



Analýza parametrů ovlivňující spojování nadměrně pružných materiálů pro sport

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R015 – Výroba oděvů a management obchodu s oděvy

Autor práce: **Kateřina Romanová**

Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Analysis of parameters affecting sewing stretch knit fabrics for sport

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3107R015 – Clothing Production and Management

Author: **Kateřina Romanov**

Supervisor: Ing. Katarína Zelov, Ph.D.





Zadání bakalářské práce

Analýza parametrů ovlivňující spojování nadměrně pružných materiálů pro sport

Jméno a příjmení: **Kateřina Romanová**
Osobní číslo: T15000379
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Výroba oděvů a management obchodu s oděvy
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví
Akademický rok: **2017/2018**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši zaměřenou na problémy při spojování pletenin. Definujte faktory ovlivňující spojování pletenin a vlastnosti švů.
2. Zpracujte přehled metod a postupů používaných k testování vlastností švů výrobků z pletenin.
3. Na základě provedené rešerše navrhnete a realizujete experiment pro hodnocení kvality švu u sportovních oděvů z pletenin. Analyzujte vybrané faktory ovlivňující kvalitu švu.
4. Formulujte závěrečné zjištění o vlivu vybraných parametrů na kvalitu švu.

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

dle rozsahu dokumentace
cca 40 stran
tištěná
Čeština



Seznam odborné literatury:

- Ujević D., Rogale D., Kartal M., Šajatović B. B.; Impact of Sewing Needle and Thread on the Technological Process of Sewing Knitwear. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2008, Vol. 16, No. 4 (69) pp. 85-89.
- Sadek, R. Effect of Fabric Softener on Properties of a Single Jersey Knitted Fabric Made of Cotton and Spandex Yarn. Journal of Textile Science & Engineering 2012, Vo. 2 No 108. doi: 10.4172/2165-8064.1000108.
- Nayak R., Padhye R., Prasad Gon D. Sewing Performance of Stretch Denim. Journal of textile apparel, technology and management 2010. Vol. 6, No. 3.
- Shi H., Zhang L., Wang J. Influence of seam types on seam quality of outdoor clothing. International Journal of Clothing Science and Technology. 2017, Vol. 29 No. 4, pp. 553-565, <https://doi.org/10.1108/IJCS-03-2016-0028>.
- Amefird. Sewing Stretch Knit Fabrics – technical bulletin [online], [cit. 11.9.2017]. Dostupné z: <http://www.amefird.com/wp-content/uploads/2010/01/Sewing-Stretch-Kni-tFabrics-2-6-10.pdf>.
- Amefird. Stitches per inch – chat you should knoww. [online], [cit. 11.9.2017]. Dostupné z: <http://www.amefird.com/wp-content/uploads/2010/01/Selecting-the-right-SPI-2-5-10.pdf>.

Vedoucí práce:

Ing. Katarína Zelová, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce:

16. listopadu 2017

Předpokládaný termín odevzdání:

10. ledna 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry

V Liberci dne 16. listopadu 2017

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

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

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

8. 1. 2020

Kateřina Romanová

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala především vedoucí bakalářské práce Ing. Kataríně Zelové, Ph.D. za konzultace a pomoc při zpracování této bakalářské práce. Dále mé poděkování patří paní Šárce Řezníčkové, Ing. Evě Moučkové, Ph.D., Ing. Ireně Lenfeldové, Ph.D., Ing. Janě Grabmüllerové a Ing. Vladimíru Kovačičovi za jejich cenné rady při testování. Mé díky patří také celé mé rodině za jejich všestrannou podporu při mém vysokoškolském studiu.

Analýza parametrů ovlivňující spojování nadměrně pružných materiálů pro sport

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá analýzou parametrů ovlivňujících spojování nadměrně pružných materiálů a to konkrétně švů u cyklistických kalhot. Analýza a testování jsou založené na již existujících metodách dle norem (Grab, Strip a ČSN 80 0810), které testují mechanické vlastnosti textilního materiálu. V úvodní kapitole jsou z teoretického hlediska nejprve rozebrány nadměrně pružné materiály a faktory ovlivňující jejich spojování. Dále jsou uvedeny metody a postupy testování vlastností švů.

V praktické části je uvedena charakteristika použitých materiálů, šicích nití a jehel. Pozornost je dále věnována postupům pro měření pevnosti švu, vyhodnocení roztažnosti cyklistických kalhot a v závěru jsou uvedeny výsledky testování daných materiálů.

Klíčová slova: *podélná pevnost švu, příčná pevnost švu, pleteniny, nadměrně pružné materiály, cyklistické kalhoty, jehla SAN 10*

Analysis of parameters affecting sewing stretch knit fabrics for sport

Abstract

The bachelor thesis deals with the analysis of parameters affecting the sewing stretch knit of excessively elastic fabric, namely seams in cycling pants. Analysis and testing is based on existing methods (Grab, Strip and CSN 80 0810) that test the mechanical properties of textile fabric. In the introductory chapter is discussed the theory of excessively elastic fabrics and factors affecting their sewing. Furthermore, the following are methods and procedures for testing the seam properties.

The practical part of the document contains a description of tested materials, sewing threads and needles. Furthermore, the procedures for measuring the seam strength, evaluating the stretchability of cycling pants and the final section describes the evaluation of the measurement the textile fabric.

Key words: *longitudinal seam strength, transverse seam strength, fabrics, excessively elastic fabrics, cycling pants, SAN 10 needle*

Obsah

Seznam obrázků	12
Seznam tabulek	14
Seznam grafů	16
Seznam zkratek	17
Úvod	18
1 Nadměrně pružné materiály	19
1.1 Polyesterová vlákna	20
1.2 Polyamidová vlákna	21
2 Faktory ovlivňující spojování pružných materiálů	22
2.1 Negativní ovlivnění způsobené ústrojím šicího stroje a jehlou	22
2.2 Negativní ovlivnění stehů a švů způsobené šicí nití	25
3 Metody a postupy testování vlastností švů u pružných materiálů	30
4 Testování příčné a podélné pevnosti švu	33
4.1 Příčná pevnost švu	33
4.2 Podélná pevnost švu	35
5 Experimentální část	37

5.1	Charakteristika použitých materiálů	37
5.2	Analýza stehů a švů cyklistických kalhot	40
5.3	Charakteristika použitých šicích nití a jehel	42
5.4	Analýza metod na měření pevnosti švu	49
5.4.1	Příčná pevnost švu	49
5.4.2	Podélná pevnost švu	52
5.4.3	Charakteristika trhacího stroje	53
5.5	Vyhodnocení roztažnosti cyklistických kalhot	55
6	Výsledky testování	60
6.1	Vyhodnocení metod použitých při testování příčné pevnosti a tažnosti	60
6.2	Vyhodnocení příčné pevnosti švu	62
6.3	Vyhodnocení podélné pevnosti švu	67
6.4	Vyhodnocení poškozených dírek v materiálu	68
	Závěr	71
	Použitá literatura	73
	Přílohy	76

Seznam obrázků

2.1	Ukázka hrotů jehel pro pleteniny.	23
2.2	Ukázka provázání nitě ve švu.	29
4.1	Síla působící na vzorek v příčném směru.	33
4.2	Rozevřený šev.	34
4.3	Síla působící v podélném směru na vzorek.	35
4.4	Upnutí vzorku od dynamometru a graf podélné pevnosti [18].	36
5.1	Fotografie pleteniny M1 – líc a rub.	37
5.2	Fotografie pleteniny M2 – líc a rub.	38
5.3	Fotografie pleteniny M3 – líc a rub.	38
5.4	Pletenina M1 – líc a rub.	39
5.5	Pletenina M2 – líc a rub.	39
5.6	Pletenina M3 – líc a rub.	40
5.7	Pletenina M1, M2 a M3 – rub v ose xy.	40
5.8	Kalhoty typ A.	41
5.9	Analýza švů u kalhot typu A.	41
5.10	Kalhoty typ B.	41
5.11	Analýza švů u kalhot typu B.	41
5.12	Testovaný čtyřnitý obnitkovací steh.	42

5.13	Fotografie nití A)N1, B)N2, C)N3, D)N4.	44
5.14	Nit N1, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm. . .	45
5.15	Nit N2, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm. . .	45
5.16	Nit N3, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm. . .	46
5.17	Nit N4, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm. . .	46
5.18	Jehla normal.	47
5.19	Jehla SAN 10.	48
5.20	Šicí stroj SIRUBA 514M2.	48
5.21	Ukázka rozměrů vzorku na metodu Strip.	50
5.22	Ukázka vzorku na měření metody Strip.	50
5.23	Ukázka rozměrů vzorku na metodu Grab.	51
5.24	Ukázka vzorku na měření metodu Grab.	51
5.25	Ukázka vzorku na měření metodu dle normy ČSN 80 0810.	52
5.26	Ukázka vzorku na měření podélné pevnosti švu.	53
5.27	Trhací stroj Testometric M350-5CT.	54
5.28	Fotografie vyrobených čelistí.	54
5.29	Model čelistí.	55
5.30	Pozice pro měření roztažnosti zadního středového švu.	56
5.31	Čtverec 10 × 10 cm naznačený na kalhotách u zadního středového švu.	56
5.32	Podélná roztažnost – působení sil.	57
5.33	Příčná roztažnost – působení sil.	57
6.1	Tažnost 50 % a 100 % materiálu M1 – dírky po jehle SAN 10.	69
6.2	Tažnost 50 % a 100 % materiálu M2 – dírky po jehle SAN 10.	69
6.3	Tažnost 50 % a 100 % materiálu M3 – dírky po jehle SAN 10.	69
6.4	Tažnost 50 % a 100 % materiálu M1 – dírky po jehle normal.	70

6.5	Tažnost 50 % a 100 % materiálu M2 – dírky po jehle normal.	70
6.6	Tažnost 50 % a 100 % materiálu M3 – dírky po jehle normal.	70
A.1	Výkres čelisti A.	77
A.2	Výkres čelisti B.	78

Seznam tabulek

1.1	Nadměrně pružné pleteniny používané pro šití sportovního oblečení. .	19
1.2	Vlastnosti polyesterového vlákna.	20
1.3	Rozdíly mezi vlákny PAD 6 a PAD 6.6.	21
2.1	Velikost jehel pro různé pleteniny.	23
2.2	Nitě pro šití nadměrně pružných pletenin.	28
2.3	Nejpoužívanější stehy na sešívání pružných pletenin.	29
5.1	Charakteristika pletenin.	38
5.2	Analýza stehů a švů cyklistických kalhot typu A a B.	42
5.3	Charakteristika nití.	44
5.4	Parametry jehel.	47
5.5	Parametry šicího stroje.	49
5.6	Parametry trhacího stroje.	54
5.7	Rozmezí obvodu boků pro jednotlivé velikosti v cm.	56
5.8	Roztažnost materiálu v místě zadního středového švu cyklistických kalhot.	57
5.9	Rozdíly v roztažnosti mezi jednotlivými velikostmi cyklistických kalhot.	58
5.10	Pevnost a tažnost materiálů.	58

6.1	Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti metodou dle normy ČSN 80 0810.	60
6.2	Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti podle metody Strip.	61
6.3	Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti podle metody Grab.	62
6.4	Příčná pevnost švu vzorků střižených po sloupku.	63
6.5	Příčná pevnost švu vzorků střižených po řádku.	64
6.6	Příčná tažnost vzorků střižených po sloupku i řádku.	65
6.7	Průměrné hodnoty Δl podélné pevnosti.	67
6.8	Prodloužení vzorků o 50 mm a 100 mm.	68
B.1	Příčná tažnost materiálu střiženého po sloupku i řádku.	79
B.2	1.část naměřených dat jehlou normal, střiženo po řádku.	80
B.3	2.část naměřených dat jehlou normal, střiženo po řádku.	81
B.4	1.část naměřených dat jehlou normal, střiženo po sloupku.	82
B.5	2.část naměřených dat jehlou normal, střiženo po sloupku.	83
B.6	1.část naměřených dat jehlou SAN 10, střiženo po sloupku.	84
B.7	2.část naměřených dat jehlou SAN 10, střiženo po sloupku.	85
B.8	1.část naměřených dat jehlou SAN 10, střiženo po řádku.	86
B.9	2.část naměřených dat jehlou SAN 10, střiženo po řádku.	87
C.1	Podélná pevnost jehla normal.	105
C.2	Podélná pevnost jehla normal.	105
C.3	Podélná pevnost jehla SAN 10.	106
C.4	Podélná pevnost jehla SAN 10.	106

Seznam grafů

5.1	Určení rozdílu podélné pevnosti švu Δl_x	53
5.2	Průměrná podélná a příčná tažnost u kalhot A.	59
5.3	Průměrná podélná a příčná tažnost u kalhot B.	59
6.1	Příčná pevnost švu – střížení po řádku.	66
6.2	Příčná pevnost švu – střížení po sloupku.	66
C.1	Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, normal střížených po řádku. .	89
C.2	Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, normal střížených po sloupku.	90
C.3	Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, san10 střížených po řádku. .	91
C.4	Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, san10 střížených po sloupku.	92
C.5	Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, normal střížených po řádku. .	93
C.6	Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, normal střížených po sloupku.	94
C.7	Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, san10 střížených po řádku. .	95
C.8	Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, san10 střížených po sloupku.	96
C.9	Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, normal střížených po řádku. .	97
C.10	Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, normal střížených po sloupku.	98
C.11	Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, san10 střížených po řádku. .	99
C.12	Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, san10 střížených po sloupku.	100
C.13	Podélná pevnost nit N4 u M1, M2, M3, normal střížených po řádku. .	101

C.14 Podélná pevnost nit N4 u M1, M2, M3, normal střižených po sloupku.	102
C.15 Podélná pevnost nit N4 u M1, M2, M3, san10 střižených po řádku. .	103
C.16 Podélná pevnost nit N4 u M1, M2, M3, san10 střižených po sloupku.	104

Seznam zkratek

PES	Polyester
PTT	Polytrimethylentereftalát
PAD	Polyamid
PAD 6	Polyamidová vlákna typu 6
PAD 6.6	Polyamidová vlákna typu 6.6
RG	Označení hrotu jehly
FG	Označení hrotu jehly
FFG	Označení hrotu jehly
SKL	Označení hrotu jehly
SAN 10	Název typu jehly
M1	Materiál modrý Ceylon
M2	Materiál bílý Shield
M3	Materiál černý Zaffiro
N1	Nit Polytex 90
N2	Nit Ultrapoly 120
N3	Nit Saba soft 120
N4	Nit Saba flex 120
šev nit	přetržení nitě ve švu
šev textilie	poškození materiálu ve švu, nit nepoškozená
mimo šev	přetržení materiálu mimo šev

Úvod

Odvětví oděvního průmyslu zabývající se sportem je velmi specifické zejména kvůli nárokům, které jsou kladeny na pleteniny určené pro výrobu sportovního oblečení. U těchto pletenin je kladen důraz na jejich vlastnosti, které napomáhají tělu při velké zátěži. Většinou se jedná o vlastnosti napomáhající odvodu potu od těla, minimalizaci podráždění pokožky, hřejivost, prodyšnost, různé estetické vlastnosti, kompresi, atd. Lidé často nosí sportovní oděvy nejen na sport, ale i při normálních denních aktivitách místo volnočasového oblečení. Toto oblečení ale v takovýchto situacích ztrácí účinnost a jeho vlastnosti postrádají smysl. Pro dosažení komfortu je také důležité perfektní vyhotovení oděvu a to především u švů. Pokud u tohoto druhu oblečení nejsou správně vyhotoveny švy, oděv ztrácí na funkčnosti a neposkytuje uživateli při sportu tak důležitý komfort. Nezbytné je, aby švy podporovaly vlastnosti šité pleteniny, hlavně její pružnost, která je u sportovních pletenin nepostradatelná.

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit pevnost vybraného švu na cyklistických kalhotách a poškození šitých pletenin způsobené hrotem jehly při šití. Toto poškození se vyznačuje tím, že jehla při šicím procesu poškodí vlákna v pletenině. U pleteniny se může nadále trhлина zvětšovat a to nejen při oblékání, ale i během aktivního užívání při sportu. Pevnost švu je u takovýchto materiálů důležitá kvůli jejich pružnosti. Čím více je materiál pružný, tím větší bývá problém s pevností švu. U nadměrně pružných materiálů se musí vybrat i správný typ nitě.

Rešeršní část práce se zabývá analýzou nadměrně pružných materiálů a jejich složením. Dále je pozornost věnována také analýze švů u sportovního oblečení. V této práci byly jako vzorek vybrány cyklistické kalhoty. Zkoumáno je negativní ovlivnění, které nastává při šicím procesu, a vlastnosti samotného švu. Také jsou zde uvedeny teoretické poznatky pro testování vlastností švu, například příčné a podélné pevnosti švu, ze kterých vychází experimentální část předložené bakalářské práce.

1 Nadměrně pružné materiály

Při výrobě sportovních oděvů se používají především pleteniny, které se na rozdíl od tkanin vyznačují nadměrnou pružností. Tato vlastnost výrazně ovlivňuje spojovací proces. Pleteniny na sportovní oděvy musí být pružné z důvodu přizpůsobivosti při aktivním pohybu. Pružnost jim dodává příměs elastanu, jehož množství se pohybuje kolem 10 % a více. Příklady pletenin určených pro šití sportovních oděvů jsou uvedeny v tabulce 1.1, tyto převážně italské pleteniny dováží firma Tessuti Sport, s.r.o.

Tab. 1.1: Nadměrně pružné pleteniny používané pro šití sportovního oblečení.

Název	Složení	Hmotnost [g/m^2]
Shield M.I.T.I. Endurance	80 % PES, 20 % elastan	240
Shield	80 % PES, 20 % elastan	245
Metrix	80 % PES, 20 % elastan	190
Wall	80 % PES, 20 % elastan	280
Stelvio	83 % PES, 17 % elastan	260
Power NET	76 % PES, 24 % elastan	190
Sinapsi	80 % PES, 20 % elastan	210
Tahiti	77 % PES, 23 % elastan	155
Tri-Force Opaque	77 % PAD, 23 % elastan	170
Ceylon	80 % PAD, 20 % lycra	190
Performer	80 % PAD, 20 % elastan	210
Action W	75 % PAD, 25 % elastan	225
Lombardia	85 % PAD, 15 % elastan	235
Zaffiro W	78 % PAD, 22 % lycra power	200

Většina pletenin pro sportovní oděvy se skládá z polyesteru nebo polyamidu s příměsí elastanu.

1.1 Polyesterová vlákna

Polyesterová vlákna tvoří nejvyšší podíl v celosvětové spotřebě vláken (až 47,5 %). Tato vlákna se používají při výrobě oděvních textilií, speciálních textilií i technických textilií. Je možné u nich úmyslně měnit elasticitu, srážlivost, žmolkovitost a barvitelnost. Dají se také snadno modifikovat a tvarovat. Vlastnosti polyesterových vláken jsou uvedeny níže v tabulce 1.2. Mezi technologické vlastnosti polyesterových vláken patří [1]:

- dobré mechanické vlastnosti,
- odolnost vůči oděru,
- dobrá termická odolnost 200 °C,
- větší odolnost vůči slunečnímu záření než u polyamidových vláken,
- rychlé schnutí a snadná údržba,
- vysoká žmolkovitost,
- nízká navlhavost,
- vysoká měrná hmotnost,
- vznikání statického náboje.

Tab. 1.2: *Vlastnosti polyesterového vlákna.*

Vlastnosti	Polyester
Pevnost	3,8–7,2 cN/dtex
Tažnost	50–70 %
Elastické zotavení	85–90 %
Teplota tání	258 °C
Teplota měknutí	230 °C
Pokles pevnosti	180 °C
Navlhavost	0,3–0,4 %

1.2 Polyamidová vlákna

Tato vlákna se dělí na PAD 6 a PAD 6.6. Rozdíly mezi nimi jsou zobrazeny v tabulce 1.3. Polyamidová vlákna se vyznačují následujícími technologickými vlastnostmi:

- dobré mechanické vlastnosti – dobře odolává opakovanému namáhání,
- vysoká pružnost,
- dobrá odolnost v oděru,
- nízká bobtnavost – snadno se pere a poté rychle schne,
- nízká odolnost vůči zvýšeným teplotám,
- nízká odolnost vůči slunečnímu záření – žloutne,
- vznikání statického náboje,
- nízká navlhavost [1].

Tab. 1.3: Rozdíly mezi vlákny PAD 6 a PAD 6.6.

Vlastnosti	PAD 6	PAD 6.6
Pevnost za sucha	3,6–7,5 cN/stex	3,6–4,1 cN/dtex
Tažnost za sucha	23–55 %	18–25 %
Navlhavost	4,5 %	3,8 %
Teplota tání	220 °C	256 °C
Teplota měknutí	170 °C	235 °C
Pokles pevnosti	90–100 °C	150 °C

Pružnost těchto vláken kombinovaná s elastanem dodává pletenině nadměrnou pružnost, která dopomáhá k tomu, aby oděv správně obepínal tělo. Švy sportovních oděvů jsou velmi zatěžkávány. Při sportování jsou většinou namáhány především nohy, tedy dolní část oděvu (kalhoty). Například u cyklistických kalhot jsou namáhány především boční švy, krokové švy a švy v sedací části kalhot. Zatěžování těchto částí oděvů je způsobeno pružností kalhot a těsným přiléháním textilie k tělu (přizpůsobováním se lidskému tělu).

2 Faktory ovlivňující spojování pružných materiálů

Při spojování pletenin a kombinování s jinými materiály může dojít k negativnímu ovlivnění vlastností švů, jakými jsou například podélná či příčná pevnost švu, estetické vlastnosti, pevnost a pružnost švu a jiné. Tato negativní ovlivnění vlastností švů mohou být způsobena ústrojím šicího stroje, textilií, obsluhou stroje, šicí nití nebo jehlou.

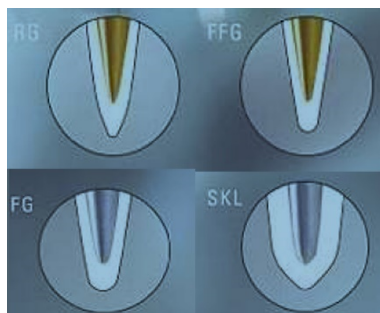
Obsluha šicího stroje může ovlivnit spojování pletenin například přílišným natažením materiálu při podávání do stroje. Následkem toho může být zvrásnění švu, což je nežádoucí estetickou vlastností, nebo prohnutí jehly. Hrot jehly se tak netrefí do otvoru ve stehové desce, ale narazí na ni, což vede k jeho ohnutí, nebo zlomení. Šitý materiál se může poškodit i zlomením jehly. Pokud se šicímu stroji podá šitý materiál ve více vrstvách, než jehla dokáže propíchnout, výsledkem tlaku na jehlu je buď její ohnutí, nebo zlomení. Obsluha šicího stroje také může špatně navléknout nit do ústrojí šicího stroje, to může způsobit přetržení nitě, špatnou tvorbu stehu nebo nesprávné provázání stehu. Zásadní je proto zkušená obsluha stroje, která je schopna výše popsaným potížím předejít, nebo alespoň ví, jak je vyřešit.

2.1 Negativní ovlivnění způsobené ústrojím šicího stroje a jehlou

U šicího stroje je potřeba zkontrolovat stehovou desku, jestli na ní nejsou ostré hrany nebo není vychýlená, čímž by mohla znemožňovat správný vstup jehly. U podávacího ústrojí musí být zvýšená pozornost věnována tomu, zda zoubky nejsou příliš ostré a nemohou poškodit šitý materiál nebo zda má přítlačná patka správný

tlak při přidržování šitého materiálu. Pokud se objeví nějaká z těchto závad, musí být většinou odstraněna výměnou nebo seřízením poškozených částí stroje [2].

Pro jemné pleteniny se používají jehly s hroty označenými RG, FFG, FG a SKL. Pro pleteniny se zvýšeným obsahem elastanu jsou vhodné jehly s hroty FG, FFG a SKL, které můžeme vidět na obrázku 2.1 [3].



Obr. 2.1: Ukázka hrotů jehel pro pleteniny.

Musí se vhodně zvolit správná tloušťka jehly a její hrot. Jehla musí mít co nejmenší zakulacený hrot, tak aby při šití příze v pletenině nestlačovala, ale aby ji odtlačila a pronikla mezi dvěma přízemi. Pokud by byl hrot jehly při šití jemných pletenin příliš velký, příze by se mohla v pletenině přetrhnout. Naopak pokud by jehla měla hrot příliš malý a šila by se objemnější pletenina, mohla by jehla poškodit materiál proříznutím příze nebo oslabením vláken v přízi. Na různou hmotnost pletenin se doporučují různé velikosti jehel, jak znázorňuje tabulka 2.1 [2].

Tab. 2.1: Velikost jehel pro různé pleteniny.

Hmotnost pleteniny	Velikost jehly [Nm]
Lehká pletenina	55, 60, 65, 70
Střední pletenina	70, 75, 80
Těžká pletenina	90, 100

Výše uvedené informace potvrzují, že rozdílné hmotnosti pletenin vyžadují odlišné velikosti jehel s různým zaoblením hrotu. Bez toho není možné, aby jehla prostupovala dobře materiálem a nepoškodila pleteninu při spojovacím procesu.

Při špatném výběru jehly mohou nastat tato poškození:

- Poškození materiálu – protržení vláken pleteniny. Příčinou může být příliš silná jehla, nesprávný tvar nebo poškození hrotu jehly, například když je hrot naražený.
- Zvlnění švu – jehla je buď příliš silná, nebo je špatně vybraný tvar jejího hrotu.
- Vynechaný steh – jehla je příliš tenká, nebo je špatně seřízený stroj.
- Přetržení nitě – nit není pro průměr jehly vhodná, buď je jehla příliš tenká, nebo je ostré ouško jehly.
- Zlomená jehla – jehla je příliš tenká a při šití nezvládne propíchnout vrstvu šitého materiálu, nebo je chybný tvar hrotu jehly [3].

Hrot jehly se musí také pravidelně kontrolovat, jestli není naražený či jinak poškozený. Případně je nezbytné jehlu vyměnit a seřídit stroj. K naražení hrotu jehly může dojít tak, že se jehla při vpichu do materiálu zasekne o kovovou podložku stroje, a tím se hrot může poničit. Stává se to převážně při šití vícevrstvého švu u těžkých textilií, jako je denim. Také je potřeba kontrolovat očko jehly. Pokud je ostré, hrozí přeříznutí šicí nitě nebo její přetavení. Přetavení poznáme tak, že se očko jehly při pohybu nitě zahřívá více, než by mělo, následně se nit nataví na očko jehly. Pak je zapotřebí vyměnit jehlu za novou.

Nitě v textiliích jsou při průniku jehlou vystaveny silnému stlačení, což při vysokém tření může vést až k poškození nitě (například přetržením). Jehla SAN 10 prý šetří materiál díky jejímu zvláště geometricky tvarovanému stvolu. Šití s touto jehlou snižuje počet vynechaných stehů, je šetrná při zpracování materiálů, které jsou citlivé na šití a je přitom možné použít silnější šicí nit při stejném průměru jehly [3].

2.2 Negativní ovlivnění stehů a švů způsobené šicí nití

Při samotném šicím procesu je nezbytné dávat si pozor na:

- správné smyčkování,
- správné promazání nitě i stroje,
- nedokonalosti v šicí nití [4].

Náležitě vytvořená smyčka je předpokladem správného stehu (tedy i švu). Smyčka se však nemusí vytvořit správně – v takovém případě může smyčkovač narazit do nitě a způsobit její přetrhnutí nebo ztrátu, což může způsobit vynechání stehu.

Níže je popsána tvorba smyčky ve třech krocích:

1. Jehla s šicí nití propichuje materiál a zavádí přes něj nit do spodní polohy jehly. Zde na návlekové straně jehly na nit působí menší třecí síla než na straně chapačové. Nit je v takovém případě na návlekové straně, tedy v drážce jehly, méně bržděná než na straně chapačové, kde je mimo drážku.
2. V dalším kroku při zdvihu jehly dochází k tření mezi jehlou a nití, díky tomu se začíná tvořit malá smyčka. Výsledkem je, že působením třecích sil vzniká z téměř souměrné smyčky nesouměrná s převahou na chapačové straně jehly.
3. Nakonec při posunu jehly nahoru zachytí smyčkovač nebo chapač smyčku a do-tváří steh utažením.

Správným výběrem vlastností nití eliminujeme chyby ve tvorbě smyčky. Zejména se jedná o:

- prodloužení nebo protažení nitě,
- směr zákrutu a úroveň zákrutu,
- živost nitě,
- třecí vlastnosti potřebné k nastavení vyvážení stehu [4].

Špatná tvorba smyčky může nastat i při šití více švů najednou, kdy má jehla potíže prošívat šitý materiál.

Pokud je velikost nitě nevhodná, vznikne špatná smyčka, šev není dostatečně přidržen přitlačným zařízením a hýbe se, když jehla stoupá nahoru. Šev se zdvihne s jehlou a nevytvoří se správná smyčka, tím pádem se nemůže vytvořit správný steh. Údajně se jedná o jednu z nejčastějších příčin vynechání stehu či poškození šicí nitě. Stává se to převážně při šití dvou vícevrstevných překrývajících se švů. Jehla musí překonat větší tloušťku šitého materiálu, což může způsobit dodatečné napětí nitě, které znemožňuje tvorbu smyčky, anebo odklonění samotné jehly od zařízení na tvorbu smyčky. Častokrát dochází k vynechání stehu ještě před spojením dvou švů, protože přitlačná patka najede na vyšší část šitého materiálu, tedy spojnici dvou švů, a přitlačuje ji. Nedokáže už ale přitlačit místo, kde se právě zapichuje, šitý materiál se zvedá s jehlou a nedochází k tvorbě smyčky a následně ani stehu [4].

Dalším z problémů při šití pružných pletenin, či nošení oděvů z nich vyrobených, je přetržení nitě ve švu nebo její prasknutí.

Minimalizovat riziko přetržení nitě při spojování pletenin lze:

- správnými typy a velikostmi nitě,
- hustotou stehu – dostatečný počet stehů na cm,
- správným napětím nitě [5].

Pro kvalitní šev jsou správně navolené parametry šití klíčové. Patří mezi ně hustota stehu, typ stehu, velikost stehu, typ nitě a jehly. Pokud se zvolí nevhodně, šev může vykazovat špatné estetické vlastnosti, nebo se můžou stehy při nošení přetrhat. Velký vliv na pevnost švu má rovněž i správně zvolená hustota stehu, velikost stehu, typ stehu a správná rovnováha vláken ve švu. Jako příklad se udává nastavení pouze 1 steh/cm, což vede ke špatné pevnosti švu. Mezi stehy švu se objevují velké mezery, steh proto může vykazovat větší míru přetržení při nošení nebo špatné estetické vlastnosti [7].

Správný počet stehů na palec vede k dobré pružnosti stehů a jejich rovnováze ve švu. Čím je pletenina pružnější, tím hustší steh je zapotřebí, to znamená více stehů na palec. Pro pružné pleteniny je běžných 14–18 stehů na palec, což odpovídá cca

6 stehům na 1 cm. Rovnováha stehů ve švu se kontroluje tak, že se pletenina roztahuje nejdříve kolmo na šev, zda se šev „nerozevívá“. Po napnutí se šev uvolní a zkontroluje se, jestli se opět uzavřel. Poté se šev natáhne podél linie stehu na maximální úroveň roztažení. Pokud se nitě uvolní a prasknou, tak není ve švu dostatek rezervy nitě. Tento problém se řeší povolením napnutí vrchní nitě [5].

Hustota stehu ovlivňuje množství nitě ve švu, což působí na elasticitu daného švu. Čím větší je hustota stehu, tím větší je elasticita švu. Pro správné nastavení hustoty stehu je rozhodující materiál a požadovaná pružnost švu. Standardní hustota stehu je 5 stehů na 1 cm. Pro extrémně elastické švy je příznivější hustota 7–8 stehů na 1 cm. I při takovéto hustotě může dojít k poškození přetržením elastické nitě v textilií nebo samotného stehu, může ale dojít i ke zvlnění švu. Vysoká hustota stehu může rovněž způsobit zvrásnění textilie ve švu. Pokud maximální hustota stehu nedostačuje elasticitě švu a dochází nadále k přetržení stehů, pak by se měla zvážit možnost vhodnějšího stehu [6].

Z toho vyplývá, že při šití nadměrně pružných pletenin je zapotřebí nastavit větší hustotu stehu na 1 cm, aby byl šev dostatečně pružný a nepraskal. Hustota stehu nadměrně pružných materiálů by se proto měla pohybovat od 6 stehů na 1 cm a výše, aby ve švu byla dostatečná rezerva nitě a díky tomu se nit ve švu nepřetrhávala.

Šev nesmí blokovat pružnost textilie. Pravidlo pro elasticitu švu zní: „čím větší je rezerva nitě ve švu, tím lepší je pružnost švu.“ Rezervu nitě ve švu určuje její elasticita, proto je při šití pružných textilií důležité zvolit správně pružnou nit. Použití vysoce elastické nitě umožňuje, aby množství nitě ve švu bylo menší. Firma AMANN, s.r.o., zmiňuje svou nit Saba Flex, která umožňuje díky své značné elasticitě vysokou pružnost švu. V tomto případě záleží nejen na množství nitě ve švu, ale také na zvolení správných parametrů šití. Pokud jsou používány tradičnější nitě, jako je Saba C nebo Rasant, je velmi důležité dodržovat pravidlo, že čím větší je rezerva nitě ve švu, tím lepší je pružnost švu [6].

Nitě zmíněné výše a další nitě, které jsou vhodné na šití nadměrně pružných pletenin, jsou uvedeny v tabulce 2.2.

Tab. 2.2: *Nitě pro šití nadměrně pružných pletenin.*

Název	Výrobce	Složení	Konstrukce
Wildcat plus	A&E	Polyester	Texturovaná
Best core	A&E	Nylon	Texturovaná
Perma core	A&E	Polyester	Jádrová
Saba Flex	AMANN	PTT-Polytri-methylentereftalát	Multifilament
Saba C	AMANN	Polyester	Jádrová
Rasant	AMANN	Polyesterové jádro, plášť z bavlny	Jádrová
Saba Soft 120	AMANN	Polyester	Texturované mikrovlákno

Důležitou součástí správně ušitého pružného švu je steh. Steh se musí vhodně zvolit s ohledem na pleteninu tak, aby měl vlastnosti doplňující šitý materiál. Volba stehu je také důležitá pro dostatečnou rezervu nitě ve švu.

Pokud je steh špatně vybrán, neposkytuje dostatečné množství nitě ve švu a následně švy praskají i při menším napětí. Nejčastěji se to stává u lemovacího švu. Za standardních podmínek šití platí, že:

- vázací steh používá 2,8 m nitě na 1 m švu,
- dvojitý řetízkový steh používá 4,8 m nitě na 1 m švu,
- čtyřnitný obnitkovací steh využívá 17,1 m nitě na 1 m švu [6].

Výše popsané podmínky ukazují, jaká bude přibližná spotřeba nitě při šití nadměrně pružných pletenin při ušití 1 m švu.

Pro švy pletenin je důležitá i šíře švu. Ta je podstatná u stehů obnitkovacích, spodem nebo vrchem krycích. Jejich šíře má velký vliv na pružnost švu. Například u klikatého stehu platí, že čím je širší a čím více je stehů na cm, tím je šev pružnější. Klikatý steh má tu vlastnost, že se natahuje tak dlouho, dokud se z něj nestane rovná linie, a v tomto okamžiku steh ztrácí svou pružnost. A proto, když je šíře klikatého stehu malá, není dostatečně pružný a praskne. Nejpoužívanější stehy na sešívání pružných pletenin jsou znázorněné v tabulce 2.3 [5].

Tab. 2.3: *Nejpoužívanější stehy na sešívání pružných pletenin.*

Třída stehu	Název stehu
400	Vícenitné řetízkové stehy
500	Obnitkovací řetízkové stehy
600	Krycí řetízkové stehy

Avšak aby mohl být správně ušitý steh, a tím pádem i dostatečně pružný šev, je zapotřebí mít správně nastavené napětí nitě a správně provázané nitě ve švu. Právě to pomáhá dostatečné rezervě nitě, aby byl šev dostatečně pružný.

Základním požadavkem na množství nitě ve švu je napětí nitě. Příliš vysoké výrazně sníží množství nitě ve švu, to zapříčiňuje přetržení nitě ve směru délky švu. Charakteristické je to obzvláště pro lemovací švy. Elasticitu švu může také snížit nerovnováha mezi horní nití a spodní nití. Pokud je spodní nit ve švu napnutá a šev není správně provázan uprostřed, pružnost nemůže být dostatečně vysoká. Příklad provázání nitě můžeme vidět na obrázku 2.2 [6].



Obr. 2.2: *Ukázka provázání nitě ve švu.*

3 Metody a postupy testování vlastností švů u pružných materiálů

Šev má mít užité vlastnosti korespondující s šitým materiálem. Důležitým aspektem určujícím kvalitu švu je odolnost vůči mechanickému namáhání. Toto namáhání rozhoduje o životnosti celého výrobku. Vlastnosti švů se mohou rozdělit do tří skupin:

- funkční vlastnosti,
- estetické vlastnosti,
- senzorické vlastnosti.

Funkční vlastnosti švů:

- příčná pevnost švu – popsána v kapitole 4.1,
- podélná pevnost švu – popsána v kapitole 4.2,
- pružnost švu,
- odolnost proti oděru,
- poškození pleteniny v místě šití [8].

Pružnost švu

Pro dosažení vysoké elasticity švu jsou důležité vhodně vybrané stehy. Nejvhodnějšími jsou třídy 400, 500 a 600. Výjimkou je klikatý steh 304, který zajišťuje velkou

roztlačnost. Napětí nitě musí být nastaveno na nízké, aby byl steh dostatečně volný a přizpůsoboval se pružnosti materiálu. Větší volnost stehu ale bude mít za následek větší vrásnění švu. Při šití těmito stehy se nejčastěji používají polyamidové nitě, které jsou velice pružné [9].

Poškození pleteniny v místě šití

Během procesu šití dochází často při průchodu jehly materiálem k poškození přízí šitého materiálu. Touto problematikou se zabývala Landsmanová [10], ve své práci analyzovala vliv tvaru hrotu jehly na kvalitu švu. Pro toto testování vybrala šicí jehly firmy Groz-Beckert o jemnosti 70 s hroty R, RG a FFG. Hodnocení experimentu bylo vykonáno s pomocí softwarového systému – obrazové analýzy LUCIA. Tento software analyzuje vytvořené otvory po hrotu šicí jehly. Bylo zjištěno, že hrot RG je nejlepší z testovaných hrotů jehel a nejméně poškozuje pleteninu [10].

Odolnost proti oděru

Oděr švu se projevuje na místech, kde šev výrazně vystupuje nad linii oděvu. Jedná se o mechanické poškození, které se vyznačuje oděrem textilie nebo šicí nitě. Pokud je oděr materiálu ve švu větší než v jeho okolí, je způsoben nevhodnou volbou švu. Způsoby zkoušení plošných textilií:

- oděr v ploše,
- oděr v hraně,
- oděr v obecném směru [11].

Estetické vlastnosti švů

Aby šev splňoval estetické vlastnosti, musí být přímý, nezvrásněný, rovnoměrný, barva a jemnost musí být také rovnoměrné. Do této skupiny patří následující soubor faktorů:

- tloušťka vrstvy ve švu,

- stopa šití,
- vrásnění pleteniny ve švu,
- přerušení kresby vzoru pleteniny [12].

Vrásnění pleteniny ve švu

Na zvrásnění švu má největší vliv jeho elasticita. Proto můžeme říci, že u velmi pružných materiálu bude pružnost švu dělat velký problém a bude velice složité ušít šev tak, aby se nevrásnil [13].

Senzorické vlastnosti švů

Švy v přímém kontaktu s pokožkou musí být příjemné na dotek a nedráždit. Proto je důležitá tuhost v ohybu, rovněž záleží na materiálovém složení a struktuře šicí nitě. Tyto vlastnosti jsou důležité pro lidi s onemocněním způsobujícím citlivost kůže. Při nošení výrobku dochází k:

- dráždění pokožky – hlavně u krajek na spodním prádle a u syntetických vláken s hrubší strukturou,
- vyvíjení tlaku oděvu na pokožku, který je ovlivňovaný především tažností nitě.

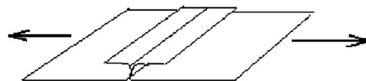
Mnoha funkčním oděvům je vytýkána „hrubost švů“ (švy jsou na dotek „hrubé“). Zdá se, že problém způsobují spodní nitě. Příkladem je krycí steh, který se používá velmi často při šití sportovních oděvů. U tohoto stehu jsou nitě, které jsou na rubu, vlastně smyčkami tvořenými spíše vrchní nití než spodní. S tímto problémem se dá vyrovnat pomocí změny vrchní nitě, a to s nejmenší možnou velikostí v případě ujištění, že očko bude na spodní straně pleteniny [5].

4 Testování příčné a podélné pevnosti švu

Touto problematikou se zabývala Vtelenská [11], když hodnotila podélnou a příčnou pevnost švů a tažnost. Podstatou experimentu byly vzorky s dvěma druhy stehů – třídy 401 a 506, které byly ušity z jednoho druhu materiálu a stejnou nití. Vzorky byly ušité nejdříve ve směru sloupku pleteniny a následně ve směru řádku pro oba stehy. Ušité a nastříhané vzorky se testovaly na dynamometru, hodnocené byly přístrojem Labtest 2.05. Po porovnání výsledků z měření se zjistilo, že stehy třídy 401 a 506 neměly žádný vliv na příčnou pevnost švu. Vtelenská prokázala, že zkoušená pletenina je pevnější při namáhání po sloupku a pružnější při namáhání po řádku. Dále zjistila, že nit, kterou použila na sešívání pleteniny, znehodnotila vzorky, a označila ji za nevhodnou k sešívání dané pleteniny. Nit byla označena za nevhodnou, neboť steh nepraskl dříve než pletenina. Při testování pevnosti a tažnosti v podélném směru se stejnými vzorky Vtelenská zjistila, že pevnost švu v podélném směru je limitovaná pevností stehu [11].

4.1 Příčná pevnost švu

Příčná pevnost se vyjadřuje velikostí síly, která je potřebná k přetržení stehu ve švu a působí na šev kolmo (viz obrázek 4.1). Zkouška příčné pevnosti švu je testována na dynamometru. Zkoušený vzorek je připnut mezi dvě čelisti a konstantní rychlostí je natahován, dokud nedojde k přetržení stehu. Výsledky maximální síly potřebné k přetržení švu se zaznamenávají do počítače.



Obr. 4.1: Síla působící na vzorek v příčném směru.

Metody měření příčné pevnosti švu:

- ČSN EN ISO 13935-1 (80 0841): Textilie – Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků – Část 1 zjišťování maximální síly přetrhu švu metodou Strip [14].
- ČSN EN ISO 13935-2 (80 0841): Textilie – Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků – Část 2 zjišťování maximální síly přetrhu švu metodou Grab [15].
- Norma ČSN 80 0810 zistovanie tržnej sily a ťažnosti pletenín – norma zrušena bez náhrady dne 05/2008 [16].

Výše představené metody uvádějí maximální sílu při přetrhu švu v situaci, kdy je síla použita kolmo ke švu. Zkušební vzorek z plošné textilie s určenými rozměry a švem umístěným ve středu vzorku je natahován konstantní rychlostí kolmo ke švu do jeho přetržení. Zaznamenává se maximální síla potřebná k přetrhu švu. Příprava zkušebních vzorků a jejich rozměry se u obou metod liší.

Při kolmém namáhání se může šev takzvaně rozevřít (viz obrázek 4.2). Rozevřený šev vypadá tak, že hrany materiálu, které se u normálních švů dotýkají, mají teď mezi sebou mezeru a jdou od sebe. Vznik rozevřeného švu vzrůstá při větší pružnosti šicí nitě a řidšímu stehu, naopak při vyšší hustotě stehu je pravděpodobnější, že rozevřený šev nevznikne. Je viditelnější na švech, které jsou šity stehy třídy 400, 500 a 600. Rozevření švu se dá zabránit tím, že se sníží napětí nitě, ale bohužel se tím sníží i pružnost švu [8].



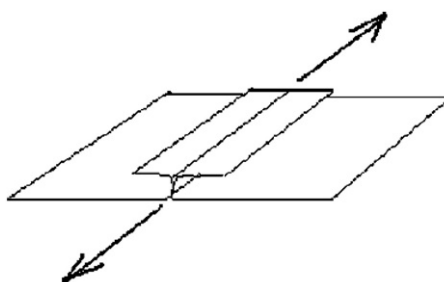
Obr. 4.2: *Rozevřený šev.*

Rozevřeným švem se zabýval při testování cyklického namáhání pletenin N. Uçar [17]. Bylo testováno 7 textilií, 3 hustoty stehu, 2 šicí nitě. Testování a vzorky byly nastaveny podle normy ASTM D 1682–1683 metody Grab. Testování bylo prováděno

na stroji Instron 4411. Rychlost čelistí byla 150 mm/min a zatížení bylo 50 N. Rozměry čelistí byly 50 × 50 mm a vzdálenost mezi čelistmi byla 75 mm. Vzorky měly rozměry 200 × 100 mm. Na každý vzorek bylo použito 100 cyklů kontinuálního zatížení. Při cyklickém namáhání se objevoval rozevřený šev. Podle tohoto testu se zjistilo, že když se zvyšuje roztažnost tkaniny, snižuje se pravděpodobnost rozevření švu. Pokud se zvyšuje počet stehů na centimetr, zmenšují se rozevření švu. Zjistilo se, že pleteniny mohou mít méně švů na 1 cm než tkaniny a to proto, že pleteniny mají větší roztažnost a menší tuhost než tkaniny. U tkanin navíc dochází k prokluzování švů. Studie prokázala, že existuje negativní vztah mezi množstvím rozevřených švů a procentuální roztažností textilie v tahu a hustotou stehu. Avšak existuje i pozitivní vztah mezi rozevřením švů, parametry smyku a tažností šicí nitě. To znamená, že se výskyt rozevřeného švu zvyšuje se sníženou hustotou stehů a zvýšenou tažností nití. U pletenin je menší možnost výskytu švu než u tkaniny díky její pružnosti [17].

4.2 Podélná pevnost švu

Podélná pevnost švu je vyjádřena silou, která působí ve směru šití a je potřebná k přetržení stehu (viz obrázek 4.3). Podélná pevnost švu se testuje na dynamometru a zkoumá se rozdíl mezi sešitým a nesešitým vzorkem. Registrují se poruchy jednotlivých vazných bodů, které se projevují na tahové křivce. Pro zjištění rozdílu pevnosti sešitého a nesešitého vzorku se odečítá diference l_x při zadané síle F_x , to je vidět na obrázku 4.4 [18].

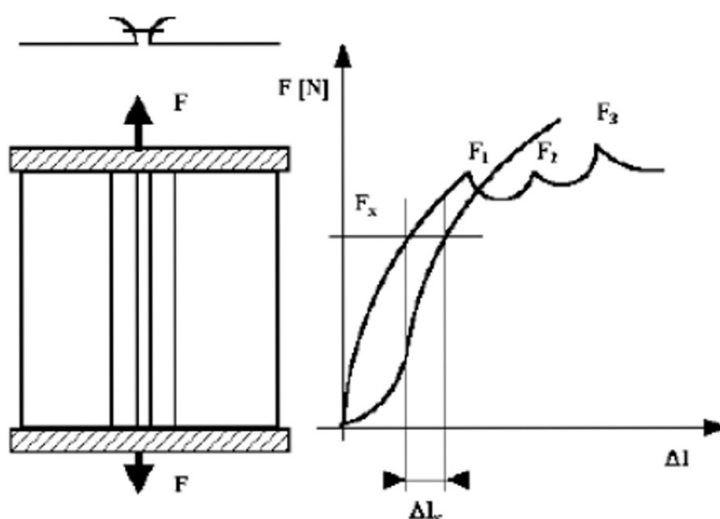


Obr. 4.3: Síla působící v podélném směru na vzorek.

Pevnost švu v podélném směru je závislá na řadě faktorů:

- vlastnosti šicí nitě,
- tloušťce a stlačitelnosti šitého materiálu,
- druhu a hustotě stehu,
- vlastnosti šitého materiálu (plošné textilie),
- směru vytvoření švu atd. [19].

Touto pevností se zabývala ve své práci Rašínová [20]. Podélnou pevnost švu shledala důležitou především pro nadměrně pružné pleteniny. Tato pevnost švu je závislá na tažnosti pleteniny a tažnosti nitě, kterými je steh tvořen. Pokud je materiál více pružný než steh, tak dojde k dřívějšímu popraskání stehů spíše než k poškození materiálu. Proto je podélná pevnost švu závislá na niti, její pružnosti a druhu stehu. Pro šití materiálů, jako jsou pleteniny, se hodí řetízkové stehy, které jsou pružnější než vázané stehy. U vázaných stehů se docílí větší pružnosti zkrácením délky jednotlivých stehů. Rašínová tvrdí, že je lepší zvolit nitě spíše syntetické, neboť jsou pružnější než nitě z přírodních vláken [20].



Obr. 4.4: Upnutí vzorku od dynamometru a graf podélné pevnosti [18].

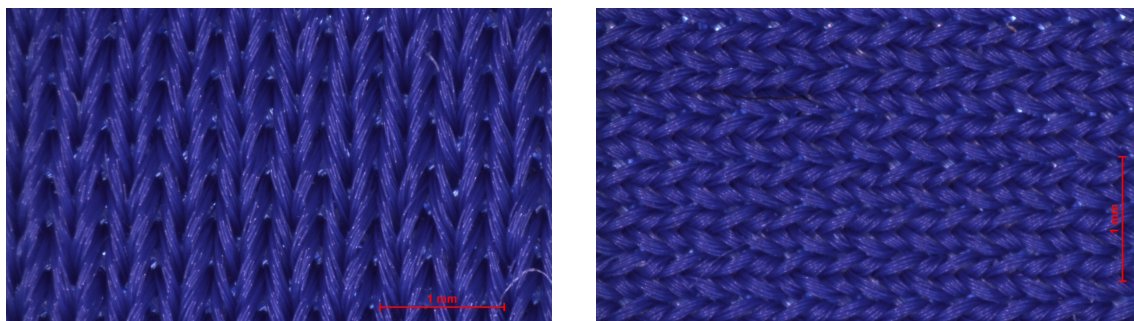
5 Experimentální část

Experimentální část se věnuje popisu použitých materiálů, analýze stehů a švů cyklistických kalhot, charakteristice šicích nití, jehel a použitých zařízení. Dále je v této kapitole popsáno testování a vyhodnocení příčné a podélné pevnosti švu a cyklického namáhání.

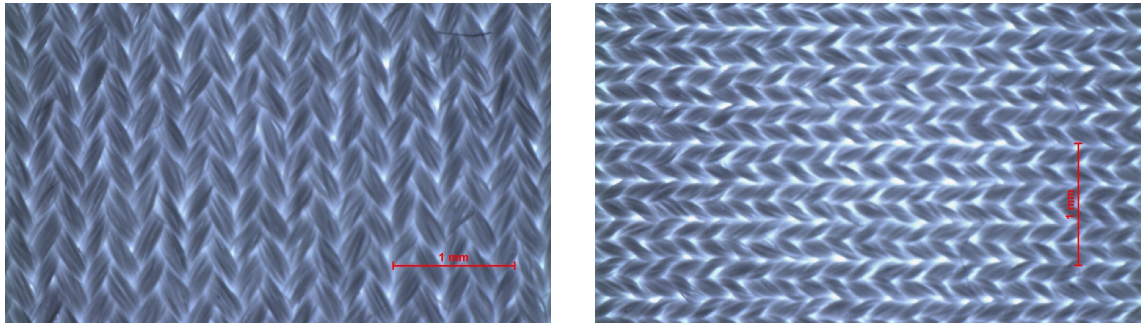
5.1 Charakteristika použitých materiálů

Použité pleteniny

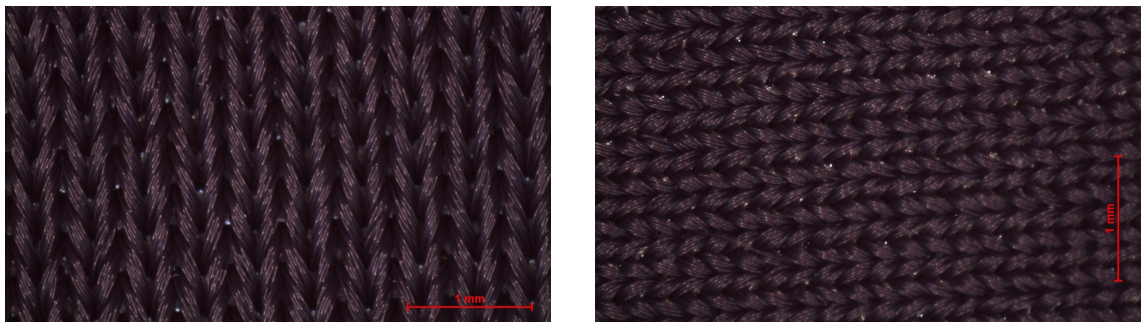
Pleteniny byly vybrány kvůli jejich plošné hmotnosti. Pletenina M2 zastupuje materiály s plošnou hmotností nad 220 g/m^2 , pletenina M3 zastupuje pleteniny s plošnou hmotností pod 200 g/m^2 a pletenina M1 zastupuje pleteniny, které mají plošnou hmotnost mezi 200 g/m^2 a 220 g/m^2 . Dále byly vybírány podle toho, jestli jsou dostupné v podobě ušitých kalhot ve firmě Eleven sportswear a také jestli jsou dostupné ve firmě Tessuti, s.r.o., která tyto pleteniny dováží. Obrazové analýzy pletenin jsou vidět na obrázcích 5.1 až 5.3, jejich charakteristika je uvedena v tabulce 5.1 a vzorky jsou dostupné v příloze D.



Obr. 5.1: Fotografie pleteniny M1 – líc a rub.



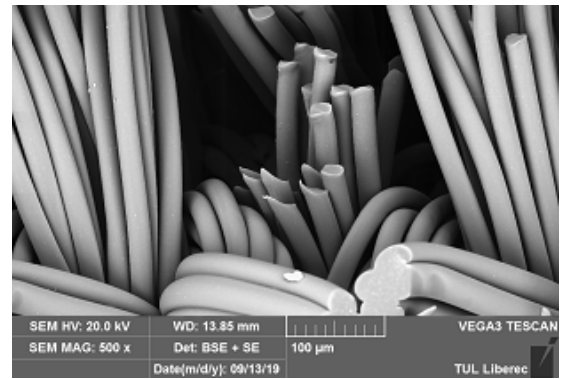
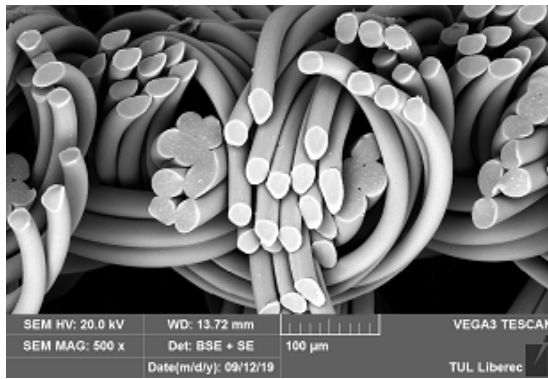
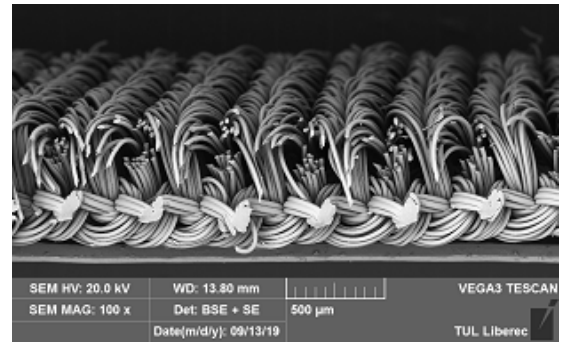
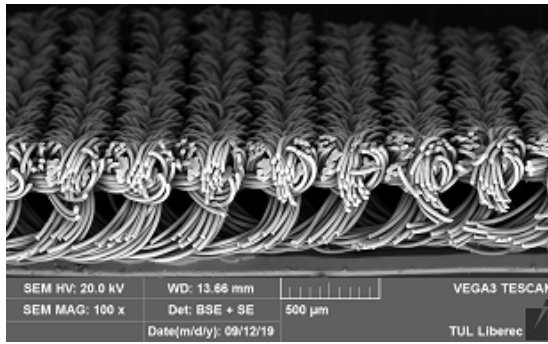
Obr. 5.2: Fotografie pleteniny M2 – líc a rub.



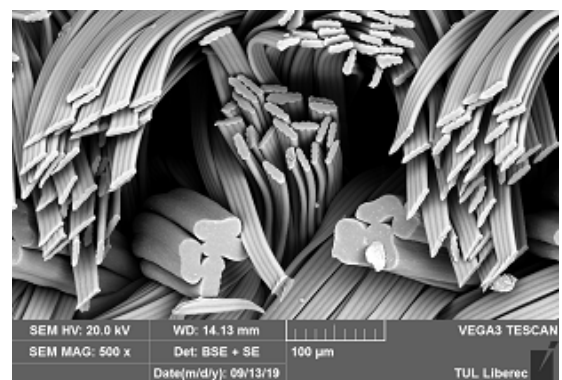
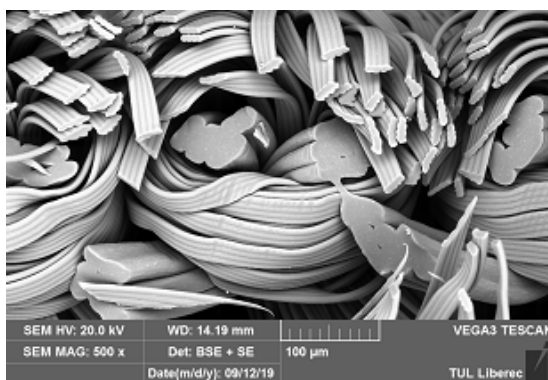
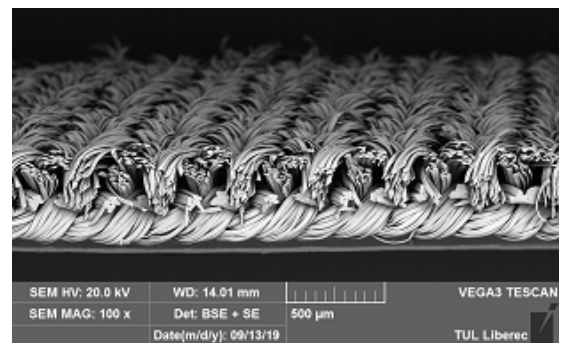
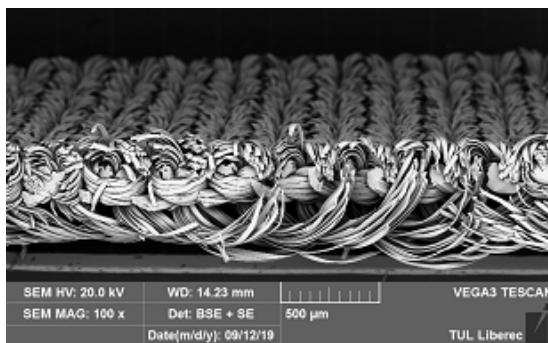
Obr. 5.3: Fotografie pleteniny M3 – líc a rub.

Tab. 5.1: Charakteristika pletenin.

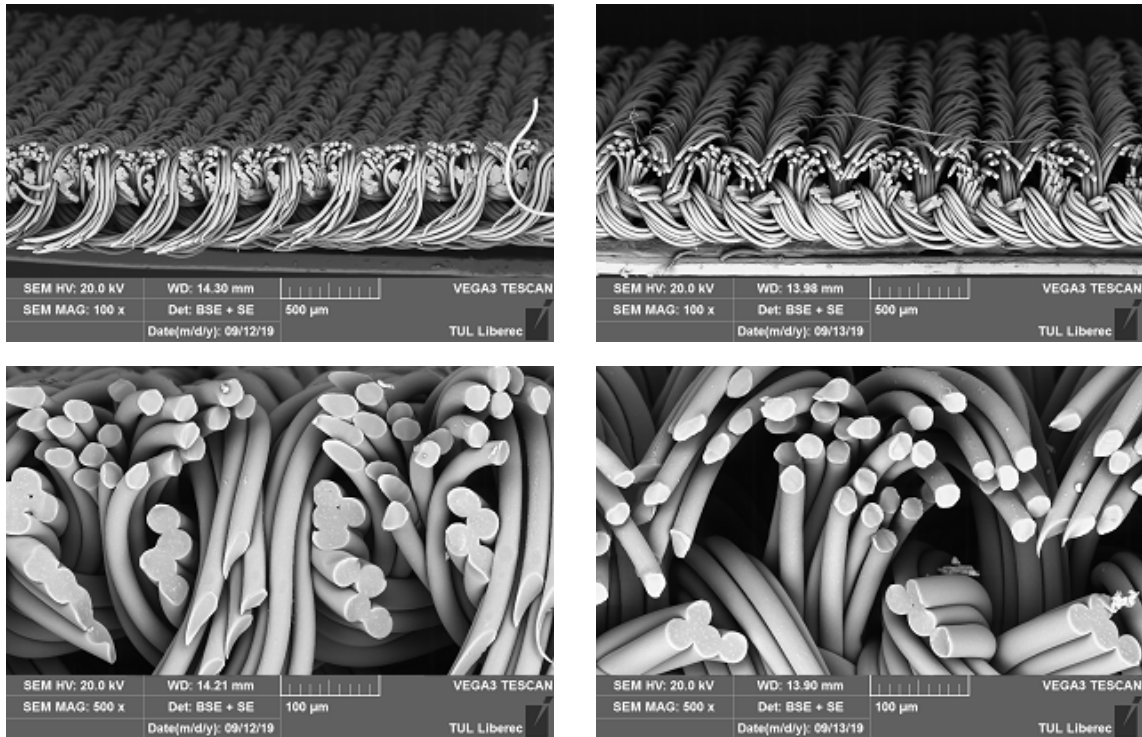
Materiál	M1	M2	M3
Obchodní název	Ceylon	Shield	Zaffiro
Druh pleteniny	Osnovní jednolící	Osnovní jednolící	Osnovní jednolící
Vazba pleteniny	Šarmé třípřístrojová	Šarmé třípřístrojová	Šarmé třípřístrojová
Materiálové složení	80 % nylon 20 % elastan	80 % polyester 20 % elastan	78 % nylon 22 % elastan
Plošná hmotnost [g/m^2]	201	245	188
Tloušťka [mm]	0,639	0,596	0,509
Hustota sloupků [sloupek/ mm]	2,3	2,4	2,3
Hustota řádků [řádek/ mm]	2,7	3,1	3



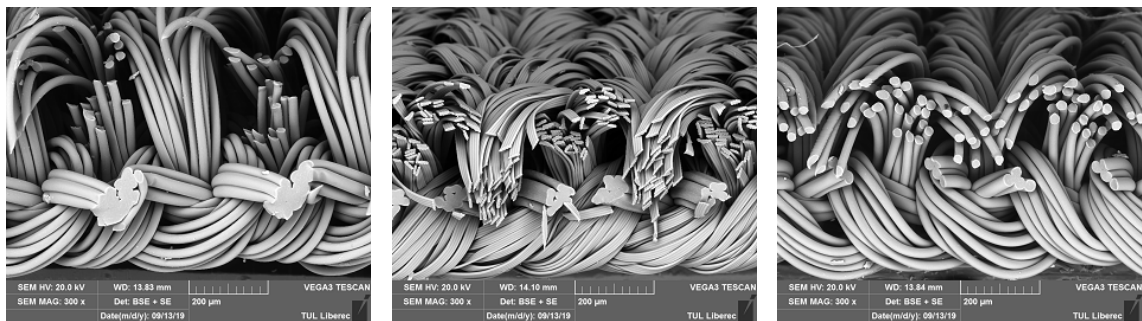
Obr. 5.4: *Pletenina M1 – líc a rub.*



Obr. 5.5: *Pletenina M2 – líc a rub.*



Obr. 5.6: Pletenina M3 – líc a rub.



Obr. 5.7: Pletenina M1, M2 a M3 – rub v ose xy.

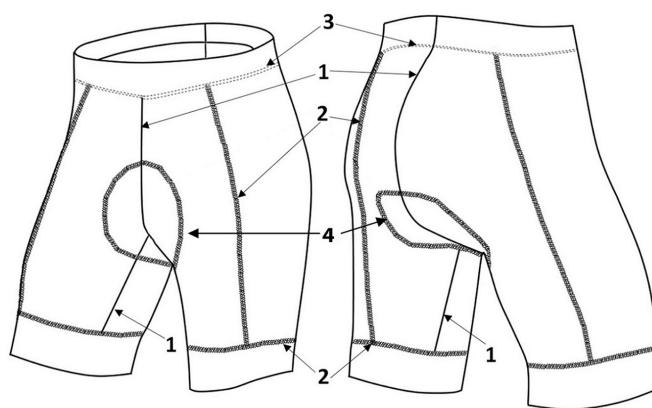
5.2 Analýza stehů a švů cyklistických kalhot

Pro bakalářskou práci byly firmou Eleven sportswear poskytnuty cyklistické kraťasy a tříčtvrteční cyklistické kalhoty. Tyto cyklistické kalhoty mají zvýšenou kompresi, jež napomáhá k eliminaci malých otřesů ve svalcích, čímž šetří sportovci energii, aby podal lepší výkon. Na těchto kalhotách bylo testováno namáhání zadního středového sedového švu. Cyklistické kalhoty typu A, viz obrázek 5.8, s obchodním názvem Black Lady jsou vyrobeny z materiálu Ceylon a Vega. Cyklistické kalhoty typu B

s obchodním názvem Nela Black Reflex jsou vyrobeny z materiálu Shield Endurance a Ceylon, viz obrázek 5.10. Zadní středový sedový šev, krokové švy a přední středový šev cyklistických kalhot jsou sešity čtyřnitým obnitkovacím stehem třídy 514. Boční členicí švy a ostatní členicí švy označené číslem 2 na obrázcích 5.9 a 5.11 jsou sešity pětinitým krycím stehem třídy 605 a dotykovým švem. Pasové límce jsou ke kalhotám přišity třínitým řetízkovým stehem třídy 406. Cyklistické vložky u obou kalhot jsou přišity ozdobným švem a pětinitým krycím stehem třídy 605. Charakteristika a rozbor švu u testovaných cyklistických kalhot jsou uvedeny v tabulce 5.2. Testovaný čtyřnitý obnitkovací steh třídy 514 je zobrazen na obrázku 5.12.



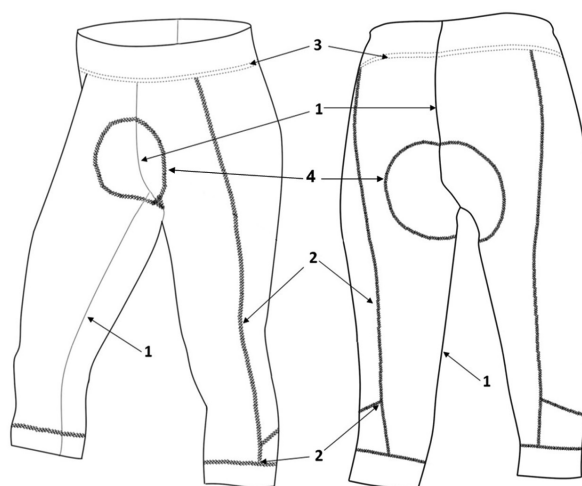
Obr. 5.8: Kalhoty typ A.



Obr. 5.9: Analýza švů u kalhot typu A.

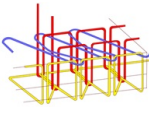
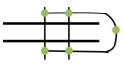
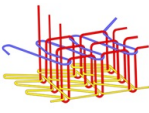
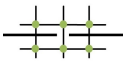
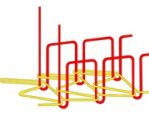

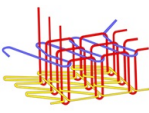
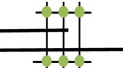


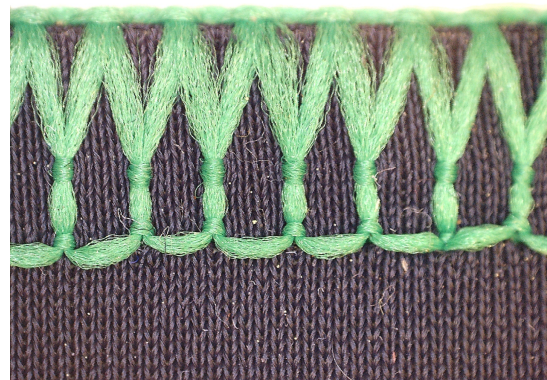
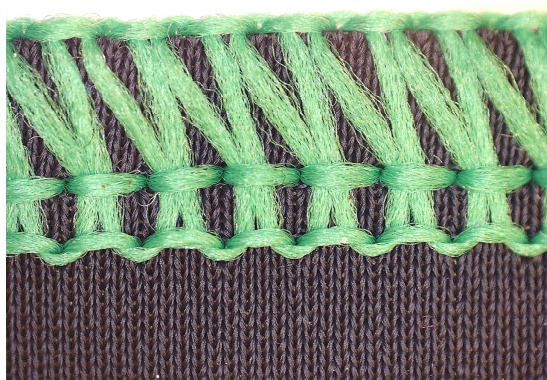
Obr. 5.10: Kalhoty typ B.



Obr. 5.11: Analýza švů u kalhot typu B.

Tab. 5.2: Analýza stehů a švů cyklistických kalhot typu A a B.

Číslo stehu	Třída stehu	Název stehu	Nákres stehu	Třída švu	Název švu	Nákres švu
1	514	čtyřnitý obnitkovací		1.01.03	hřbetový šev	
2	605	pětinitý krycí		4.01.01	dotykový šev	
3	406	třínitý řetízkový		3.03.02	lemovací šev	
4	605	pětinitý krycí		5.30.03	ozdobný šev	



Obr. 5.12: Testovaný čtyřnitý obnitkovací steh.

5.3 Charakteristika použitých šicích nití a jehel

Charakteristika nití

Nitě použité pro sešití vzorků jsou vyrobeny tak, aby vyhovovaly výrobě cyklistických dresů, ale také jiných sportovních oděvů, viz obrázek 5.13. Nit N1 s obchodním názvem Polytex 90 používá firma Eleven sportswear na šití cyklistických kalhot,

viz obrázek 5.14. Tuto nit vyrábí firma Hagal, která ji doporučuje například na sešívání plavek, sportovního oblečení, pletenin a spodního prádla. Tato nit je elastická a má vysokou krycí schopnost, je vyrobena z polyesterových vláken. Nit N1 má jemnost 33 Tex a je vzduchem tvarovaná, tím pádem nemá žádný zákrut a její koeficient tření nit o nit byl 0,31 a koeficient tření nit o kov byl 0,17.

Firma Hagal také vyrábí nit N2 s obchodním názvem Ultrapoly 120, která je vidět na obrázku 5.15. Nit je doporučena pro lehké látky, sportovní oděvy, technické tkaniny a jako krajová nit pro tkaní. Její jemnost je 22 Tex, je vyrobena z nekonečných vláken polyesteru, s koeficientem tření nit o nit 0,27 a koeficientem tření nit o kov 0,18. Tato nit je trojmo skaná se zákrutem Z.

Zbylé dvě nitě nit N3 Saba Soft 120 (viz obrázek 5.16) a nit N4 Saba Flex 120 (viz obrázek 5.17) vyrábí firma AMANN. Nit N3 výrobce doporučuje na šití spodního a funkčního prádla, cyklistických dressů a fitness oblečení. Je vyrobena z texturovaného polyesterového mikrovlákna. Její jemnost je 18 Tex a je dvojmo skaná se zákrutem Z, koeficient tření nit o nit byl 0,35 a koeficient tření nit o kov byl 0,21.

Nit N4 je vyrobena z PTT a výrobce ji doporučuje na sešívání elastických materiálů, plavek a případně materiálů s elastanem. Její jemnost je 36 Tex, je trojmo skaná se zákrutem Z s koeficientem tření nit o nit 0,25 a nit o kov 0,15. Charakteristiky nití jsou uvedeny v následující tabulce 5.3. Koeficient tření byl měřen na stroji CTT LH-401 (Constant Tension Transport) dvojí metodou a to metodou třením nit o nit a nit o kov. Hodnoty koeficientů tření byly spočítány podle rovnic 5.1 a 5.2.

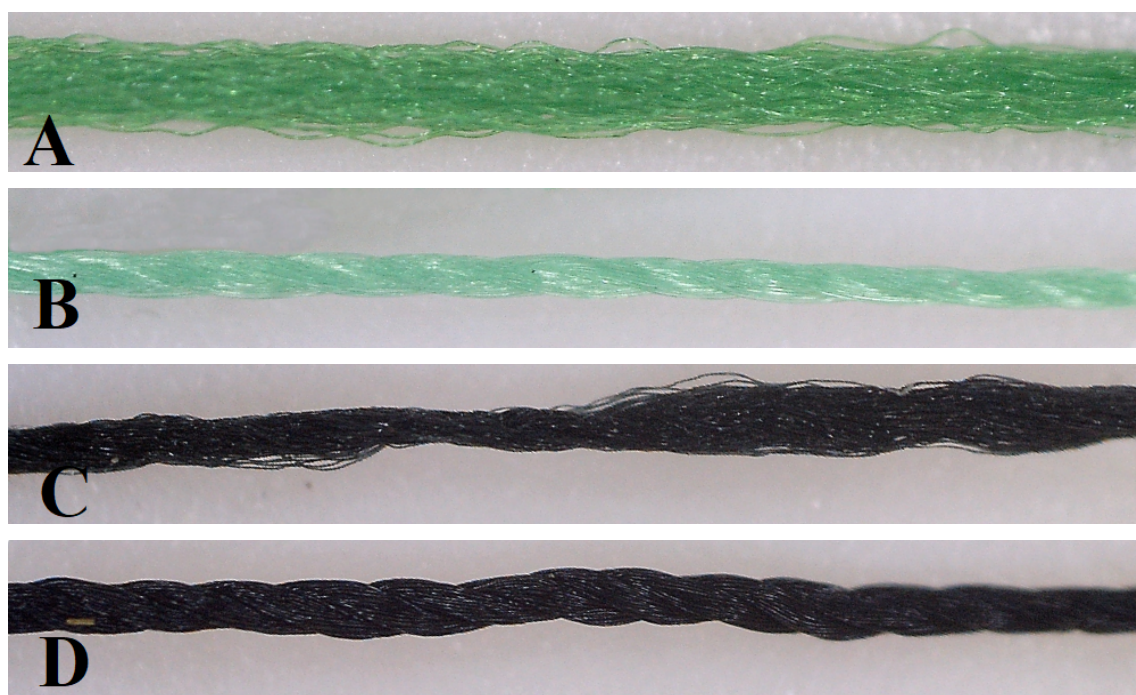
$$f_{nn} = \frac{\ln\left(\frac{F_O}{F_I}\right)}{4\pi(n - 0,5) \sin\left(\frac{35}{2}\right)}, \quad (5.1)$$

$$f_{nk} = \frac{\ln\left(\frac{F_O}{F_I}\right)}{\pi}, \quad (5.2)$$

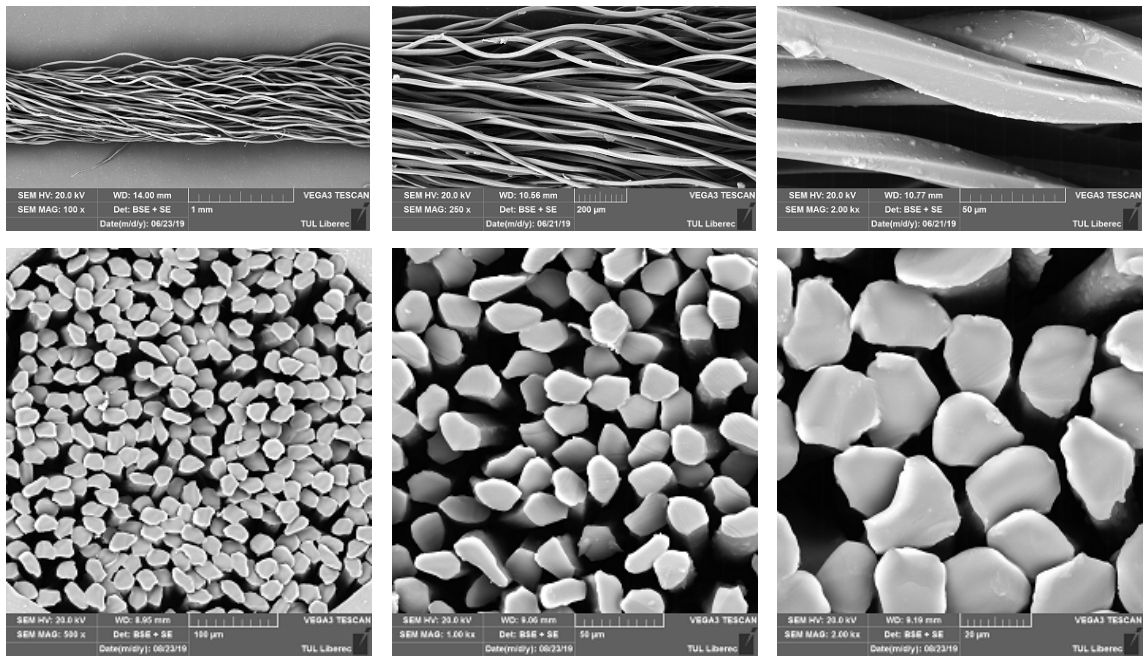
kde f_{nn} je koeficient tření pro metodu nit o nit a f_{nk} je koeficient tření pro metodu nit o kov. F_O výstupní síla, F_I vstupní síla a n počet zatočení nitě.

Tab. 5.3: Charakteristika nití.

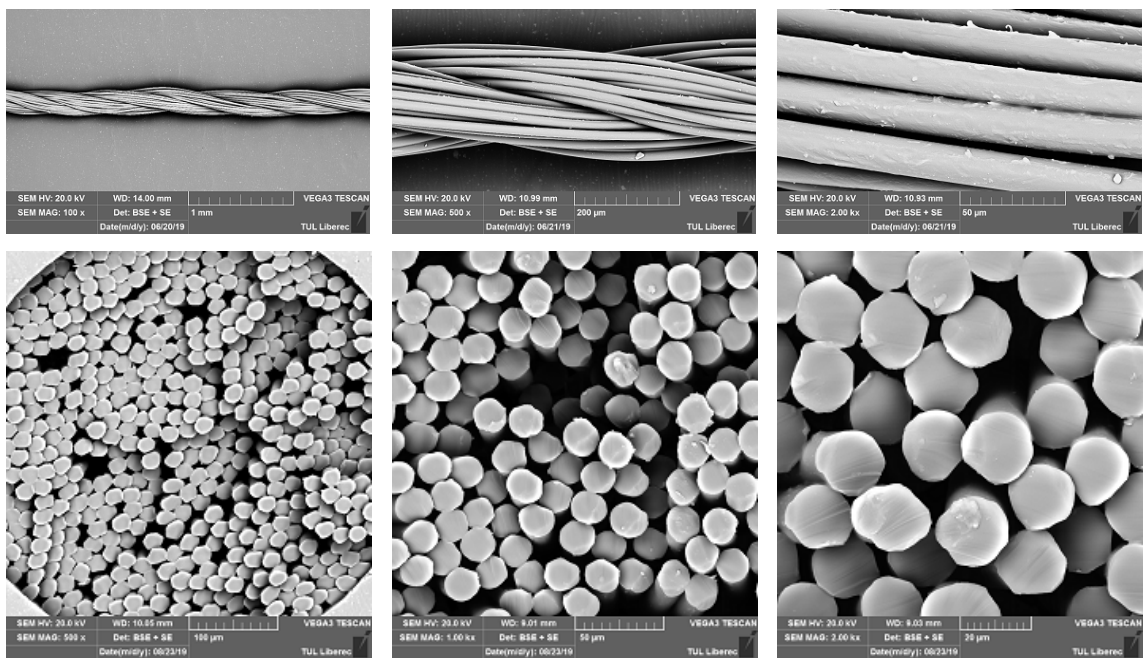
Nit	Nit N1	Nit N2	Nit N3	Nit N4
Obchodní název	Polytex 90	Ultrapoly 120	Saba soft 120	Saba flex 120
Složení	PES	PES	PES	PTT
Jemnost [<i>Tex</i>]	33	22	18	36
Pevnost nitě [<i>N</i>]	15,01	14,99	7,17	8,23
Seskání nitě	vzduchem tvarovaná	trojmo skaná	dvojmo skaná	trojmo skaná
Zákrut	bez zákrutu	zákrut Z	zákrut Z	zákrut Z
Počet skacích zákrutů na 1 m	bez zákrutu	300,75	306,60	417,10
Koeficient tření nit – nit	0,31	0,27	0,35	0,25
Koeficient tření nit – kov	0,17	0,18	0,21	0,15



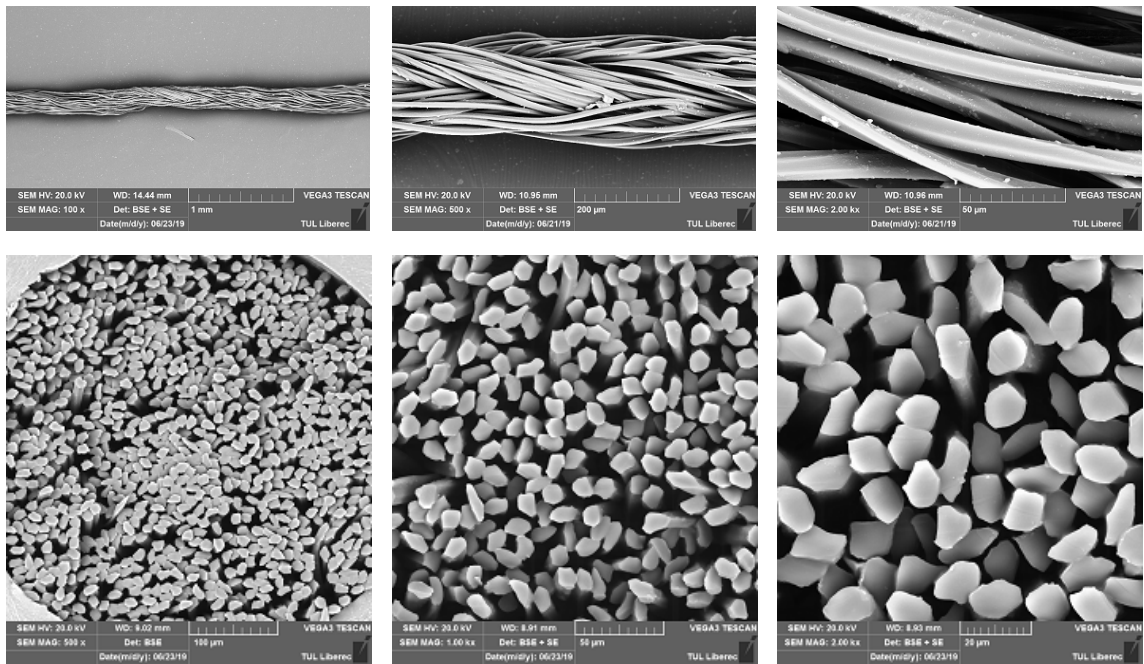
Obr. 5.13: Fotografie nití A)N1, B)N2, C)N3, D)N4.



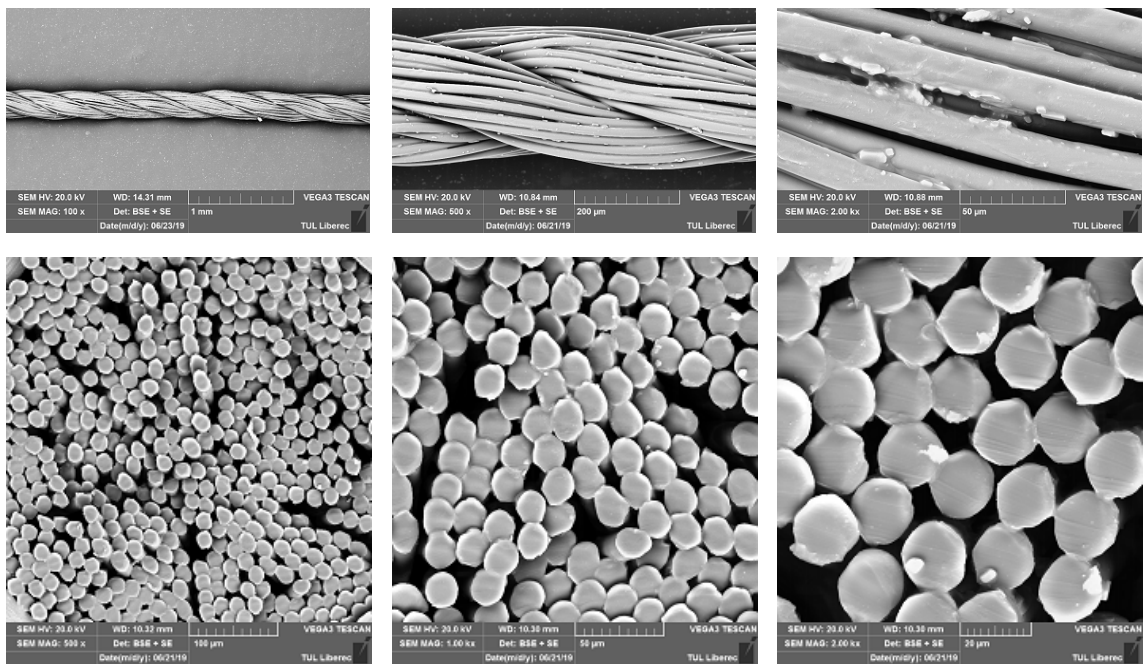
Obr. 5.14: Nit N1, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm.



Obr. 5.15: Nit N2, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm.



Obr. 5.16: Nit N3, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm.



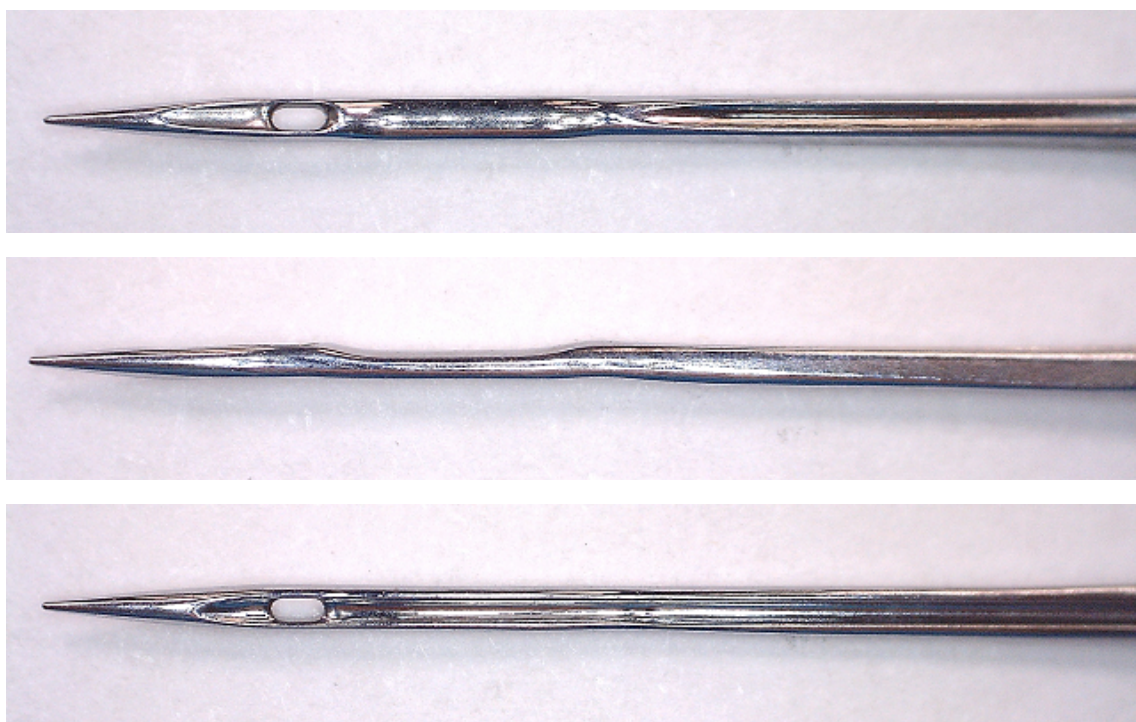
Obr. 5.17: Nit N4, rozlišení 1 mm, 200 μm, 50 μm, 100 μm, 50 μm a 20 μm.

Charakteristika jehel

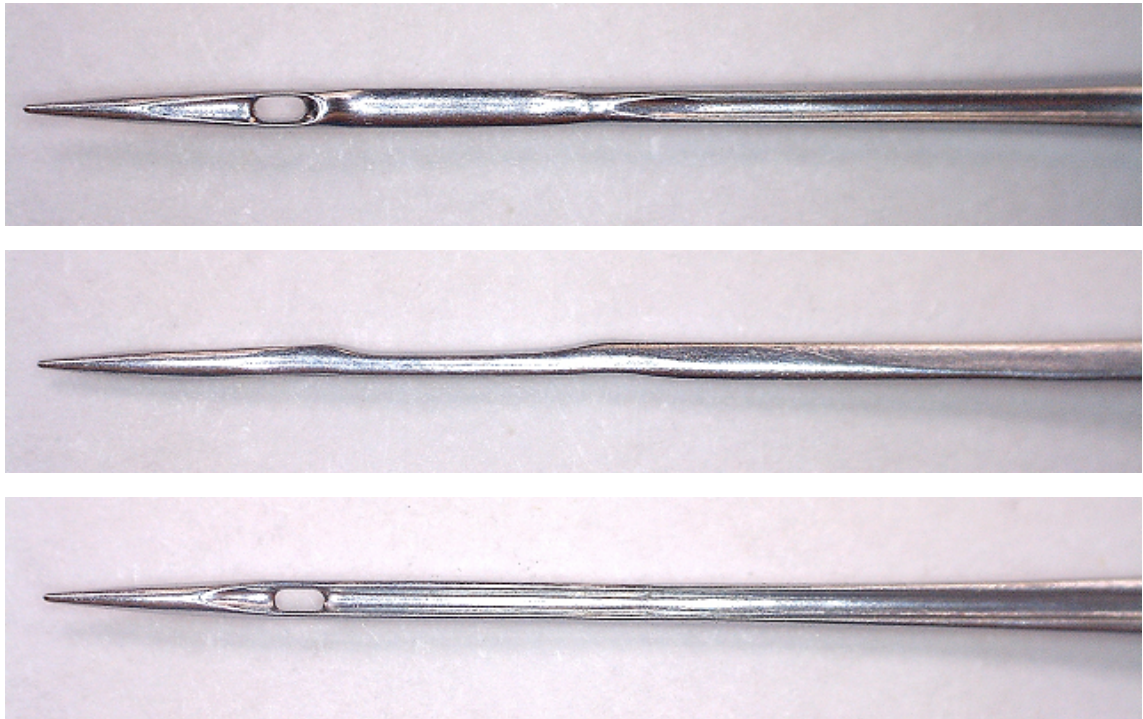
Pro sešití vzorků byly použity dva typy jehel vyrobené firmou Groz Beckert – SAN 10 a normal. Tyto jehly jsou určeny pro šití pletenin a mají hroty FFG. Jehla normal s jemností 70 Nm je určena pro šití středních pletenin. Firma také uvádí, že druhá jehla SAN 10 s menší jemností 65 Nm by měla zvládnout šití se stejnou kvalitou jako jehla normal. Parametry jehel jsou přehledně uvedeny v tabulce 5.4. Jehly jsou zdokumentovány na obrázcích 5.18 a 5.19. Zde můžeme vidět, že jehla SAN 10 má hranatější a protáhlejší očko než jehla normal. To napomáhá snížení přetížení niti a vynechávání stehů. Dále jehla SAN 10 má i užší, hranatější a protáhlejší tvar těla než jehla normal. To vede k tomu, že jehla SAN 10 lépe proniká skrze textilií.

Tab. 5.4: *Parametry jehel.*

Jehla	Normal	SAN 10
Systém	B 27	B 27
Jemnost [Nm]	70	65
Hrot	FFG/SES	FFG/SES



Obr. 5.18: *Jehla normal.*



Obr. 5.19: Jehla SAN 10.

Charakteristika šicího stroje

Pomocí šicího stroje SIRUBA 514M2-24, který je vidět na obrázku 5.20, byly ušity vzorky pro testování na trhacím stroji. Jedná se o průmyslový 2jehlový, 4nitný overlock s diferenciálním podáváním. Vzorky byly ušity obnitkovacím stehem třídy 514, který je široký 6 mm, s hustotou 5 stehů na 1 cm. Podrobnější parametry jsou vypsány v tabulce 5.5.



Obr. 5.20: Šicí stroj SIRUBA 514M2.

Tab. 5.5: *Parametry šicího stroje.*

Parametr	Hodnota
Počet jehel	2
Počet nití	4
Způsob podávání	diferenciální
Diferenciál	0,7–2
Typ stehu	řetízkový – overlock
Rozpich jehel	2 mm
Otáčky motoru	7500 ot/min
Délka stehu	0–3,6 mm
Hustota stehu	5 stehů na cm
Zdvih patky	6 mm
Celková šířka obnitkování	6 mm

5.4 Analýza metod na měření pevnosti švu

5.4.1 Příčná pevnost švu

Příčné namáhání švu poškozuje nitě v celé šířce vzorku. U této zkoušky byla vyhodnocována i účinnost švu η . U účinnosti švu je doporučováno, aby se pohybovala okolo 80 %. Následující vzorec 5.3 se používá převážně u metody Strip.

$$\eta_1 = \frac{F_{\dot{s}ev}}{F_{mat}} \times 100 \quad (5.3)$$

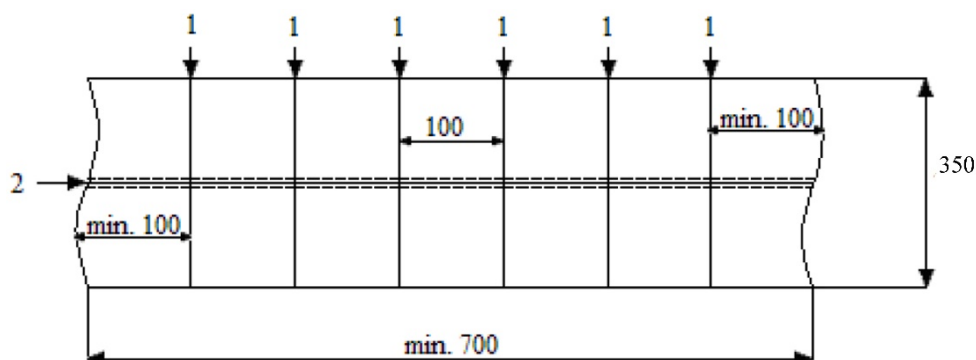
Pro pleteniny určené pro výrobu sportovního oblečení je standardním britským testem norma BS 3320: 1998, tedy metoda Grab, jak uvádí McLoughlin a Hayes [21] ve svém článku. Při této metodě se počítá účinnost švu dle následujícího vzorce 5.4:

$$\eta_2 = \frac{F_{mat}}{F_{\dot{s}ev}} \times 100 \quad (5.4)$$

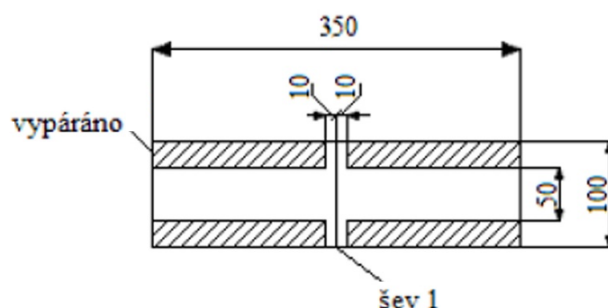
Samotná pevnost se označuje jako účinnost švu, ta vyjadřuje sílu švu jako funkci pevnosti textilie [21].

Metoda Strip

Pokud mají být před zkouškou připraveny švy, zúčastněné strany musí odsouhlasit podmínky šití, včetně typu šicích nití, typu jehly, přídatku na šev a počtu stehů na jednotku délky. Šicí stroj musí být seřízen na správné hodnoty. Z plošné textilie se vystříhne laboratorní vzorek o rozměrech 350×700 mm. Vzorek se v polovině přeloží tak, aby hrana skladu byla rovnoběžná s delší stranou vzorku, v tomto směru se odšije šev a hrana se rozstříhne tak, aby se dosáhlo přídatku na šev. Švy mohou být ušity buď rovnoběžně se směrem osnovy a útku, nebo s oběma směry, záleží na dohodě zúčastněných stran. Po přípravě švu se vzorek rozstříhá ve vzdálenosti minimálně 100 mm od obou konců zhotoveného švu na minimálně 5 menších vzorků tak, jak je znázorněno na obrázku 5.21. U každého menšího vzorku se provedou čtyři nástřihy ve vzdálenosti 10 mm od švu o délce 25 mm. Následně se vypárají nitě tak, aby vznikla šířka zkušebního vzorku 50 mm. Na ploše 10 mm od švu na každé straně se ponechá 100 mm šíře vzorku, viz obrázek 5.22. Předpětí vzorku v trhacím stroji bylo 5 N, upínací délka byla 200 mm a rychlost prodloužení byla 100 mm/min [14].



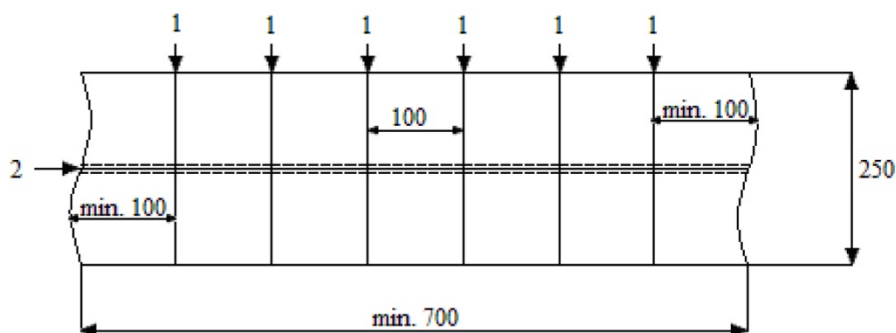
Obr. 5.21: Ukázka rozměrů vzorku na metodu Strip.



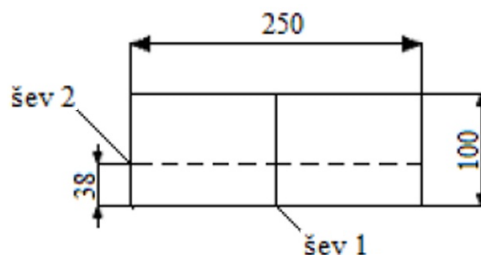
Obr. 5.22: Ukázka vzorku na měření metody Strip.

Metoda Grab

Pokud mají být před zkouškou připraveny švy, zúčastněné strany musí odsouhlasit podmínky šití, včetně typu šicích nití, typu jehly, přídatku na šev a počtu stehů na jednotku délky. Šicí stroj musí být seřízen na správné hodnoty. Z plošné textilie se vystříhne laboratorní vzorek o rozměrech 250×700 mm. Vzorek se v polovině přeloží tak, aby hrana skladu byla rovnoběžná s delší stranou vzorku, v tomto směru se odšije šev a hrana se rozstříhne tak, aby se dosáhlo přídatku na šev. Švy ke zkoušce mohou být ušity buď rovnoběžně se směrem osnovy a útku, nebo s oběma směry, záleží na dohodě zúčastněných stran. Po přípravě švu se vzorek rozstříhá ve vzdálenosti minimálně 100 mm od obou konců zhotoveného švu na minimálně 5 menších vzorků (viz obrázek 5.23). Na každý zkušební vzorek se zakreslí přímka ve vzdálenosti 38 mm od jednoho okraje, která probíhá po celé délce zkušebního vzorku, jak znázorňuje obrázek 5.24. V trhačím přístroji byla přednastavena rychlost prodloužení 50 mm/min, upínací délka vzorku 100 mm a nulové přepětí [15].



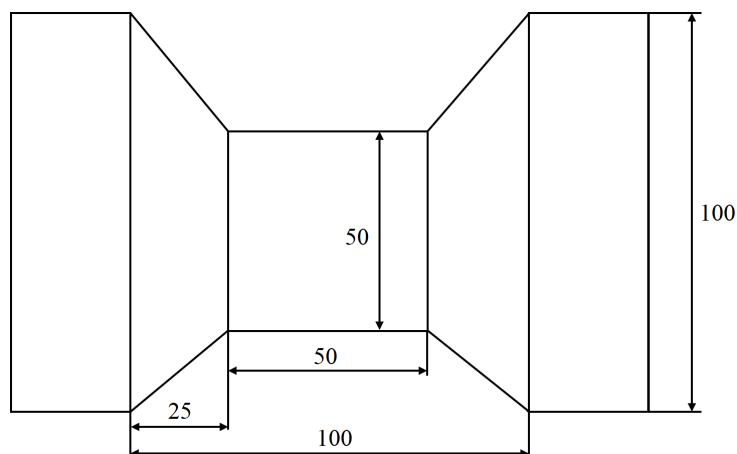
Obr. 5.23: Ukázka rozměrů vzorku na metodu Grab.



Obr. 5.24: Ukázka vzorku na měření metodu Grab.

Metoda dle normy ČSN 80 0810 zisťovanie tržnej sily a ťažnosti pletenín – zrušená norma dne 05/2008

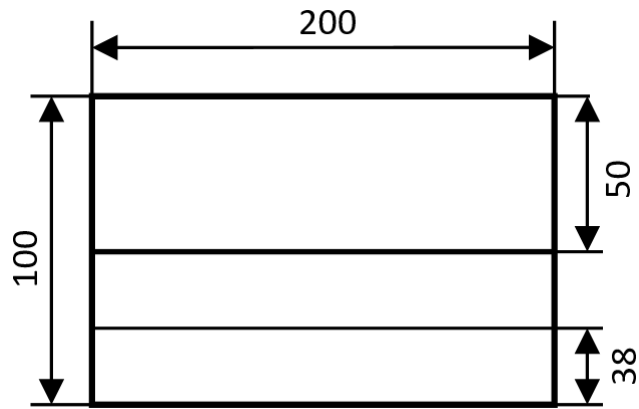
Podstata této zkoušky je v roztahování vzorků až do jejich přetížení. Vzorky jsou odebrány podle normy ČSN 80 0072. Vzorky musí být střiženy po řádku a sloupku pleteniny. Musí se vystříhnout nejdále 50 mm od kraje pleteniny. Vzorky, které jsou střiženy po sloupku, musí mít prostřední vodorovné strany vzorku rovnoběžně střižené se sloupky pleteniny a vzorky střižené po řádku musí mít vodorovné strany ve střední části vzorku střižené rovnoběžně s řádky pleteniny. Celková délka vzorku musí být minimálně 160 mm. Pro snazší přípravu vzorků je dobré si vytvořit šablonu (viz obrázek 5.25), podle které se vystříhnou vzorky z textilie. Vzorky se dále pomocí dvou drátů o průměru 2 mm a délce 170 mm stočí do ruličky, která se dále upne do čelistí trhacího přístroje s upínací délkou 100 mm, nulovým předpětím a rychlostí prodloužení 100 mm/min [16].



Obr. 5.25: Ukázka vzorku na měření metodu dle normy ČSN 80 0810.

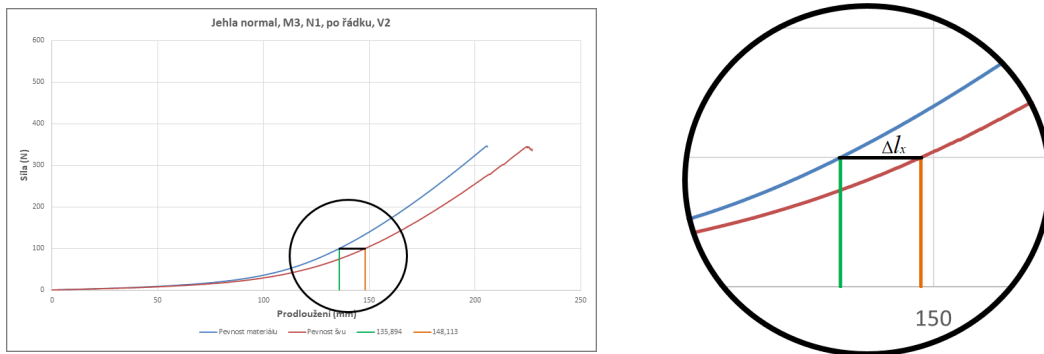
5.4.2 Podélná pevnost švu

Vzorky pro podélnou pevnost byly vyrobeny dle normy ČSN EN ISO 13935-2, která je popsána v kapitole 5.4.1. Testované vzorky měly velikost 100 × 200 mm, upínací délka na trhacím přístroji byla nastavena na 100 mm. Na každý zkušební vzorek se zakreslila přímka ve vzdálenosti 38 mm od jednoho okraje, která probíhá po celé délce zkušebního vzorku. Vzorky byly upnuty bez předpětí a s rychlostí prodloužení 50 mm/min.



Obr. 5.26: Ukázka vzorku na měření podélné pevnosti švu.

Na výsledných grafech se určoval rozdíl prodloužení Δl_x podélné pevnosti, který byl dán mezi dvěma křivkami. Jedna křivka představuje pevnost materiálu a druhá pevnost švu. Na ose y byla určena hodnota F_x , 100 N při které se rozdíl prodloužení Δl_x určoval.



Graf 5.1: Určení rozdílu podélné pevnosti švu Δl_x .

5.4.3 Charakteristika trhačích stroje

Vzorky byly testovány na trhačím stroji, neboli trhačce, Testometric M350–5CT, který je vidět na obrázku 5.27, a podrobnější popis zařízení je uveden v tabulce 5.6.



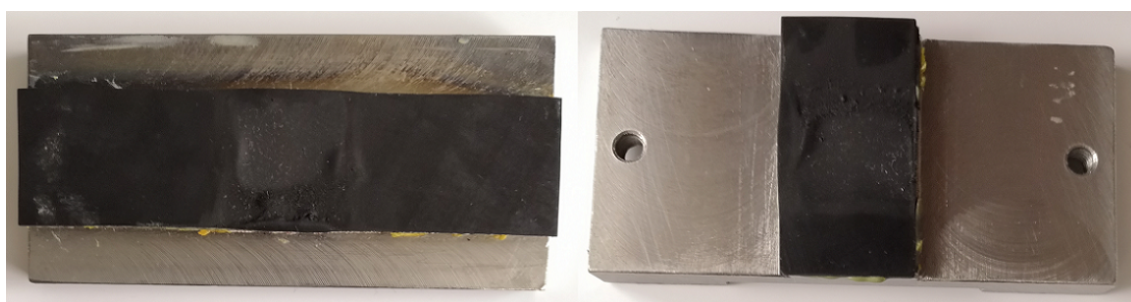
Tab. 5.6: *Parametry trhacího stroje.*

Parametr	Hodnota
Kapacita stroje	5 kN
Třída přesnosti	0,5 podle ISO 7500
Pracovní výška	1275 mm
Pracovní šířka	295 mm
Rychlost posuvu	0,001 – 2000 mm/min

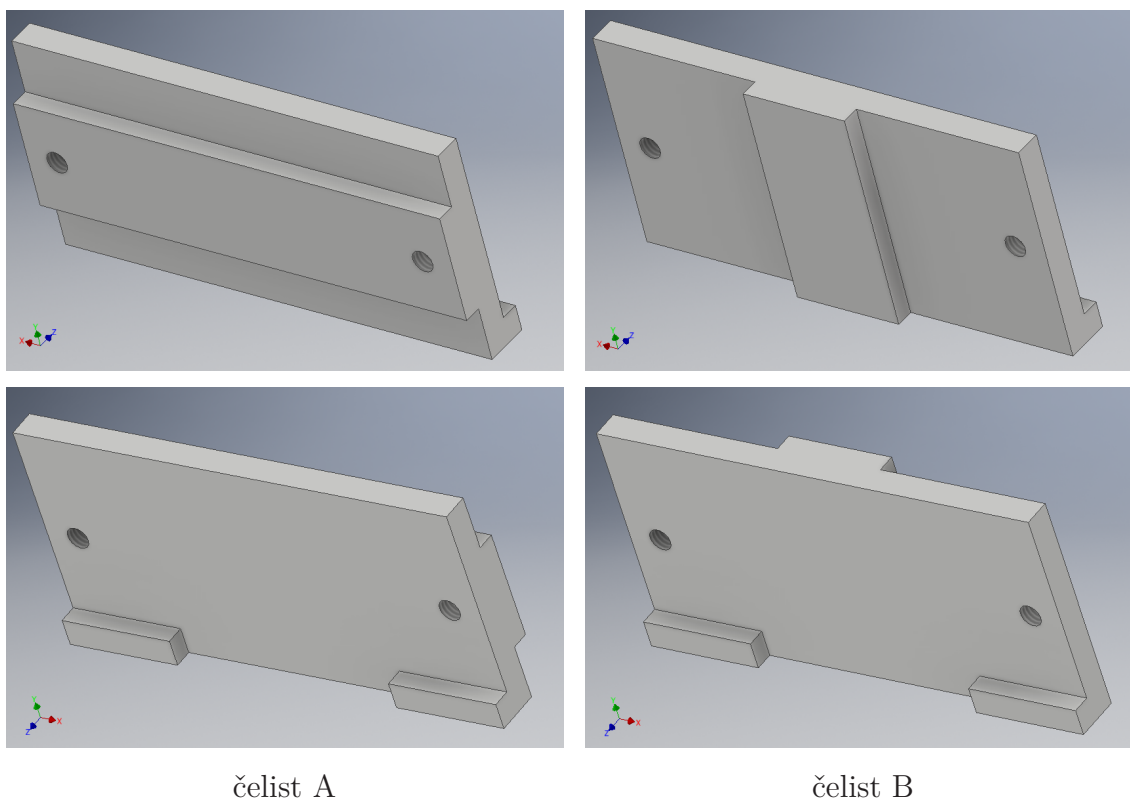
Obr. 5.27: *Trhací stroj
Testometric M350-5CT.*

Charakteristika čelistí pro metodu Grab

Dle normy ČSN EN ISO 13935-2 [15], bylo zapotřebí nechat vyrobit čelisti do trhacího stroje. Na obrázku 5.29 je zobrazen vytvořený model čelistí, který byl vytvořen v programu Inventor Professional 2017 od společnosti Autodesk. Výkresová dokumentace, podle které byly čelisti vyrobeny, je součástí přílohy A.1 a A.2. Vyfotografované vyrobené čelisti jsou na obrázku 5.28. Tyto čelisti byly použity v trhacím stroji při testování příčné a podélné pevnosti u všech vzorků.



Obr. 5.28: *Fotografie vyrobených čelistí.*



čelist A

čelist B

Obr. 5.29: Model čelistí.

5.5 Vyhodnocení roztažnosti cyklistických kalhot

Roztažnost materiálu v místě zadního středového švu na cyklistických kalhotách byla měřena kvůli názorné ukázce, jak se materiál v blízkosti švu a šev samotný chová při oblečení (pozice 1) a dynamickém pohybu v podřepu (pozice 2), viz obr. 5.30. Roztažnost středového švu byla tedy měřena ve dvou pozicích. V první pozici stál subjekt v klidu a rovně a ve druhé pozici subjekt simuloval sezení na kole. Na cyklistických kalhotách byl vyznačen čtverec o rozměrech 10×10 cm, viz obr. 5.31.

Pomocí vyznačeného čtverce byla pozorována roztažnost materiálu podél švu (podélná roztažnost) a kolmo na šev (příčná roztažnost), což znázorňují obrázky 5.32 a 5.33. Roztažnost materiálu byla změřena v místě zadního středového švu u dvou typů cyklistických kalhot a to kraťasů (typ A) a tříčtvrtečních kalhot (typ B) v různých velikostech M, L a XL. Kalhoty typu A byly vyrobeny z materiálu M1 s obchodním názvem Ceylon a kalhoty typu B byly vyrobeny z materiálu M2 s obchodním názvem Shield endurance. Rozmezí obvodu boků pro jednotlivé velikosti cyklistických

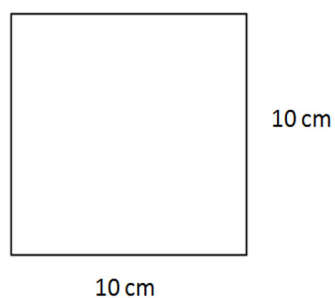


Pozice 1



Pozice 2

Obr. 5.30: *Pozice pro měření roztažnosti zadního středového švu.*



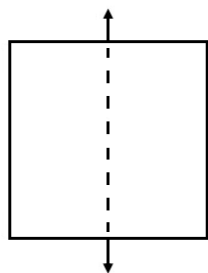
Obr. 5.31: *Čtverec 10 × 10 cm naznačený na kalhotách u zadního středového švu.*

kalhot je uvedeno v tabulce 5.7. Měření se účastnilo 13 dámských subjektů.

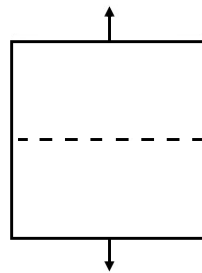
Tab. 5.7: *Rozmezí obvodu boků pro jednotlivé velikosti v cm.*

Velikost	M	L	XL
Obvod boků [cm]	98–102	102–106	106–112

Z výsledků prezentovaných v tabulce 5.8 je patrné, že u obou typů cyklistických kalhot v první i ve druhé pozici byla roztažnost nejvyšší v příčném směru. Zde se hodnoty roztažnosti pohybovaly u cyklistických kalhot typu A od 31 % do 39 %



Obr. 5.32: Podélná roztažnost
– působení sil.



Obr. 5.33: Příčná roztažnost
– působení sil.

a u cyklistických kalhot typu B od 28 % do 60 %. Naopak, roztažnost v podélném směru u obou typů cyklistických kalhot je nižší než v příčném směru, a to konkrétně o 26 % u kalhot typu A a o 17,5 % u kalhot typu B.

Tab. 5.8: Roztažnost materiálu v místě zadního středového švu cyklistických kalhot.

Roztažnost [%]							
Kalhoty	Vel.	Pozice 1			Pozice 2		
		ve stoje [mm]		Rozdíl směrů [%]	v podřepu [mm]		Rozdíl směrů [%]
		Podélný směr	Příčný směr		Podélný směr	Příčný směr	
Kalh. A	M	7,5	35,0	27,5	23,8	38,8	15,0
	L	8,3	34,2	25,9	19,2	36,7	17,5
	XL	8,3	31,7	23,4	23,3	38,3	15,0
Kalh. B	M	15,0	27,5	12,5	30,0	40,0	10,0
	L	17,5	37,5	20,0	36,7	45,8	9,1
	XL	25,0	45,0	20,0	53,3	60,0	6,7

Je patrné, že hodnoty roztažnosti v příčném směru (kolmo na šev) u kalhot typu A byly 3–4krát větší než v podélném směru (podél švu). U kalhot typu B byly hodnoty roztažnosti v příčném směru až o 1,8 násobek větší než v podélném směru.

Roztažnost v místě zadního středového švu u jednotlivých velikostí M, L, XL ukazuje tabulka 5.9. Dále z této tabulky vyplývá, že u cyklistických kalhot typu A byl největší rozdíl mezi velikostmi v příčném směru v pozici 1 (ve stoje) mezi velikostmi M–L a L–XL a to až 4,6 %. Naopak u kalhot typu B byl největší rozdíl mezi velikostmi

M–XL v podélném směru u obou pozic a to až 23,3 %.

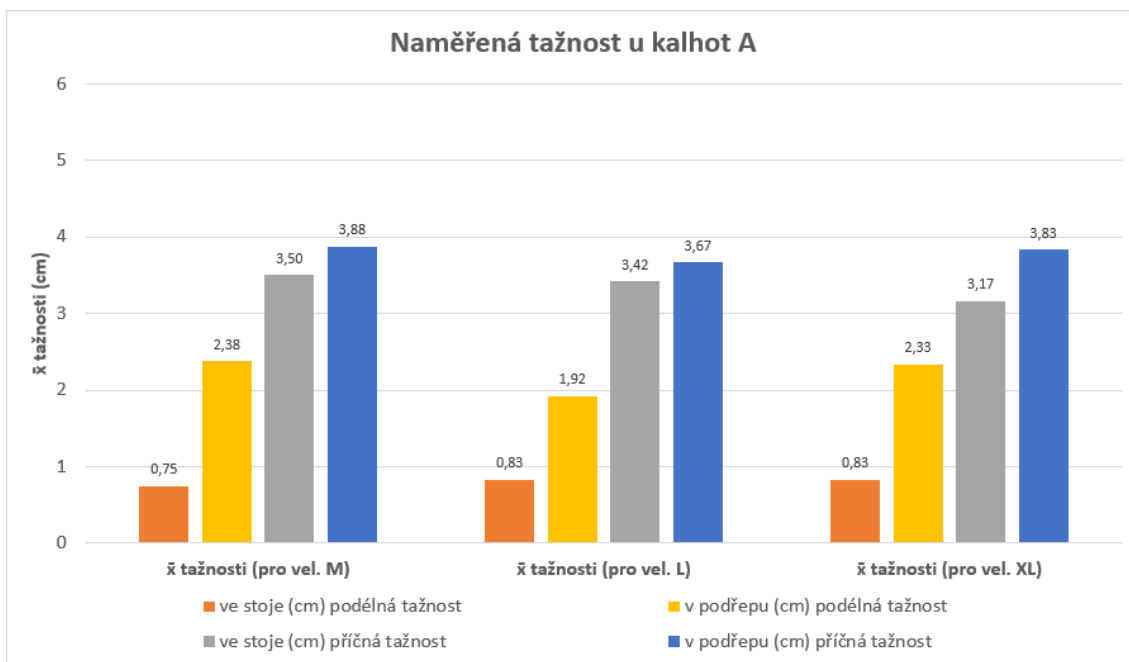
Tab. 5.9: *Rozdíly v roztažnosti mezi jednotlivými velikostmi cyklistických kalhot.*

Rozdíl roztažnosti v místě zadního středového švu [%]					
Kalhoty	Velikosti	Pozice 1 ve stoje		Pozice 2 v podřepu	
		Podélný směr	Příčný směr	Podélný směr	Příčný směr
Kalh. A	M–L	0,8	4,6	0,8	2,1
	L–XL	0,0	4,1	2,5	1,6
	M–XL	0,8	0,5	3,3	0,5
Kalh. B	M–L	2,5	10,0	6,7	5,8
	L–XL	7,5	7,5	16,6	14,2
	M–XL	10,0	17,5	23,3	20,0

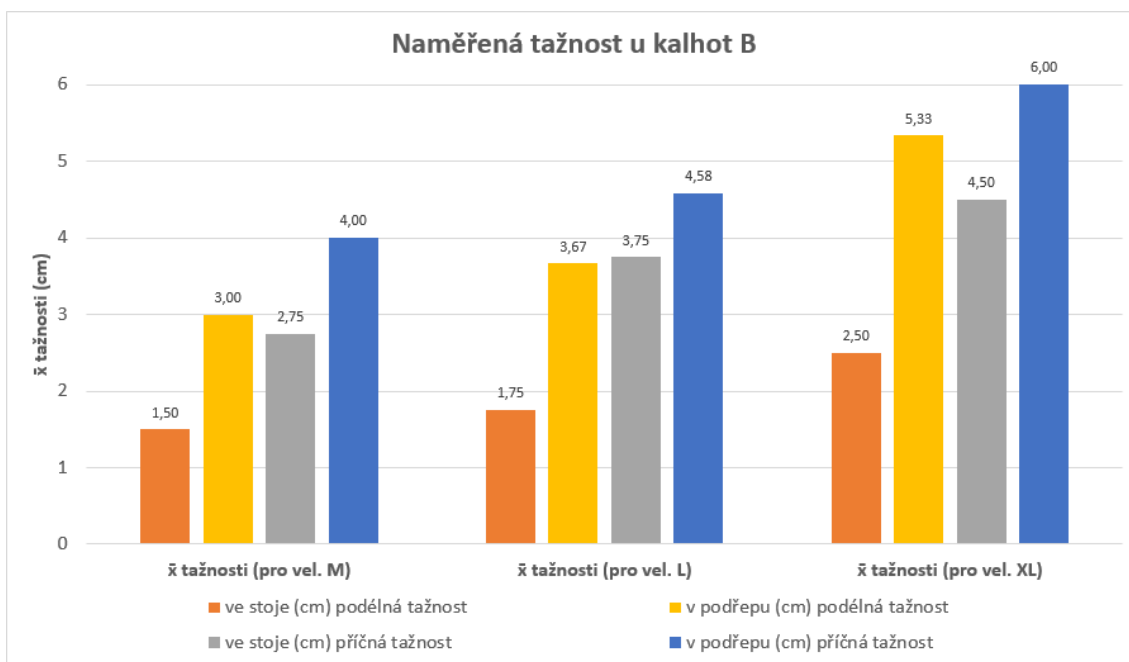
Z měření je patrné, že rozdíly mezi velikostmi v roztažnosti v místě zadního středového švu cyklistických kalhot jsou větší u kalhot typu B než u kalhot typu A. Tyto rozdíly můžeme přisoudit materiálu, ze kterého byly jednotlivé cyklistické kalhoty zhotoveny. Jak ukazuje tabulka 5.10, jako pevnější materiál se jevil materiál M2, jehož pevnost ve směru sloupů F_s nabývala hodnot 281 N, ve směru řádků $F_{\bar{r}}$ byla kolem 356 N. Naopak materiál M1, byl více tažný a vykazoval o 58 % vyšší hodnoty tažnosti než materiál M2. Z toho důvodu, měly cyklistické kalhoty typu B (zhotovené z materiálu M2) celkově vyšší hodnoty roztažnosti v místě zadního středového švu než cyklistické kalhoty typu A. Celkový přehled průměrných hodnot tažnosti kalhot typu A a typu B jsou znázorněny v grafech 5.2 a 5.3.

Tab. 5.10: *Pevnost a tažnost materiálů.*

	F_s [N]	$F_{\bar{r}}$ [N]	ε_s [%]	$\varepsilon_{\bar{r}}$ [%]
Materiál M1	221,3	359,2	279,3	221,9
Materiál M2	281,0	356,5	221,7	183,0



Graf 5.2: Průměrná podélná a příčná tažnost u kalhot A.



Graf 5.3: Průměrná podélná a příčná tažnost u kalhot B.

6 Výsledky testování

6.1 Vyhodnocení metod použitých při testování příčné pevnosti a tažnosti

Pro testování příčné pevnosti a tažnosti švu byly otestovány tři metody. Na základě tohoto testování byla vybrána nejvhodnější metoda, se kterou se následně měřilo. Na trhacím stroji byly nastaveny hodnoty tak, aby testování skončilo při prvním nevratném poškození vzorků. Proto se určovala účinnost švu η_1 a η_2 , dle výše uvedených vzorců 5.3 a 5.4.

U první metody dle normy ČSN 80 0810 byla nejmenší účinnost švu η_1 u materiálu M2, která dosahovala pouze 54,6 %, což odpovídá tomu, že nesešitý materiál byl pevnější než šev. Naopak rozdíl tažnosti ukazuje, že tažnost byla větší u švu. Tento rozdíl činil až 52,3 %, ale u materiálu M2 byl v tažnosti mezi materiálem a švem rozdíl jen 9,4 %. Hodnoty testování jsou uvedeny v tabulce 6.1. U trhání vzorků docházelo k tomu, že u převážné většiny vzorků praskla nit ve švu. Avšak u některých vzorků se nedalo poznat jestli se dříve poškodila nit či pletenina.

Tab. 6.1: Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti metodou dle normy ČSN 80 0810.

Materiál	Pevnost $F[N]$			Tažnost $\varepsilon[\%]$		
	Beze švu	Se švem	$\eta_1[\%]$	Beze švu	Se švem	Rozdíl $[\%]$
M1	336,0	210,8	62,7	113,9	166,2	52,3
M2	290,2	158,5	54,6	103,8	113,2	9,4
M3	333,4	231,6	69,5	113,5	117,8	4,3

Z předešlého vyplývá, že je tato metoda použitelná pro testování zvolených materiálů, protože se šev poškodil v převážné většině testování dříve než samotný materiál,

protože pevnost švu byla menší než pevnost materiálu. Přesto nelze tuto metodu použít, protože byla v roce 2008 zrušena. Účinnost švu η_1 je počítána dle vzorce 5.3.

Druhá metoda, která se jmenuje Strip, má nejmenší účinnost švu η_1 48,9 % a to u materiálu M2 (viz tabulka 6.2). To znamená, že materiál beze švu je pevnější než sešitý materiál. U tažnosti je parné, že jsou pevnější vzorky se švem než vzorky bez švu. Rozdíl tažnosti mezi materiálem a švem dosahuje až 55,2 %. Největší tažnost má materiál M1. Vzorky se při trhání prodlužovaly ve zúžených částech vzorku, což mělo za následek, že se vzorky trhaly vždy mimo šev. Z toho vyplývá, že tato metoda není vhodná na testování těchto materiálů a to z důvodu, že tvar vzorků nezvládne tažnost nadměrně pružných materiálů. Účinnost švu η_1 je počítána dle vzorce 5.3.

Tab. 6.2: Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti podle metody Strip.

Materiál	Pevnost $F[N]$			Tažnost ε [%]		
	Beze švu	Se švem	η_1 [%]	Beze švu	Se švem	Rozdíl [%]
M1	366,7	232,5	63,4	179,5	234,7	55,2
M2	428,7	209,6	48,9	174,7	175,7	1,0
M3	188,4	111,7	59,3	130,9	144,0	13,1

Třetí vyzkoušenou byla metoda Grab, která má účinnost švu η_2 u vzorků až 112,0 %. Zde je patrné, že materiál beze švu a se švem mají zhruba stejnou pevnost. Rozdíl v tažnosti mají vzorky až 14,9 %, u materiálu M1 a M3 je tažnost větší u švu než u samotného materiálu (viz. tabulka 6.3). Během testování na trhacím přístroji pomocí metody Grab se trhaly vzorky převážně ve švu. Byly také některé výjimky, které se trhly mimo šev. Vhodnost metody Grab je podpořena článkem Uçara [17], který ji používal při testování pletenin. Dále je také podpořena článkem v knize (Textile for sports) od R. Shishoo [21]. Proto byly vyrobeny speciální čelisti, které se v metodě Grab používají, jak popisovala kapitola 5.4.3. U této metody byla účinnost švu η_2 vypočítána podle vzorce 5.4.

Tab. 6.3: Naměřené hodnoty pevnosti a tažnosti podle metody Grab.

Materiál	Pevnost $F[N]$			Tažnost ε [%]		
	Beze švu	Se švem	η_2 [%]	Beze švu	Se švem	Rozdíl [%]
M1	245,4	249,8	98,2	319,6	321,9	2,3
M2	339,0	302,7	112,0	258,7	255,7	3
M3	328,3	321,6	102,1	249,9	264,8	14,9

6.2 Vyhodnocení příčné pevnosti švu

V následujících tabulkách 6.4 a 6.5 jsou uvedeny průměrné hodnoty pevnosti materiálu, pevnosti švu a účinnosti švu. Účinnost švu byla spočítána dle vzorce 5.4.

Vzorky ze všech materiálů sešité jehlou normal se přetrhly mimo šev, jak můžeme vidět na přílohách B.4 a B.5. To znamená, že u těchto vzorků má větší pevnost šev než materiál. Vzorky sešité jehlou SAN 10 a nití N1 u všech materiálů střižených po sloupku praskly také mimo šev stejně jako u jehly normal. U těchto vzorků, jak můžeme vidět v tabulce 6.4, má nejvyšší účinnost švu materiál M3 u nitě N3 sešitý jehlou normal a to až 144 %. I když nejmenší naměřená hodnota pevnosti švu u tohoto vzorku byla okolo 181 N. To znamená, že v tomto případě má šev menší pevnost než samotný materiál, ale bohužel, jak ukazuje graf 6.2, chybová úsečka dosahuje největší nepřesnosti u této průměrné hodnoty (viz příloha B.5).

Vzorky šité nití N2 a jehlou SAN 10 se vždy poškodily ve švu, ale nit zůstala nepřetržená, byl poškozený pouze materiál. Z čehož vyplývá, že nit N2 je tzv. „ostrá“. To znamená, že nit poškozují materiál, nebo byl materiál poškozen jehlou už při sešívání vzorků. Vzorky sešité nití N2 mají účinnost švu od 51 % do 80 %. U těchto vzorků je šev pevnější než materiál.

U vzorků šitých jehlou SAN 10 a nitěmi N3 a N4 byly rozdíly v místech přetržení vzorků. Například u prvního vzorku z materiálu M2 šitého nití N4 se přetrhla nit, u druhého vzorku se přetrhl materiál ve švu, ale nit zůstala neporušená, a u třetího vzorku se přetrhl materiál mimo šev. U těchto vzorků by bylo dobré udělat více měření, bohužel, nebyl dostatek materiálu, aby bylo možné je provést. V příloze B.1 je uvedena tabulka s naměřenými hodnotami pro pevnost a tažnost samotného materiálu.

Tab. 6.4: Příčná pevnost švu vzorků střižených po sloupku.

		F_{mat} [N]	$F_{šev}$ [N]		η_2 [%]	
Nit	Vzorky		Jehla normal	Jehla SAN 10	Jehla normal	Jehla SAN 10
Nit N1	M1	125,6	206,2	237,1	60,9	53,0
	M2	157,2	295,8	307,2	53,1	51,2
	M3	259,8	322,9	315,2	80,5	82,4
Nit N2	M1	125,6	195,9	241,7	64,1	52,0
	M2	157,2	283,1	308,7	55,5	50,9
	M3	259,8	289,5	325,3	89,7	79,9
Nit N3	M1	125,6	205,9	251,5	61,0	49,9
	M2	157,2	284,3	292,3	55,3	53,8
	M3	259,8	180,5	309,4	143,9	84,0
Nit N4	M1	125,6	218,4	218,0	57,5	57,6
	M2	157,2	278,1	273,2	56,5	57,5
	M3	259,8	283,1	308,9	91,8	84,1

Vypočtené průměrné hodnoty u naměřených pevností švů, pevností materiálů a účinnosti švů jsou uvedeny v tabulce 6.5. Z této tabulky je patrné, že vzorky z materiálu M2 šité nití N1 a jehlou normal jsou nejpevnější. Hodnota pevnosti u těchto vzorků přesahuje 400 N a jejich tažnost je 242,6 % (viz tabulka 6.6). Vzorky z materiálů M1 a M3 v kombinaci s nití N1 šité jehlou normal mají pevnost přes 340 N, avšak všechny tyto vzorky praskly mimo šev. Obdobně u jehly SAN 10 všechny vzorky šité nití N1 byly přetrženy mimo šev a přesahují pevnost švu 300 N. Účinnost švu u těchto vzorků jak u jehel normal, tak u SAN 10 je mezi 47 % a 55 %. To znamená, že šev je pevnější než samotný materiál.

U vzorků sešitých jehlou normal s nití N2 praskl materiál ve švu u všech pletenin, aniž by se porušila nit. To může být způsobeno tím, že nit je na daný materiál tzv. „ostrá“ a může ho v dírkách po jehle proříznout či poškodit. Nejlépe v tomto testování vyšla nit N3 a N4 s materiálem střiženým po řádku, kdy u všech vzorků praskly nitě ve švu, viz příloha B.3 a B.9. Malý rozdíl byl akorát u vzorků ušitých z materiálu M1 a nitě N4, kde není zcela jasné, zda se přetrhla dříve nit nebo pletenina, ale všechna poškození byla v místě švu. Což může naznačovat, že přetržení mohla způsobit jehla, která mohla poškodit nit či pleteninu, a proto se přetrhla jak

nit, tak pletenina současně.

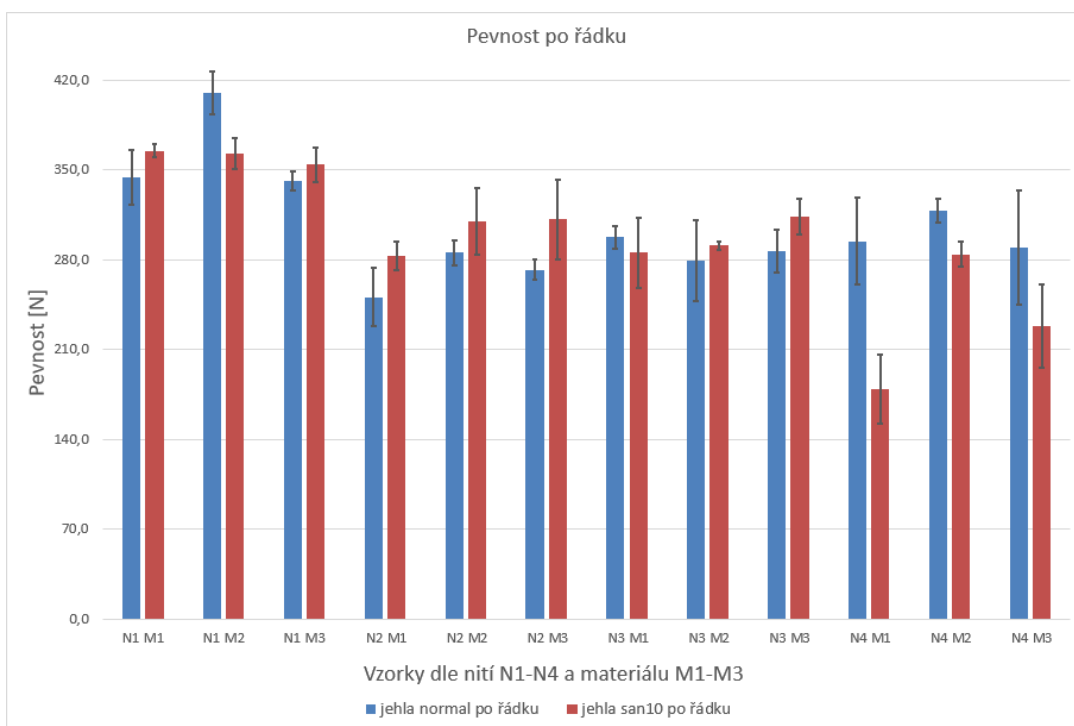
Tab. 6.5: Příčná pevnost švu vzorků střižených po řádku.

		F_{mat} [N]	$F_{šev}$ [N]		η_2 [%]	
Nit	Vzorky		Jehla normal	Jehla SAN 10	Jehla normal	Jehla SAN 10
Nit N1	M1	172,9	343,9	364,9	50,3	47,4
	M2	199,9	410,1	362,7	48,7	55,1
	M3	185,1	341,3	354,1	54,2	52,3
Nit N2	M1	172,9	251,0	276,4	68,9	63,0
	M2	199,9	285,5	310,2	70,0	64,4
	M3	185,1	272,3	311,3	68,0	59,5
Nit N3	M1	172,9	297,4	285,7	58,1	60,5
	M2	199,9	279,3	290,9	71,6	68,7
	M3	185,1	286,5	313,6	64,6	59,0
Nit N4	M1	172,9	294,4	178,9	58,7	96,7
	M2	199,9	318,3	284,2	62,8	70,3
	M3	185,1	289,4	228,0	64,0	81,2

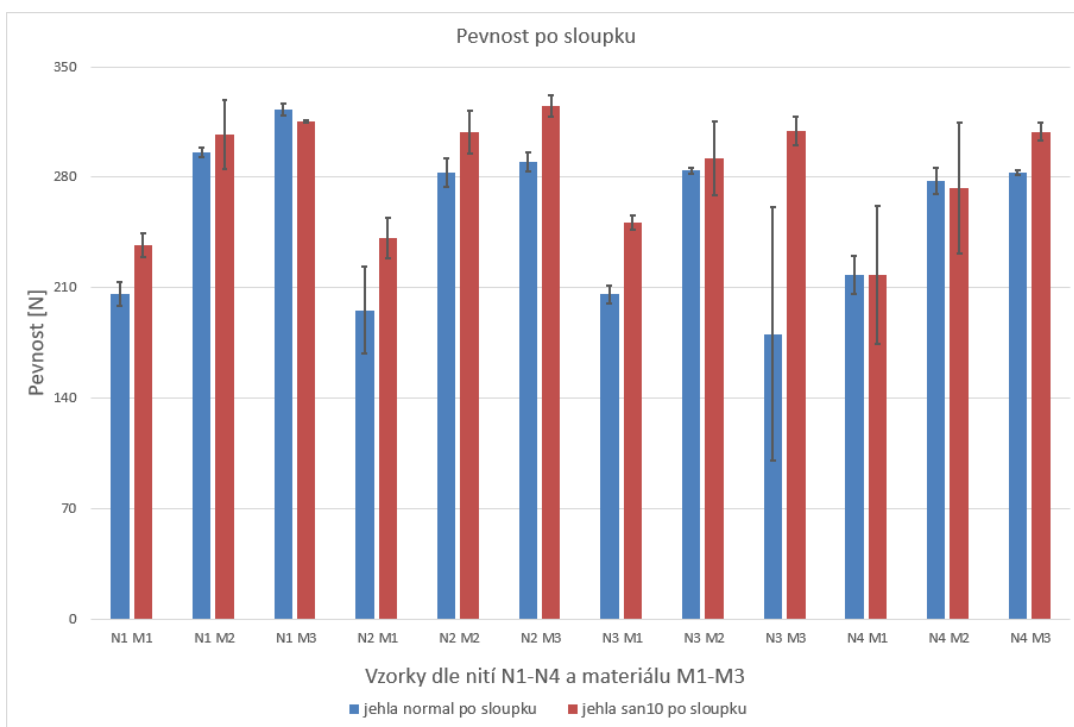
Tab. 6.6: Příčná tažnost vzorků střižených po sloupku i řádku.

		$\varepsilon_{\text{sloupek}} [\%]$		$\varepsilon_{\text{řádek}} [\%]$	
Nit	Vzorky	Jehla normal	Jehla SAN 10	Jehla normal	Jehla SAN 10
Nit N1	M1	304,1	294,4	243,9	238,0
	M2	242,6	239,9	211,8	205,0
	M3	250,8	238,9	233,3	206,7
Nit N2	M1	299,9	309,3	227,8	232,3
	M2	246,2	245,5	204,4	204,9
	M3	244,9	237,7	204,5	211,0
Nit N3	M1	207,1	301,2	219,5	222,4
	M2	244,6	241,2	185,9	172,6
	M3	243,6	237,7	200,9	206,5
Nit N4	M1	310,5	295,4	233,9	211,4
	M2	244,1	235,8	202,6	178,3
	M3	243,6	241,7	209,4	188,9

V grafech 6.1 a 6.2 jsou zaznamenány průměrné hodnoty pevnosti a chybovými úsečkami je zobrazen variační koeficient. Tyto chybové úsečky nám říkají, jak moc jsou hodnoty průměrů věrohodné. Například v grafu 6.2 u vzorku N1 M3 sešité jehlou SAN 10 je chybová úsečka nejmenší, tím pádem průměr odpovídá všem třem naměřeným hodnotám, zatímco u vzorku N3 M3 sešitým jehlou normal je chybová úsečka největší, což vypovídá o tom, že je průměrná hodnota nevěrohodná, protože se skládá z velmi odlišných naměřených hodnot.



Graf 6.1: Příčná pevnost švu – střížení po řádku.



Graf 6.2: Příčná pevnost švu – střížení po sloupku.

6.3 Vyhodnocení podélné pevnosti švu

V tabulce 6.7 je vidět průměr rozdílů podélné tažnosti Δl . Hodnota F_x byla určena na 100 N. Některé hodnoty v tabulce nejsou uvedené, protože se šev poškodil dříve, než bylo dosaženo hodnoty F_x (viz přílohy C.1 až C.4, kde šedivé hodnoty jsou ty, které nedosáhly prvního prasknutí po 100 N). U materiálu M1 většina vzorků nedosáhla dané pevnosti 100 N, proto materiál M1 není vhodný k šití cyklistických kalhot. Zatímco vzorky z materiálu M2 a M3 dosahovaly vyšších pevností, jejich naměřené hodnoty Δl dosahovaly až 25,1 mm. Vzorky sešité nití N1 se trhaly mimo šev. Tato nit měla sice velkou pevnost, ale byla převážně nepoškozená, a proto se nehodí k sešívání nadměrně pružných materiálů. Zato nitě N2 a N3 mají nejnižší pevnost, nedosáhly na pevnost 100 N a některé se přetrhly už při 15 N (viz grafy C.1 až C.16 v přílohách). Nejvhodnější ze zkoušených nití je nit N4.

Tab. 6.7: Průměrné hodnoty Δl podélné pevnosti.

Nit	Střih	Jehla	M1 Δl [mm]	M2 Δl [mm]	M3 Δl [mm]
N1	řádek	normal	10,9	2,9	9,3
		SAN 10	12,2	3,9	22,1
	sloupek	normal	—	10,7	4,2
		SAN 10	—	15,9	9,9
N2	řádek	normal	—	5,8	2,7
		SAN 10	—	5,0	25,1
	sloupek	normal	—	—	—
		SAN 10	—	—	—
N3	řádek	normal	—	—	2,5
		SAN 10	—	—	—
	sloupek	normal	—	15,8	—
		SAN 10	—	—	—
N4	řádek	normal	11,4*	3,9	3,2
		SAN 10	15,2*	3,6	17,1
	sloupek	normal	—	13,6	3,8
		SAN 10	—	17,8	11,4

* průměr se skládá ze 2 hodnot

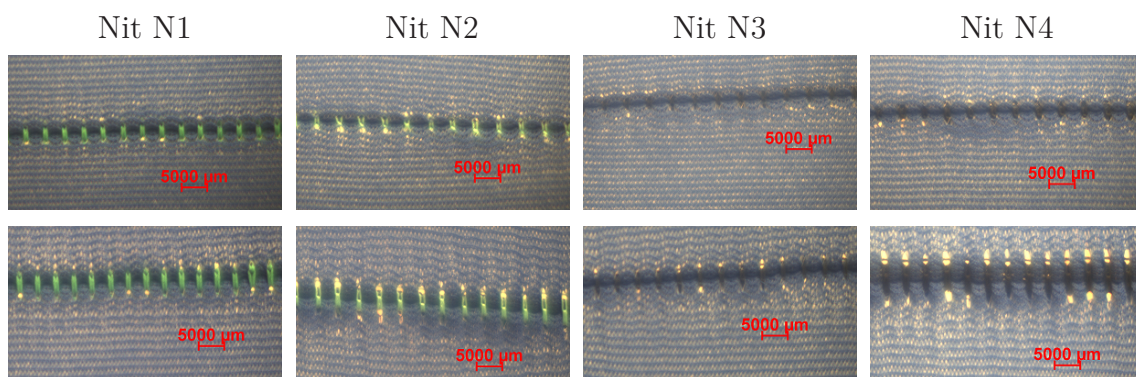
6.4 Vyhodnocení poškozených dírek v materiálu

Pro vyhodnocení dírek v materiálu byla použita obrazová analýza, která určila jak počet poškozených dírek, tak i velikost jejich poškození, které je vidět na obrázcích 6.1 až 6.4. Při testování poškozených dírek v materiálu byly vzorky upnuté v čelistech dynamometru a byly nastaveny parametry pro testování cyklického namáhání. Parametry byly nastaveny na prodloužení vzorků o 50 mm a 100 mm, kde došlo k zastavení dynamometru a následnému vyfotografování poškozených dírek.

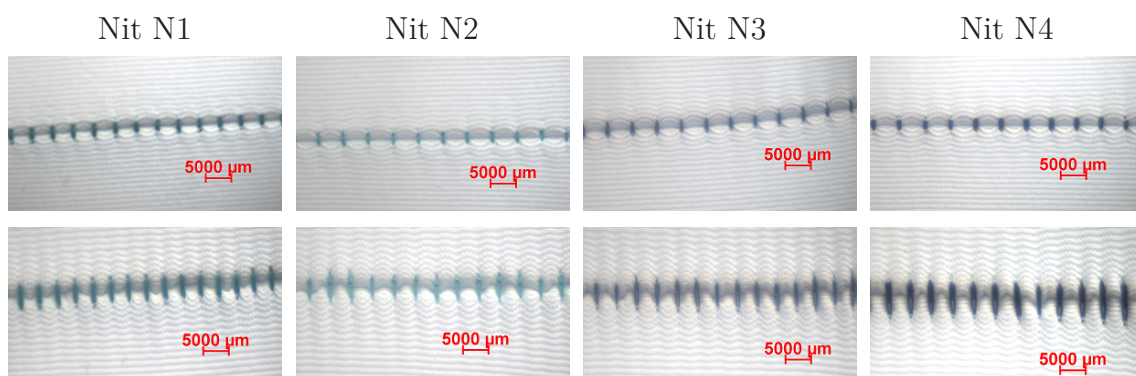
V tabulce 6.8 jsou uvedeny počty poškozených dírek v materiálu a jejich průměrné poškození. Průměrné poškození dírek jehlou SAN 10 při prodloužení o 50 mm je do 1 mm a při prodloužení o 100 mm je 1,14 mm u materiálu M1. Nejnižší poškození dírek vytvořené jehlou SAN 10 je u materiálu M2, zatímco jehlou normal bylo dosaženo až 40 poškozených dírek. Z toho je patrné, že je méně poškozených dírek v materiálu vytvořených jehlou SAN 10 a jejich poškození je menší než u dírek vytvořených jehlou normal.

Tab. 6.8: Prodloužení vzorků o 50 mm a 100 mm.

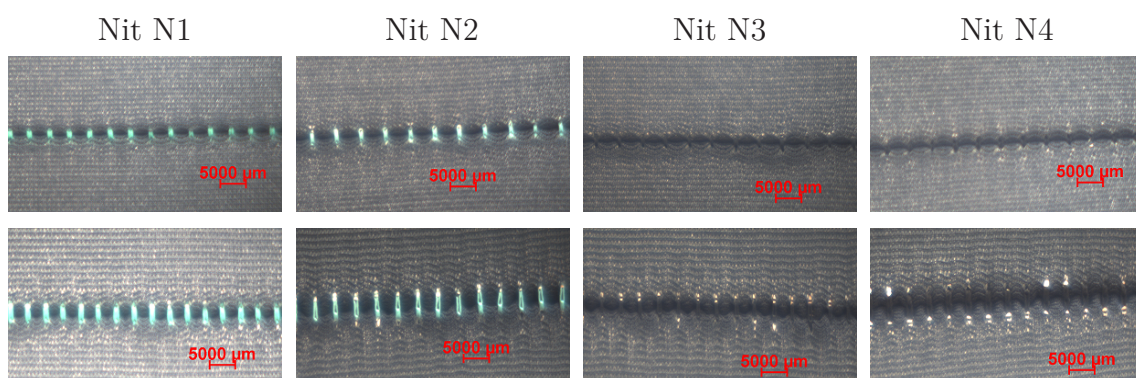
	Jehla normal				Jehla SAN 10			
	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4
	Prodloužení vzorků o 50 mm.							
M1 [mm]	0,87	1,03	0,76	1,02	0,84	1,00	—	0,88
Počet poškozených dírek	7	16	11	18	4	15	—	6
M2 [mm]	0,69	0,74	0,69	—	0,66	0,70	0,62	0,73
Počet poškozených dírek	11	11	28	—	8	15	12	2
M3 [mm]	—	0,77	0,71	0,84	—	0,76	—	0,72
Počet poškozených dírek	—	21	9	3	—	9	—	2
	Prodloužení vzorků o 100 mm.							
M1 [mm]	1,09	1,16	1,13	1,13	0,89	1,14	0,99	1,09
Počet poškozených dírek	17	29	40	32	15	21	21	28
M2 [mm]	0,79	0,89	0,81	1,05	0,87	0,77	0,78	0,91
Počet poškozených dírek	15	36	37	40	31	31	21	15
M3 [mm]	0,91	1,04	0,76	1,24	0,94	0,84	0,76	0,95
Počet poškozených dírek	11	28	22	32	9	20	20	28



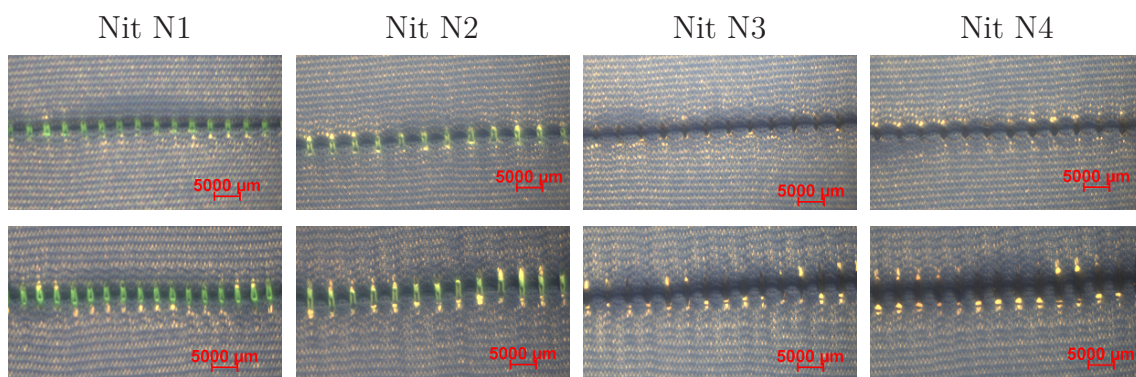
Obr. 6.1: *Tažnosť 50 % a 100 % materiálu M1 – dírky po jehle SAN 10.*



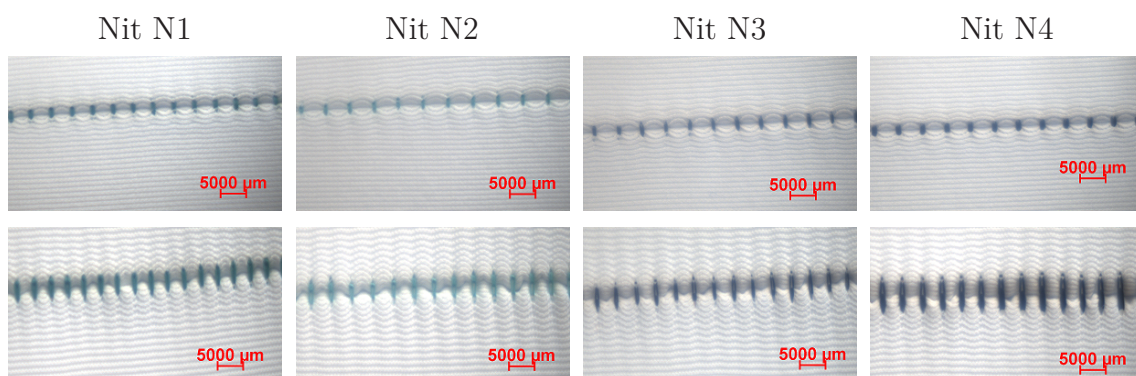
Obr. 6.2: *Tažnosť 50 % a 100 % materiálu M2 – dírky po jehle SAN 10.*



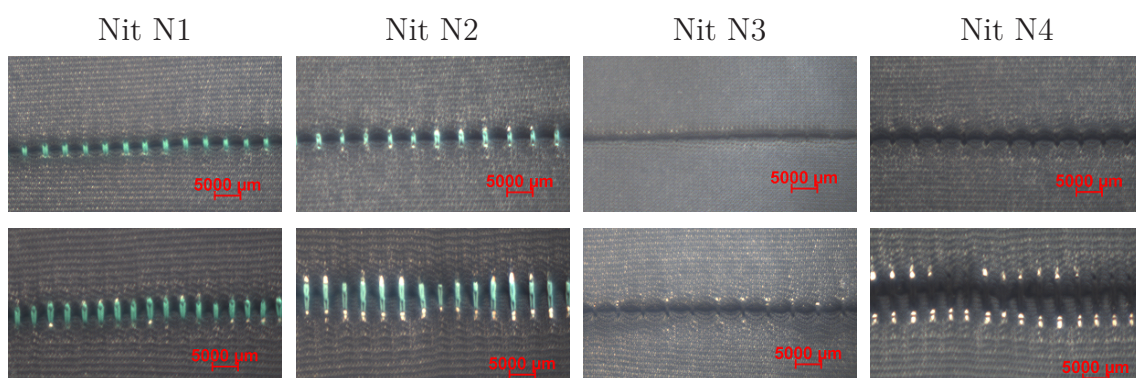
Obr. 6.3: *Tažnosť 50 % a 100 % materiálu M3 – dírky po jehle SAN 10.*



Obr. 6.4: *Tažnosť 50 % a 100 % materiálu M1 – dírky po jehle normal.*



Obr. 6.5: *Tažnosť 50 % a 100 % materiálu M2 – dírky po jehle normal.*



Obr. 6.6: *Tažnosť 50 % a 100 % materiálu M3 – dírky po jehle normal.*

Závěr

Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část. V teoretické části práce je popsána analýza nadměrně pružných materiálů, jejich složení a analýza švů u sportovního oblečení. Zkoumáno je negativní ovlivnění, které nastává při šicím procesu, a vlastnosti samotného švu. Také jsou zde uvedeny teoretické poznatky pro testování vlastností švu, například příčné a podélné pevnosti švu, ze kterých vychází experimentální část této bakalářské práce.

Cílem této práce bylo analyzovat a zhodnotit pevnost hřbetového švu třídy 1.01.03 s čtyřnitým obnitkovacím stehem třídy 514, který se používá na sešívání cyklistických kalhot. V práci jsou shrnuty vlastnosti použitých materiálů, nití a jehel. Dále bylo hodnoceno poškození dírek v materiálu po vpichu jehlou a jejich chování při napínání. Pro testování byly vybrány dvojce cyklistické kalhoty, typ A i typ B byly od společnosti Eleven sportswear. Testováním chování zvoleného švu (tedy zadního středového sedového) u těchto kalhot se zjistilo, že kalhoty typu B mají větší roztažnost než kalhoty typu A.

Dále se testovala pevnost a tažnost švů dle normy ČSN EN ISO 13935–2 (80 0841): Textilie – Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků, část 2: Zjišťování maximální síly přetrhu švu metodou Grab. Dle této normy byl zhotoven technický výkres čelistí, podle kterého byly pro účely této bakalářské práce vyrobeny. Tyto čelisti sloužily k testování příčné a podélné pevnosti švu u vzorků. Vzorky byly ušité ze 3 pletenin, 4 druhů nití určených pro šití sportovního oblečení a 2 druhů jehel. Testování vzorků proběhlo ve dvou směrech po sloupku a po řádku pletenin. Z důvodu velkého množství kombinací pletenin, nití a jehel byly vyrobeny pouze 3 vzorky pro každý test, celkem bylo vyrobeno a otestováno 321 vzorků.

Výsledky testování příčné pevnosti říkají, že materiál M1 se během testování trhal více než ostatní materiály, což potvrdila i jeho nejmenší naměřená pevnost. Z toho

vyplývá, že materiály M2 a M3 jsou vhodnější k šití cyklistických kalhot. U vzorků střižených po řádku vyšlo, že nitě N3 a N4 jsou nejvhodnější k šití cyklistických kalhot. Vzorky sešité těmito nitěmi a střižené po řádku se přetrhly ve švu v niti. Tyto švy jsou tedy snáze opravitelné a jsou vhodné pro sešívání nadměrně pružných materiálů, zatím co nit N2 byla „ostrá“ a s nízkou účinností švu.

Výsledky testování podélné pevnosti potvrzují, že materiál M1 není vhodný pro šití cyklistických kalhot, protože ve většině případů nedosáhl šev zvolené pevnosti. Dále materiály M2 a M3 šité nití N1 a N4 dosahují nejlepších výsledků, ale vzorky sešité nití N1 se přetrhly mimo šev. Z toho vyplývá, že nejlepší kombinací jsou materiály M2 a M3 sešité nití N4, protože v takovém případě se vždy přetrhla nit. Při porovnávání šicích jehel normal a SAN 10 vyšlo z testování, že jehla normal poškozuje materiál při šití více než jehla SAN 10.

Na základě informací o šití cyklistického oblečení bylo zjištěno, že výrobci šijí oblečení s výrazně pevnější nití a z méně pevného materiálu jehlou normal. Znamená to, že šev je mnohem pevnější než materiál, což způsobuje, že materiál praskne dříve než nit ve švu. Tím pádem se oblečení poškodí nevratně a nedá se opravit, zákazníci si tak musí znovu koupit nové. Z tohoto hlediska by bylo vhodnější šít nití N4 a pomocí jehly SAN 10. Tato nit je sice méně pevná, ale s testovanými materiály M2 a M3 by nedocházelo tolik k jejich poškozování jako v případě s nití N1.

Přínosem bakalářské práce je, že díky ní mohou výrobci inovovat výrobu sportovního oblečení z nadměrně pružných materiálů. Na tuto práci je také možné navázat přípravou více vzorků pro přesnější statistické vyhodnocení nebo přidáním dalšího typu materiálu. Dále je možné pokračovat cyklickým namáháním ve více směrech na přístroji pro biaxiální namáhání plošných textilií.

Použitá literatura

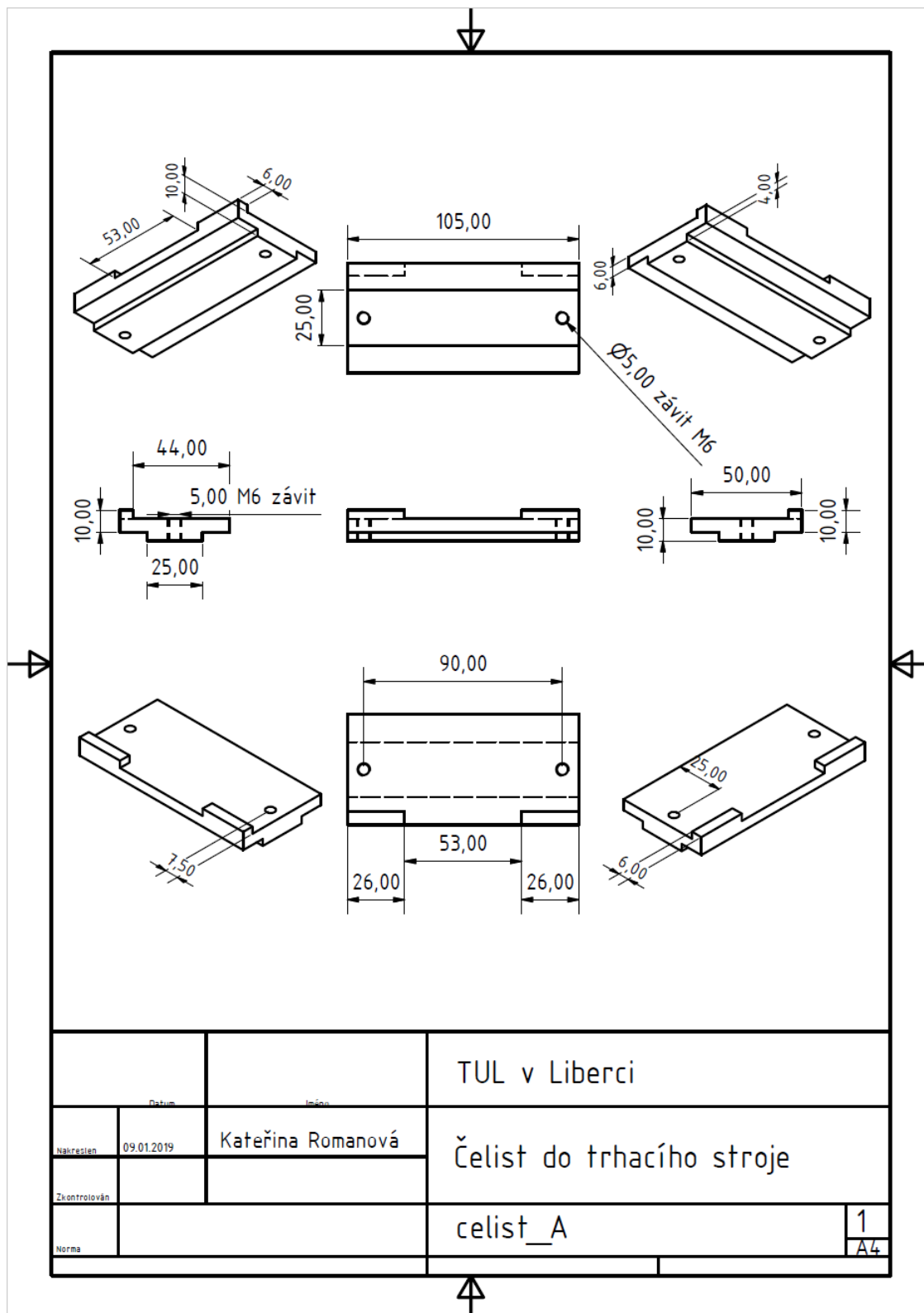
- [1] MILITKÝ, J. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1
- [2] AMERICAN & EFIRD *Reducing Needle Cutting on knits*. [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: <http://www.amefird.com/wp-content/uploads/2010/01/reducingneedlecut.pdf>
- [3] GROZ-BECKERT. *The right needle – for problem free processing of fine knitwear – SAN® 10*. [cit. 2018-12-27] Groz-Beckert KG Germany. Dostupné z: <https://www.universalsewing.com/images/catalogs/grozbeck/english/gbsew17.pdf>
- [4] AMERICAN & EFIRD *Minimizing thread breakage and skipped stitches*. [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: <http://www.amefird.com/wp-content/uploads/2010/01/MinimizingThread-BreakageSkips-2-5-10.pdf>
- [5] AMERICAN & EFIRD *Sewing stretch knit fabrics*. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: <http://www.amefird.com/wp-content/uploads/2010/01/Sewing-Stretch-Knit-Fabrics-2-6-10.pdf>
- [6] AMANN GROUP *Stretch it the need for elastic seams*. [cit. 2018-12-26]. Dostupné z: http://www.amannusa.com/download_sewing.html

- [7] AMANN GROUP *No quality product without quality seams*. [cit. 2018-12-27]. Dostupné z: https://www.amann.com/en/news/press/archive/international-press/foreign-country-press-detail/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=430&cHash=4ad819cdf685623aa8ecf84c6e6f41fe
- [8] SLANINOVÁ, M. *Změny vlastností pletenin s elastanem v okolí švu po cyklickém namáhání*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2000. Diplomová práce., Fakulta textilní, Katedra oděvnictví.
- [9] JONES, I. a. STYLIOS, G. *Joining textiles: principles and applications*. Oxford: Woodhead Publishing Limited in association with the Textile Institute. Woodhead publishing in textiles, number 110. 2013, ISBN 1845696271.
- [10] LANDSMANOVÁ, M. *Studie vlivu tvaru hrotu jehel na poškození pleteniny při šití*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. Bakalářská práce., Fakulta textilní, Katedra oděvnictví.
- [11] VTELENSKÁ, H. *Přílohy k diplomové práci: Metodika hodnocení užitných vlastností švů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006. Diplomová práce., Fakulta textilní, Katedra oděvnictví.
- [12] RŮŽIČKOVÁ, D. *Oděvní materiály*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-682-2.
- [13] PAVLINIĆ, D.Z., GERŠAK, J., DEMŠAR J. a BRATKO I. *Predicting Seam Appearance Quality*. Textile Research Journal, 2016. 76(3), 235-242 [cit. 2018-12-28]. DOI: 10.1177/0040517506061533. ISSN 0040-5175. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0040517506061533>

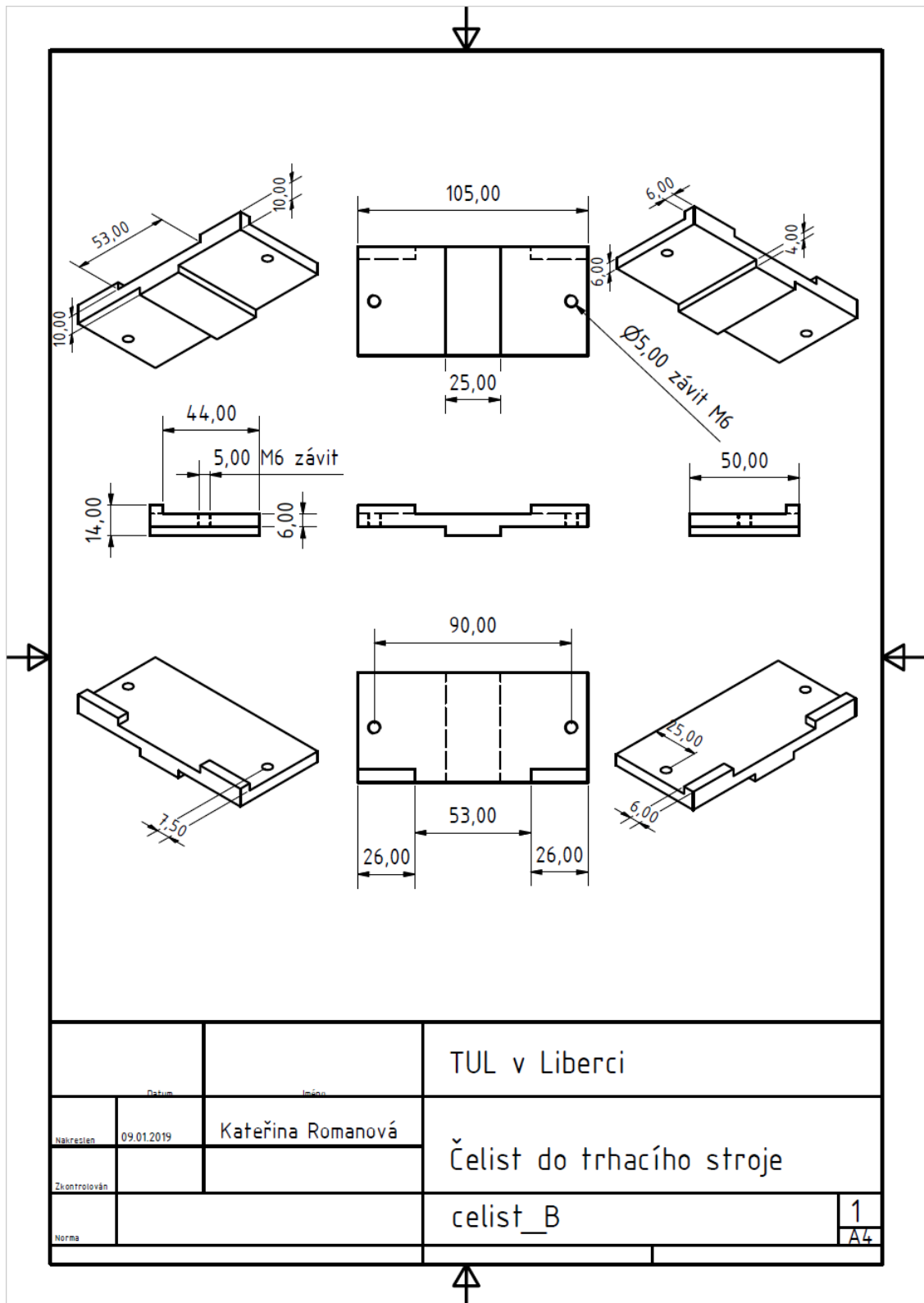
- [14] ČSN EN ISO 13935–1 (80 0841) *Textilie – Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků*. Část 1: Zjišťování maximální síly přetrhu švu metodou Strip., 2014. 2. vyd.
- [15] ČSN EN ISO 13935–2 (80 0841) *Textilie – Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků*. Část 2: Zjišťování maximální síly přetrhu švu metodou Grab., 2014. 2. vyd.
- [16] ČSN 80 0810 (800810) *Zisťovanie tržnej sily a ťažnosti pletenín*. Norma není platná – byla zrušena bez náhrady., 2008. 1. vyd.
- [17] UÇAR, N. *Grinning of ISO 514 stitched seam on knitted fabrics under the effects of repeated extension and recovery* Textile Research Journal, 2002. 72(11), 944-948 [cit. 2019-06-13]. DOI: 10.1177/004051750207201102. ISSN 00405175 Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/004051750207201102>
- [18] KOVAČIČ, Vladimír. *Kapitoly z textilního zkušebnictví*. Liberec: Technická univerzita, 2004. ISBN 80-7083-823-X.
- [19] VESELÁ, J. *Analýza závislosti mechanických vlastností vzorku (textilie a švu) na způsobu upnutí do čelistí dynamometru*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008.
- [20] RAŠÍNOVÁ, J. *Estetické vlastnosti švů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 1991.
- [21] SHISHOO, R., ed. *Textiles for sportswear*. Cambridge: Woodhead publishing, 2015. Woodhead publishing series in textiles, number 162. ISBN 978-1-78242-229-7.

Přílohy

A Výkresy



Obr. A.1: Výkres čelisti A.



Obr. A.2: Výkres čelisti B.

B Naměřené hodnoty příčné pevnosti

Tab. B.1: Příčná tažnost materiálu střiženého po sloupku i řádku.

Materiál	Vzorek	F_s [N]	F_r [N]	Tažnost ϵ_s [%]	Tažnost ϵ_r [%]
M1	1	120,5	170,9	247,1	176,7
	2	131,8	170,5	254,8	177,2
	3	124,6	177,2	248,6	176,8
	\bar{x}	125,6	172,9	250,2	176,9
	σ	4,7	3,1	3,3	0,2
	Var. koef.	3,7 %	1,8 %	1,3 %	0,1 %
M2	1	147,6	204,4	185,6	145,2
	2	155,9	196,1	191,3	145,6
	3	168,2	199,1	198,2	143,1
	\bar{x}	157,2	199,9	191,7	144,6
	σ	8,5	3,4	5,2	1,1
	Var. koef.	5,4 %	1,7 %	2,7 %	0,8 %
M3	1	135,6	190,4	177,4	169,9
	2	343,1	175,9	228,4	168,5
	3	300,6	189,0	221,5	167,5
	\bar{x}	259,8	185,1	209,1	168,6
	σ	89,5	6,5	22,6	1,0
	Var. koef.	34,5 %	3,5 %	10,8 %	0,6 %

Tab. B.2: 1.část naměřených dat jehlou normal, strženo po řádku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N1	M1.1	368,4	244,4	mimo šev
	M1.2	340,9	243,6	mimo šev
	M1.3	322,5	243,7	mimo šev
	\bar{x}	343,9	243,9	
	σ	18,8	0,4	
	Var. koef.	5,5 %	0,2 %	
	M2.1	391,1	212,9	mimo šev
	M2.2	411,6	211,1	mimo šev
	M2.3	427,6	211,4	mimo šev
	\bar{x}	410,1	211,8	
	σ	15,0	0,8	
	Var. koef.	3,6 %	0,4 %	
	M3.1	338,6	237,1	mimo šev
	M3.2	335,2	227,0	mimo šev
	M3.3	350,2	235,7	mimo šev
	\bar{x}	341,3	233,3	
	σ	6,4	4,5	
	Var. koef.	1,8 %	1,9 %	
N2	M1.1	268,1	226,4	šev textilie
	M1.2	223,5	215,1	šev textilie
	M1.3	261,5	229,3	šev textilie
	\bar{x}	251,0	227,8	
	σ	19,7	7,5	
	Var. koef.	7,8 %	3,3 %	
	M2.1	297,0	204,9	šev textilie
	M2.2	283,3	203,5	šev textilie
	M2.3	276,1	204,8	šev textilie
	\bar{x}	285,5	204,4	
	σ	8,7	0,6	
	Var. koef.	3,0 %	0,3 %	
	M3.1	280,4	207,6	šev textilie
	M3.2	263,2	205,4	šev textilie
	M3.3	273,2	200,5	šev textilie
	\bar{x}	272,3	204,5	
	σ	7,1	3,0	
	Var. koef.	2,6 %	1,4 %	

Tab. B.3: 2.část naměřených dat jehlou normal, strženo po řádku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N3	M1.1	288,1	217,4	šev nit
	M1.2	297,9	219,7	šev nit
	M1.3	306,2	221,6	šev nit
	\bar{x}	297,4	219,5	
	σ	7,4	1,8	
	Var. koef.	2,5 %	0,8 %	
	M2.1	245,4	177,4	šev nit
	M2.2	313,7	195,3	šev nit
	M2.3	278,9	185,2	šev nit
	\bar{x}	279,3	185,9	
	σ	27,9	7,3	
	Var. koef.	10,0 %	3,9 %	
	M3.1	303,0	208,6	šev nit
	M3.2	266,8	195,8	šev nit
	M3.3	289,7	198,5	šev nit
	\bar{x}	286,5	201,0	
σ	15,0	5,5		
Var. koef.	5,2 %	2,7 %		
N4	M1.1	253,8	233,1	šev nit
	M1.2	324,2	235,6	šev nit
	M1.3	305,3	233,1	šev nit
	\bar{x}	294,4	233,9	
	σ	29,8	1,2	
	Var. koef.	10,1 %	0,5 %	
	M2.1	323,1	212,4	šev nit
	M2.2	324,6	201,0	šev nit
	M2.3	307,1	194,4	šev nit
	\bar{x}	318,3	202,6	
	σ	7,9	7,4	
	Var. koef.	2,5 %	3,7 %	
	M3.1	259,1	210,1	šev nit
	M3.2	345,1	213,7	šev nit
	M3.3	264,	204,5	šev nit
	\bar{x}	289,4	209,4	
σ	39,4	3,8		
Var. koef.	13,6 %	1,8 %		

Tab. B.4: 1.část naměřených dat jehlou normal, střiženo po sloupku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N1	M1.1	199,5	306,7	mimo šev
	M1.2	204,1	301,9	mimo šev
	M1.3	214,9	303,7	mimo šev
	\bar{x}	206,2	304,1	
	σ	6,4	2,0	
	Var. koef.	3,1 %	0,7 %	
	M2.1	293,5	239,5	mimo šev
	M2.2	300,0	244,8	mimo šev
	M2.3	294,0	243,5	mimo šev
	\bar{x}	295,8	242,6	
	σ	3,0	2,2	
	Var. koef.	1,0 %	0,9 %	
	M3.1	323,8	252,6	mimo šev
	M3.2	326,5	252,3	mimo šev
	M3.3	318,3	247,5	mimo šev
\bar{x}	322,9	250,8		
σ	3,4	2,3		
Var. koef.	1,1 %	0,9 %		
N2	M1.1	162,1	293,1	mimo šev
	M1.2	220,0	307,1	mimo šev
	M1.3	205,6	306,8	mimo šev
	\bar{x}	195,9	300,0	
	σ	24,6	6,9	
	Var. koef.	12,6 %	2,3 %	
	M2.1	282,7	248,2	mimo šev
	M2.2	273,7	240,3	mimo šev
	M2.3	293,0	250,1	mimo šev
	\bar{x}	283,1	246,2	
	σ	7,9	4,2	
	Var. koef.	2,8 %	1,7 %	
	M3.1	293,5	248,3	mimo šev
	M3.2	293,1	246,8	mimo šev
	M3.3	282,0	239,8	mimo šev
\bar{x}	289,5	245,0		
σ	5,3	3,7		
Var. koef.	1,8 %	1,5 %		

Tab. B.5: 2.část naměřených dat jehlou normal, stráženo po sloupku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N3	M1.1	203,6	309,0	mimo šev
	M1.2	201,4	306,2	mimo šev
	M1.3	212,6	306,2	mimo šev
	\bar{x}	205,9	307,1	
	σ	4,9	1,3	
	Var. koef.	2,4 %	0,4 %	
	M2.1	282,6	245,2	mimo šev
	M2.2	286,3	245,1	mimo šev
	M2.3	284,0	243,5	mimo šev
	\bar{x}	284,3	244,6	
	σ	1,5	0,8	
	Var. koef.	0,5 %	0,3 %	
	M3.1	119,9	246,4	mimo šev
	M3.2	141,6	242,3	mimo šev
	M3.3	280,0	242,0	mimo šev
	\bar{x}	180,5	243,6	
σ	70,9	2,0		
Var. koef.	39,3 %	0,8 %		
N4	M1.1	222,0	313,9	mimo šev
	M1.2	229,3	315,7	mimo šev
	M1.3	203,9	301,8	mimo šev
	\bar{x}	218,4	310,5	
	σ	10,7	6,2	
	Var. koef.	4,9 %	2,0 %	
	M2.1	280,0	242,3	mimo šev
	M2.2	268,3	242,2	mimo šev
	M2.3	286,0	247,8	mimo šev
	\bar{x}	278,1	244,1	
	σ	7,3	2,6	
	Var. koef.	2,6 %	1,1 %	
	M3.1	284,4	245,7	mimo šev
	M3.2	281,7	244,2	mimo šev
	M3.3	283,0	240,9	mimo šev
	\bar{x}	283,1	243,6	
σ	1,1	2,0		
Var. koef.	0,4 %	0,8 %		

Tab. B.6: 1.část naměřených dat jehlou SAN 10, strženo po sloupku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N1	M1.1	246,2	297,4	mimo šev
	M1.2	231,1	294,6	mimo šev
	M1.3	234,0	291,0	mimo šev
	\bar{x}	237,1	294,4	
	σ	6,6	2,6	
	Var. koef.	2,8 %	0,9 %	
	M2.1	279,9	241,5	mimo šev
	M2.2	322,4	238,5	mimo šev
	M2.3	319,4	239,7	mimo šev
	\bar{x}	307,2	239,9	
	σ	19,4	1,2	
	Var. koef.	6,3 %	0,5 %	
	M3.1	315,8	241,3	mimo šev
	M3.2	314,4	236,6	mimo šev
	M3.3	315,5	238,8	mimo šev
	\bar{x}	315,2	238,9	
σ	0,6	1,9		
Var. koef.	0,2 %	0,8 %		
N2	M1.1	233,4	302,8	mimo šev
	M1.2	233,7	309,2	mimo šev
	M1.3	258,0	316,0	mimo šev
	\bar{x}	241,7	309,3	
	σ	11,5	5,4	
	Var. koef.	4,8 %	1,7 %	
	M2.1	295,9	244,9	mimo šev
	M2.2	325,2	247,4	mimo šev
	M2.3	305,1	244,2	mimo šev
	\bar{x}	308,7	245,5	
	σ	12,2	1,4	
	Var. koef.	4,0 %	0,6 %	
	M3.1	331,2	239,7	mimo šev
	M3.2	327,4	237,5	mimo šev
	M3.3	317,4	236,0	mimo šev
	\bar{x}	325,3	237,7	
σ	5,8	1,5		
Var. koef.	1,8 %	0,6 %		

Tab. B.7: 2.část naměřených dat jehlou SAN 10, strženo po sloupku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N3	M1.1	252,1	297,2	mimo šev
	M1.2	255,8	303,8	mimo šev
	M1.3	246,5	302,5	mimo šev
	\bar{x}	251,5	301,2	
	σ	3,8	2,8	
	Var. koef.	1,5 %	0,9 %	
	M2.1	286,6	247,0	mimo šev
	M2.2	320,1	242,8	mimo šev
	M2.3	270,2	233,7	šev nit
	\bar{x}	292,3	241,2	
	σ	20,7	5,5	
	Var. koef.	7,1 %	2,3 %	
	M3.1	321,1	237,8	šev nit
	M3.2	303,6	234,0	šev nit
	M3.3	303,4	241,4	mimo šev
	\bar{x}	309,4	237,7	
σ	8,3	3,0		
Var. koef.	2,7 %	1,3 %		
N4	M1.1	169,1	278,9	šev nit
	M1.2	220,8	305,5	mimo šev
	M1.3	264,1	301,9	mimo šev
	\bar{x}	218,0	295,4	
	σ	38,8	11,8	
	Var. koef.	17,8 %	4,0 %	
	M2.1	288,5	241,0	šev textilie
	M2.2	308,0	243,6	mimo šev
	M2.3	223,0	222,9	šev nit
	\bar{x}	273,2	235,8	
	σ	36,4	9,2	
	Var. koef.	13,3 %	3,9 %	
	M3.1	316,2	241,9	šev
	M3.2	304,6	243,2	mimo šev
	M3.3	305,8	240,0	mimo šev
	\bar{x}	308,9	241,7	
σ	5,2	1,3		
Var. koef.	1,7 %	0,5 %		

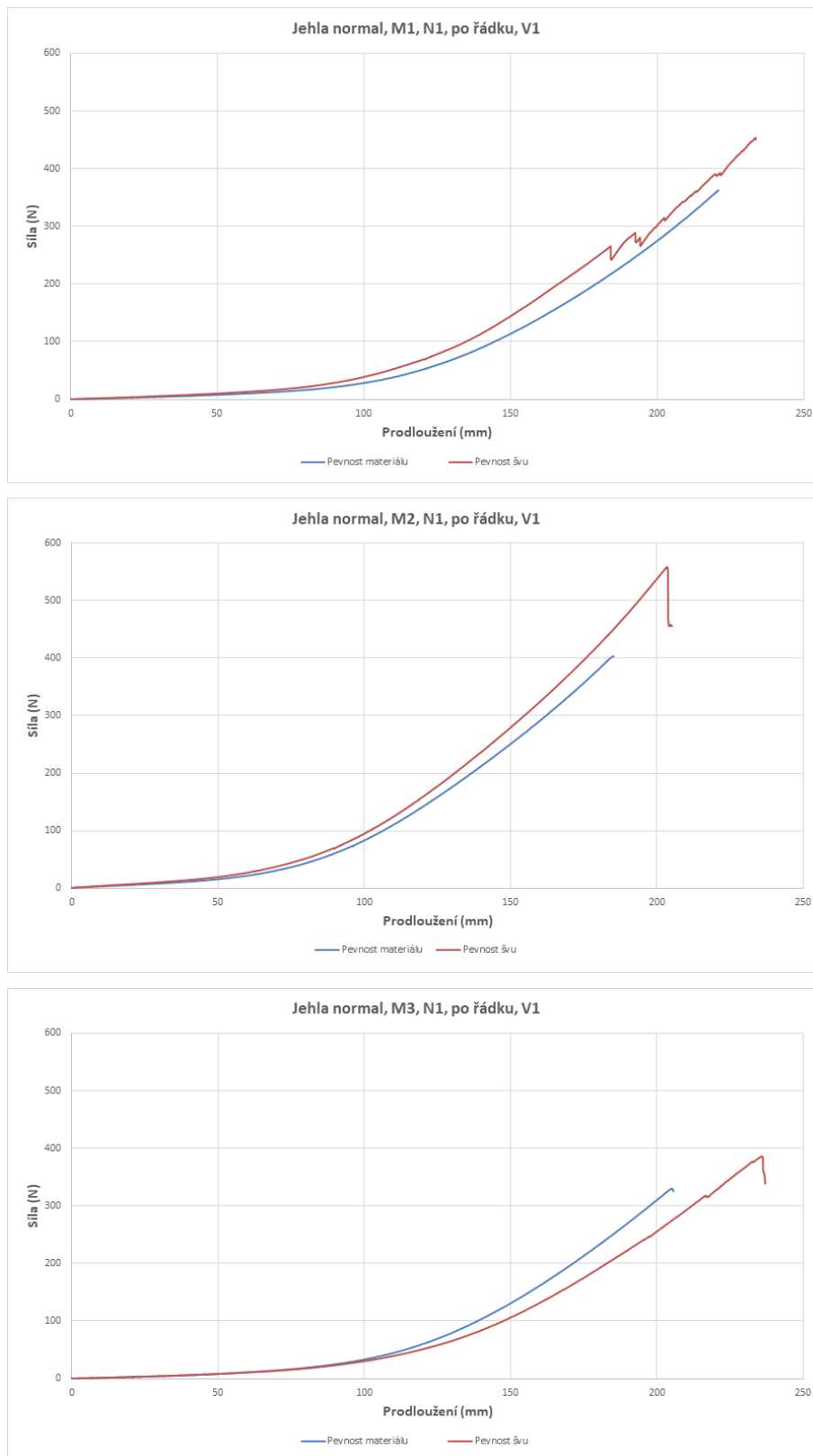
Tab. B.8: 1.část naměřených dat jehlou SAN 10, strženo po řádku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N1	M1.1	358,6	240,1	mimo šev
	M1.2	369,1	236,5	mimo šev
	M1.3	367,0	237,4	mimo šev
	\bar{x}	364,9	238,0	
	σ	4,5	1,6	
	Var. koef.	1,2 %	0,7 %	
	M2.1	354,4	199,4	mimo šev
	M2.2	356,6	212,6	mimo šev
	M2.3	377,2	203,0	mimo šev
	\bar{x}	362,7	205,0	
	σ	10,3	5,6	
	Var. koef.	2,8 %	2,7 %	
	M3.1	367,9	210,8	mimo šev
	M3.2	355,2	201,1	mimo šev
	M3.3	339,2	208,3	mimo šev
	\bar{x}	354,1	206,7	
	σ	11,7	4,1	
	Var. koef.	3,3 %	2,0 %	
N2	M1.1	280,8	243,2	šev textilie
	M1.2	296,1	236,4	mimo šev
	M1.3	271,9	221,5	šev textilie
	\bar{x}	276,4	232,3	
	σ	12,0	9,2	
	Var. koef.	4,3 %	3,9 %	
	M2.1	278,5	212,0	šev textilie
	M2.2	331,4	198,1	šev textilie
	M2.3	320,6	204,5	šev textilie
	\bar{x}	310,2	204,9	
	σ	22,8	5,7	
	Var. koef.	7,4 %	2,8 %	
	M3.1	315,7	207,8	šev textilie
	M3.2	342,3	216,9	šev textilie
	M3.3	275,8	208,2	šev textilie
	\bar{x}	311,3	211,0	
	σ	27,3	4,2	
	Var. koef.	8,8 %	2,0 %	

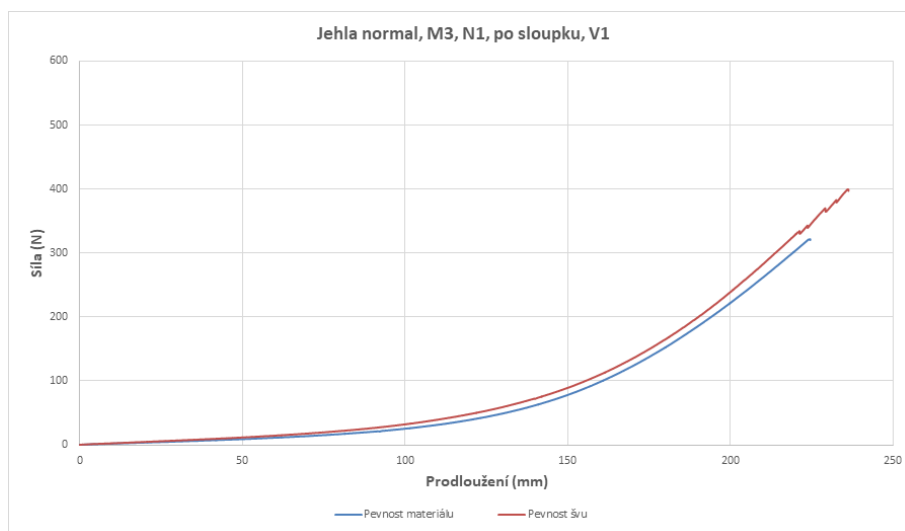
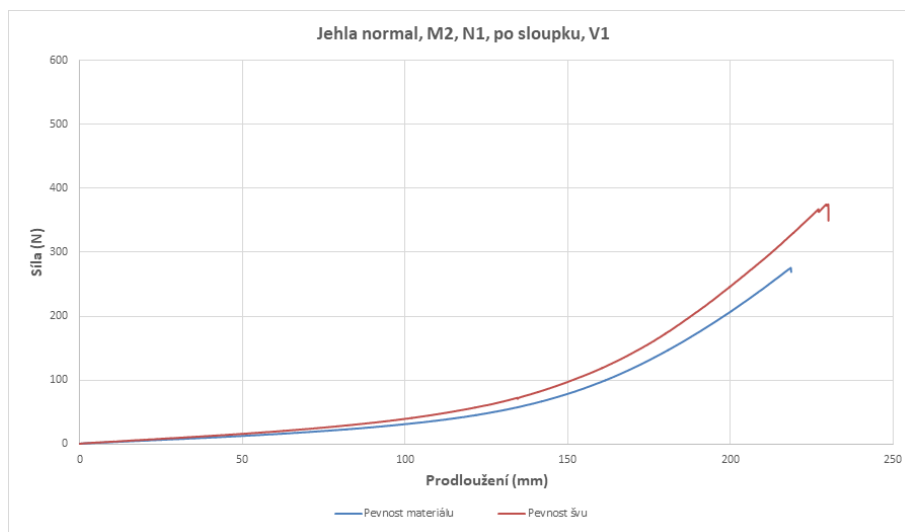
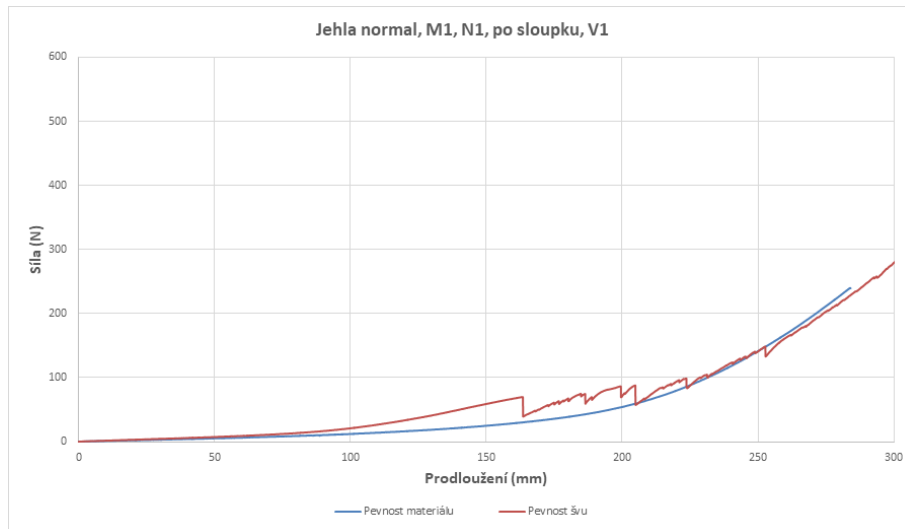
Tab. B.9: 2.část naměřených dat jehlou SAN 10, strženo po řádku.

Nit	Pletenina	Pevnost [N]	Tažnost ϵ [%]	Přetržení
N3	M1.1	305,3	228,9	šev nit
	M1.2	300,1	230,5	šev nit
	M1.3	251,7	208,0	šev nit
	\bar{x}	285,7	222,4	
	σ	24,2	10,2	
	Var. koef.	8,5 %	4,6 %	
	M2.1	294,7	175,3	šev nit
	M2.2	287,1	171,8	šev nit
	M2.3	291,1	170,7	šev nit
	\bar{x}	290,9	172,6	
	σ	3,1	2,0	
	Var. koef.	1,1 %	1,1 %	
	M3.1	325,8	209,6	šev nit
	M3.2	317,6	205,6	šev nit
	M3.3	297,4	204,4	šev nit
	\bar{x}	313,6	206,5	
σ	11,9	2,2		
Var. koef.	3,8 %	1,1 %		
N4	M1.1	189,4	208,5	šev nit
	M1.2	201,2	221,5	šev nit
	M1.3	146,1	204,4	šev nit
	\bar{x}	178,9	211,4	
	σ	23,7	7,3	
	Var. koef.	13,3 %	3,4 %	
	M2.1	273,5	178,3	šev nit
	M2.2	294,5	175,5	šev nit
	M2.3	284,6	180,9	šev nit
	\bar{x}	284,2	178,3	
	σ	8,6	2,2	
	Var. koef.	3,0 %	1,2 %	
	M3.1	188,3	186,7	šev nit
	M3.2	254,8	192,7	šev nit
	M3.3	241,1	187,4	šev nit
	\bar{x}	228,0	188,9	
σ	28,7	2,7		
Var. koef.	12,6 %	1,4 %		

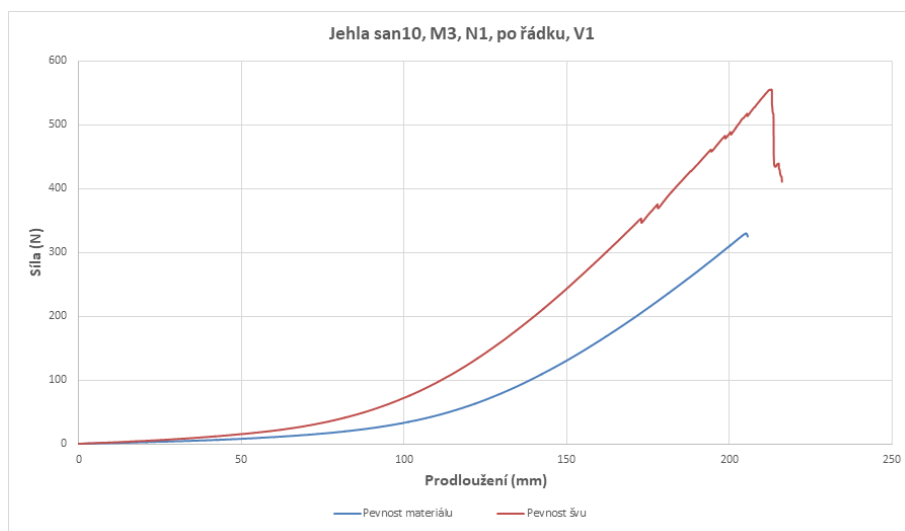
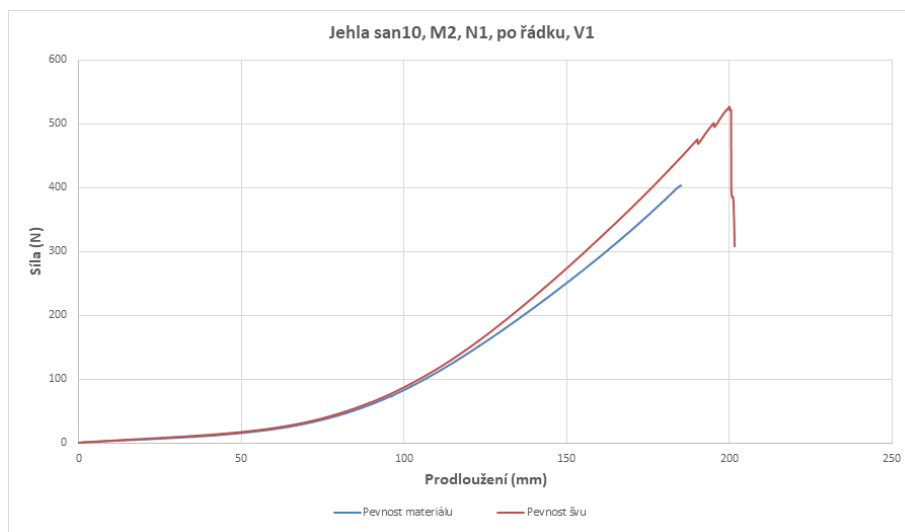
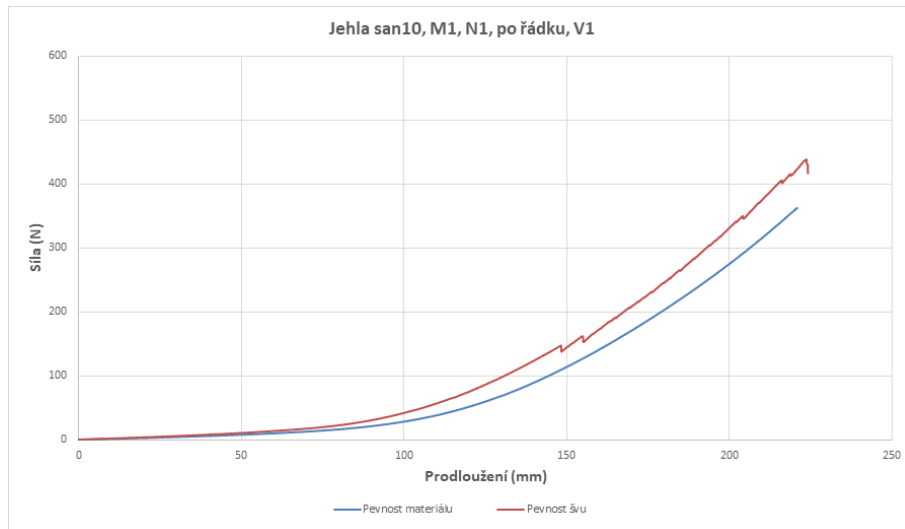
C Naměřené hodnoty podélné pevnosti



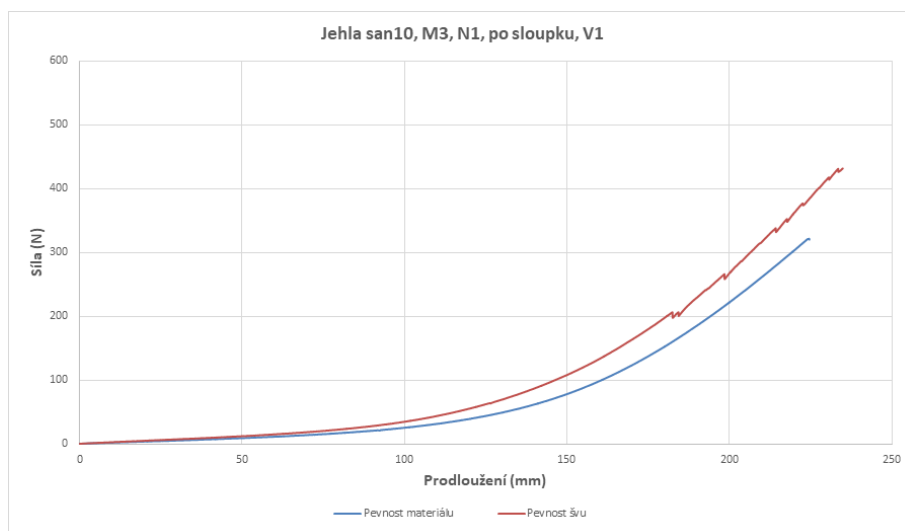
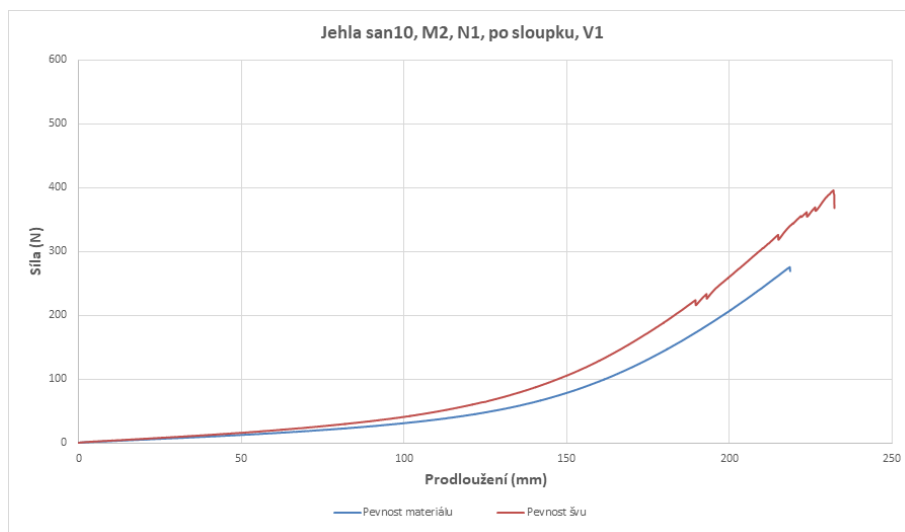
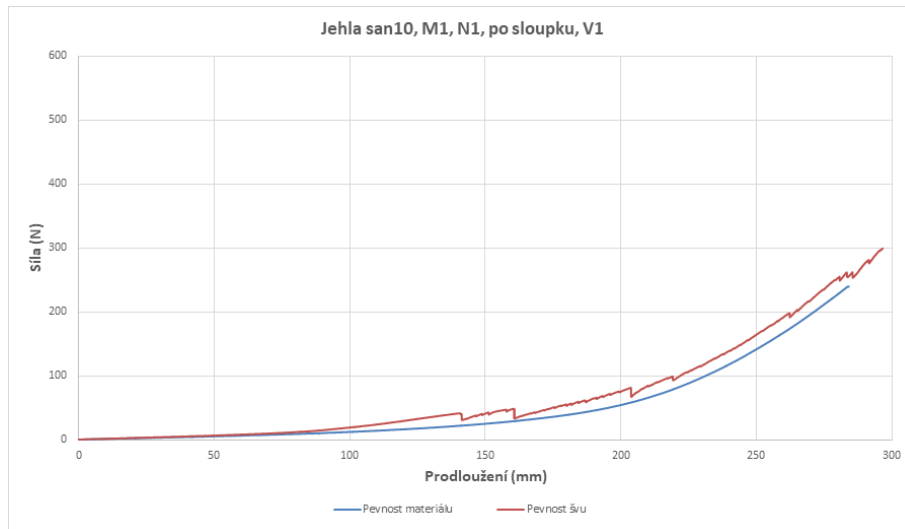
Graf C.1: Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, normal střižených po řádku.



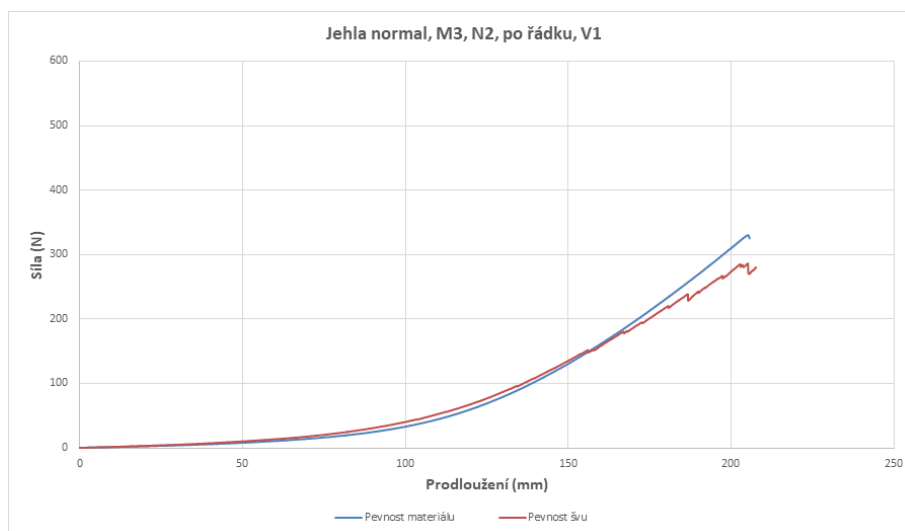
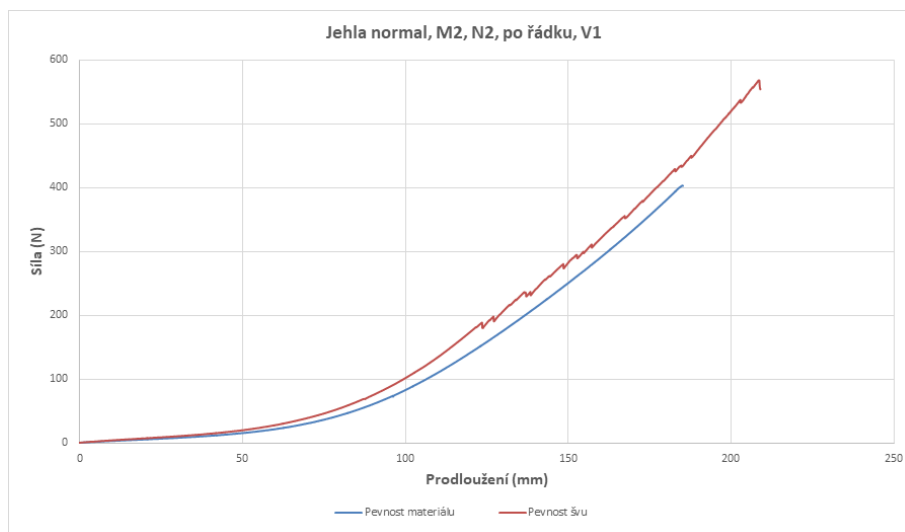
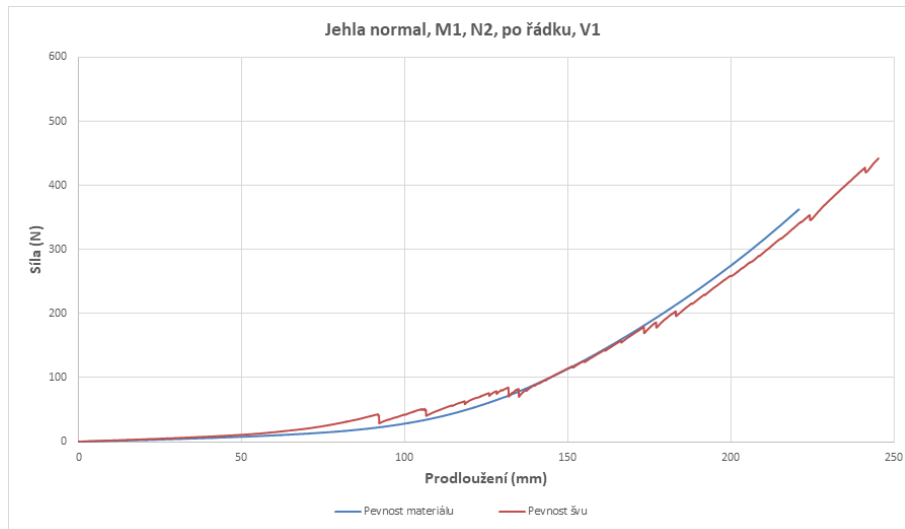
Graf C.2: Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, normal střižených po sloupku.



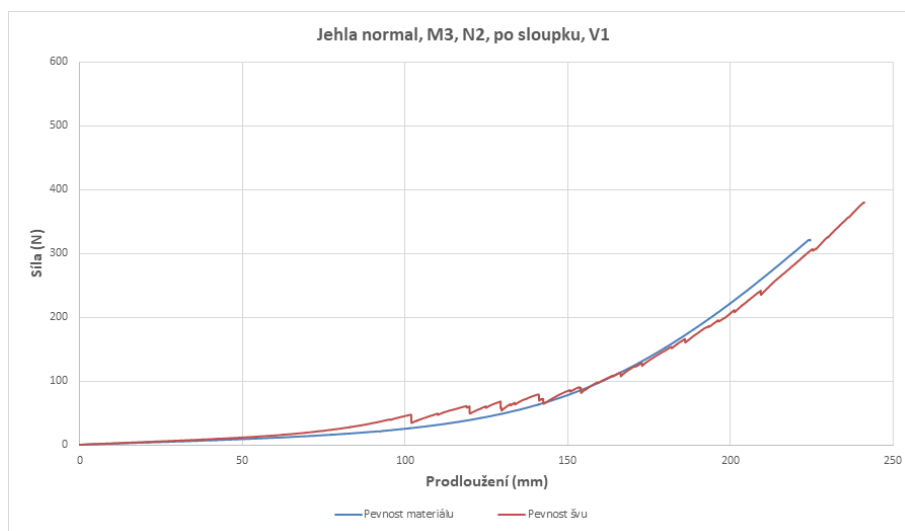
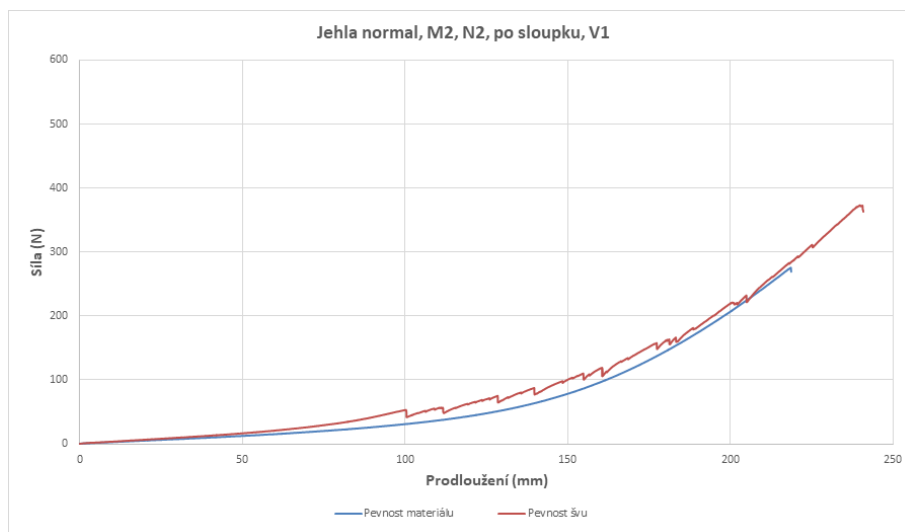
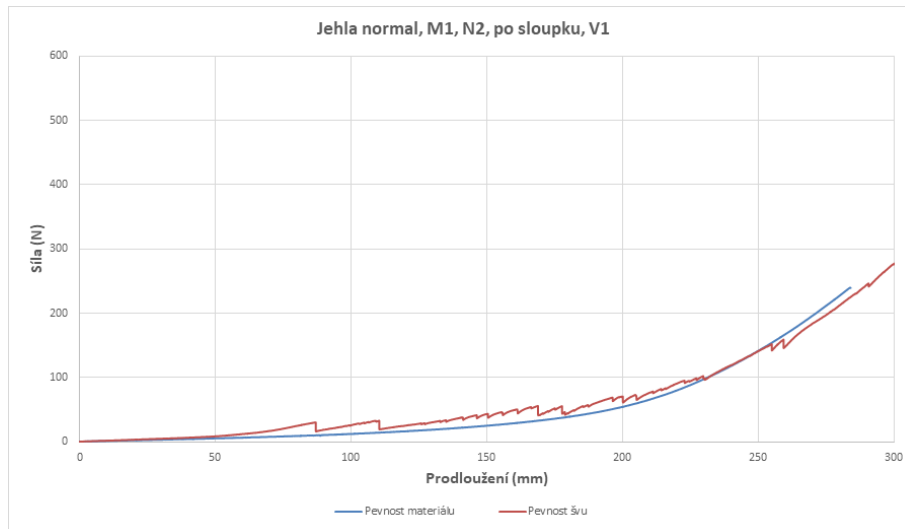
Graf C.3: Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, san10 střižených po řádku.



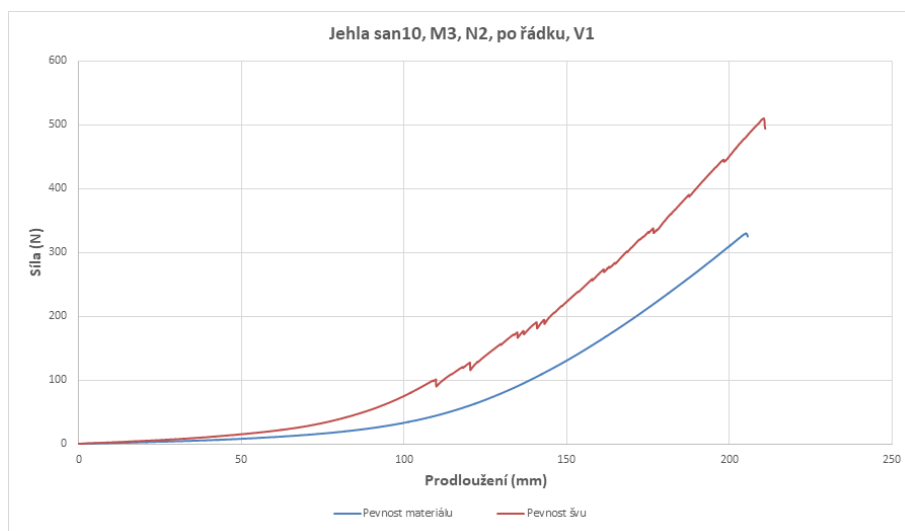
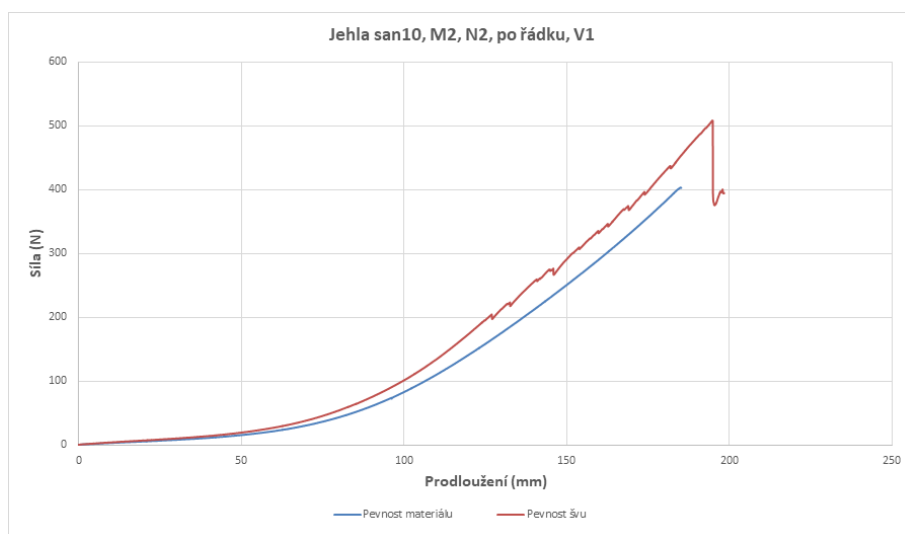
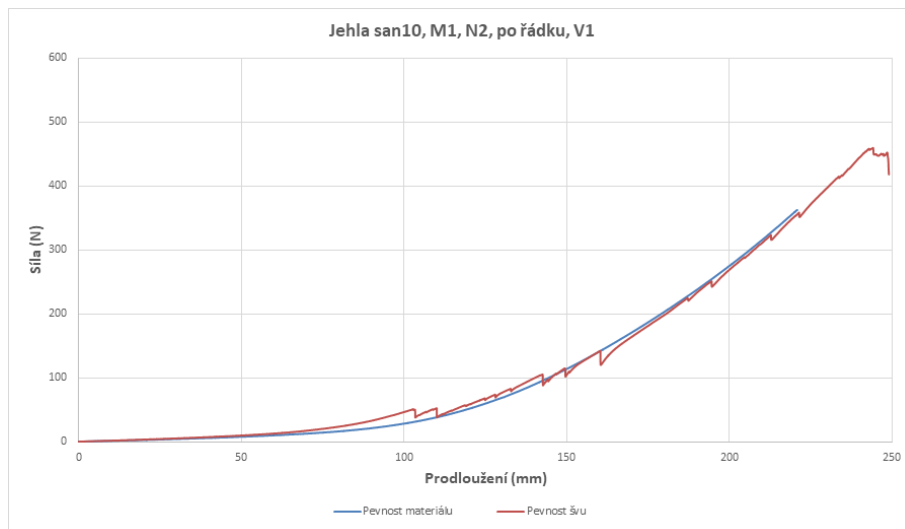
Graf C.4: Podélná pevnost nit N1 u M1, M2, M3, san10 střižených po sloupku.



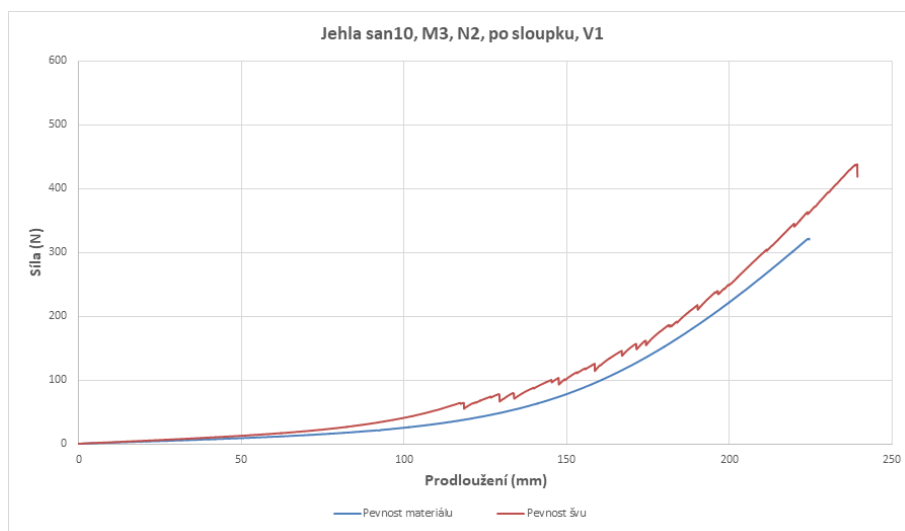
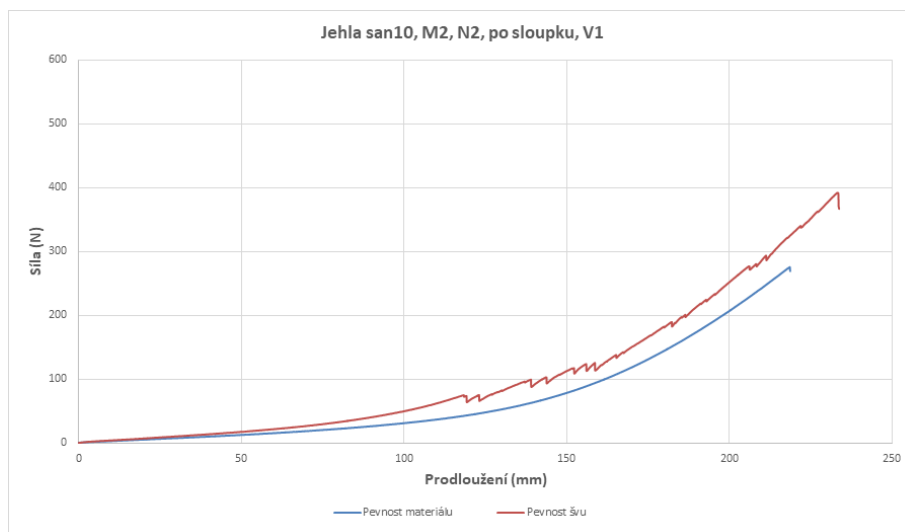
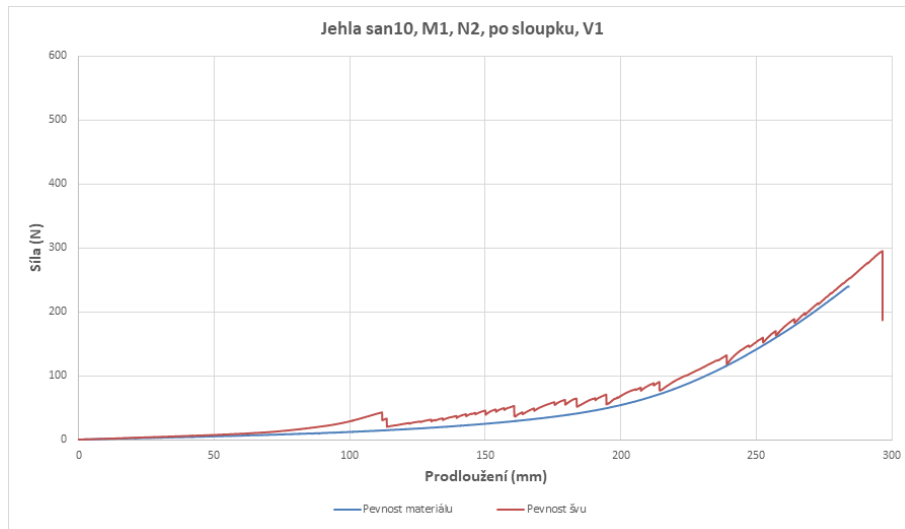
Graf C.5: Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, normal střižených po řádku.



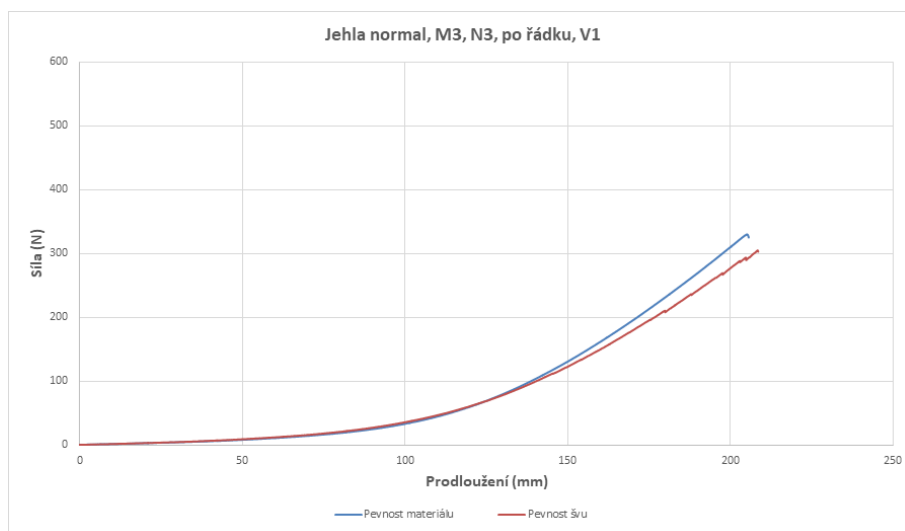
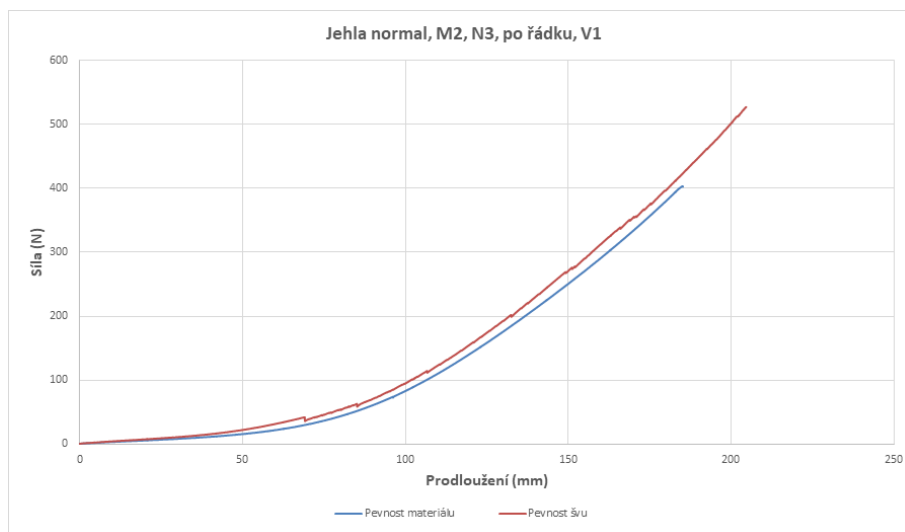
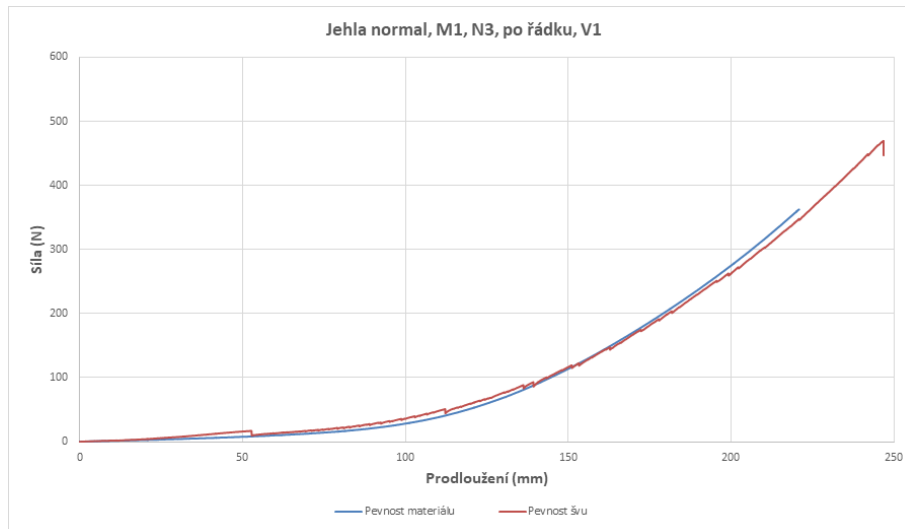
Graf C.6: Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, normal střižených po sloupku.



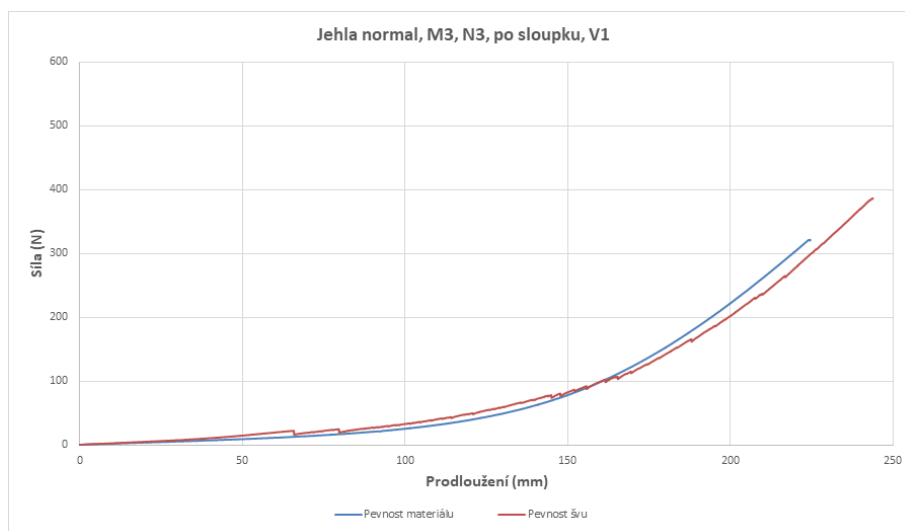
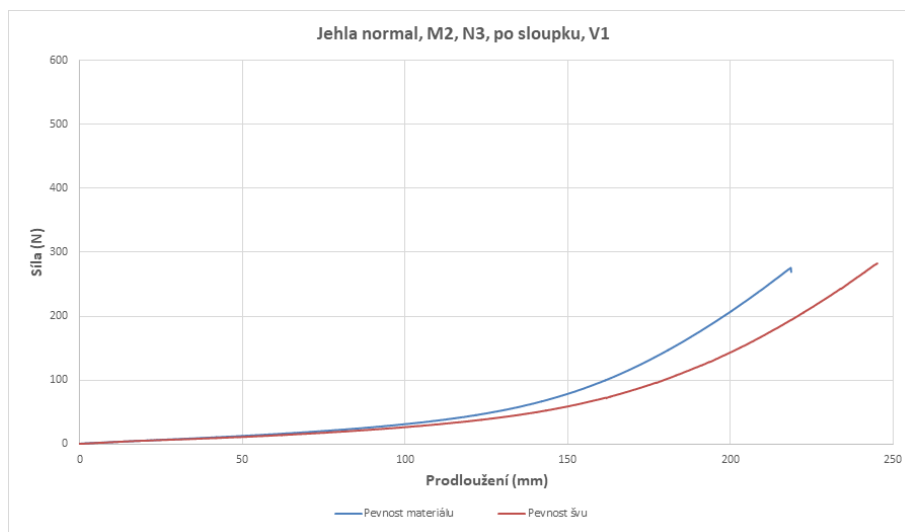
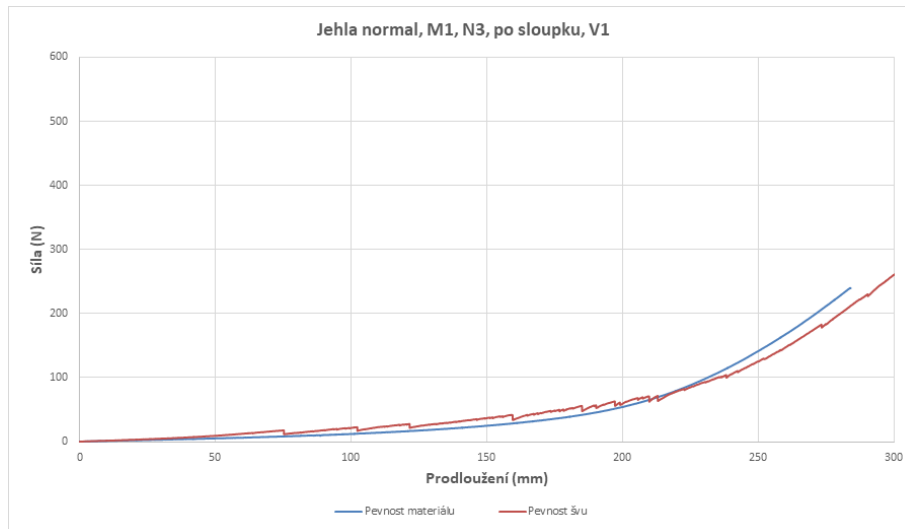
Graf C.7: Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, san10 střižených po řádku.



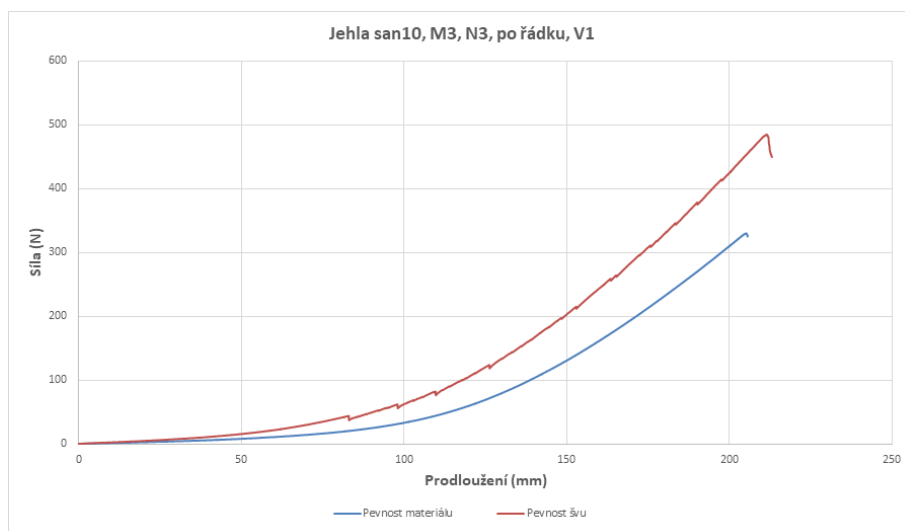
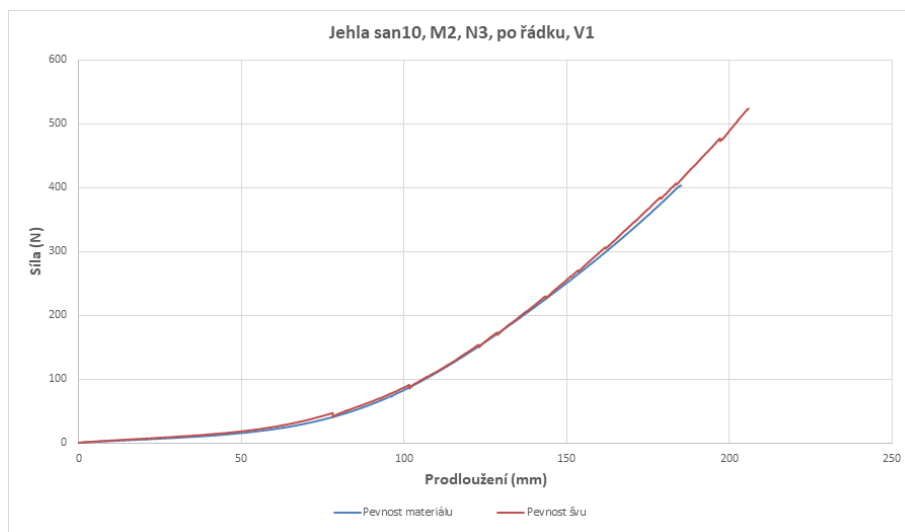
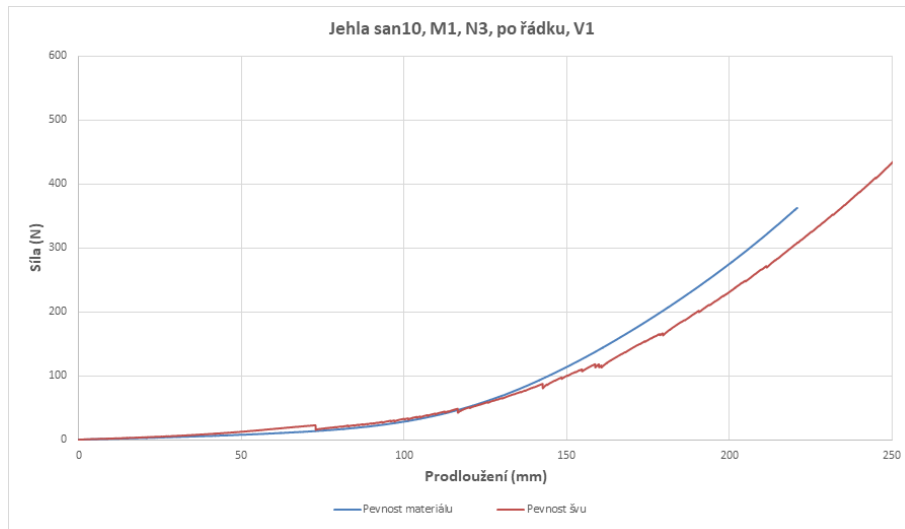
Graf C.8: Podélná pevnost nit N2 u M1, M2, M3, san10 střižených po sloupku.



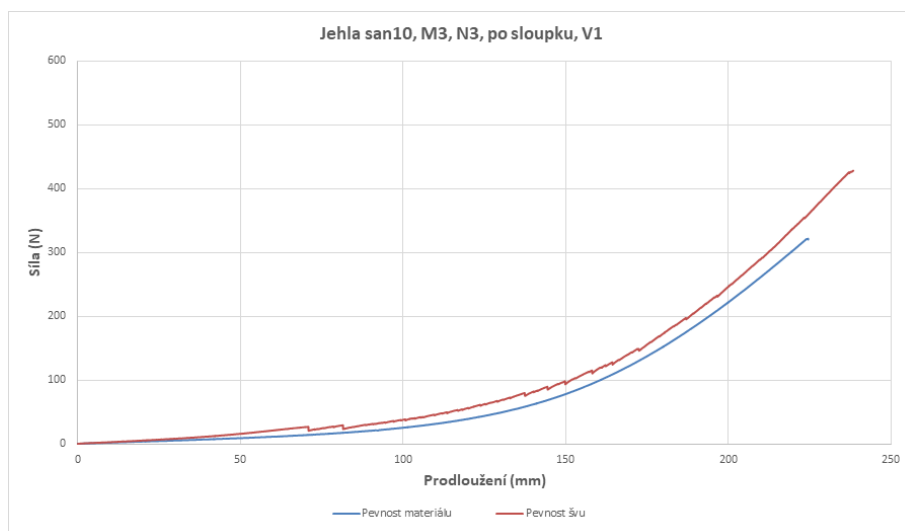
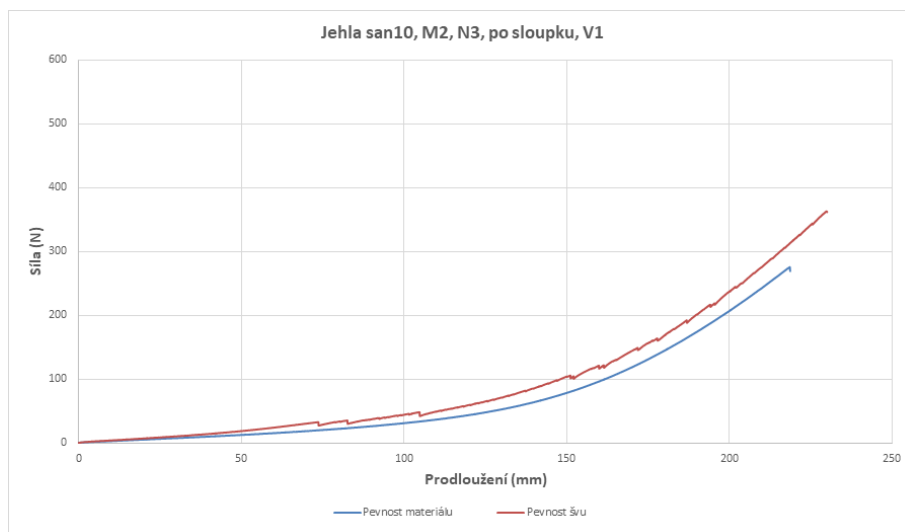
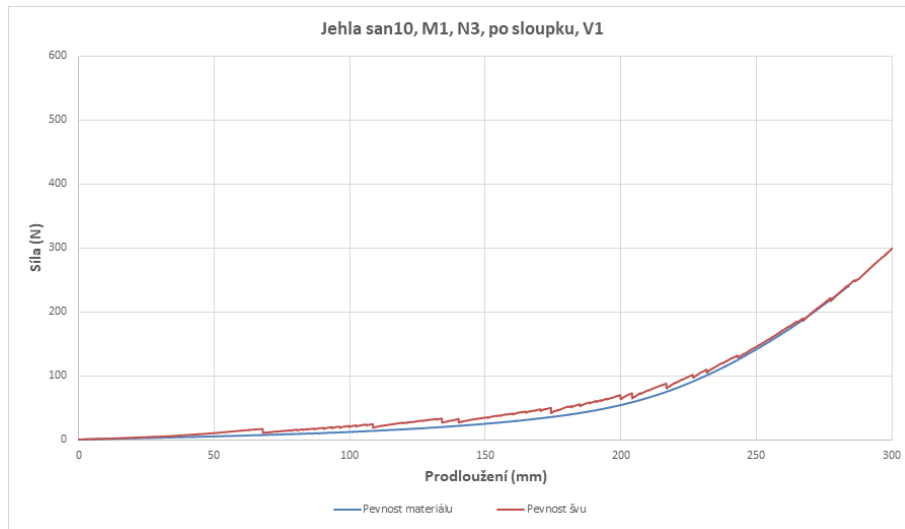
Graf C.9: Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, normal střižených po řádku.



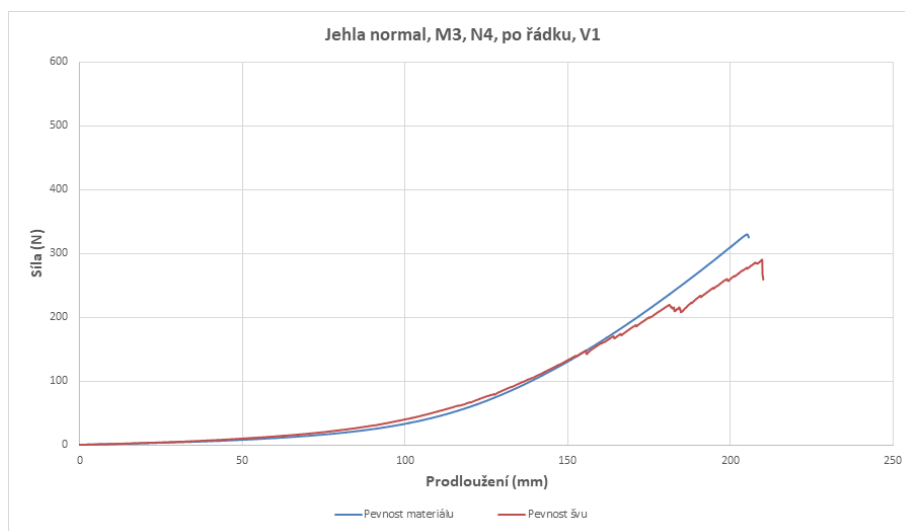
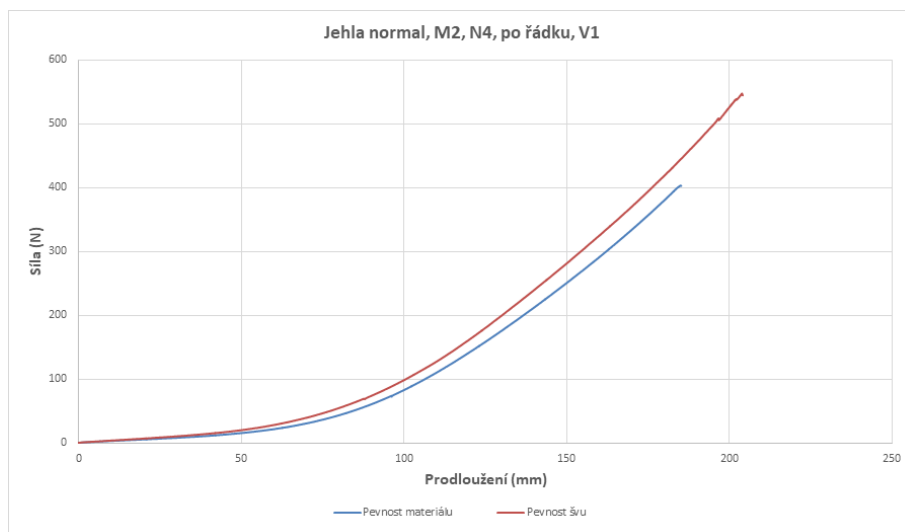
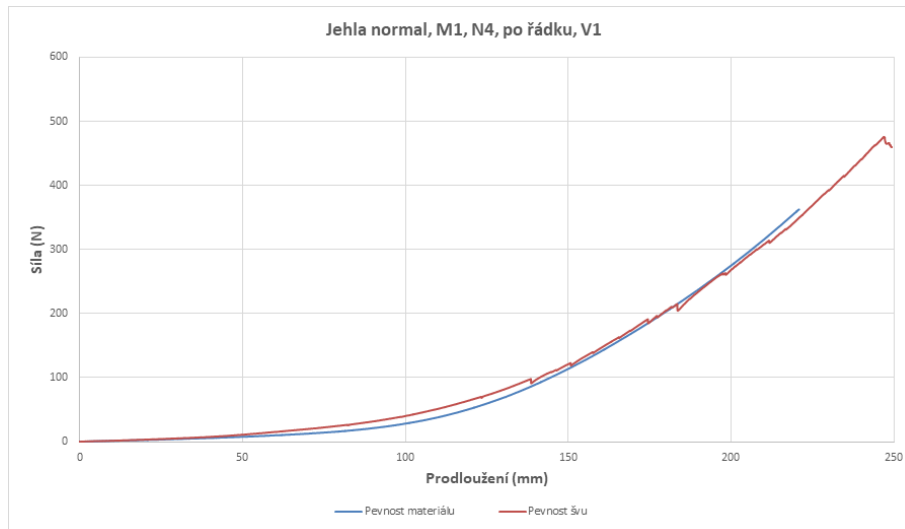
Graf C.10: Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, normal střižených po sloupku.



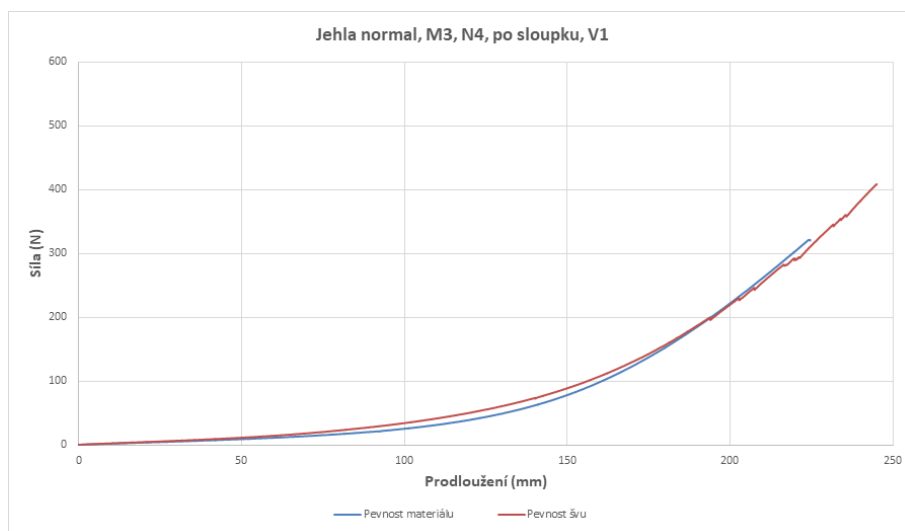
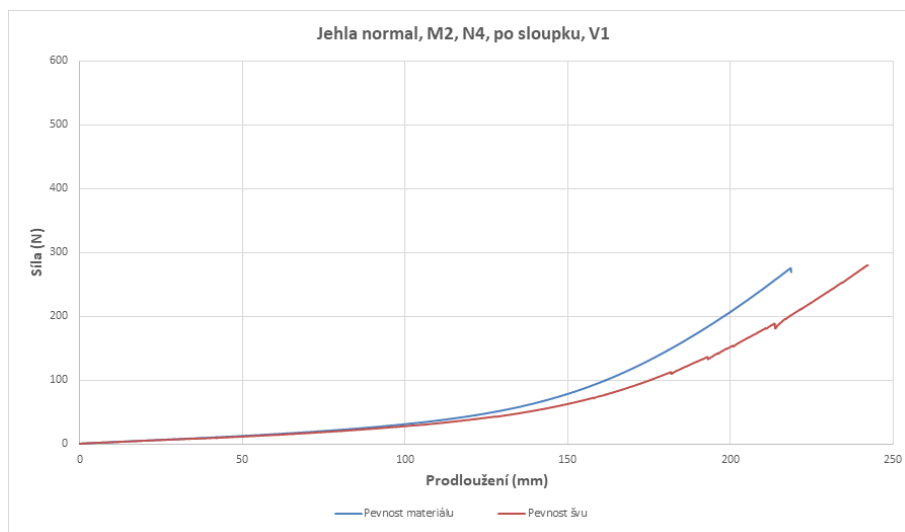
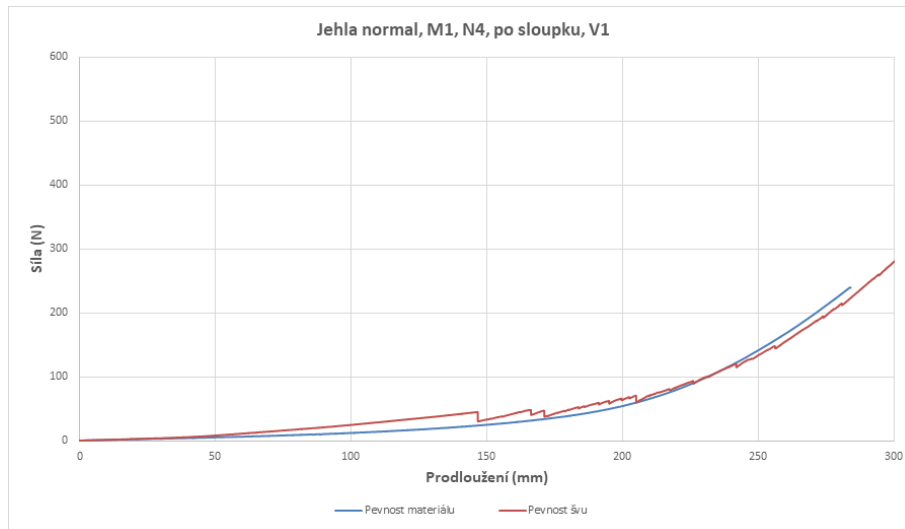
Graf C.11: Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, san10 střižených po řádku.



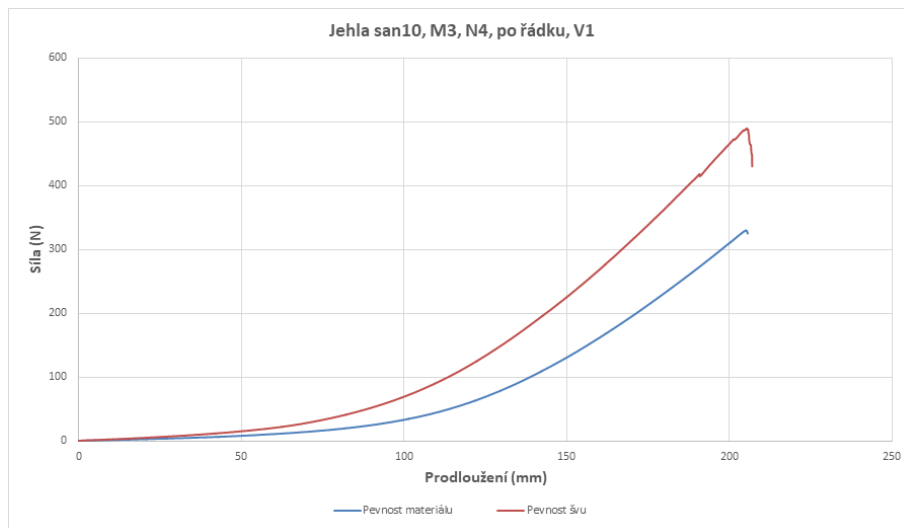
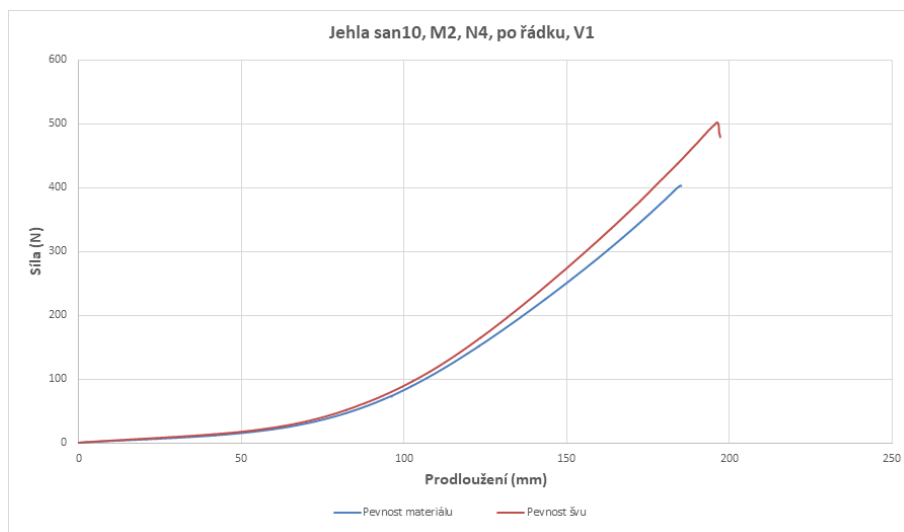
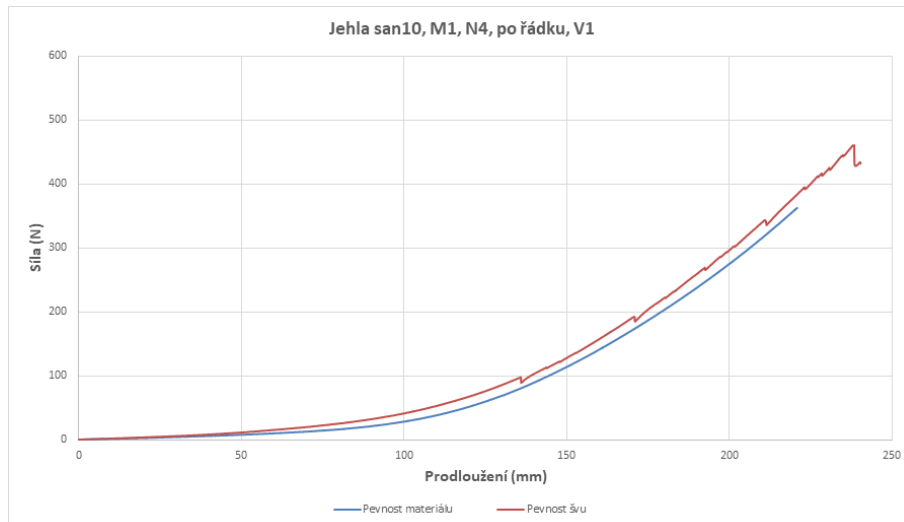
Graf C.12: Podélná pevnost nit N3 u M1, M2, M3, san10 střižených po sloupku.



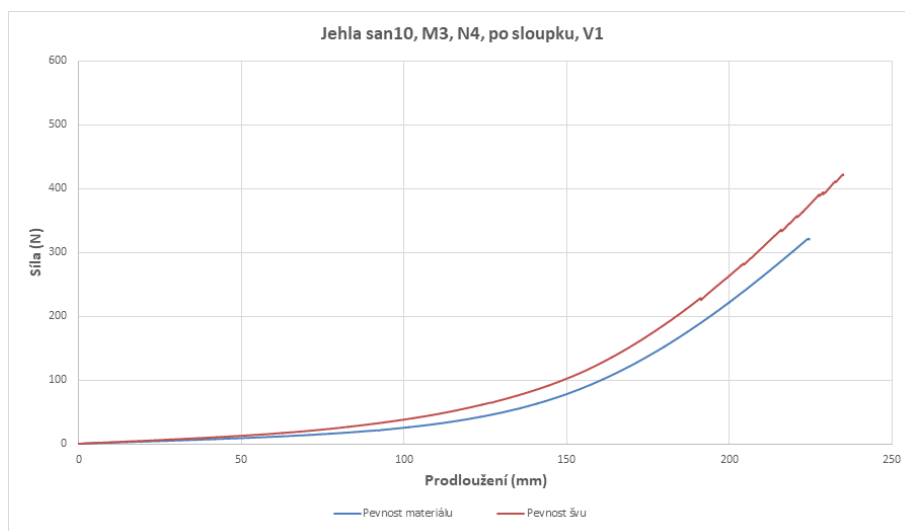
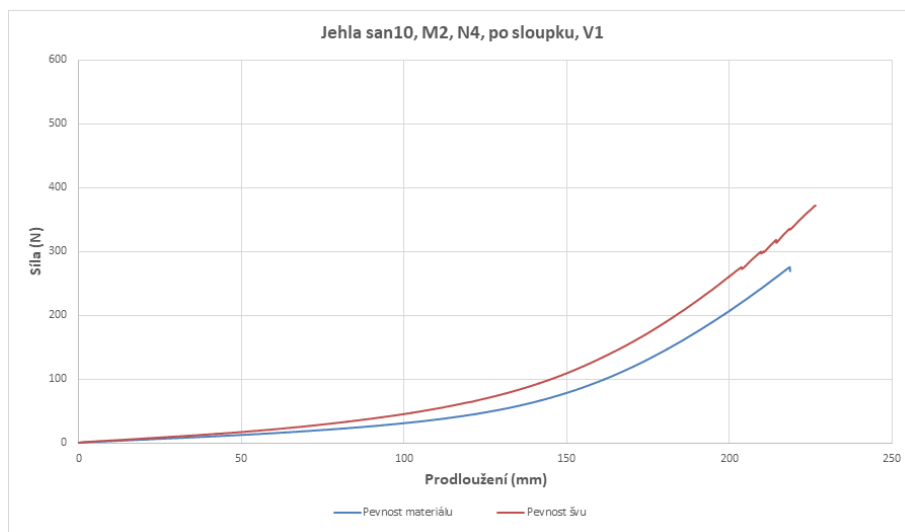
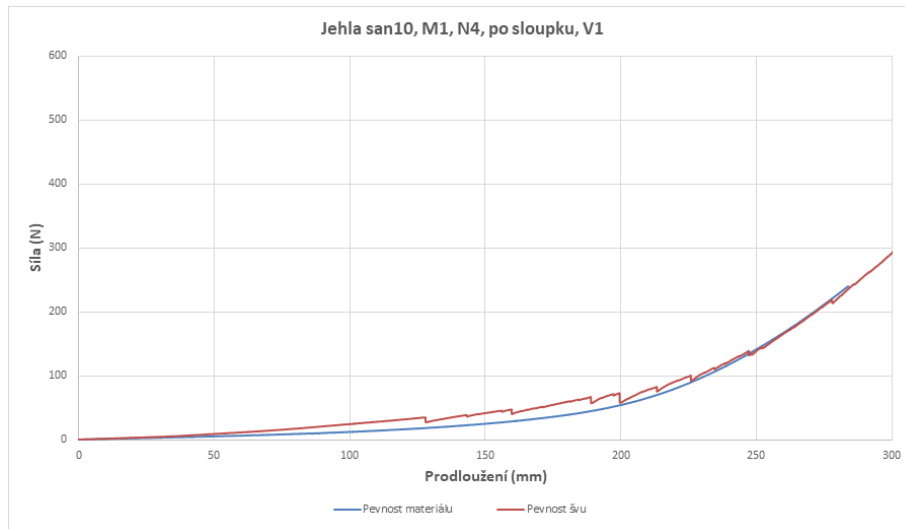
Graf C.13: Podélná pevnost nit N_4 u M_1 , M_2 , M_3 , normal střižených po řádku.



Graf C.14: Podélná pevnost nit N_4 u $M1$, $M2$, $M3$, normal střižených po sloupku.



Graf C.15: Podélná pevnost nit N_4 u M_1 , M_2 , M_3 , san10 střižených po řádku.



Graf C.16: Podélná pevnost nit N_4 u M_1 , M_2 , M_3 , san10 střižených po sloupku.

Tab. C.1: Podélná pevnost jehla normal.

Materiál	Sloupek [mm]				Řádek [mm]			
	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4
M1.1	2,2	2,7	3,7	0,2	9,7	0,1	0,8	3,3
M1.2	13,8	3,7	6,1	5,2	9,2	5,4	5,6	11,2
M1.3	9,4	0,2	5,6	2,1	13,9	6,1	7,9	11,5
M2.1	10,2	11,8	17,9	13,6	4,5	6,9	4,7	5,9
M2.2	12,3	10,3	14,0	11,5	2,3	3,3	0,7	1,0
M2.3	9,6	12,4	15,4	15,6	1,9	7,2	2,9	4,9
M3.1	5,1	0,3	0,2	4,5	8,8	2,5	1,7	1,9
M3.2	3,7	0,2	1,1	3,4	12,3	0,5	3,2	5,0
M3.3	3,7	1,7	5,3	3,6	6,8	5,0	2,7	2,7

Tab. C.2: Podélná pevnost jehla normal.

Mat.	Pev. mat.	Sloupek [mm]				Pev. mat.	Řádek [mm]			
		N1	N2	N3	N4		N1	N2	N3	N4
M1.1	231,3	229,1	228,6	235,0	231,1	144,4	134,7	144,5	143,6	141,1
M1.2	231,1	217,3	234,8	237,2	236,3	146,9	137,7	141,5	141,3	135,7
M1.3	231,2	221,8	231,4	236,8	229,1	145,4	131,5	139,3	137,5	133,9
M2.1	161,7	151,5	149,9	179,6	175,3	106,4	101,9	100,8	104,8	105,1
M2.2	163,8	151,5	153,5	177,8	175,3	104,1	101,8	100,8	104,8	105,1
M2.3	162,2	152,6	149,8	177,6	177,8	106,2	104,3	99,0	109,1	111,1
M3.1	160,6	155,5	160,3	160,4	156,1	138,7	147,5	136,2	140,4	136,8
M3.2	158,0	154,3	158,2	159,1	154,6	135,8	148,1	135,3	139,0	130,8
M3.3	158,5	154,8	160,2	163,8	154,9	138,7	145,5	133,7	136,0	136,0

Tab. C.3: Podélná pevnost jehla SAN 10.

Materiál	Sloupek [mm]				Řádek [mm]			
	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4
M1.1	9,4	7,6	5,6	5,8	13,5	4,1	5,6	5,4
M1.2	17,1	8,1	5,2	8,5	8,7	15,0	7,6	15,6
M1.3	11,4	10,6	5,1	11,9	14,3	12,5	1,3	14,7
M2.1	14,4	19,1	13,6	16,5	1,7	6,8	0,5	2,6
M2.2	18,4	20,5	14,6	18,8	3,6	0,5	6,0	3,9
M2.3	14,8	20,9	15,9	18,1	6,4	7,7	3,9	4,4
M3.1	14,4	15,4	8,9	11,8	27,3	29,2	20,9	25,2
M3.2	8,4	11,4	7,2	10,4	21,0	21,5	20,3	15,1
M3.3	6,9	15,5	8,8	12,1	18,1	24,7	20,7	11,1

Tab. C.4: Podélná pevnost jehla SAN 10.

Mat.	Pev. mat.	Sloupek [mm]				Pev. mat.	Řádek [mm]			
		N1	N2	N3	N4		N1	N2	N3	N4
M1.1	231,3	221,9	223,7	225,7	225,5	144,4	130,9	140,3	150,0	139,0
M1.2	231,1	214,0	223,0	225,9	222,6	146,9	138,2	131,9	139,3	131,3
M1.3	231,2	219,8	220,6	226,1	219,3	145,4	131,1	132,9	144,1	130,7
M2.1	161,7	147,3	142,6	148,1	145,2	106,4	104,7	99,6	105,9	103,8
M2.2	163,8	145,4	143,3	149,2	145,0	104,1	100,5	103,6	98,1	100,2
M2.3	162,2	147,4	141,3	146,3	144,1	106,2	99,8	98,5	102,3	101,8
M3.1	160,6	146,2	145,2	151,7	148,8	138,7	111,4	109,5	117,8	113,5
M3.2	158,0	149,6	146,6	150,8	147,6	135,8	114,8	114,3	115,5	120,7
M3.3	158,5	151,6	143,0	149,7	146,4	138,7	120,6	114,0	118,0	127,6

D Vzorky materiálu

vzorek 1 materiál M1 nit N1

vzorek 2 materiál M3 nit N2

vzorek 3 materiál M2 nit N3

vzorek 4 materiál M2 nit N4

E CD příloha

- text bakalářské práce
 - bakalarska_prace_2019_Katerina_Romanova.pdf
 - kopie_zadani_bakalarska_prace_2019_Katerina_Romanova.pdf
- výkresová dokumentace
 - rozměry čelistí
- programová dokumentace
 - vytvořený 3D model čelistí pro trhací stroj
- ostatní dokumentace
 - naměřená data na trhacím stroji
 - vytvořené grafy a tabulky
- fotodokumentace
 - čelistí pro trhací stroj
 - testování na trhacím stroji