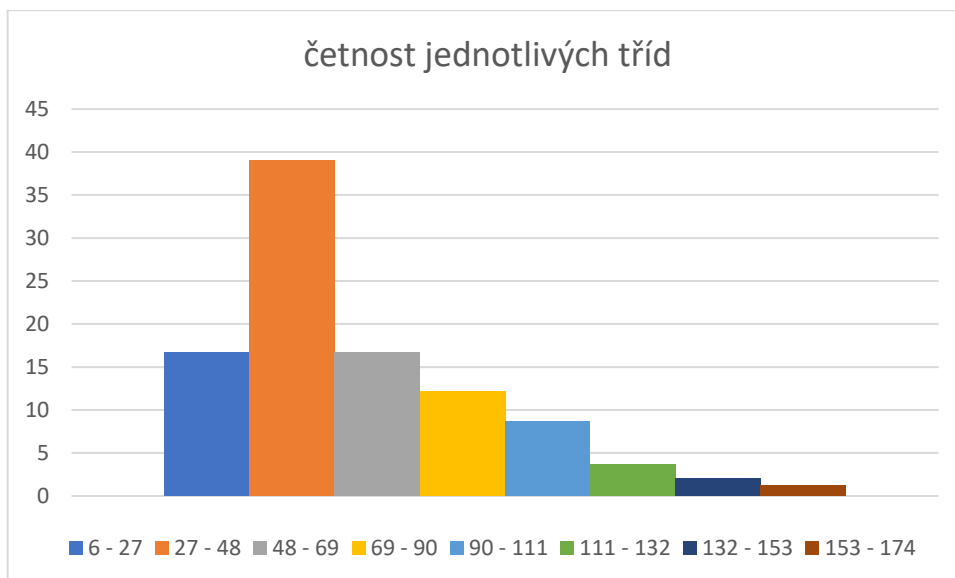
<b>j</b>	<b><math>x_{jd} - x_{jh}</math></b>	<b><math>x_j</math></b>	<b><math>n_j</math></b>
1	6 – 27	16,5	100
2	27 – 48	37,5	234
3	48 – 69	58,5	100
4	69 – 90	79,5	73
5	90 – 111	100,5	52
6	111 – 132	121,5	22
7	132 – 153	142,5	12
8	153 – 174	163,5	7

V tabulce značí: j – číslo třídy,  $x_{jd}$  – dolní hranice třídy,  $x_{jh}$  – horní hranice třídy,  $x_j$  – třídní znak,  $n_j$  – počet vláken v dané třídě.

*Tabulka 4 - Délka vláken*

	<b>Délka vláken [mm]</b>
<b>Průměrná hodnota</b>	54,72
<b>Směrodatná odchylka s</b>	32,79
<b>Rozptyl <math>S^2</math></b>	1075,30
<b>95% Interval spolehlivosti</b>	<52,09 -57,35>





*Graf 1 - Četnost jednotlivých tříd*

*Tabulka 5 – Četnost vláken v jednotlivých třídách*

<b>j</b>	<b><math>x_{jd} - x_{jh}</math></b>	<b>f [%]</b>
<b>1</b>	6 – 27	16,66667
<b>2</b>	27 – 48	39
<b>3</b>	48 – 69	16,66667
<b>4</b>	69 – 90	12,16667
<b>5</b>	90 - 111	8,666667
<b>6</b>	111 - 132	3,666667
<b>7</b>	132 - 153	2
<b>8</b>	153 - 174	1,166667

Největší zastoupení vláken bylo ve třídě číslo dvě. V této třídě bylo zařazeno 39% ze všech změřených vláken, což odpovídá 234 vláknům. Jednalo se o vlákna v délce od 27 mm do 48 mm. S rostoucí délkou vláken ubývala jejich četnost v jednotlivých třídách. V první třídě, do které patřily vlákna s naměřenou délkou mezi 6 a 27 mm, bylo naměřeno stejně vláken jako v třídě třetí, která označuje vlákna s délkou od 48 do 69 mm.

## 9.4 Jemnost vláken

Na přístroji Vibroskop 400 byla naměřena jemnost u 100 vláken. Každé vlákno bylo měřeno jednotlivě. Pro snadnější oddělení vláken byla použita černá sametová podložka. Na podložce byl rozprostřen vzorek vláken. Vlákno bylo uchyceno za jeden konec do pinzety. Na druhý konec vlákna bylo umístěno vhodné závaží, o hmotnosti 1500 mg. Hmotnost závaží byla určena podle jemnosti vláken. Závaží také způsobilo narovnání vlákna vlivem gravitace. Dlouhým podržením tlačítka se rozevřely čelisti a bylo možné upnout měřené vlákno. Krátkým stisknutím tlačítka bylo zpuštěno měření. Výsledky měření byly automaticky zaznamenány do počítače. Změřené vlákno bylo vyjmuto a přemístěno do přístroje Vibrodyn, který změřil jeho pevnost v tahu.

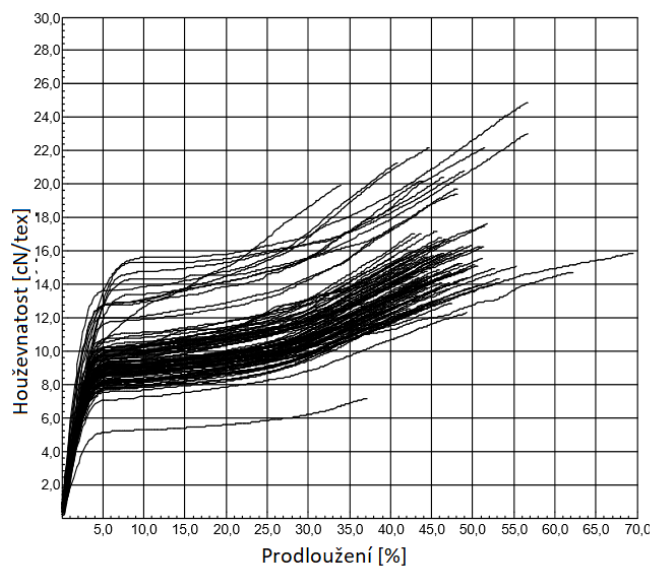
## 9.5 Pevnost vláken v tahu

Pevnost jednotlivých vláken v tahu byla měřena na přístroji Vibrodyn 400. Pevnost byla měřena u 100 vláken, u nichž byla prve změřena jemnost. Vlákno bylo upnuto do horních a dolních čelistí a následně byla provedena zkouška tahu. Upínací délka vláken byla 20 mm. Rychlost měření byla 10 mm/min. Výsledky zkoušky byly zaznamenány počítačem propojeným s přístroji Vibrodyn 400 a Vibroskop 400. Měření bylo umožněno Katedrou materiálového inženýrství fakulty textilní Technické univerzity v Liberci.

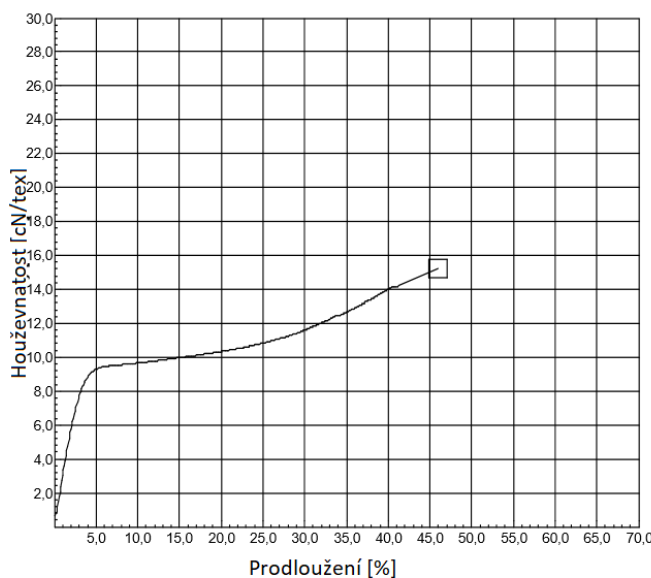
*Tabulka 6 - Hodnoty vláken naměřené na přístrojích Vibroskop 400 a Vibrodyn 400*

	<b>Jemnost [dtex]</b>	<b>Zatížení [cN]</b>	<b>Prodloužení [%]</b>
<b>Průměrná hodnota</b>	28,85	41,98	45,95
<b>Minimum</b>	8,04	17,09	30
<b>Maximum</b>	98,74	185,70	69,50
<b>Směrodatná odchylka s</b>	15,89	32,33	5,43
<b>95% Interval spolehlivosti</b>	<23,61-30,08>	<35,39-48,58>	<44,85-47,06>

Z dat získaných na přístroji Vibroskop 400 a Vibrodyn 400 byly zjištěny hodnoty jemnosti vláken, zatížení a prodloužení při přetrhu. Z hodnot byl vypočítán průměr. Průměrná jemnost vláken je 28,85 dtex. Průměrné prodloužení při přetrhu odpovídá 45,95%. Průměrné zatížení, při kterém se vlákna přetrhla, bylo 41,98 cN.



*Obrázek 16 - Graf tažnosti vláken*



*Obrázek 17 - Graf průměrné tažnosti vláken*

Obrázky 16 a 17 jsou grafy vytvořené během měření na přístrojích Vibroskop 400 a Vibrodyn 400. Graf tažnosti vláken obsahuje 100 křivek znázorňujících průběh zkoušky na jednotlivých vlákních. Graf průměrné tažnosti vláken vyobrazuje průměrnou křivku ze sta měření.

## 10 Výroba vlákenné vrstvy

Všechny vlákenné vrstvy byly vyrobeny na válcovém mykacím stroji. Obsahovaly různý poměr koňských vláken. Vyrobít vlákennou vrstvu pouze z koňských vláken na válcovém mykacím stroji nebylo možné. Stroj nedokázal vyrobit soudržnou vrstvu a proces byl velice ztrátový, vlákna vypadávala z přístroje. Válcový mykací stroj dokázal umykat pouze 12% z vláken předložených k mykání, zbytek vláken propadal pod mykací válce. Protože vlákenná vrstva vyrobená na válcovém mykacím stroji měla nízkou plošnou hmotnost, bylo nutné provést vrstvení. Aby bylo možné provést porovnání vlastnosti vrstev s obsahem koňské srsti, byly vždy vyrobeny stejným postupem i vrstvy bez příměsi koňských chlupů.

### 10.1 Vlákenné vrstvy spojené vpichováním

Na válcovém mykacím stroji byly vyrobeny 3 různé vlákenné vrstvy, které byly následně spojeny vpichováním. První z nich obsahovala pouze polyesterová vlákna. Jednalo se o čistý vzorek, vyrobený ze 100 g polyesterových vláken. Druhá byla vyrobena ze směsi, která obsahovala 80 g polyesterových vláken a 20 g vláken z koňské srsti. Poslední vrstva byla vyrobena s největším hmotnostním podílem koňské srsti, a to ze směsi 50 g polyesterových vláken a 50 g vláken z koňské srsti. Pro zvýšení plošné hmotnosti byla vrstva příčně kladena. Byl použit vertikální příčný kladeč pavučiny. Nakladená vlákenná vrstva byla spojena vpichováním. Vpichování bylo na každé vlákenné vrstvě provedeno dvakrát, jednou z lící, jednou z rubní strany. Hloubka vpichu byla 8 mm. Počet vpichů je 2000000 m<sup>-2</sup>. Vznikly 3 netkané textilie.

Počet vpichů na jednotku plochy textilie se vypočítá vzorcem

$$V_P = \frac{a \cdot f \cdot p}{v}, (1)$$

kde  $V_P$  je počet vpichů [m<sup>-2</sup>],  $a$  značí celkový počet jehel na 1 m vpichovací desky (ve všech řadách dohromady) [-],  $f$  je frekvence desky [min<sup>-1</sup>],  $p$  označuje počet průchodů textilie strojem [-],  $v$  je rychlost odvádění textilie [m/min].

Výpočet:

$$a=2000 \text{ m}^{-1}, f=200 \text{ min}^{-1}, p=2, v=0,4 \text{ m/min}$$

$$V_P = \frac{2000 \cdot 200 \cdot 2}{0,4} = 2000000 \text{ m}^{-2}$$

## 10.2 Vlákenné vrstvy spojené lisováním

Na válcovém mykacím stroji bylo vyrobeno 8 vlákenných vrstev, z nichž jedna polovina obsahovala 25 hmotnostních procent pojivých bikomponentních vláken a 75 hmotnostních procent polyesterových vláken. Druhá polovina byla vyrobena také z 25 hmotnostních procent pojivých bikomponentních vláken, ale pouze z 25 hmotnostních procent polyesterových vláken a z 50 hmotnostních procent koňských vláken. Nejprve byla navážena polyesterová a kopolyesterová bikomponentní vlákna v daném poměru. Vlákna byla ručně promíšena a předložena k mykání. Vlákenná pavučina na výstupu mykacího stroje byla podélně kladena za účelem zvětšení plošné hmotnosti. Vlákenná vrstva byla následně předložena v příčném směru k opětovnému mykání. Druhé mykání mělo za úkol zvýšit rovnoměrnost promísení vláken. Vlákenná vrstva byla opět podélně kladena. Postup výroby vlákenných vrstev obsahujících koňská vlákna byl shodný, pouze se lišily navážené hmotnosti vláken na vstupu do mykacího stroje. Vyrobene vlákenné vrstvy byly spojeny na etážovém lisu. Teplota horní desky lisu byla 125 °C. Teplota horní i dolní desky se shodovala. Vzdálenost mezi horní a dolní vyhřívanou deskou se u vzorků lišila. Díky tomu, že vzorky byly spojeny při různých vzdálenostech, vznikla u vzorků různá objemová hmotnost. Vzorky bez příměsí koňské srsti byly jednotlivě spojeny na 10, 7, 5 a 2 mm. Následně byly spojeny vzorky s příměsí koňské srsti také na 10, 7, 5 a 2 mm. Pojené vrstvy bylo po lisování nutné nechat vychladnout.

Tabulka 7 - Přehled vyrobených vlákenných vrstev

Označení vlákenné vrstvy	Způsob pojení vrstvy	Vrstva vyrobena z
<b>Vpich-0%kůň</b>	Vpichováním	100 % polyesterová vlákna
<b>Vpich-20%kůň</b>	Vpichováním	80 % polyesterová vlákna, 20 % koňské srsti
<b>Vpich-50%kůň</b>	Vpichováním	50 % polyesterová vlákna, 50 % koňské srsti
<b>Lis-0%-10mm</b>	Lisováním na 10 mm	75 % polyesterová vlákna, 25 % bikomponentní pojivá vlákna
<b>Lis-0%-7mm</b>	Lisováním na 7 mm	75 % polyesterová vlákna, 25 % bikomponentní pojivá vlákna
<b>Lis-0%-5mm</b>	Lisováním na 5 mm	75 % polyesterová vlákna, 25 % bikomponentní pojivá vlákna
<b>Lis-0%-2mm</b>	Lisováním na 2 mm	75 % polyesterová vlákna, 25 % bikomponentní pojivá vlákna
<b>Lis-50%-10mm</b>	Lisováním na 10 mm	25 % polyesterová vlákna, 25% bikomponentní pojivá vlákna, 50 % koňské srsti
<b>Lis-50%-7mm</b>	Lisováním na 7 mm	25 % polyesterová vlákna, 25% bikomponentní pojivá vlákna, 50 % koňské srsti
<b>Lis-50%-5mm</b>	Lisováním na 5 mm	25 % polyesterová vlákna, 25% bikomponentní pojivá vlákna, 50 % koňské srsti
<b>Lis-50%-2mm</b>	Lisováním na 2 mm	25 % polyesterová vlákna, 25% bikomponentní pojivá vlákna, 50 % koňské srsti

## 11 Objemová hmotnost

Vzorky pojené lisováním s obsahem koňské srsti mají větší objemovou hmotnost v porovnání se vzorky lisovanými na stejnou vzdálenost bez obsahu koňské srsti. Větší objemová hmotnost u vzorků s obsahem koňské srsti je způsobena menší tloušťkou vzorku při stejné navážce vláken na výrobu vlákenné vrstvy a použití stejného postupu výroby. Menší tloušťka vzorku je zapříčiněna obsahem vláken z koňské srsti, které nemají obloučkovitost. U vzorků pojených vpichováním mají stejně, jako u vzorků pojených lisováním větší objemovou hmotnost vzorky s obsahem koňské srsti. Největší objemovou hmotnost ze vzorků pojených vpichováním má vzorek vyrobený ze směsi obsahující 20 % koňských vláken. To může být způsobeno náročností výroby, či nepoddajností koňských vláken. Hodnoty objemových hmotností jsou zaznamenány v tabulce níže.

*Tabulka 8 - Objemová hmotnost vzorků*

<b>Vzorek</b>	<b>Objemová hmotnost [kg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Lis-50%-10mm</b>	74,90637
<b>Lis-50%-7mm</b>	79,52286
<b>Lis-50%-5mm</b>	100,50251
<b>Lis-50%-2mm</b>	170,21277
<b>Lis-0%-10mm</b>	57,38881
<b>Lis-0%-7mm</b>	74,21150
<b>Lis-0%-5mm</b>	90,70295
<b>Lis-0%-2mm</b>	155,64202
<b>Vpich-0%kůň</b>	37,80718
<b>Vpich-20%kůň</b>	43,38395
<b>Vpich-50%kůň</b>	41,79728

## 12 Měření tepelné vodivosti

Nejprve bylo nutné přístroj na měření efektivní tepelné vodivosti zapnout a nastavit teplotu termostatu tak, aby se vrchní nádoba ohřívala na 37 °C a spodní nádoba na 30 °C. Po nahřátí obou nádob na požadovanou teplotu je přístroj připraven k měření. Podle tloušťky měřeného materiálu se stanovila vzdálenost teplosměnných ploch. Měřený vzorek musí být shodný nebo větší, než jsou teplosměnné plochy. Po instalaci měřeného vzorku do přístroje byla horní nádoba umístěna do pracovní polohy. Pro odečtení hodnot napětí  $U_1$  a  $U_2$  bylo nutné vyčkat ustálení těchto hodnot. Ustálení se pohybovalo v řádech minut a odvíjelo se od tloušťky měřeného materiálu. U každé vlákenné vrstvy bylo měření provedeno 10krát.

Základní vzoreček pro tepelnou vodivost je

$$\frac{Q}{A t} = \lambda \frac{\Delta T}{L} . (2)$$

Ve vzorci (2)  $Q$  značí množství prošlého tepla [J], za  $A$  se dosazuje plocha [ $m^2$ ],  $t$  označuje čas [s],  $\lambda$  je efektivní tepelná vodivost [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ],  $\Delta T$  značí rozdíl teplot mezi teplosměnnými deskami [K],  $L$  je tloušťka vzorku [m].



Tabulka 9 - Tloušťka vzorku

Vzorek	Tloušťka vzorku - L [m]
<b>Lis-50%-10mm</b>	0,01131
<b>Lis-50%-7mm</b>	0,01101
<b>Lis-50%-5mm</b>	0,01040
<b>Lis-50%-2mm</b>	0,00675
<b>Lis-0%-10mm</b>	0,01131
<b>Lis-0%-7mm</b>	0,01101
<b>Lis-0%-5mm</b>	0,01040
<b>Lis-0%-2mm</b>	0,00675
<b>Vpich-0%kůň</b>	0,01082
<b>Vpich-20%kůň</b>	0,00980
<b>Vpich-50%kůň</b>	0,00888

V tabulce jsou zaznamenány hodnoty v metrech. Hodnota byla nastavovaná při měření tepelné vodivosti u každého měření zvlášť. Tato hodnota byla následně použita pro výpočet hodnoty efektivní tepelné vodivosti- $\lambda$  a výpočet tepelného odporu-R. Pro vzorky pojené lisováním byla použita shodná vzdálenost pro vzorek s obsahem koňských vláken a pro vzorek bez obsahu koňské srsti, které byly pojeny na stejnou vzdálenost.

### 12.1 Výpočet rozdílu teplot mezi teplosměnnými deskami

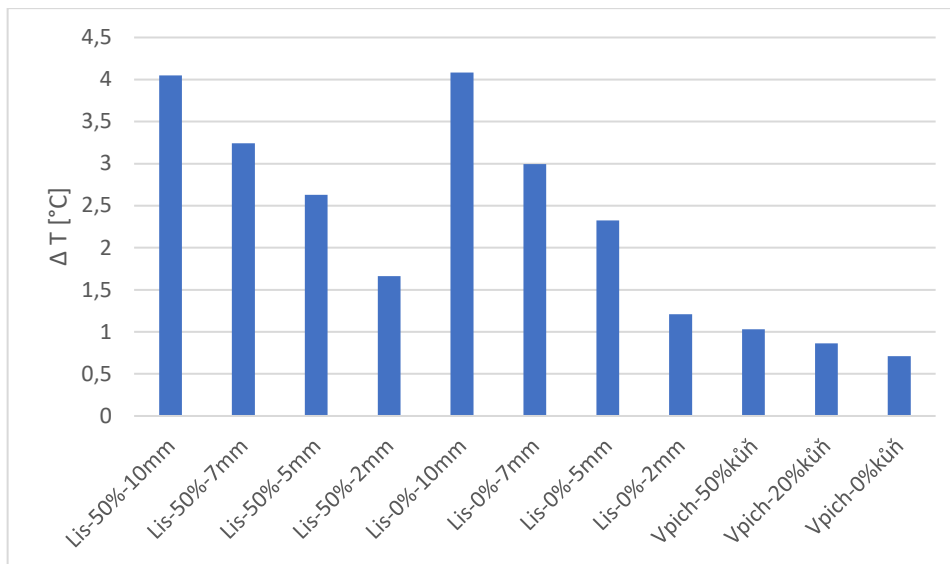
Rozdíl teplot mezi teplosměnnými deskami byl spočítán z hodnot získaných na přístroji pro měření efektivní tepelné vodivosti. Rozdíl teplot byl u všech 11 vzorků počítán pro každý vzorek 10krát. Bylo počítáno podle následující rovnice. Rovnice (3) platí pouze pro nainstalovaný diferenciální termočlánek.

$$\Delta T = 25,2U_2 - 0,1504, \quad (3)$$

$U_2$  – hodnota odečtená z přístroje pro měření tepelné vodivosti značící napětí na diferenciálním termočlátku [mV]

Tabulka 10 - Rozdíl mezi teplosměnnými deskami

Označení vrstvy	Průměrná hodnota $\Delta T$ [°C]	Rozptyl $S^2$	Směrodatná odchylka $s$	95% interval spolehlivosti
<b>Lis-50%-10mm</b>	4,04792	0,03432	0,185258	<3,990801-4,105039>
<b>Lis-50%-7mm</b>	3,24152	0,047727	0,218465	<3,174163-3,308877>
<b>Lis-50%-5mm</b>	2,62916	0,013837	0,11763	<2,592892-2,665428>
<b>Lis-50%-2mm</b>	1,664	0,005363	0,07323	<1,641422-1,686578>
<b>Lis-0%-10mm</b>	4,0832	0,05038	0,224455	<4,013996-4,152404>
<b>Lis-0%-7mm</b>	2,99456	0,097062	0,311548	<2,898503-3,090617>
<b>Lis-0%-5mm</b>	2,32676	0,016236	0,12742	<2,287474-2,366046>
<b>Lis-0%-2mm</b>	1,20788	0,036896	0,192083	<1,148657-1,267103>
<b>Vpich-50%kůň</b>	1,02896	0,003076	0,055465	<1,011859-1,046061>
<b>Vpich-20%kůň</b>	0,86516	0,002547	0,05047	<0,849599-0,880721>
<b>Vpich-0%kůň</b>	0,71144	0,001947	0,04413	<0,697834-0,725046>



Graf 2 - Průměrná hodnota rozdílu mezi teplosměnnými deskami

Nejvyšší průměrný rozdíl teplot mezi teplosměnnými deskami byl naměřen u vzorku označeného Lis-0%-10mm a to 4,0832°C. Naopak nejnižší průměrný teplotní rozdíl mezi teplosměnnými deskami byl naměřen také u vzorku bez obsahu koňské srsti označeného jako Vpich-0%kůň, kde průměrná hodnota rozdílu teplot mezi teplosměnnými deskami byla pouze 0,71144°C. U vzorků s obsahem koňské srsti i u vzorků bez koňské srsti pojených lisováním platilo pravidlo, čím vyšší vzdálenost pojivých desek během pojení, tím vyšší rozdíl mezi teplosměnnými deskami během měření efektivní tepelné vodivosti. Toto pravidlo si můžeme zdůvodnit větší objemností vzorku způsobené větším obsahem vzduchu ve vzorku. U lisovaných vzorků na vzdálenost 7 mm, 5 mm a 2 mm platí, že u vláken s obsahem koňské srsti byl průměrný rozdíl teplot mezi teplosměnnými deskami vždy vyšší o více než 0,2 °C než u vzorků bez příměsi koňské srsti. U vzorků pojených vpichováním platí, že čím více koňských vláken bylo použito na výrobu vrstvy, tím vyšší je její průměrný rozdíl teplot mezi teplosměnnými deskami.

## 12.2 Výpočet efektivní tepelné vodivosti

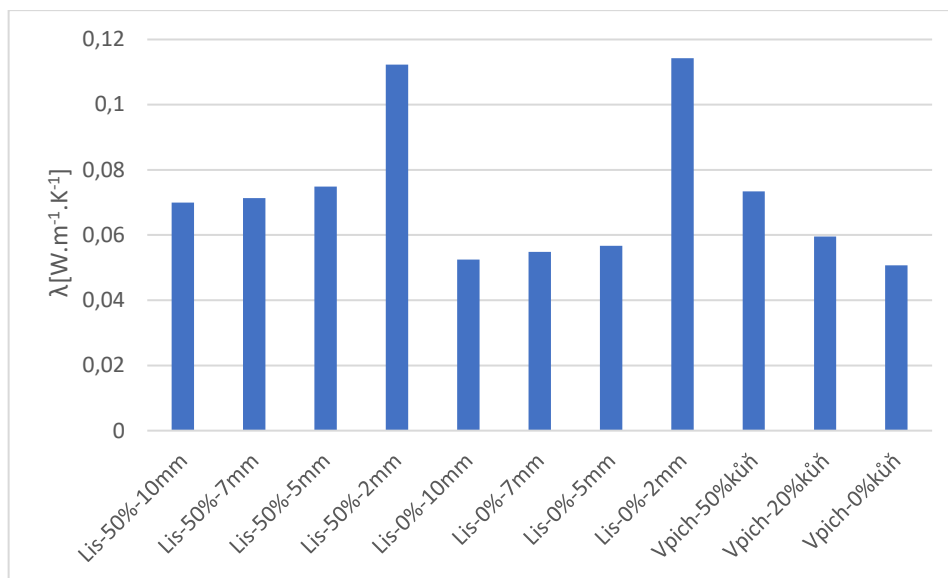
Efektivní tepelná vodivost byla stejně jako rozdíl teplot mezi teplosměnnými deskami počítána z 10 hodnot získaných během 10 měření u každého z 11 vzorků. Pro výpočet byla použita následující rovnice

$$\lambda = \frac{15,94 U_1 L}{\Delta T}, \quad (4)$$

kde L je tloušťka vzorku [m],  $\Delta T$  je rozdíl mezi teplosměnnými deskami [°C],  $U_1$  značí hodnotu napětí na čidle tepelného toku [mV], tato hodnota byla odečtena z přístroje na měření efektivní tepelné vodivosti.

Tabulka 11 - Efektivní tepelná vodivost

Označení vrstvy	Průměrná hodnota $\lambda$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	Rozptyl S <sup>2</sup>	Směrodatná odchylka s	95% interval spolehlivosti
<b>Lis-50%-10mm</b>	0,069962	0,00000275	0,001659	<0,069451-0,070474>
<b>Lis-50%-7mm</b>	0,071317	0,00000523	0,002286	<0,070612-0,072022>
<b>Lis-50%-5mm</b>	0,07483	0,00000273	0,001652	<0,07432-0,075339>
<b>Lis-50%-2mm</b>	0,112312	0,00000641	0,002531	<0,111532-0,113093>
<b>Lis-0%-10mm</b>	0,052517	0,000000318	0,000564	<0,052343-0,05269>
<b>Lis-0%-7mm</b>	0,054822	0,00000126	0,00112	<0,054476-0,055167>
<b>Lis-0%-5mm</b>	0,056745	0,00000346	0,001861	<0,056171-0,057318>
<b>Lis-0%-2mm</b>	0,114208	0,00000724	0,00269	<0,113379-0,115038>
<b>Vpich-50%kůň</b>	0,073424	0,00000603	0,002455	<0,072667-0,074181>
<b>Vpich-20%kůň</b>	0,059526	0,0000186	0,004311	<0,058197-0,060855>
<b>Vpich-0%kůň</b>	0,050711	0,0000143	0,003776	<0,049546-0,051875>



Graf 3 - Průměrná hodnota efektivní tepelné vodivosti

U vzorků pojených lisováním můžeme pozorovat nárůst průměrné hodnoty efektivní tepelné vodivosti u vzorků pojených na menší vzdálenost pojících desek. Rozdíly mezi jednotlivými vzorky stejného složení pojenými na vzdálenost pojivých desek 10 mm, 7 mm a 5 mm nejsou tak markantní oproti rozdílu těchto hodnot s průměrnou hodnotou vzorku pojeného na vzdálenost 2 mm. U vzorků pojených vpichováním platí, čím více je obsaženo koňské srsti ve vzorku, tím větší je průměrná hodnota efektivní tepelné vodivosti.

### 12.3 Počítání tepelného odporu

Z hodnot zjištěných na přístroji pro měření tepelné vodivosti je možné spočítat tepelný odpor. Stejně jako efektivní tepelná vodivost a rozdíl teplot mezi teplosměnnými deskami byl počítán z každého měření zvlášť.

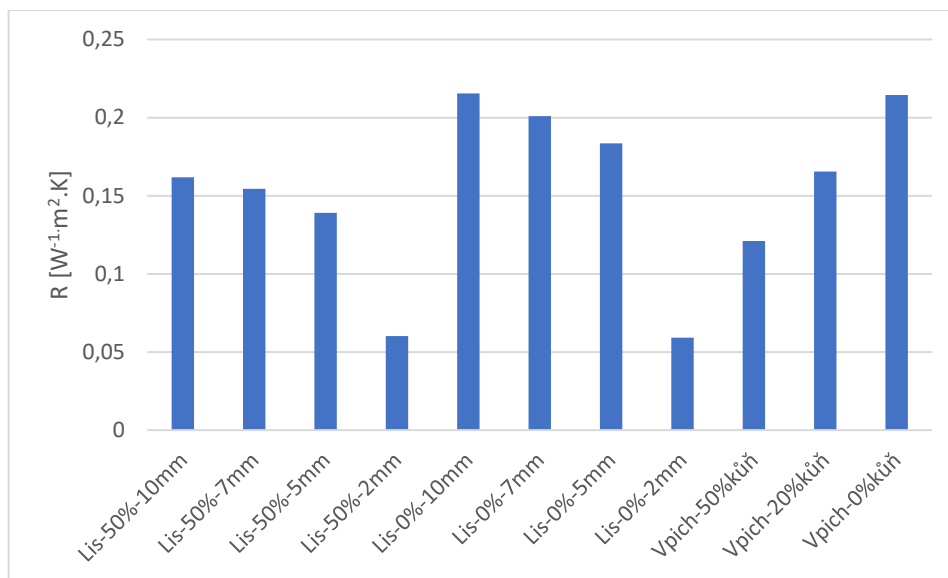
Vzorec pro požitý výpočet tepelného odporu je

$$R = \frac{L}{\lambda}, \quad (5)$$

kde L značí tloušťku vzorku [m] a  $\lambda$  efektivní tepelnou vodivost [Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>].

Tabulka 12 - Tepelný odpor

Označení vrstvy	Průměrná hodnota R [W <sup>-1</sup> .m <sup>2</sup> .K]	Rozptyl S <sup>2</sup>	Směrodatná odchylka s	95% interval spolehlivosti
<b>Lis-50%-10mm</b>	0,16174	0,000016315	0,00404	<0,1605-0,16299>
<b>Lis-50%-7mm</b>	0,15452	0,000024454	0,00495	<0,153-0,15605>
<b>Lis-50%-5mm</b>	0,13904	0,0000094893	0,00308	<0,13809-0,13999>
<b>Lis-50%-2mm</b>	0,06013	0,0000018562	0,00136	<0,05971-0,06055>
<b>Lis-0%-10mm</b>	0,21538	0,0000054549	0,00234	<0,21466-0,2161>
<b>Lis-0%-7mm</b>	0,20091	0,000017336	0,00416	<0,19963-0,20219>
<b>Lis-0%-5mm</b>	0,18346	0,000037024	0,00608	<0,18158-0,18533>
<b>Lis-0%-2mm</b>	0,05913	0,0000019625	0,0014	<0,0587-0,05956>
<b>Vpich-50%kůň</b>	0,12107	0,000016953	0,00412	<0,1198-0,12234>
<b>Vpich-20%kůň</b>	0,16546	0,00016029	0,01266	<0,16155-0,16936>
<b>Vpich-0%kůň</b>	0,2144	0,0002398	0,01549	<0,20963-0,21918>



*Graf 4 - Průměrná hodnota tepelného odporu*

Největší průměrný tepelný odpor byl naměřen u vzorku bez obsahu koňské srsti označeného Lis-0%-10mm. Průměrná hodnota tepelného odporu u tohoto vzorku činila 0,21538 W<sup>-1</sup>m<sup>2</sup>K. Velmi podobnou průměrnou hodnotu tepelného odporu měla vrstva pojená vpichováním rovněž bez obsahu koňské srsti. U vzorků pojených vpichováním můžeme pozorovat růst průměrné hodnoty tepelného odporu při nižším obsahu koňské srsti v pozorovaném vzorku. U všech lisovaných vzorků platí čím větší vzdálenost mezi deskami pojícího lisu tím menší průměrná hodnota tepelného odporu.

### 13 Měření pevnosti v tahu

Měření bylo prováděno na přístroji Instron 4411. Měření proběhlo dle normy NWSP 110.4. R0 (15). Nejprve bylo nutné připravit vzorky. Jednotlivé vzorky byly vystřiženy z vláknenných vrstev. Každý vzorek měl šíři 50 mm. Upínací délka vzorků činila z důvodu nedostatku materiálu a veliké tažnosti 100 mm. Rychlost měření byla 100 mm/min. Z důvodu nedostatku materiálu byla provedena na každé vláknenné vrstvě pouze čtyři měření v podélném a čtyři v příčném směru. Celkem bylo provedeno 88 měření. Každý vzorek se měřil zvlášť. Jako první bylo zapotřebí svísele upevnit vzorek do horních pneumatických čelistí. Následně se vzorek upevnil do spodních čelistí. Po upevnění vzorku do obou čelistí bylo nutné vynulovat předpětí a bylo možné zpustit měření. Pro analýzu výsledků byl zvolen Hornův postup vhodný pro analýzu malých výběrů. V následujících tabulkách značí:

$x_D$  – dolní pivot

$x_H$  – horní pivot

$P_L$  – pivotová polosuma

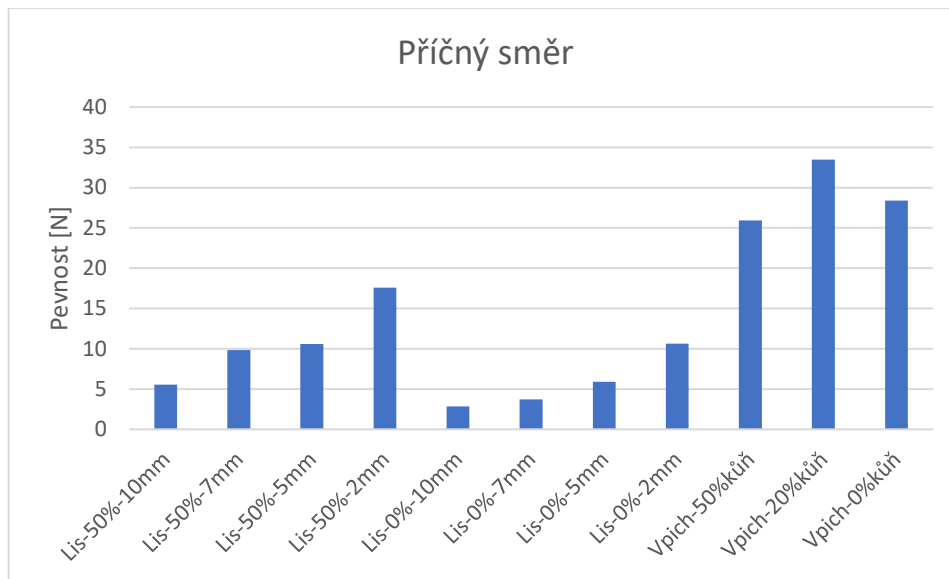
$R_L$  – pivotové rozpětí

95% Interval spolehlivosti střední hodnoty



Tabulka 13 - Pevnost [N] příčný směr

<b>Pevnost [N] příčný směr</b>	<b>X<sub>d</sub></b>	<b>X<sub>h</sub></b>	<b>P<sub>L</sub></b>	<b>R<sub>l</sub></b>	<b>95% Interval spolehlivosti</b>
<b>Lis-50%- 10mm</b>	4,6	6,45	5,525	1,85	<4,1597- 6,8903>
<b>Lis-50%- 7mm</b>	6,46	13,23	9,845	6,77	<4,84874- 14,84126>
<b>Lis-50%- 5mm</b>	8,68	12,48	10,58	3,8	<7,7756- 13,3844>
<b>Lis-50%- 2mm</b>	14,39	20,79	17,59	6,4	<12,8668- 22,3132>
<b>Lis-0%- 10mm</b>	2,71	2,94	2,825	0,23	<2,65526- 2,99474>
<b>Lis-0%- 7mm</b>	3,4	4,03	3,715	0,63	<3,25006- 4,17994>
<b>Lis-0%- 5mm</b>	5,12	6,65	5,885	1,53	<4,75586- 7,01414>
<b>Lis-0%- 2mm</b>	8,42	12,81	10,615	4,39	<7,37518- 13,85482>
<b>Vpich- 50%kůň</b>	16,96	34,89	25,925	17,93	<12,69266- 39,15734>
<b>Vpich- 20%kůň</b>	16,59	50,39	33,49	33,8	<8,5456- 58,4344>
<b>Vpich- 0%kůň</b>	18,52	38,25	28,385	19,73	<13,82426- 42,94574>

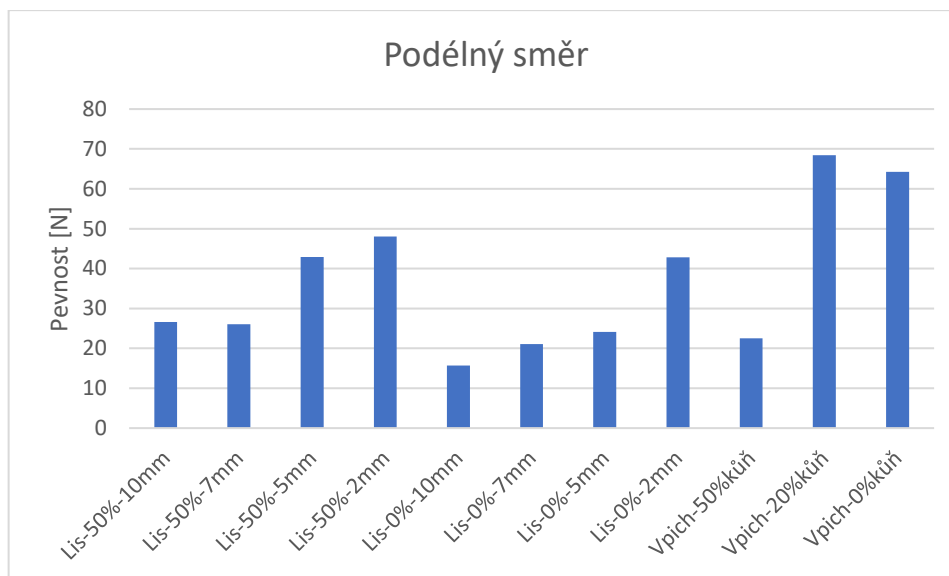


*Graf 5 - Pevnost síla příčný směr*

Z měření pevnosti v příčném směru vyplývá, že vzorky pojené vpichováním jsou odolnější vůči namáhání větší silou, oproti vzorkům pojeným lisováním. U vzorků pojených lisováním můžeme pozorovat růst hodnoty maximální síly při tahové zkoušce v příčném směru v závislosti na klesající vzdálenosti mezi pojivými deskami během pojení. U všech lisovaných vzorků byla naměřena větší pevnost u vzorků s obsahem koňské srsti. Vlákněné vrstvy pojené vpichováním odolávaly mnohem větším silám v porovnání s vrstvami pojenými lisováním. Největší průměrná hodnota maximální síly byla naměřena u vzorku pojeného vpichováním vyrobeného ze směsi obsahující 20 % koňských vláken. Vzorek pojený vpichováním s nejvyšším obsahem koňských vláken, měl nejnižší pevnost mezi vpichovanými vzorky, protože jeho zpevnění nebylo dostatečné.

Tabulka 14 – Pevnost [N] podélný směr

<b>Pevnost [N] podélný směr</b>	<b>X<sub>d</sub></b>	<b>X<sub>h</sub></b>	<b>P<sub>L</sub></b>	<b>R<sub>l</sub></b>	<b>95% Interval spolehlivosti</b>
<b>Lis-50%- 10mm</b>	24,42	28,8	26,61	4,38	<23,37756- 29,84244>
<b>Lis-50%- 7mm</b>	23,29	28,78	26,035	5,49	<21,98338- 30,08662>
<b>Lis-50%- 5mm</b>	35,19	50,68	42,935	15,49	<31,50338- 54,36662>
<b>Lis-50%- 2mm</b>	43,49	52,64	48,065	9,15	<41,3123- 54,8177>
<b>Lis-0%- 10mm</b>	14,22	17,2	15,71	2,98	<13,51076- 17,90924>
<b>Lis-0%- 7mm</b>	18,6	23,57	21,085	4,97	<17,41714- 24,75286>
<b>Lis-0%- 5mm</b>	19,04	29,22	24,13	10,18	<16,61716- 31,64284>
<b>Lis-0%- 2mm</b>	37,18	48,48	42,83	11,3	<34,4906- 51,1694>
<b>Vpich- 50%kůň</b>	14,43	30,55	22,49	16,12	<10,59344- 34,38656>
<b>Vpich- 20%kůň</b>	49,1	87,78	68,44	38,68	<39,89416- 96,98584>
<b>Vpich- 0%kůň</b>	42,41	86,04	64,225	43,63	<32,02606- 96,42394>

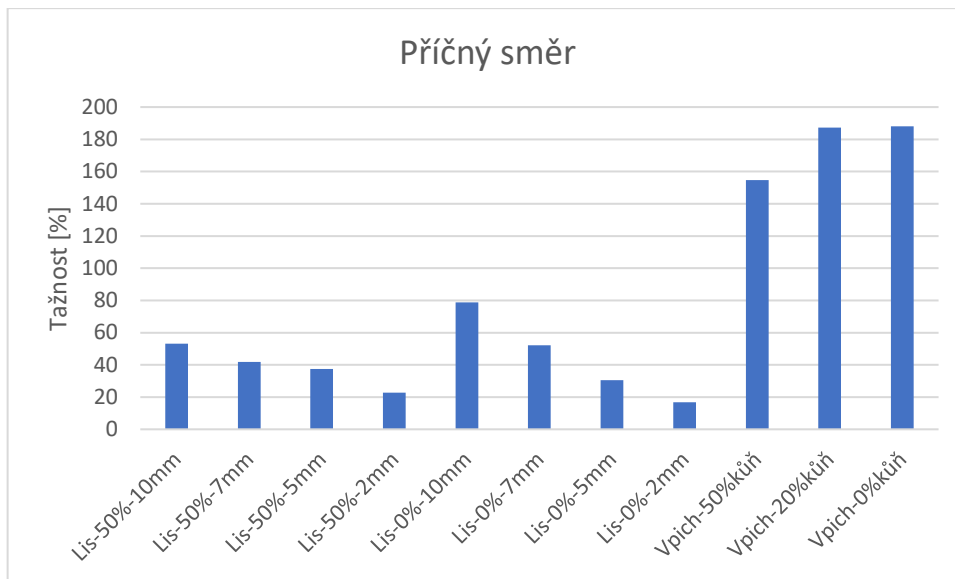


*Graf 6 - Pevnost podélný směr*

Z měření maximální síly v podélném namáhání tahem vyplývá, že vzorky spojené lisováním s obsahem vláken z koňské srsti dosahovaly větších průměrných hodnot pevnosti oproti vzorkům bez obsahu koňských vláken. Stejně tak tomu bylo u tahové zkoušky v příčném směru. U vzorku označeného Vpich-20%kůň můžeme pozorovat větší průměrnou hodnotu pevnosti v porovnání se vzorkem Vpich-0%kůň, způsobenou větší pevností koňských vláken. U vzorku Vpich-50%kůň je průměrná hodnota maximální síly mnohem menší než u ostatních vzorků spojených vpichováním. Nízká pevnost je způsobená menší soudržností zapříčiněnou nízkou obloučkovitostí koňských vláken.

Tabulka 15 – Tažnost [%] příčný směr

<b>Tažnost [%] příčný směr</b>	<b>X<sub>a</sub></b>	<b>X<sub>b</sub></b>	<b>P<sub>L</sub></b>	<b>R<sub>i</sub></b>	<b>95% Interval spolehlivosti</b>
<b>Lis-50%-10mm</b>	43,5405	62,8726	53,20655	19,3321	<38,93946-67,47364>
<b>Lis-50%-7mm</b>	29,5381	54,1265	41,8323	24,5884	<23,68606-59,97854>
<b>Lis-50%-5mm</b>	33,0512	41,8773	37,46425	8,8261	<30,95059-43,97791>
<b>Lis-50%-2mm</b>	17,8721	27,4649	22,6685	9,5928	<15,58901-29,74799>
<b>Lis-0%-10mm</b>	64,7091	92,7896	78,74935	28,0805	<58,02594-99,47276>
<b>Lis-0%-7mm</b>	35,631	68,6256	52,1283	32,9946	<27,77829-76,47831>
<b>Lis-0%-5mm</b>	24,1251	36,8743	30,4997	12,7492	<21,09079-39,90861>
<b>Lis-0%-2mm</b>	14,1257	19,3187	16,7222	5,193	<12,88977-20,55463>
<b>Vpich-50%kůň</b>	143,7063	165,776	154,7412	22,06969	<138,4537-171,0286>
<b>Vpich-20%kůň</b>	165,7893	208,7866	187,288	42,9973	<155,556-219,02>
<b>Vpich-0%kůň</b>	177,3708	198,9472	188,159	21,57641	<172,2356-204,0824>

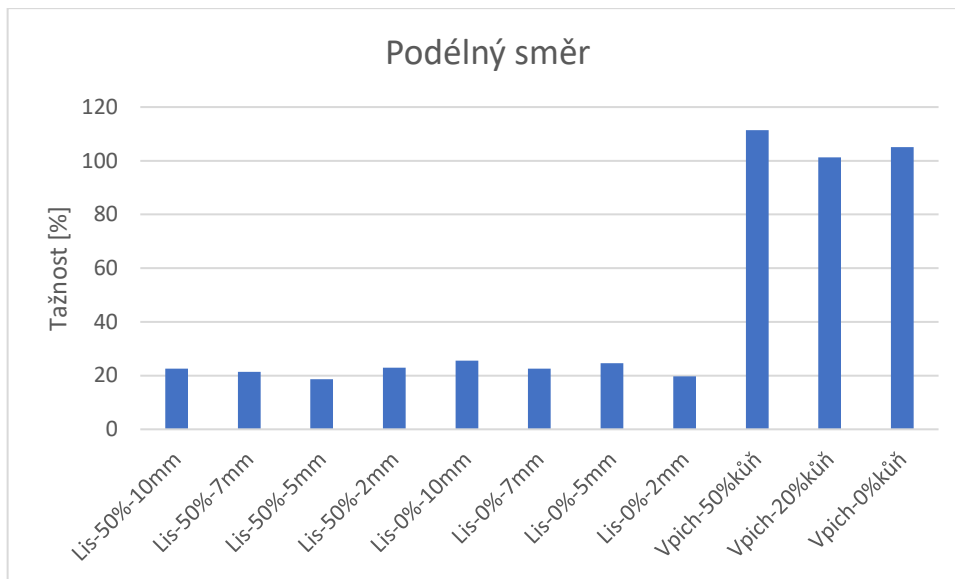


*Graf 7 - Tažnost příčný směr*

Vzorky pojené vpichováním dosahovaly několikanásobně větší tažnosti během tahové zkoušky v příčném směru v porovnání se vzorky pojenými lisováním. Čím více obsahoval vzorek pojený vpichováním koňské srsti, tím nižší byla jeho průměrná hodnota prodloužení při maximální síle. Vzorky pojené lisováním na menší vzdálenost lisovacích desek dosahovaly nižších průměrných hodnot tažnosti během tahové zkoušky v příčném směru.

Tabulka 16 - Protážení [mm] podélný směr

<b>Tažnost [%] podélný směr</b>	<b>X<sub>d</sub></b>	<b>X<sub>h</sub></b>	<b>P<sub>L</sub></b>	<b>R<sub>l</sub></b>	<b>95% Interval spolehlivosti</b>
<b>Lis-50%-10mm</b>	18,6321	26,4649	22,5485	7,8328	<16,76789-28,32911>
<b>Lis-50%-7mm</b>	19,8753	22,9618	21,41855	3,0865	<19,14071-23,69639>
<b>Lis-50%-5mm</b>	16,8689	20,3786	18,62375	3,5097	<16,03359-21,21391>
<b>Lis-50%-2mm</b>	21,2953	24,7084	23,00185	3,4131	<20,48298-25,52072>
<b>Lis-0%-10mm</b>	23,5418	27,6348	25,5883	4,093	<22,56767-28,60893>
<b>Lis-0%-7mm</b>	20,382	24,7117	22,54685	4,3297	<19,35153-25,74217>
<b>Lis-0%-5mm</b>	20,3753	28,8081	24,5917	8,4328	<18,36829-30,81511>
<b>Lis-0%-2mm</b>	18,2088	21,3719	19,79035	3,1631	<17,45598-22,12472>
<b>Vpich-50%kůň</b>	95,2094	127,7007	111,4551	32,4913	<87,47647-135,4336>
<b>Vpich-20%kůň</b>	99,1225	103,4533	101,2879	4,3308	<98,09177-104,484>
<b>Vpich-0%kůň</b>	96,5493	113,706	105,1277	17,1567	<92,46601-117,7893>



*Graf 8 - Tažnost podélný směr*

Průměrná hodnota tažnosti dosahuje u vzorků pojených vpichováním nižších hodnot během zkoušky v podélném směru v porovnání s výsledky z měření v příčném směru. Tažnost v podélném směru je nižší díky vertikálnímu kladení vlákně vrstvy během výroby vzorků. U vzorků pojených lisováním můžeme v podélném směru pozorovat menší rozptýlení hodnot oproti hodnotám příčného směru.



## 14 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda se dá vyrobit netkaná textilie s obsahem koňské srsti, vyrobit vzorky netkaných textilií s obsahem koňské srsti o různých objemových hmotnostech a na daných vzorcích testovat vybrané vlastnosti.

První část práce pojednává o problematice textilního využití zvířecích srstí, které nejsou běžně využívány v textilním průmyslu. Jsou zde popsány vlastnosti a možnosti použití vláken ze srstí různých zvířat.

Experimentální část je zaměřena na koňská vlákna a jejich použití při výrobě netkané textilie, včetně následného zkoumání jejich vybraných vlastností.

Nejprve byl popsán sběr koňských vláken a jejich příprava pro další použití. U vláken byla zkoumána délka, jemnost, pevnost a prodloužení. Následně byly za příměsí koňských vláken na válcovém mykacím stroji vyrobeny vlákenné vrstvy. Vlákenné vrstvy byly kladeny a spojeny různými způsoby. Vlákenné vrstvy kladené vertikálním kladečem pavučiny byly následně spojeny vpichováním. U vrstev, které byly kladené podélně, byl pro spojení použit etážový lis. Na etážovém lisu byly spojeny čtyři vrstvy, každá z nich byla spojena při jiné vzdálenosti vyhřívaných pojících desek etážového lisu. Díky spojení vlákenných vrstev vyrobených stejným postupem, spojených při jiné vzdálenosti pojících desek, vznikly netkané textilie o různých objemových hmotnostech. Stejným způsobem, byly vyrobeny vlákenné vrstvy bez obsahu koňské srsti. Vlákenné vrstvy bez koňských vláken byly následně kladeny a spojeny stejným způsobem, jako vrstvy obsahující koňská vlákna. Objemové hmotnosti všech vyrobených vzorků byly zaznamenány. Vzorky textilií s obsahem koňské srsti měly větší objemové hmotnosti v porovnání se vzorky se stejným postupem výroby bez obsahu koňských vláken. Ten to jev byl způsoben nízkým zkadeřením koňských vláken. Na vzorcích byla testována efektivní tepelná vodivost. Vzorky obsahující koňská vlákna převážně vedla teplo více než vzorky bez obsahu koňských vláken, výjimku tvořily vrstvy spojené lisováním při nejmenší vzdálenosti lisovacích desek, kde hodnota efektivní tepelné vodivosti byla u obou vzorků velmi podobná. Z efektivní tepelné vodivosti byl spočítán tepelný odpor. Vzorky byly dále testovány na trhacím zařízení. Z dat získaných během zkoušky byla zjištěna pevnost a tažnost jednotlivých vzorků. Pevnost i tažnost byly testovány v podélném i příčném směru. U vzorků spojených vpichováním bylo možné pozorovat větší pevnost a tažnost oproti vzorkům spojeným lisováním. Vzorky s obsahem koňské

srsti dosahovaly větších pevností v příčném i podélném směru. Jedinou výjimku tvořila z důvodu nízkého stupně propojení textilie pojená vpichováním vyrobená ze směsi tvořící 50 % koňských vláken.

Jedná se o velmi málo prozkoumané téma, proto by bylo vhodné provést další experimenty zkoumající vlastnosti, jak samotných koňských vláken, tak netkaných textilií z nich vyrobených.

## 15 Seznam literatury

- [1] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. 1. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [2] PILLER, Bohumil a Otto LEVINSKÝ. *Malá encyklopedie textilních materiálů*. Druhé, doplněné vydání. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1982.
- [3] FUČÍK, František. *Technologická encyklopedie textilní: Encyklopedie textilních hmot, Ovčí vlna, srsti, chlupy a přediva příbuzná*. Brno: Textilní ústav českosl., 1948.
- [4] Velbloudí příze. In: *Zoo chleby* [online]. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <http://www.zoochleby.cz/tricko-z-pavuciny-nebo-svetr-z-pizmone-s-knofliky-z-mleka-5322/>
- [5] Koňské žíně. In: *Veneti* [online]. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.veneti.cz/konske-zine>
- [6] KAPITZKE, Gerhard. *Kůň od A do Z: plemena, chov, chování, jezdeckví, spřežení*. 1. Praha: Brázda, 2008. ISBN 978-80-209-0363-1.
- [7] OSTHAUS, B., L. PROOPS, S. LONG, N. BELL, K. HAYDAY a F. BURDEN. Hair coat properties of donkeys, mules and horses in a temperate climate. *Equine Veterinary Journal*. Fordham, 2018, **2018**(3), 339-342. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/evj.12775>. ISSN 04251644.
- [8] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. *Netkané textilie*. 1. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-708-3746-2.
- [9] KUTATELADZE, S.S. a V.M. BOŘIŠANSKIJ, Miroslav HIBŠ. *Příručka sdílení tepla*. První vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1962.
- [10] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika: Mechanika - Termodynamika*. 1. Brno: VUTIUM, 2000. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1868-0.
- [11] DOSTALOVÁ, Mirka a Mária KŘIVÁNKOVÁ. *Základy textilní a oděvní výroby*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, 2001. ISBN 80-708-3504-4.

- [12] Příručka textilního odborníka: sv.2. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981.
- [13] Laboratoř poloprovozu. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI: Fakulta textilní [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-netkanych-textilii-a-nanovlakennych-materialu-laboratore/laborator-poloprovozu>
- [14] Vibroskop-500. Lenzing-instruments [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://lenzing-instruments.com/vibroskop-500/>
- [15] Vibroskop. In: *Rycobel* [online]. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: [https://www.rycobel.com/assets/uploads/downloads/automatic-tenacity-vibroskop-tenacity-and-elongation-vibrodyn/D-51-07-Vibroskop\\_4002.pdf](https://www.rycobel.com/assets/uploads/downloads/automatic-tenacity-vibroskop-tenacity-and-elongation-vibrodyn/D-51-07-Vibroskop_4002.pdf)
- [16] Vibrodyn 400. In: *Lenzing-instruments* [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: [https://www.cromocol.dk/pdf/238\\_vibrodyn400.pdf](https://www.cromocol.dk/pdf/238_vibrodyn400.pdf)
- [17] Vibrodyn. In: *FAU* [online]. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: [https://www.lsp.tf.fau.eu/industrie/ausstattung/#collapse\\_4](https://www.lsp.tf.fau.eu/industrie/ausstattung/#collapse_4)
- [18] Instron. In: *The Lab World Group* [online]. [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.thelabworldgroup.com/instron-4411-tensile-strength-tester>
- [19] Instron. In: TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI: Fakulta textilní [online]. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-technologie-a-struktur-laboratore/instron>
- [20] Měření tepelné vodivosti *objemných materiálů*: Measurement of thermal conductivity of bulky materials. Návod na cvičení.

## 16 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Ovce merinová [1].....	11
Obrázek 2 - Velbloudí příze [4] .....	12
Obrázek 3 – Alpaka [4].....	13
Obrázek 4 - Qiviut - pižmoní příze [4].....	14
Obrázek 5 - Koza angorská [4] .....	15
Obrázek 6 - Koňské žíně [5] .....	18
Obrázek 7 - Koňské vlákno, elektronový mikroskop Ing. Jana Grabmüllerová .....	19
Obrázek 8 - Koňská srst, foto vlastní .....	20
Obrázek 9 – Vertikální příčný kladeč pavučiny [8] .....	24
Obrázek 10 - Schéma vpichovacího stroje [8] .....	25
Obrázek 11 - Bikomponentní vlákna [8].....	26
Obrázek 12 - Vibroskop 400 [15] .....	28
Obrázek 13 - Vibrodyn 400 [17].....	29
Obrázek 14 - Instron 4411 [19].....	29
Obrázek 15 - Příklad na měření tepelné vodivosti objemných materiálů [20] .....	30
Obrázek 16 - Graf tažnosti vláken .....	35
Obrázek 17 - Graf průměrné tažnosti vláken .....	35

## 17 Seznam grafů

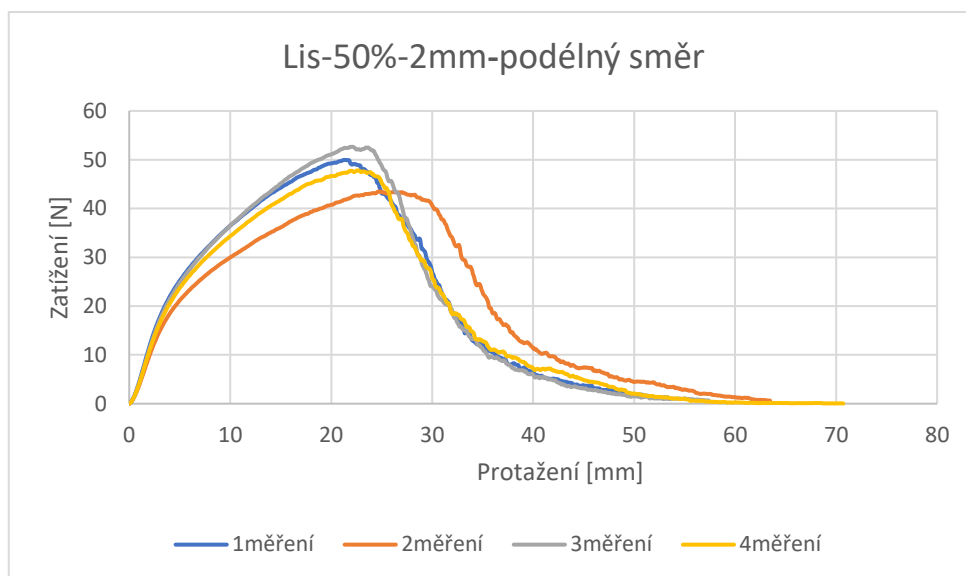
Graf 1 - Četnost jednotlivých tříd .....	33
Graf 2 - Průměrná hodnota rozdílu mezi teplosměnnými deskami .....	43
Graf 3 - Průměrná hodnota efektivní tepelné vodivosti .....	45
Graf 4 - Průměrná hodnota tepelného odporu .....	47
Graf 5 - Pevnost síla příčný směr .....	50
Graf 6 - Pevnost podélný směr .....	52
Graf 7 - Tažnost příčný směr .....	54
Graf 8 - Tažnost podélný směr .....	56

## 18 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Délka a šířka koňských vláken [7] .....	20
Tabulka 2- Tepelná vodivost a související parametry pro amorfní polymery [1] .....	22
Tabulka 3 – Zastoupení vláken v jednotlivých třídách .....	32
Tabulka 4 - Délka vláken .....	32
Tabulka 5 – Četnost vláken v jednotlivých třídách .....	33
Tabulka 6 - Hodnoty vláken naměřené na přístrojích Vibroskop 400 a Vibrodyn 400 .....	34
Tabulka 7 - Přehled vyrobených vlákenných vrstev .....	38
Tabulka 8 - Objemová hmotnost vzorků .....	39
Tabulka 9 - Tloušťka vzorku .....	41
Tabulka 10 - Rozdíl mezi teplosměnnými deskami .....	42
Tabulka 11 - Efektivní tepelná vodivost .....	44
Tabulka 12 - Tepelný odpor .....	46
Tabulka 13 - Pevnost [N] příčný směr .....	49
Tabulka 14 – Pevnost [N] podélný směr .....	51
Tabulka 15 – Tažnost [%] příčný směr .....	53
Tabulka 16 - Protažení [mm] podélný směr .....	55

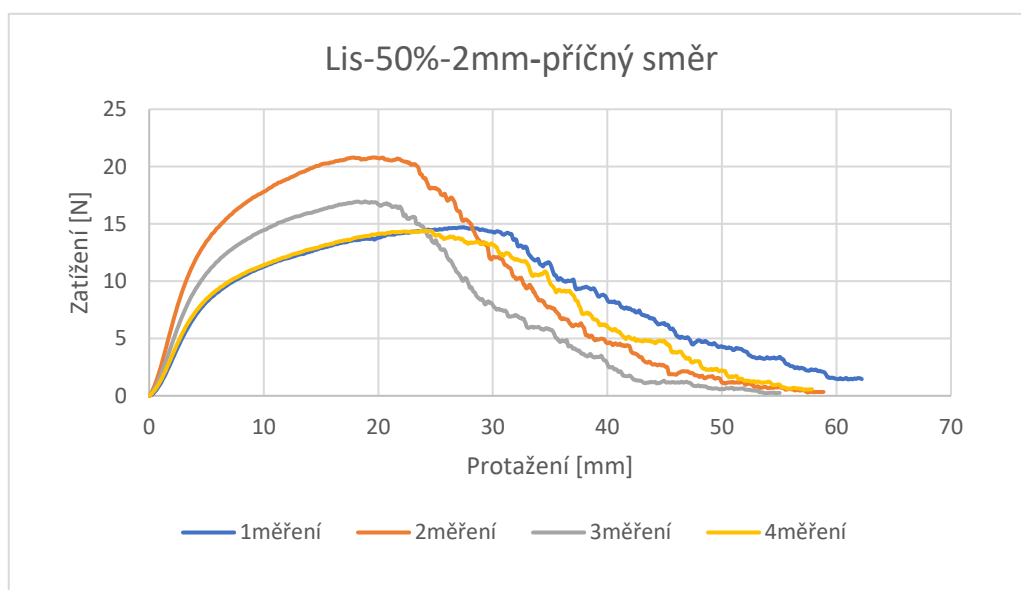
## Přílohy

### A Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-50%-2mm



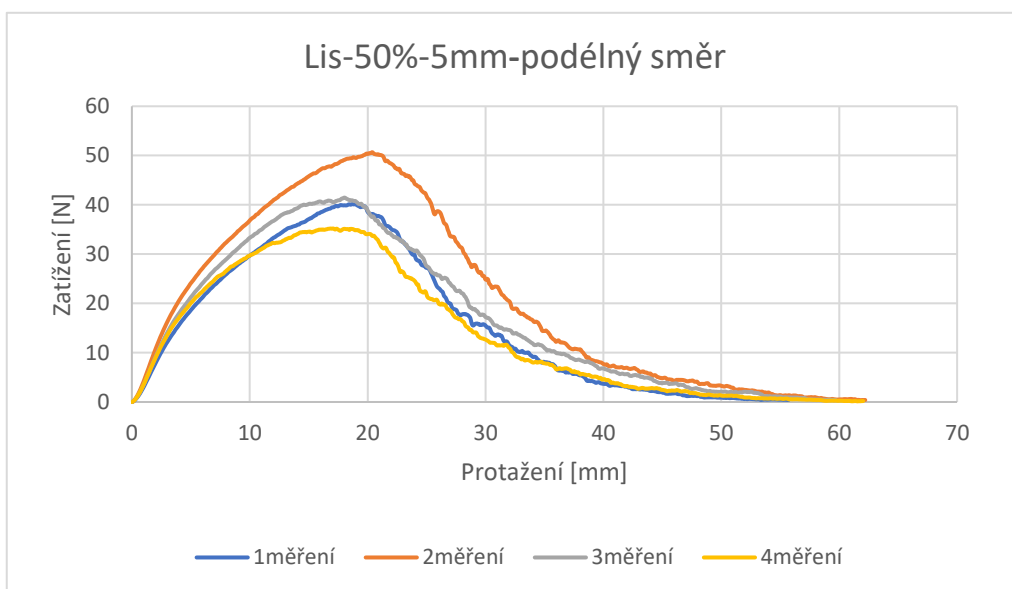
<b>Lis-50%-2mm podélný směr</b>	<b>Maximální síla [N]</b>	<b>Protažení [mm]</b>
<b>1 měření</b>	49,96	21,2953
<b>2 měření</b>	43,49	24,7084
<b>3 měření</b>	52,64	21,8785
<b>4 měření</b>	47,81	22,6285

### B Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-50%-2mm



<b>Lis-50%-2mm příčný směr</b>	<b>Maximální síla [N]</b>	<b>Protažení [mm]</b>
<b>1 měření</b>	14,71	27,4649
<b>2 měření</b>	20,79	17,8721
<b>3 měření</b>	16,96	18,8787
<b>4 měření</b>	14,39	24,2117

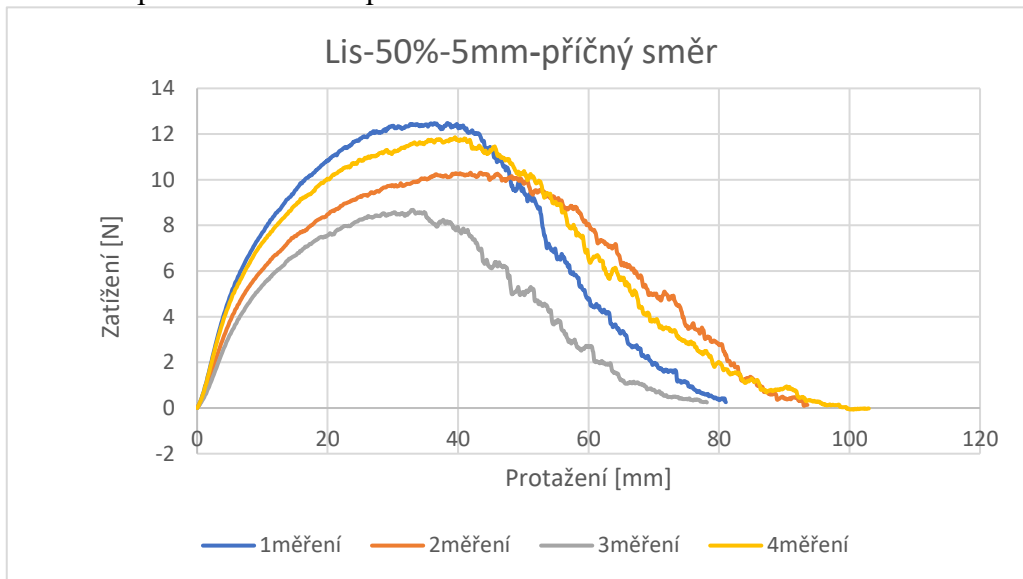
C Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-50%-5mm



<b>Lis-50%-5mm podélný směr</b>	<b>Maximální síla [N]</b>	<b>Protažení [mm]</b>
<b>1 měření</b>	40,17	18,7121
<b>2 měření</b>	50,68	20,3786
<b>3 měření</b>	41,46	18,0455
<b>4 měření</b>	35,19	16,8689

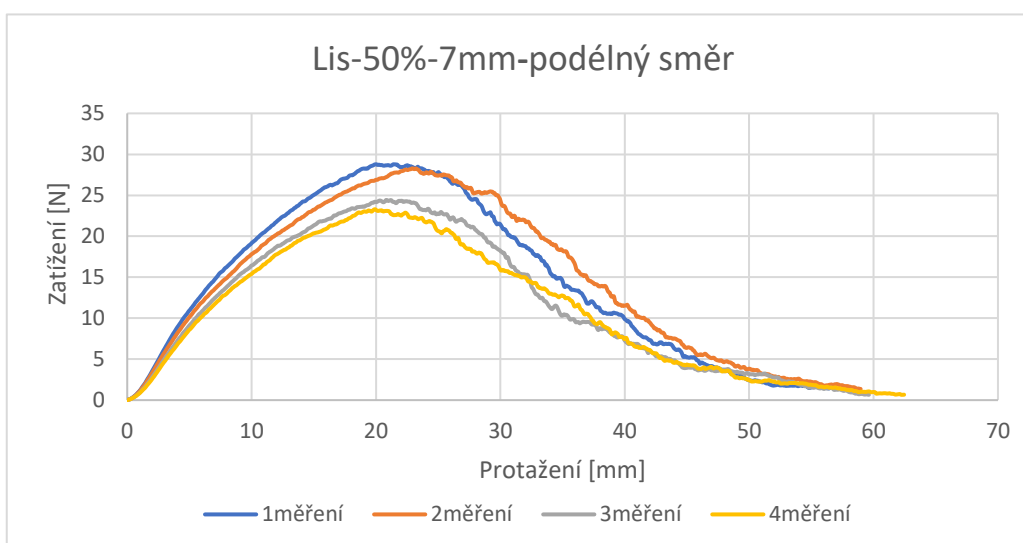


D Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-50%-5mm



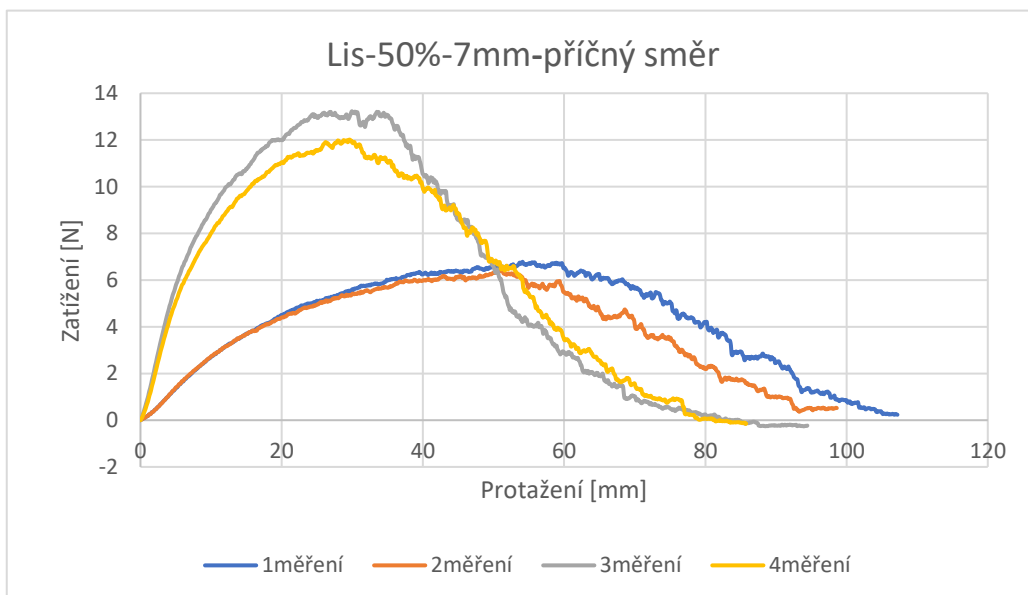
<b>Lis-50%-5mm příčný směr</b>	<b>Maximální síla [N]</b>	<b>Protažení [mm]</b>
<b>1 měření</b>	12,48	38,3775
<b>2 měření</b>	10,3	41,8773
<b>3 měření</b>	8,68	33,0512
<b>4 měření</b>	11,86	39,5408

E Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-50%-7mm



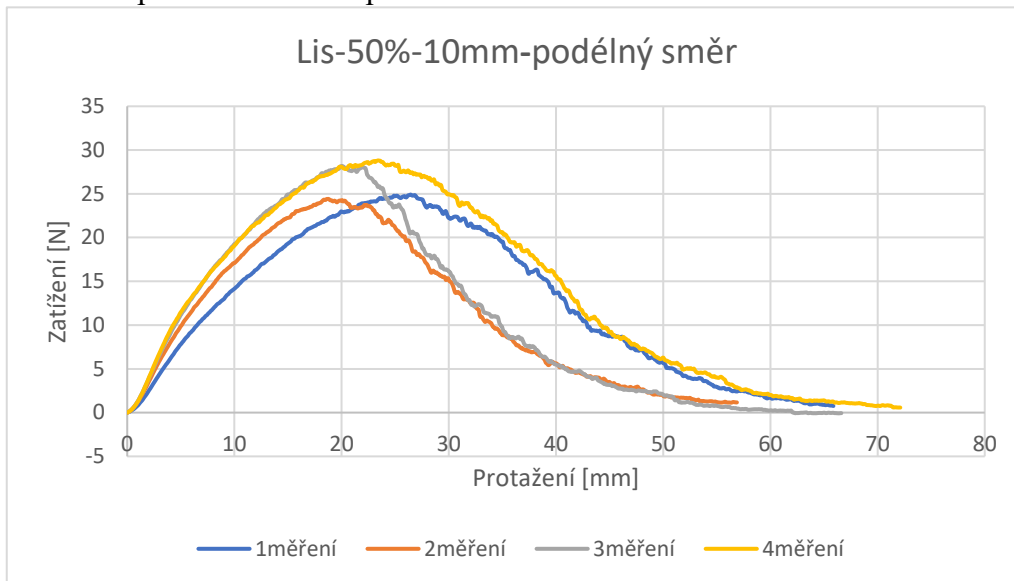
<b>Lis-50%-7mm podélný směr</b>	<b>Maximální síla [N]</b>	<b>Protažení [mm]</b>
<b>1 měření</b>	28,78	19,9587
<b>2 měření</b>	28,28	22,9618
<b>3 měření</b>	24,42	20,7953
<b>4 měření</b>	23,29	19,8753

F Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-50%-7mm



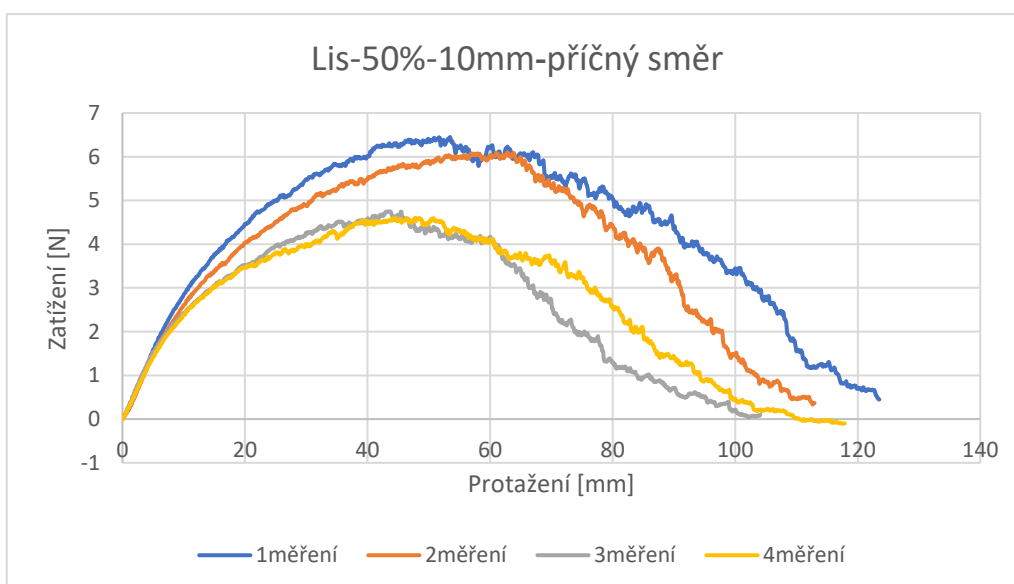
<b>Lis-50%-7mm příčný směr</b>	<b>Maximální síla [N]</b>	<b>Protažení [mm]</b>
<b>1 měření</b>	6,78	54,1265
<b>2 měření</b>	6,46	51,2033
<b>3 měření</b>	13,23	29,9547
<b>4 měření</b>	12,01	29,5381

### G Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-50%-10mm



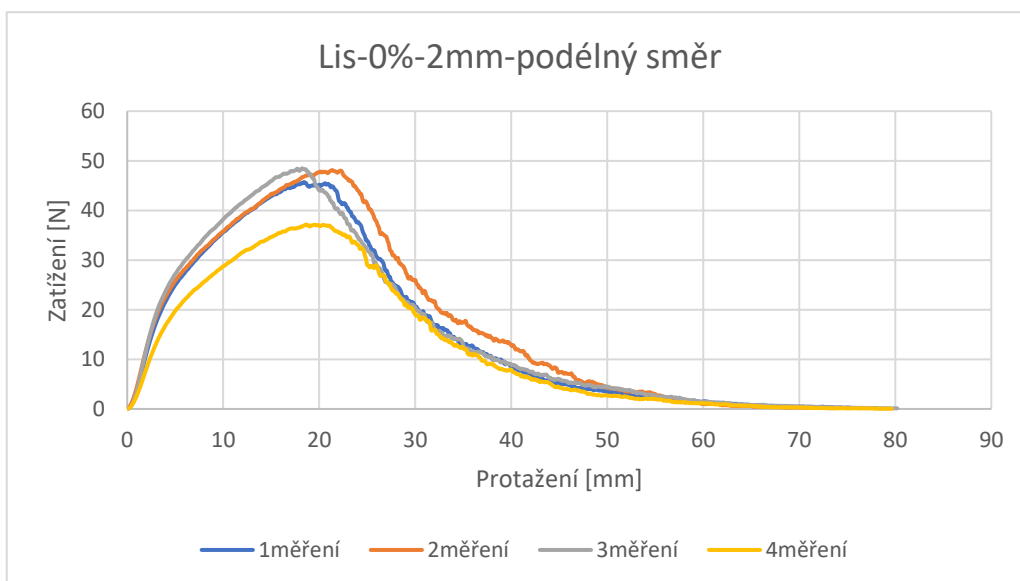
Lis-50%-10mm podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	24,91	26,4649
2 měření	24,42	18,6321
3 měření	28,19	20,042
4 měření	28,8	23,3751

### H Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-50%-10mm



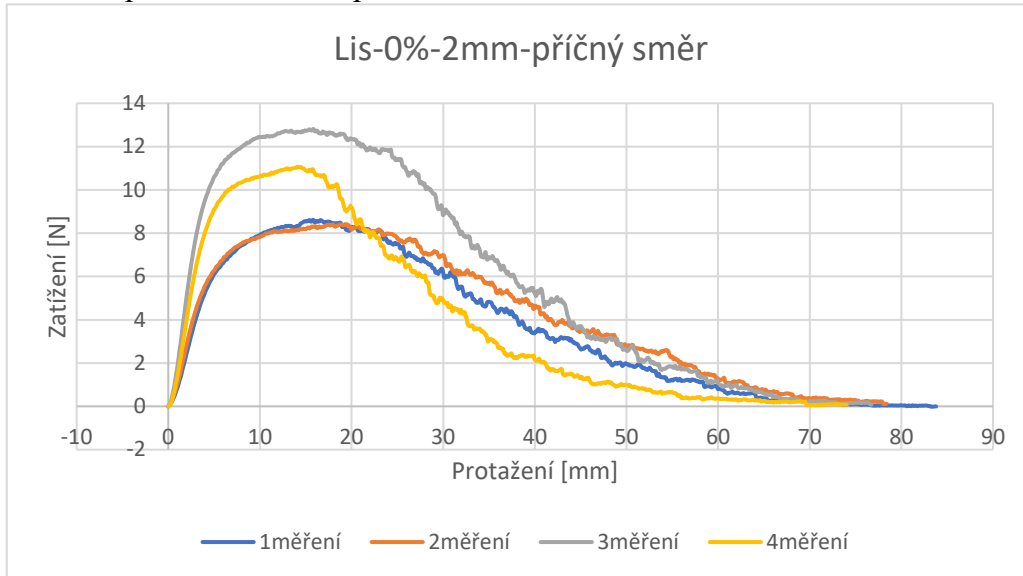
Lis-50%-10mm příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	6,45	53,4532
2 měření	6,1	62,8726
3 měření	4,75	43,5405
4 měření	4,6	44,6271

H Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-0%-2mm



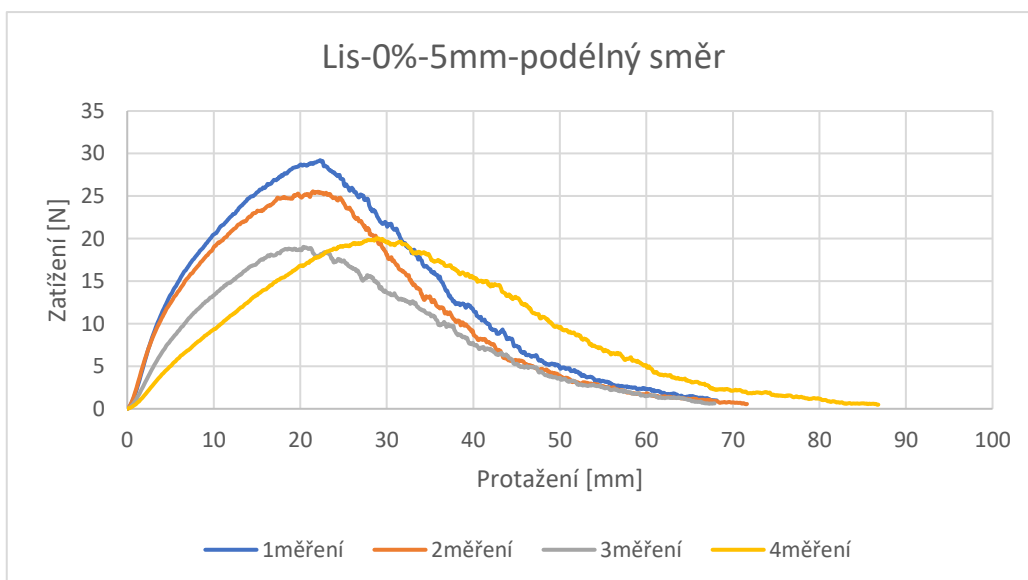
Lis-0%-2mm podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	45,69	18,3688
2 měření	48,13	21,3719
3 měření	48,48	18,2088
4 měření	37,18	18,6354

I Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-0%-2mm



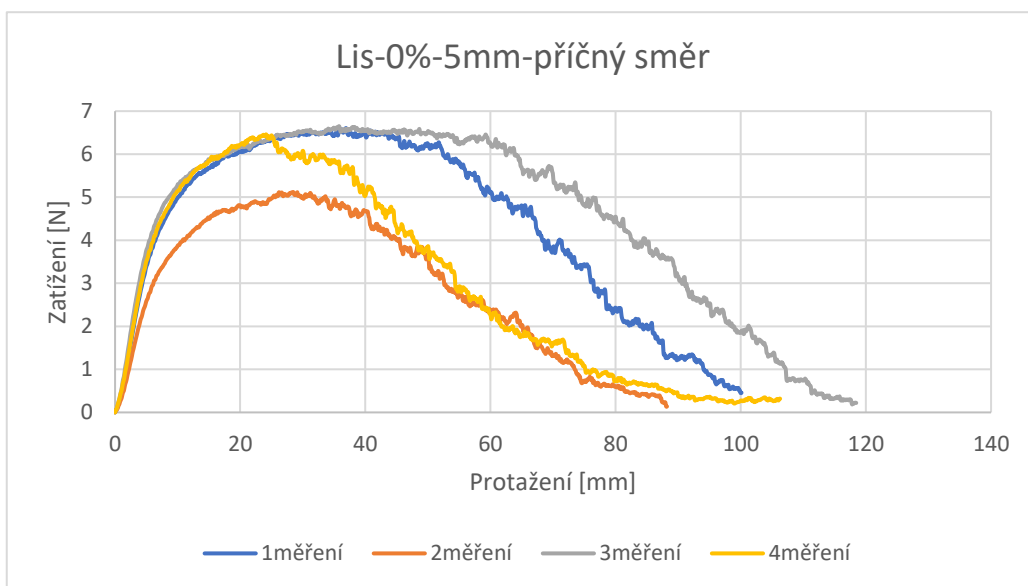
Lis-0%-2mm příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	8,62	15,7923
2 měření	8,42	19,3187
3 měření	12,81	15,7956
4 měření	11,08	14,1257

J Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-0%-5mm



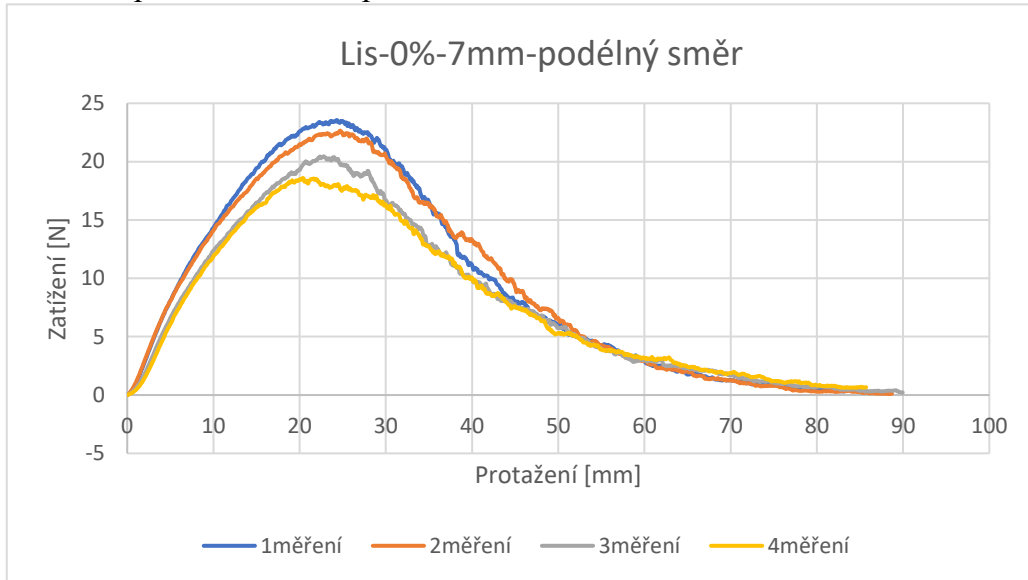
Lis-0%-5mm podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	29,22	22,2952
2 měření	25,56	21,4552
3 měření	19,04	20,3753
4 měření	20,05	28,8081

K Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-0%-5mm



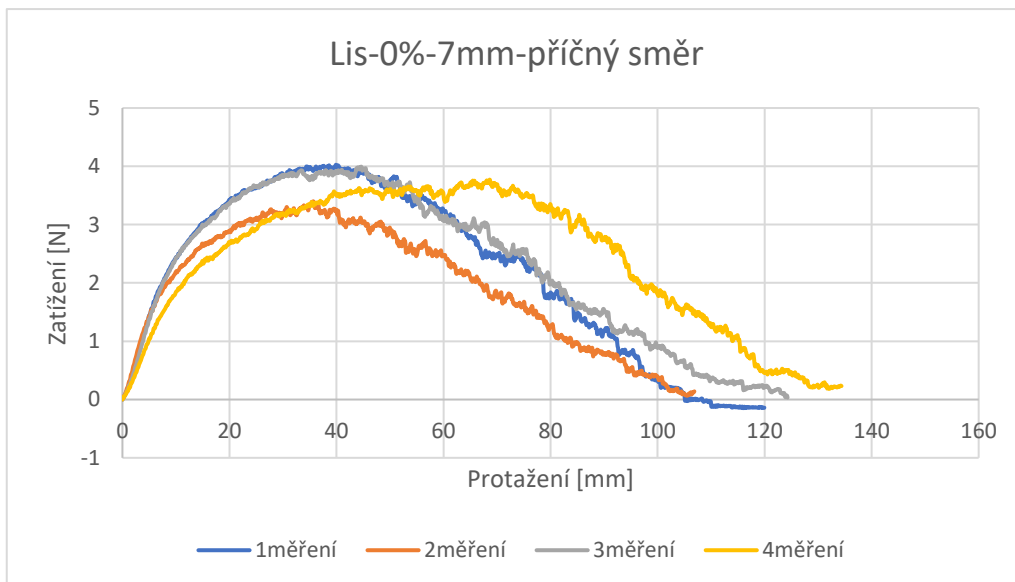
Lis-0%-5mm příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	6,61	36,8743
2 měření	5,12	28,4615
3 měření	6,65	35,791
4 měření	6,46	24,1251

L Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-0%-7mm



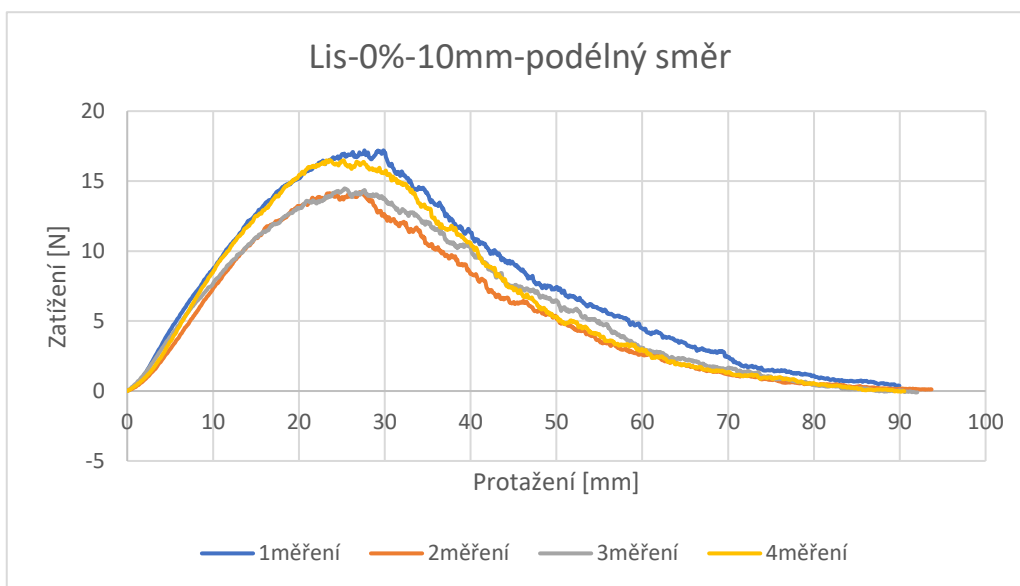
Lis-0%-7mm podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	23,57	24,2984
2 měření	22,66	24,7117
3 měření	20,46	22,7918
4 měření	18,6	20,382

M Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-0%-7mm



Lis-0%-7mm příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	4,03	39,8774
2 měření	3,4	35,631
3 měření	3,99	44,6271
4 měření	3,77	68,6256

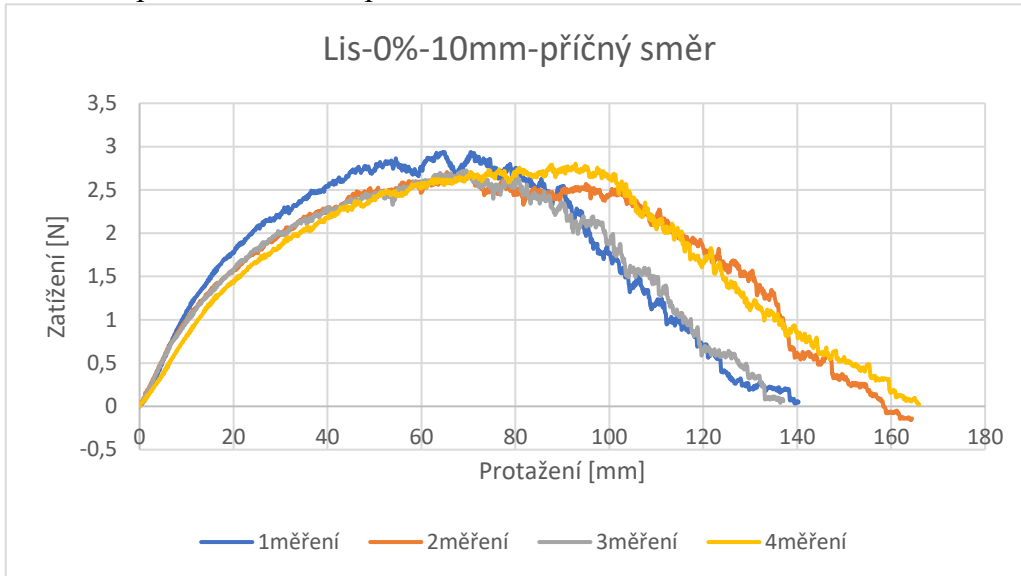
N Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Lis-0%-10mm



Lis-0%-10mm podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	17,2	27,6348
2 měření	14,22	27,2082
3 měření	14,47	25,295
4 měření	16,5	23,5418

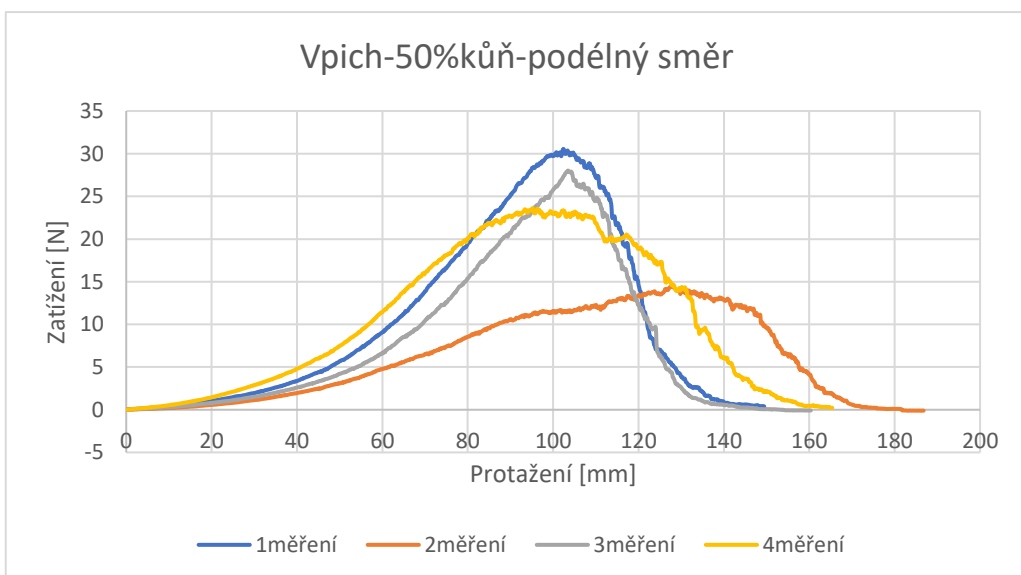


O Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Lis-0%-10mm



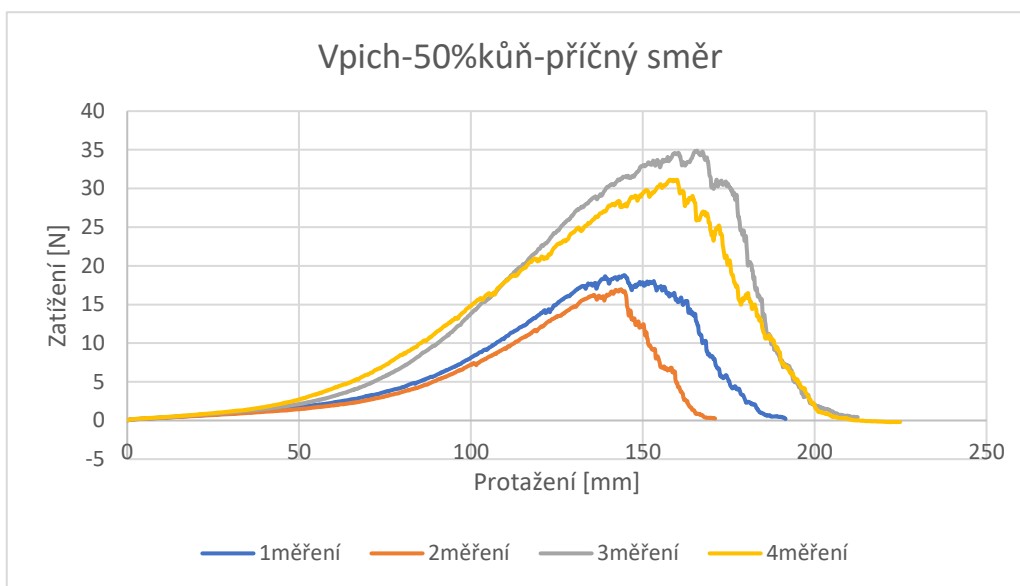
Lis-0%-10mm příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	2,94	64,7091
2 měření	2,71	65,4558
3 měření	2,72	69,5455
4 měření	2,8	92,7896

P Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Vpich-50%kůň



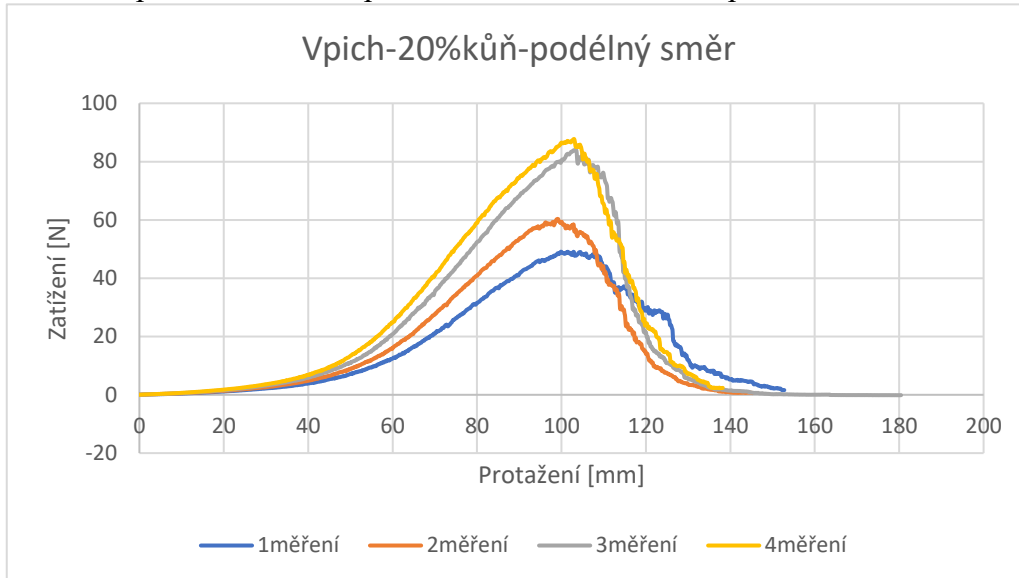
Vpich-50%kůň podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	30,55	102,4534
2 měření	14,43	127,7007
3 měření	28,01	103,4533
4 měření	23,62	95,2094

Q Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Vpich-50%kůň



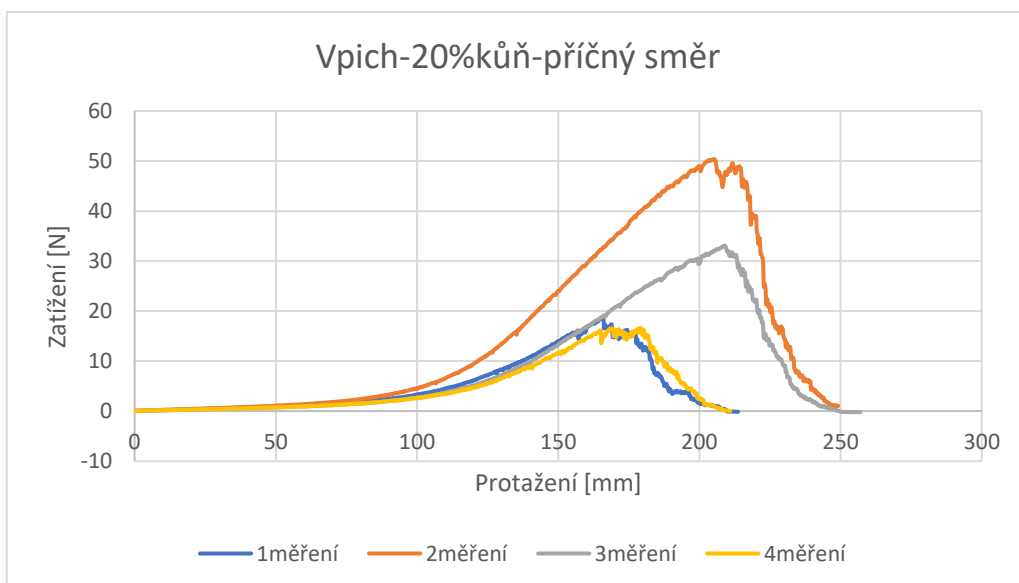
Vpich-50%kůň příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	18,8	144,6196
2 měření	16,96	143,7063
3 měření	34,89	165,776
4 měření	31,14	159,963

## R Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Vpich-20%kůň



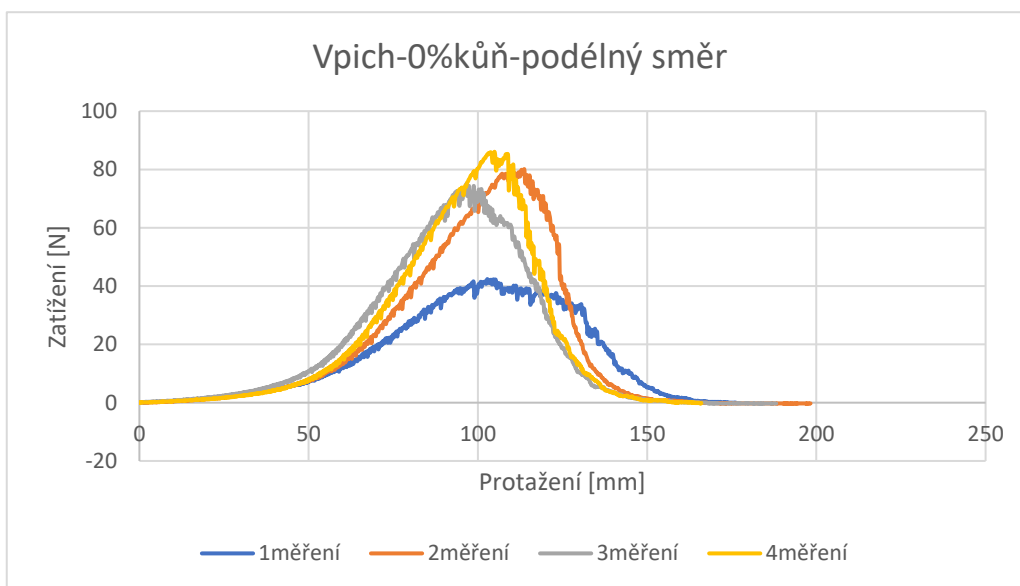
Vpich-20%kůň podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	49,1	99,8736
2 měření	60,35	99,1225
3 měření	84,03	103,4533
4 měření	87,78	102,9622

## S Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Vpich-20%kůň



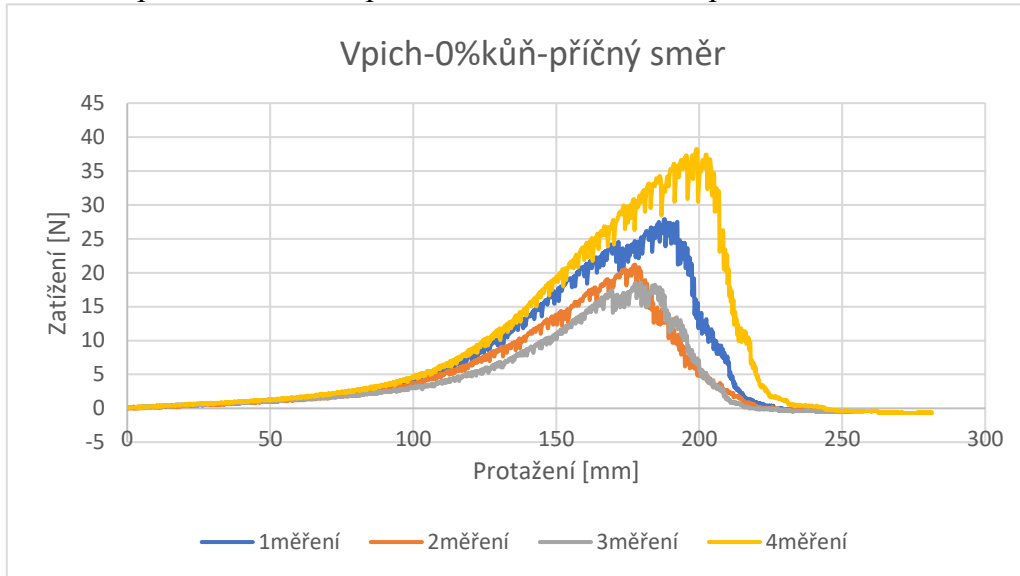
Vpich-20%kůň příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	18,71	165,7893
2 měření	50,39	205,0357
3 měření	33,07	208,7866
4 měření	16,59	178,7796

T Měření pevnosti v tahu v podélném směru u vzorku Vpich-0%kůň



Vpich-0%kůň podélný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
1 měření	42,41	102,7823
2 měření	80,13	113,706
3 měření	75,03	96,5493
4 měření	86,04	104,8688

U Měření pevnosti v tahu v příčném směru u vzorku Vpich-0%kůň



Vpich-0%kůň příčný směr	Maximální síla [N]	Protažení [mm]
<b>1 měření</b>	27,91	187,779
<b>2 měření</b>	21,2	177,3708
<b>3 měření</b>	18,52	177,6152
<b>4 měření</b>	38,25	198,9472