



Diplomová práce

Vazební struktury zátažných pletenin s vkládanými útky

Studijní program:

N0723A270001 Textilní inženýrství

Autor práce:

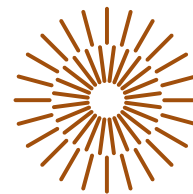
Bc. Eva Dudková

Vedoucí práce:

Ing. Irena Lenfeldová, Ph.D.

Katedra technologií a struktur

Liberec 2024



Zadání diplomové práce

Vazební struktury zátažných pletenin s vkládanými útky

Jméno a příjmení:

Bc. Eva Dudková

Osobní číslo:

T21000265

Studijní program:

N0723A270001 Textilní inženýrství

Zadávací katedra:

Katedra technologií a struktur

Akademický rok:

2021/2022

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši zaměřenou na problematiku zátažných pletenin s vkládanými nitěmi, které lze vyrábět na dvoulůžkových pletacích strojích.
2. Navrhnete vlastní konstrukční řešení vazeb zátažných pletenin s vkládanými příčnými nitěmi (s omezenou a přerušenou činností jehel a opakovaným vkládáním nití v řádku). Zvolenou sadu vzorků vytvořte v laboratořích KTT.
3. Na základě teoretického modelu vybrané vazební konstrukce vytvořte predikční vztah pro výpočet spotřeby očkotvorné a neočkotvorných nití ve vazbě a porovnejte s experimentálními hodnotami.
4. Proveďte experimentální hodnocení vybraných geometrických vlastností pletenin a sledujte souvislosti mezi vkládáním neočkotvorných příčných nití a změnou parametrů pleteniny.

<i>Rozsah grafických prací:</i>	dle potřeby
<i>Rozsah pracovní zprávy:</i>	cca 50 stran
<i>Forma zpracování práce:</i>	tištěná/elektronická
<i>Jazyk práce:</i>	čeština

Seznam odborné literatury:

[1]WEBER, Marcus Oliver a Klaus-Peter WEBER. *Wirkerei und Strickerei: Technologien – Bindungen – Produktionsbeispiele*. 6., völlig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Frankfurt am Main: Dfv Mediengruppe Fachbuch, [2014]. ISBN 978-3-86641-299-6.

<i>Vedoucí práce:</i>	Ing. Irena Lenfeldová, Ph.D. Katedra technologií a struktur
-----------------------	--

<i>Datum zadání práce:</i>	27. dubna 2022
<i>Předpokládaný termín odevzdání:</i>	8. ledna 2024

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

L.S.

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

Prohlášení

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

Jsem si vědoma toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

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

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

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

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat za odborné a trpělivé vedení této diplomové práce Ing. Ireně Lenfeldové, Ph.D. Dále děkuji za cenné rady panu doc. Ing. Martinu Bílkovi, Ph.D., paní Ing. Ivě Mertové, Ph.D., Ing. Bc. Monice Vyšanské, Ph.D. a Šárce Řezníčkové. A velké poděkování patří též mým blízkým, rodině a partnerovi, kteří mě podporovali po dobu studia a při tvorbě této práce.

Anotace

Diplomová práce je zaměřená na vytvoření vlastních návrhů vazeb zátažných pletenin s vloženými útky, které byly zhotoveny na Katedře technologií a struktur Fakulty textilní. Na vytvořených pleteninách byly zjišťovány strukturální vlastnosti a jejich změna vlivem změny vstupního materiálu. Dále byl vytvořen geometrický model pro délku nitě v očku a délku vloženého útku ve strukturální jednotce. Vstupní parametr pro model strukturální jednotky vazby byl zjištěn na základě CT snímků řezů zátažné jedolící pleteniny se dvěma vloženými útky v CEITEC Brno. Při experimentu a analýze vyrobených vazeb byly sledovány změny délek útků. Uvedená zjištění byla následnými experimenty s rozdílnými metodami vkládání útku v řádku sledována a analyzována. Na závěr byl navržen způsob vkládání útků u vybrané vazebné konstrukce tak, aby rozdílnost délek vkládaných útků byla minimalizována.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zátažná pletenina, vložený útek, struktura, polyester, geometrický model

Annotation

The diploma thesis is focused on creating its single jersey structure with inlay, which was made at the Department of Technology and Structures. The structural properties of the designed knitted fabrics and the influence of the change in the input material were determined. A geometric model was created for the length of the thread in the loop and the length of the inserted weft in the structural unit. The input parameter for the structural unit model was determined based on CT images of the load-bearing single jersey knitted fabric with two inserted wefts taken at CEITEC Brno. Changes in weft lengths were monitored during the experiment and analysis of the produced weaves. The findings were observed and analysed by subsequent experiments with different methods of inserting the weft in the row. In the end, a method of inserting the wefts in the selected binding structure was proposed to minimise the difference in the lengths of the inserted wefts.

KEYWORDS

Single jersey, inlay, structure, polyester, geometric model

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	9
VELIČINY.....	10
ÚVOD.....	12
REŠERŠE.....	13
1 PLETAŘSKÁ TECHNOLOGIE	13
1.1 Typy zátažných pletenin	13
1.2 Možnosti zápisu vazeb u zátažných pletenin	14
2 VLASTNOSTI PLETENIN	15
2.1 Geometrické vlastnosti pletenin	15
2.2 Plošná hmotnost	16
2.3 Lineární vyjádření hustoty – hustotní koeficient pro vazbu 1.2	16
2.4 Plošné vyjádření hustoty	17
2.5 Plošný koeficient plnosti	17
2.6 Pevnost pletenin	17
2.7 Tažnost pletenin	18
2.8 Srážení pletenin.....	18
3 VSTUPNÍ MATERIÁL PRO PLETENÍ	18
3.1 Speciální vlákna a materiály vhodné pro pletení.....	18
3.2 Délková hmotnost multifilu	19
3.3 Průměr multifilu.....	20
3.4 Pevnost a tažnost multifilu	23
4 GEOMETRICKÉ MODEL Y OČKA	24
4.1 Vazný bod.....	24
4.2 Dalidovičův model oka.....	24
4.3 Chamberlainův model oka.....	25
4.4 Pierceho model oka.....	26
4.5 Model oka pana profesora Neckáře.....	26
4.6 Upravený Pierceův model tkaniny pro stanovení délky nitě útku ve strukturální jednotce pleteniny	27
5 DVOULŮŽKOVÝ PLOCHÝ PLETACÍ STOJ	29
5.1 Stroj Shima-Seiki SRY 123LP.....	30
5.2 Zátažné pleteniny s útky	32
6 PLETENÉ TECHNICKÉ TEXTILIE	34
6.1 Pletená obuv.....	35
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	37
7 NAVRŽENÍ VAZEB ZJ S ÚTKY	37
7.1 Tvorba vazeb s útky v programu APEX 3	38
8 VÝROBA VZORKŮ	41
9 GEOMETRICKÝ MODEL STRUKTURÁLNÍ JEDNOTKY	42
9.1 Předpoklady geometrického modelu pleteniny	42
9.2 Definice strukturální jednotky.....	42
10 VSTUPNÍ MATERIÁL	42
10.1 Jemnost a parametry vstupních materiálů	43
10.2 Stanovení průměru multifilu pomocí podélných pohledů.....	43
10.3 Pevnost a tažnost vstupních materiálů.....	45
11 STRUKTURÁLNÍ PARAMETRY PLETENÝCH VZORKŮ	45
11.1 Hustoty pletenin	46
11.2 Rozměry oka	47
11.3 Srážení pletenin.....	48
11.4 Délka nitě v oku a útku.....	49
11.5 Plošný koeficient plnosti a hustotní koeficient.....	54
11.6 Setkání útku (příčně vložených nití v pletenině).....	55

12	EXPERIMENTÁLNÍ ZJIŠŤOVÁNÍ VLIVU ROZDÍLNÉ DÉLKY ÚTKOVÝCH NITÍ S OHLEDEM NA JEJICH SMĚR VKLÁDÁNÍ U VAZBY 1.2.....	56
12.1	<i>Experimentální testy způsobu vkládání útků</i>	57
12.2	<i>Experiment s různým napětím v útku (ovládání bočního napínacího ústrojí)</i>	60
12.3	<i>Experiment se změnou vstupního materiálu útku</i>	61
13	CT SNÍMKY Z CEITEC BRNO	64
14	PLOŠNÁ HMOTNOST PLETENIN	65
15	ZÁVĚR	67
	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM TABULEK	73
	SEZNAM PŘÍLOH	73
	PŘÍLOHY	74

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

atd.	a tak dále
apod.	a podobně
exp.	experimentální
teor.	teoretické
FT	textilní fakulta
TUL	Technická univerzita v Liberci
KTT	katedra technologií a struktur
ř	řádek
sl	sloupek
obr.	obrázek
oč.	očka
PES 1	polyester 1
PES 2	polyester 2
POP	polypropylen
PPS	plochý pletací stroj
PL	přední lůžko
ZL	zadní lůžko
VÚP	Výzkumný ústav pletařský
ZJ	zátažná jednolící pletenina
3D	trojdimenzionální
DSCS	Digital Stitch Control System
CT	počítačová tomografie
CTT	Constant Tension Transport

VELIČINY

a, B, c	[mm]	rozteč řádků
b, A, w	[mm]	rozteč sloupků
d	[mm]	průměr nitě
d_s	[mm]	substanční průměr
e_o		relativní zvlnění oka
e_u		relativní zvlnění útku
ε	[%]	tažnost
μ		zaplnění
π		Ludolfovo číslo
ρ	[kg.m ⁻³]	měrná hmotnost vláken
ρ_s	[g.m ²]	plošná hmotnost
F	[N]	maximální síla
H_{sl}	[sl.m ⁻¹]	hustota sloupků
$H_{\tilde{r}}$	[ř.m ⁻¹]	hustota řádků
H_c	[oč.m ⁻²]	hustota celková
h_l		hustotní koeficient
h_p		plošný koeficient
h_o	[mm]	výška vazné vlny oka
h_u	[mm]	výška vazné vlny útku
l_m	[km]	délka multifilu
l_s	[mm]	délka snímaného úseku
l_o	[mm]	délka nitě v oku
l_{oSJ}	[mm]	délka nitě v oku ve strukturální jednotce
l_u	[mm]	délka neočkovatelné nitě v jedné rozteči sloupku
l_{uSJ}	[mm]	délka útku ve strukturální jednotce
$l_u \text{ PIERCE}$	[mm]	délka neočkovatelné nitě dle Pierceho
$l_u \text{ EXPER.}$	[mm]	délka neočkovatelné nitě experimentální
$l_{un SJ \text{ EXPER.}}$	[mm]	délka neočkovatelné nitě experimentální s n útky v řádku
$l_o \text{ DALIDOVIČ I.}$	[mm]	délka nitě v oku dle Dalidoviče I.
$l_o \text{ DALIDOVIČ II.}$	[mm]	délka nitě v oku dle Dalidoviče II.
$l_o \text{ CHAMBERALIN}$	[mm]	délka nitě v oku dle Chamberlaina
$l_o \text{ PIERCE}$	[mm]	délka nitě v oku dle Pierceho

l_o NECKÁŘ	[mm]	délka nitě v očku dle Neckáře
l_o EXPER.	[mm]	délka nitě v očku experimentální
$l_{ví}$	[mm]	délka vypáraného útku
$l_{pí}$	[mm]	délka pleteniny po útku
L	[m.m ⁻²]	celková spotřeba vstupního materiálu
L_0	[mm]	upínací délka
L_1	[mm]	délka nitě při přetrhu
m_m	[g]	hmotnost multifilu
n_u		počet útků v řádku
t	[mm]	tloušťka
T	[tex]	délková hmotnost
R	[N.tex ⁻¹]	relativní pevnost
S	[mm ²]	plocha
s_p	[%]	srážení pletenin
s_u	[%]	setkání útku
m_m	[g]	hmotnost multifilu
w_0	[mm]	rozteč sloupků na stroji
w_1	[mm]	rozteč sloupků po relaxaci

Úvod

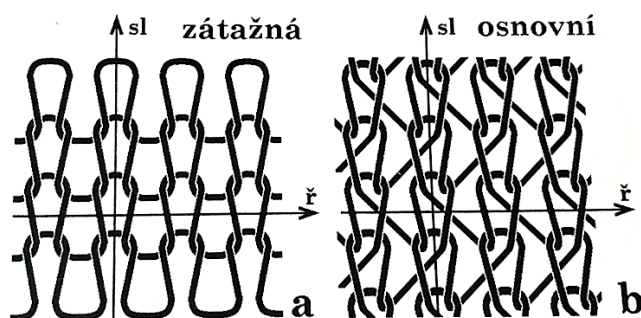
Diplomová práce je zaměřená na vytvoření a zkoumání zátažných pletenin s vloženými příčnými nitěmi. Pleteniny jako takové mají své specifické vlastnosti jako je tažnost, prodyšnost, příjemný omak, s využitím převážně v oděvnictví. S postupem času se pleteniny rozšiřují i do oblastí do té doby vyhrazeným pouze tkaninám. K vývoji pletenin nahrazujících tkaniny docházelo postupně díky zavádění nových technologických postupů a využívání nových materiálů. I přes velký rozsah využití pleteninám stále chyběly vlastnosti typické pro tkaniny jako je pevnost, stabilita, nízká tažnost atd. vhodné i pro technické textilie. Proto začal vývoj pletenin s vloženými nitěmi pro snížení tažnosti vyráběných na plochých i okrouhlých pletacích strojích. Vkládané nitě do pletenin jsou neelastické. Pokud je vložená nit dostatečně provázána s pleteninou po celé šířce, tak je tažnost pleteniny omezená tažností vložené nitě. Ke vkládání nití do struktury pleteniny dochází za pomoci opakovaně střídavého převěšování jednotlivých oček. Takto vytvořené pleteniny se velmi blíží vzhledem i vlastnostmi tkaninám. Zátažné pleteniny mají jednoznačnou výhodu ve výrobě plně tvarovaných produktů, což znamená úsporu nejen materiálu, financí, ale i času.

V této práci jsou navrženy a vyrobené vazby zátažných jednobídných pletenin s různým počtem vložených útků, u kterých jsou zkoumány strukturální parametry. Byl sledován vliv změny materiálu, změny vazby či počet vložených útků. Pro reálný náhled do struktury vybrané vazby byly pořízeny CT snímky. Díky zjištěným parametrům a znalostem struktury byl zhotoven geometrický model strukturální jednotky, na základě kterého byla zjišťována délka očkotvorné i neočkotvorné nitě.

Rešerše

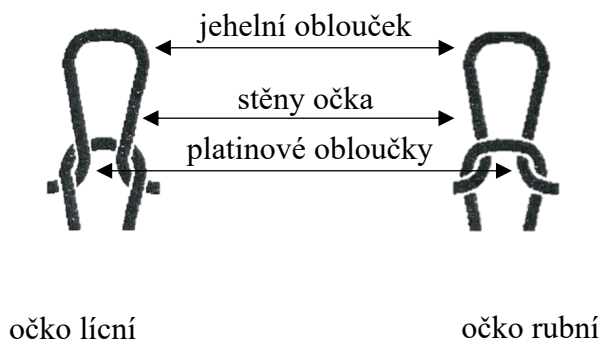
1 Pletařská technologie

Zátažná pletenina může být vytvořena minimálně z jedné soustavy nití. Rozlišujeme pleteniny na zátažné a osnovní. Zátažná pletenina je tvořena ve směru řádku a vzniká postupně z jedné a více soustav nití, zatímco u osnovní pleteniny vzniká jeden řádek najednou. Na obrázku níže je naznačený směr řádku $\check{r}$ a směr sloupku sl . Nadále bude věnována pozornost zátažným pleteninám, na které je práce zaměřena. [1]



Obrázek 1 – Technický líc a – zátažná pletenina, b – osnovní pletenina, [1]

U zátažných pletenin rozlišujeme lícní a rubní očko viz obr. 2 s popisem očka. V zátažných pleteninách lze využívat i vazebních prvků jako jsou chytové kličky, podložené kličky atd. viz obr.3 [1]



Obrázek 2 - Technický popis očka lícního a rubního [1] doplněno o popisky

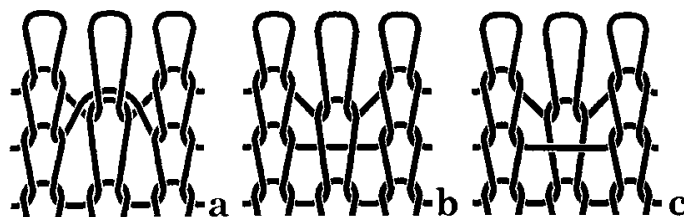
1.1 Typy zátažných pletenin

Mezi zátažné pleteniny se řadí zátažné jednolící pleteniny (ZJ), zátažné oboulící pleteniny, zátažné obourubní pleteniny a zátažné interlokové pleteniny. [1]

Pletařské vazby u zátažných pletenin podle skript pana profesora R. Kováře jsou děleny do pěti skupin podle použitých vazebních prvků. [1]

1. První skupinou jsou vazby s plným počtem oček tzn. pletenina je tvořená pouze očky v celé ploše bez jiného vazebního prvku. [1]
2. Druhou skupinou jsou vazby s chybějícími očky tzn. pletenina se skládá z oček a podložených kliček a toho lze docílit trvalým nebo dočasným vyřazením jehel. [1]
3. Třetí skupinou jsou vazby s chytovými kličkami tzn. očka a chytové kličky. [1]
4. Čtvrtou skupinou jsou vazby s doplňkovými nitěmi jako je pletenina výplňková (vložená nit je zachycena pomocí chytových kliček nebo oček) a pletenina s vloženými nitěmi (vložená nit je v pletenině provázaná pouze za pomoci lícních a podložených kliček). [1]
5. A poslední pátou skupinou jsou vazby se změnou polohy nebo struktury vazebních prvků (tzn. přenášení oček, převěšování oček nebo posun lůžka apod.). [1]

Záleží na množství a rozmístění vazebních prvků jako jsou chytové a podložené kličky, které mění charakter struktury. Chytová klička působí na pleteninu tak, že je pletenina poróznější se záporným srážením. Podložená klička způsobí, že je pletenina méně tažná ve směru řádku s kladným srážením. [15]



Obrázek 3 - Vazební prvky ZJ – a) chytová klička b) podložená klička c) lícní klička [1]

1.2 Možnosti zápisu vazeb u zátažných pletenin

Patrona je symbolický zápis vazby pletenin. Patrona má specifický symbol pro každý vazební prvek pleteniny a tím se zápis vazby stává velmi přehledným. Pro zátažné pleteniny se využívá více typů patron např.: systém Prusa (čtverečkový rastr), VÚP (značení pomocí jednoduchých symbolů) a anglický systém. Využívá se i zakreslení vazby pomocí oček. Základní symboly patron viz obr. 4. [1]

Více o patronování viz skripta pana profesora Radka Kováře nebo literatura s názvem Knitting technology (Spencer).

Patrony ZP	lící očko	rubní očka	chytová klička	podložená klička
VÚP				
anglický systém				
Prusa				
provázání očky				

Obrázek 4 - Používané patrony zátažných pletenin

2 Vlastnosti pletenin

Vlastnosti pletenin jsou dány strukturou pleteniny a vstupním materiálem. U zátažných pletenin se určují užité vlastnosti, do kterých se řadí tažnost pleteniny, pružnost, mačkovost, splývavost, stáčivost, zátrhavost, paratelnost, pevnost ve švu, prodyšnost, savost, tepelně izolační schopnost atd. Vlastnosti pletenin se dají dělit na vlastnosti geometrie pletenin, mechanické vlastnosti (pevnost, tažnost ...) atd. [1], [2]

2.1 Geometrické vlastnosti pletenin

Hlavní geometrické parametry pletenin:

l	délka nitě ve vazebních prvcích	[mm]
d	průměr nitě jako vstupní parametr	[mm]
w	rozteč sloupků	[mm]
c	rozteč řádků	[mm]
t	tloušťka pleteniny	[mm]
H_{sl}	hustota sloupků	[sl.m ⁻¹]
$H_{ř}$	hustota řádků	[ř.m ⁻¹]
H_c	hustota celková (plošná hustota)	[počet oček.m ⁻²]

„Každé očko v reálné pletenině má svoji individuální geometrii, a to zpravidla velmi komplikovanou. Proto se pro popis geometrie používají modely vazebních prvků, které jsou zobecněnou a zjednodušenou představou o strukturálních prvcích textlie.“ [1]

Hustota sloupků a řádků je zjišťována pomocí normy ČSN 80 0868. Pro hustoty sloupků a řádků platí následující vztahy pro stanovení rozteče sloupků a řádků.

$$w = \frac{1}{H_{sl}} \cdot 1000; \quad c = \frac{1}{H_r} \cdot 100 \quad (1)$$

kde w – rozteč sloupků [mm], c – rozteč řádků [mm], H_{sl} – hustota sloupků [sl.m⁻¹], H_r – hustota řádků [ř.m⁻¹]

2.2 Plošná hmotnost

Plošná hmotnost ρ_s má vliv na spotřebu materiálu a tím pádem na její výslednou cenu i vlastnosti. Plošná hmotnost je závislá na jemnosti T vstupního materiálu a na celkové spotřebě vstupního materiálu na 1 m² značeno L . [1]

Vzorec pro výpočet plošné hustoty:

$$\rho_s = L \cdot T = H_r \cdot H_{sl} \cdot l_0 \cdot 10^{-3} \cdot T \quad (2)$$

kde ρ_s – plošná hmotnost [g.m⁻²], L – celková spotřeba vstupního materiálu [m.m⁻²], T – jemnost [ktex]; [g.m⁻¹], H_r – hustota řádků [ř.m⁻¹], H_{sl} – hustota sloupků [sl.m⁻¹], l_0 – délka nitě v očku [mm]

Vzorec pro výpočet plošné hmotnosti pletenin s vloženými útky:

$$\rho_s = H_r \cdot H_s \cdot (l_0 + l_u \cdot n) \cdot 10^{-3} \cdot T \quad (3)$$

kde H_r – hustota řádků [ř.m⁻¹], H_{sl} – hustota sloupků [sl.m⁻¹], l_0 – délka nitě v očku [mm], l_u – délka neočkovatelné nitě přes jedno oko [mm], n – počet útků v řádku [-], T – jemnost [ktex]; [g.m⁻¹]

2.3 Lineární vyjádření hustoty – hustotní koeficient pro vazbu 1.2

Lineární vyjádření hustoty je používáno pod různými názvy, ale vyjadřuje stále to stejné. Jedná se o bezrozměrné číslo vyjadřující zaplnění oka nití. Čím je výsledná hodnota vyšší, tím je pletenina řidší a naopak. Tento systém je vhodný pro technologickou i vjemovou představu o hustotě pleteniny jedné vazební skupiny zátažných pletenin. Bylo

totiž zjištěno, že u různých typů pletenin nabývá různých hodnot a tím neodpovídá všeobecné představě. ZJ hladká a interloková pletenina vjemově může působit stejně, ale interloková pletenina má cca dvojnásobnou výslednou hodnotu h_l . [3]

$$h_l = \frac{l_o}{d} \quad (3)$$

kde h_l – hustotní koeficient [-], l_o – délka nitě v očku [mm], d – průměr niti [mm]

2.4 Plošné vyjádření hustoty

„Tento systém vyjadřuje zaplnění plochy pleteniny vazebními prvky nebo nití těchto vazebních prvků. Se zřetelem na soustavu jednotek SI je hustota pleteniny vyjádřena vztahem“ [3]

$$H_c = H_s \cdot H_r \quad (4)$$

kde H_c – hustota celková [oč.m⁻²], H_s – hustota sloupku [sl.m⁻¹], H_r – hustota řádku [ř.m⁻¹]

2.5 Plošný koeficient plnosti

Tento systém je nejvhodnější pro ZJ hladkou pleteninu. Jelikož dochází ke stlačení niti a uvažuje se pouze plocha očka, tak může dojít ke zkreslení výsledné hodnoty, která může být menší než 1. [3]

$$h_p = \frac{w \cdot c}{d \cdot l_o} \quad (5)$$

kde h_p – plošný koeficient plnosti [-], w – šířka očka [mm], c – výška očka [mm], d – průměr niti [mm], l_o – délka nitě v očku [mm]

2.6 Pevnost pletenin

U běžných pletenin není až tolik podstatné znát její mezní pevnost, jelikož často dojde k jejímu poškození jiným způsobem než přetržením celé struktury. Jinak tomu je v případě pletenin s vloženými neelastickými nitěmi pro technické textilie, které nahrazují tkaniny. Proto je u těchto pletenin důležité znát její pevnost, jelikož se jedná o důležitý parametr tkanin. Útek poskytuje pletenině větší pevnost a stabilitu. [3]

2.7 Tažnost pletenin

Tažnost pletenin je rozdílná v příčném a podélném směru. Vložená neelastická příčná nit má za důsledek snížení tažnosti v příčném směru.

2.8 Srážení pletenin

Definicí srážení pletenin je vyjádření změny rozměru pleteniny v procentech původní délky. Rozměr pleteniny na stroji se liší s rozměrem po sejmutí ze stroje nebo po relaxaci pleteniny. Relaxaci dochází díky fyzikálním podmínkám jako je čas, teplota a vlhkost k samovolné změně rozměrů pleteniny. Kladné srážení ($l_2 < l_1$) znamená, že pletenina zmenší svůj rozměr a pokud dojde k zápornému srážení, tak dojde ke zvětšení rozměru pleteniny (typické pro vazby s chytovými kličkami). [3]

$$s_p = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \cdot 100; \quad s_t = \frac{\dot{s}_{str} - \dot{s}_u}{\dot{s}_{str}} \cdot 100 \quad (6)$$

kde s_p – srážení pletenin [%], l_1 – původní rozměr [mm], l_2 – nový rozměr [mm], s_t – srážení pletenin po sejmutí [%], $\dot{s}_{str}$ – šířka úpletu na stroji [mm], $\dot{s}_u$ – šířka úpletu po sejmutí/relaxaci [mm]

3 Vstupní materiál pro pletení

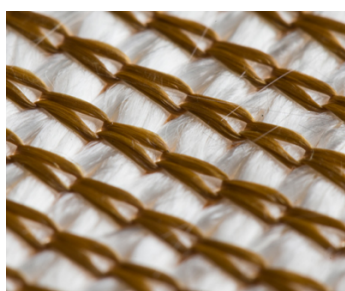
Vstupních materiálů pro pletení je celá řada od přízí z přírodních či syntetických materiálů po multifily, monofily atd. Vstupní materiál velmi ovlivňuje výsledné parametry a vlastnosti pletenin. Očkovatelné vstupní materiály musí splňovat technické parametry jako je vhodný zákrut (který je menší, než je tomu v případě tkalcovských nití), pevnost, ohebnost, pružnost, vhodná jemnost pro dané dělení stroje apod. Obecným názvem pro délkové textilie ze staplových nebo nekonečných vláken je používán pojem nit. Tato práce je zaměřena na technické textilie, a proto je vstupním materiálem PES a POP multifil, což je délková textilie obsahující desítky či stovky nekonečných vláken chemických nebo syntetických.

3.1 Speciální vlákna a materiály vhodné pro pletení

Speciální vlákna jsou využívány pro technické textilie (medicinské, geotextilie, agrotexilie, ochranné textilie, kompozita apod.). Pro technické textilie jsou rozhodující požadavky jako je vysoká pevnost, vysoký modul pružnosti, malá tažnost, odolnost vůči

chemikáliím a vysokým teplotám. V medicíně je to např. biokompatibilita, ochrana vůči virům, vstřebatelnost uvnitř lidského těla atd. [14]

V pletených technických textiliích se využívají materiály jako jsou aramidová vlákna, uhlíková vlákna, speciální monofilny a multifily, kovové příze, ... viz obrázek 5. [13]



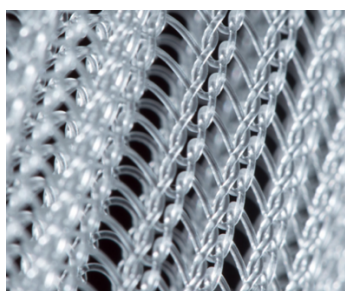
Zylon + glassfiber



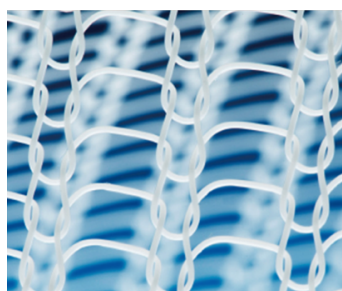
Zylon + Nylon
monofilament



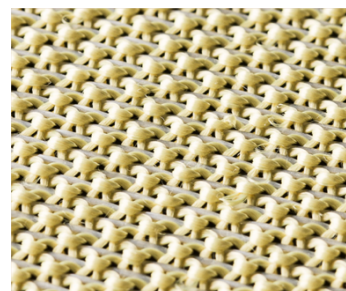
Thermo yarn + nylon



Nylon monofilament



PET monofilament



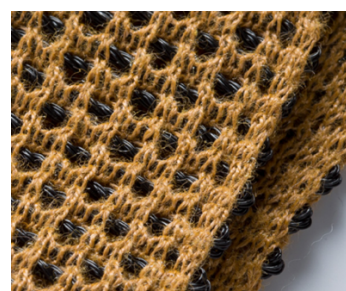
Kevlar



Zylon + Polyester



Stainless steel 304



Zylon + Polyethylene

Obrázek 5 – Upravený obrázek pletenin ze speciálních materiálů – Shima Seiki [13]

3.2 Délková hmotnost multifilu

Délková hmotnost nebo též jemnost multifilu T [tex] vyjadřuje vztah mezi hmotností multifilu m_m [g] a délkou l_m [km]. Je důležitou geometrickou vlastností vláken a dále souvisí s průřezem a hustotou. Jelikož nit o stejné jemnosti, ale s různou hustotou materiálu bude mít odlišný průměr niti. S vyšší hustotou má nit menší průměr a obráceně. [4]

Jemnost multifilu se zjišťuje buď gravimetrickou metodou podle normy ČSN EN ISO 2060, nebo pomocí výpočtu.

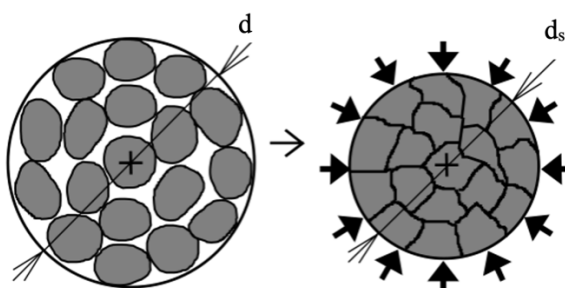
$$T = \frac{m_m}{l_m} \quad (7)$$

kde T – jemnost [tex], m_m – hmotnost multifilu [g], l_m – délka multifilu [km]

3.3 Průměr multifilu

Průměr d [mm] stejně jako jemnost T [tex] lze vypočítat teoreticky na základě znalosti parametrů vstupního materiálu nebo za pomoci obrazové analýzy podélných pohledů, příčných řezů nebo s využitím měřicího zařízení jako je CTT. Objektivně nelze stanovit průměr multifilu z měření, proto se určuje pomocí výpočtu a orientačně pomocí měření. Multifil díky vzduchovým mezerám mezi fibrilami není stejnoměrný homogenní válec. [5]

Substanční průměr d_s [mm] nepočítá se zaplněním, respektive se zaplnění rovná jedné. To by nastalo v případě, že by došlo ke stlačení vláken k sobě a tím se vytlačil všechny vzduch mezi vlákny a vznikl by kompaktní kruhový průřez substanční plochy. Skutečný průměr d [mm] bude vždy větší nežli substanční průměr. [6]



Obrázek 6 – Průměr niti a substanční průměr niti [6]

$$d_s = \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho}} \quad (8)$$

kde d_s – substanční průměr [mm], T – jemnost multifilu [tex], ρ – hustota (měrná hmotnost vláken) [kg.m⁻³]

Pro stanovení průměru multifilu, který počítá i se vzduchovými mezerami mezi jednotlivými filamenti lze využít vztah (9). Zaplněním μ nabývá hodnot od 0 do 1. [6]

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot T}{\pi \cdot \mu \cdot \rho}} \quad (9)$$

kde d – průměr multifilu [mm], T – jemnost multifilu [tex], μ – zaplnění [-], ρ – hustota (měrná hmotnost vláken) [kg.m⁻³]

3.3.1 Stanovení průměru multifilu

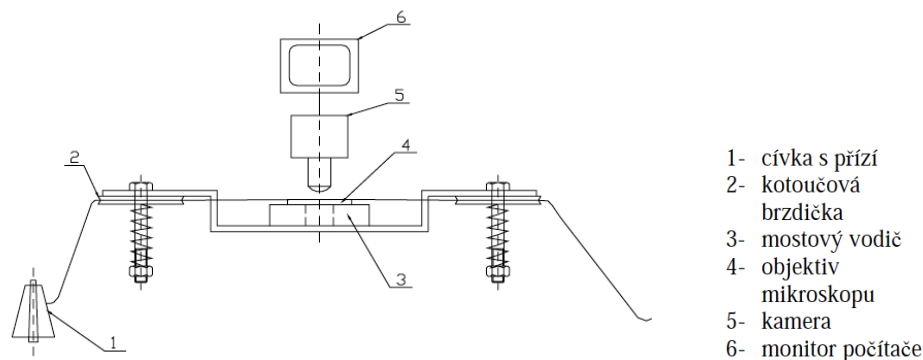
Pro měření průměru multifilů byly vybrány dva typy měřících metod. První metoda využívá laboratorní zařízení CTT pro stanovení průměru. Druhá metoda pro zjištění průměru multifilu je za pomoci podélných snímků multifilů pořízených na makroskopu, kde byly zvoleny dva způsoby stanovení průměrů ze snímků. Prvním způsobem je průměr naměřen ze snímků díky minimálnímu průmětu, který byl vyhodnocen pro každý vhodně nadefinovaný snímek. Druhý způsob probíhá pomocí obrazové analýzy z definovaných ploch, kde známe hodnotu plochy těla multifilu na snímku a délku snímaného úseku multifilu (maximální průmět). Na základě toho byla dopočítána průměrná hodnota průměru multifilu z jednomu snímkem a takto individuálně pro každý snímek zvlášť. Celkem bylo pořízeno a vyhodnoceno pro každý materiál 100 snímků.

Měřící zařízení Constant Tension Transport:

Constant Tension Transport neboli CTT je měřící přístroj vyrobený společností LAWSON-HEMPHILL. Tento přístroj umožňuje širokou škálu různých testů díky vyměnitelným modulům podle typu zkoušky např. pro zjištění průměru multifilu, chlupatosti, naměření počtu provířených míst v měřeném úseku atd. Testovací přístroj začíná měření tak, že dojde automaticky při rychlosti 100m.min⁻¹ ke zjištění referenčního průměru multifilu na 100m délky multifilu a dále automaticky následuje samotné měření průměru multifilu na dalších 100m délky multifilu za stejné rychlosti. [7], [8]

Podélné pohledy:

Postup této metody zjištění průměru byl proveden na základě interní normy FT TUL č. 22-102-01/01 – Průměr a chlupatost příze. Zkouška spočívá v nasnímání podélných pohledů příze pro stanovení průměru příze s tím, že stejným způsobem byl vyhodnocován PES multifil.



Obrázek 7 – Schéma makroskopu pro snímání podélných pohledů [22]

Postup zpracování podélných snímků v obrazové analýze:

Program obrazové analýzy Nis–Elements slouží k vyhodnocení snímků (i série snímků) podélných pohledů – 1 viz obr. 28. Po nasnímání a nahrání snímků do programu následuje nadefinování práhu obrazu – 2. A poté za pomoci morfologických úprav jako je vyčištění obrazu, uzavření otvorů, dilatace apod. je přesně nadefinováno tělo multifilu s tím, že jednotlivé snímky ze série snímků lze individuálně upravit dle potřeb. Dále následuje samotné měření na snímcích – 3, kde veličiny měřené na objektech jsou plocha, minimální průmět a maximální průmět. Ukázkové výsledky měření – 4. Snímky a jejich výsledky měření lze vyhodnotit dvěma způsoby:

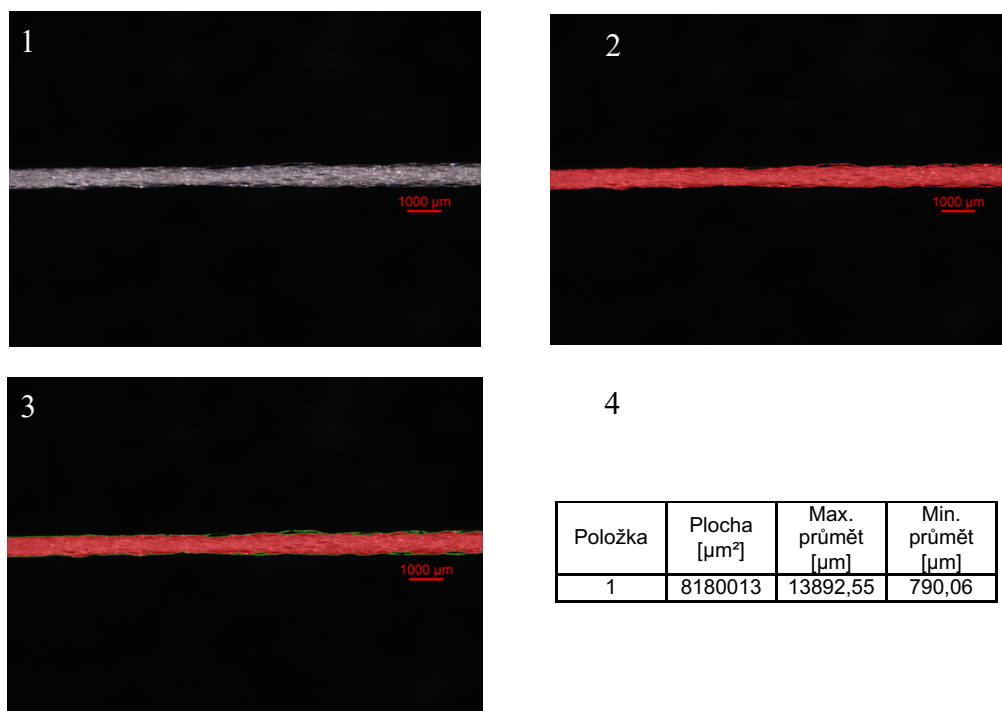
První metoda je stanovení průměru pomocí minimálního průmětu, kde výslednou hodnotou je průměr.

Druhá metoda spočívá ve výpočtu průměrné hodnoty průměru nití z jednoho snímku. Naměřené hodnoty plochy těla multifilu a max. průmětu (délka snímaného úseku multifilu) viz vzorec níže.

$$d = \frac{S}{l_s} \quad (10)$$

kde d – průměr [μm], S – plocha snímaného multifilu [μm^2], l_s – délka snímaného úseku multifilu [μm]

Ze série snímků byl vybrán jeden ukázkový snímek multifilu, na kterém je vysvětlen postup pro zjištění průměru z podélných pohledů na obrazové analýze.



Obrázek 8 - Postup v obrazové analýze, 1 - snímek multifilu PES 1 s měřítkem, 2 - definování prahu a morfologické úpravy pro stanovení těla nitě, 3 měření na výsledném nadefinovaném snímku, 4 - tabulka výsledků

3.4 Pevnost a tažnost multifilu

Pevnost multifilu je síla potřebná k jeho přetržení. Zjišťování pevnosti a tažnosti se provádí podle normy ČSN EN ISO 2062. Tento testovací přístroj je určen pro testování mechanických vlastností délkových i plošných textilií. Na jednom vstupním materiálu bylo provedeno celkem 50 měření při upínací délce 500 mm s konstantní rychlostí čelisti a s předpětím stanoveným dle jemnosti měřeného materiálu. [8]

Pro srovnání různých materiálů a jejich pevností mezi sebou je vhodné maximální pevnost, která je ovlivněná jemností, přepočítat na relativní pevnost:

$$R = \frac{F}{T} \quad (11)$$

kde R – relativní pevnost [N/tex], F – maximální síla [N], T – jemnost [tex]

Vzorec pro výpočet tažnosti multifilu:

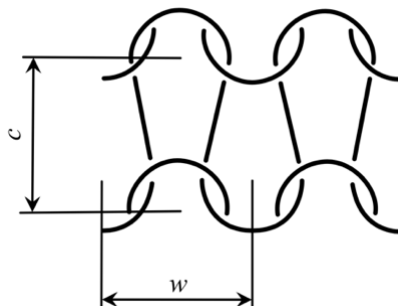
$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad (12)$$

kde ε – tažnost [%], L_1 – délka nitě při přetrhu [mm], L_0 – upínací délka [mm]

4 Geometrické modely oka

Geometrický model oka je důležitý pro teoretický výpočet délky nitě v oku neboli spotřebu vstupního materiálu na jedno oko pleteniny. Spotřeba vstupního materiálu je závislá na typu vazebního prvku, jelikož spotřeba na jedno oko pleteniny bude rozdílná, než na jiný vazební prvek jako je chytová klička apod. [3]

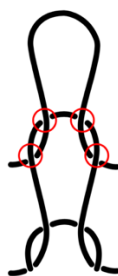
Pro geometrický model jsou důležité parametry šířka oka (w), výška oka (c), popř. dále tvar a velikost jehelních a platinových oblouků, zešíkmení stěny oka. viz obr. 6 níže. [3]



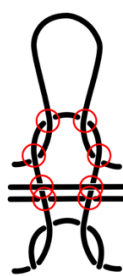
Obrázek 9 – Upravený obrázek s popis oka, w – šířka oka (rozteč sloupků), c – výška oka (rozteč řádků) [3]

4.1 Vazný bod

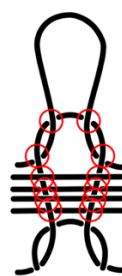
Vazný bod je „styk nití různých oček nebo kliček. Očko samotné má čtyři vazné body se sousedním očkem předcházejícího řádku a čtyři vazné body s očkem v řádku následujícím.“ [3] Pletenina s dvěma vloženými útky (vazba ZJ 1.2) v jednom řádku má jedno oko celkem dvanáct kontaktních bodů. Vložené útky jsou v kontaktu pouze se stěnami oček základní pleteniny. [3]



ZJ



ZJ 1.2



ZJ 1.4

Obrázek 10 - Obrázky je inspirován literaturou Vazby pletenin [3] doplněné o vložené příčné nitě. ZJ – zátažná jednolící pletenina, ZJ 1.2 – zátažná jednolící pletenina se dvěma útky, ZJ-1.4 zátažná jednolící pletenina se čtyřmi útky.

4.2 Dalidovičův model oka

Dalidovičův geometrický model je jedním z jednoduchých geometrických modelů oka vycházejícího z předpokladu kdy je průměr nitě neměnný, obloučky v modelu tvoří

půlkružnice, sousední platinové i jehelní oblouky mají stejný průměr a stěny oček jsou definovány úsečkami. Model zanedbává vlastnosti nitě, působení sil, tření a fyzikální podstatu pleteniny. [1]

Rovnice pro výpočet délky nitě v očku:

Bez zešíkmení stěn oka (Dalidovič - 1)

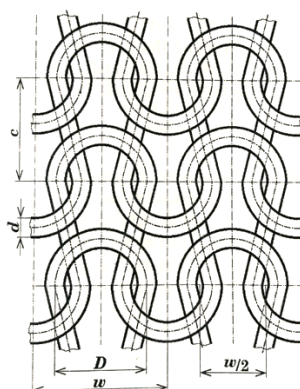
$$l_{oDALIDOVICH I.} = \frac{\pi}{2}w + \pi \cdot d + 2c \quad (13)$$

kde l_o – délka nitě v očku [mm], c – rozteč řádků [mm], w – rozteč sloupků [mm], d – průměr nitě [mm]

Se zešíkmením stěn oka (Dalidovič - 2)

$$l_{oDALIDOVICH II.} = \frac{\pi}{2}w + \pi \cdot d + 2\sqrt{c^2 + d^2} \quad (15)$$

kde l_o – délka nitě v očku [mm], c – rozteč řádků [mm], w – rozteč sloupků [mm], d – průměr nitě [mm]



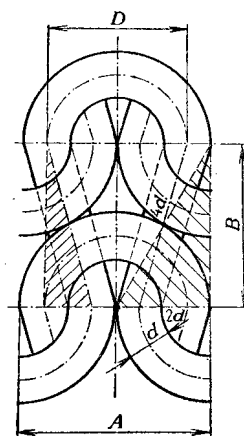
Obrázek 9 - Dalidovičův model oka [1]

4.3 Chamberlainův model oka

Model oka vychází z plošné geometrie. Předpoklady geometrie oka jsou – platinové a jehelní oblouky vycházejí z kruhového tvaru, jsou stejně velké a osy mají v jedné přímce, oblouky a úsečky navazují sečně. Model a rovnice pro délku oka viz níže. [3]

$$l_{oCHAMBERLAIN} = \pi \cdot 3d + 2\sqrt{B^2 + d^2} = d \cdot (3\pi + 2\sqrt{13}) = 16,64d \quad (16)$$

kde l_o – délka nitě v očku [mm], B – rozteč řádků [mm], d – průměr nitě [mm]

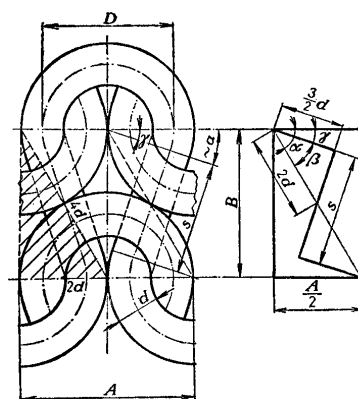


Obrázek 10 - Chamberlainův model očka [3]

4.4 Pierceho model očka

Model očka je obdobný jako je Chamberlainův model očka s tím rozdílem, že oblouky a úsečky navazují tečnou. „Délky oblouků jako poloviny kružnice budou tedy zvětšeny o úseky do začátku stěny. [3]

$$l_{o \text{ PIERCE}} = \pi 3d + 4a + 2s; \quad l_{o \text{ PIERCE}} = 16,66 \cdot d \quad (17)$$



Obrázek 11 - Pierceho model očka [3]

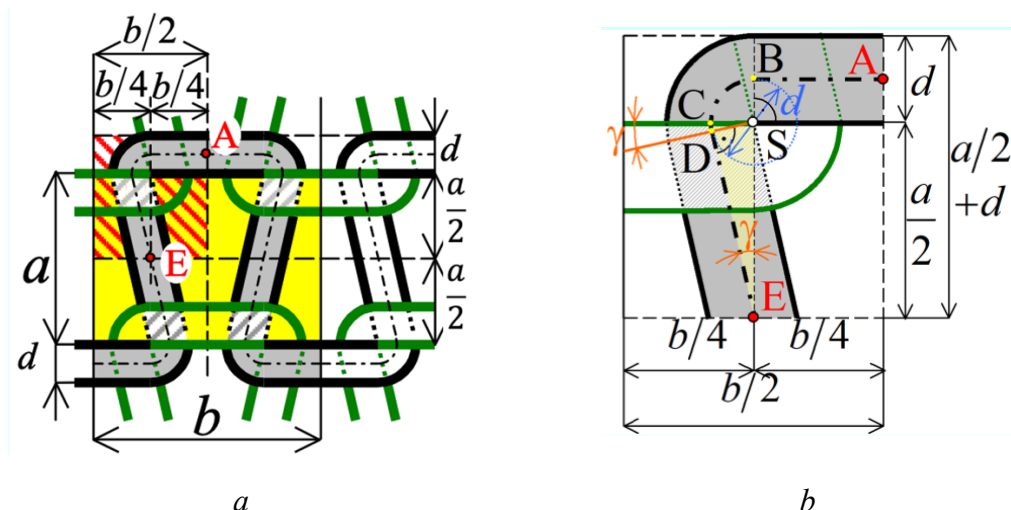
4.5 Model očka pana profesora Neckáře

Strukturální jednotkou v modelu očka tvoří žlutý obdélník o stranách ab znázorněného na obrázku a . Očko je symetrické a skládá se ze čtyř shodných částí o rozměru stran obdélníku $b/2$ a $a/2+d$ (opakující se 1/4 očka je z bodu A do bodu E). [21]

Výsledná rovnice pro modelovou délku nitě v očku:

$$l_{o \text{ NECKÁŘ}} = b + \pi d + 2d \arcsin \frac{d}{a} + 2\sqrt{a^2 - d^2} \quad (18)$$

kde l_o – délka nitě v očku [mm], a – rozteč řádků [mm], b – rozteč sloupků [mm], d – průměr nitě [mm]



Obrázek 12 - Geometrický model pro. Neckáře, a-strukturální jednotka modelu oka, b-délka 1/4 oka AE [21]

4.6 Upravený Pierceův model tkaniny pro stanovení délky nitě útku ve strukturální jednotce pleteniny

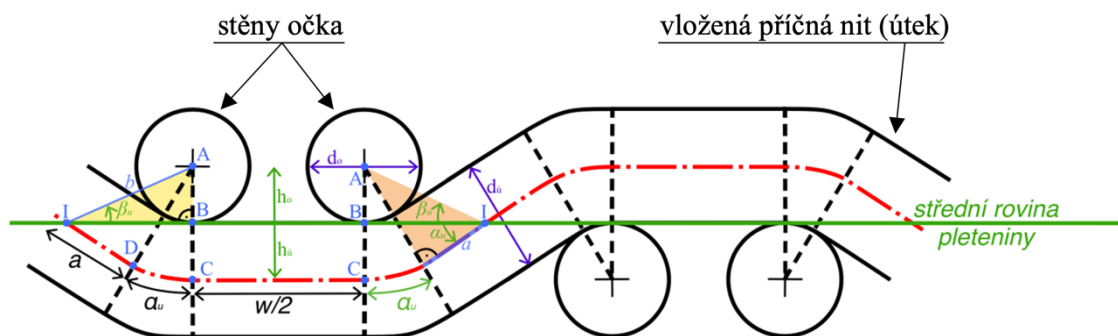
Mírou zvlnění se rozumí výška vazné vlny, což je největší vzdálenost osy nitě od střední roviny pleteniny. Model je apriorně geometrický a vychází z předpokladů, kde průřez nití je kruhový, osy nití jsou složeny z kruhových oblouků a úseček. Pierceův model tkaniny odpovídá nevyrovnané struktuře tkaniny, zatímco v upraveném modelu pro pleteninu má pletenina vyrovnanou strukturu, kdy jsou si výšky vazných vln rovny. Model je upraven pro vložený útek v ZJ pletenině, nikoliv ve tkanině. V upraveném modelu je průměr očkotvorné i neočkotvorné nití shodný, průměr je kruhový a jedná se o vyrovnanou strukturu. [23]

$$e_o = 0,5$$

$$e_{\dot{u}} = 0,5$$

$$d_o = d_{\dot{u}}$$

$$h_o = h_{\dot{u}}$$



Obrázek 13 - Model strukturální jednotky pro spotřebu neočkotvorné nití ve vazbě 1.2 vycházející z Pierceova modelu.

Vzdálenost stěn oka odpovídá $w/2$. Bod I leží v bodové symetrii osy nitě na střední rovině pleteniny. Kruhový oblouk CD se středem v bodě A (poloměr je roven $h_o + h_u$). Délka zjišťovaného opakujícího se úseku odpovídá kruhový oblouk CD + úsečka DI + rovné úseky mezi stěnami oka $w/2$. Prvním výpočtem je úsečka DI = a . Dále mezi úhly α_u, β_u a $\alpha_u + \beta_u$ platí goniometrické vztahy díky kterým lze zjistit hodnotu $tg(\alpha_u)$. Jako poslední je délka oblouku CD, kde je úhel v radiánech. Jedná se o rovnice pro geometrický model provázání útku pleteninou výše. [23]

$$a = \sqrt{\left(\frac{w}{4}\right)^2 + h_o^2 - (h_o + h_u)^2} \quad (19)$$

$$tg(\alpha_u + \beta_u) = \frac{h_o + h_u}{a} \quad (20)$$

$$tg(\beta_u) = \frac{4 \cdot h_o}{w} \quad (21)$$

$$tg(\alpha_u) = \frac{tg(\alpha_u + \beta_u) - tg(\beta_u)}{1 + tg(\alpha_u + \beta_u) \cdot tg(\beta_u)} \quad (22)$$

$$CD = \alpha_u \cdot \frac{d_o + d_u}{2} \quad (23)$$

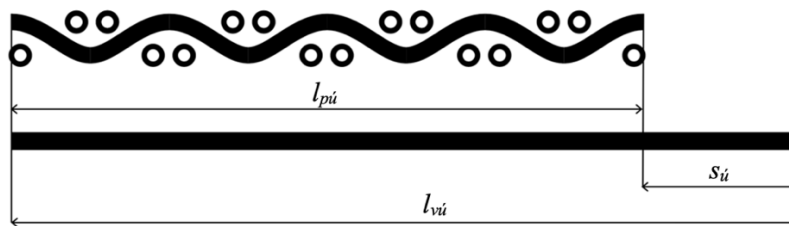
$$l_u = 2a + \frac{w}{2} + 2CD \quad (24)$$

$$l_{uSJ} = 4a + w + 4CD \quad (25)$$

kde a – je délka úsečky mezi body DI, w – rozteč sloupků, h_o – výška vazné vlny očky, h_u – výška vazné vlny útku, d_o – průměr nitě v očku, d_u – průměr útkové nitě, CD – délka kruhového oblouku, l_u – délka útku, l_{uSJ} – délka útku ve strukturální jednotce

4.6.1 Setkání příčně vložené nitě v pletenině

Příčně vložená nit v pletenině se v řezu velmi podobá provázání útkové nitě tkaninou. Proto je délka vloženého útku v pletenině vyjádřena setkáním útku vycházející ze tkaní. Setkání vyjádřené v procentech se definuje jako rozdíl mezi délkou vypárané nitě (příčně vložené nitě v pletenině) l_u a šířkou měřeného vzorku (pleteniny) $l_{pú}$. [16]



Obrázek 14 - Schéma útku v pletenině, vypáraného rovného útku a setkání útku

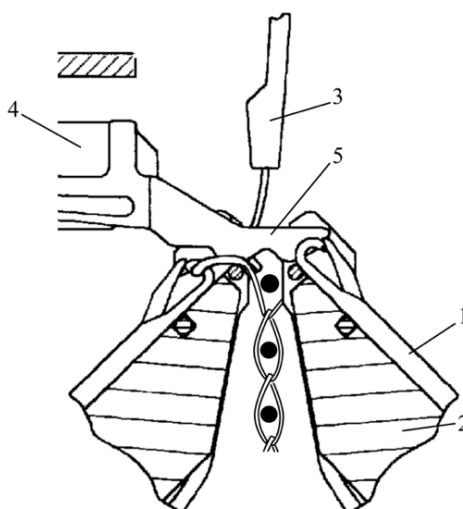
Setkání útkové nitě zjišťováno na vzorcích pletenin o rozměru 10 x 10 cm je dáno vztahem [17]:

$$s_u = \frac{l_{vu} - l_{pu}}{l_{pu}} \cdot 10^2 \quad (26)$$

kde s_u – setkání útku [%], l_{vu} – délka vypárané útkové nitě [mm], l_{pu} – šířka pleteniny [mm]

5 Dvoulůžkový plochý pletací stoj

Dvoulůžkový plochý pletací stroj (PPS) viz obr.11 kde 1 je pletací jazýčková jehla, které je uložena v jehelním lůžku 2. Jehelní lůžko se dělí na přední PL a zadní ZL. Každá jehla má v jehelním lůžku svou drážku, ve které je pohyblivá ve směru nahoru a dolu. Pohyb je umožněn zámkovou soustavou, která tlačí na kolénka jehel. A tím se jehly buď zvedají nebo stahují v jehelním lůžku do určité pracovní polohy. Vstupní materiál je vkládán vodičem 3 anebo speciálním thick vodičem, který je díky většímu oříšku vhodný pro vkládání útku. V přítlačném lůžku 4 jsou uloženy platiny 5, které fixují útek, aby nedošlo ke vložení útku do hlavy jehly. [1], [2]



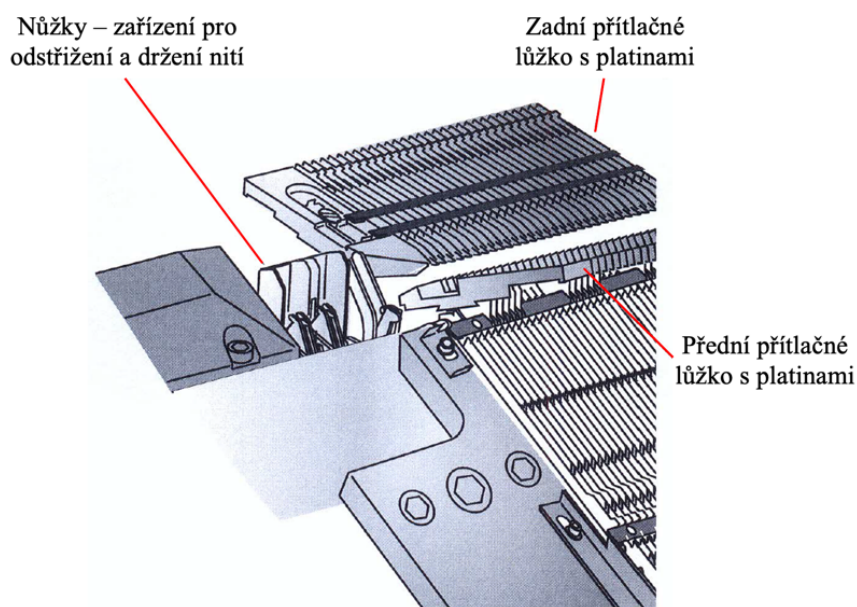
Obrázek 15 - Upravený obrázek z patentu s přítlačným lůžkem a platinou [18]

5.1 Stroj Shima-Seiki SRY 123LP

Navržené vzorky byly upleteny na stroji firmy Shima Seiki typu SRY 123LP. Jedná se o elektronicky ovládaný dvoulůžkový plochý pletací stroj třísystémový. Pracovní šířka stroje je 122 cm s max. pletací rychlostí 1,4 m/s a dělení stroje je 14G. Stroj má dvě lůžka osazené pletařskými jazýčkovými jehlami s převěšovacími pery a dvě přídavná přitlačná lůžka s platinami, které umožňují vkládání příčných útků do pleteniny v průběhu pletení. Dále má stroj speciální thick vodič, který má robustnější konstrukci s větším průměrem otvoru v oříšku a slouží pro vkládání útku. Oproti standardním vodičům určeným pro pletení jsou tyto vodiče uzpůsobené pro textilní délkové útvary téměř všeho druhu, i ty které by jinak nebyly vhodné k pletení. Navíc během programování je při exportu souboru pro pletení automatická kontrola programu a vstupních dat tak, že nelze pomocí tohoto thick vodiče plést vazební prvek. [11]

5.1.1 Funkce přitlačných lůžek s platinami

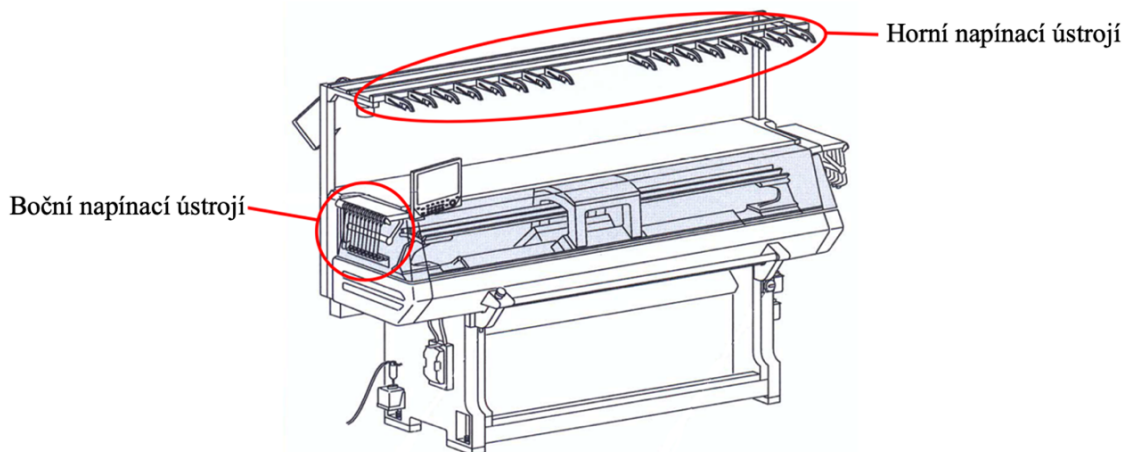
Přitlačná lůžka s platinami slouží k přidržování oček u odhozové roviny, což nám zaručuje plnou kontrolu pro vkládání útku. Útek je fixován a díky platinám nemůže dojít k přesmeknutí útku do hlavy jehly v důsledku třecích sil při zdvihu jehly do uzavírací, popř. převěšovací polohy [12]



Obrázek 16 - Popis obrázku z manuálu [19]

5.1.2 Napínací a podávací ústrojí stroje

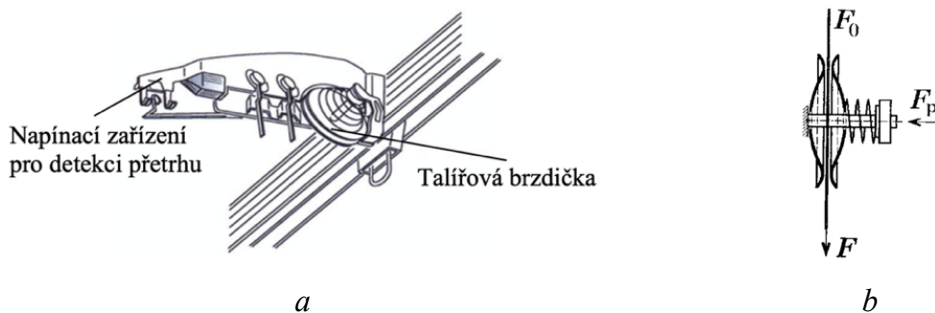
Napínací a podávací části PPS se nacházejí v horní části stroje a po obou bocích stroje pro možnost navedení vstupního materiálu z pravé i levé strany. Cívka je postavena nahoře na stroji na trnu, který je umístěný pod vodícím očkem. Vstupní materiál je navedený do horního napínacího ústrojí a následně do levého bočního napínacího ústrojí. Brzdičky na stroji se řadí mezi pasivní podavače.



Obrázek 17 - Schéma stroje umístěná napínacích ústrojí [19]

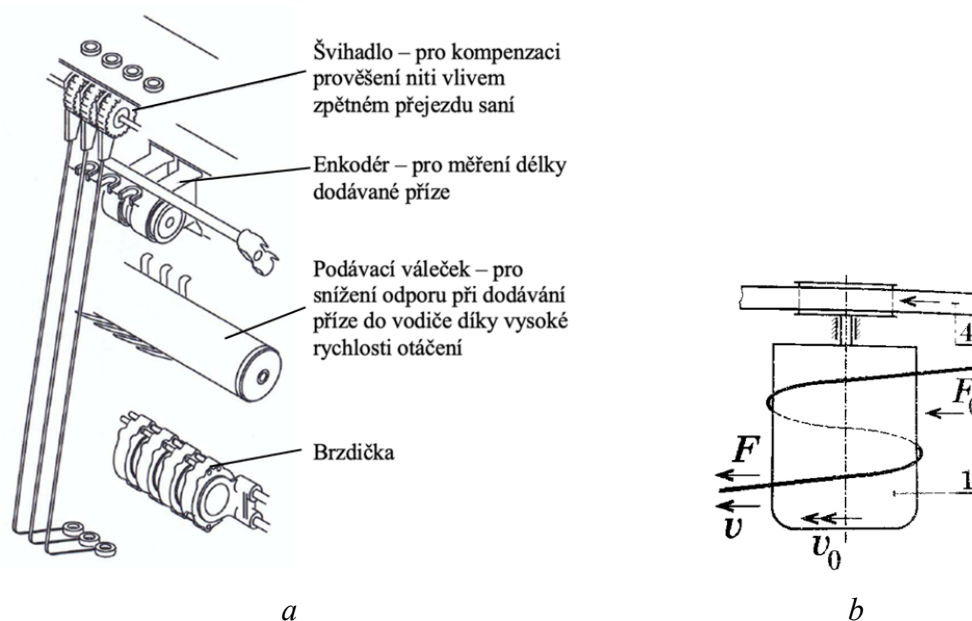
Tahové síly přiváděných nití jsou regulovány aktivním nebo pasivním způsobem. Mezi pasivní se řadí brzdy (nejčastěji talířový napínač obr. 18b), které jsou bez přívodu energie. Nebo aktivní podavače, které mohou měnit tah nitě v obou směrech a jsou poháněné. Prokluzový podavač obr. 19b není dokonale negativním podavačem (nemůže zajistit neměnný tah v niti) a jeho obvodová rychlost je mnohem vyšší než rychlost nitě, která je kolem tělesa opásaná. [1]

Horní napínací ústrojí:



Obrázek 18 - Horní napínací ústrojí s popisky a, b – talířová brzdička (tahové síly -pasivní podavač) [1], [19]

Boční napínací ústrojí pro DSCS:



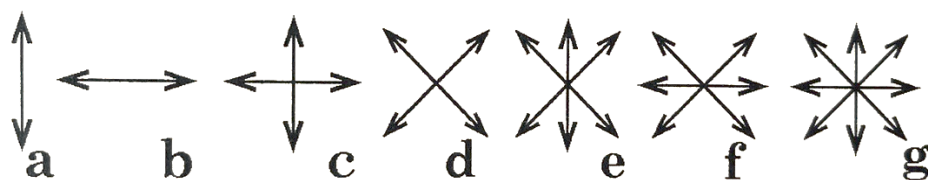
Obrázek 19 - Boční napínací ústrojí a, b – prokluzový podavač (tahové síly) [1], [19]

5.2 Zátěžné pleteniny s útky

Jedná se o hybridní pleteninu s vloženými nitěmi, které jsou provázány pouze pomocí podložených a lícních kliček. Přídavné nitě vkládané v příčném směru připomínají provázáním tkalcovský útek, a proto jsou často nazývány jako vložený útek (inlay nebo weft yarn v zahraničí). Pleteniny si zachovávají pružnost ve vertikálním směru, zatímco v horizontálním směru mají pleteniny tažnost omezenou (v případě vložení pevných/neelastických nití). V mnoha ohledech tento typ pletenin překonává vzhledem, technikou i vlastnostmi tkaniny, a to zejména v možnosti výroby tvarovaných pletenin. Zátěžné pleteniny s hybridním efektem se vyrábí na PPS i na okrouhlých pletacích strojích. Na okrouhlých strojích se vyrábí například potahové textilie pro automobilový průmysl. Práce je zaměřena na výrobu pletenin s útky na PPS. [1], [9]

Útek může ovlivnit vlastnosti pleteniny jako je stabilita struktury, tloušťku, tažnost, zotavení, omak, plošná hmotnost, povrchová textura, vzhled atd. Vstupním materiálem pro útek může být téměř jakýkoliv délkový textilní útvar i nesplňující parametry pro očkotvornost. Lze využívat nitě s vysokou tuhostí, nízkou pevností, efektní příze či příze s nepravidelnostmi apod. Proces vkládání je specifický proces, při kterém dochází ve správný čas k vložení útku do právě pleteného řádku. [9]

Pletenina s vloženým útkem se díky příčně vložené niti řadí mezi mono axiální textilie viz obr. 20 b. Lze vytvořit i pleteniny s přídavnými nitěmi vloženými v jednom či více směrech. [1]



Obrázek 20 - "Směry vedení přídavných nití"[1]

Vložené nitě se ve struktuře mohou pohybovat, a tak je vhodné použít např. chemické pojení pro zpevnění textilie, nebo vytvořit velmi kompaktní strukturu. Diagonální vkládání nití by bylo u zátěžných pleteninách velice komplikované, proto se běžněji vyskytují v osnovních pleteninách jako multiaxiální osnovní pleteniny. [1]

Pleteniny s vkládanými nitěmi mají využití převážně v technických textiliích i když se celá řada jiných typů pletenin řadí do oděvnictví. Pleteniny s vkládanými útky se vyznačují tím, že mají základní pletenou strukturu, která drží vložené nitě v pletenině. Útky jsou vkládané během procesu pletení nikoliv dodatečně po upletení. [9]

Dříve se pletly pleteniny s vkládanými útky převážně na okrouhlých pletacích strojích nebo na osnovních pletacích strojích. Zhruba od druhé poloviny 19. století se začaly vyrábět pletené potahy na matrace na okrouhlých pletacích strojích s tím, že do té doby byly pouze tkané potahy. V roce 1971 firma Shima Seiki přišla na trh s novým strojem uzpůsobeným pro vkládání příčných nití. Přibližně před 10lety začala produkce pletenin s tkaným efektem neboli s vloženými nitěmi, převážně určené k výrobě svršků sportovní obuvi. [9]

Nyní ploché pletací stroje typu SRY a SVR firmy Shima Seiki jsou uzpůsobené pro výrobu pletenin s vkládanými útky. V této práci jsou vzorky zhotovené na stroji typu SRY. Tyto stroje jsou vybaveny speciálními přítlačnými lůžky s platinami, které drží útek na svém místě během pletení. Řada strojů s názvem WholeGarment má ústrojí uzpůsobené jak pro vkládání útku, tak pro výrobu plně tvarovaných pletených výrobků. Dále byl představen v roce 2020 na výstavě v Paříži s názvem JEC World 2020 prototyp plochého pletacího stroje schopného vkládat nitě multiaxiálně. [9]

Ploché pletací stroje s možností vkládání nití mohou vyrábět 3D tvarované pleteniny z karbonu, tvarované kompozitní předlisky/polotovary apod. Zhotovený tvarovaný produkt šetří nejen čas ale i materiál (úspora drahých technických materiálů), jelikož je výrobek ve finálním tvaru a na míru vyrobený podle potřeby. [9]

Firma Stoll rovněž představila stroje určené pro výrobu pletenin s vloženými nitěmi. Výroba pletenin s útky je opět zaměřena na technické textilie. Stroje řady ADF mají individuálně se pohybující vodiče, kdy vodiče již nejsou ovládány saněmi. Každý vodič má svůj vlastní zdroj pohonu a tím došlo ke zvýšení kvality vyrobených pletenin, jelikož nit je vedena bez prokluzového podavače. Navíc není vedena ze strany stroje. Tento typ strojů vyrábí též firma Steiger Na jednom stroji může být až 32 vodičů na 8 oboustranných vodičových lištách. Vodiče jsou vhodné pro pletení oček, intarzie, kryté pleteniny či vkládání příčných nití. Tudíž je možné uplést všechny tyto techniky najednou v jednom produktu. Existují i speciální vodiče, které umožňují vkládání velmi hrubých nití tkz. thick vodič. V roce 2019 byl představen na výstavě ITMA nový model stroje s názvem Vega 3.130, který umožňuje výrobu pletených technických textilií s vloženými podélnými či příčnými nitěmi. Stroj umožňuje vkládat speciální nitě určené pro technické textilie. [9]

6 Pletené technické textilie

Obecně textilie dělíme na oděvní, interiérové a technické. Pleteniny i jiné technické textilie nemusí splňovat primárně estetické vlastnosti. Musí být především praktické, funkční a musí splňovat potřebné parametry pro dané použití. Technické textilie mohou být dále děleny na izolační, filtrační a mechanicky odolné nebo podle struktury na 1D, 2D a 3D textilie. V technických textiliích lze používat materiály a struktury, které se běžně v textiliích nepoužívají. Do technických textilií se řadí např. automobilový průmysl, lékařství, geotextilie, agrotextilie, ochranné oděvy apod. [1], [10]

V dnešní době jsou pro nás technické textilie nepostradatelné v oborech jako je automobilový průmysl, letectví atd. s rychlým vývojem a růstem na trhu. Především v období pandemie Covid-19 šel pokrok technických textilií výrazně kupředu. Pro propagaci různých výrobců slouží např. výstava TechTextile, která je zaměřena na technické textilie. [1]



a



b

Obrázek 21 – a – Předlisek z uhlíkových vláken [13]; b – Glass-KNIT nachází uplatnění například v oblastech větrné energetiky, automobilovém průmyslu, sportu apod. [20]

6.1 Pletená obuv

Na PPS strojích firem Shima Seiki a Stoll byly vyrobeny pletené svršky tenisek pro značku Nike (model obuvi Fly knits) a Adidas (model obuvi Primeknit). Sportovní obuv byla vytvořena a prezentována na olympijských hrách, které se konaly v roce 2012 v Londýně. Svršky bot byly upleteny plně tvarované, což znamená menší spotřeba materiálu. Struktura boty byla kompaktní a svršky obsahovaly i otvory na tkaničky. Boty byly vytvořeny pro fotbal, běh a jiné atletické disciplíny. [9]

Pravá a levá bota má zrcadlový tvar i design, proto museli výrobci zvlášť naprogramovat a uplést pravý a levý svršek boty zvlášť pro jeden pár bot. Programování zahrnuje i různé barevné, vazební atd. změny. [9]

Boty vyrobené na PPS nebyly určené pouze pro vrcholové sportovce na olympiádě, ale velmi rychle si získaly oblibu i na rekreační sporty nebo jako vycházková obuv. A tak se pohodlné boty se sportovním vzhledem staly velmi populární napříč všech generací a aktivitám. [9]

Dříve se pletené svršky bot vyráběly na okrouhlých a osnovních pletacích strojích, kde byly vyrobeny v metráži, ze které byly svršky bot odděleny, což vedlo ke větší spotřebě materiálu. Výrobnost takových svršků je vyšší než u PPS. Svršky bot se též vyráběly i na maloprůměrových pletacích strojích určených k výrobě ponožek – odtud i název „sock shoe“ neboli ponožková bota. [9]

Firma Shima Seiki přišla na trh s modelem stroje SVR 0933P určeného pro výrobu svršků bot jako je sportovní obuv, baleríny nebo kotníková obuv. Tento model stroje je vybaven i loop presser beds, které jsou určené ke vkládání útků, tudíž je na tomto stroji možné vyrobit svršky bot jako hybridní pleteniny s vloženými útky. Dále stroje v kategorii WholeGarment jsou uzpůsobené pro výrobu plně tvarovaných produktů – svršek boty je vyroben ve finálním tvaru v jednom kuse. [9]

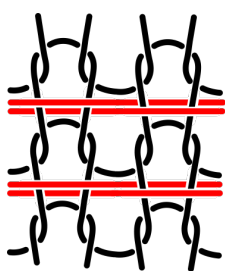
Experimentální část

V této části jsou navrženy a následně vyrobené vazby zátažných pletenin s útky, dále je zkoumána problematika vnitřní struktury pleteniny s vloženými nitěmi, vliv na spotřebu vstupního materiálu, její charakteristiky apod.

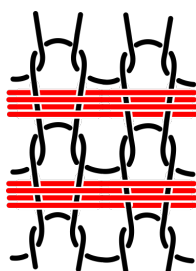
7 Navržení vazeb ZJ s útky

Navržené vazby s útky vycházejí, z jichž známých ZJ vazeb pro základní pleteninu doplněnou o příčné vložené nitě s vhodně zvoleným provázáním. Vložené útky provazují v maximálním možném provázání což znamená bez dlouhých neprovázaných úseků (dvě a více lícních/podložených kliček vedle sebe) pro správné zafixování útku, kompaktnost struktury. V případě vkládání dvou a více útků do řádku pleteniny byly útky vkládány individuálně nedruženě. Navržené vazby v provázání jsou na obr. 22 a všechny navržené vazby v programu i provázání viz přílohy.

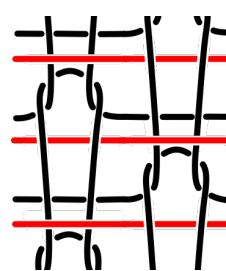
Značení vazeb v této práci – první číslo v názvu vazby značí typ vazby základní pleteniny (1 – vazba s plným počtem oček, 2 – vazba s podloženými kličkami, 3 – vazba s chytovými kličkami apod.) a číslo za tečkou označuje počet vložených útků v jednom upleteném řádku dané vazby. Grafické znázornění vazeb s útky v provázání bylo inspirováno literaturou WIRKEREI UND STRICKEREI, která uvádí zátažnou obouliční vazbu pleteniny s útky, kde jsou očka značena černou barvou a vložené útky červenou.



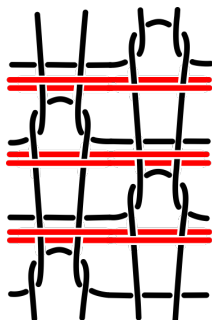
1.2 – ZJ hladká



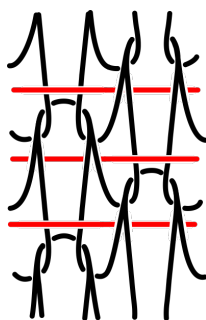
1.4 – ZJ hladká



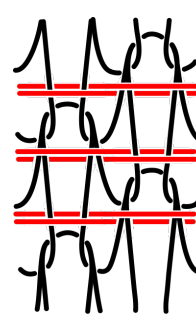
2.1 – ZJ Cross miss



2.2 – ZJ Cross miss



3.1 – ZJ struk

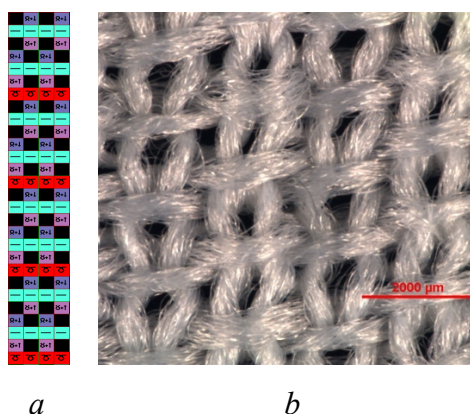


3.2 – ZJ struk

Obrázek 22 - Navržené vazby s útky v provázání oček

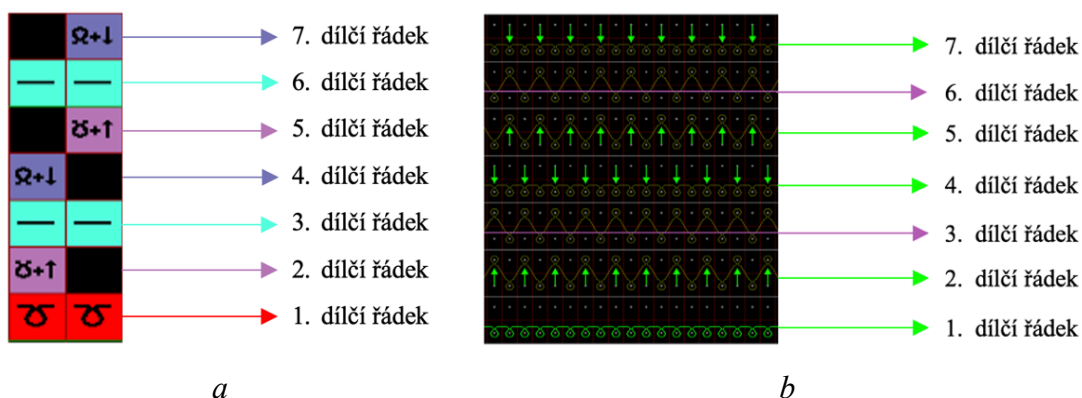
7.1 Tvorba vazeb s útky v programu APEX 3

V KnitPaint programu SDS ONE APEX 3 byla naprogramována sada ZJ vazeb s útky. Pro ilustraci a popis bude použita vazba s označením 1.2. Vazby jsou zhotoveny na rastrovém podkladu, kde jeden čtvereček tvoří jeden vazební prvek. Např. pro vytvoření vazby 1.2 bylo zapotřebí 5 různých symbolů. Jako první byla v programu vytvořena střída vazby včetně převěšování, vkládání apod. a ta byla rozkopírována na daný počet jehel (šířka pleteného vzorku) a délku vzorku (počet upletených řádků). Pro porovnání viz níže zápis vazby v programu se snímkem upleteného vzorku o rozměru 4x4 očka.



Obrázek 23 - Porovnání 4x4 očka vazby 1.2, a – znázornění vazby v programu b – nasnímaná pletenina (PES multifil)

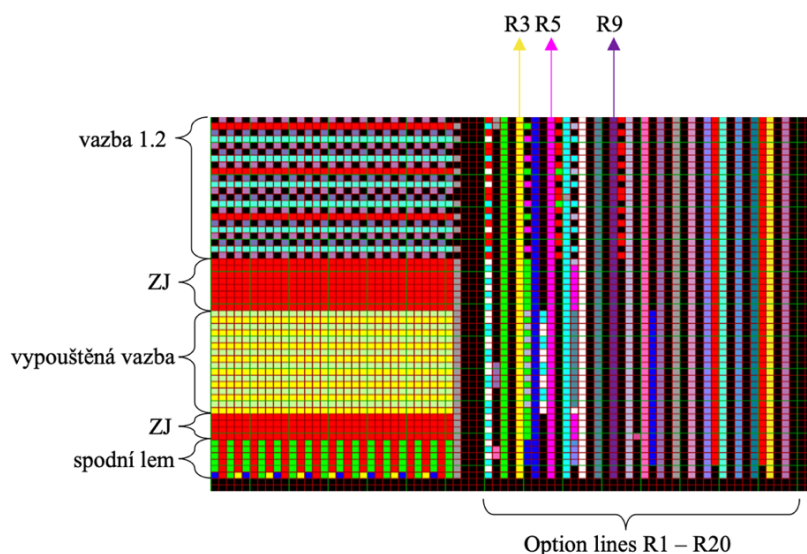
Jeden upletený řádek se skládá u vazby 1.2 ze sedmi dílčích řádků, který se stále opakuje viz obr. 24. Jako první je upleten jedolící řádek na PL na všech jehlách (1. dílčí řádek). Dále se převěsí všechna lichá očka z PL na ZL a dojde ke vložení prvního útku. Očka na ZL se převěsí zpět na PL čímž se vložený útek zafixuje. Následuje převěšení všech sudých oček na ZL, vloží se druhý útek a všechna očka se převěsí ze ZL zpět na PL a zafixují druhý vložený útek. Tento proces se opakuje stále dokola. Jelikož je stroj tří systémový, tak při jednom přejezdu saní je stroj schopen vykonat tři úkony najednou jako je např. převěšení na ZL, vložení útku a převěšení zpět na PL. Tudíž na vytvoření jednoho upleteného řádku je zapotřebí minimálně 3 přejezdů saní pro vazbu 1.2. plus jeden prázdný přejezd.



Obrázek 24 - Jeden řádek pleteniny rozepsaný na dílčí řádky a – návrh v programu, b – kontrola vazby (anglický systém)

Option lines:

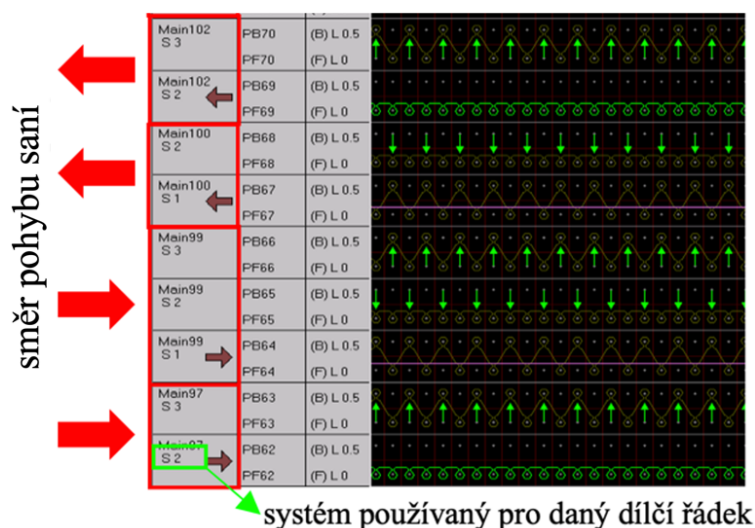
Nesou informace důležité pro stroj jako je nastavení hustot, volba vodičů, přejezdy, rychlost apod. Option lines jsou po obou stranách vazby, na pravé straně jsou pod zkratkou R s pořadovým číslem (od R1 do R20). Na levé straně jsou option lines značeny písmenem L (od L1 do L20). U prvotního návrhu vazby jsou důležité hlavně následující tři option lines. První je vyplnění R3 pro volbu vodiče, kde v případě vazby 1.2 i ostatních je použitý vodič č. 2 pro pletení oček a vodič č. 5 (thick) pro vkládání útku. Na R5 jsou použité symboly 1 (knit cancel – v řádcích kde dochází k převěšení nebo se neplete) a 2 (carrige move – prázdný přejezd saní např. z důvodu toho, že je vodič, na druhé straně pleteniny, než jsou saně). A na R9 Links process ignore podobně jako symbol 1 na R5. Např. pro nastavení hustot bylo použito osm různých adres pro různé hodnoty hustot k různým úsekům pleteniny (lem, vypouštěná vazba z důvodu zamezení nerovnoměrnosti odtahu hřebene a odtahových válců, ZJ, ZJ s útkem, horní lem atd.).



Obrázek 25 - Popis programu vazby a Option lines

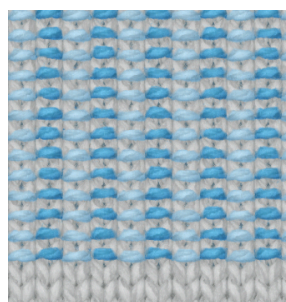
Kontrola vyexportované vazby:

Když je vazba s option lines hotová, tak následuje vyexportování, kde se nastaví vodiče, waste yarn a vodič pro lem, vodiče pro pletení, střída vazby (opakování úseku vzorku značeného na R1), a ostatní auto proces parameters. V Knit simulation proběhne kontrola, zda program odpovídá návrhu a nenahlásí případnou chybu v programování (volba vodičů, přejezdy apod.). Navržený vzorek lze ještě zkontrolovat před pletením v anglickém patronovacím systému, kde vidíme, co vše bude probíhat ve stroji, na kolika jehlách se plete, kde se převěšuje, kde a jakým vodičem se vkládá nebo plete apod. Když máme jistotu, že je vše v pořádku a že dojde na konci pletení ke shození vzorku ze všech jehel (jelikož bylo zbytečné pro vzorky řetízkovat horní okraj), tak bude program uložen na flash disc a soubor se nahraje do stroje. Na displeji pletacího stroje se nastaví hodnoty hustot dle charakteru vazby pod číselné adresy, které byly zadány v APEX programu dále odtahy, rychlost pletení atd.



Obrázek 26 - Kontrola vazby v programu před pletením

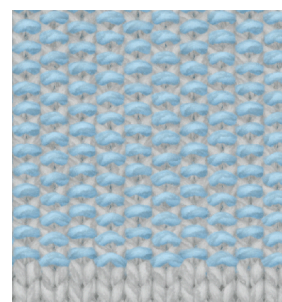
Pro navrženou vazbu v programu lze vytvořit 3D vizualizaci virtuální podoby vytvořené pleteniny viz obr. 27, kde lze nastavit vodiče, hustoty i materiál. Pro ilustraci byly jednotlivé útky v jednom řádku pleteniny a očka rozděleny barevně, ale v reálné pletenině jsou všechny útky i očka ze stejného materiálu, tudíž by mělo být vše teoreticky shodné barvy. Základní pletenina je šedé barvy, první útek v řádku je nejsvětější a poslední útek má nejtmavší barvu.



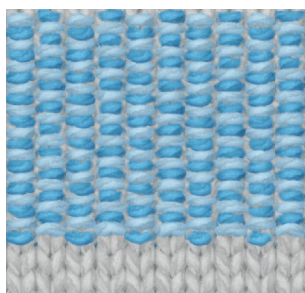
vazba 1.2



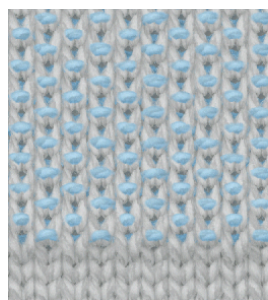
vazba 1.4



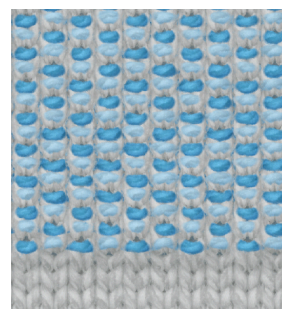
vazba 2.1



vazba 2.2



vazba 3.1



vazba 3.2

Obrázek 27 – Vizualizace pletených vzorků v programu, $w = 1,4 \text{ mm}$, $c = 1,2 \text{ mm}$

8 Výroba vzorků

Jak už bylo uvedeno, k upletení ZJ pleteniny s útky je zapotřebí minimálně dvou jehelních lůžek. V našem případě byl vytvořen řádek pleteniny na PL. Určitá část oček byla převěšena na ZL a tím vznikl prostor pro vložení útku do upleteného řádku. Thick vodič vloží útek a očka na ZL se převěsí zpět na PL a tím se útek zafixuje ve struktuře. Cílem bylo vyrobit kompaktní strukturu a k tomu je zapotřebí vhodné nastavení hustot a odtahů. Při samotné výrobě se rovněž bral ohled na techniku pletení a pletenou vazbu.

Ke zvýšení stejnoměrnosti pleteniny byla kromě DSCS použita vypouštěná vazba na začátku každého pleteného vzorku. Důvodem je rozdílný odtah na začátku pletení, kdy hřeben i přes stejné nastavení odtahuje jinak než odtahové válce.

Nejprve pro první realizace vzorků proběhlo testovací nastavení stroje a výroba pletenin na vazeb 1.2, 1.4, 2.1, 2.2 a 3.1. Následně byly vybrány vazby od 1.2 po 7.1 a to z důvodu, jestli jsou vyrobitelné a jaké mají vazby možnosti a limity vyrobitelnosti a vzájemného srovnání konstrukcí vybraných vazeb.

9 Geometrický model strukturální jednotky

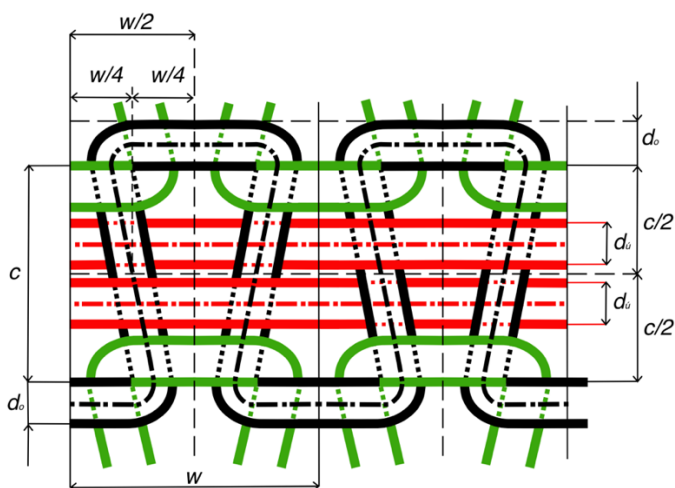
Na základě již stávajících geometrických modelů oka byl vytvořen geometrický model ZJ pleteniny obsahující příčně vložené nitě vazby 1.2.

9.1 Předpoklady geometrického modelu pleteniny

- nit' má konstantní průměr, kruhový průřez i v kontaktních bodech, je dokonale ohebná a zanedbává se její protažení
- jehelní a platinové oblouky jsou stejně velké a skládají se z kruhových oblouků a úseček
- jehelní a platinové oblouky mají středy na jedné přímce
- oblouky a úsečky navazují tečnou
- prostorovost oka je zanedbaná – oko v rovinné křivce
- oko je symetrické

9.2 Definice strukturální jednotky

Strukturální jednotkou pro vazbu 1.2 jsou dvě sousední oka se dvěma vloženými útky tvořící lící a podložené kličky. Průměr nitě v oku i útku je shodný. Model strukturální jednotky vychází z geometrického modelu ZJ pleteniny prof. Neckáře doplněný o útky.



Obrázek 28 - Strukturální jednotka – vychází z modelu prof. Neckáře [21]

10 Vstupní materiál

Jako vstupní materiály byly pro tuto práci zvoleny dva polyesterové provířené multifily vhodné pro pletení. Dále i polypropylenový multifil, který byl použitý pro zjištění vlivu vstupního materiálu na základní parametry pletenin.

10.1 Jemnost a parametry vstupních materiálů

Jemnost neboli délková hmotnost multifilu byla zjištěná podle normy viz kapitola 3.2, kdy odměřením 100 m multifilu pomocí vijáku, následného vážení na laboratorních vahách a přepočítání na jemnost v jednotkách [tex].

Tabulka 1 - Základní parametry vstupního materiálu

	PES 1 (multifil)	PES 2 (multifil)	POP (multifil)	PES (monofil)	CO (česaná příze)
Jemnost [tex]	37,2	34	33	31,3	28
směrodatná odchylka	0,052	0,099	-	-	-
interval spolehlivosti	(35,68; 38,80)	(33,92; 34,06)	-	-	-
Počet fibril	36	48	72	-	-
měrná hmotnost [kg.m ⁻³]	1380	1380	980	1380	1530

10.2 Stanovení průměru multifilu pomocí podélných pohledů

Na kalibrovaném makroskopu v laboratořích KTT FT TUL byla pořízena série snímků podélných pohledů pro stanovení průměru multifilů. Celkem bylo pořízeno 100 snímků od každého materiálu. Odebírání a snímání probíhalo podle interní normy viz kapitola 3.3.1, kde jsou též popsány metody vyhodnocení snímků. Snímky byly zpracovány a vyhodnoceny v programu NIS-Elements 5 – obrazová analýza. Výsledky měření viz tabulka č. 2.

Tabulka 2 - Průměr multifilu zjišťován z podélných snímků na obrazové analýze

Obrazová analýza $\varnothing d$	PES 1		PES2	
	1.metoda	2.metoda	1.metoda	2.metoda
Průměr [μm]	691,90	462,73	946,20	730,72
směrodatná odchylka	72,118	58,654	189,018	169,503
interval spolehlivosti	(677,59; 706,21)	(451,09; 474,37)	(908,70; 983,71)	(697,09; 764,36)

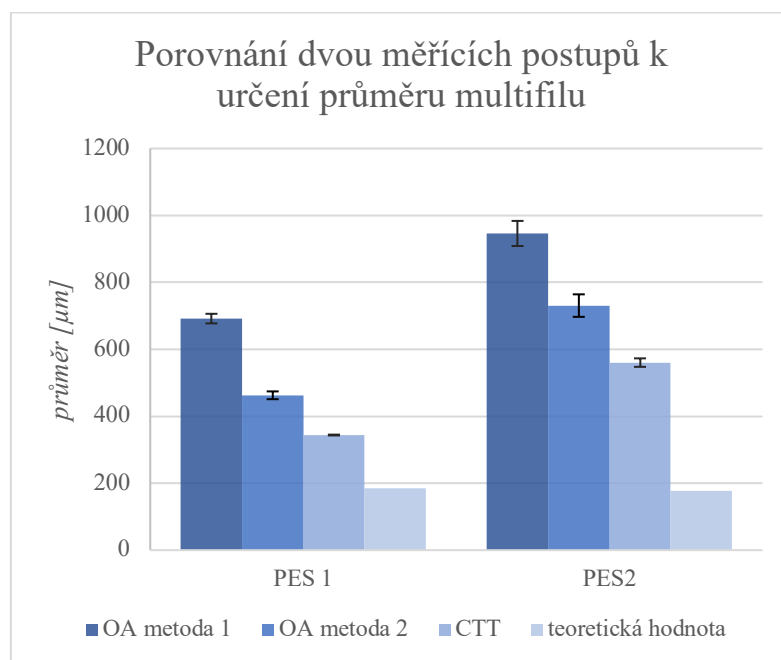
10.2.1 Stanovení průměru multifilů pomocí CTT

CTT měřicí přístroj s popisem v kapitole 3.3.1 byl použitý pro měření průměru multifilu. Jako první dojde k naměření referenčního průměru a poté za stejných podmínek (rychlost a měřená délka) dojde automaticky k naměření průměru multifilu. Bylo provedeno 5 měření pro každý materiál.

Tabulka 3 - Průměr multifilu měřen na CTT

Průměr multifilu [μm]	PES 1	PES2
CTT	344	560,4
směrodatná odchylka	1	10,213
interval spolehlivosti	(342,76; 345,24)	(547,72; 573,08)

V grafu níže je srovnání všech použitých metod pro zjištění průměru vstupního materiálu. Experimentálně zjištěná hodnota průměru materiálu PES 1 pomocí CT snímků je $383 \mu\text{m}$, tudíž se dá předpokládat, že nejvhodnější metodou pro stanovení průměru provířeného multifilu je měření na CTT přístroji. Teoretická hodnota odpovídá substančnímu průměru, kde není zahrnuto zaplnění multifilu, tudíž je výsledná hodnota průměru nižší, než je reálná. V případě obrazové analýzy vychází lépe 2. metoda.



Obrázek 29 - Porovnání hodnot průměrů multifilů různými metodami

*OA – obrazová analýza 1. a 2. metoda

10.3 Pevnost a tažnost vstupních materiálů

Měření pevnosti a tažnosti probíhalo dle normy v kapitole 3.4 na laboratorním zařízení Instron 4411 pro jednoosé namáhání v laboratořích FT TUL KTT. Proběhlo celkem 50 měření pro jeden materiál a 20 měření pro monofil s upínací délkou 500 mm. Výsledky statisticky zpracované viz tabulka níže.

Tabulka 4 - Relativní pevnost

Relativní pevnost	PES 1 (multifil)	PES 2 (multifil)	PES (monofil)	CO (česaná příze)
průměr [cN/tex]	31,82	37,89	43,20	17,60
směrodatná odchylka	0,46	0,75	0,21	1,21
interval spolehlivosti	(31,69; 31,95)	(37,68; 38,11)	(43,195; 43,197)	(17,25; 17,94)

Tabulka 5 - Tažnost

Tažnost	PES 1 (multifil)	PES 2 (multifil)	PES (monofil)	CO (česaná příze)
průměr [%]	24,36	28,47	28,47	5,69
směrodatná odchylka	0,75	1,40	1,49	0,28
interval spolehlivosti	(24,15; 24,57)	(28,07; 28,87)	(5,61; 5,77)	(27,77; 29,16)

Pro 3. experiment byly použité do útku vstupní materiály jako je polyesterový monofil a bavlněná česaná příze podobných jemností jako původní multifily. Vybrané byly z důvodu odlišných vlastností, než má prověřený multifil. Proto byly i pro tyto materiály zjišťované základní parametry, jelikož se testovalo, jestli má tažnost vstupního materiálu vliv na zkoumaný nežádoucí jev nerovnoměrné struktury.

11 Strukturální parametry pletených vzorků

Na upletených relaxovaných vzorcích ZJ pletenin s útky byly zjišťovány základní parametry pletenin jako je hustota sloupků, řádků a celková hustota. Dále délka nitě v očku a útku, predikci spotřeby atd. Z naměřených parametrů byly vypočítány rozměry očka a Mundenovy konstanty.

11.1 Hustoty pletenin

Jeden z prvních měřených parametrů byla hustota sloupků a hustota řádků zjišťované podle normy a též i celková hustota pletenin. Proběhlo celkem deset měření na jedné vazbě pleteniny. Statisticky vyhodnocená data hustot pletenin viz níže.

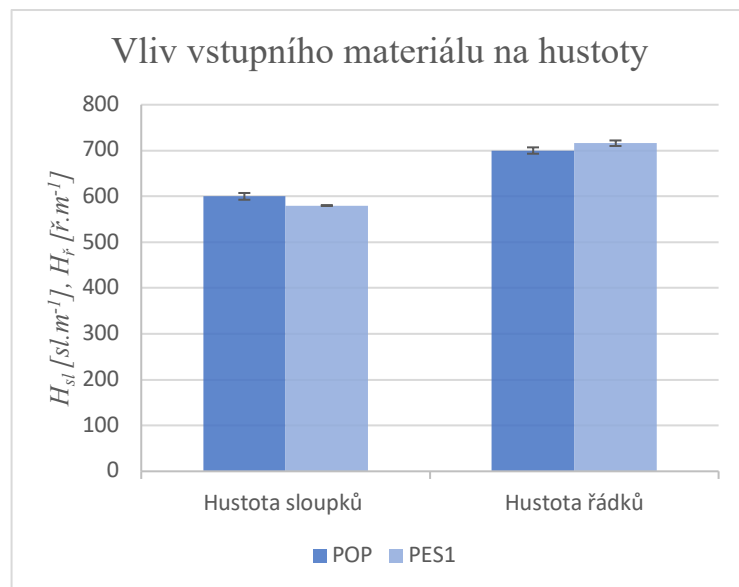
Tabulka 6 - Hustoty pletenin v PES 1

Hustoty (PES 1)	H _{sl}		H _ř		H _c	
vazba	1.2	1.4	1.2	1.4	1.2	1.4
průměr	580	580	716	686	415280	397880
směrodatná odchylka	0	0	8,43	9,66	4891,99	5603,33
interval spolehlivosti	(580; 580)	(580; 580)	(709,97; 722,03)	(679,09; 692,91)	(411781,20; 418778,80)	(393871,62; 401888,38)

Pleteniny dvou různých vazeb (lišících se pouze počtem útků v řádku) z PES 1 mají shodné hodnoty hustoty sloupků, což je dáno stejnou základní vaznou pleteniny a toho, že příčně vložená nit omezuje příčné srážení. Dále je v grafu níže (obr. 30) srovnání hustot dvou různých vstupních materiálů, a to polyesteru s polypropylenem. Je patrný vliv materiálu (různá ohybová tuhost a třecí vlastnosti) na hustoty pleteniny, a tudíž i na následný tvar a rozměr očka.

Tabulka 7 - Hustoty pletenin pro vazbu 1.2 z POP

Hustoty vazba 1.2 (POP)	H _{sl}	H _ř	H _c
průměr	588	706	415160
směrodatná odchylka	10,33	9,66	10747,11
interval spolehlivosti	(580,61; 595,39)	(699,09; 712,91)	(407471,98; 422848,02)

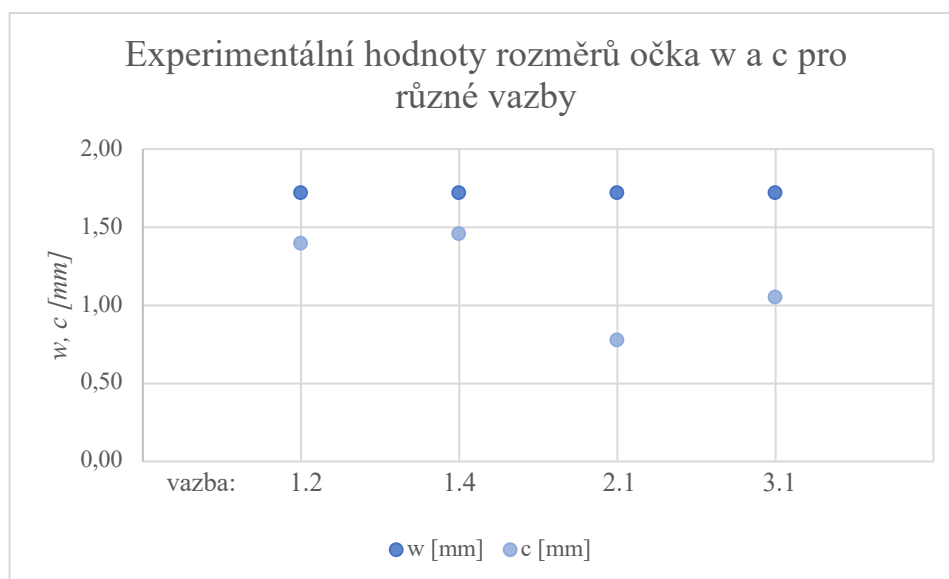


Obrázek 30 - Graf porovnání hustot pletenin z odlišných vstupních materiálů

11.2 Rozměry oka

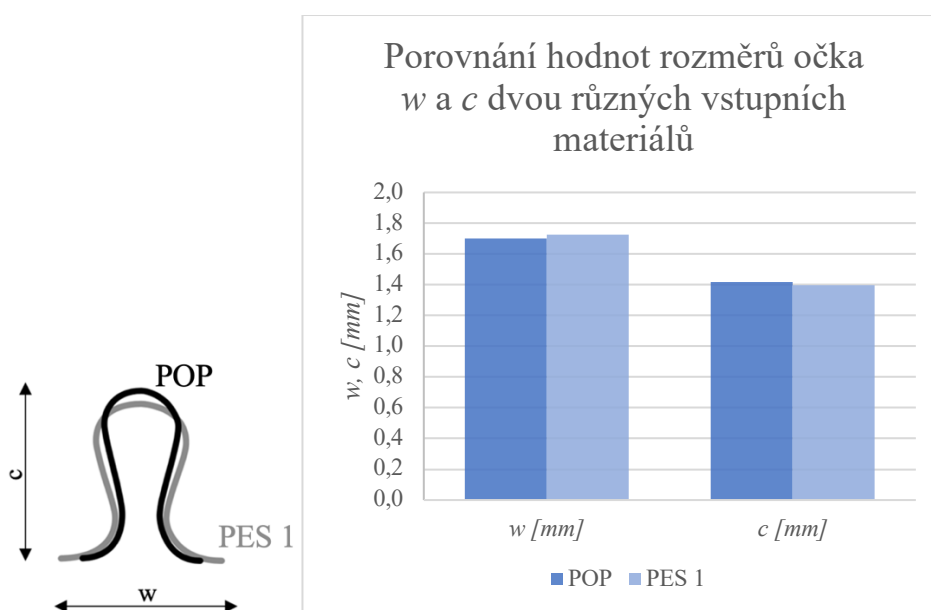
Rozměry oka, jako je rozteč sloupků a řádků, byla vypočítána podle vzorce v kapitole 2.1. Vazební konstrukce s omezenou činností jehel a přerušenou činností jehel dosahují přibližně stejných hodnot roztečí sloupků. To je způsobeno příčně vloženou soustavou nití, která způsobí výrazné potlačení srážení v příčném směru navržených vazebních konstrukcí. Míra srážení bude ovlivněna třecími vlastnostmi vstupních materiálů a také nastavením stahovačů. Rozteč sloupků se neliší příliš ani u vazeb 1.2 a 1.4. Zvláštností se jeví to, že vazba s chytovými kličkami nemá záporné srážení, jak je u těchto vazeb obvyklé. Příčná nit zamezí zcela úplně příčnou roztažnost této vazby a pravděpodobně se změni rozměr oka. Rozdílnost v rozteči řádků způsobená vazebnou konstrukcí (vazeb s omezenou činností jehel vazby 3.1 a přerušenou činností jehel vazby 2.1) zapříčiní větší hustotu vkládaných příčných nití, tj. lze dosáhnout větší plošné hmotnosti a předpokládat větší tuhost, popř. pevnost navržené vazby.

Nastavení zámkového systému a odtahu bylo u všech vazeb shodné. Délka nitě v oku a chytové kličce se liší (popř. v oku a podložené kličce), v grafu je uvedena průměrná hodnota na jeden očkotvorný vazební element ve vazbě. (Vazba 2.1 má oproti vazbě 1.2 poloviční počet oček, ale větší počet řádků)



Obrázek 31 - Graf závislosti rozměru oka na použité vazbě

Dále byl sledován vliv materiálu na tvar oka. Ve výsledcích níže je patrné, že i velmi podobný vstupní materiál má vliv na rozměr oka. Pletenina z polypropylenu (POP) má lehce oka vytáhlejší než polyesterová (PES 1) pletenina s útky, která má oka nižší a širší.



Obrázek 32 - Porovnání rozměrů oka pletenin vazby 1.2 s různým vstupním materiálem a znázorněný rozdíl tvaru oka vlivem rozdílného vstupního materiálu

11.3 Srážení pletenin

Srážení pletenin bylo spočítáno na základě znalosti rozteče sloupků na stroji (rozteč jehel) a rozteče sloupků na vzorku pleteniny po relaxaci viz kapitola 2.8. Jelikož byly u všech čtyřech vazeb shodné hodnoty w po relaxaci, tak i výsledné hodnoty srážení jsou shodné u vazeb 1.2, 1.4, 2.1, 3.1.

Tabulka 8 - Srážení pletenin

srážení pleteniny vazby 1.2	průměr
w_o [mm]	1,814
w_l [mm]	1,724
s_p [%]	4,961

11.4 Délka nitě v očku a útku

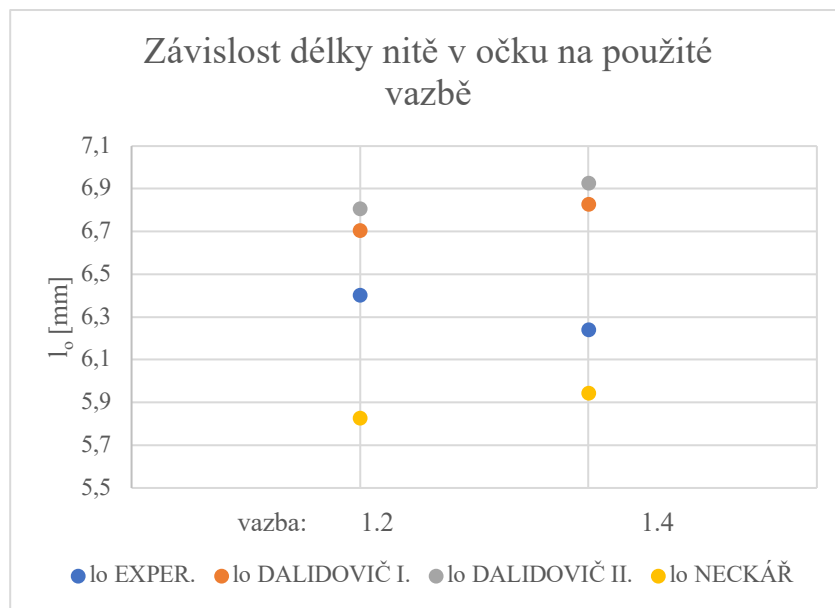
Experimentálně zjištěné hodnoty vycházejí ze znalosti hustot pleteniny z nich vypočítané rozměry oka w a c . Dále ze zjištěné hmotnosti vzorku s daným rozměrem a znalosti vstupního materiálu. Z výsledných hodnot je spočítaná hmotnost jednoho oka přepočítané na délku nitě v milimetrech.

Délka nitě v očku:

Délka nitě v očku byla zjištěná experimentálně ze zjištěných hustot a hmotnosti vzorku (zvláště navážená očkotvorná a neočkotvorná část) o známém rozměru. Teoreticky spočítaná byla délka nitě v očku podle vzorce prof. Dalidoviče a podle modelu prof. Neckáře pouze pro první dvě vazby z toho důvodu, že pro ostatní není model pro výpočet délky nitě v očku. Výsledné hodnoty odpovídají spotřebě materiálu na jedno oko a jeden útek přes jedno oko. Výsledky viz tabulka níže vše pro materiál PES 1.

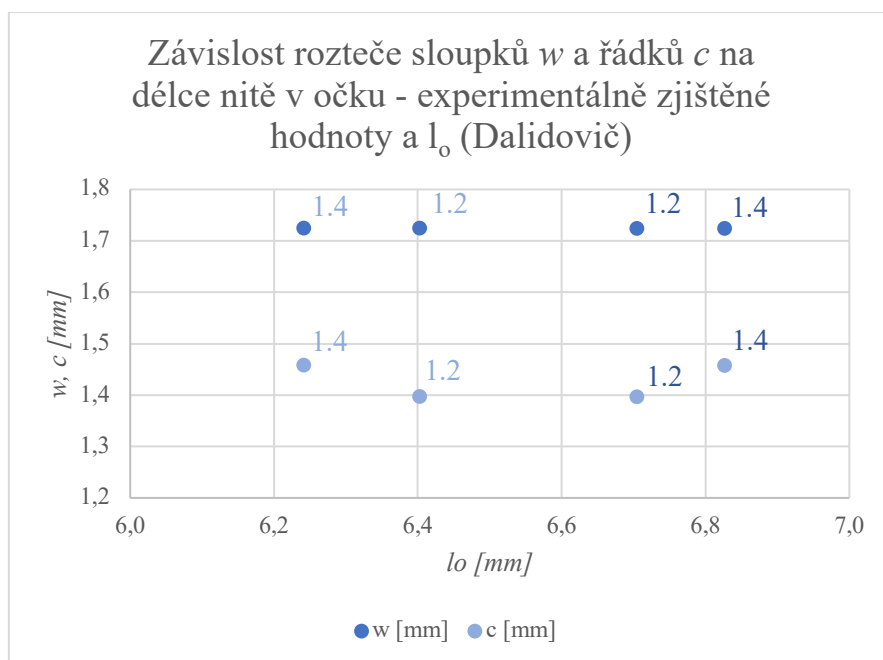
Tabulka 9 - Experimentální a teoretická délka nitě v očku

Délka nitě v očku	vazba 1.2	vazba 1.4	vazba 2.1	vazba 3.1
l_o EXPER.	6,403	6,242	4,211	6,184
l_o DALIDOVIČ I.	6,705	6,827	x	x
l_o DALIDOVIČ II.	6,808	6,926	x	x
l_o NECKÁŘ	5,826	5,944	x	x



Obrázek 33 - Závislost délky nitě v očku na použité vazbě

V grafu výše je závislost mezi délkou nitě v očku a použitou vazbou. Dále jsou v grafu hodnoty všech teoreticky zjišťovaných délek nitě v očku s experimentálně zjištěnou hodnotou. Experimentálně zjištěné hodnoty mají klesající tendenci s nárůstem počtu útků v řádku v ZJ pletenině. Experimentálně zjištěná hodnota pro vazbu 1.2 má nejblíže k vypočtené hodnotě viz vzorec (13) modelu prof. Dalidoviče I. bez zešíkání stěn. Struktura – 1.4 má experimentální a teoretické výsledky méně rozdílné, což by mohlo odpovídat lepší predikci pro kompaktnější strukturu (závislost na stanovení průměru multifilu).



Obrázek 34 - Závislost rozměru oka na délce nitě v očku pro vazby 1.2 a 1.4 experimentálně zjištěné hodnoty, 1.2 a 1.4 teoretické hodnoty podle prof. Dalidoviče I.

V grafu výše (obr. 34) je závislost šířky a výšky oka na délce nitě v oku. Světlé popisky značí experimentálně zjištěné hodnoty a tmavé popisky teoreticky zjištěné hodnoty podle prof. Dalidoviče I. Z grafu je vidět, že rozteč sloupků se změnou délky nitě v oku kolísá u obou vazeb. Může to být způsobeno prostorovým zprohýbáním nitě v reálném relaxovaném vzorku. Je to dáno také tím, že útkové nitě se mohou posouvat a může se měnit jejich průměr, který se v místě kontaktů stlačí více. Vliv rovněž může mít koeficient tření, který zabraňuje posunům.

Délka nitě v útku:

Délka jednoho útku ve strukturální jednotce byla zjištěná experimentálně i teoreticky vypočítaná. Experimentálně stanovená délka útku byla zjištěná za pomoci již známých hustot, hmotností a počtu útků v jednom řádku. Tím, že je rozteč sloupku shodná, tak i hodnoty délky útku jsou pro ostatní vazby shodné. Změna by nastala se změnou materiálu či hodnot hustot apod. Byla zjištěna délka útku ve strukturální jednotce i délka útku přes jedno oko, která je poloviční a je vhodná pro výpočet plošné hmotnosti, kde se vychází ze známých hustot, délky nitě v jednom oku a počtu útků v řádku. Model pro výpočet útku ve strukturální jednotce je v kapitole 4.6.

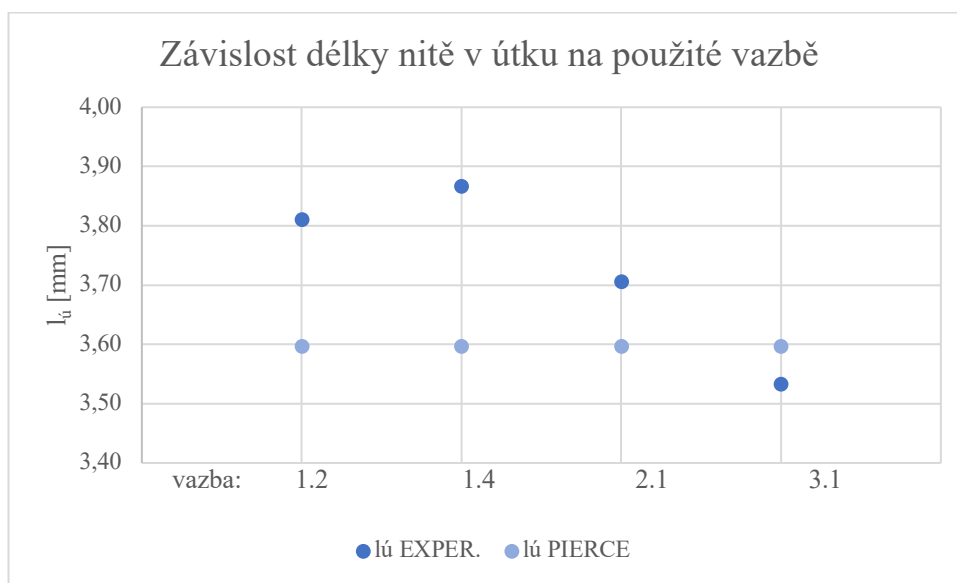
Tabulka 10 - Experimentální hodnoty délky útku

Délka nitě útku experimentální	vazba 1.2	vazba 1.4	vazba 2.1	vazba 3.1
$l_{ú\text{ EXPER. [mm]}}$	1,905	1,933	1,853	1,767
$l_{ú\text{ SJ EXPER. [mm]}}$	3,81	3,866	3,706	3,534
$l_{ún\text{ SJ EXPER. [mm]}}$	7,62	15,464	3,706	3,534

Tabulka 11 - Teoretické hodnoty délky útku

Délka nitě útku podle prof. Pierce	vazba 1.2	vazba 1.4	vazba 2.1	vazba 3.1
$l_{ú\text{ PIERCE [mm]}}$	1,798	1,798	1,798	1,798
$l_{ú\text{ SJ PIERCE [mm]}}$	3,596	3,596	3,596	3,596
$l_{ún\text{ SJ PIERCE [mm]}}$	7,192	14,384	3,596	3,596

V tabulce jsou v prvním řádku délky jednoho útku přes jedno očko, druhý řádek hodnot odpovídá délce jednoho útku ve strukturální jednotce a poslední řádek hodnot odpovídá celkové délce útků ve strukturální jednotce podle počtu útků v řádku dané vazby. Z výsledků délek útků zjištěné experimentálně a teoreticky je vidět, že experimentální hodnoty jsou lehce vyšší než hodnoty teoretické, což může být způsobeno zjednodušeným modelem, který předpokládá vyrovnanou strukturu.



Obrázek 35 - závislost délky útku na použité vazbě

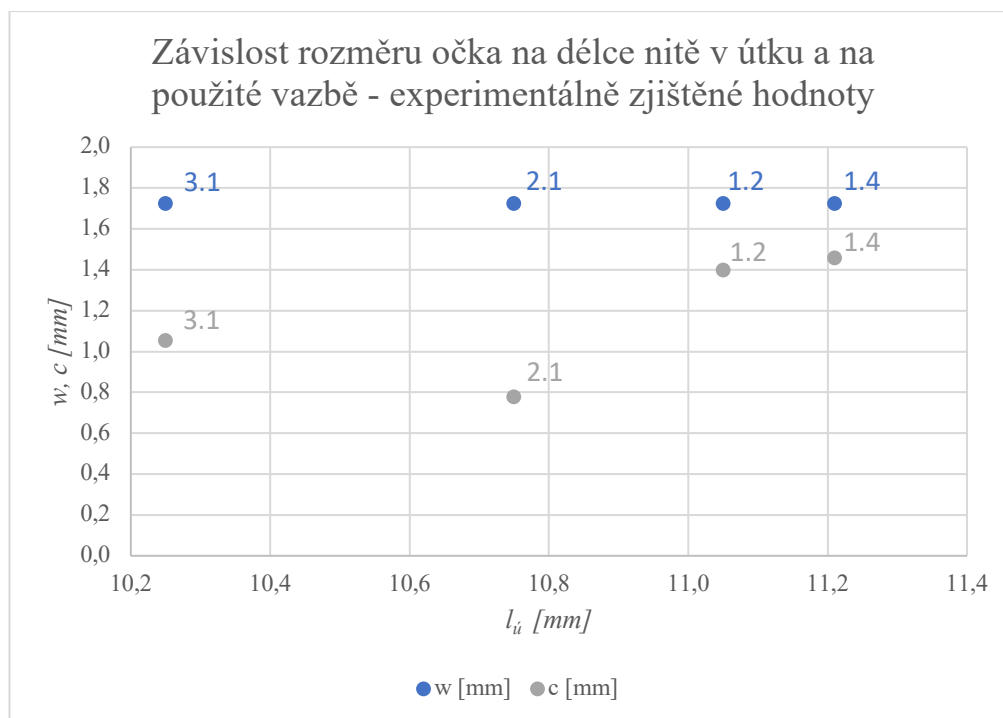
V grafu je znázorněné srovnání experimentálních a teoreticky vypočítaných hodnot délky jednoho útku ve strukturální jednotce. Teoreticky spočítané hodnoty mají shodně dlouhý útek z důvodu neměnné hodnoty w pro všechny vazby, ale z experimentálních hodnot lze vidět, že tomu tak není.

Teoreticko experimentální výpočet délky útku díky CT snímkům pro vazbu 1.2:

Pro experimentální ověření stanovení délky jednoho útku ve strukturální jednotce vycházející z průměru multifilu a výšky vazných vln zjištěných z CT snímků vazby 1.2 a již známých vypočítaných hodnot w a c . Pro ostatní vazby a materiály by bylo zapotřebí stejného postupu a CT snímků. Celková délka útků ve strukturální jednotce dané vazby je násobkem počtu vložených útků v řádku.

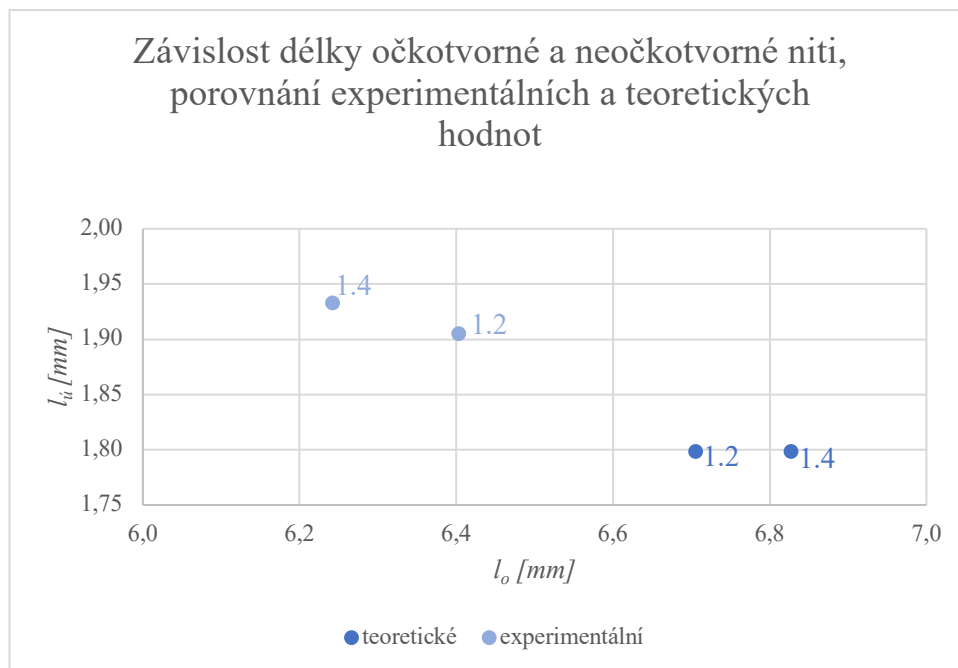
Tabulka 12 - Teoreticko-experimentálně zjištěná délka útku

Délka útku (PES 1)	vazba 1.2
e_o	0,35
$e_{\dot{u}}$	0,65
h_o [mm]	0,1341
$h_{\dot{u}}$ [mm]	0,2490
d_{CT} [mm]	0,383
$l_{\dot{u}}^{PIERCE}$ [mm]	1,885
$l_{\dot{u}}^{SJ PIERCE}$ [mm]	3,770
$l_{\dot{u}n}^{SJ PIERCE}$ [mm]	7,540



Obrázek 36 - závislost rozměru oka na délce nitě v očku

V grafu výše je závislost šířky a výšky oka na experimentálně zjištěných hodnotách délky vložených útků. Z grafu je patrné, že vazba 3.1 (vazby s chytovými kličkami) má nejkratší vložený útek. V případě vazby s přerušovanou činností jehel (2.1 - podložené kličky) je podélné srážení nejvýraznější. A v případě vazby 1.4, kde je nejvíce vložených útků, má oproti vazbě 1.2 více třecích míst, což způsobuje menší příčné srážení vazby.



Obrázek 37 - Závislost délky útku na délce nitě v očku

V grafu výše je závislost mezi délkou očkovatelné a neočkovatelné niti experimentálních a teoreticky zjištěných hodnot. Teoretická délka nitě v očku odpovídá hodnotám spočítaným podle prof. Dalidoviče I. a teoretická délka útku pomocí Pierceova modelu. Teoreticky zjištěné hodnoty oproti experimentálním mají kratší délku útku a větší délku nitě v očku pro obě zjišťované vazby.

11.5 Plošný koeficient plnosti a hustotní koeficient

Při výpočtu se zvažuje pouze očkovatelná nit, tudíž jsou výpočty pouze pro základní pleteninu bez vložených příčných nití. Lineární vyjádření hustoty h_l bylo zjišťováno z naměřených hodnot podle vzorce (3). V praxi se hodnoty pohybují v rozmezí 16-20. Plošný koeficient plnosti h_p vhodný především pro ZJ pleteninu byl stanoven na základě zjištěných hodnot a vzorce (5). Výsledky viz tabulka č. 13

Tabulka 13 - Plošný koeficient plnosti a hustotní koeficient

PES 1	1.2	1.4
h_l [-]	18,67	18,20
h_p [-]	1,10	1,17

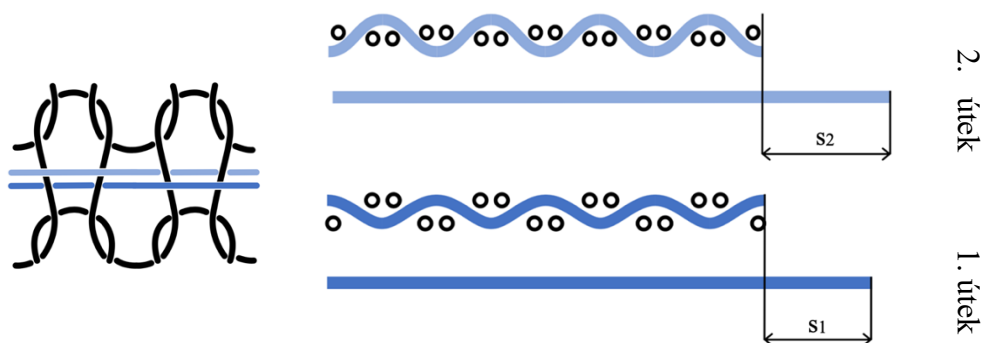
11.6 Setkání útku (příčně vložených nití v pletenině)

Po dobu pletení je pletenina napnutá mezi odtahovými válci a rozteč sloupků je rovna rozteči jehel (po uvolnění odtahových sil se rozteč sloupků zmenšuje a dochází ke srážení pleteniny. Setkání vložených nití bylo zjišťováno páráním vzorku rozměru 10x10 cm, kdy byly odděleny očkotvorné nitě od neočkotvorných, ty byly ještě tříděny na první a druhý vložený útek v řádku. Následně byla zjištěna hmotnost prvních a druhých útků zvlášť z jednoho vzorku. Na základě znalosti jemnosti vstupního materiálu, počtu útků v řádku a hustot byly hodnoty hmotností přepočítány na průměrnou délku prvního a druhého útků. A podle rovnice (26) bylo spočítáno setkání prvního a druhého útku. Při analýze bylo zjištěno, že délky vložených útků v jednom řádku se liší, ačkoliv vazebně nebyl důvod uvedený předpokládat.

Tabulka 14 - Setkání útku

Setkání útku PES 1	Vazba 1.2
délka 1. útku [mm]	105,50
délka 2. útku [mm]	110,12
s_1 [%]	5,50
s_2 [%]	10,12
rozdíl [%]	4,63

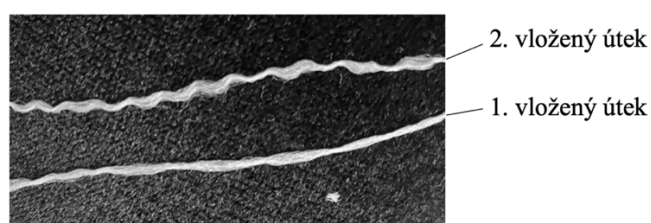
Z výsledků v tabulce je patrný rozdíl mezi délkou prvního a druhého vloženého útku, kde je rozdíl v setkání 4,63 % což není statisticky zanedbatelný rozdíl. Proto byl tento neočekávaný jev zkoumán v následných experimentech, jelikož byla snaha vytvořit kompaktní rovnoměrnou strukturu. CT snímky (viz kapitola 13) potvrzují tento jev, kde je patrný viditelný rozdíl ve zvlnění prvního a druhého vloženého útku.



Obrázek 38 - Schematicky znázorněné setkání prvního a druhého vloženého útku v řádku

Snímek pořízený během rozboru vzorku:

Snímek vypáraného prvního a druhého vloženého útku z vazby 1.2 ve volném stavu po vyparání, kde je patrný rozdíl ve zvlnění tudíž i výsledné rozdílné délce. Vlivem vložení větší délky materiálu do druhého útku a relaxací pleteniny došlo k takto charakteristickému zvlnění materiálu.

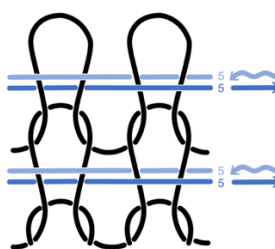


Obrázek 39 - Snímek vypáraného prvního a druhého vloženého útku ve volném stavu PES 1

12 Experimentální zjišťování vlivu rozdílné délky útkových nití s ohledem na jejich směr vkládání u vazby 1.2

Během analýzy strukturálních vlastností pletených vzorků s útky bylo zjištěno, že rozdíl délek obou vložených útků v jednom upleteném řádku je statisticky významný.

Dalším cílem práce bylo zjistit možnou příčinu tohoto jevu, který se projevil u vazeb 1.2 a 1.4 (více jak jeden útek v řádku). Je pravděpodobné, že tato skutečnost by měla nezanedbatelný vliv např. na pevnost v příčném směru, tloušťku, porozitu, sorpci, aj.



Obrázek 40 - Ilustrační obrázek řešené komplikace, kdy je druhý vkládaný útek zvlněný

U sudého vloženého útku dochází ke zvlnění útku a tím i k vložení větší délky, než tomu je v případě lichých útků. Na základě konzultací a dosavadních zjištění o této problematice byly navrženy experimentální testy, které by mohly potvrdit nebo vyvrátit směrovou závislost vkládání útku, třecí síly nebo vliv vazby.

Možné příčiny vzniklé charakteristiky – nedostatečné předpětí vstupního materiálu vlivem směru pletení, tj. pravděpodobnost, že na levé straně vyrobené pleteniny o šířce 50 cm bude útek méně zvlněný. Během pletení dochází při pohybu thick vodiče ke vkládání útku z levé strany na pravou k odvíjení nitě z cívky přes brzdičku a prokluzový podavač. Napětí vkládané nitě dále ovlivňuje spodní brzdička v bočním napínací ústrojí. Ve směru pohybu vodiče z pravé strany na levou nedochází k odvíjení nitě z cívky, jelikož je celá délka vkládaného úseku útku připravená ve stroji nad pletacím lůžkem. Z toho důvodu napětí vkládaného útku ovlivňuje pouze boční napínací ústrojí, které slouží ke kompenzaci vratného pohybu saní. Testování probíhalo vždy na vzorku o rozměru 10 x 10 cm z pleteniny o šířce 50 cm. A vzorky byly odebírány z levého (L) a pravého (P) okraje testované pleteniny z důvodu hypotézy, že délka vloženého útku na levém okraji bude kratší než délka stejného útku na pravém okraji.

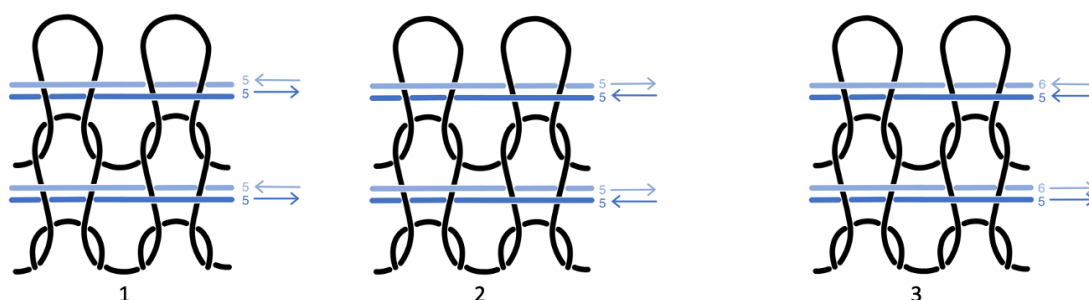
12.1 Experimentální testy způsobu vkládání útků

Proběhlo měření na třech vzorcích vazby 1.2 s různou pletací technikou, která se lišila ve způsobu vkládání útků. Nastavení stroje bylo pro všechny vybrané pletené vzorky stejné. Multifil je naveden přes prokluzový podavač do vodičů vždy na levé straně stroje a jsou využívány vodiče na levé straně vodičových lišt. Testovací vzorky byly pleteny na levém okraji pletacího stroje na 320jehlách (cca 50 cm) a z každého upleteného kusu byly odebrány vzorky o rozměru 10 x 10 cm z levého i pravého okraje. A bylo zjišťováno, zda rozdíl v délce vložených útků zůstává.

Typy vkládání útků do vazby 1.2:

- 1- První způsob vkládání: Vazba 1.2 byla upletena standardním způsobem a útek byl vkládán vodičem č.5. První útek byl vložen zleva doprava → a druhý útek byl vložen zprava doleva ← a takto ve všech následujících řádcích.
- 2- Druhý způsob vkládání: Vazba i vodiče jsou stejné jako je tomu v prvním způsobu, pouze se změnou směru vkládání prvního a druhého útku. První útek byl vložen zprava doleva ← a druhý útek byl vložen zleva doprava →.
- 3- Třetí způsob vkládání: Vazba základní pleteniny je shodná s 1. a 2. metodou výše. Byly použity dva vodiče pro vkládání útku (vodič č. 5 pro první útek a vodič č. 6 pro druhý útek). V prvním řádku pleteniny oba vodiče vkládají ve směru zleva doprava ⇒ a ve druhém řádku zprava doleva ⇐.

Bylo zjištěno, že u prvního způsobu vkládání útku byl v porovnání délek výrazný rozdíl mezi prvním a druhým vloženým útkem (díky míře zvlnění druhého útku) viz graf níže.

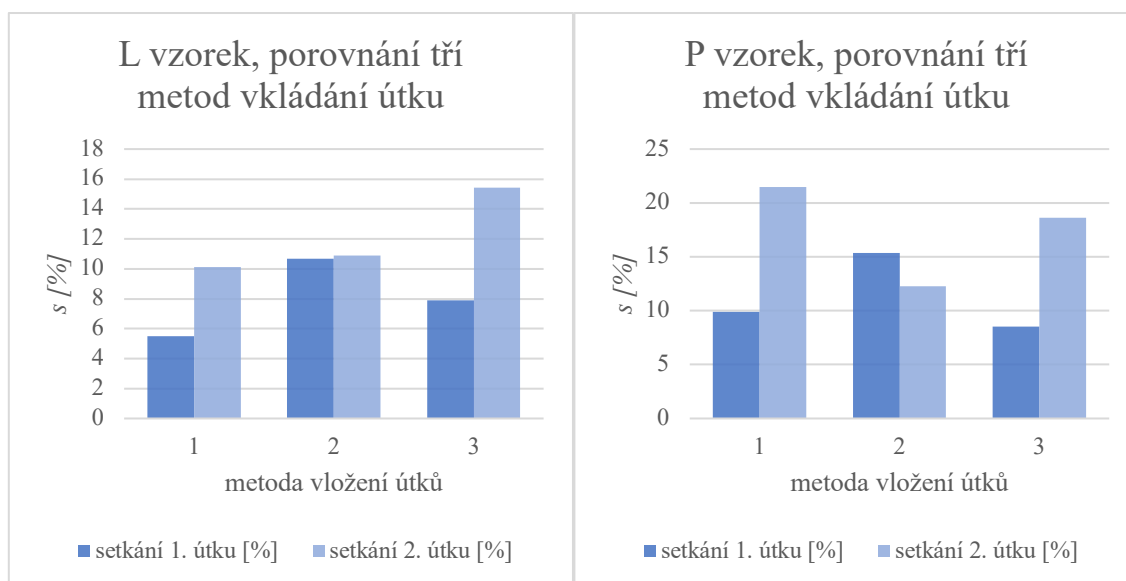


Obrázek 41 – Schéma metod směru vkládání útků

Tabulka 15 - Metoda vložení útku

typ vložení útku	1		2		3	
Vzorek	L	P	L	P	L	P
délka 1. útku [mm]	105,50	109,92	110,66	115,34	107,88	108,56
délka 2. útku [mm]	110,12	121,46	110,90	112,30	115,41	118,66
s_1 [%]	5,50	9,92	10,66	15,34	7,88	8,56
s_2 [%]	10,12	21,46	10,90	12,30	15,41	18,66
rozdíl [%]	4,63	11,53	0,24	3,05	7,54	10,10

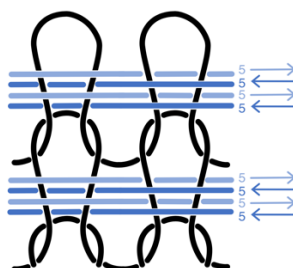
V tabulce č. 15 jsou uvedeny zjištěné průměrné délky útků ze vzorku pletenin, přepočtené podle vzorce (26) na setkání. Z výsledků je patrný rozdíl pravého a levého kraje pleteniny, čímž byla potvrzena hypotéza, že se kraje pletenin budou lišit v délkách vložených útku. Na levém okraji je menší rozdíl mezi vloženými útky, než je tomu v případě pravého okraje. Směrem k pravému okraji se jev prohlubuje.



Obrázek 42 - Setkání útku v použité metodě vkládání

Z grafů výše je patrný rozdíl v délkách vložení útků se změnou metody vkládání. Na ose y je v grafu znázorněné setkání útků v pletenině a na ose x použitá metoda vkládání útků. Díky grafu lze snadno posoudit, jak velké rozdíly v setkání jsou a že druhá metoda má nejmenší rozdíly v setkání, tudíž je nejvhodnější pro další použití. Předpokladem ale bylo, že by měla být druhá metoda zrcadlová první metodě vkládání, ale není tomu tak, vlivem směru vkládání prvního útku a dalších neznámých vstupujících faktorů ovlivňující délku vkládání útku.

Pro ověření byl proveden experiment na vazbě 1.4 se způsobem vkládání útku metodou 2 viz experiment výše. Tzn. první útek byl vkládán ve směru zprava doleva $\leftarrow$, druhý zleva doprava $\rightarrow$, třetí zprava doleva $\leftarrow$ a čtvrtý zleva doprava $\rightarrow$. V tabulce č.16 níže je vidět nárůst setkání u třetího vloženého útku, jinak jsou ostatní hodnoty setkání útků téměř shodné. Je sledován rozdíl mezi 1. a 3. útek z důvodu shodného směru vkládání útku. Zpracované výsledky viz tabulka č. 16.



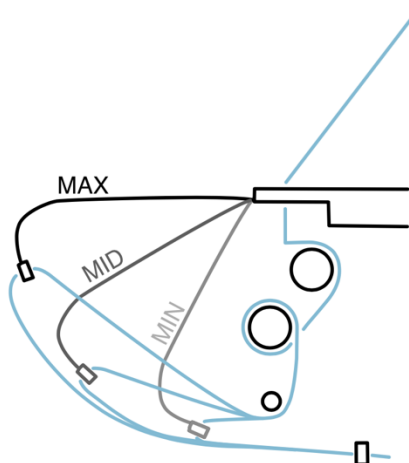
Obrázek 43 - 2. metoda vkládání pro vazbu 1.4

Tabulka 16 - Setkání útků ve vazbě 1.4

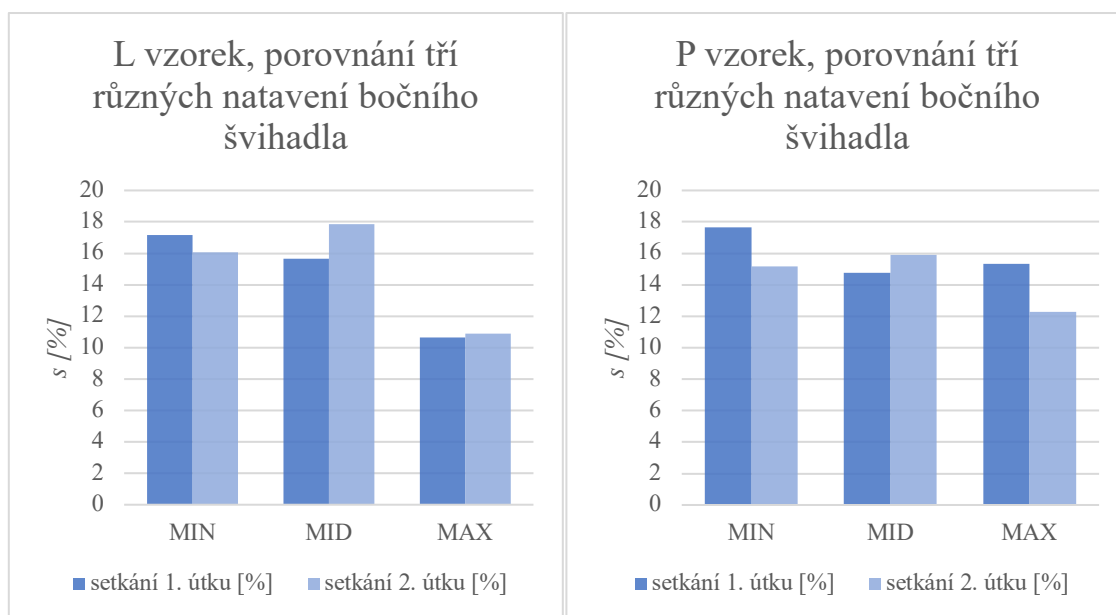
Vazba 1.4	L	P
s_1 [%]	4,42	4,47
s_2 [%]	4,14	4,56
s_3 [%]	9,76	14,63
s_4 [%]	4,04	3,87
rozdíl 1 a 3 útku [%]	5,34	10,16

12.2 Experiment s různým napětím v útku (ovládání bočního napínacího ústrojí)

Na základě výsledků z prvního experimentu byl stanovený druhý experiment. Jeví se pravděpodobné, že rozdílnou délku prvního a druhého útku způsobuje předpětí v útkové niti. Horní napínací zařízení bylo nastaveno shodně pro všechny prováděné experimenty s ohledem na vstupní materiál (dle metodiky firmy Shima Seiki pomocí závaží). Napětí lze měnit na bočním napínacím ústrojí, které udržuje konstantní předpětí v niti především při vratném pohybu saní, kde rozdíl kompenzuje boční napínací švihadlo. Proto byly zhotoveny tři pleteniny vazby 1.2 s metodou vkládání útků 2 s různým předpětím díky různému nastavení bočního napínacího švihadla. První pletenina měla nastavení švihadla na minimální možnou, druhá pletenina na střední předpětí a třetí pletenina má boční napínací švihadlo nastavené na maximum. Z výsledků je vidět, jaký vliv má nastavení bočního napínacího švihadla. Vkládaný útek bude rovněž ovlivňovat geometrické parametry oka, ale uvedené parametry nebyly v této části experimentu zjišťovány.



Obrázek 44 - Ilustrační obrázek 2. experimentu se změnou nastavení bočního napínacího švihadla (celý popis bočního napínacího ústrojí viz obr. 19)



Obrázek 45 - Setkání útků závislé na změně nastavení bočního napínacího švihadla

Z grafů výše je patrné, že vliv na délku vkládaných útků má bezesporu i nastavení bočního švihadla. Na levém okraji má nejvyrovnanější hodnoty setkání při nastavení bočního napínacího švihadla na maximum, což i výrobce doporučuje. Na pravém okraji zvýšené rozdíly přetrvávají.

12.3 Experiment se změnou vstupního materiálu útku

Jako třetí experiment byla zvolena změna vstupního materiálu. Aby byl vyloučen vliv mechanicko-fyzikálních vlastností, které by se mohly podílet na nerovnoměrnosti vkládaných délek. Rozdíly délek útků v různých vzorcích by mohly být ovlivněny pružností útkové nitě a též vlivem možné chyby při odebrání vzorku z pleteniny. Pravděpodobně to může způsobovat i vliv vazebního provázání. Do útku byly použity tři různé materiály – polyesterový multifil, polyesterový monofil a bavlněná česaná příze. Jejich tahové křivky viz příloha.

V případě vkládaného monofilu do útku, který má oproti multifilu vyšší tuhost a nízké třecí vlastnosti, může zapříčinit jinou geometrii stěny oka, a tudíž rozdíly v délkách nejsou významné.

Tabulka 17 - Třetí experiment a 1.metoda vkládání

1.metoda vkládání	PES 1		ba – příze	
vzorek	L	P	L	P
s_1 [%]	5,50	9,92	11,64	19,58
s_2 [%]	10,12	21,46	20,42	32,91
rozdíl [%]	4,63	11,53	8,78	13,33

Z výsledků je patrné, že tažnost vstupního materiálu neovlivňuje významně rozdílnost v délkách prvního a druhého útku v případě vkládání útku 1.metodou. Naopak v případě příze je rozdílnost setkání větší.

Tabulka 18 - Třetí experiment a 2.metoda vkládání

2.metoda vkládání	PES 1		MONOFIL		ba – příze	
vzorek	L	P	L	P	L	P
s_1 [%]	10,66	15,34	-0,65	3,24	10,32	16,67
s_2 [%]	10,90	12,30	-0,40	3,98	12,89	19,19
rozdíl [%]	0,24	3,05	0,25	0,74	2,58	2,52

V případě použití 2.metody vkládání a různých materiálů v útku je struktura opět vyrovnanější, než tomu bylo v případě 1. metody vkládání. Monofil si téměř zcela zachoval vkládanou délku (šíře pleteniny odpovídá délce vloženého útku) beze změny, což ovlivňuje i fakt, že očkotvorná část pleteniny byla z multifilu a v útku byly materiály s odlišnými vlastnostmi, ale podobnou jemností viz tab. 17 a 18. Záporné hodnoty setkání u monofilu v levém vzorku byly způsobeny zanesenou chybou při odebírání vzorku.

Kontrolní experiment u vazby 1.4:

U vazby 1.4, která byla zkoumaná též ve druhém experimentu, byl vložený PES 1 a v tomto experimentu i bavlněná česaná příze a výsledky byly porovnány.

Tabulka 19 - Setkání útků ve vazbě 1.4

Pleteno zprava	PES 1		ba - příze	
	L	P	L	P
s_1 [%]	4,42	4,47	14,79	18,88
s_2 [%]	4,14	4,56	12,67	20,59
s_3 [%]	9,76	14,63	22,22	30,70
s_4 [%]	4,04	3,87	18,74	22,32
rozdíl 1 a 3 útku [%]	5,34	10,16	7,43	11,82

Z výsledků je patrné, že ani zde nedošlo k vyřešení vzniklého jevu, kdy má třetí vložený útek navýšené hodnoty vložené délky útku oproti ostatním. Setkání třetího vloženého útku je téměř dvojnásobné oproti ostatním vloženým útkům v řádku v případě obou vstupních materiálech. Ale rozdíl v délkách prvního a druhého vloženého útku v rámci jednoho vzorku stále zůstává.

SHRNUTÍ EXPERIMENTŮ:

Z experimentů bylo zjištěno, že pro pletení ZJ pletenin s vloženými příčnými nitěmi je ideální vkládat útky 2. metodou, kde se první útek vkládá z pravé strany doleva a druhý útek zleva doprava atd. viz první experiment nebo schéma v příloze. Dále bylo zjištěno, že je struktura nejvíce vyrovnaná na levém okraji pletacího lůžka v případě navedení vstupního materiálu do stroje z levé strany. Jelikož byly zjištěny rozdíly ve struktuře, kde se lišil levý a pravý okraj vzorku (v délce vloženého útku), tak je vhodné pro vyrovnanější strukturu plést vzorky menších rozměrů s maximálním nastavením bočního napínacího švihadla. A díky 3. experimentu bylo zjištěno, že tažnost vstupního materiálu nemá zásadní vliv na změnu struktury, spíše hraje roli tuhost materiálu, popř. další charakteristiky vstupního materiálu.

Jevy ovlivňující pletenou strukturu, které lze dále sledovat a testovat:

Možnou hypotézou, proč dochází k jevu nerovnoměrnosti délek vložených útků je, že při vkládání útku zleva je nit podávána přes podávací zařízení a brzdičky a nit je odebírána z cívky. Zatímco při vkládání útku zprava je ve stroji vkládaná délka útku již připravená ve stroji nad pletacím lůžkem a nedochází k odvíjení niti z cívky během vkládání. V tomto případě ovlivňuje předpětí v přízi pouze boční napínací švihadlo, které slouží

především ke kompenzaci napětí v niti při zpětném pohybu saní, aby nedošlo k prověšení niti viz druhý experiment. Při pletení na PPS se musí brát i v potaz fakt, že výroba na tomto typu stroje není kontinuální. Dále by bylo možností zkusit vše uplést a vkládat jedním systémem (např. S2 – prostřední systém).

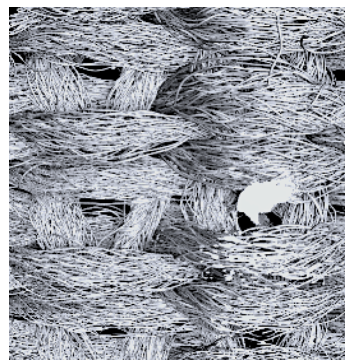
Vliv na výsledné vlastnosti a strukturu pleteniny s útky nebo bez nich má vstupní materiál (materiál, typ (multifil, monofil, příze apod.) jemnost, nestejnomořnost, poddajnost, tuhost, velikost návinnu na cívce – strhávání materiálu z cívky, povrch, ...). Dále strukturu ovlivňuje i nastavení brzdíček a podávacího ústrojí. Změnou nastavení jednoho zařízení, nebo jeho úplným vyřazením lze sledovat, jaký vliv na výslednou strukturu má, jako tomu bylo např. ve druhém experimentu, kde bočního napínací švihadlo mělo různá nastavení. Dále by bylo možné porovnat vzorky vyrobené na různých strojích (stroj s navedením materiálu z boku stroje a stroje bez saňového mostu s materiálem navedeným středem do stroje) shodné vazby včetně stejného vstupního materiálu a nastavení. Sledování mechanických vlastností pletenin s různou základní vazbou pleteniny. Lze vycházet ze zjištěných výsledků v této práci a doporučená nastavení od výrobce.

13 CT snímky z CEITEC Brno

Ve firmě CEITEC v Brně byly pořízeny CT snímky řezů vazeb pletenin 1.2 a 1.4 viz obrázek č.46 níže. Díky snímkům byly zjištěné hodnoty e_o , e_u a průměr multifilu pro přesný výpočet délky útku ve strukturální jednotce viz kapitola 11.5.



vazba 1.2

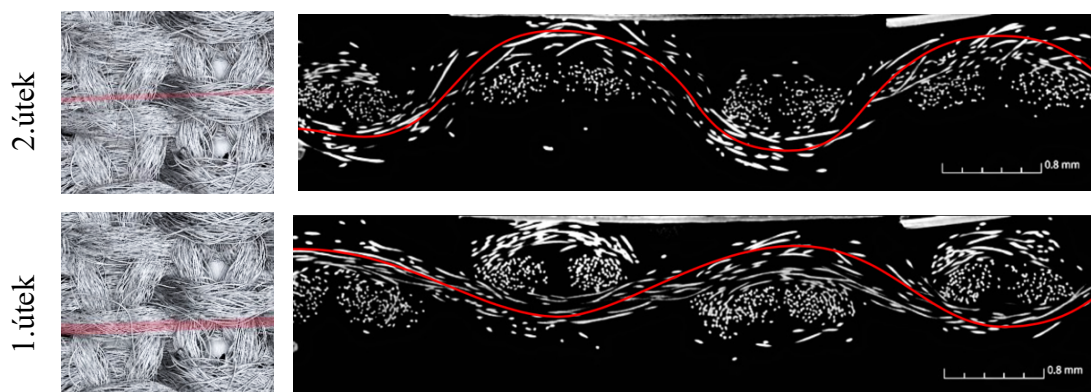


vazba 1.4

Obrázek 46 - CT snímky pohledu na vazbu 1.2 a 1.4

Na obrázku č. 47 vazby 1.2, kde byl útek vkládán první metodou, je vidět, že první vložený útek je méně zvlněný nežli útek druhý (osa útkové niti je značena červeně). Tento jev byl zkoumán v experimentech viz výše kapitola 12. Tyto snímky pouze potvrzují, že je rozdíl ve zvlnění vizuálně patrný.

Vazba 1.2 CT snímky:



Obrázek 47 - CT snímky vazby 1.2 s polohou řezu pleteninou

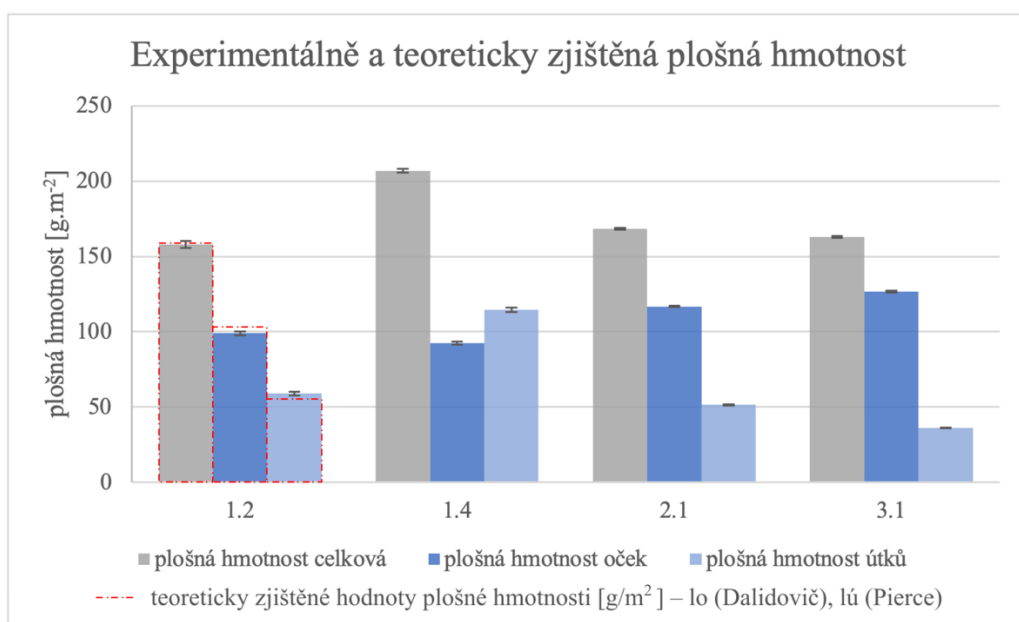
14 Plošná hmotnost pletenin

Plošná hmotnost byla zjištěná experimentálně i teoreticky spočítaná. Experimentální plošná hmotnost (exp.) byla zjištěna vážením očkovatelné a neočkovatelné části zvlášť i dohromady. Teoretická plošná hmotnost (teor.) byla spočítána podle vzorce (3). Pro teoretický výpočet byly použity hodnoty pro délku nitě v očku prof. Dalidoviče 1 a délku útku podle Pierceova modelu.

Tabulka 20 - Plošná hmotnost

[g/m ²]	1.2		1.4	2.1	3.1
	exp.	teor.	exp.	exp.	exp.
plošná hmotnost oček	98,92	103,58	92,39	116,85	126,75
plošná hmotnost útků	58,87	55,56	114,44	51,40	36,21
plošná hmotnost celková	157,78	159,14	206,83	168,25	162,96

V tabulce č.21 jsou výsledky experimentálních hodnot plošné hmotnosti pro čtyři vybrané vazby. Teoreticky spočítaná plošná hmotnost byla pouze pro vazbu 1.2, jelikož byl pro tuto vazbu vytvořen geometrický model. Na obr. 48 je patný rozdíl v poměru očkovatelné a neočkovatelné niti v různých vazbách pletenin. Dále je v grafu vidět rozdíl a vliv počtu vložených útků v řádku na plošnou hmotnost, kde v první vazbě 1.2 jsou dva vložené útky v řádku, ve druhé vazbě 1.4 jsou čtyři vložené útky v řádku (2x více útků v ploše oproti vazbě 1.2), třetí vazba 2.1 s podloženými kličkami a poslední vazba 3.1 s podloženými kličkami má nejmenší podíl vložených útků v ploše a nejvíce očkovatelné části. Predikce spotřeby pro útkové nitě z navrženého modelu jsou velmi blízko experimentálním a model oka se vstupním parametrem průměru multifilu PES 1 se na nepřesnosti podílí větší měrou. Plošná hmotnost pleteniny je v intervalu teoreticky zjištěné plošné hmotnosti pro vazbu 1.2.



Obrázek 48 - Plošná hmotnost

15 Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout vazby zátažných jednolícnicích pletenin s vloženými příčnými nitěmi s následnou realizací na stroji Shima Seiki SRY123 v laboratořích KTT. Záměrem bylo vytvořit kompaktní pletenou strukturu a vložit co nejvíce útků do jednoho řádku pleteniny s ohledem na možnosti dané vazby. Vložené útky byly v programu navrženy tak, aby byly co nejvíce provázané s očky pleteniny a nevznikaly dlouhé neprovázané úseky. Vkládaný útek nebyl družený. Při realizaci pletenin i programování bylo ke každé vazbě přistupováno individuálně, jelikož každá vazba má rozdílné možnosti a limity. Vstupním materiálem pro očkotvornou i neočkotvornou část byl syntetický provířený multifil pro pletení z POP (33 tex), PES1 (37,2 tex), PES2 (34 tex). Z důvodu komplikovanosti a chybovosti POP multifilu při zpracování se s tímto materiálem nadále nepracovalo a byl nahrazen jiným multifilem.

Byl vytvořen geometrický model strukturální jednotky vazby pleteniny s označením 1.2 (ZJ základní pletenina, dva vložené útky v jednom řádku pleteniny) pro predikci spotřeby materiálu. Geometrický model vazby základní pleteniny vychází z modelu prof. Neckáře a model neočkotvorné části vychází z Piercova modelu tkaniny. Predikce spotřeby materiálu pleteniny s útky je v intervalu experimentálně zjištěných hodnot plošné hmotnosti.

Proběhl též rozbor vstupních materiálů a pletenin. Průměr multifilů byl zjišťován pomocí různých metod s tím, že hodnoty z měření na přístroji CTT byly použity pro teoretický výpočet. Dále se prokázal vliv vstupního materiálu na rozteče sloupků a řádků. Zajímavostí je, že u vazeb s chytovými kličkami nedochází k příčnému negativnímu srážení a u vazby s podloženými kličkami nedochází ke kladnému srážení oproti základní zátažné jednolícni pletenině, což je pravděpodobně způsobeno příčně vloženou nití zabraňující příčnému srážení. Při zkoumání srážení pletenin bylo zjištěno, že se vazba 1.2 sráží o 5 % (pletenina na stroji a po relaxaci). Nejbližše experimentální délce nitě v očku byly hodnoty spočítány podle prof. Dalidoviče, proto byly tyto hodnoty použity pro predikci spotřeby. Z důvodu modelového zjednodušení pro spotřebu útku byly teoretické hodnoty délky útku nepatrně nižší než experimentální. Při rozboru pleteniny bylo též zjišťováno setkání útku s tím, že se jeden útek jevil jako zvlněný a druhý nikoliv.

Tento jev nebyl očekáván a rozdíl v setkání nebyl statisticky zanedbatelný, a proto byl dále zkoumán ve třech experimentech. V prvním experimentu nejlépe vyšla druhá metoda vkládání, při které byly nejmenší rozdíly v setkání útků. Tato metoda řešila nežádoucí jev v případě dvou vložených útcích. V případě čtyř vložených útků v jednom řádku se s druhou metodou vkládání vyskytl jev, kdy bylo setkání všech útků velmi podobné kromě třetího vloženého útku, který měl pravděpodobně dvojnásobné setkání. Ve druhém experimentu bylo zjištěno, že nejvhodnějším nastavením bočního napínacího švihadla je, jak doporučuje i výrobce, na maximální možné nastavení napnutí. A posledním zkoumaným experimentem bylo sledování vlivu změny materiálu v útku na jeho setkání ve vazebné konstrukci. V případě vložení monofilu byla délka vloženého útku téměř rovna šířce pleteniny. Monofil způsobí jinou geometrii očkotvorné nitě a má rozdílnou tuhost, ohybové vlastnosti a další. Byla též použita bavlněná česaná příze, u které byly rozdíly v hodnotách setkání prvního a druhého vloženého útku ještě rozdílnější, než tomu bylo u multifilu.

Pro další tvorbu vazeb s útky bych doporučila vycházet z výše zjištěných poznatků, pro předcházení možných komplikací a nežádoucích jevů. Dále se lze zaměřit na tvorbu a výrobu vazeb pro technické účely s tím, že základ a možnosti ZJ pletenin s útky jsou v této práci naprogramovány viz příloha č. 2. Kromě toho lze zkoumat mechanické vlastností těchto hybridních pletenin v porovnání s pleteninou bez vložených útků a tkaninou a zkoumání pozitiv a negativ této struktury. Též se lze zaměřit na tvorbu geometrických modelů pro další vazby, které obsahují i jiné vazební prvky, jako jsou podložené či chytové kličky. Navíc lze použít různé vstupní materiály pro technické účely a sledovat jejich vliv. Eventuálně plést tento typ pletenin na jiném typu stroje, než byl použit v této práci. Např. stroj bez saňového mostu co má individuálně poháněné vodiče apod.

Seznam literatury a použitých zdrojů

- [1] KOVÁŘ, Radko. Pletení. Vydání třetí. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních struktur, 2005. ISBN 80-7083-812-4.
- [2] DOSTALOVÁ, Mirka a KŘIVÁNKOVÁ, Mária. Základy textilní a oděvní výroby. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, 2001. ISBN 80-7083-504-4.
- [3] KOČÍ, Vladimír. Vazby pletenin. Praha: SNTL, 1980.
- [4] PECHOČIAKOVÁ, Miroslava. *Vlastnosti vláken – 7. Geometrické a optické vlastnosti vláken* [přednáška]. Liberec: FT TUL [cit. 2023-4-5]
- [5] KRUPINCOVÁ, Gabriela. *Souvislost mezi T, D, Z a technologií výroby příze I a II* [přednáška]. Liberec: FT TUL katedra technologií a struktur [2023-4-5]
- [6] NECKÁŘ, Bohuslav. *Příze a hedvábí I – Příze I „Definice, souvislosti“* [přednáška]. Liberec: FT TUL katedra textilních technologií [cit. 2023-4-5]
- [7] CTT LH-401: Constant Tension Transport. Katedra textilních technologií [online]. [cit.2018-02-02]. Dostupné z: <https://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-technologií-a-struktur-laboratore/ctt-lh-401>
- [8] O. MARTÍNEK: *Vliv zákrutu na geometrické a mechanicko-fyzikální vlastnosti multifilu*, Diplomová práce: Technická univerzita v Liberci. Liberec 2018
- [9] MAITY, Subhankar; RANA, Sohel; PANDIT, Pintu a SINGHA, Kunal (ed.). *Advanced knitting technology*. The Textile Institute book series. Duxford: Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier, [2022]. ISBN 978-0-323-85534-1.
- [10] SARKER, Md. Emdad. *Knitting | Technical Knitting*. Online. TexPedi. 2020. Dostupné z: <https://texpedi.com/technical-knitting/>. [cit. 2023-05-10].
- [11] *Shima Seiki SRY 123LP* | *Ft.Tul.cz*. Online. Textilní fakulta Technické univerzity v Liberci. Dostupné z: <https://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-technologií-a-struktur-laboratore/shima-seiki-sry-123lp>. [cit. 2023-05-20].
- [12] *Knitting Machine Features*. Online. SHIMA SEIKI. ©2024. Dostupné z: <https://www.shimaseiki.com/product/knit/feature/>. [cit. 2023-06-03].
- [13] *INDUSTRY*. Online. SHIMA SEIKI. ©2024. Dostupné z: https://www.shimaseiki.com/industrial_solutions/industry/. [cit. 2023-06-03].
- [14] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. [2. vydání]. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.

- [15] BANERJEE, Prabir Kumar. Principles of fabric formation. Boca Raton: CRC Press, [2015]. ISBN 978-1-4665-5444-3.
- [16] TUMAJER, Petr; BÍLEK, Martin a DVOŘÁK, Josef. Základy tkaní a tkací stroje. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015. ISBN 978-80-7494-215-0.]
- [17] KOLČAVOVÁ SÍRKOVÁ, Brigita. *Konstrukce a vlastnosti tkanin – Téma 8 (Vlastnosti tkanin – setkání nití ve tkanině)* [přednáška]. Liberec: FT TUL katedra technologií a struktur [cit. 2023-4-5]
- [18] *Flat knitting machine with loop pressers and a knitting method with the flat knitting machine*. Online. Google Patents. 1999. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/US5884505>. [cit. 2023-06-13].
- [19] SHIMA SEIKI. *SRY123LP: Instruction manual: operation/maintenance (NMM-B03B)* [pdf dokument]. Third Edition 2014 [cit. 2023-7-5]
- [20] *Glass-KNIT* ®. Online. TEC-KNIT. © 2024. Dostupné z: <https://tec-knit.de/en/produkte/glass-knit/>. [cit. 2023-06-05]
- [21] NECKÁŘ, Bohuslav. SVU – Pleteniny 1 „Model geometrie zátažné pleteniny“ [přednáška]. Liberec: FT TUL katedra textilních technologií [cit. 2023-4-5]
- [22] VOBOROVÁ, J; NECKÁŘ, B. *Interní norma č. 22-102-01/01: Průměr a chlupatost příze*. Liberec 2004. Technická Univerzita v Liberci
- [23] NECKÁŘ, Bohuslav. *SVU – Tkaniny 1 „Model geometrie tkaniny“* [přednáška]. Liberec: FT TUL katedra textilních technologií [cit. 2023-4-5]

Seznam obrázků

- Obrázek 1 – Technický líc a – zátažná pletenina, b – osnovní pletenina, [1]
- Obrázek 2 - Technický popis oka lícního a rubního [1] doplněno o popisky
- Obrázek 3 - Vazební prvky ZJ – a) chytová klička b) podložená klička c) lícni klička [1]
- Obrázek 4 - Používané patrony zátažných pletenin
- Obrázek 5 – Upravený obrázek pletenin ze speciálních materiálů – Shima Seiki [13]
- Obrázek 6 – Průměr niti a substanční průměr niti [6]
- Obrázek 7 – Schéma makroskopu pro snímání podélných pohledů [22]
- Obrázek 8 - Postup v obrazové analýze, 1 - snímek multifilu PES 1 s měřítkem, 2 - definování prahu a morfologické úpravy pro stanovení těla niti, 3 měření na výsledném nadefinovaném snímku, 4 - tabulka výsledků
- Obrázek 9 - Dalidovičův model oka [1]
- Obrázek 10 - Chamberlainův model oka [3]
- Obrázek 11 - Pierceho model oka [3]
- Obrázek 12 - Geometrický model pro. Neckáře, a-strukturální jednotka modelu oka, b- délka 1/4 oka AE [21]
- Obrázek 13 - Model strukturální jednotky pro spotřebu neočkovatelné niti ve vazbě 1.2 vycházející z Pierceho modelu.
- Obrázek 14 - Schéma útku v pletenině, vypáraného rovného útku a setkání útku
- Obrázek 15 - Upravený obrázek z patentu s přítlačným lůžkem a platinou [18]
- Obrázek 16 - Popis obrázku z manuálu [19]
- Obrázek 17 - Schéma stroje umístěná napínacích ústrojí [19]
- Obrázek 18 - Horní napínací ústrojí s popisky a, b – talířová brzdička (tahové síly - pasivní podavač) [1], [19]
- Obrázek 19 - Boční napínací ústrojí a, b – prokluzový podavač (tahové síly) [1], [19]
- Obrázek 20 - "Směry vedení přidavných nití"[1]
- Obrázek 21 – a – Předlisek z uhlíkových vláken [13]; b – Glass-KNIT nachází uplatnění například v oblastech větrné energetiky, automobilovém průmyslu, sportu apod. [20]
- Obrázek 22 - Navržené vazby s útky v provázání oček
- Obrázek 23 - Porovnání 4x4 oka vazby 1.2, a – znázornění vazby v programu b – nasnímaná pletenina (PES multifil)
- Obrázek 24 - Jeden řádek pleteniny rozepsaný na dílčí řádky a – návrh v programu, b – kontrola vazby (anglický systém)

Obrázek 25 - Popis programu vazby a Option lines

Obrázek 26 - Kontrola vazby v programu před pletením

Obrázek 27 – Vizualizace pletených vzorků v programu, $w = 1,4 \text{ mm}$, $c = 1,2 \text{ mm}$

Obrázek 28 - Strukturální jednotka – vychází z modelu prof. Neckáře [21]

Obrázek 29 - Porovnání hodnot průměrů multifilů různými metodami

Obrázek 30 - Graf porovnání hustot pletenin z odlišných vstupních materiálů

Obrázek 31 - Graf závislosti rozměru oka na použité vazbě

Obrázek 32 - Porovnání rozměrů oka pletenin vazby 1.2 s různým vstupním materiálem a znázorněný rozdíl tvaru oka vlivem rozdílného vstupního materiálu

Obrázek 33 - Závislost délky nitě v oku na použité vazbě

Obrázek 34 - Závislost rozměru oka na délce nitě v oku pro vazby 1.2 a 1.4 experimentálně zjištěné hodnoty, 1.2 a 1.4 teoretické hodnoty podle prof. Dalidoviče I.

Obrázek 35 - závislost délky útku na použité vazbě

Obrázek 36 - závislost rozměru oka na délce nitě v oku

Obrázek 37 - Závislost délky útku na délce nitě v oku

Obrázek 38 - Schematicky znázorněné setkání prvního a druhého vloženého útku v řádku

Obrázek 39 - Snímek vypáraného prvního a druhého vloženého útku ve volném stavu PES 1

Obrázek 40 - Ilustrační obrázek řešené komplikace, kdy je druhý vkládaný útek zvlněný

Obrázek 41 – Schéma metod směru vkládání útků

Obrázek 42 - Setkání útku v použité metodě vkládání

Obrázek 43 - 2. metoda vkládání pro vazbu 1.4

Obrázek 44 - Ilustrační obrázek 2. experimentu se změnou nastavení bočního napínacího švihadla (celý popis bočního napínacího ústrojí viz obr. 19)

Obrázek 45 - Setkání útků závislé na změně nastavení bočního napínacího švihadla

Obrázek 46 - CT snímky pohledu na vazbu 1.2 a 1.4

Obrázek 47 - CT snímky vazby 1.2 s polohou řezu pleteninou

Obrázek 48 - Plošná hmotnost

Seznam tabulek

- Tabulka 1 - Základní parametry vstupního materiálu
- Tabulka 2 - Průměr multifilu zjišťován z podélných snímků na obrazové analýze
- Tabulka 3 - Průměr multifilu měřen na CTT
- Tabulka 4 - Relativní pevnost
- Tabulka 5 - Tažnost
- Tabulka 6 - Hustoty pletenin v PES 1
- Tabulka 7 - Hustoty pletenin pro vazbu 1.2 z POP
- Tabulka 8 - Srážení pletenin
- Tabulka 9 - Experimentální a teoretická délka nitě v očku
- Tabulka 10 - Experimentální hodnoty délky útku
- Tabulka 11 - Teoretické hodnoty délky útku
- Tabulka 12 - Teoreticko-experimentálně zjištěná délka útku
- Tabulka 13 - Plošný koeficient plnosti a hustotní koeficient
- Tabulka 14 - Setkání útku
- Tabulka 15 - Metoda vložení útku
- Tabulka 16 - Setkání útků ve vazbě 1.4
- Tabulka 17 - Třetí experiment a 1.metoda vkládání
- Tabulka 18 - Třetí experiment a 2.metoda vkládání
- Tabulka 19 - Setkání útků ve vazbě 1.4
- Tabulka 20 - Plošná hmostnost

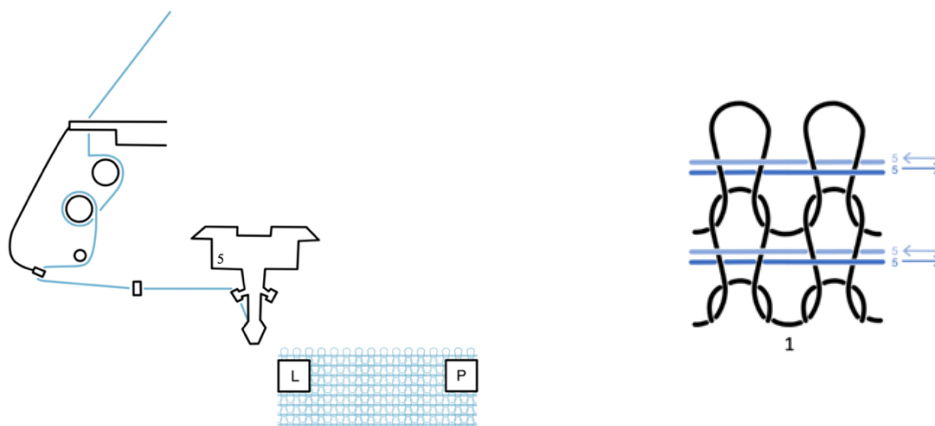
Seznam příloh

- Příloha č. 1: Grafické znázornění postavení vodičů ve stoji pro vložení prvního útku v řádku pleteniny
- Příloha č. 2: Zápis vazeb v programu SDS ONE APEX 3
- Příloha č. 3: Navržené vazby v provázání oček s vloženými útky
- Příloha č. 4: Nasnímané zhotovené vazby – technický líc
- Příloha č. 5: Tahové křivky použitých materiálů

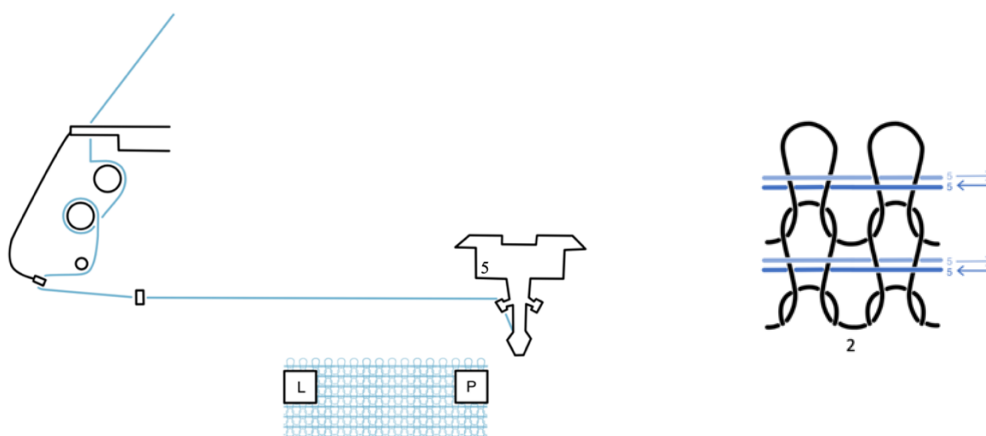
Přílohy

Příloha č. 1: Grafické znázornění postavení vodičů ve stoji pro vložení prvního útku v řádku pleteniny

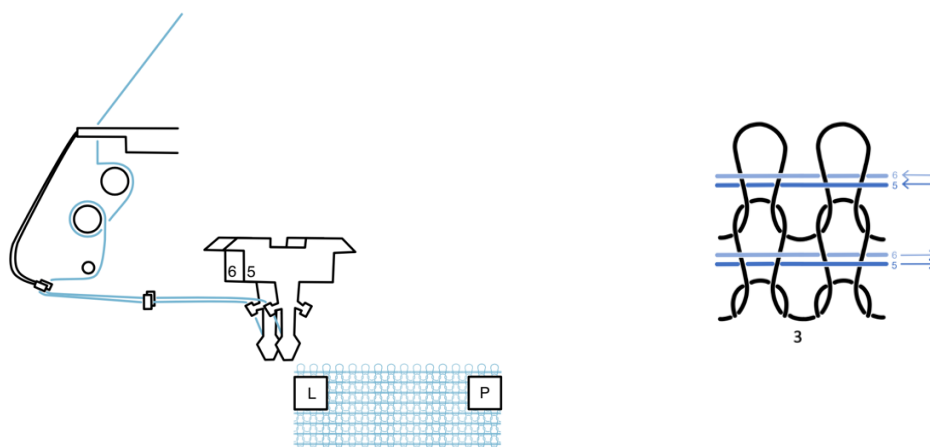
Metoda 1



Metoda 2

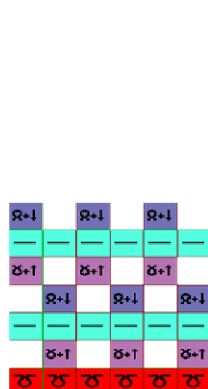


Metoda 3

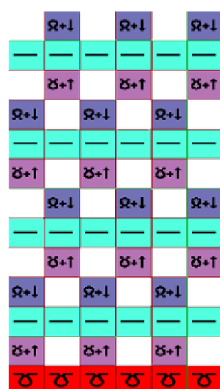


*Obrázky vycházejí z ilustrace stroje v manuálu Shima Seiki [19]

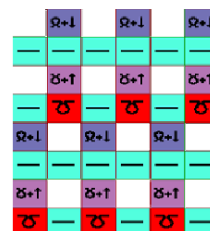
Příloha č. 2: Zápis vazeb v programu SDS ONE APEX 3



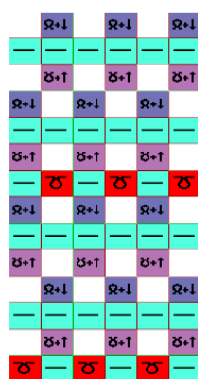
1.2



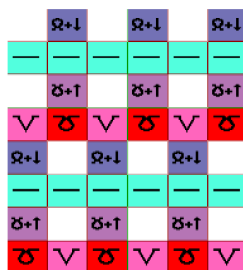
1.4



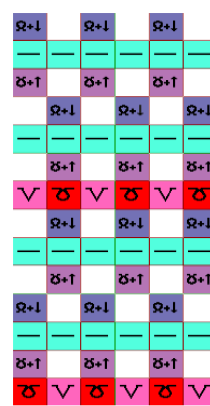
2.1



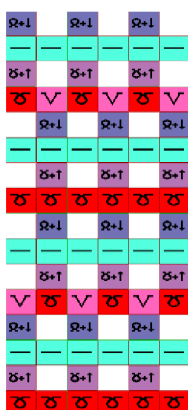
2.2



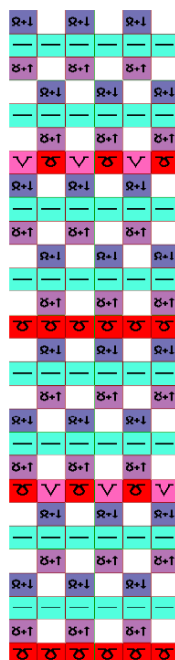
3.1



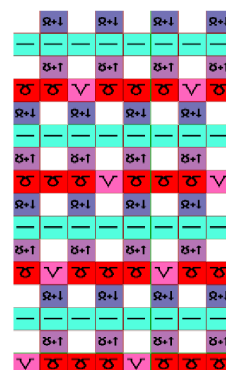
3.2



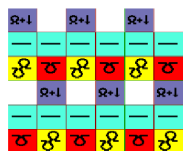
4.1



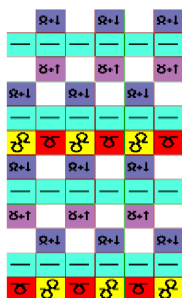
4.2



5.1



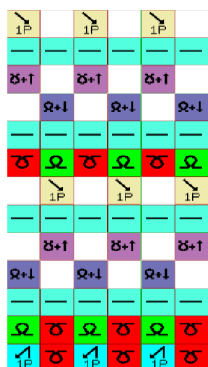
6.1



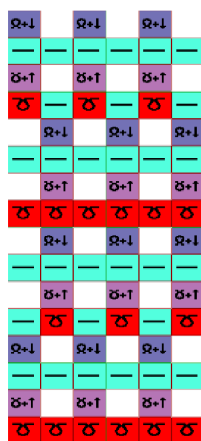
6.2



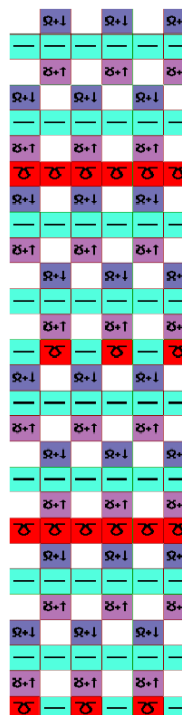
6.3



7.2

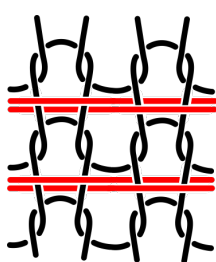


8.1

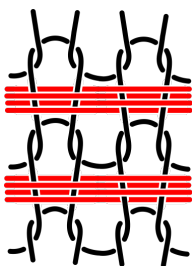


8.2

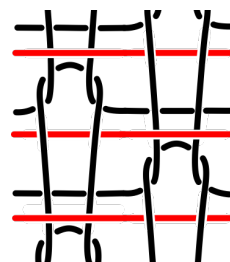
Příloha č. 3: Navržené vazby v provázání oček s vloženými útky



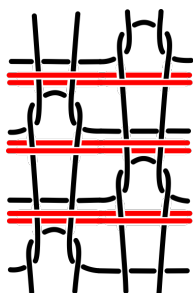
1.2



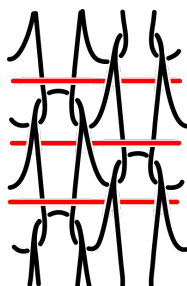
1.4



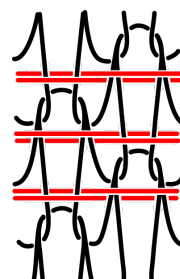
2.1



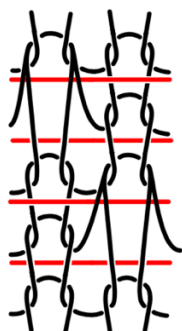
2.2



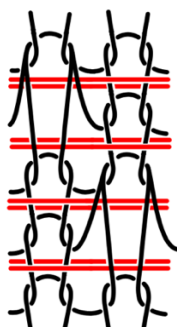
3.1



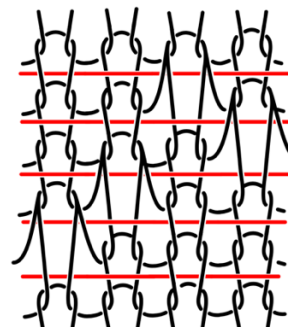
3.2



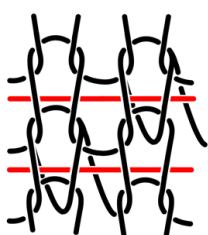
4.1



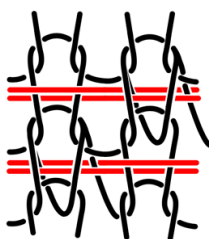
4.2



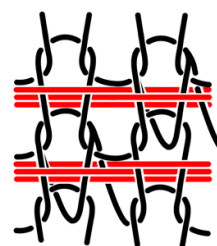
5.1



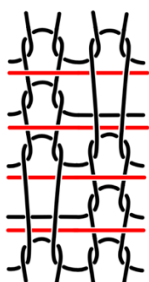
6.1



6.2



6.3

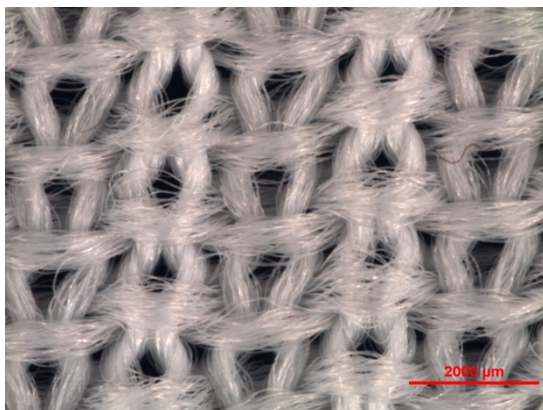


8.1

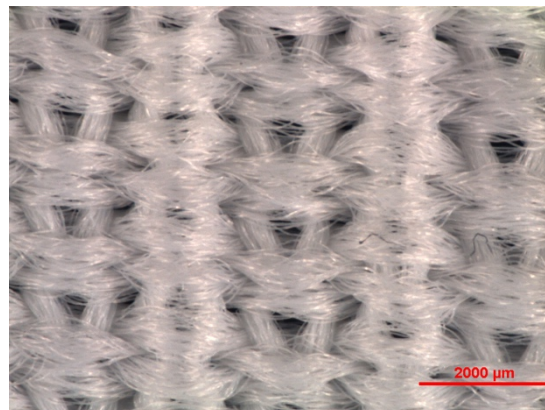


8.2

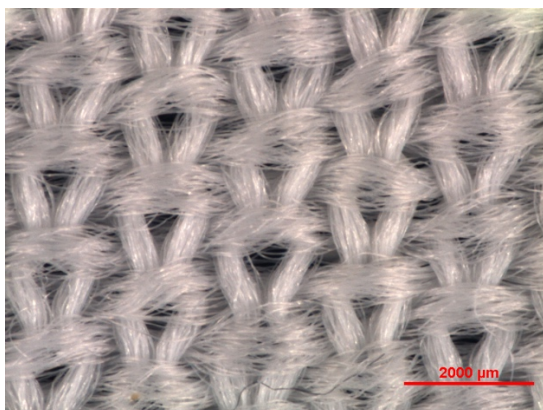
Příloha č. 4: Nasnímané zhotovené vazby – technický líc



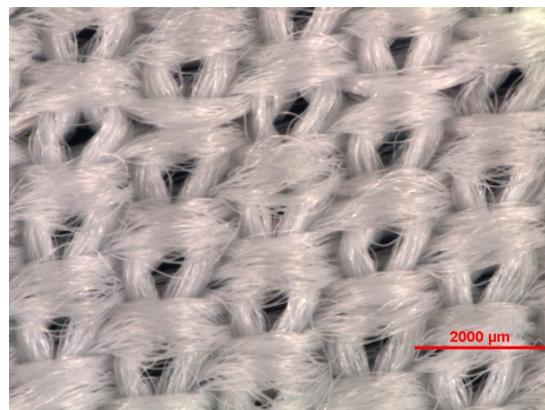
1.2



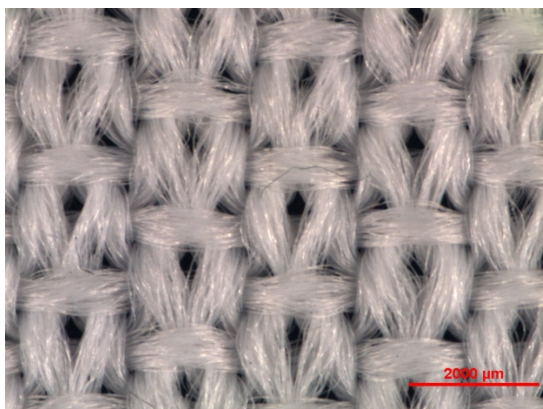
1.4



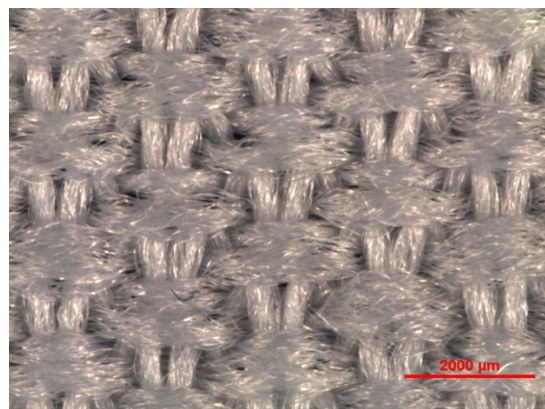
2.1



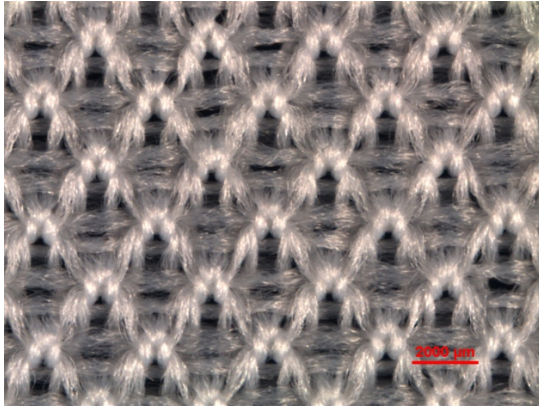
2.2



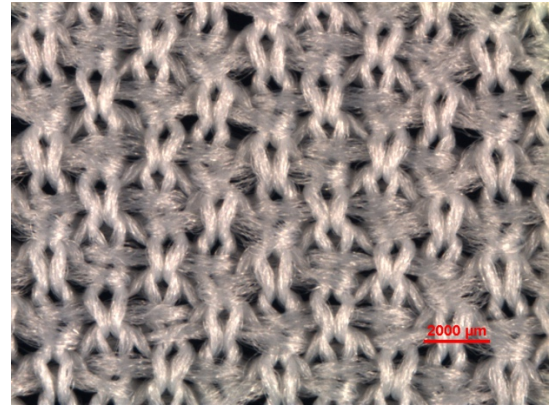
3.1



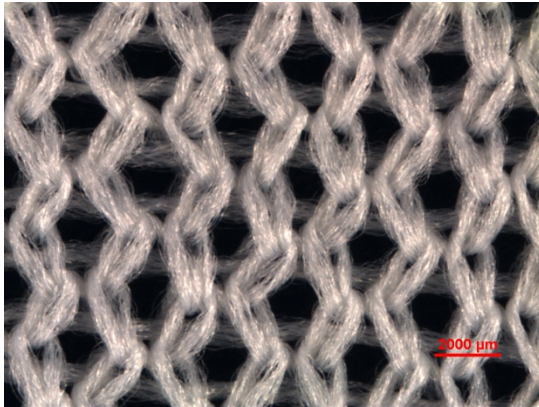
3.2



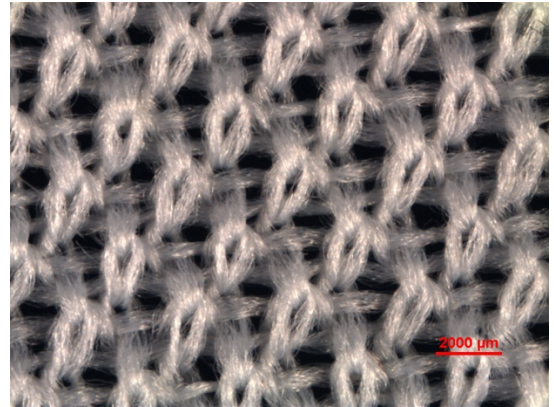
4.1



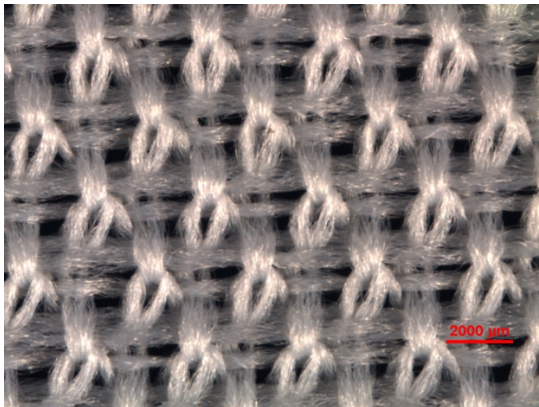
5.1



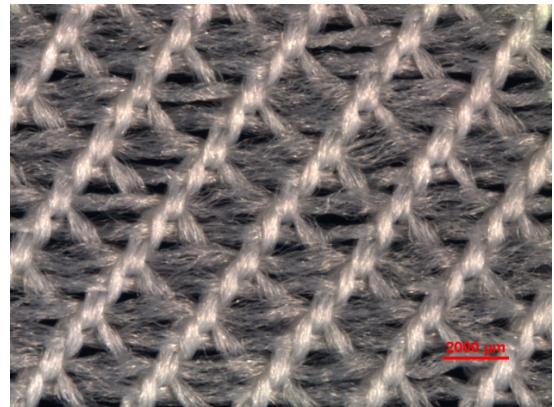
6.1



6.2



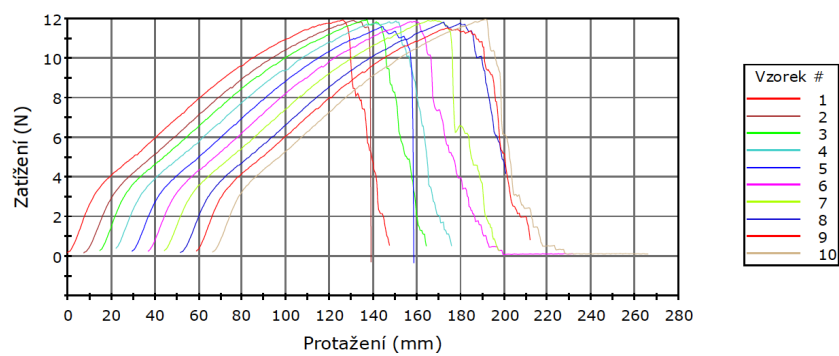
6.3



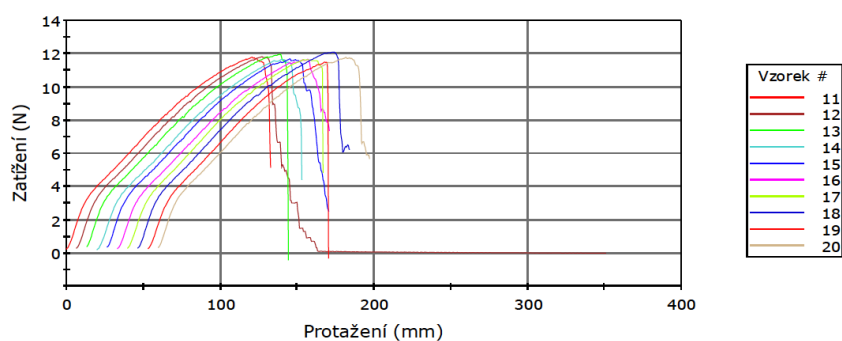
7.2

Příloha č. 5: Tahové křivky použitých materiálů

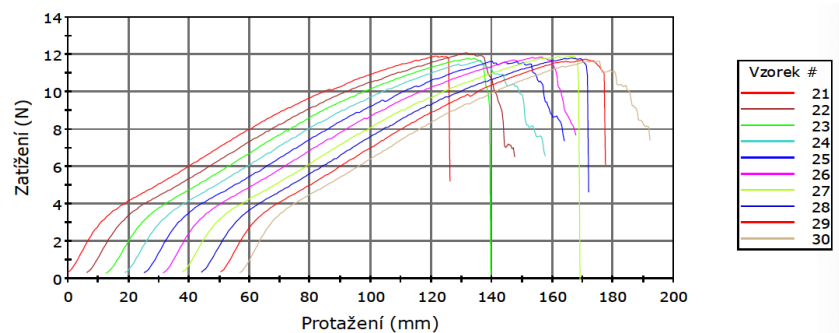
PES 1 multifil



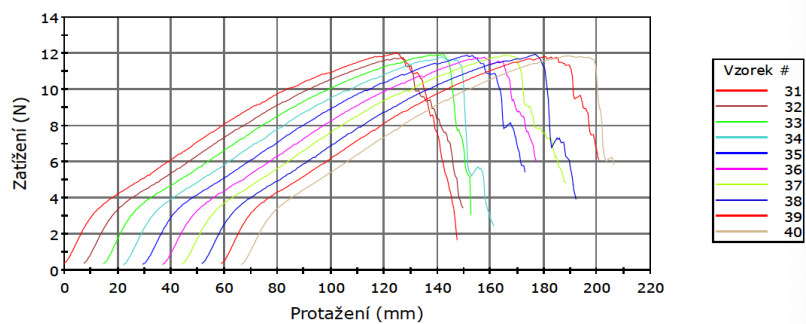
PES 1 multifil



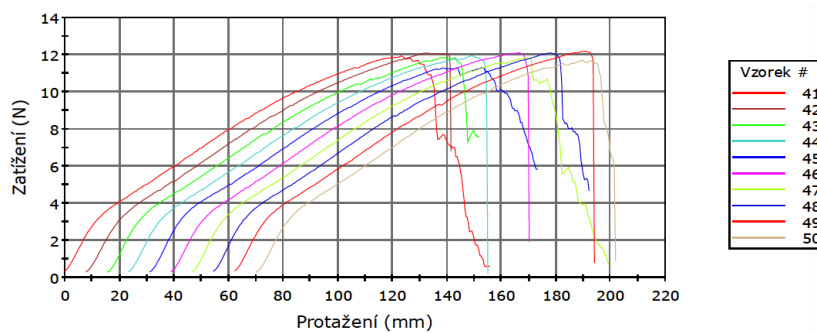
PES 1 multifil



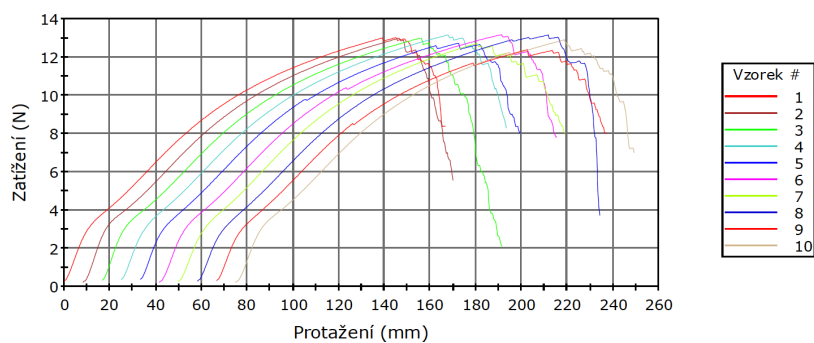
PES 1 multifil



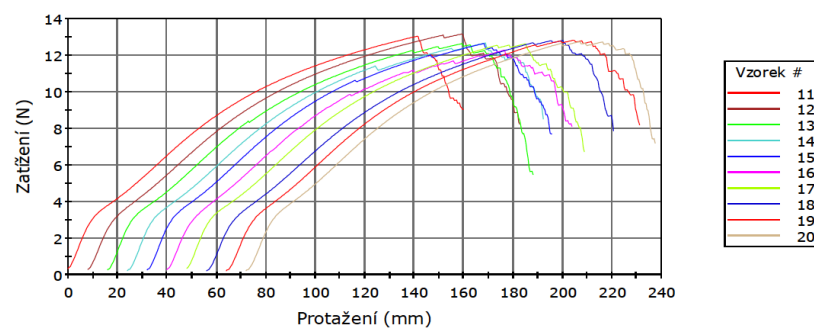
PES 1 multifil



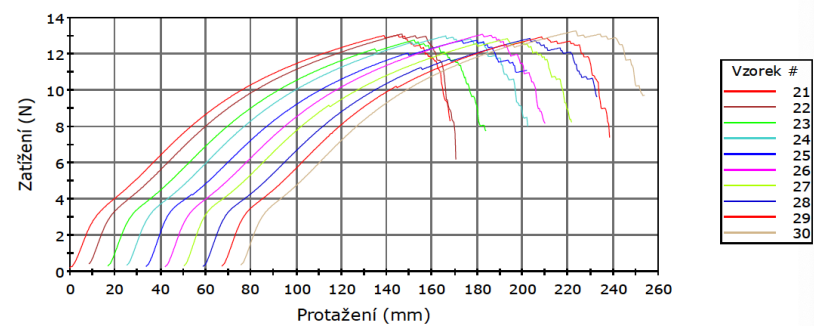
PES 2 multifil



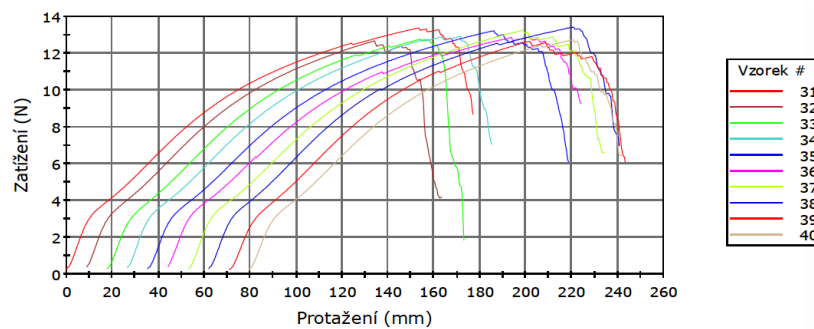
PES 2 multifil



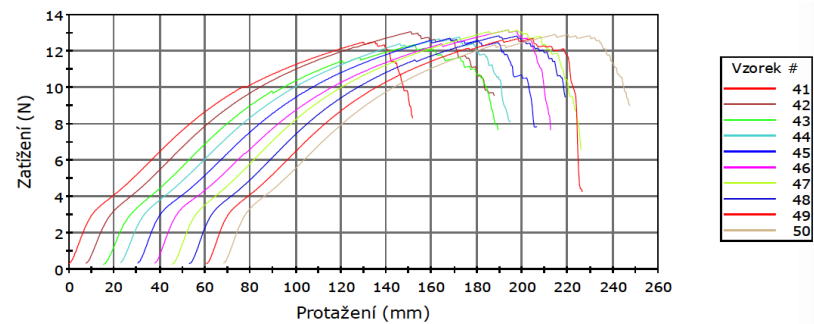
PES 2 multifil



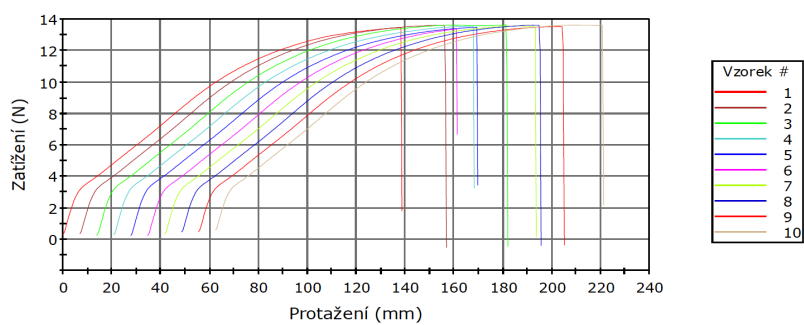
PES 2 multifil



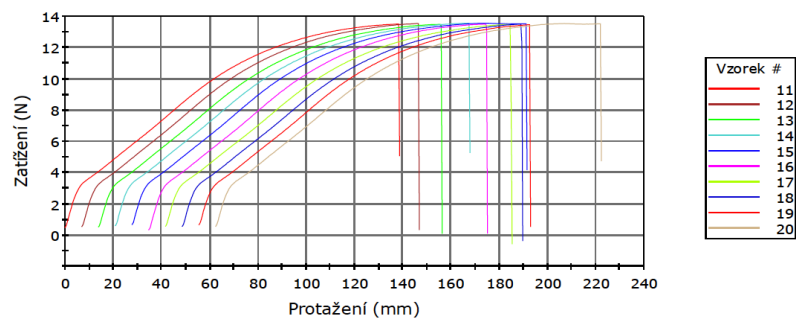
PES 2 multifil



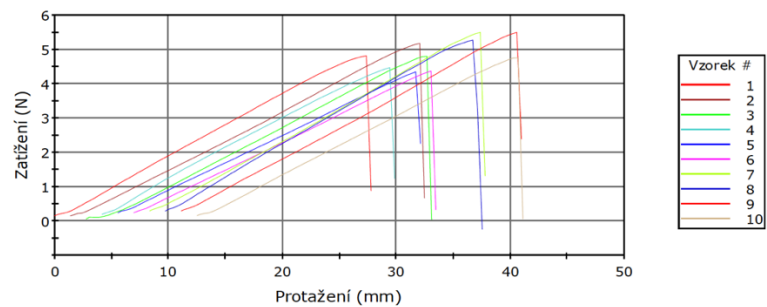
PES monofil



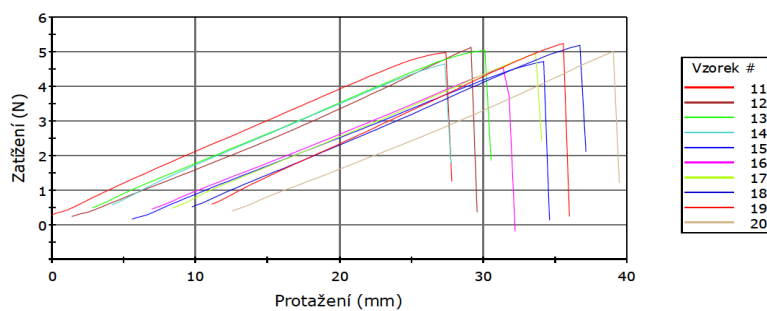
PES monofil



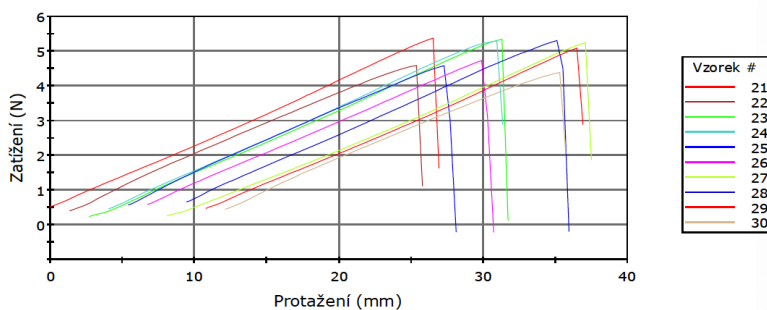
česaná bavlněná příze



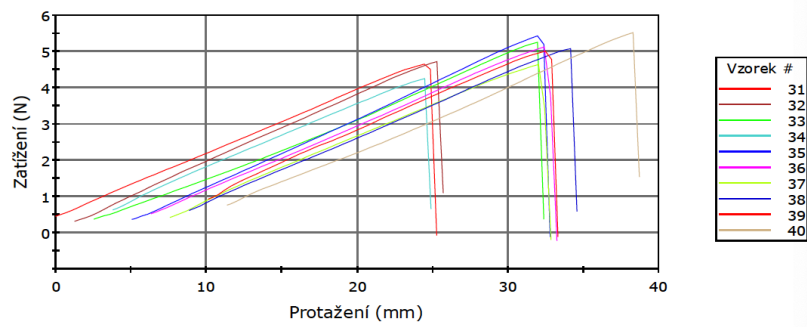
česaná bavlněná příze



česaná bavlněná příze



česaná bavlněná příze



česaná bavlněná příze

