



Vliv vpichovacích jehel na finální vlastnosti netkané textilie

Bakalářská práce

Studijní program:

B3107 Textil

Studijní obor:

Textilní technologie, materiály a nanomateriály

Autor práce:

Lenka Minářová

Vedoucí práce:

Ing. Ondřej Novák, Ph.D.

Katedra netkaných textilií a nanovlákných materiálů





Zadání bakalářské práce

Vliv vpichovacích jehel na finální vlastnosti netkané textilie

Jméno a příjmení: Lenka Minářová
Osobní číslo: T18000228
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Zadávací katedra: Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů
Akademický rok: 2020/2021

Zásady pro vypracování:

1. Provedte rešerši na téma vpichovací jehly. Zabývejte se zejména vlivy geometrie jehly na výsledné vlastnosti textilie.
2. Připravte sérii vzorků lišících se typem použité jehly, gramáží, počtem a hloubkou vpichů, popř. i druhem polymeru.
3. Vzorky odpovídajících plošných hmotností porovnejte z hlediska vlivu typu jehly na výsledné mechanické vlastnosti a také změn vzniklých přeorientací struktury např. jako stupeň poškození vláken.
4. Výsledky vyhodnoťte diskutujte

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

dle potřeby dokumentace
40-60 dle potřeby
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

1. PATEL, M., BHRAMBHATT, D. Nonwoven technology for unconventional fabrics [online]. Vadodara: M.S.University [cit. 8.4.2021].
2. RUSSEL, S.J. Handbook of nonwovens [online]. Boca Raton, Fla. Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007 [cit. 13.5.2021]. ISBN-13: 978-1-84569-199-8.
3. JIRSÁK, O., MACKOVÁ I. Netkané textilie. Technická univerzita v Liberci, Liberec 2001. ISBN 80-7083-511-7

Vedoucí práce:

Ing. Ondřej Novák, Ph.D.
Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Datum zadání práce:

1. listopadu 2020

Předpokládaný termín odevzdání:

7. ledna 2022

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

L.S.

doc. Ing. Jiří Chvojka, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 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.

21. prosince 2021

Lenka Minářová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Ondřeji Novákovi, Ph.D. za věcné připomínky, konzultace a odbornou pomoc při vedení této práce. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině za psychickou podporu a možnost věnovat se studiu.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá studiem vpichovaných netkaných textilií a způsobem, jakým ovlivňují vpichovací jehly finální vlastnosti netkané textilie.

Úvodní část práce je věnována seznámení se s netkanými textiliemi.

Teoretická část se zaměřuje na rešerši procesu výroby netkaných textilií se zaměřením na mechanické zpevnování vpichováním. Dále jsou zde zobrazeny a popsány vpichovací jehly, které byly využity v experimentální části.

V experimentální části je sledově popsán postup výroby vpichované textilie, zhotovení vzorků a otestování mechanických vlastností. Také jsou zde uvedeny dosažené výsledky, které jsou dále rozebrány a vyhodnoceny. Cílem této práce je ověření vlivu vpichovacích jehel na výslednou textilií.

Klíčová slova: netkaná textilie, vpichování, vpichovací jehla, pevnost, tažnost, ohyb

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the study of needled nonwovens and how needles influence the final properties of nonwovens.

The first part of the work is devoted to getting basic view of Nonwovens.

The theoretical part focused on research of the production process of Nonwovens with a focus on mechanical bonding by needling. The needles used in the experimental section are also shown and described here.

The experimental parts describe the process of production of needle fabrics, making samples and testing mechanical properties. There are also achieved results, which are further analysed and evaluated. The main aim of this work is to verify the effect of needles on the final fabric.

Keywords: nonwoven fabric, needling, needling needles, tensile strength, elongation, bending

OBSAH

1.	ÚVOD	11
2.	NETKANÁ TEXTILIE	12
3.	TECHNOLOGIE VÝROBY NETKANÉ TEXTILIE.....	14
3.1.	TVORBA VLÁKENNÉ VRSTVY	14
3.1.1.	Mykání	15
3.1.2.	Příčné kladení.....	16
3.2.	POJENÍ VLÁKENNÉ VRSTVY	17
3.3.	FINÁLNÍ ÚPRAVY	17
4.	VPICHOVÁNÍ.....	18
4.1.	PROCES VPICHOVÁNÍ	18
4.2.	PROCESNÍ PARAMETRY	19
4.2.1.	Počet vpichů na jednotku plochy textilie	19
4.2.2.	Hloubka vpichu	20
4.2.3.	Ostatní faktory.....	22
4.3.	MATERIÁLOVÉ PARAMETRY	22
4.4.	VPICHOVACÍ JEHLA	22
5.	PRAKTICKÁ ČÁST	26
5.1.	PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	27
5.1.1.	VÝROBA VPICHOVANÉ TEXTILIE	29
5.1.2.	PŘÍPRAVA VZORKŮ	31
5.2.	TESTOVÁNÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ	32
5.2.1.	PEVNOST V TAHU A TAŽNOST	33
5.2.2.	OHYBOVÁ TUHOST	40
6.	DISKUZE VÝSLEDKŮ	44
7.	ZÁVĚR	46
8.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
9.	PŘÍLOHY	50

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: PILKOVÝ PRACOVNÍ POVLAK. [4]	15
OBRÁZEK 2: VZÁJEMNÉ POSTAVENÍ HROTŮ PRACOVNÍCH POVLAKŮ. [3] ...	15
OBRÁZEK 3: PRINCIP MYKÁNÍ. [11]	16
OBRÁZEK 4: VERTIKÁLNÍ PŘÍČNÝ KLADEČ. [12].....	17
OBRÁZEK 5: SCHÉMA VPICHOVACÍHO STROJE: vlákenná vrstva, přiváděcí ústrojí, jehelná deska, jehly, opěrný rošt, stírací rošt. [13]	18
OBRÁZEK 6: ZOBRAZENÍ ZÁVISLOSTI ORIENTACE VLÁKEN NA POČTU VPICHŮ A PLOŠNÉ HMOTNOSTI TEXTILIE. [14].....	20
OBRÁZEK 7: ZOBRAZENÍ ZÁVISLOSTI ORIENTACE VLÁKEN NA HLOUBCE VPICHU A PLOŠNÉ HMOTNOSTI TEXTILIE. [14].....	21
OBRÁZEK 8: ZOBRAZENÍ ZÁVISLOSTI HLOUBKY A HUSTOTY VPICHU NA PEVNOSTI TEXTILIE. [15].....	21
OBRÁZEK 9: ZOBRAZENÍ JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ JEHLY. [4].....	22
OBRÁZEK 10: ZOBRAZENÍ HROTŮ FIRMY GROZ-BECKERT a) KLASICKÝ HROT, b) ZAOBLENÝ HROT, c) ZAOBLENÍ V OBLASTI PODŘÍZNUTÍ. [4]	23
OBRÁZEK 11: STANDARDNÍ TROJÚHELNÍKOVÝ TVAR PRACOVNÍ ČÁSTI PLSTÍCÍ JEHLY. [4].....	24
OBRÁZEK 12: KÓNICKÝ TROJÚHELNÍKOVÁ PRACOVNÍ ČÁST PLSTÍCÍ JEHLY. [4].....	24
OBRÁZEK 13: PRACOVNÍ ČÁSTI PLSTÍCÍ JEHLY GEBECON. [4].....	24
OBRÁZEK 14: ČTYŘHRANNÁ PRACOVNÍ ČÁSTI PLSTÍCÍ JEHLY VE TVARU CROSSSTAR. [4]	25
OBRÁZEK 15: PRACOVNÍ ČÁST PLSTÍCÍ JEHLY ECOSTAR [4].....	25
OBRÁZEK 16: VPICHOVACÍ ZAŘÍZENÍ OSAZENÉ JEDNOU JEHELNOU DESKOU.	28
OBRÁZEK 17: PROCES OSAZENÍ JEHELNÉ DESKY	28
OBRÁZEK 18: PŘÍSTROJ PRO ODSTRANĚNÍ JEHEL	29
OBRÁZEK 19: ZPEVNĚNÍ VRCHNÍ ČÁSTI TEXTILIE.	29
OBRÁZEK 20: ZVLNĚNÁ TEXTILIE.....	30
OBRÁZEK 21: POROVNÁNÍ JEHLY GEBECON 1. A STANDARD 2.	30
OBRÁZEK 22: PŘÍSTROJ LABTEST 2.050.....	33
OBRÁZEK 23: TUHOMĚR.....	40

Seznam grafů

Graf 1: Pevnost ve směru CD	35
Graf 2: Pevnost ve směru MD	36
Graf 3: Tažnost ve směru CD	38
Graf 4: Tažnost ve směru MD	38
Graf 5: Tuhost ve směru CD.....	41
Graf 6: Tuhost ve směru MD.....	42

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kontrolní plán.....	26
Tabulka 2: Seznam použitých jehel.....	27
Tabulka 3: Základní výpočty průměrných hodnot.....	31
Tabulka 4: Přepočet pevnosti ve směru CD.....	34
Tabulka 5: Přepočet pevnosti ve směru MD.....	35
Tabulka 6: Pevnost ve směru CD.....	35
Tabulka 7: Pevnost ve směru MD.....	36
Tabulka 8: Statistika naměřené pevnosti.....	37
Tabulka 9: Tažnost ve směru CD.....	37
Tabulka 10: Tažnost ve směru MD.....	38
Tabulka 11: Statistika prodloužení.....	39
Tabulka 12: Tuhost ve směru CD.....	41
Tabulka 13: Tuhost ve směru MD.....	42
Tabulka 14: Statistika ohybové tuhosti.....	42

Seznam použitých symbolů a zkratek

a	celkový počet jehel na 1 m vpichovací desky
A_{\max} [mm]	maximální prodloužení
b [m]	šířka
CD	cross mashine direction
cm^{-2}	centimetr čtvereční
ČSN	Česká státní norma
dtex	decitex
EN	Evropská norma
f (s^{-1})	frekvence desky
F_{\max} [N]	maximální síla při přetrhu
g	gram
$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	gram na metr čtvereční
ISO	International organization for standardization
l [m]	délka
m [g]	hmotnost
MD	machine direction
mm	milimetr
$\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$	milimetr na minutu
p	počet průchodů textilie strojem
PES	polyester
v ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	rychlost odvádění textilie
V_p (m^{-2})	počet vpichů
ρ_s [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$]	plošná hmotnost

1. ÚVOD

Předložená bakalářská práce nese název Vliv vpichovacích jehel na finální vlastnosti netkané textilie. Jejím cílem je představení technologie výroby netkaných textilií a zjištění, zda a jakým způsobem ovlivní změna vpichovací jehly finální vlastnosti textilie. Na základě dostupné odborné literatury se pokusím popsat jednotlivé technologie, dokázat a analyzovat změnu mechanických vlastností.

Současná doba klade velké nároky na vývoj technologií pro výrobu netkaných textilií. Stále větší poptávka je po lehčích, a tím i levnějších materiálech, které si ale zachovávají své vlastnosti. Netkané textilie mají mnoho specifických vlastností jako je například: absorpce, prodyšnost, nehořlavost, vodoodpudivost, které je možné kombinovat. Díky velké variabilitě vlastností je i jejich využití velmi rozmanité. Nejčastěji se používají ve zdravotnictví, stavebnictví, automobilovém průmyslu, zemědělství, hygieně.

Technologie vpichování je považována za nejstarší technologii výroby netkaných textilií. První zmínky jsou datovány od druhé poloviny 19. století. Od té doby došlo ke značnému vývoji vpichovacích strojů a zdokonalení celé technologie. Nejširší uplatnění mají v hygieně, automobilovém průmyslu a zdravotnictví.

Teoretická část bakalářské práce popisuje stručně tvorbu netkaných textilií. Podrobněji se zaměřuje na mechanickou výrobu vlákenné vrstvy mykáním a mechanické zpevnování vpichováním. V této části je podrobněji popsán princip metody mykání a vpichování.

Praktická část zkoumá různé vlivy působící během procesu vpichování, které mohou ovlivnit výsledné vlastnosti netkané textilie. Jsou zde uvedeny parametry vpichovací linky a vstupního materiálu, postup výroby a měření vzorků.

Cílem experimentu této bakalářské práce je dokázání změny mechanických vlastností jednotlivých vzorků v důsledku změny parametrů procesu. Za tímto účelem byla realizována vlákenná vrstva z polyesterových vláken o různém počtu vpichů a použití různých typů vpichovacích jehel.

2. NETKANÁ TEXTILIE

První zmínky o netkaných textiliích byly objeveny již v prehistorii v podobě plstí, které se vyráběly ze zvířecích srstí. Proces plstění byl dosažen působením třecí síly, tepla a vody na zvířecí chlupy. Nejčastěji se používala ovčí vlna, která má šupinatý povrch vlasu. Výrobky byly používány v domácnosti například jako první lůžkoviny, ochranné oděvy nebo rohože, které se používaly na stavbách v Mezopotámii. Od té doby se výroba netkaných textilií stále vyvíjela a rozšiřovala se poptávka po výrobcích. V průběhu 19. století začalo docházet k nedostatku běžných surovin používaných v textilním průmyslu. Vývoj docílil vznik nové technologie vpichování, která nahradila plstění. Vznikla možnost zpracování nespřadatelých technologických odpadů (cca 10-20 % vstupních surovin), které nebylo možné do té doby zpracovávat. To zapříčinilo rychlý rozvoj této technologie výroby a poptávku po výsledných produktech. Došlo ke zlevnění výroby a úspoře nově těžených materiálů. Poptávka po levnějších plošných textiliích s efektivnějším využitím se stále zvyšovala. V 50. letech 20. století došlo k tvorbě mnoha nových metod výroby vláknenných vrstev a jejich mechanickému a tepelnému zpevnování. Snaha o zjednodušení a zlevnění celého procesu pohání vývoj stále dopředu. Rok 1947 přinesl výrobu první jednorázové pleny, která byla vyrobena z netkané textilie. V současné době se technologie zpracování stále posouvají na vyšší úroveň, to je způsobeno především požadavky po nových vlastnostech, technologiích. Příkladem je automobilový průmysl, kde je vyžadováno stále lehčích komponent se stejnými nebo lepšími mechanickými vlastnostmi. Ve stavebnictví, ale i automobilovém průmyslu jsou stále větší nároky na akustické a izolační vlastnosti. Dochází k vývoji speciálních metod, například pro filtry, zdravotní a ochranné pomůcky, letectví atd. Důsledkem neustálého vývoje vznikají nové struktury výrobků, nové speciální vlastnosti. Technologický způsob výroby se však téměř nezměnil. Spočívá v přípravě vláken, vláknenné vrstvy a pojiva, zpevněním vrstvy a následnou úpravou. [3]

Hlavním důvodem pro vznik netkaných textilií byl nedostatek běžných surovin, používaných v textilním průmyslu, a čím dál větší nároky na vlastnosti konečných výrobků. To zapříčinilo jejich vývoj, široké možnosti použití a vznik nových technologií. [7]

Netkané textilie osahují mnoho výrobních technologií, které se stále vyvíjejí. Podle Evropské asociace pro netkané textilie EDANA je netkaná textilie definována dle normy ISO 9092 a CEN EN 29092:

Netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných

vláken, spojených třením a/nebo kohezí a/nebo adhezí s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním. [7]

Netkané textilie můžeme vyrábět z primárních i recyklovaných vláknitých surovin. Největší zastoupení mezi primárními surovinami zaujímají uměle vyráběné polymerní sloučeniny, díky kterým získávají výrobky speciální vlastnosti a struktury. Dále se používají vlákna přírodní nebo anorganická. Volba a vlastnosti použitých vláken mají největší vliv na výsledné vlastnosti textilie. Díky rozmanitosti vlastností je škála výsledných produktů široká – pleny, obalové materiály, filtry, geotextilie, bytové textilie atd. [9]

Klasifikace a rozdělení netkaných textilií je složité. Mezi základní rozdělení můžeme zařadit:

- Přímé metody – tavení polymeru, nejčastěji se používají polyestery a polyakryláty
- Ze staplových vláken – vlákna o známé délce, bavlna, umělé hedvábí, vlna atd. [1]

Způsoby výroby vlákenné vrstvy se dělí na mokrou a suchou cestu. Pod suchou cestu spadají procesy mechanické, aerodynamické, anebo tvorba přímo z polymeru. Dalším krokem, který je potřeba klasifikovat je zpevňování vlákenné vrstvy. Pod tuto technologii spadají mechanicky, chemicky nebo termicky spojené vlákenné vrstvy. [9]

3. TECHNOLOGIE VÝROBY NETKANÉ TEXTILIE

Výroba netkané textilie se skládá z mnoha jednotlivých operací. Prvním krokem jsou přípravné práce, mezi které patří:

- příprava vlákenných surovin, otevírání balíků, rozvolňování, mísení, čištění, čechrání, preparace a dávkování. [2]

Účelem otevírání balíků a rozvolňování je získat co nejmenší chomáčky vláken pro další zpracování. Poté jsou vlákna dopravována k čechracím strojům. Během čechrání dochází k částečnému odstranění nečistot. Dále jsou vlákna dopravována do mísících komor. Účelem je vytvoření optimální směsi vláken pro další zpracování. [1], [2]

Dalším krokem je samotná výroba netkané textilie. Postup můžeme rozdělit do tří základních kroků:

- Tvorba vlákenné vrstvy
- Pojení vlákenné vrstvy
- Finální úpravy

3.1. TVORBA VLÁKENNÉ VRSTVY

Mokrý způsob výroby vlákenné vrstvy je podobný technice výroby papíru. Suspenze krátkých vláken ve vodě se nanáší na pohyblivý síťový pás. Dochází k odvodnění, zformování vlákenné vrstvy a následnému zpevnění a vysušení pomocí válců. Vznikne vlákenná vrstva s nahodile orientovanými vlákny, díky tomu mají podobné vlastnosti ve všech směrech. Výsledné produkty se často používají pro jednorázové účely. Mohou to být například kapesníky, ubrousky, chirurgické gázy, pleny atd. [1]

Při suchém způsobu výroby vlákenné vrstvy jsou vlákna formována mykáním, aerodynamicky nebo tavením polymeru a následně pojeny mechanicky, chemicky nebo termicky. [1]

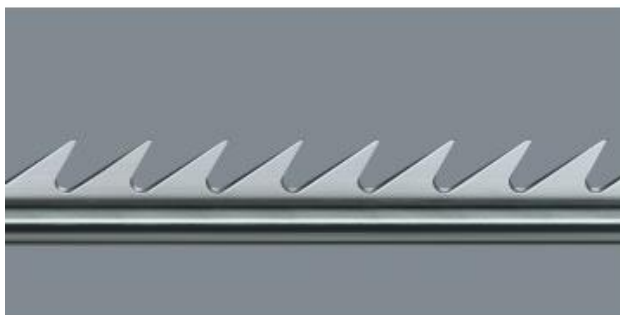
Mechanické způsoby (mykání) – vlákenná pavučina se nejčastěji připravuje pomocí mykacích strojů, které jsou zakončeny vrstvicím zařízením. Práce se zaměřuje na tento způsob výroby vlákenné vrstvy. Způsob mykání je podrobněji popsán v kapitole 3.1.1.

Aerodynamicky – předem zpracovaná vlákna jsou dopraveny mezi dva síťové bubny. Vlákenné rouno vznikne slisováním mezi dvěma kalandrovacími válci.

Tavení z polymeru – Nejčastěji se používá metoda spun-bond (zvlákňování a pojení). Polymer ve formě granulátu se taví a zvlákňuje. Je vytlačován skrz zvlákňovací trysku. Dochází k odtahu vláken a uložení na pohyblivý síťový dopravník, kde dochází ke zpevňování a formování vlákenné vrstvy. [5], [1]

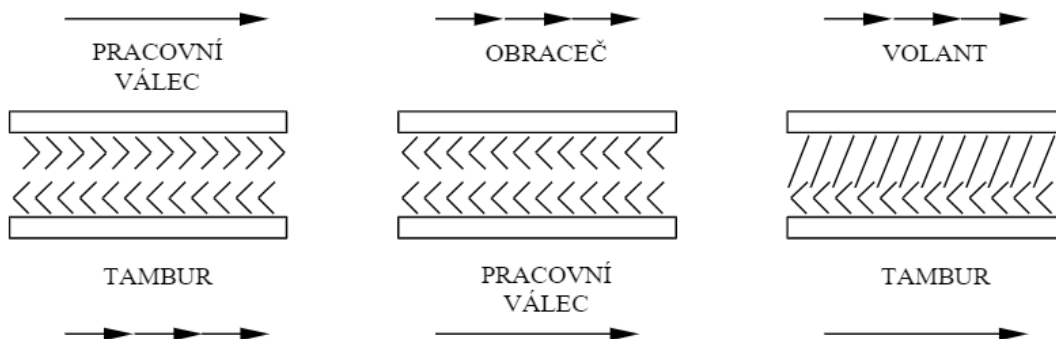
3.1.1. Mykání

Účelem mykání je vytvoření rovnoměrné vlákenné vrstvy a její vrstvení. Dochází k napřimování vláken, čištění a ojednocení. Pro účel této bakalářské práce byl použit válcový mykací stroj s příčným kladením. Aby bylo mykání účinné, musí být všechny pracovní orgány mykacího stroje opatřeny pracovními povlaky, které způsobí propracování vláken. Nejčastěji se používají pilkové povlaky, které mají větší životnost než drátkové. [3]



OBRÁZEK 1: PILKOVÝ PRACOVNÍ POVLAK. [4]

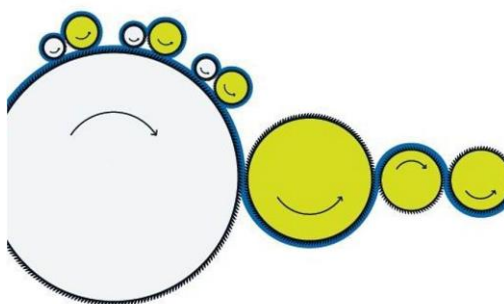
S větším počtem hrotů roste účinnost mykání. Postavení hrotů pracovních povlaků je zobrazeno na obrázku 2.



OBRÁZEK 2: VZÁJEMNÉ POSTAVENÍ HROTŮ PRACOVNÍCH POVLAKŮ. [3]

První postavení hrotů, zobrazuje polohu na mykání. Mezi válci dochází k napřímení a ojednocení vláken. Tambur neboli hlavní buben se pohybuje rychleji než pracovní válec a jeho účelem je zachycení jednotlivých vláken. Pomalejší pracovní válec zachytává nečistoty a krátká vlákna, které nelze dále zpracovávat. [3]

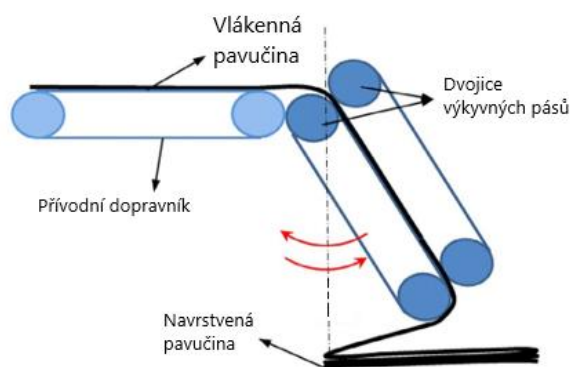
Základním principem mykání je navedení vlákenné suroviny pomocí přiváděcího pásu k podávacím válečkům. Zde je vlákenný materiál zadržán. Část vláken je stržena a projde mykáním přes tambur a pracovní válce. Vzniklá pavučina je povynesena volantem a odvedena odváděcími válci. Snímání pavučiny je prováděno pomocí pilky nebo snímacím válcem. Výsledná pavučina je dále vedena k příčnému kladeči, kde dojde k jejímu vrstvení a částečnému zpevnění. Po dosažení požadované tloušťky je vlákenná vrstva vedena do vpichovací části. [3]



OBRÁZEK 3: PRINCIP MYKÁNÍ. [11]

3.1.2. Příčné kladení

Vrstvení je prováděno pomocí kladeče, jehož účelem je dosažení požadované tloušťky šikmým vrstvením vlákenné pavučiny. Vertikální příčný kladeč se skládá z přívodního dopravníku, dvojice výkyvných pásů a odváděcího dopravníku. Vlákenná pavučina je přiváděna pomocí přívodního dopravníku mezi dvojici výkyvných pásů. Dochází k šikmému vrstvení na odvádějícím dopravníku. Úhel křížení závisí na poměru rychlosti přívodního pásu a odváděcího pásu. [3]



OBRÁZEK 4: VERTIKÁLNÍ PŘÍČNÝ KLADEČ. [12]

3.2. POJENÍ VLÁKENNÉ VRSTVY

Pojením se snažíme zpevnit připravenou vláknennou vrstvu.

Mechanické pojení – nejčastěji se provádí pomocí technologie vpichování. Provázáním vlákněné vrstvy pomocí speciálních jehel docílíme požadovaného zpevnění. Speciální jehly pronikají vláknennou vrstvou, zachytávají vlákna a proplétají je skrz vláknennou vrstvu. [1]

Chemické pojení – ke zpevnění vlákněné vrstvy dochází použitím pojiva. Pojiva existují v různých formách a nanášejí se nejčastěji impregnací nebo postřikem. Podle naneseného množství ovlivníme výsledné vlastnosti textilie a zároveň i strukturu. Při impregnaci prochází vlákněná vrstva skrz roztok s koncentrovaným pojivem a následně je vedena skrz dva ždímací válce. Druhý nejčastěji používaný způsob nanesení pojiva je postřikování. Roztok pojiva je rozprašován na vláknennou vrstvu. [1]

Termicky se pojí vlákněná vrstva pomocí pevných pojiv, jako jsou například prášky, pasty, termoplastická a bikomponentní vlákna, mřížky nebo folie. Pojivo ve formě prášku můžeme nanést na povrch vlákněné vrstvy, bikomponentní vlákna mohou být přímo ve vlákněné vrstvě a mřížka může být umístěna mezi dvě vlákněné vrstvy. Pojení se provádí pomocí kalandrovacích válců. Působením teploty a tlaku dojde ke zpevnění vlákněné vrstvy. [5], [1]

3.3. FINÁLNÍ ÚPRAVY

Finální úpravy se řídí účelem použití výsledného produktu. Běžně se provádí počesávání pro zlepšení tepelně izolačních vlastností. Mezi další úpravy můžeme zařadit barvení, tisk, změkčování, povrstvování, hydrofobní nebo nehořlavou úpravu. [8]

4. VPICHOVÁNÍ

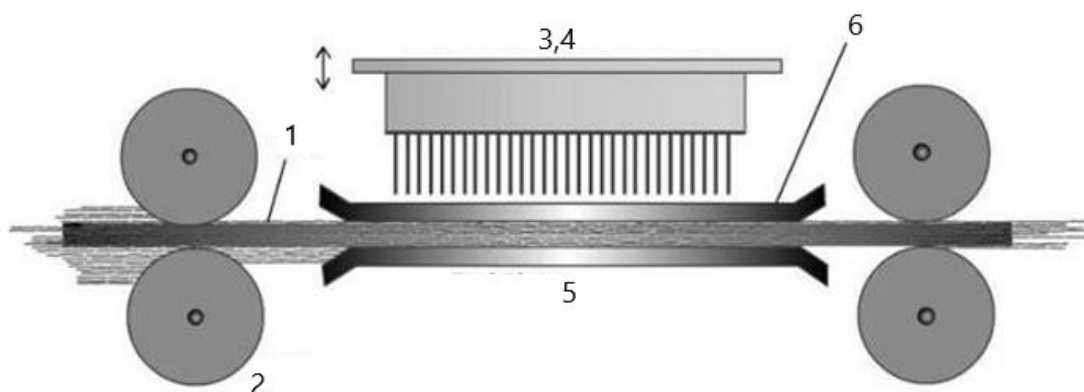
Vpichování je technologie, při které dochází k mechanickému zpevnování vlákenné vrstvy pomocí vpichovacích jehel. Dochází ke zpevnění rouna provázáním a vzájemným třením vláken. Během procesu dochází k výrazné redukci tloušťky a přeorientaci vláken. Proces může být ovlivněn mnoha faktory [8]:

- orientace vláken
- směs různých vláken
- plošná hmotnost rouna
- prostředí
- druh použité jehly

Jemnost jehly se volí na základě jemnosti použitých vláken. Obecně platí, že čím jsou jehly jemnější, tím je větší vpichovací účinek. Zvolený typ jehly ovlivňuje produktivitu, kvalitu a životnost textilie. [8]

Velké množství ovlivňujících faktorů má za důsledek široké možnosti uplatnění výsledných produktů a jejich vlastností. [8]

4.1. PROCES VPICHOVÁNÍ



OBRÁZEK 5: SCHÉMA VPICHOVACÍHO STROJE: vlákenná vrstva, přiváděcí ústrojí, jehelná deska, jehly, opěrný rošt, stírací rošt. [13]

Schéma nám ukazuje základní princip vpichování. Vlákenná vrstva je přiváděna mezi dva perforované rošty. Dochází k provazování vláknenného rouna svazky vláken, k čemuž dochází pomocí soustavy jehel umístěných na pohyblivé desce. Jehly procházejí skrz perforovaný rošt a poté skrz vláknennou vrstvu. Na ostny vpichovacích jehel se zachytávají svazky vláken z vláknenné vrstvy, které jsou soudržné vlastní třecí silou a dochází k jejich zpevnění. Dále jsou tahem přeorientována kolmo k vrstvě. Stírací rošt z horní části, má za účel strhnutí vláken z ostnů. Vlákenná vrstva je odtahována odtahovými válci. [2], [8]

Před samotným procesem je potřeba redukovat tloušťku přiváděné vrstvy. Používají se k tomu přiváděcí zařízení, kde dochází k redukci pomocí dvou válců, šikmých dopravníků nebo vibračních roštů. Další možností je použití předvpichovacích strojů, které se skládají z úzké vpichovací desky s nízkým počtem jehel. Redukce tloušťky, a tím i snížení vzdálenosti roštů, je požadována v důsledku docílení vyšších frekvencí jehelné desky (průměrně 800 až 2200 zdvihů za minutu). [2], [8]

Soudržnost celé vrstvy záleží na frekvenci vpichů jehelné desky. Počet jehel a frekvence vpichů určuje maximální produkci stroje. [2], [8]

4.2. PROCESNÍ PARAMETRY

Procesní parametry určují výslednou strukturu. Nejdůležitější dvě kritéria procesu jsou počet vpichů na jednotku délky textilie a hloubka vpichu. Mezi další důležité parametry vpichování patří typ a rozmístění jehel, hustota a hloubka vpichování, počet pasáží. [8]

4.2.1. Počet vpichů na jednotku plochy textilie

$$V_p = \frac{a f p}{v} \quad (1)$$

V_p (m⁻²) počet vpichů

a celkový počet jehel na 1 m vpichovací desky (ve všech řadách dohromady)

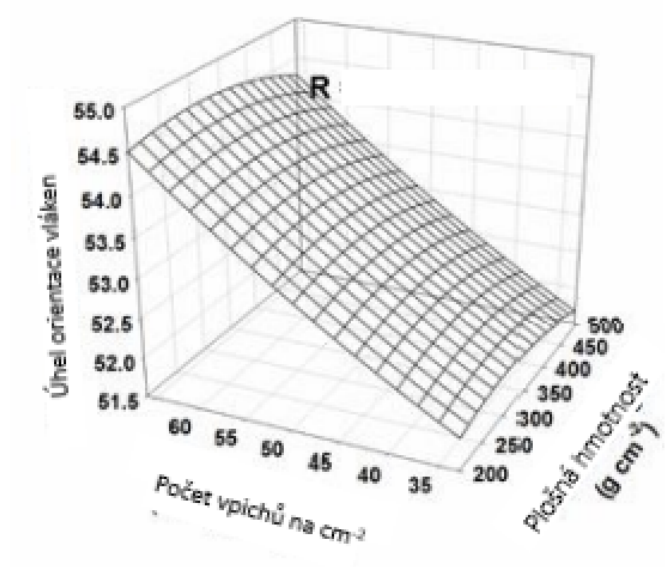
f (s⁻¹) frekvence desky

p počet průchodů textilie strojem

v (m·s⁻¹) rychlost odvádění textilie

Zvětšením počtu vpichů se snižuje objem a tloušťka textilie. Vlákna se rozprostírají do délky a šířky, protože na ně během procesu vpichování působí tlaku a dochází k provazování. Finální textilie jsou pevnější, hustší a mají větší soudržnost. S vyšším počtem vpichů se také zvyšuje počáteční pevnost, což je způsobeno provázaností vláken. Po překročení optimálního počtu vpichů je zhuštění tak vysoké, že se vlákna začnou poškozovat a dochází k poklesu pevnosti. [3]

Zvyšování počtu vpichů také vede ke změně úhlu orientace vláken. Dochází k vyšší přeorientaci vláken především ve směru stroje (MD). [14]



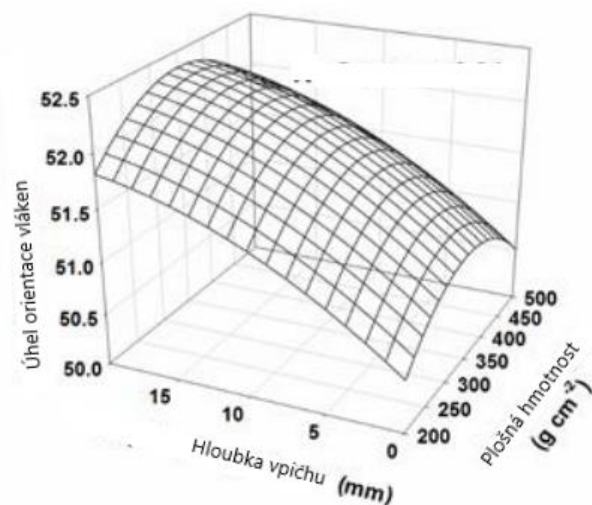
OBRÁZEK 6: ZOBRAZENÍ ZÁVISLOSTI ORIENTACE VLÁKEN NA POČTU VPICHŮ A PLOŠNÉ HMOTNOSTI TEXTILIE. [14]

4.2.2. Hloubka vpichu

Hloubka vpichu je vzdálenost špiček jehel (pracovní části jehly) od povrchu opěrného roštu v dolní úvratí pohybu jehel. Je odvozena na základě tloušťky vstupní vrstvy. Udává se v milimetrech a pohybuje se v rozmezí 5-25 mm. Ovlivňuje stupeň zpevnění a změnu rozměrů. [3]

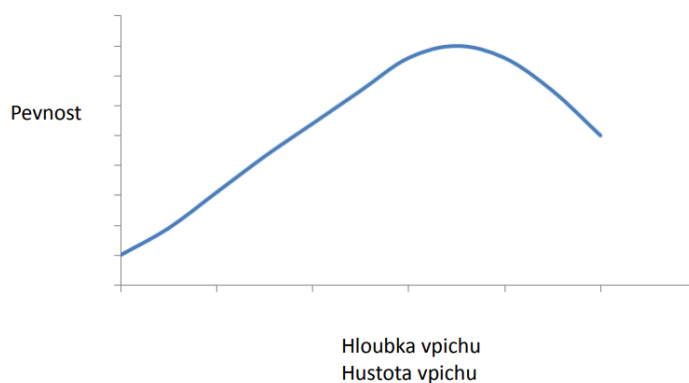
Na hloubce vpichu také závisí počet ostnů jehel. Pokud je vpich příliš hluboký, vytlačí jehla vlákno nebo chomáč z dolního povrchu textilie, kde vytvoří smyčku. Vzniká deformace a nestejnomybnost. Maximálního zapletení docílíme nastavením hloubky vpichu

na hranici, kdy začínají vznikat smyčky na spodní straně textilie. Zvyšováním hloubky vpichu dochází ke zvyšování úhlu orientace vláken ve směru MD až dosáhne maxima. V maximální hloubce dochází k redukci pohybu vláken a po překročení této hranice dochází opět ke snížení orientace vláken. [14]



OBRÁZEK 7: ZOBRAZENÍ ZÁVISLOSTI ORIENTACE VLÁKEN NA HLOUBCE VPICHU A PLOŠNÉ HMOTNOSTI TEXTILIE. [14]

Hloubka vpichu také přímo ovlivňuje pevnost výsledné textilie. Pevnost roste se zvyšováním hloubky vpichu až do maxima. Po překročení tohoto bodu, pevnost opět klesá. [14]



OBRÁZEK 8: ZOBRAZENÍ ZÁVISLOSTI HLOUBKY A HUSTOTY VPICHU NA PEVNOSTI TEXTILIE. [15]

Tyto dva faktory výrazně ovlivňují výslednou strukturu a vlastnosti textilie. Při zvyšování obou faktorů zároveň dochází ke zvýšení ohybové tuhosti v obou směrech. [14]

4.2.3. Ostatní faktory

Typ a uspořádání vpichovacích jehel, počet pasáží

Tahové vlastnosti, délka, jemnost a povrchové vlastnosti vláken

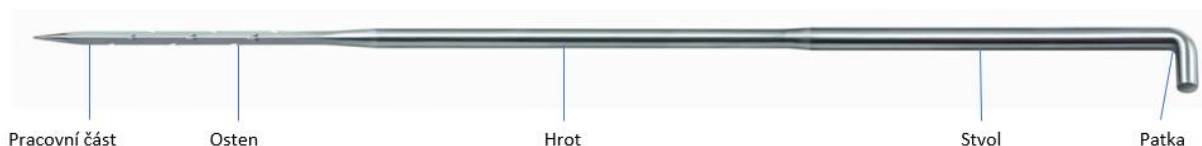
Typ a koncentrace preparace [3]

4.3. MATERIÁLOVÉ PARAMETRY

Podle druhu polymeru se liší materiálové parametry, a proto je nutné hledat ideální podmínky procesu. Struktura textilie a vlastnosti vláken určují vlastnosti vpichované textilie. Patří sem molekulová hmotnost polymeru nebo teplota tání. [8]

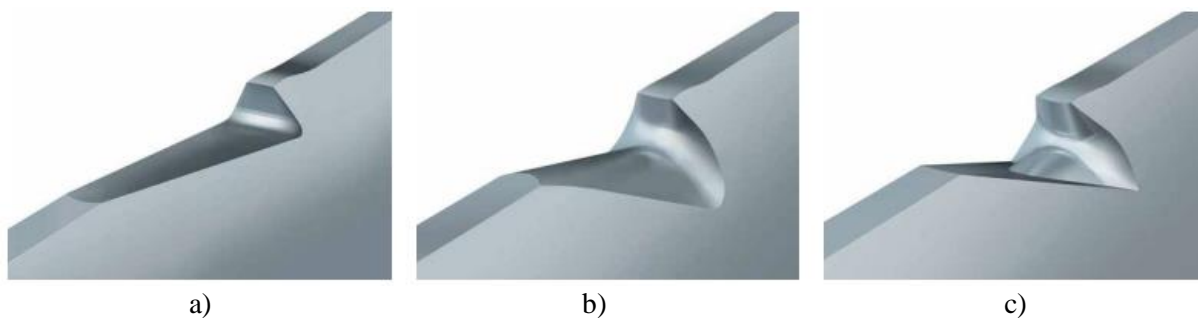
4.4. VPICHOVACÍ JEHLA

Vpichovací jehla se skládá z patky, stvolu, pracovní části, hrotu a ostnů, která je zobrazena na obrázku 9. Pracovní část má obvykle tvar trojúhelníku. Na každé ze stran jsou umístěny ostny, které zachytávají skupiny vláken. Rozložení, tvar hrotů, délka nebo tvar pracovní části se volí na základě finálních vlastností výrobku. Volba jemnosti jehly na základě jemnosti použitých vláken ovlivňuje maximální pevnost, výslednou kvalitu, produktivitu stroje a také životnost samotné jehly. Proto je důležité zvolit vhodný typ jehel. Dělíme je na tři hlavní skupiny: plstící, vzorovací a speciální. [8]



OBRÁZEK 9: ZOBRAZENÍ JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ JEHLY. [4]

Součástí jehly jsou také ostny, které se vyrábějí také v mnoha variantách. Velikost a tvar hrotu určuje množství zachycených vláken, a tedy i účinnost celého procesu. Velikost a tvar hrotů tak přímo ovlivňuje výsledné mechanické vlastnosti textilie. Zaoblením hran se docílí šetrnější manipulace s vlákny a zaoblením v oblasti podříznutí vede ke snížení opotřebení hrotů. [4]



OBRAZEK 10: ZOBRAZENÍ HROTŮ FIRMY GROZ-BECKERT a) KLASICKÝ HROT, b) ZAOBLENÝ HROT, c) ZAOBLENÍ V OBLASTI PODŘÍZNUTÍ. [4]

Plstící jehly

Plstící jehly se používají k rovnoměrnému provázání vláken v celé ploše rouna. Základním prvkem je speciální jehlový drát, který se podle způsobu dalšího zpracování dělí na tzv. konvekční, lisované, speciální. Musí mít dostatečnou tvrdost a pružnost. Pochromováním můžeme docílit delší životnosti jehly, ale také navýšení její ceny, proto se tato úprava používá jen ve speciálních případech. [8]

Konvekční

Ostny na hranách pracovní části se vysekávají pomocí speciálních nožů. Velikost a vzdálenost ostnů určuje intenzitu vpichování. [8]

Lisované

Lisované jehly jsou charakteristické zaobleným vrubem, místo typického ostnu u konvekčních jehel. Zaoblením se sníží množství poškozených vláken. Dochází ke zhuštění rouna a vyšší pevnosti textilie. [8]

Vidličkové

Vidličkové jehly jsou určeny pro vzorování vpichovaných textilií. V porovnání s lisovanými jehlami mají vyšší vpichovací sílu.

R (rippen) a V (velour) – druhy jehel. [8]

Druhy plastických jehel a jejich označení podle prospektů firmy Groz-Beckert:

Standard triangular

Průřez pracovní části je rovnostranný trojúhelník. Každá z hran je osazena jedním až třemi stejně dlouhými ostny. Výhodou tohoto typu jehel je rovnoměrné rozložení sil při působení zatížení a univerzální použití. Odstupňováním velikosti hrotů na každé z hran snížíme zatížení stroje, lámavost jehel a snížíme množství odpadních vláken. Takto vylepšené jehly se dají použít pro vpichování vysokopevnostních vláken. [4]



OBRÁZEK 11: STANDARDNÍ TROJÚHELNÍKOVÝ TVAR PRACOVNÍ ČÁSTI PLSTÍČÍ JEHLY. [4]

Conical needle

Průřez pracovní části je rovnostranný trojúhelník s výrazně klesajícím úhlem. Jehla obsahuje snížený počet hrotů s odstupňovanou velikostí. Požívá se při předvpichování. [4]



OBRÁZEK 12: KÓNICKÝ TROJÚHELNÍKOVÁ PRACOVNÍ ČÁST PLSTÍČÍ JEHLY. [4]

Gebecon

Průřez pracovní části je zužující se kužel s odstupňovanými hroty. Výhodou je možnost vyšší rychlosti výroby se sníženou produkcí odpadních vláken. Zaoblený tvar ostnů zajišťuje šetrnou manipulaci s vlákny během procesu. Jehly se používají v automobilovém průmyslu, kde jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu. [4]



OBRÁZEK 13: PRACOVNÍ ČÁSTI PLSTÍČÍ JEHLY GEBECON. [4]

Cross STAR

Průřez pracovní části je v podobě čtyřhranné hvězdy. Každá hrana obsahuje jeden až dva hroty. Speciálně tvarované hroty zajišťují rovnoměrné zatížení a tím zlepšují životnost jehly. Výhodou čtyřhranného průřezu je vyšší účinnost vpichování. Hvězdicové jehly se používají v oblasti geotextilií. [4]



OBRÁZEK 14: ČTYŘHRANNÁ PRACOVNÍ ČÁSTI PLSTÍCÍ JEHLY VE TVARU CROSSSTAR. [4]

Eco STAR

Pracovní část je rovnoběžná ve tvaru rovnostranného trojúhelníku. Každá hrana má dva ostny. Zaoblený tvar ostnů má pozitivní vliv na životnost jehly. [4]



OBRÁZEK 15: PRACOVNÍ ČÁST PLSTÍCÍ JEHLY ECOSTAR [4]

5. PRAKTICKÁ ČÁST

Tato část práce se zaměřuje na výrobu vlákenného rouna pomocí metody vpichování a následnou analýzu vlivu různých typů jehel na výsledné vlastnosti textilie. Předpokládáme konstantní plošnou hmotnost a hloubku vpichu. Proměnným parametrem procesu je počet vpichů. V práci budou dále popsány jednotlivé kroky experimentu dle kontrolního plánu, který je zobrazen v tabulce 1. Výsledky měření budou prezentovány ve formě tabulek a grafů.

Tabulka 1: Kontrolní plán

Kapitola	Název operace	Přístroj Dodavatel	Specifikace	Popis operace
5.1	Přípravné práce			
	Vpichovací jehla	Groz- Beckert	Prospekt firmy Groz-Beckert	Tri Star – 15x16x36x3 C222 G 73012 Standard – 15x18x38x3 R222 G 3017 Eko Star – 15x18x40x3 R222 G 3037 E Gebecon – 15x25x32x3 ½ M332 G 530P7
	Vstupní materiál	–	PES vlákna, jemnost 5,3dtex, délka staplu 60 mm	
	Příprava jehelné desky	Nástroj pro odstranění jehel, kladivo	–	Osazení první jehelné desky jehlami typu Tri Star. Osazení druhé jehelné desky z poloviny jehlami Standard a z druhé poloviny jehlami Eko Star. Osazení třetí jehelné desky jehlami Gebecon.
5.1.1	Výroba vpichované textilie	Laboratorní linka DILO-FT- 007	Konstantní parametry: vstupní materiál – PES, jemnost 5,3dtex, délka 60mm počet vrstev – 16 vrstev hloubka vpichu – 7mm osazení vpichovacího zařízení jednou jehelnou deskou Proměnný parametr: počet vpichů – 100, 200 a 300 vpichů na cm ⁻² , opakovaný průchod strojem	Jednotlivé operace: rozvolňování, mykání, příčné kladení, vpichování, odvádění, řezání a navíjení.
5.1.2	Příprava vzorků			
	Pevnost a tažnost	Digitální váha KERN EW 150, měřidlo	EDANA 20.2-89	Rozměr vzorku 50x200 mm
	Tuhost	Digitální váha KERN EW 150, měřidlo	EDANA BENDING LENGTH 502.80	Rozměr vzorku 25x200 mm

5.2	Testování mechanických vlastností			
5.2.1	Pevnost a tažnost	LabTest 2.050	—	Upínací délka 100 mm, rychlost 100 mm·min ⁻¹ , sledované hodnoty výsledná síla F _{max} [N], prodloužení při přetrhu A _{max} [mm]
5.2.2	Ohybová tuhost	Tuhoměr	—	Sledovaná hodnota ohybová tuhost G [mgm]
6	Diskuze výsledků			Výsledky měření ve formě tabulek a grafů

5.1. PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

V první části experimentu bylo cílem vytvoření netkané textilie. Byly zvoleny 4 typy jehel (tabulka 2) firmy Groz-Beckert, které jsou určeny ke shodnému použití. Jimi byly osazeny tři jehelné desky:

- První jehelná deska osazena jehlami typu Tri Star – 15x16x36x3 C222 G 73012.
- Druhá jehelná deska osazena v kolmém směru vzhledem ke směru procesu z poloviny jehlami Standard – 15x18x38x3 R222 G 3017 a druhá polovina jehlami Eko Star – 15x18x40x3 R222 G 3037 E.
- Třetí jehelná deska je osazena jehlami Gebecon – 15x25x32x3 ½ M332 G 530P7.

Tabulka 2: Seznam použitých jehel

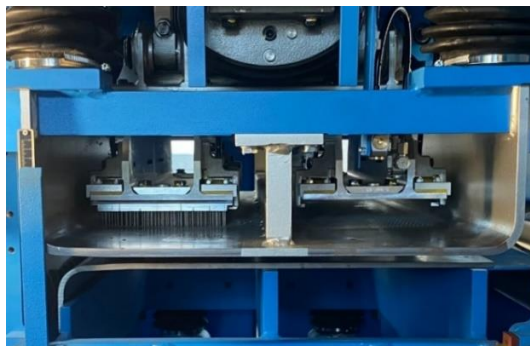
POUŽITÉ JEHLY					
č.	Typ	Vzdálenost hrotů	Rozmístění hrotů	Délka (inch)	Délka (mm)
1	TriStar	C	222	3	78
2	Standard	R	222	3	78
3	EkoStar	R	222	3	78
4	Gebecon	M	332	3 ½	90,7

Vstupním materiálem byla zvolena polyesterová vlákna o jemnosti 5,3 dtex.

V dalším kroku bylo potřeba připravit jehelné desky a osadit je jehlami. Poté natavit parametry vpichovací linky DILO-FT-007. Konstantními parametry jsou:

- Použitý materiál – polyesterová vlákna, jemnost 5,3 dtex
- Počet vrstev – 16 vrstev
- Hloubka vpichu – 7 mm
- Osazení vpichovacího zařízení jednou jehelnou deskou

Vpichovací linka byla osazena jednou jehelnou deskou, protože v laboratorních podmínkách nebyl dostatek jehelných desek a vpichovacích jehel. Byly provedeny dva průchody strojem. Počet vpichů je proto násoben dvěma. Počet vpichů byl zvolen jako proměnný faktor stroje – 100, 200 a 300 vpichů na cm^2 , po přepočtení je to tedy 200, 400 a 600 vpichů na cm^2 . Vpichovací linka DILO-FT-007 se skládá z rozvolňovacího, mykacího stroje, příčného kladeče, vpichovacího stroje, odváděcího, řezacího a navíjecího ústrojí.



OBRÁZEK 16: VPICHOVACÍ ZAŘÍZENÍ OSAZENÉ JEHELNOU DESKOU.

V rámci přípravy jehelné desky bylo potřeba nejprve vytlučit z desky jiný typ jehel. K vytlučení jehel byl použit nástroj pro odstranění jehel, který je zobrazen na obrázku 18. Drážka uprostřed přístroje zajistí, že se hroty jehel nepoškodí. Přístroj se nasune na jehlu a pomocí kladiva se jednotlivé jehly vytlučou. Pokud se zaměříme na čistou jehelnou desku (obr. 17 níže), můžeme si všimnout nepravidelného rozmístění otvorů pro osazení jehel. Jednotlivé jehly byly umístěny pod podobným úhlem kolének, vzhledem ke směru stroje. Dodavatel však směr uložení jehel nedefinuje.



OBRÁZEK 17: PROCES OSAZENÍ JEHELNÉ DESKY



OBRÁZEK 18: PŘÍSTROJ PRO ODSTRANĚNÍ JEHEL

5.1.1. VÝROBA VPICHOVANÉ TEXTILIE

V průběhu celého experimentu jsou používána polyesterová vlákna o jemnosti 5,3 dtex. Výsledná textilie je vyráběna za použití vpichovací linky DILO-FT-007, která se skládá z rozvolňovacího a mykacího stroje, příčného kladeče, vpichovacího stroje, odváděcího, řezacího a navíjecího ústrojí. Vlákna jsou vložena do rozvolňovacího zařízení. Následně jsou přenesena do vzduchových komor, kde dochází k mísení a odstranění nečistot. Poté jsou vlákna ukládána na dopravník. Vzniklá vlákenná vrstva je navedena do válcového mykacího zařízení, kde dojde ke značné redukci tloušťky vrstvy, ojednocení a napřímení vláken. Výsledná pavučina je pomocí příčného kladeče vrstvena do 16 vrstev a navedena do vpichovacího zařízení. Výsledná textilie je odváděna a navíjena na válec.

Na základě původního předpokladu byla vpichovací linka nastavena na konstantní hloubku vpichu 7 mm. U prvních dvou jehelných desek byla vytvořena souvislá vrstva textilie. Třetí jehelná deska je osazena jehlami Gebecon, které jsou oproti předešlým jehlám 3 ½". Vstupní parametry linky jako je výška vstupního dopravníku bylo potřeba přenastavit. Po spuštění linky však došlo k nepředpokládanému jevu – pavučina byla zpevněna pouze na povrchu. Nedostatečné zpevnění je zobrazeno na obrázku 19.

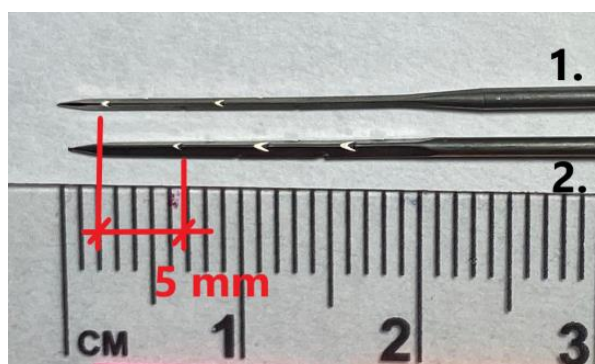


OBRÁZEK 19: ZPEVNĚNÍ VRCHNÍ ČÁSTI TEXTILIE.

Všechny jehly jsou od stejného dodavatele a podle typu popisu jehel a označení by mělo být přenastavení výšky dopravníku dostačující. Při detailním zkoumání jehly typu Gebecon se přišlo na rozdílnou délku prvního ostnu jehly oproti ostatním použitým jehlám. První ostn jehly Gebecon je posunut o 5 mm dále od hrotu jehly, a proto byla linka přenastavena na hloubku vpichu 12 mm tak, aby došlo k úplnému zpevnění. Jednalo se o stejného dodavatele, shodný typ označení, a tak by měla být vzdálenost prvního ostnu od hrotu u všech jehel stejná. Po dodatečném zkoumání jehel se zjistilo, že to není pravda (obrázek 21). Při zvýšení počtu vpichů ze 100 na 200 vpichů na cm^{-2} se začala zpevněná textilie vlnit. Při dalším zvýšení na 300 vpichů na cm^{-2} již bylo pozorováno značné zvlnění.



OBRÁZEK 20: ZVLNĚNÁ TEXTILIE.



OBRÁZEK 21: POROVNÁNÍ JEHLY STANDARD 1. A GEBECON 2.

5.1.2. PŘÍPRAVA VZORKŮ

Účelem bylo vytvořit dvě sady vzorků pro test pevnosti a tuhosti. Každá sada v počtu 120 kusů. Aby byly testy průkazné, bylo potřeba vyselektovat nejvhodnější vzorky z hlediska plošné hmotnosti a tloušťky. Z každého typu vytvořené textilie bylo odebráno minimálně 10 vzorků v obou směrech, aby bylo možné vybrat 5 vzorků se nejpodobnější plošnou hmotností a tloušťkou. Pro ověření váhy a plošné hmotnosti byla použita digitální váha a tloušťkoměr. Jednotlivé vzorky byly zváženy a přeměřeny. Pro výpočet plošné hmotnosti byl použit vzorec 2.

$$\rho_s = \frac{m}{l \cdot b} \quad (2)$$

ρ_s [g·m⁻²] Plošná hmotnost
 m [g] Hmotnost vzorku
 l [m] Délka vzorku
 b [m] Šířka vzorku

Tabulka 3: Základní výpočty průměrných hodnot

Typ jehly	Počet vpichů	Tloušťka (mm)	Plošná hmotnost (g·m ⁻²)	Šíře (mm)
TriStar	200	4,11 +/- 1,08	458,1 +/- 1,62	477,67 +/- 0,68
	400	3,55 +/- 0,9	429,9 +/- 0,2	504,31 +/- 0,47
	600	3,31 +/- 1,43	384,7 +/- 0,52	518,03 +/- 0,23
Standard	200	6,16 +/- 1,08	488,6 +/- 0,27	401,11 +/- 0,3
	400	4,81 +/- 3,2	487,6 +/- 1,68	404,69 +/- 0,55
	600	4,27 +/- 7,62	447,1 +/- 1,86	443,7 +/- 0,71
EkoStar	200	6,33 +/- 6,36	540,9 +/- 0,69	401,11 +/- 0,3
	400	4,43 +/- 1,58	509,4 +/- 0,37	404,69 +/- 0,55
	600	3,96 +/- 2,25	460,7 +/- 1,37	443,7 +/- 0,71
Gebecon	200	3,75 +/- 2,06	416 +/- 0,52	504,2 +/- 0,22
	400	3,43 +/- 7,57	379,8 +/- 5,37	512,57 +/- 0,33
	600	3,23 +/- 2,2	340,7 +/- 0,35	541,5 +/- 0,41

Z tabulky 3 je patrný trend snižující se tloušťky materiálu se zvyšujícím se počtem vpichů. Stejným způsobem se chová plošná hmotnost. Celková šíře vpichované textilie se naopak rozšiřuje s vyšším počtem vpichů.

5.2. TESTOVÁNÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ

Pro účely testování byly připraveny dvě sady vzorků. Jedna sada pro testy pevnosti, tažnosti a druhá pro testy tuhosti. Pro zjištění váhy a plošné hmotnosti byla použita digitální váha. Jednotlivé vzorky byly zváženy a pro účely testování byla vypočítána plošná hmotnost z průměrné hmotnosti vzorků pomocí vzorce pro výpočet plošné hmotnosti ρ_s (vzorec 2). Testování proběhlo v laboratoři Katedry netkaných textilií na trhacím stroji LabTest 2.050 a tuhoměru. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny a zaznamenány do tabulek a grafů. Byl hodnocen:

$$\text{aritmetický průměr (3)} \qquad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \qquad (3)$$

\bar{x} Aritmetický průměr
n Rozsah souboru
 x_i Jednotlivé hodnoty proměnných

$$\text{výběrový rozptyl (4)} \qquad s^2 = \frac{1}{n-1} (x_i - \bar{x})^2 \qquad (4)$$

s^2 Výběrový rozptyl
 \bar{x} Aritmetický průměr
n Rozsah souboru
 x_i Jednotlivé hodnoty proměnných

$$\text{směrodatná odchylka (5)} \qquad s = \sqrt{s^2} \qquad (5)$$

s Směrodatná odchylka
 s^2 Výběrový rozptyl

$$\text{variační koeficient (6)} \qquad v = \frac{s}{\bar{x}} 10^2 \qquad (6)$$

v Variační koeficient
s Směrodatná odchylka
 \bar{x} Aritmetický průměr

95% interval spolehlivosti (7)

$$IS = \bar{x} \pm t(n - 1) \frac{s}{\sqrt{n}} (7)$$

\bar{x} Aritmetický průměr

t Kvantil Studentova rozdělení

n Rozsah souboru

s Směrodatná odchylka

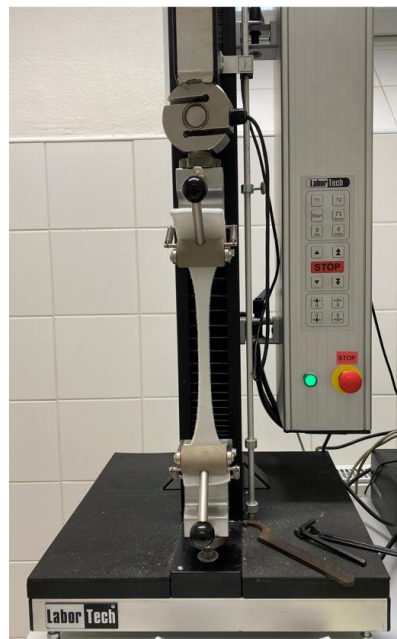
5.2.1. PEVNOST V TAHU A TAŽNOST

Příprava vzorků:

Vzorky pro měření pevnosti a tažnosti byly připraveny dle normy EDANA 20.2-89 o velikosti 50x200 mm. Celkem bylo vytvořeno 120 vzorků: pro čtyři druhy jehel o třech různých počtech vpichů po pěti vzorcích ve směru příčném, dále použito jen označení (CD) a v podélném směru (MD).

Měření:

Pevnost a tažnost byla měřena na přístroji LabTest 2.050. Stroj je rozdělen na horní pohyblivou část a spodní pevnou část. Obě části jsou opatřeny upínacími čelistmi. Upínací délka byla nastavena dle normy na 100 mm a rychlost pohybu na $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Byla sledována výsledná síla F_{\max} [N], potřebná k přetržení vzorků, prodloužení při přetrhu A_{\max} [mm].



OBRÁZEK 22: PŘÍSTROJ LABTEST 2.050.

Proces měření:

1. Zapnutí trhačícího zařízení a spuštění programu Labtest
2. Volba vhodné definice
3. Vytvoření nového souboru
4. Nastavení upínací délky
5. Upnutí vzorku
6. Spuštění trhačícího zařízení
7. Uložení naměřených hodnot a ukončení programu

Přepočítání z plošné hmotnosti:

Kvůli vysoké rozdílnosti v hodnotách naměřené plošné hmotnosti bylo potřeba provést přepočítání pevnosti (tabulka 4 a 5). Index pevnosti CD a MD je získán jako podíl naměřené pevnosti a plošné hmotnosti. Dále se zde počítá s procentuálním podílem plošné hmotnosti, který je vtažen k první hodnotě, a určuje tak hodnotu sta procent. Výsledná pevnost je zde vynásobena procentuálním podílem naměřené plošné hmotnosti. Takto získané výsledky jsou vzájemně porovnatelné, protože zohledňují výsledky pevnosti vztažené k původní plošné hmotnosti.

Tabulka 4: Přepočítání pevnosti ve směru CD

Typ jehly	Počet vpichů	Plošná hmotnost	Podíl plošné hmotnosti	Podíl plošné hmotnosti (%)	Naměřená pevnost	Výsledná pevnost	Index CD
TriStar	200	458,1	1	100	825,09	825,09	1,80
	400	429,9	0,94	93,84	942,13	1003,93	2,19
	600	384,7	0,84	83,98	766,38	912,60	1,99
Standard	200	488,6	1,07	106,66	797,55	747,76	1,63
	400	487,6	1,06	106,44	778,76	731,64	1,60
	600	447,1	0,98	97,60	784,59	803,89	1,75
EkoStar	200	540,9	1,18	118,07	951,79	806,09	1,76
	400	509,4	1,11	111,20	1048,33	942,76	2,06
	600	460,7	1,01	100,57	984,57	979,01	2,14
Gebecon	200	416	0,91	90,81	887,77	977,61	2,13
	400	379,8	0,83	82,91	697,71	841,55	1,84
	600	340,7	0,74	74,37	799,58	1075,10	2,35

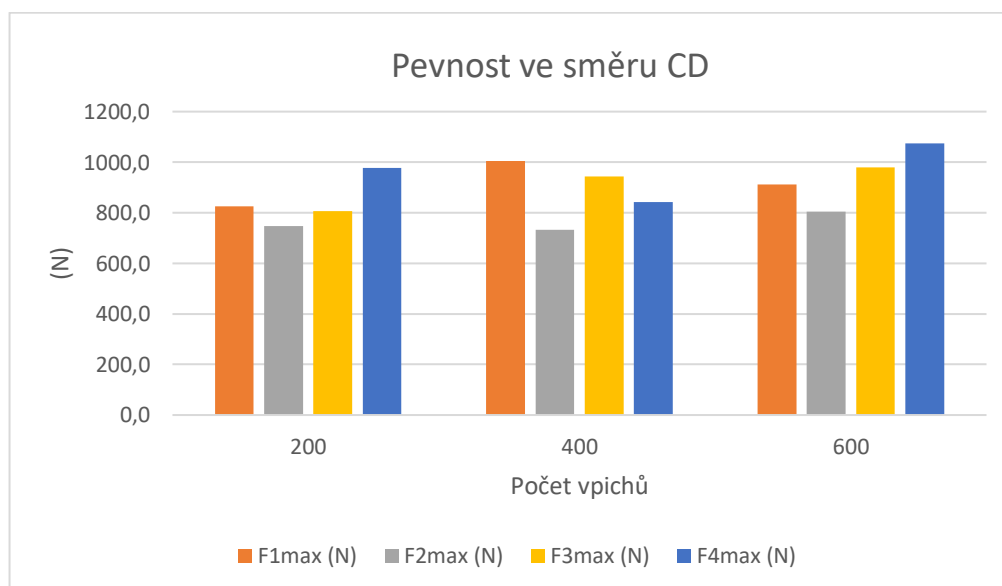
Tabulka 5: Přepočet pevnosti ve směru MD

Typ jehly	Počet vpichů	Plošná hmotnost	Podíl plošné hmotnosti	Podíl plošné hmotnosti (%)	Naměřená pevnost	Výsledná pevnost	Index MD
TriStar	200	458,1	1	100	0,80	366,46	0,80
	400	429,9	0,94	93,84	1,10	502,20	1,10
	600	384,7	0,84	83,98	1,08	496,85	1,08
Standard	200	488,6	1,07	106,66	0,71	325,18	0,71
	400	487,6	1,06	106,44	1,00	457,60	1,00
	600	447,1	0,98	97,60	1,32	604,63	1,32
EkoStar	200	540,9	1,18	118,07	0,78	358,15	0,78
	400	509,4	1,11	111,20	1,15	525,23	1,15
	600	460,7	1,01	100,57	1,08	493,42	1,08
Gebecon	200	416	0,91	90,81	0,96	441,32	0,96
	400	379,8	0,83	82,91	0,99	454,40	0,99
	600	340,7	0,74	74,37	1,13	515,50	1,13

Výsledky měření:

Tabulka 6: Pevnost ve směru CD

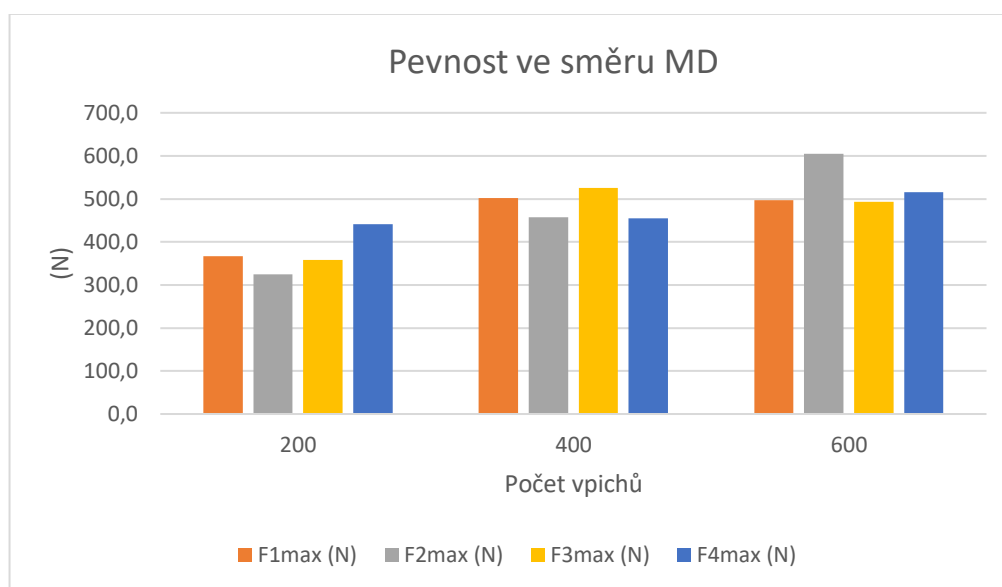
počet vpichů	F1 _{max} (N)	F2 _{max} (N)	F3 _{max} (N)	F4 _{max} (N)
200	825,1	747,8	806,1	977,6
400	1003,9	731,6	942,8	841,6
600	912,6	803,9	979,0	1075,1



Graf 1: Pevnost ve směru CD

Tabulka 7: Pevnost ve směru MD

počet vpichů	F1 _{max} (N)	F2 _{max} (N)	F3 _{max} (N)	F4 _{max} (N)
200	366,5	325,2	358,1	441,3
400	502,2	457,6	525,2	454,4
600	496,8	604,6	493,4	515,5



Graf 2: Pevnost ve směru MD

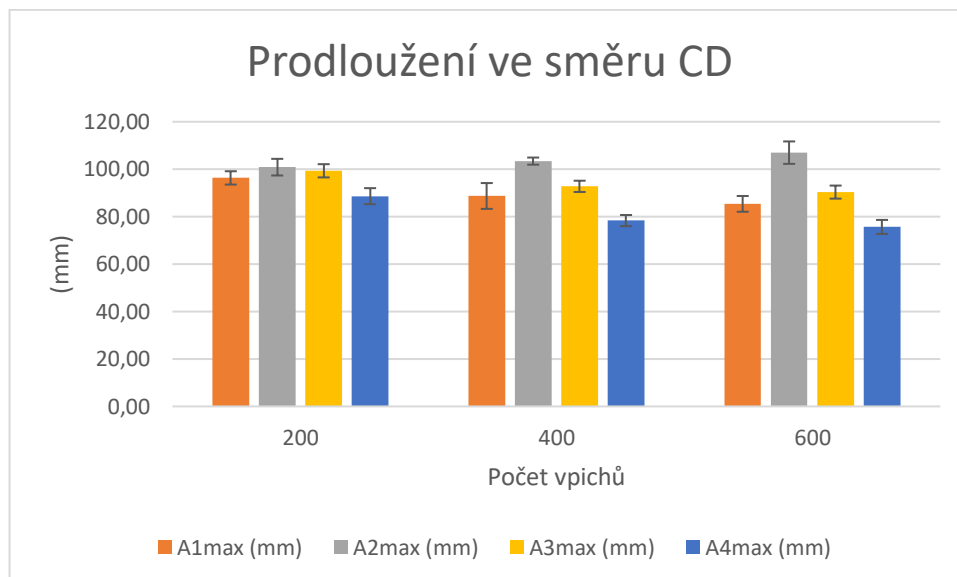
Z výše uvedených grafů 1 a 2 je patrné, že textilie zpevněná vpichovací jehlou Gebecon F4 dosahuje nejvyšší pevnosti při intenzitě vpichu 600 na cm^{-2} ve směru CD. V porovnání s ostatními jehlami, je tato hodnota nejvyšší. U této textilie dochází k vysoké redukci plošné hmotnosti se zvyšující se intenzitou vpichu. Textilie zpevněná typem jehly TriStar F1 dosahuje nejvyšší pevnosti zpevněním pomocí 400 vpichů na cm^{-2} . Pevnost u textilie zpevněné typem jehly Standard postupně narůstá se zvyšujícím se počtem vpichů. Textilie zpevněná typem jehly EkoStar F3 vykazuje podobný trend jako textilie zpevněná typem Standard F2, ale pouze ve směru CD. V opačném směru dosahuje nejvyšší pevnosti již při hustotě vpichů 400. Pevnosti ve směru CD jsou vyšší než MD. Většina vláken je orientováno podélně ve směru CD, a tak snadněji přenášení sílu během zkoušky. Textilie zpevněné typem TriStar F1 a EkoStar F3 se chovají podobně, jejich pevnost roste. Po překročení parametru 400 vpichů začne jejich pevnost klesat. Podobnost v chování můžeme uvažovat vzhledem k hvězdicovému tvaru pracovní části jehly.

Tabulka 8: Statistika naměřené pevnosti

Vzorek	Aritmetický průměr (N)	Směrodatná odchylka (N)	Variační koeficient (%)	IS 95% (N)
1_200_CD	825,09	19,89	2,41	<800,4;849,8>
1_200_MD	366,456	19,18	5,23	<342,6;390,3>
1_400_CD	942,13	32,43	3,44	<801,8;982,4>
1_400_MD	471,284	9,66	2,05	<459,3;483,3>
1_600_CD	766,38	9,19	1,20	<755,0;777,8>
1_600_MD	417,24	12,54	3,01	<401,6;432,8>
2_200_CD	797,55	32,19	4,04	<757,5;837,6>
2_200_MD	346,8267	14,53	4,19	<328,8;364,9>
2_400_CD	778,76	45,11	5,79	<722,7;834,8>
2_400_MD	487,065	22,25	4,57	<459,4;514,7>
2_600_CD	784,59	41,2	5,25	<733,4;835,8>
2_600_MD	590,1067	32,04	5,43	<550,3;630,0>
3_200_CD	951,79	21,99	2,31	<924,5;979,1>
3_200_MD	422,884	16,6	3,93	<402,2;443,5>
3_400_CD	1048,33	41,42	3,95	<996,8;1099,8>
3_400_MD	584,0467	17,42	2,98	<562,4;605,7>
3_600_CD	984,57	29,39	2,99	<948,0;1021,1>
3_600_MD	496,218	15,54	3,13	<476,9;515,5>
4_200_CD	887,77	31,19	3,51	<849,0;926,5>
4_200_MD	400,762	17,96	4,48	<378,4;423,1>
4_400_CD	697,71	24,41	3,50	<667,4;728,1>
4_400_MD	376,732	6,64	1,76	<368,5;385,0>
4_600_CD	799,58	22,67	2,84	<771,4;827,8>
4_600_MD	383,39	25,62	6,68	<351,5;415,2>

Tabulka 9: Tažnost ve směru CD

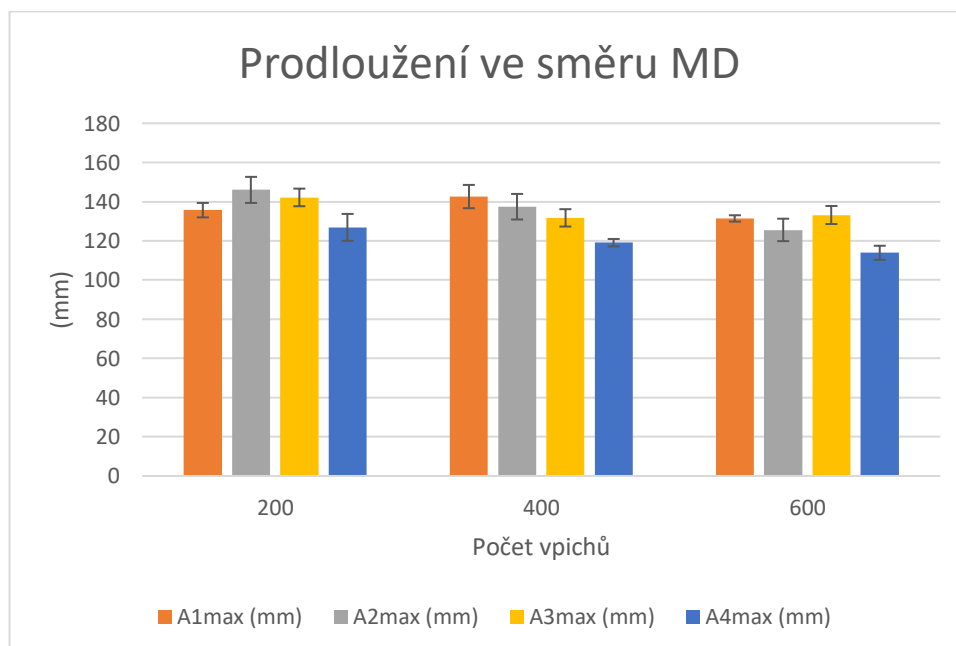
počet vpichů	A1 _{max} (mm)	A2 _{max} (mm)	A3 _{max} (mm)	A4 _{max} (mm)
200	96,33	100,86	99,33	88,63
400	88,72	103,42	92,78	78,35
600	85,39	106,98	90,35	75,67



Graf 3: Tažnost ve směru CD

Tabulka 10: Tažnost ve směru MD

počet vpichů	A1 _{max} (mm)	A2 _{max} (mm)	A3 _{max} (mm)	A4 _{max} (mm)
200	135,68	146,01	142,17	126,88
400	142,61	137,43	131,73	119,07
600	131,45	125,58	133,2	113,9



Graf 4: Tažnost ve směru MD

Z grafů 3 a 4 je patrné, že textilie zpevněná vpichovací jehlou Gebecon A4 vykazuje nejnižší tažnost ve všech případech. Při porovnání obou směrů vykazuje směr MD vyšší tažnost. Testovací vzorky odebrané ze směru CD vykazují postupné snižování tažnosti se zvyšujícím se počtem vpichů. Pouze u vzorků zpevněných jehlami Standard A2 je trend opačný.

Tabulka 11: Statistika prodloužení

Vzorek	Aritmetický průměr (N)	Směrodatná odchylka (N)	Variační koeficient (%)	IS 95% (N)
1_200_CD	96,33	2,81	2,92	<92,8;99,8>
1_200_MD	135,68	3,69	2,72	<131,1;140,3>
1_400_CD	88,72	5,44	6,13	<82,0;95,5>
1_400_MD	142,61	5,95	4,17	<135,2;150,0>
1_600_CD	85,39	3,32	3,89	<81,3;89,5>
1_600_MD	131,45	1,62	1,23	<129,4;133,5>
2_200_CD	100,86	3,51	3,48	<96,5;105,2>
2_200_MD	146,01	6,66	4,56	<137,7;154,3>
2_400_CD	103,42	1,5	1,45	<101,5;105,3>
2_400_MD	137,43	6,53	4,75	<129,3;145,5>
2_600_CD	106,98	4,73	4,42	<101,1;112,9>
2_600_MD	125,58	5,73	4,56	<118,5;132,7>
3_200_CD	99,33	2,79	2,81	<95,9;102,8>
3_200_MD	142,17	4,5	3,17	<136,6;147,8>
3_400_CD	92,78	2,37	2,55	<89,8;95,7>
3_400_MD	131,73	4,44	3,37	<126,2;137,3>
3_600_CD	90,35	2,75	3,04	<86,9;93,8>
3_600_MD	133,2	4,6	3,45	<127,5;138,9>
4_200_CD	88,63	3,38	3,81	<84,4;92,8>
4_200_MD	126,88	6,87	5,41	<118,3;135,4>
4_400_CD	78,35	2,34	2,99	<75,4;81,3>
4_400_MD	119,07	1,89	1,59	<116,7;121,4>
4_600_CD	75,67	2,95	3,90	<72,0;79,3>
4_600_MD	113,9	3,61	3,17	<109,4;118,4>

5.2.2. OHYBOVÁ TUHOST

Příprava vzorků:

Vzorky pro měření tuhosti byly připraveny dle normy EDANA BENDING LENGTH 502.80 o velikosti 25x200 mm. Celkem bylo vytvořeno 120 vzorků: pro čtyři druhy jehel o třech různých počtech vpichů po pěti vzorcích ve směru CD a MD.

Měření:

Tuhost byla měřena na laboratorním přístroji, který je zobrazen na obrázku 23. Přístroj se skládá z nepohyblivé spodní lišty a zátěžové pohyblivé lišty. Byla sledována výsledná ohybová tuhost dle vzorce 8, který slouží pro přepočet ohybové délky na ohybovou tuhost. Pro zjednodušení čtení výsledné ohybové tuhosti, bylo na pohyblivou část dočasně upevněno měřidlo délky s přesností 1 mm. Vzorky byly měřeny z vrchní strany (V) i spodní (S), a proto se celkový počet výsledků zdvojnásobil ze 120 vzorků na 240 vzorků k měření.

Vzorec ohybové tuhosti (8)

$$G = 0,10 \cdot g \cdot C^3 \text{mg} \cdot \text{cm} \quad (8)$$

G [mgm] Ohybová tuhost
g [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$] Plošná hmotnost
C [cm] Ohybová délka
mg [0,1] Miligram
cm [0,01] Centimetr



OBRÁZEK 23: TUHOMĚR

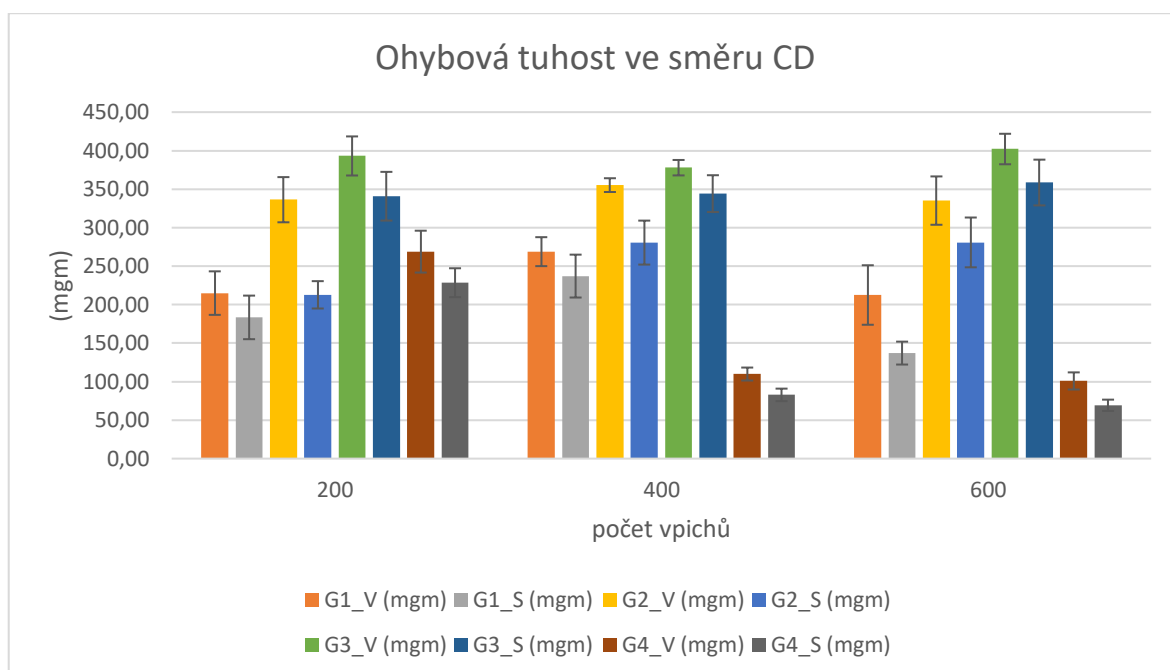
Proces měření:

1. Usazení vzorku na pevnou lištu
2. Zatížení vzorku pohyblivou lištou
3. Posun vzorku do doby, než protne rysku pod úhlem 41,5°
4. Odečtení délky prohnutí na měřítku
5. Zápis výsledků

Výsledky měření:

Tabulka 12: Tuhost ve směru CD

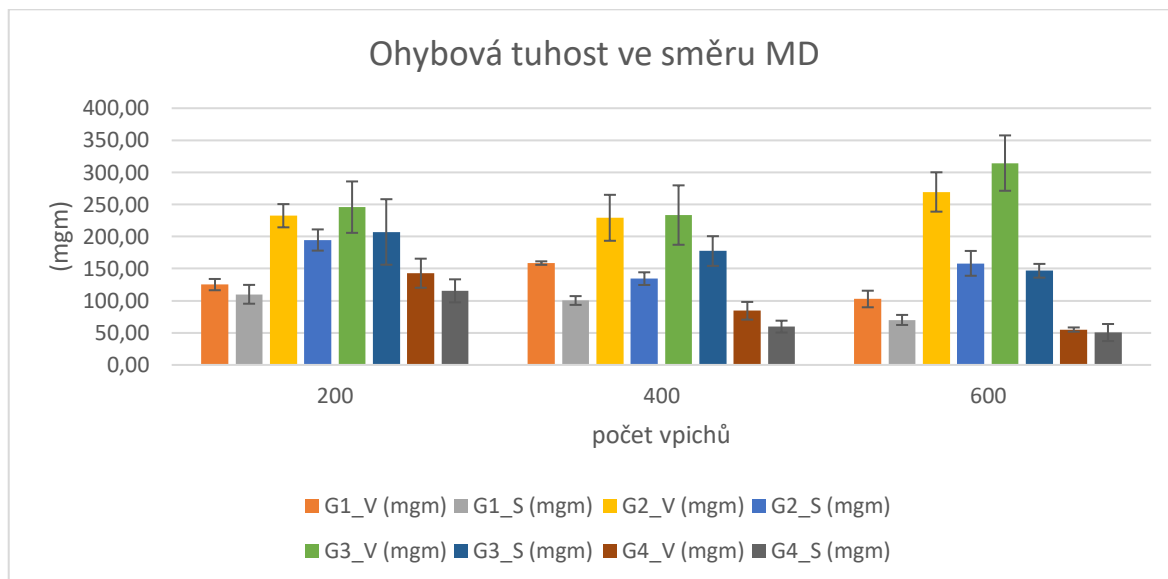
počet vpichů	G1_V (mgm)	G1_S (mgm)	G2_V (mgm)	G2_S (mgm)	G3_V (mgm)	G3_S (mgm)	G4_V (mgm)	G4_S (mgm)
200	214,96	183,41	336,29	212,75	393,11	340,81	268,84	228,44
400	268,81	237,08	355,22	280,56	377,85	344,17	109,83	82,77
600	212,50	137,06	335,12	280,80	402,13	358,59	100,86	69,25



Graf 5: Tuhost ve směru CD

Tabulka 13: Tuhost ve směru MD

počet vpichů	G1_V (mgm)	G1_S (mgm)	G2_V (mgm)	G2_S (mgm)	G3_V (mgm)	G3_S (mgm)	G4_V (mgm)	G4_S (mgm)
200	125,15	110,05	232,50	194,64	245,86	207,19	142,92	115,43
400	158,70	100,38	229,25	134,47	233,50	177,45	84,36	59,68
600	102,73	70,10	269,50	158,29	314,51	146,71	55,12	50,46



Graf 6: Tuhost ve směru MD

Z grafu 5 a 6 můžeme pozorovat nejvyšší tuhost u vpichované textilie s použitím jehly EkoStar G3. Nejlepší splývavost má naopak textilie zpevněná jehlami Gebecon G4. U této textilie také pozorujeme postupné snižování tuhosti se zvyšujícím se počtem vpichů. Z grafů také vyplívá vyšší tuhost z lícové strany než z rubní. Textilie jsou tedy více zpevněny na povrchu materiálu. Se zvyšováním počtu vpichů postupně klesá ohybová tuhost. Ohybová tuhost vzorků ve směru CD je větší než v opačném směru.

Tabulka 14: Statistika ohybové tuhosti

Vzorek	Aritmetický průměr (N)	Směrodatná odchylka (N)	Variační koeficient (%)	IS 95% (N)
1_200_CD_V	214,96	28,27	13,15	<179,8;250,1>
1_200_MD_V	125,15	8,79	7,02	<114,2;136,1>
1_400_CD_V	268,81	18,80	6,99	<245,4;292,2>
1_400_MD_V	158,70	2,73	1,72	<155,3;162,1>
1_600_CD_V	212,50	38,66	18,19	<164,4;260,6>

1_600_MD_V	102,73	12,94	12,60	<86,6;118,8>
1_200_CD_S	183,41	28,31	15,43	<148,2;218,6>
1_200_MD_S	110,05	14,66	13,33	<91,8;128,3>
1_400_CD_S	237,08	27,84	11,74	<202,5;271,7>
1_400_MD_S	100,38	6,83	6,81	<91,9;108,9>
1_600_CD_S	137,06	14,87	10,85	<118,6;155,5>
1_600_MD_S	70,10	7,84	11,19	<60,4;79,9>
2_200_CD_V	336,29	29,35	8,73	<299,8;372,8>
2_200_MD_V	232,50	18,11	7,79	<210,0;255,0>
2_400_CD_V	355,22	8,94	2,52	<344,1;366,3>
2_400_MD_V	229,25	35,81	15,62	<184,7;273,8>
2_600_CD_V	335,12	31,40	9,37	<296,1;374,2>
2_600_MD_V	269,50	30,67	11,38	<231,4;307,6>
1_200_CD_S	212,75	17,75	8,34	<190,7;234,8>
1_200_MD_S	194,64	16,51	8,48	<174,1;215,2>
1_400_CD_S	280,56	28,55	10,17	<245,1;316,0>
1_400_MD_S	134,47	9,86	7,33	<122,2;146,7>
1_600_CD_S	280,80	32,33	11,52	<240,6;321,0>
1_600_MD_S	158,29	19,35	12,23	<134,2;182,3>
2_200_CD_S	393,11	25,37	6,45	<361,6;424,6>
2_200_MD_S	245,86	40,06	16,29	<196,1;295,7>
2_400_CD_S	377,85	10,03	2,66	<365,4;390,3>
2_400_MD_S	233,50	46,29	19,82	<176,0;291,0>
2_600_CD_S	402,13	19,80	4,92	<377,5;426,7>
2_600_MD_S	314,51	43,12	13,71	<260,9;368,1>
3_200_CD_S	340,81	31,64	9,28	<301,5;380,2>
3_200_MD_S	207,19	51,07	24,65	<143,7;270,7>
3_400_CD_S	344,17	23,90	6,94	<314,5;373,9>
3_400_MD_S	177,45	23,13	13,04	<148,7;206,2>
3_600_CD_S	358,59	29,71	8,28	<321,7;395,5>
3_600_MD_S	146,71	10,71	7,30	<133,4;160,0>
4_200_CD_V	268,84	27,19	10,11	<235,0;302,6>
4_200_MD_V	142,92	22,66	15,85	<114,8;171,1>
4_400_CD_V	109,83	8,42	7,67	<99,4;120,3>
4_400_MD_V	84,36	13,79	16,34	<67,2;101,5>
4_600_CD_V	100,86	11,13	11,04	<87,0;114,7>
4_600_MD_V	55,12	3,29	5,97	<51,0;59,2>
4_200_CD_S	228,44	18,77	8,22	<205,1;251,8>
4_200_MD_S	115,43	17,92	15,53	<93,2;137,7>
4_400_CD_S	82,77	8,11	9,80	<72,7;92,9>
4_400_MD_S	59,68	9,27	15,52	<48,2;71,2>
4_600_CD_S	69,25	7,32	10,57	<60,2;78,4>
4_600_MD_S	50,46	13,31	26,38	<33,9;67,0>

6. DISKUZE VÝSLEDKŮ

Cílem této bakalářské práce bylo zkoumání změny mechanických vlastností netkané textilie změnou vpichovacích jehel během procesu vpichování. Byly zvoleny 4 typy jehel firmy Goz-Beckert – TriStar, Standard, Ekostar a Gebecon. Vstupním materiálem byla středně jemná PES vlákna a postup výroby se neměnil. V rámci procesu vpichování byl měněn pouze počet vpichů.

Výroba netkané textilie u prvních 3 typů jehel proběhla dle předpokladu s dostatečným zpevněním. Před použitím jehelné desky osazené čtvrtým typem jehel Gebecon se musely upravit vstupní parametry vpichovací linky z důvodu rozdílné délky jehel. Vyrobena textilie však nebyla dostatečně zpevněná. Tento jev nebyl předpokládán, protože byly zvoleny jehly od jednoho dodavatele, které byly shodně označeny a měly by mít shodný typ geometrického uspořádání jednotlivých částí jehly. Při detailním porovnání jehel Gebecon se zjistil rozdíl ve vzdálenosti prvního ostnu, a tak musela být přenastavena i hloubka vpichu.

Pomocí vpichovací linky DILO-FT-007, byly vyrobeny čtyři druhy textilií o třech různých intenzitách vpichu. Z textilií byly zhotoveny dvě sady vzorků po 120 kusech.

Testy mechanických vlastností byly provedeny v laboratoři Katedry netkaných textilií TUL. Sledovanými parametry u textilií byla pevnost a tažnost, testované na trhacím stroji LabTest 2.050, a tuhost, která byla testována pomocí tuhoměru.

Závěrečné testování odhalilo nejnižší hodnoty tažnosti a tuhosti právě u textilie zpevněné typem jehly Gebecon. Jehla Gebecon má snížený počet ostnů (méně než 9) a díky tomu má vpichovaná textilie vykazovat lepší ohybové vlastnosti, jak je uvedeno v prospektu firmy Groz-Beckert [4]. Tento předpoklad byl v rámci experimentu potvrzen, textilie vykazuje nejlepší splývavost. Také pozorujeme nestandardní chování pevnosti, kdy její pevnost nejprve klesá, a poté opět roste, a proto jehly typu Gebecon nepotvrdily trend pevnosti z odborné literatury [3], [14], to je pravděpodobně způsobeno vysokou variabilitou, nestejnomyšerností nebo nízkým počtem vyrobených vzorků.

Dle dostupné literatury [3], [14], by měla být pevnost vpichované textilie ovlivněna hloubkou vpichu. Pevnost textilie by se měla zvyšovat se zvyšujícím se počtem vpichů, až do dosažení maxima. Poté začne pevnost klesat. Tento trend pevnosti potvrzují výsledky použití jehel typu TriStar, takto zpevněné textilie dosahují svého pevnostního maxima při intenzitě 400 vpichů na cm^{-2} . U textilie zpevněné typem jehel Standard dochází

k postupnému zvýšení hodnot pevnosti. Lze předpokládat, že zatím ještě nedosáhly svého pevnostního maxima. Textilie zpevněné typem jehly EkoStar a Gebecon vykazují odlišné chování v jednotlivých směrech.

Vyhodnocením testovaných vlastností se zaměřením se na změnu počtu vpichů, můžeme pozorovat následující trend. Se zvyšujícím se počtem vpichů se snižuje tažnost a tuhost materiálu. Dle dostupné literatury zvyšování počtu vpichů snižuje objem a tloušťku textilie. To bylo jednoznačně potvrzeno výsledky z tabulky 3. Šíře vpichované textilie se naopak zvyšovala s vyšší intenzitou vpichování. Pokud se s počtem vpichů snižuje plošná hmotnost, pak se dle vzorce 2 musí zvětšovat plocha textilie.

Pevnost a tuhost dosahuje vyšších hodnot ve směru CD, což je způsobeno orientací vláken. Vlákná tak přenášejí snadněji sílu během zkoušky. Výsledky tažnosti vykazují opačný trend.

Bylo by vhodné sledovat změnu výsledků zvolením vyššího počtu vzorků a pečlivější selekcí daných vzorků s menší variabilitou plošné hmotnosti. Lze předpokládat, že by se touto cestou dosáhlo shodných výsledků s odbornou literaturou. Také by bylo vhodné sledovat, vliv změny úhlu natočení kolénka usazených jehel v jehelné desce na mechanické vlastnosti textilie.

7. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá studií mechanického chování netkané textilie, na kterou působí změna vpichovacích jehel a změna počtu vpichů na cm^{-2} .

Teoretická část se zabývá popisem technologie výroby netkaných textilií se zaměřením na mechanické zpevnování vpichováním. Jsou zde popsány vpichovací jehly, které jsou součástí experimentu.

V rámci praktické části bakalářské práce byly vybrány 4 typy vpichovacích jehel pro výrobu vpichované netkané textilie – TriStar, Standard, EkoStar a Gebecon. Jehly se od sebe liší rozdílnou vzdáleností a rozmístěním hrotů, průměrem a délkou.

Výroba netkané textilie proběhla na vpichovací lince DILO-FT-007. Vstupní materiál a proces výroby netkané textilie byl shodný. Jediným měněným parametrem procesu byl počet vpichů na cm^{-2} . Při technologii vpichování byla osazena pouze jedna deska, z důvodu nedostatku jehel. Došlo ke zdvojnásobení průchodů strojem, a proto je nutné vynásobit počet vpichů dvěma. Proces vpichování však odhalil nevhodné použití jehly typu Gebecon. Zjistilo se, že parametry této jehly nejsou vhodné pro zpevnění zvoleného vstupního materiálu a původního nastavení parametrů procesu vpichování. Detailním zkoumáním jehly se zjistilo, že má první osten rozdílnou vzdálen od hrotu v porovnání s ostatními jehlami. Tato skutečnost nebyla předpokládána, protože byly zvoleny jehly od jednoho dodavatele se shodným označením a typem geometrického uspořádání jednotlivých částí jehly.

Po upravení hloubky vpichu procesu vpichování se podařilo vytvořit dostatečně zpevněnou netkanou textilií.

V rámci experimentu byla sledována pevnost v tahu, tažnost a ohybová tuhost na vyrobeném materiálu. Vzorky byly odebrány v obou směrech. Zkoušky prokázaly anizotropní chování textilie.

Zvolené vpichovací jehly ovlivnily rozdílným způsobem sledované vlastnosti materiálu. Nejvyšší pevnosti bylo dosaženo u textilie zpevněné jehlou typu Gebecon při počtu vpichů 600 na cm^{-2} . U této textilie také dochází k vysoké redukci plošné hmotnosti zvyšováním počtu vpichů. Tento typ jehly se jeví jako nejefektivnější a mohli bychom dosáhnout vysokých výtěžností, díky možnosti vyšších intenzit vpichu. Výsledky také ukázaly dosažení vyšší pevnosti ve směru CD než MD. Nejvyšších hodnot tažnosti bylo dosaženo použitím jehly Standard. Nevyšší tuhost byla prokázána u textilie

zpevněné pomocí jehly Ekostar. Textilie zpevněná jehlou typu Gebecon dosáhla nejnižších hodnot ve všech testovaných případech, kromě výsledků pevnosti.

Bylo potvrzeno, že změna hustoty vpichů ovlivňuje mechanické vlastnosti finálního produktu. Dále bylo potvrzeno, že změna typu vpichovací jehly, také výrazně ovlivní mechanické vlastnosti finálního produktu.

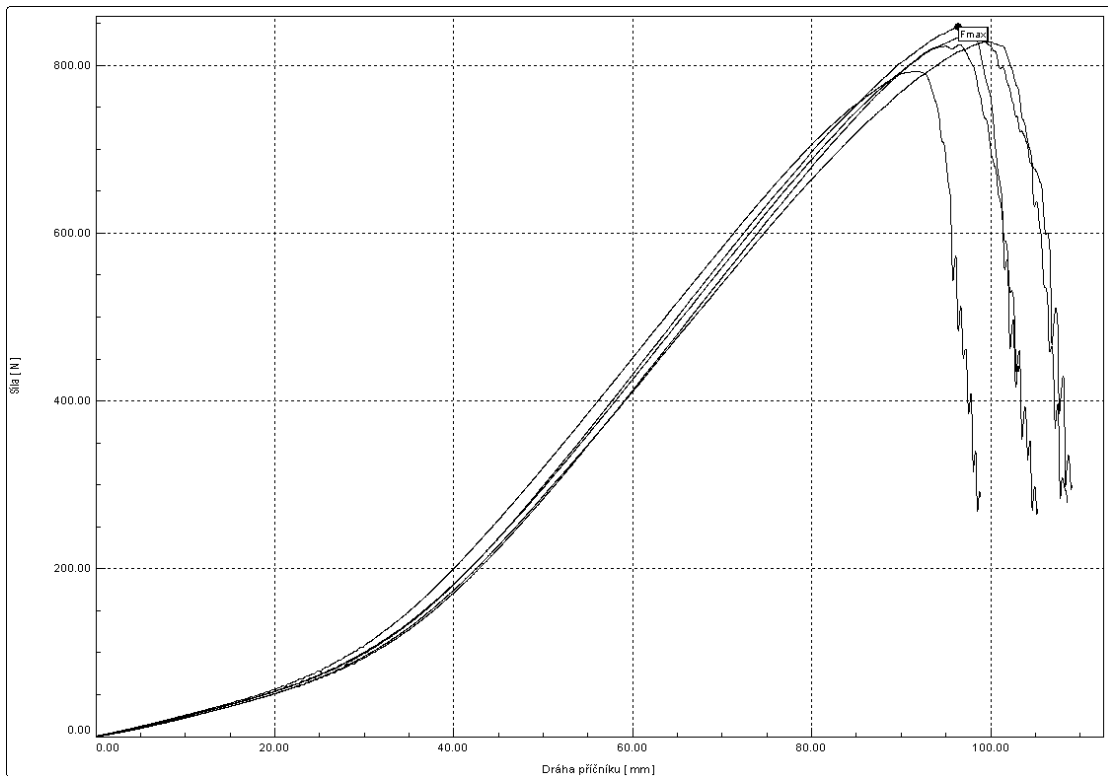
V rámci experimentu jsme potvrdili, že je důležité správně zvolit vhodný typ jehly na základě vstupního materiálu, ale i s ohledem na dosažení požadovaných vlastností finálního produktu. Dokázali jsme také, že volba nastavení vstupních parametrů vpichovací linky ovlivní výsledné mechanické vlastnosti produktu.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

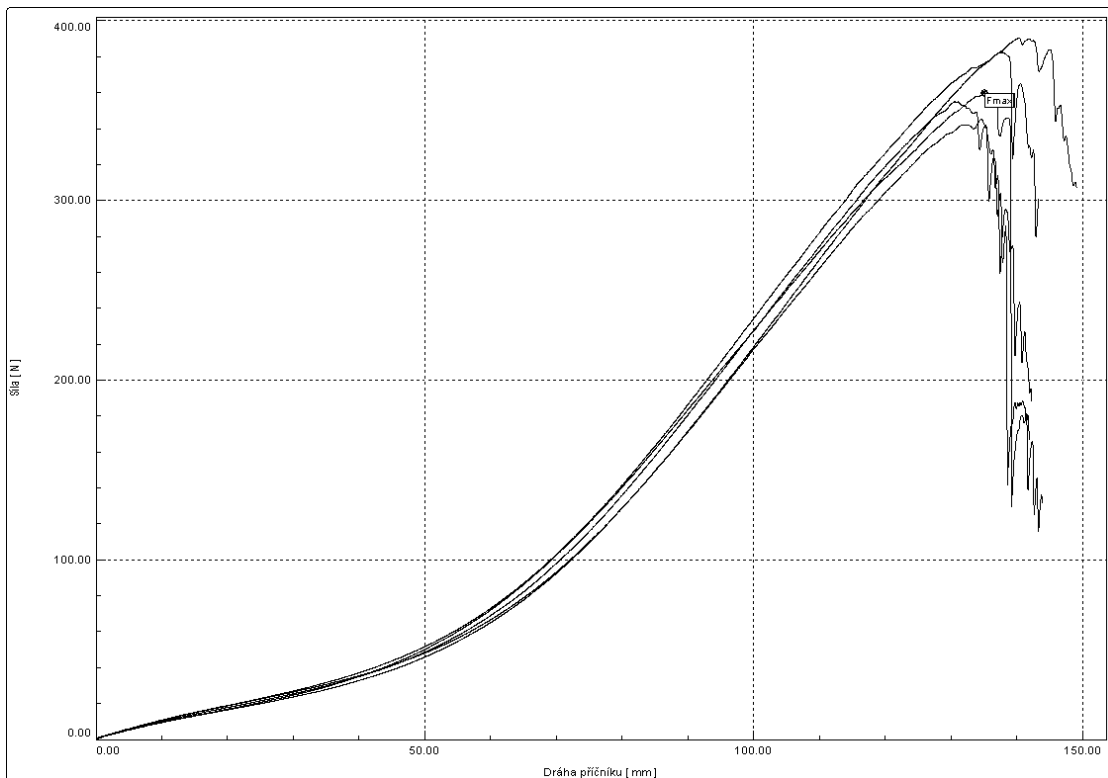
- [1] PATEL, M., BHRAMBHATT, D. *Nonwoven technology for unconventional fabrics*. M.S.University Vadodara [online]. [cit. 2021-05-09] Dostupné z: https://www.academia.edu/8914153/NONWOVEN_TECHNOLOGY_For_Unconventional_fabrics
- [2] RUSSELL, S. J. *Handbook of Nonwovens*. Woodhead Publishing Limited, 2007 [online]. [cit. 2021-07-10]. ISBN 978-1-85573-603-0.
- [3] JIRSÁK, O., MACKOVÁ I. *Netkané textilie*. Technická univerzita v Liberci, Liberec 2001. 127 s. ISBN 80-7083-511-7
- [4] Groz-Beckert. *Felting*. In: groz-beckert.com. [online]. Groz-Beckert, ©2021. [cit. 2021-05-30]. Dostupné z: https://www.groz-beckert.com/mm/media/en/web/pdf/Felting_and_structuring_needles.pdf
- [5] DOSTALOVÁ, M., KŘIVÁNKOVÁ, M. *ZÁKLADY TEXTILNÍ A ODĚVNÍ VÝROBY*. [online]. Liberec, 2001. Dostupné z: https://elearning.tul.cz/pluginfile.php/250882/mod_resource/content/2/skripta.pdf
- [6] KALEBEK N., BABAARSLAN O., *Fiber Selection for the Production of Nonwovens* [online]. [cit. 2021-10-15]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/311979955_Fiber_Selection_for_the_Production_of_Nonwovens
- [7] LAGEMAAT, M. *What are nonwovens?*. EDANA: European Disposables and Nonwovens Association [online]. [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.edana.org/nw-related-industry/what-are-nonwovens>
- [8] MRŠTINA, V., FEJGL, F. *Textilní technologie vpichování*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1982. 216 stran. ISBN 04-828-82

- [9] PAPCEL, a.s. *Nonwoven technologie*. [online]. PS Works s.r.o., [cit. 2021-07-20]
Dostupné z: <https://www.papcel.cz/produkty/specialni/nonwoven-technologie/>
- [10] PILLER, B. *Vývoj vláken pro netkané textilie*. Brno: Výzkumný ústav pletářský, 1985.
- [11] *Nonwoven* [online]. RIETER: © 2021 [cit. 2021-09-10]. Dostupné z:
<https://www.rieter.com/cz/products/components/nonwovens/metallic-card-clothings-for-nonwoven>
- [12] DABIRYAN, H., KARIMI, M. *Simulating the structure and air permeability of needle-punched nonwoven layer*. In: ResearchGate.net [online]. Journal of the Textile Institute, 2017 [cit. 2021-09-24]. Dostupné z: DOI:10.1080/00405000.2017.1398060
- [13] *MANUFACTURING OF NEEDLE PUNCHED NONWOVEN*, 09-04-2020. In: ngocminh-nmc.com.vn [online]. [cit. 2021-09-01]. Dostupné z: <http://ngocminh-nmc.com.vn/0-1-2-207244.html>
- [14] SAGHAFI, R., ZARREBINI, M., MOEZZI, M. *Mechanical Properties of Needle-Punched Fabrics in Relation to Fiber Orientation*. In: itast.ir [online]. JOURNAL OF TEXTILES AND POLYMERS, 2017 [cit. 2021-10-07]. Dostupné z:
http://www.itast.ir/article_46298_aa083af3fd0d7363a10b55009c6bfdb7.pdf
- [15] TUL Netkané textilie. *Technologie 3*. In: nanoed.tul.cz [online]. [cit. 2021-04-16].
Dostupné z:
https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1010/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-technologie%203.pdf

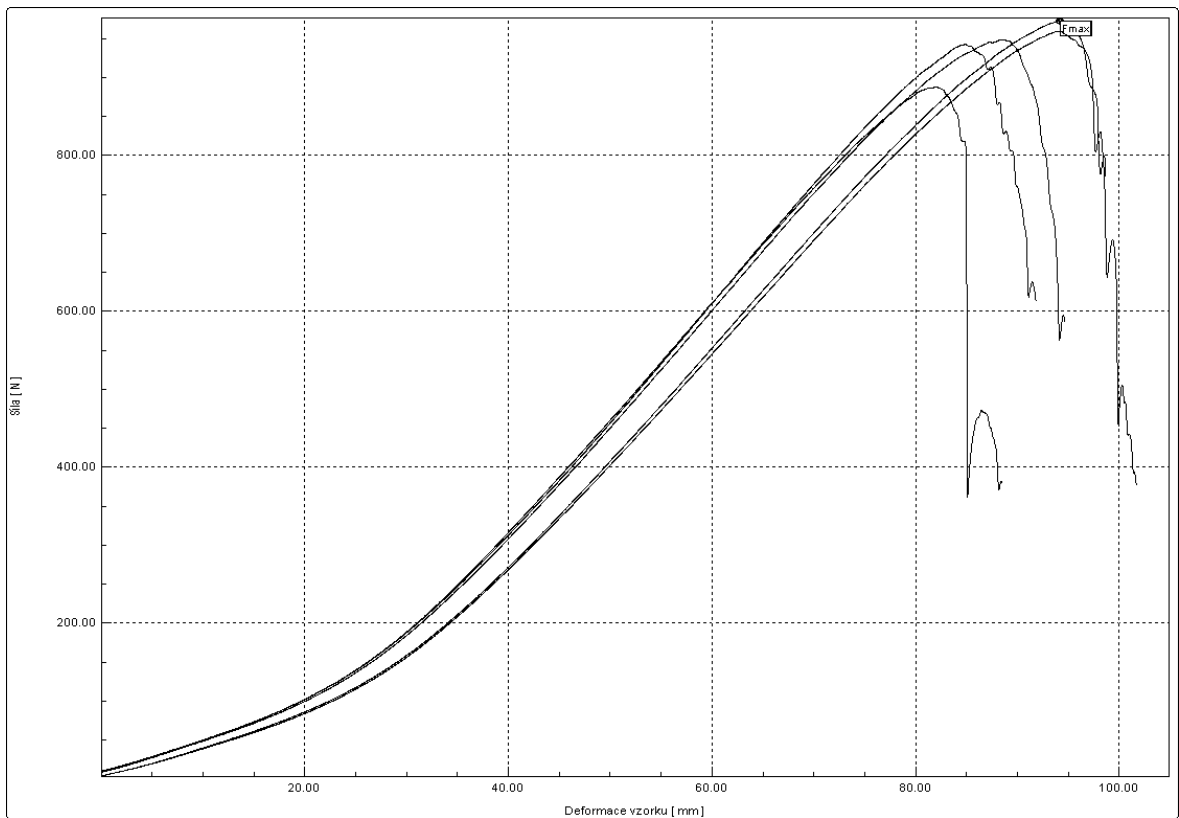
9. PŘÍLOHY



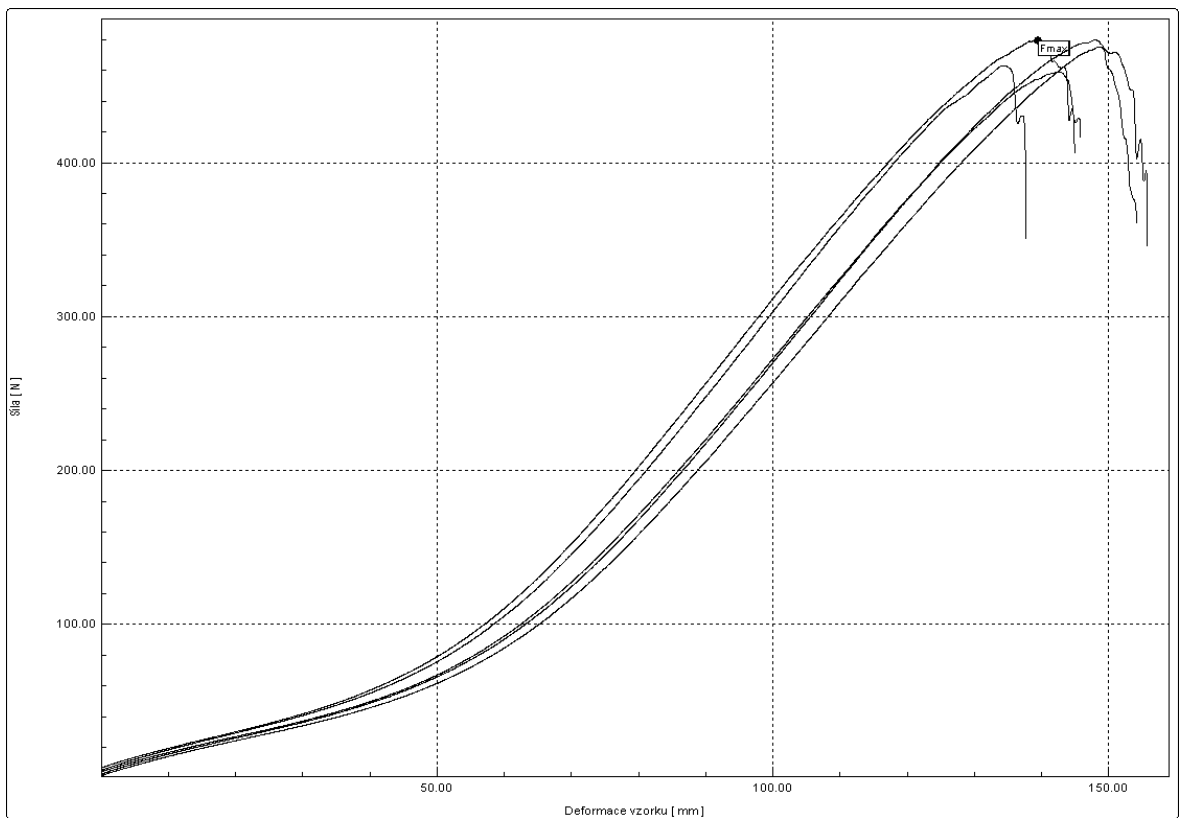
Graf 1: 1_100_CD



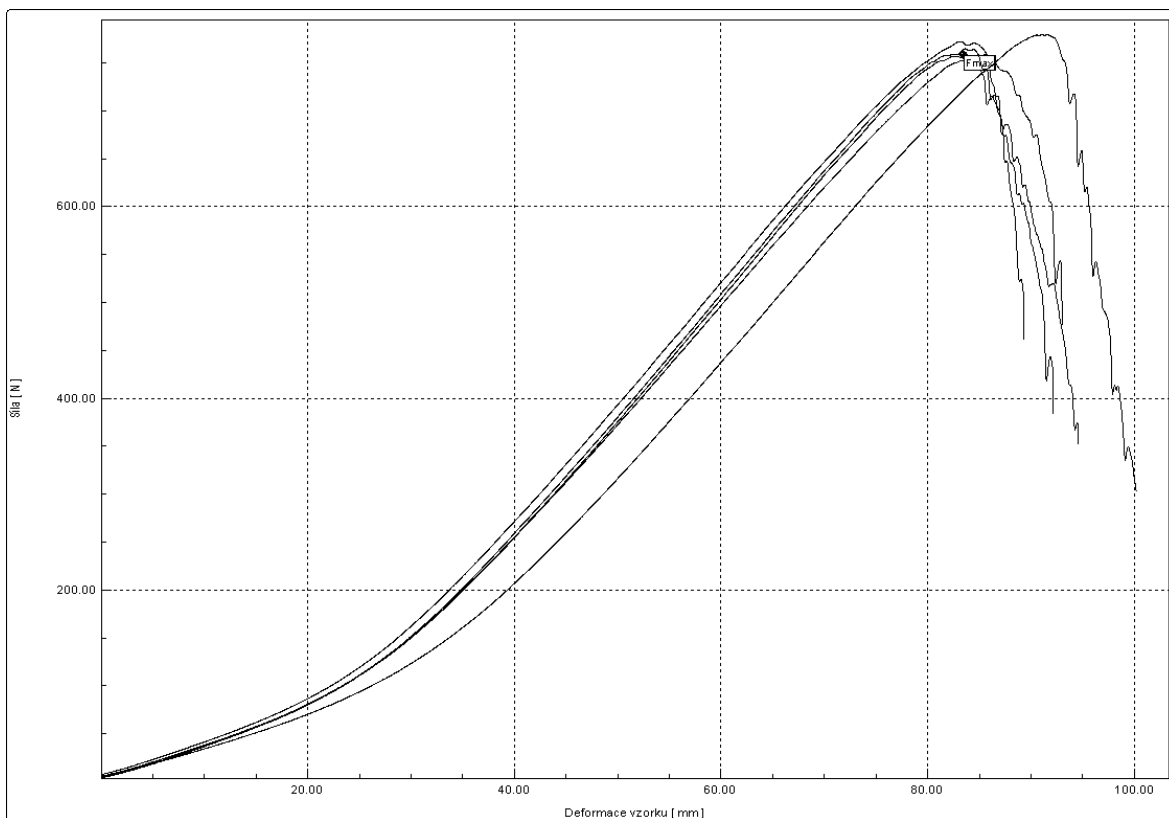
Graf 2: 1_100_MD



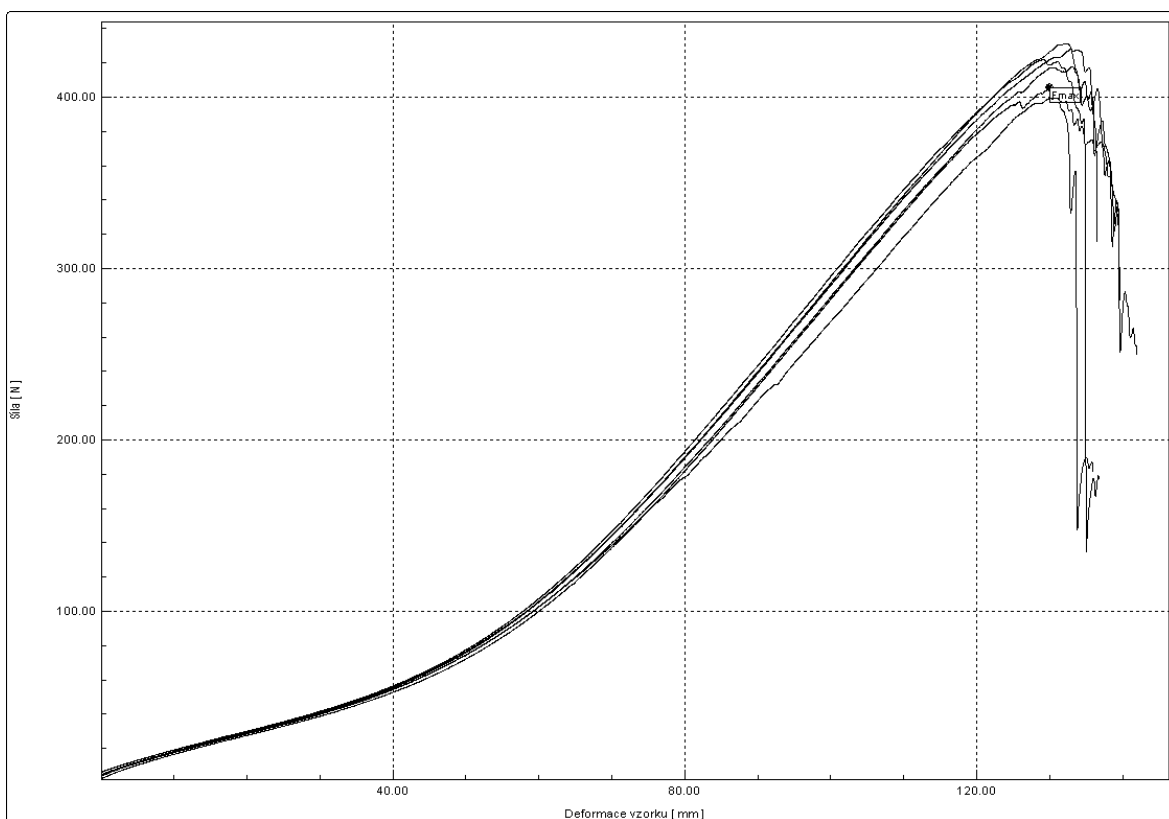
Graf 3: 1_200_CD



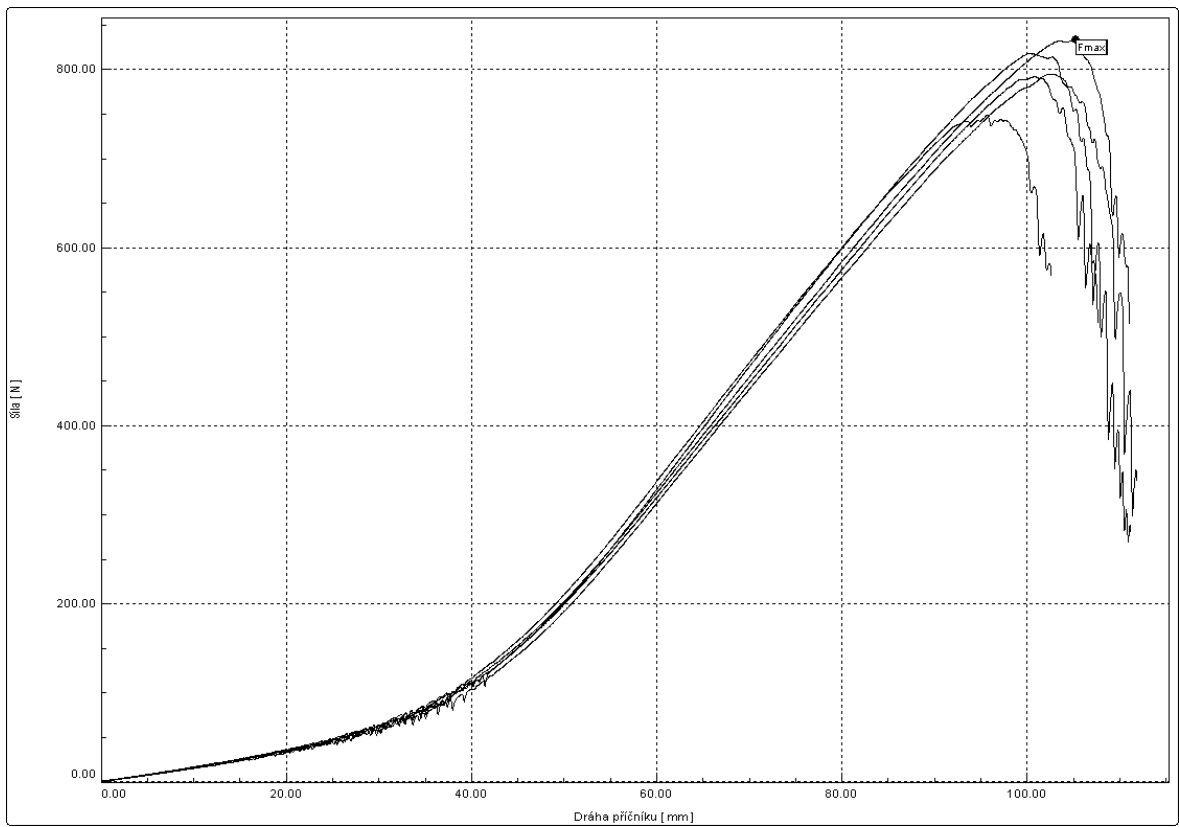
Graf 4: 1_200_MD



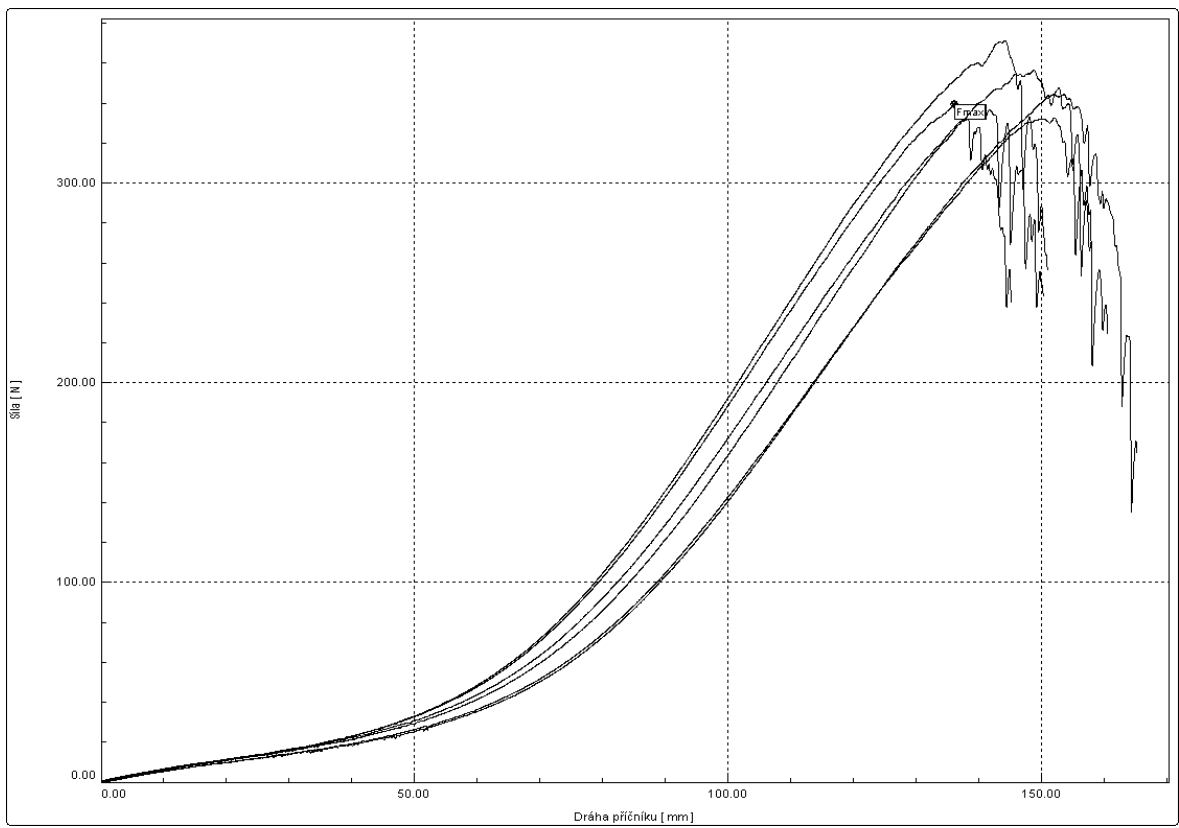
Graf 5: 1_300_CD



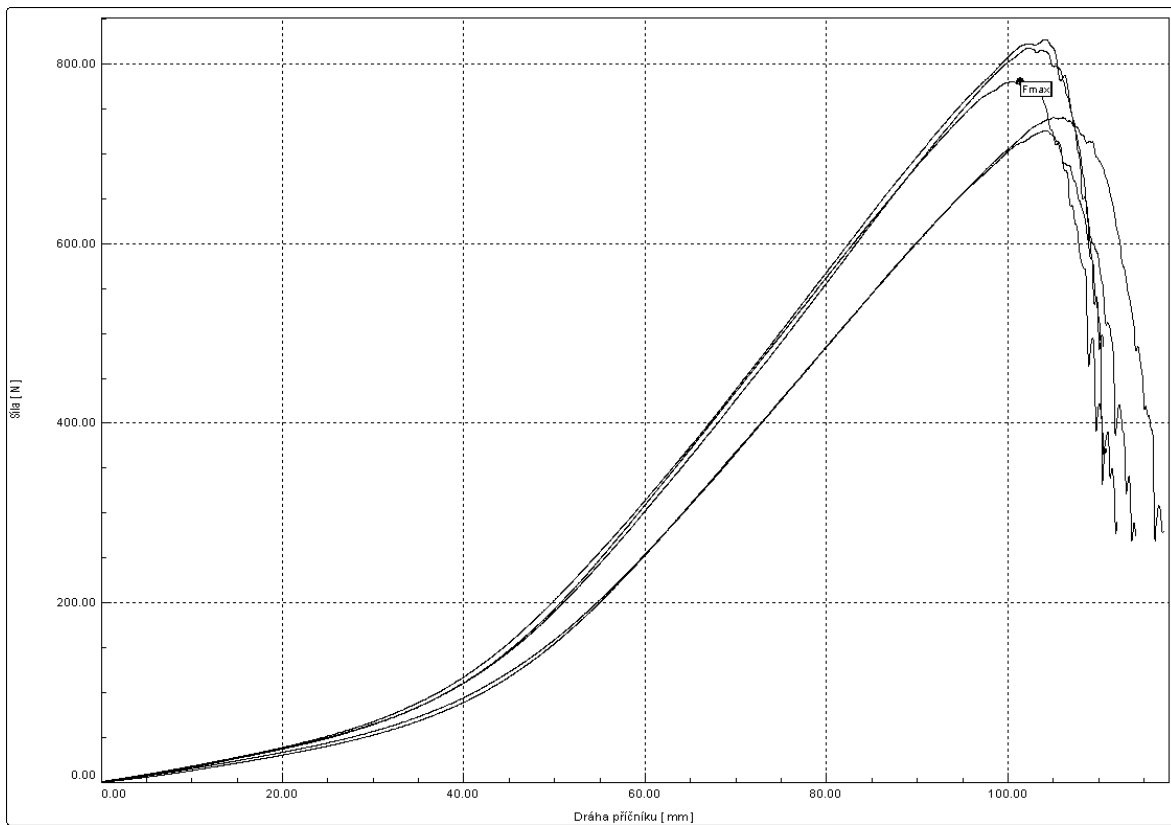
Graf 6: 1_300_MD



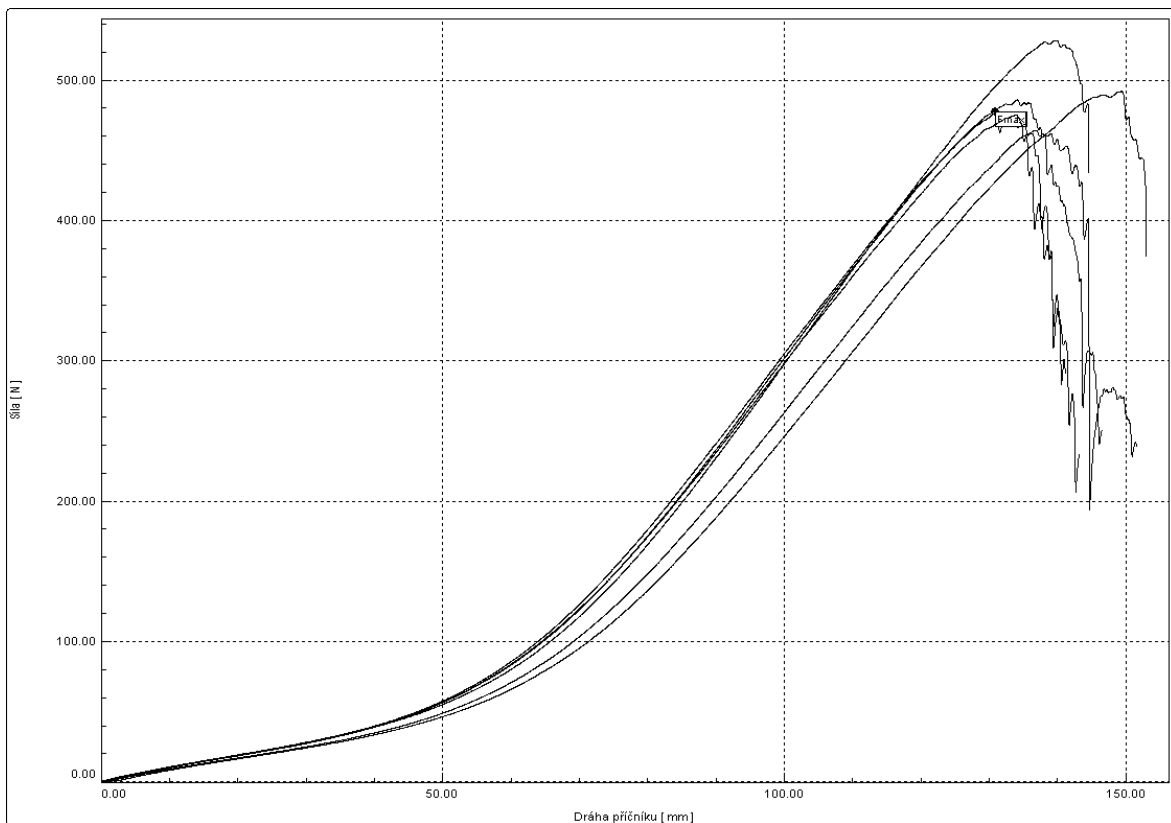
Graf 7: 2_100_CD



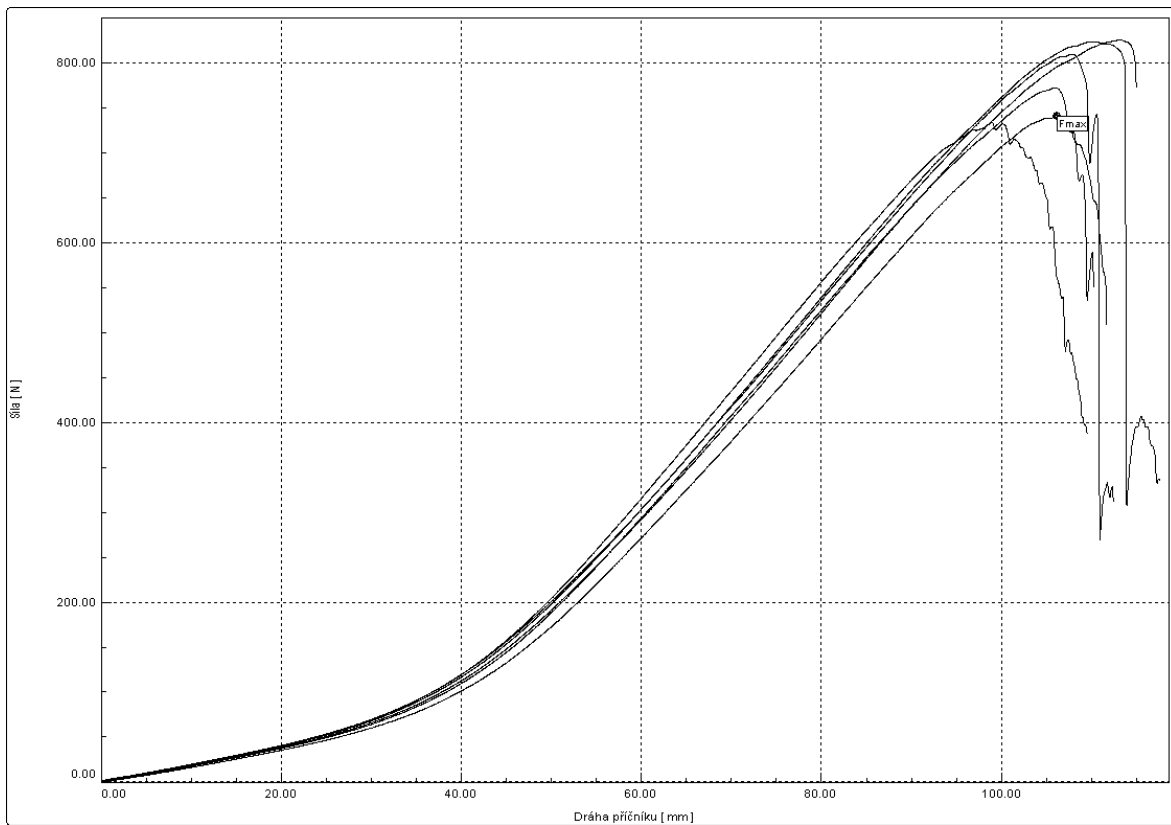
Graf 8: 2_100_MD



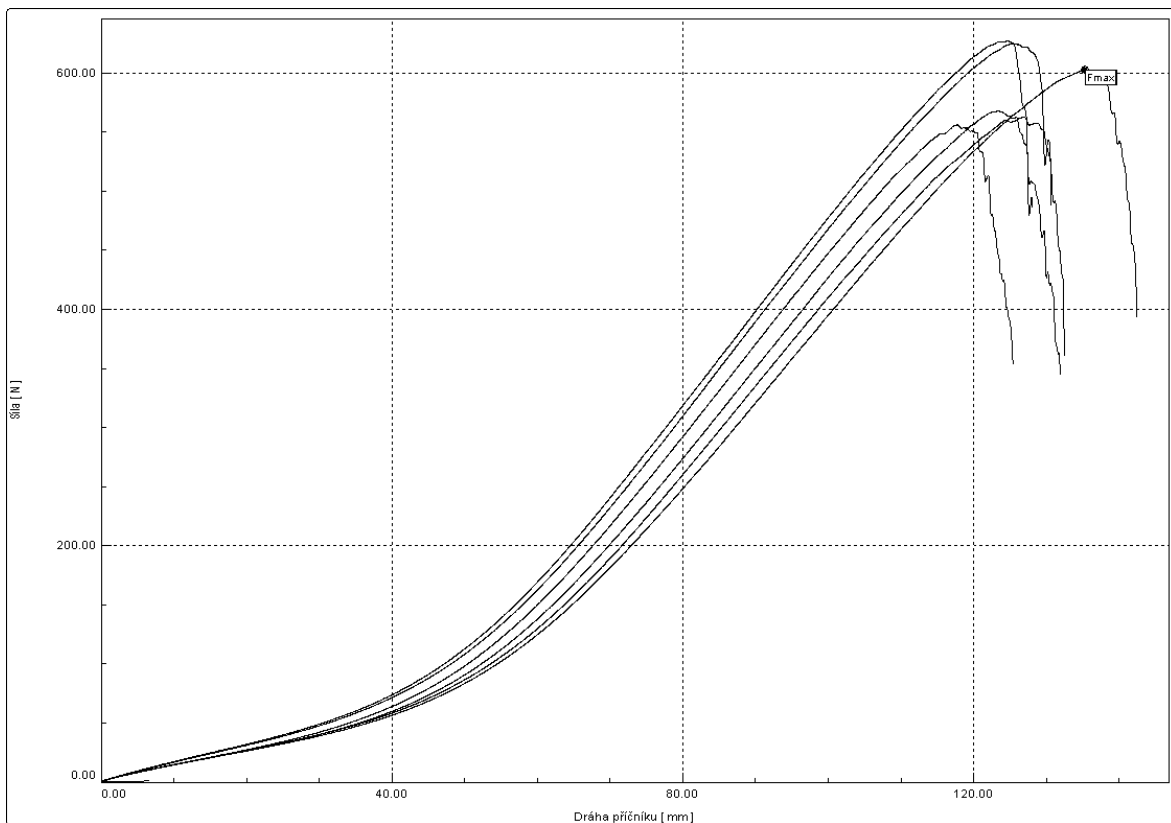
Graf 9: 2_200_CD



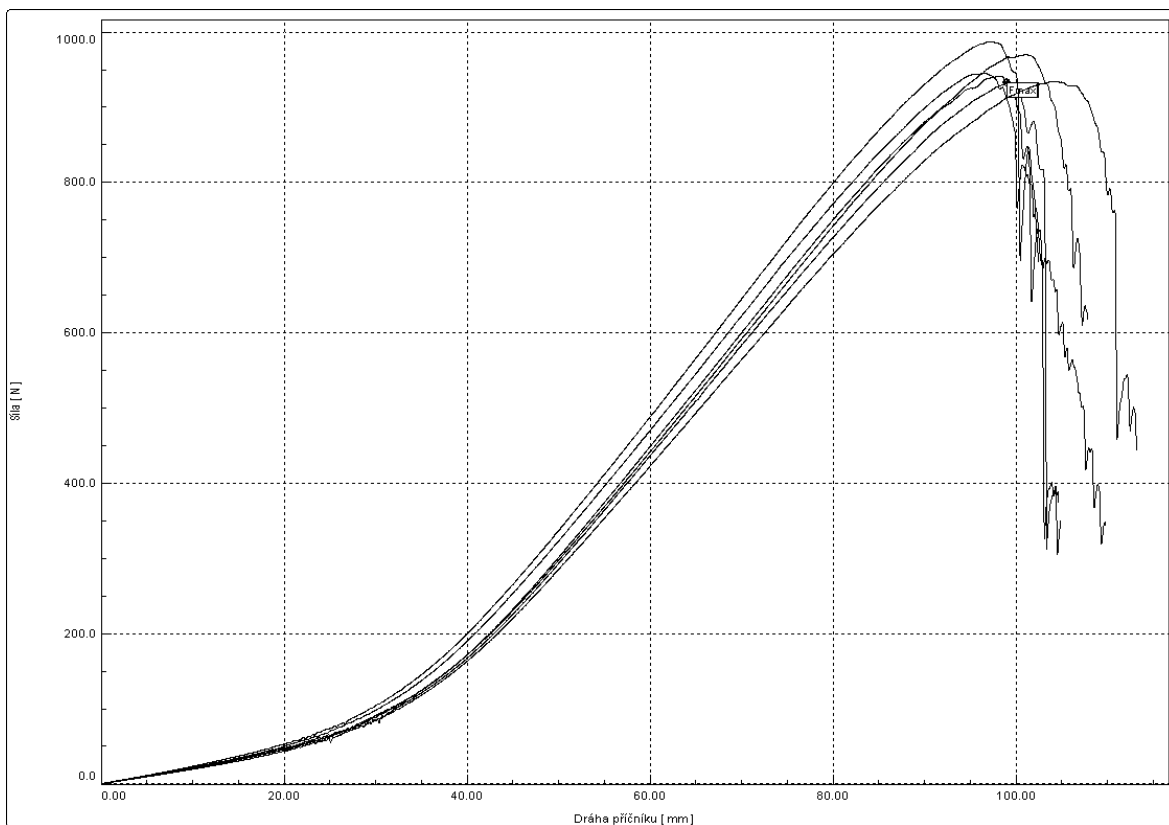
Graf 10: 2_200_MD



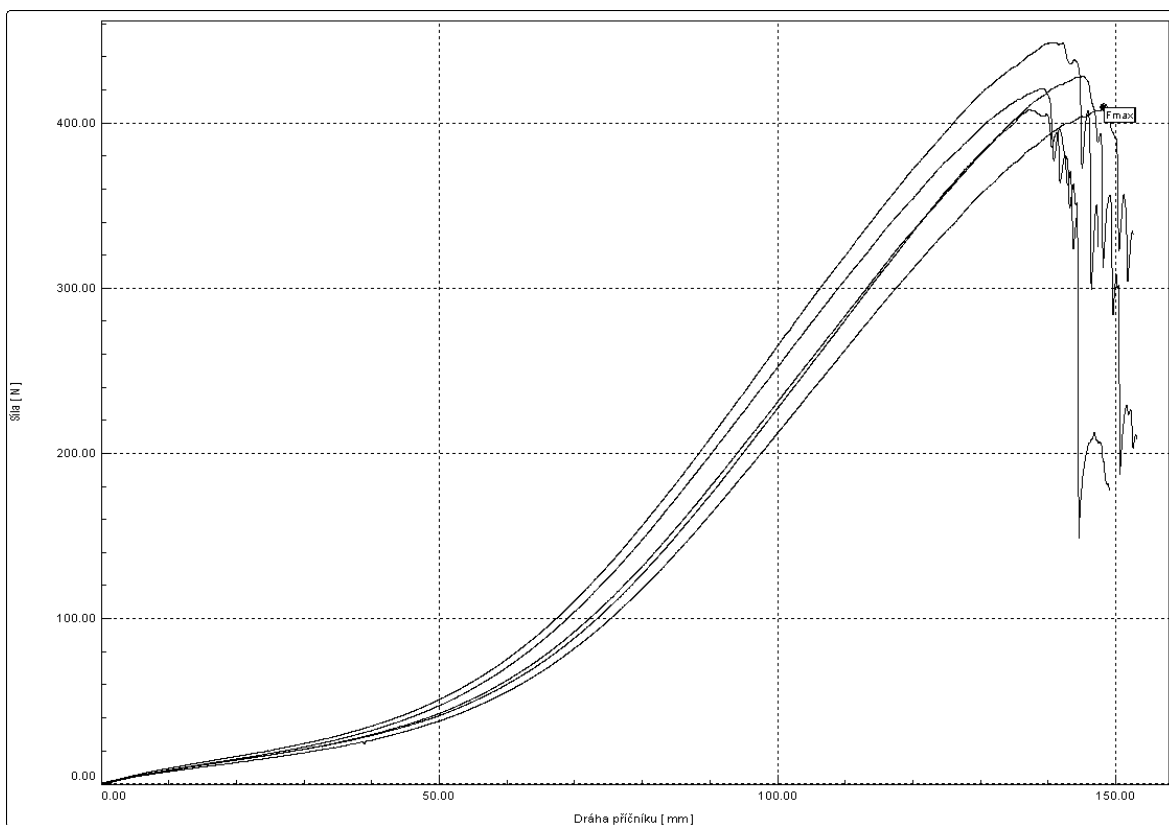
Graf 11: 2_300_CD



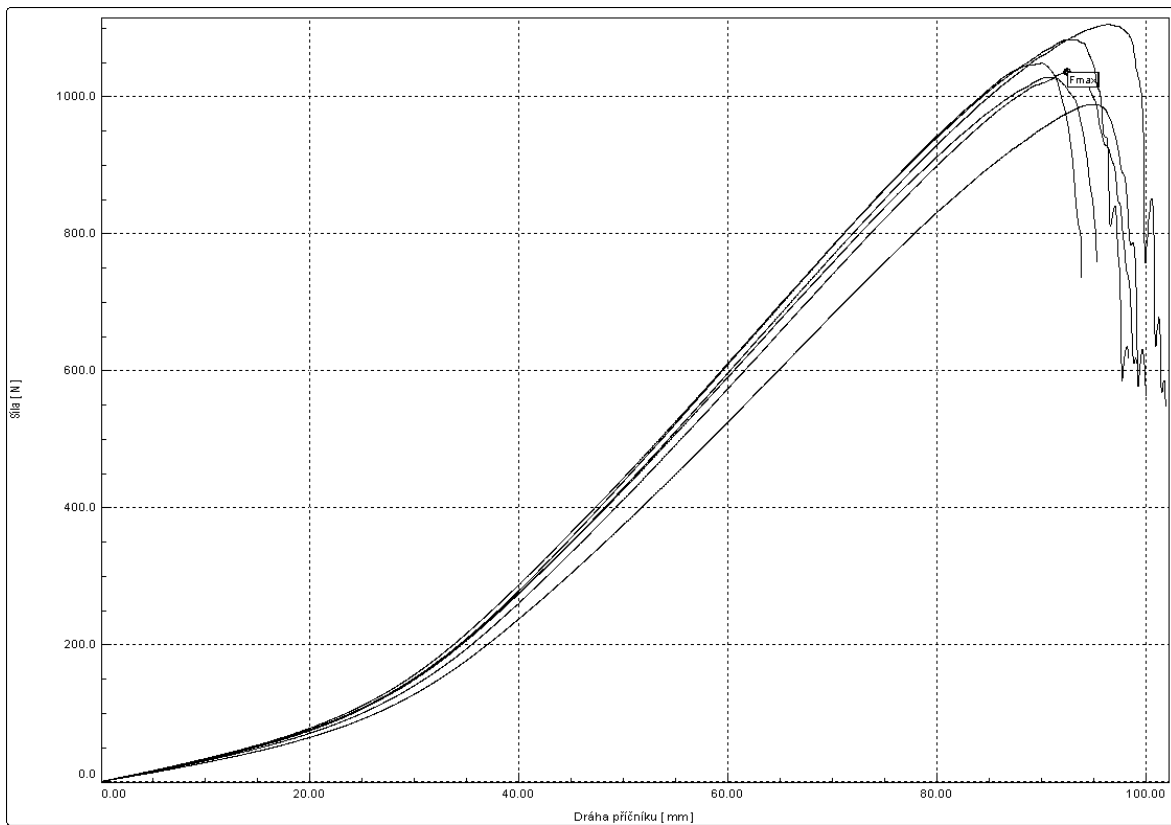
Graf 12: 2_300_MD



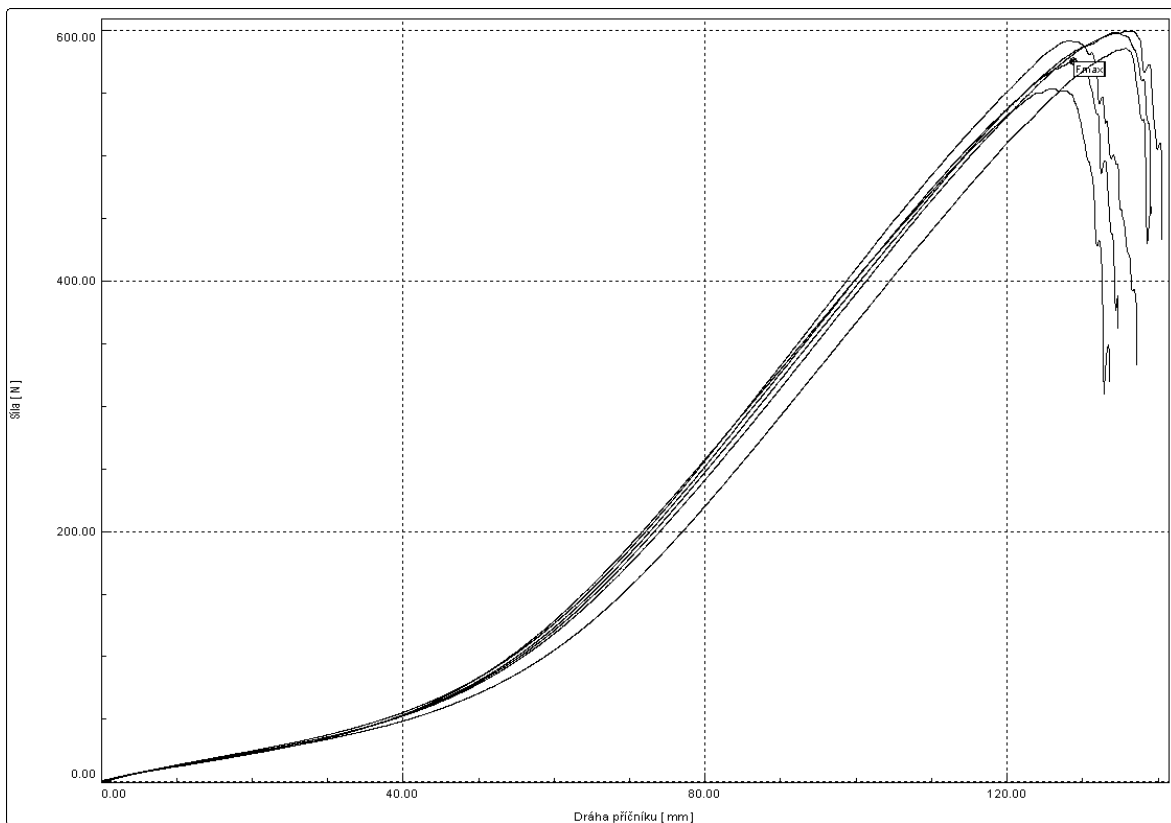
Graf 13: 3_100_CD



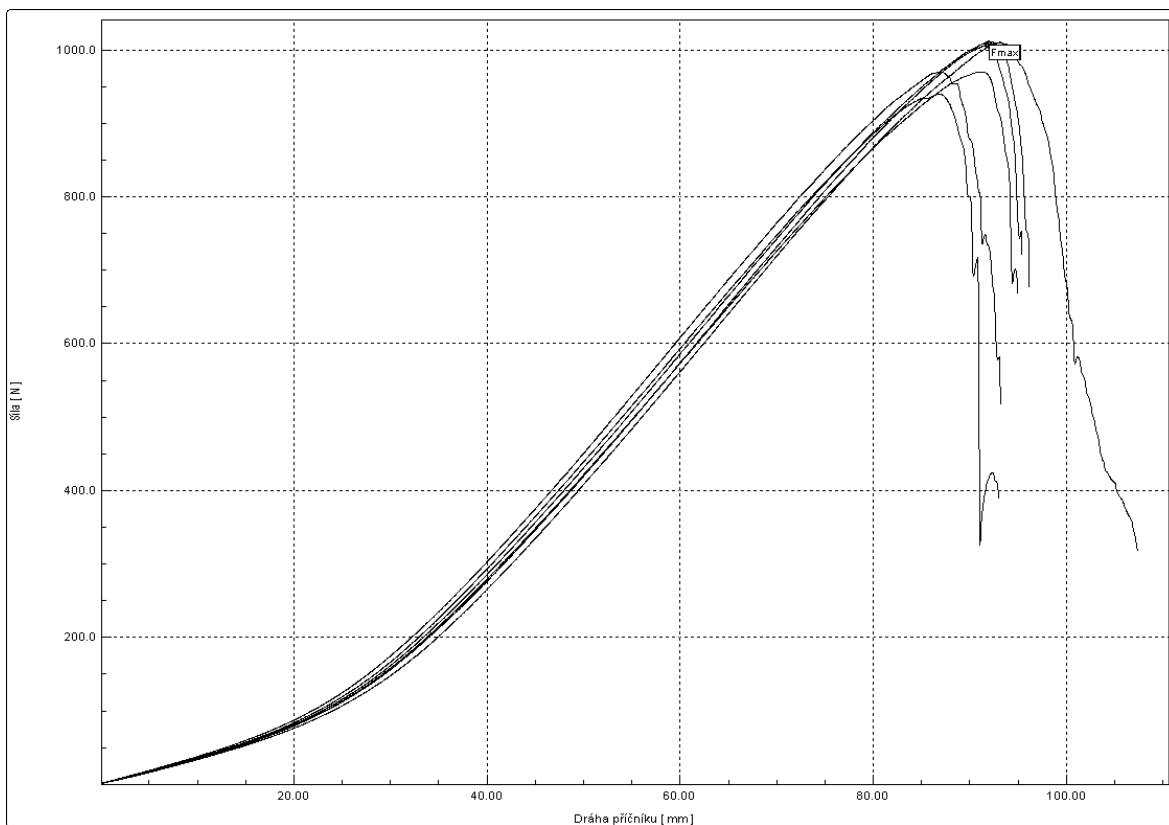
Graf 14: 3_100_MD



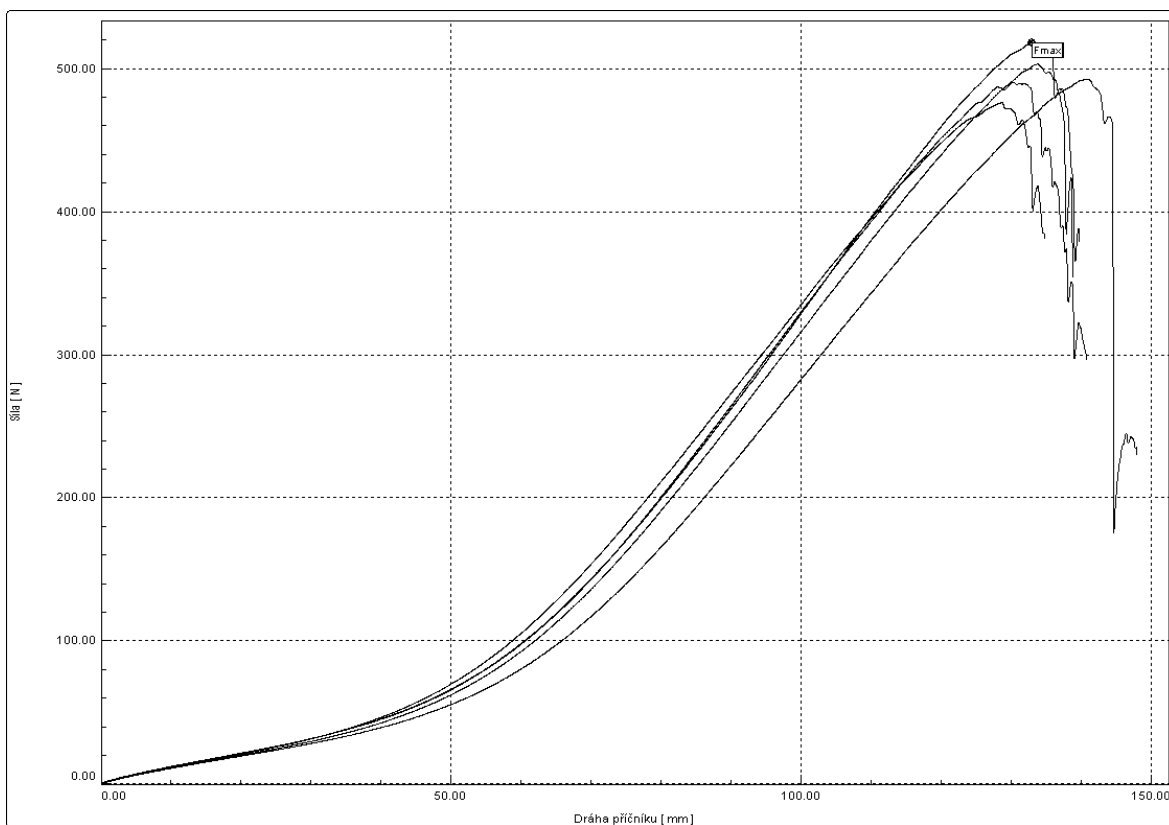
Graf 15: 3_200_CD



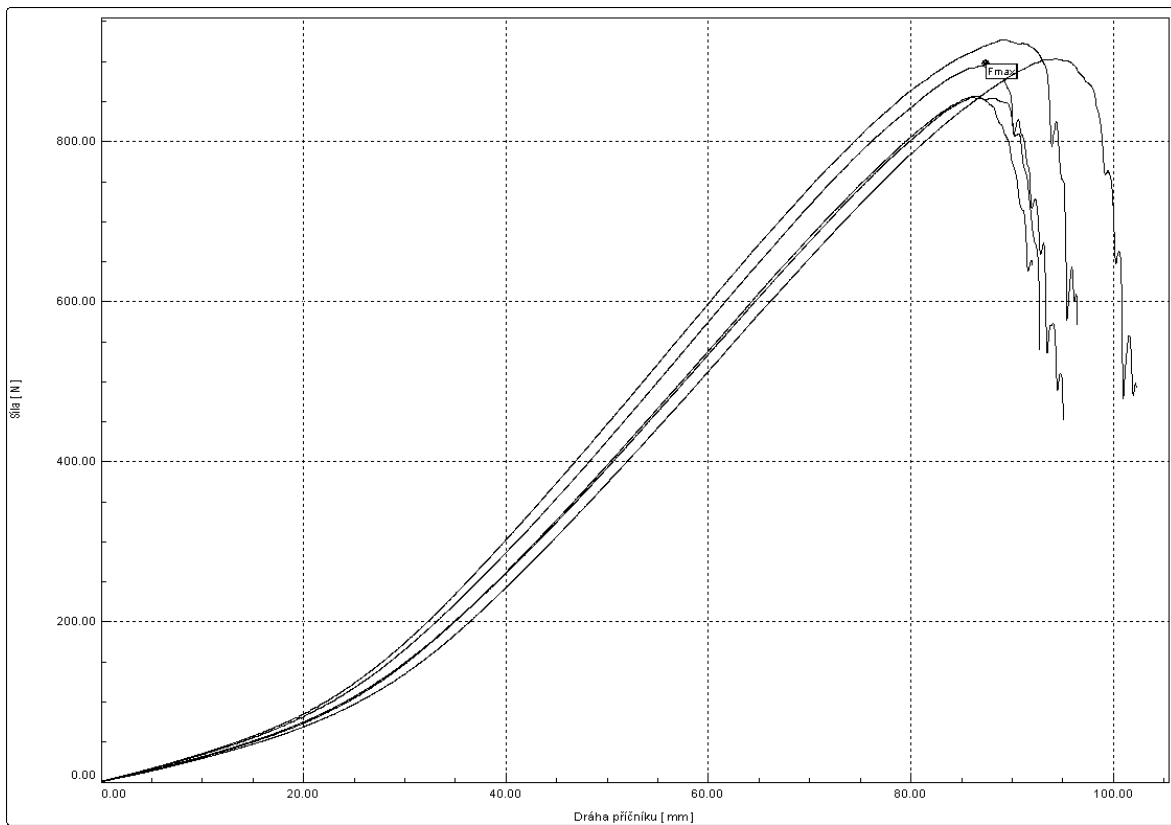
Graf 16: 3_200_MD



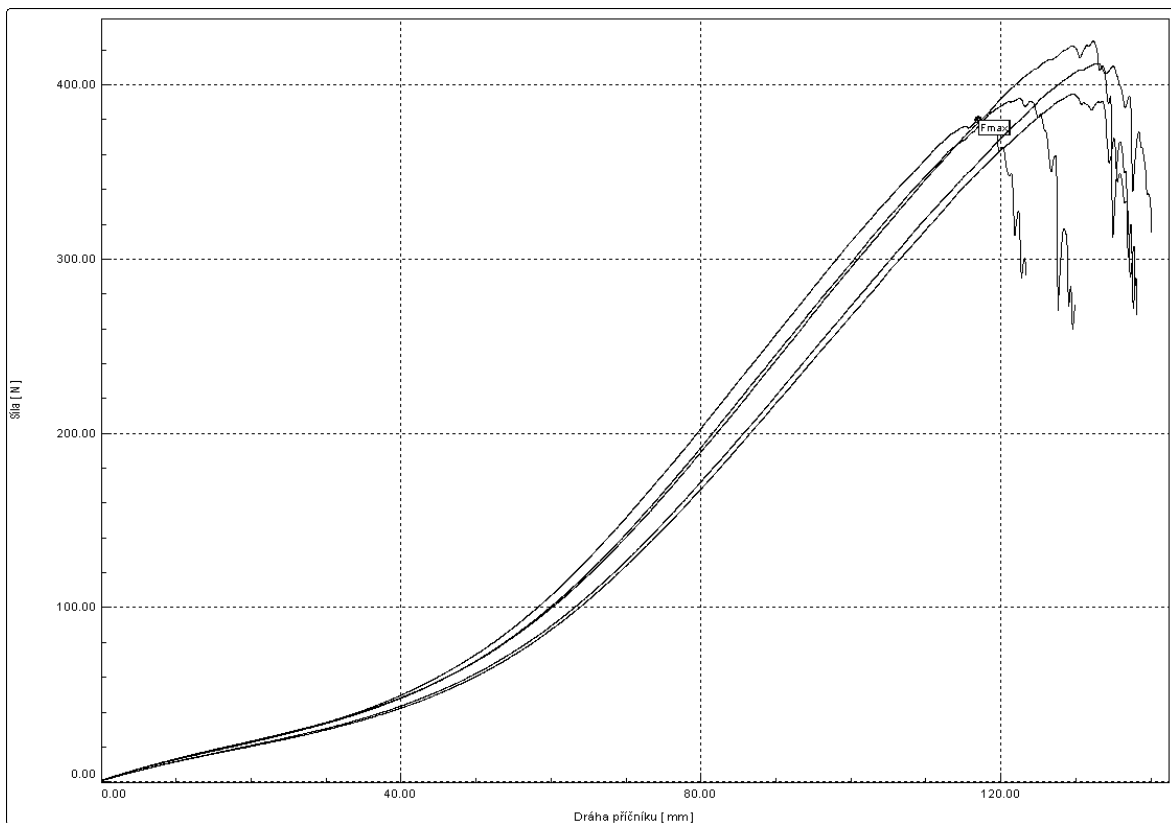
Graf 17: 3_300_CD



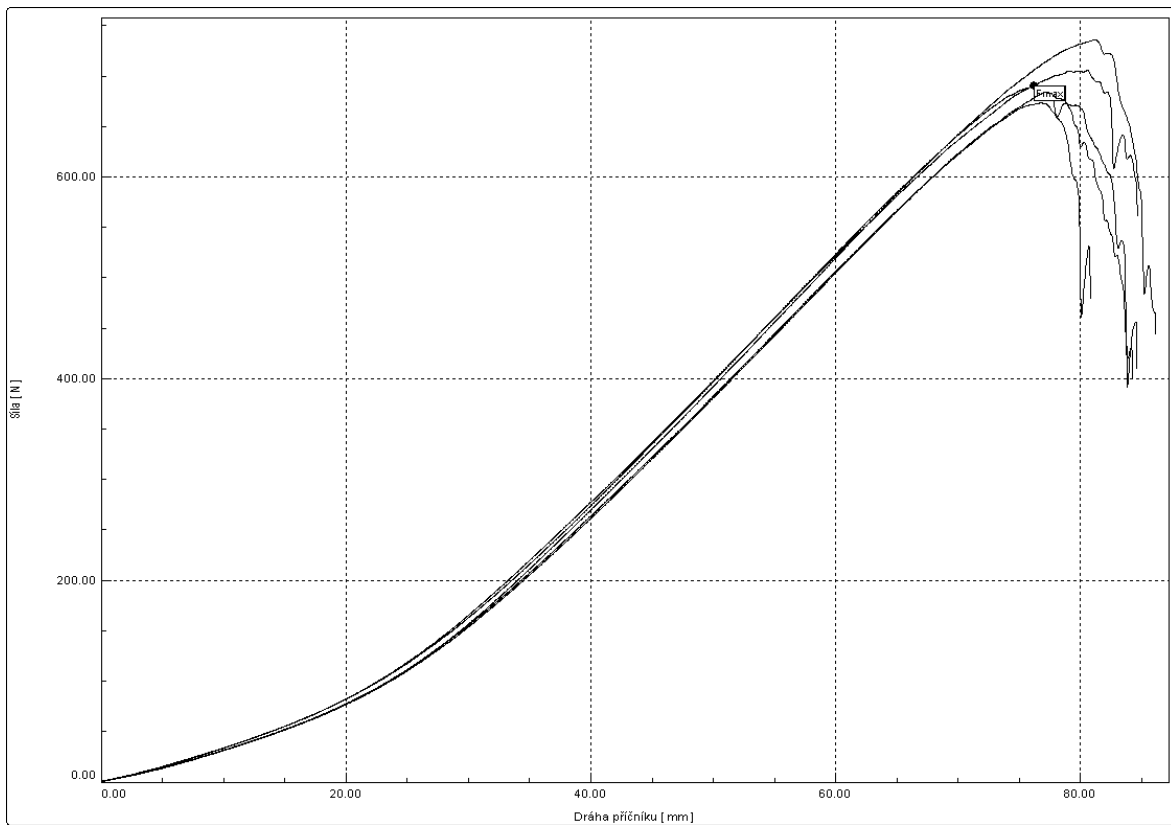
Graf 18: 3_300_MD



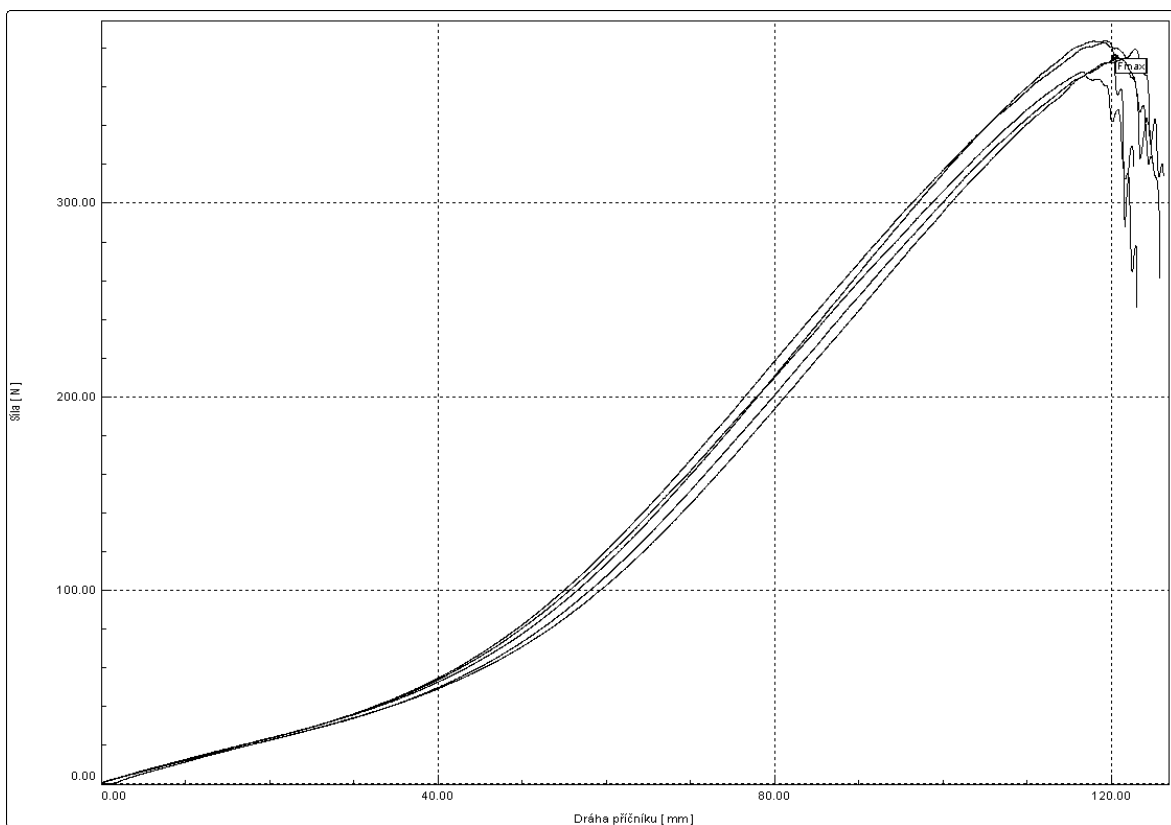
Graf 19: 4_100_CD



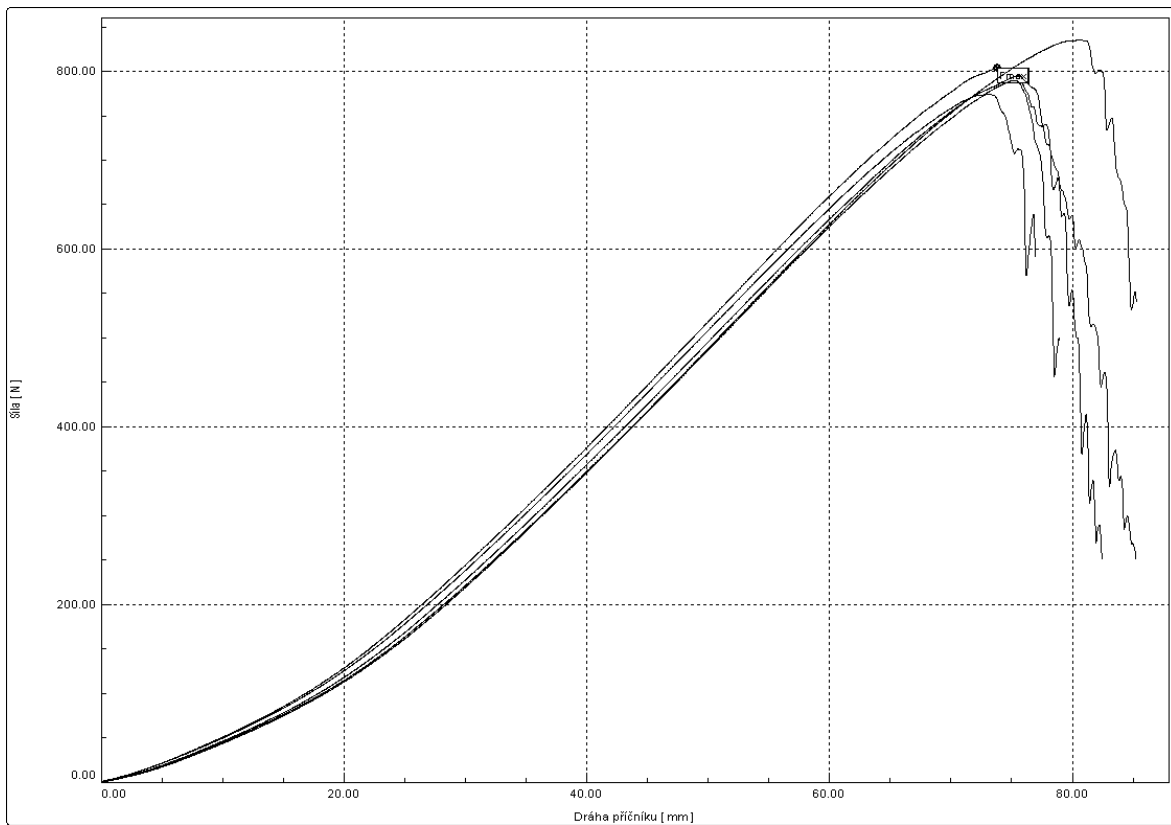
Graf 20: 4_100_MD



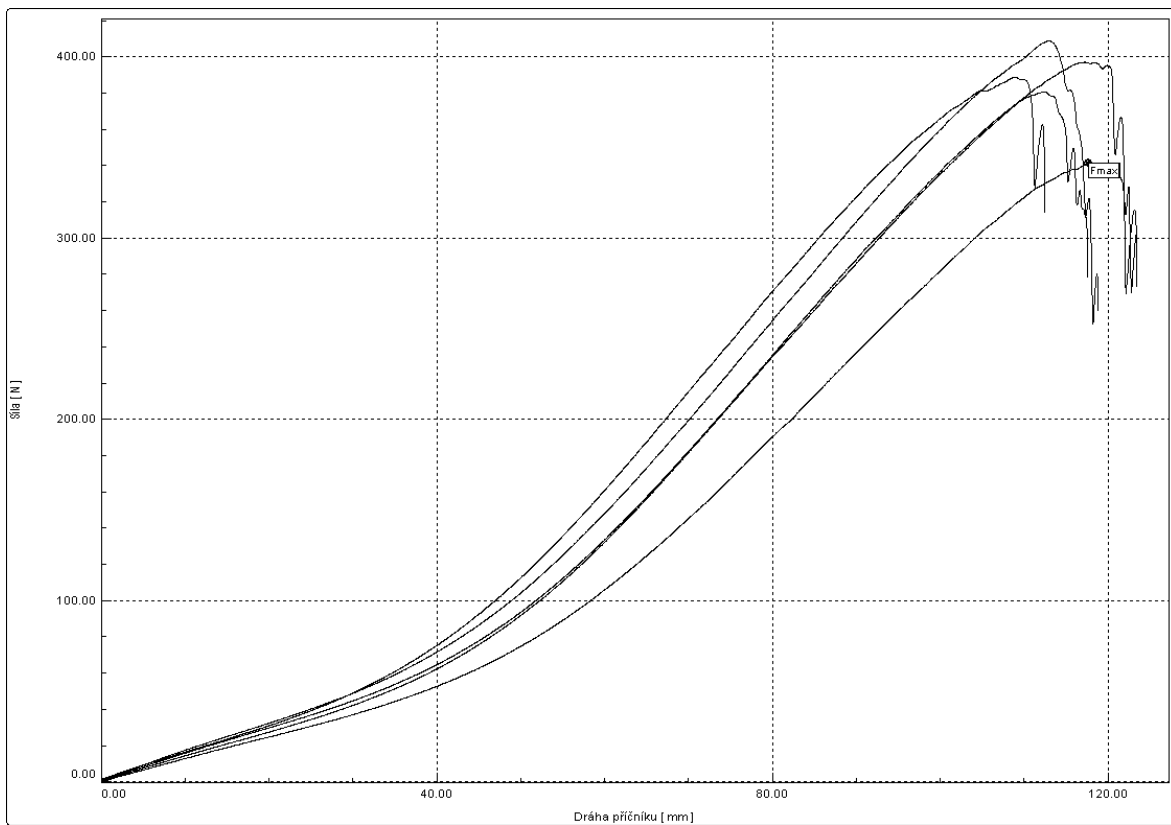
Graf 21: 4_200_CD



Graf 22: 4_200_MD



Graf 23: 4_300_CD



Graf 24: 4_300_MD