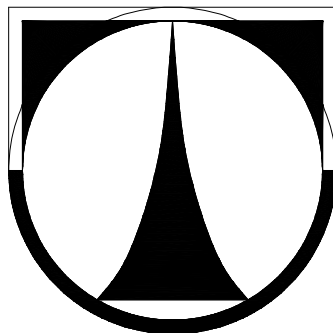


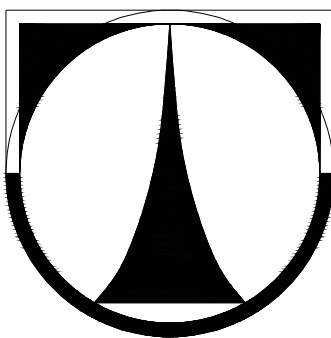
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



JAN ŠVEJDA
ANALÝZA TAHOVÝCH SIL V NITÍCH BĚHEM SNOVÁNÍ

2007

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



ANALÝZA TAHOVÝCH SIL BĚHEM SNOVÁNÍ

**THE ANALYSE OF THE TENSION FORCE IN THE
WARP THREADS DURING THE WARPING**

ANOTACE

V bakalářské práci je popsán princip snování se zaměřením na pásové snování. Dále je popsán vznik, nastavení a regulace tahové síly v nitích během snování. Je proveden návrh a realizace měření v podmínkách podniku Technolen a.s. s využitím přístroje Waweon. V závěru práce jsou uvedeny výsledky měření a zhodnocení analýzy tahových sil.

ANNOTATION

In the bachelor thesis is described principle of warping with target the zone warping. Further is described rise, setting and regulation of tension force in the yarns during warping. It is effected proposal and realization of measurement in the conditions of company Technolen a.s. with usage apparatus Waweon. As a conclusion are mentioned results and estimation analysis of tension force.

Klíčová slova:

snování

pásové snování

cívečnice

tahová síla

waweon

Key words:

warping

band warping

creel

tension force

waweon

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že si svou bakalářskou práci mohu vyzvednout v Univerzitní knihovně TUL po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Liberci, dne 15. května 2006

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Tumajerovi a konzultantovi Ing. Ingolfu Brotzovi za cenné rady a pomoc při řešení problémů, které se při psaní bakalářské práce vyskytly. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům za všestrannou podporu během celé doby mého studia i všem mým spolužákům a kamarádům.

Obsah:

1	Úvod	9
	Technolen technický textil a.s.	9
2	Rešeršní část.....	10
2.1	Snování.....	10
2.1.1	Druhy snování.....	10
2.1.2	Snování válové	11
2.1.3	Snování pásové	12
2.1.3.1	Křížové paprsky	13
2.1.3.2	Snovací paprsky	13
2.1.3.3	Statická elektřina.....	13
2.1.3.4	Snovací buben.....	14
2.1.3.5	Kužel bubnu.....	14
2.1.3.6	Snovací stroje Hacoba.....	16
2.1.4	Cívečnice	17
2.1.4.1	Druhy cívečnic	17
2.1.5	Vedení nití	19
2.2	Nastavení a regulace tahové síly	20
2.2.1	Vznik tahové síly	20
2.2.2	Regulace tahové síly v cívečnici Hacoba	21
2.2.3	Brzdění nití	21
2.2.4	Měření sil.....	23
3	Experimentální část.....	25
3.1	Podmínky pro analýzu tahových sil	25
3.1.1.1	Snovaná příze.....	25
3.1.1.2	Snovací stroj - Sucker Müller Hacoba typ: toptronic 2000.....	25
3.1.1.3	Cívečnice Sucker Müller Hacoba	25
3.2	Návrh měření.....	26
3.3	Popis měření	27
4	Zpracování naměřených hodnot	28
4.1	Analýza tahových sil v jednom snovaném pásu	28
4.1.1	Zjištění o kolik procent se liší hodnoty naměřené stávajícím systémem a waweonem... ..	28
4.1.2	Závislost tahové síly na vzdálenosti cívek od paprsku	29
4.1.3	Vliv pravé a levé strany cívečnice na velikost tahové síly	30
4.2	Analýza tahových sil v celém osnovním válu.....	31
4.2.1	Porovnání průběhů tahových sil v jednotlivých páslech snovaného válu.....	31
4.3	Analýza průběhu tahové síly při snování jednoho pásu	32
4.3.1.1	Rozběh snovacího stroje (0 - 30 sekund)	32
4.3.1.2	Regulace tahové síly (30 – 120 sekund)	32
4.3.1.3	Průběh snování po regulaci až do zastavení stroje.....	32
5	Závěr	33
	Literatura	34
	Seznam obrázků	35
	Seznam příloh	36

Seznam použitých symbolů:

Δh	výška jedné vrstvy návinu [m]
s	posuv suportu na 1 otáčku [mn^{-1}]
α	úhel sklonu kužele bubnu [$^{\circ}$]
ρ	měrná hmotnost návinu [kgm^{-1}]
D_o	dostava osnovy [nití/m]
T	jemnost [tex]
Δ	procentuální rozdíl mezi oběma snímači vztažená k hodnotě Q_{hacoba} [%]
Q_{waweon}	hodnota tahové síly naměřená snímačem Waweon [cN]
Q_{hacoba}	hodnota tahové síly naměřená zabudovaným snímačem Hacoba [cN]
$\bar{x}$	střední hodnota vzorku
s_x	směrodatná odchylka vzorku
v	variační koeficient [%]
$H_m \text{ IS}$	horní mez intervalu spolehlivosti 95% [N]
$D_m \text{ IS}$	dolní mez intervalu spolehlivosti 95% [N]
F_2	výsledná tahová síla [N]
F_1	vstupní tahová síla [N]
F_p	přítlačná síla [N]
f	součinitel tření [-]
β	úhel opásání [$^{\circ}$]

1 Úvod

Přípravu materiálu ke tkaní tvoří soukání, skaní, snování, šlichtování a navádění osnovy. Všechny tyto práce musí být provedeny velmi pečlivě, protože kvalita přípravy materiálu má zásadní vliv nejen na jakost tkaniny, ale také na produktivitu práce a výkon při tkaní.

V podniku Technolen a.s. se při snování setkávají s pásovou pruhovitostí nebo přepnutými či uvolněnými nitěmi v osnově tkaniny. Tyto vady se projevují při dalším zpracování tkaniny nánosováním PVC a následném prodeji, kde zaznamenávají reklamace v důsledku těchto vad vzniklých při snování.

Cílem této práce je také ověření správné funkce zařízení pro snímání tahové síly a regulace tahové síly.

Technolen technický textil a.s.

Jako člen skupiny Mehler AG patří Technolen mezi firmy působící v řadě evropských zemí, Americe a Asii. Zabývající se výrobou klasického textilu, konfekce, netkaných textilií a především nejrůznějších technických textilií.

Obchodní a výrobní jednotka Technolenu v Lomnici nad Popelkou vyrábí PES tkaniny nánosované vrstvou PVC a PUR. Tyto tkaniny se používají pro reklamní tisk, autoplachty, krycí plachtoviny. Vyrábí se v různých plošných hmotnostech, barvách a úpravách.

2 Rešeršní část

2.1 Snování

Snování je jednou z nejdůležitějších operací v přípravných tkalcoven. Všechny chyby vzniklé při snování způsobují obtíže zejména v tkalcovně, to se projeví snížením výkonu stavu, případně kvality zboží. Zejména při zvyšujícím se stupni automatizace tkaní vzrůstají požadavky na dobrou přípravu osnov [3].

Účelem snování je uspořádat vedle sebe niti v určité hustotě, v příslušné šířce, u pestrobarevných osnov také v daném pořadí a navinout je v určité délce. Všechny snované niti mají být navíjeny s přibližně stejným napnutím. Délka osnovy se rovná požadované délce tkaniny zvětšené o zkrácení osnovy při tkaní (setkání) a o ztráty asi 3 m na koncích osnovy. Šířka osnovy na snovacím válu bývá o 5 až 15% větší, než je šířka návodu v paprsku tkacího stroje.

2.1.1 Druhy snování

Způsob snování ovlivňuje maximální počet cívek, které je možno umístit v cívečnici. Osnovy s menším počtem nití lze snovat najednou v plné šířce a dostavě. Tento způsob snování se nazývá **přímý** a používá se hlavně ve stuhařském průmyslu. Celkový počet osnovních nití na tkacím stroji však obvykle několikanásobně převyšuje počet cívek v cívečnici. V tomto případě se osnova připravuje po částech, jejichž spojením se získá celkový počet nití. Rozeznáváme tři druhy **nepřímého** snování [1] :

1. Snování válové. Osnova se rozdělí na několik snovacích váľů, které se sice navíjejí v plné šíři, ale pouze v částečné dostavě. Teprve při šlichtování se z nití několika snovacích váľů vytvoří osnova v plné dostavě.
2. Snování pásové. Osnova se rozdělí na pruhy (pásy), které se snovají v plné dostavě postupně vedle sebe na snovací buben. Ze snovacího bubnu se všechny pásy najednou odvíjejí přímo na osnovní váľ nebo do šlichtovacího stroje.
3. Snování dílové. Osnova se rozdělí na pruhy, které se v plné dostavě navíjejí na dílčí osnovní váľy.

V přípravných tkalcoven se používá snování válové a pásové. Válově se snovou osnovy z méně choulostivých materiálů, zejména při velkovýrobě v bavlnářském průmyslu a průmyslu lýkových vláken. Navinou-li se niti s menším napnutím a s malým úhlem překřížení na perforované snovací vály, lze je na nich bělit a barvit. Při válovém snování se nevytváří nit'ový kříž. Pořadí nití se zajišťuje jen lepicí páskou.

Pásové snování je téměř všeobecně zavedeno ve vlnářském a hedvábnickém průmyslu. Návin nití je přesnější, a proto je vhodný pro osnovy z choulostivých materiálů. Pořadí nití je zajištěno nit'ovým křížem. Pásový způsob snování umožňuje přípravu krátkých osnov pro vzorování. Dílové snování se používá především v pletařském průmyslu.

2.1.2 Snování válové

Nitě odtahované z cívečnice jsou v daném pořadí navedeny do snovacího hřebenu. Dále přecházejí přes vodící tyč a jsou navíjeny na snovací vál, kde jsou přitisknuty přitlačným válcem, který reguluje tvrdost návínu. Rychlost navíjení má být konstantní. Nejjednodušší je obvodový pohon snovacího válů třením od povrchu přitlačného válce, který má konstantní otáčky. Pro navíjení velkých průměrů snovacích válců je však nutno pohánět osu snovacího válů. Tento druh pohonu se nazývá osový. Aby obvodová rychlost návínu byla konstantní, musí být otáčky regulovány pomocí regulačního elektromotoru nebo mechanického či hydraulického variátoru otáček.

Tvrdost návínu na snovacím válů je ovlivňována tahem příze, lisováním návínu a u návínů pro barvení také částečně úhlem křížení příze. Aby se nezvýšila četnost přetrhů, není vhodné, ani u tvrdě navíjených válců, zvyšovat tah příze. Vinutí je rovnoběžné, příze se nekříží. Jedinou regulovanou veličinou je lisování návínu, prováděné hladkým, obvykle kovovým válcem.

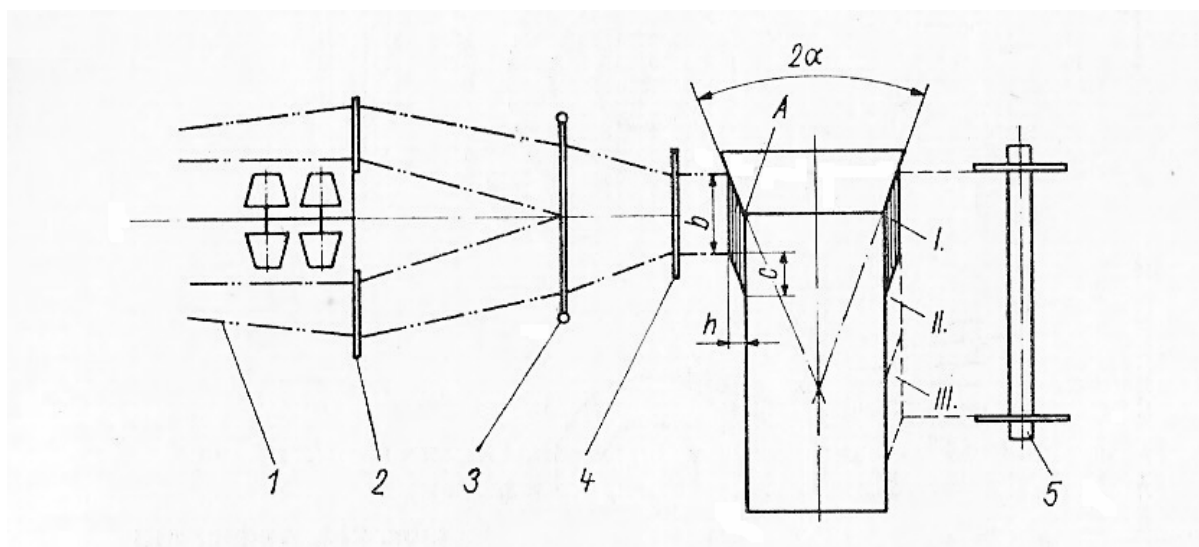
Při snování osnov určených pro barvení vykonává snovací hřeben vratný pohyb 12 až 20 mm, v některých případech až 40 mm. Tak vzniká křížové vinutí s velmi malým úhlem křížení ovinů.

Takto připravené snovací vály, nasnované v plné šíři, ale s částečnou dostavou se vkládají do stojanů, které jsou součástí šlichtovacího stroje. Osnovní niti z jednotlivých válců se vedou na jeden společný válec a odtud již v celkové dostavě do šlichtovacího stroje [1].

2.1.3 Snování pásové

Niti se navíjejí pás po pásu na snovací buben, ze kterého se osnova po nasnování všech pásů převine na osnovní vál. Spadávání krajových nití pásu na bubnu se na starších strojích zabráňovalo kolíčky, nasazenými na obvodu bubnu. Na novějších strojích se jednotlivé pásy snovou kuželově, jak je znázorněno na obr.1. Snovací buben je na jedné straně zakončen kuželem s vrcholovým úhlem 2α . Pás nití je veden křížovým paprskem 3 a snovacím paprskem 4. První pás se navíjí tak, že krajní nit se začne navíjet v místě A, kde se kuželová plocha protíná s plochou válcovou. Současně se snovací buben přesouvá vlevo, takže pravá krajní nit každé další vrstvy se klade stále na kužel bubnu. Po nasnování pásu se niti tohoto pásu přestřihnou a konec se zaklesne pod poslední vrstvu nebo se jinak zajistí. Snovací buben se posune vpravo o vzdálenost: $a = b + c$, začátek nového pásu se upevní na buben a začne se navíjet další pás.

Po nasnování stanoveného počtu pásů se osnova ze snovacího bubnu převíjí na osnovní vál 5. Vzhledem ke kuželovitému vinutí se při převíjení musí snovací buben a osnovní vál vzájemně osově přesunovat o šířku úkosu c . Na navíjecím zařízení bývá také mechanismus pro vratný osový posuv osnovního válu se zdvihem do 50 mm, aby se méně husté osnovy mohly navíjet s malým úhlem křížení nití [1].

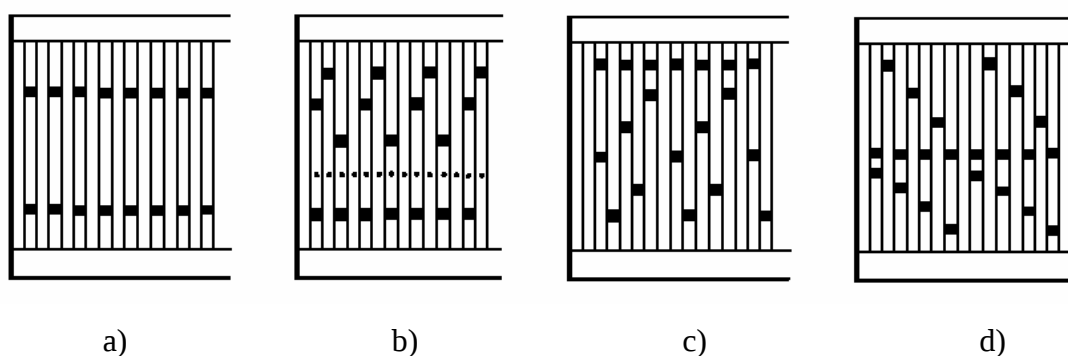


Obr.1 Schéma pásového snovacího stroje

2.1.3.1 Křížové paprsky

V křížovém paprsku jsou niti navedeny po jedné do každého zubu. Křížovým paprskem se nabírá nit'ový kříž pro zajištění správného pořadí nití. Jednonit'ový kříž se nabírá na začátku snování každého pásu a u osnov, které budou šlichtovány také na konci pásu.

Při snování hustých osnov rozdělených v několika rovinách nebo osnov určených pro šlichtování se nabírá vícenit'ový kříž. K tomu se používají paprsky přeletované střídavě ve více řadách (viz. obr. 2).



Obr.2 a) paprsek pro tvorbu jednonit'ového kříže, b) pro čtyři vrstvy, c) pro šest vrstev, d) pro osm vrstev

2.1.3.2 Snovací paprsky

Snovacím paprskem se seřizuje šířka pásu a nitě se udržují ve správné dostavě. Do snovacího paprsku se navádí po 2 až 5 nitech do zubu. Snovací paprsek může být s pevnými třtinami nebo nastavitelný.

2.1.3.3 Statická elektřina

Třením nití o třtiny křížového a snovacího paprsku vzniká na povrchu nití statická elektřina, která ztěžuje jejich zpracování. Proto se před snovací paprsek umísťuje eliminátor statické elektřiny. Je to lišta se špičatými elektrodami, do kterých se přivádí střídavý elektrický proud o napětí několika desítek tisíc voltů. Z hrotů vyzařovaná elektřina silně ionizuje vzduch v okolí snovaných nití, a tím se nahromaděná statická elektřina vybíjí. Při náhodném styku s elektrodami není elektrický proud vzhledem k nepatrné intenzitě pro obsluhu nebezpečný. Eliminátory statické elektřiny mohou být zároveň umístěny i na posledních nosných lištách cívečnice [1].

2.1.3.4 Snovací buben

Buben pro pásové snování má velký průměr, aby pro požadovanou délku osnovy nebyla tloušťka vrstvy nití příliš velká. Konstrukce bubnu musí být lehká a pevná. Lehký buben má malý moment setrvačnosti a snadno se zastaví. Pevnost bubnu je důležitá při snování dlouhých osnov z chemických vláken, která mají vysokou pružnost. Návin vyvíjí velké tlaky na buben a může ho deformovat. Osnovu z těchto pružných materiálů je nutno snovat s minimálním tahem nití.

Kuželové zakončení snovacího bubnu je buď pevné, nebo se seřiditelnou kuželovitostí (úkošem). Přestavení kužele je umožněno příložkami, které jsou svými čepy kyvně uloženy v plášti bubnu.

2.1.3.5 Kužel bubnu

Úhel sklonu kužele bubnu (poloviční vrcholový úhel kužele) a posuv pásu nití vzájemně souvisejí. Podmínkou je, aby horní vrstva návinu byla rovnoběžná s válcovým povrchem bubnu. Při rychlém posuvu pásu by krajní nitě vrstev vystupovaly na větší obvod a po převinutí by byly volné. Naopak při pomalejším posuvu pásu by se krajní niti propadaly a při převíjení by se trhaly[1].

Z hlediska tvorby návinu rozlišujeme tři typy strojů:

1. stroje s konstantním posuvem „s“ návinu a nastavitelným úhlem α sklonu kužele
2. stroje s konstantním úhlem α a měnitelným posuvem
3. stroje s měnitelným úhlem sklonu kužele i s měnitelným posuvem

Vztah mezi úhlem sklonu kužele α a posuvem je dle obr.3 dán rovnicí:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{s} \quad (1)$$

kde s je posuv pásu v metrech za jednu otáčku bubnu a Δh je výška jedné vrstvy návinu v metrech, kterou vypočítáme z hmotnosti jedné vrstvy návinu.

Hmotnost jedné vrstvy návinu m lze stanovit ze dvou různých vztahů:

$$m = \Delta h \cdot \check{s}_p \cdot l \cdot \rho \quad (2)$$

$$m = D_o \cdot 10 \cdot l \cdot \check{s}_p \cdot T \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

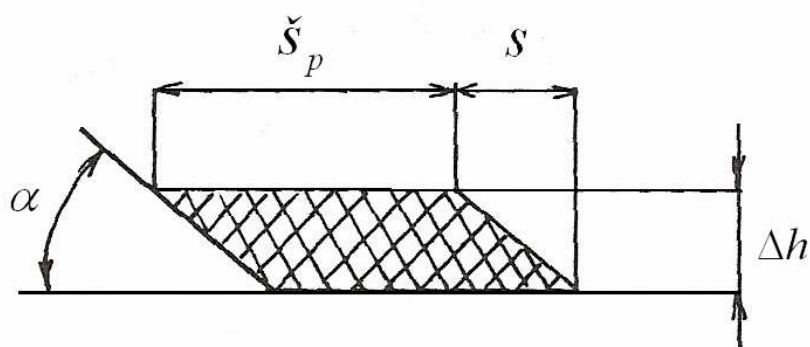
Kde $\check{s}_p$ je šířka pásu v metrech, l je délka nití v jedné vrstvě návinu v metrech, ρ je měrná hmotnost návinu v kg/m^3 , D_o je dostava nití na 1 metr a T je jemnost snovaných nití v tex.

Sloučením obou rovnic dostaneme vztah:

$$\Delta h = \frac{D_o \cdot T \cdot 10^{-6}}{\rho} \quad (4)$$

U strojů s konstantním úhlem sklonu se stanovuje velikost posuvu s . Kterou stanovíme dosazením Δh ze vztahu (4) do vztahu (1), kde Δh je výška jedné vrstvy návinu.

$$s = \frac{D \cdot T_{\text{tex}}}{10^6 \cdot \rho \cdot \text{tg} \alpha} \quad (5)$$



Obr.3 Schéma kužele snovacího bubnu

2.1.3.6 Snovací stroje Hacoba

U pásových snovacích strojů Hacoba se posuv nevypočítává. Po zadání parametrů do řídicího systému snovadla se snímá tlak na přítlačný válec na části prvního snovaného pásu. Podle zadaných parametrů a tlaku na přítlačný válec stroj stanoví ideální posuv. Ostatní pásy se pak snovají jako kopírování prvního pásu [6].

Snovací předpis obsahuje tyto parametry a příklad jejich hodnot:

- přítlak válce 40N
- číslo paprsku 58
- návod do paprsku 2
- napětí při svíjení 9400 N
- počet pásů 10
- počet nití v pásu 414 (v posledním ubrat 12 nití)
- šířka snovaného válu 3550 mm
- celkový počet nití 4128
- délka osnovy 2200 m

Měření délky návinu se provádí pomocí měřicího válce umístěného za snovacím paprskem. Délka se měří pouze u prvního pásu, další pásy jsou odměřovány podle počtu otáček snovacího bubnu.

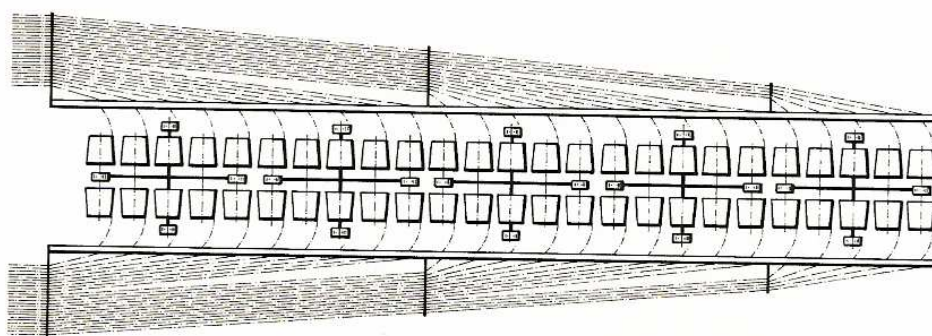
2.1.4 Cívečnice

Cívečnice jsou konstruovány a mohou být dodávány nezávisle na snovacím stroji. Cívečnice pro válové a pro pásové snování jsou v podstatě stejné. Cívečnice se skládá ze dvou polí cívek, která mohou být uspořádána ve dvou rovnoběžných řadách nebo klínovitě ve tvaru písmene “V”. Celkové rozměry cívečnice jsou omezeny. Horní řada cívek musí být bezpečně dostupná pro snovačku, a tím je dána výška cívečnice asi 2 m. Na délku je cívečnice omezena maximálně možnou délkou volné dráhy nití z posledního sloupce cívek. Celková délka cívkových polí u běžně dodávaných cívečnic bývá nejvýše 12 až 14 m. Dvě pole mají tedy plochu asi 50 m². V poli cívečnice jsou cívky uloženy buď ve čtvercovém uspořádání, nebo úhlopříčně [1].

2.1.4.1 Druhy cívečnic

a) řadová cívečnice s pojízdnými vozíky

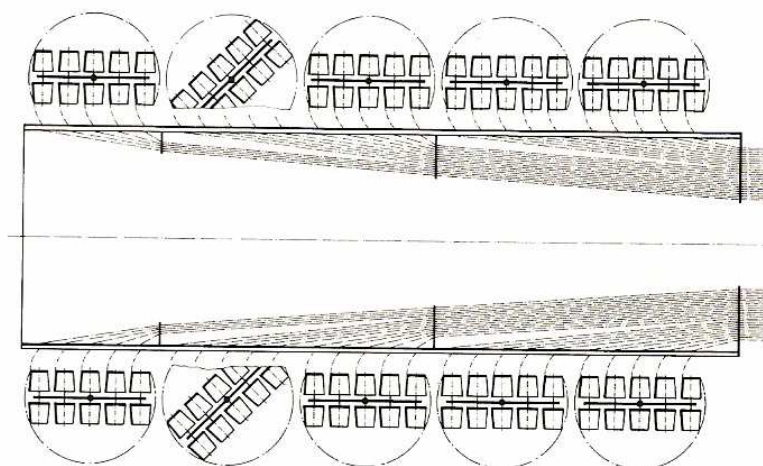
Stojany, na nichž jsou vodící lišty, brzdíčky a zarážky, jsou stacionární. Oboustranný rám s 6 až 10 sloupci cívek je umístěn na vozíku. Po spotřebování příze se vozíky z cívečnice vyvezou a na jejich místo se zavezou jiné vozíky, předem naplněné novými cívkami.



Obr.4 Řadová cívečnice s pojízdnými vozíky

b) řadová cívečnice s otočnými rámy

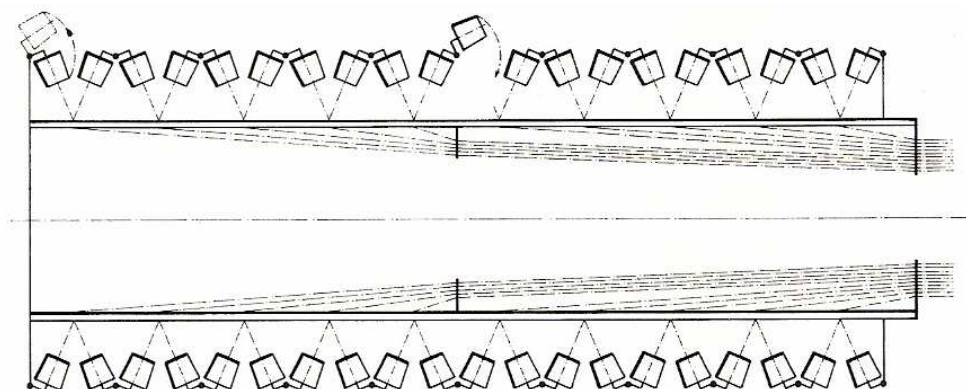
Cívečnice je rozdělena na několik menších ráků, které mají trny cívek po obou stranách a jsou otočné kolem svislých čepů. V provozní poloze jsou ráky natočeny v zákrytu za sebou, takže k vnější straně cívečnice je přístup pro vyjmutí prázdných dutinek a nasazení plných cívek. Po spotřebování vnitřních cívek se nitě přestřihnou, cívkové ráky se otočí o 180° a konce nití nových cívek se navážou nebo navedou ke snovacímu stroji.



Obr.5 Řadová cívečnice s otočnými rámy

c) řadová cívečnice s otočnými trny

V cívečnici jsou pro každou nit k dispozici dva trny otočné na pákách kolem čepů. Konec niti ze zálohy na dutince cívky se naváže na začátek nově nasazené zásobní cívky, která se po navázání pootočí do přípravné polohy. Osy obou cívek v pracovních polohách směřují k nitřovému oku. Po spotřebování přize z první cívky přejde odvíjení na cívku druhou. Tímto způsobem se cívky doplňují bez přerušení chodu snovacího stroje.



Obr.6 Řadová cívečnice s otočnými trny

d) cívečnice s pojízdným snovacím strojem

Cívečnice jsou postaveny vedle sebe. Po spotřebování cívek v jedné cívečnici přejede snovací stroj po kolejnicích před druhou, předem doplněnou cívečnicí. Každá z cívečnic má vlastní snovací paprsek.

e) cívečnice ve tvaru V

Cívečnice se skládá ze dvou polí cívek, která jsou uspořádána klínovitě ve tvaru V. Šířka cívečnice je asi dvojnásobná než šířka snovacího stroje. Ta je však asi o 30% kratší než řadová cívečnice se stejným počtem cívek.

Na využití snovacího stroje má podstatný vliv čas potřebný pro výměnu cívek v cívečnici, při které je nutno provést tyto operace:

1. Přestříhnout nebo jinak oddělit nit vedoucí z prázdné dutinky ke snovacímu stroji.
2. Prázdné dutinky se zbytky návinu vyjmout z cívečnice.
3. Nasadit plné cívky do cívečnice.
4. Niti z plných cívek napojit na původní návlek

Konstrukce výše uvedených cívečnic zajišťuje vyjmutí prázdné dutinky a nasazení nové cívky za chodu snovacího stroje.

2.1.5 Vedení nití

Na rovnoběžné cívečnici jsou všechny niti nejprve vedeny vodorovně. Niti z každé vodorovné řady cívek vytvářejí rovinný vějíř. Každá nit je na své dráze nejméně jednou podepřena nosnou lištou. Poslední lišta směrem ke snovacímu stroji je opatřena nit'ovými zarážkami a signálním světlem. Od cívečnice se niti sbíhají ke snovacímu paprsku a vytvářejí prostorový vějíř [1].

2.2 Nastavení a regulace tahové síly

2.2.1 Vznik tahové síly

Tah nitě při snování je dán součtem tahů vznikajících při stahování příze z cívky, změnou směru (ohybem) dráhy nitě, brzděním nitě a odporem vzduchu při jejím pohybu. Snovací rychlosti jsou dosti vysoké, takže téměř u všech přízí se na cívce vytváří balón. V takovém případě se bude průměrná hodnota síly F_1 potřebná k odtahu příze z cívky měnit v závislosti na průměru cívky.

Ohyb nitě v rámu cívečnice je nejméně $\beta = 90^\circ$. Pro součinitel tření $f = 0,3$ se opásáním zvýší tah nitě podle známé rovnice (6) na hodnotu výsledné tahové síly F_2 , bez brzdění nejméně o 65%.

$$F_2 = F_1 \cdot e^{\beta f} \quad (6)$$

$$F_2 = 1,648 \cdot F_1 \quad (7)$$

Volná délka nití ze zadních cívek je několikanásobně větší, než je délka nití z předních cívek. Odpor vzduchu proti pohybu nitě se zvětšuje s délkou obtékaného tělesa.

Při rozběhu snovacího stroje nastává značné zvýšení tahu nitě z těchto důvodů:

- je nutné překonat rozdíl mezi součinitelem tření v klidu a za pohybu
- je nutné rozběhnout hmotu příze v délce 4 až 16 m
- v malých rychlostech se nevytváří balón a příze tře po hraně cívky

Z těchto důvodů musí být rozběh snovacího stroje pozvolný a nit'ové brzdičky jsou odlehčeny [1].

2.2.2 Regulace tahové síly v cívečnici Hacoba

K regulaci tahové síly zde slouží kombinace mechanické části, která pomocí elektromotoru ovládá jemné a plynulé nastavení předpětí pružin brzdíček a pneumatické části, která slouží k rychlému dobrzdění, odlehčení a uvedení brzdíček zpět do činnosti.

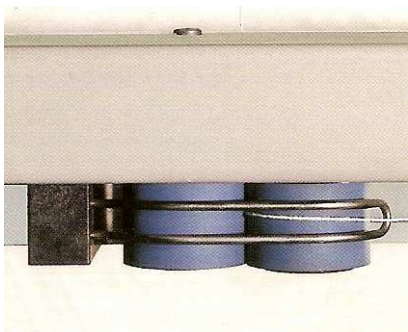
Pokud nedochází k odtahu příze jsou brzdíčky téměř odlehčeny. Při rozběhu snovacího stroje se opět uvedou do činnosti. V průběhu snování se snímá tahová síla v jedné ze snovaných nití a dle požadované tahové síly je ovládán elektromotor, který pomocí převodů a pák reguluje předpětí pružin u brzdíček. Při zastavení snovacího stroje dochází na cívečnici k dobrzdění nití, tak aby se setrvačností příliš neuvolnily.

2.2.3 Brzdění nití

Tah nitě se musí seřizovat podle druhu textilního materiálu, podle umístění cívky vpředu nebo vzadu a podle dalšího zpracování osnovy (vály tvrdé pro šlichtování nebo vály měkké pro barvení). Nit'ové brzdy bývají talířové, kolíkové, hřebenové a kotoučové.

a) kotoučové brzdíčky

Příze je zavedena mezi dva pryžové kotoučky o průměru asi 30 mm, jak je vidět na obr. 7. Jeden kotouč má stálou osu otáčení a druhý kotouč je posuvný. Jeho přiblížením se zvyšuje intenzita brzdění. Po úplném oddálení posuvného kotouče je tah příze menší, než kdyby procházela očkem se stejným opásáním 90°. Tah příze je menší protože kotouč brzdíčky rotuje a nedochází tak ke tření opásáním. Regulace tahu nitě je individuální nebo centrální, popřípadě kombinovaná. Centrálně se tah nitě mění mechanicky pákovým převodem, pomocí elektromagnetů nebo pneumaticky [4].



Tab.1 Parametry kotoučové brzdíčky

<i>staplové příze</i>	<i>Nm 55 - 1</i>
<i>hedvábí</i>	<i>dtex 180 - 10000</i>
<i>rychlost</i>	<i>800 m/min</i>
<i>tahová síla</i>	<i>18 – 250 cN</i>

Obr.7 Kotoučová brzdíčka s pryžovými kotouči

b) jemná niťová brzdička

Tato brzdička je určena pro zpracovávání jemnějších materiálů. Jako vodící orgán slouží kotouč podobný kloboučku (viz. obr. 8). Ten je přízí několikrát opásaný a při odtahu příze tak koná rotační pohyb. Speciální tvar kotouče zajišťuje, že niťové opásání se vzájemně nedotýká. Gumový brzdící kotouč je pohyblivě uložený a tlačí proti čepu rotujícího kotouče. Regulace tahového napětí je centrální [4].



Obr.8 Jemná niťová brzdička

Tab.2 Parametry jemné niťové brzdičky

<i>staplové příze</i>	<i>Nm 130 -12</i>
<i>hedvábí</i>	<i>dtex 10 - 830</i>
<i>rychlost</i>	<i>800 m/min</i>
<i>tahová síla</i>	<i>8 – 50 cN</i>

c) talířová brzdička

Tato brzdička umožňuje zpracování velkého rozsahu jemností při vysokých rychlostech. Oba talířky mohou být nuceně nepravidelně poháněny, to zabraňuje opotřebení talířků a snižuje usazování aviváže. To by mohlo vést k zvedání horního talíře a k poklesu nastavené tahové síly. Tahové napětí je regulováno centrálně [4].

Talířová brzdička pracuje na principu smykového tření, kde F_2 je výstupní tahová síla, F_1 je vstupní tahová síla, F_p je přitlačná síla a f je součinitel smykového tření.

$$F_2 = F_1 + 2F_p \cdot f \quad (8)$$



Obr.9 Talířová brzdička

Tab.3 Parametry talířové brzdičky

<i>staplové příze</i>	<i>Nm 45 - 1</i>
<i>hedvábí</i>	<i>dtex 100 - 8000</i>
<i>rychlost</i>	<i>1200 m/min</i>
<i>tahová síla</i>	<i>12 – 150 cN</i>

2.2.4 Měření sil

Universálním snímačem pro měření sil v tahu i tlaku jsou tenzometrické pásky, které se speciálním lepidlem nalepí na měřenou součást. Ve směru délky je v pásku zalitý drát ze speciální kovové slitiny. Na oba konce drátu se napojí vodiče. Při změně délky drátu se mění jeho elektrický odpor. Používají se také polovodičové tenzometrické snímače, které mají stonásobně větší citlivost a menší rozměry než snímače s drátkem [2].

Tyto tenzometrické snímače se používají jako měřicí člen do různých měřících zařízení, které jsou navrženy a vyrobeny například pro měření tahových sil v nitech. Měřicí přístroje se vyrábí jako přenosné pro rychlé stanovení tahové síly v jedné niti nebo jako součást regulačních zařízení umístěných na stroji a nebo jako měřicí zařízení určené pro dynamická měření.

Waweon – přístroj pro měření tahových sil osnov a útků

Tento přenosný měřicí přístroj ve spojení se snímači pro útek (jednotlivou nit) a osnovu je určen pro dynamická měření tahových sil. Pro měření tahových sil osnovy se používá snímač zobrazený na obr. 10. Vlastní frekvence měřícího členu je 1 200 Hz a citlivost od **6mV/V/100N do 10mV/V/300N** podle typu snímače a použitého rozsahu. Snímač poskytuje správné výsledky měření i když silové zatížení snímače není souměrné, tzn. působí-li výslednice sil v libovolném místě měřícího trnu senzoru. Deformace měřícího členu se snímají polovodičovými tenzometry.



Obr.10 Snímač tahových sil jednostranný, použitý při experimentu

Snímač tahu osnovy je navržen jako dvourozsahový. Požadovaný rozsah se zvolí způsobem navedení osnovy do snímače. Oboustranný snímač, měří tahovou sílu v šíři osnovy 2 x 50 mm, jednostranný snímač v šíři 50 mm. Základní rozsahy u dvoustranného snímače jsou **150 N a 300 N** a u jednostranného snímače **100 N a 200 N**[5].

Kalibrace snímače osnov Waweon

Před započatím měření bylo třeba nastavit kalibrační konstanty pro snímač osnov. Kalibrace snímače se provádí na části osnovy zatížené kalibrovaným závažím. Snímač se zasune na část osnovy a plynule se pohybuje směrem vzhůru. Po zadání skutečné tahové síly (10 kg = 9,81N) se objeví bod kalibrační křivky. Druhý potřebný bod se stanoví při nulovém zatížení snímače. Kalibrací se eliminuje koeficient tření a směr pohybu měřených nití.

3 Experimentální část

3.1 Podmínky pro analýzu tahových sil

3.1.1.1 Snovaná příze

Jedná se o PES hedvábí o jemnosti 1100 dtex s ochranným zákrutem 60 z/m, navinuté na válcových cívkách s křížovým vinutím o hmotnosti 10 nebo 15 kilogramů.

3.1.1.2 Snovací stroj - Sucker Müller Hacoba typ: toptronic 2000

Pásový snovací stroj s pevným kuželem a měnitelným posuvem. Úhel sklonění kužele je $9,5^\circ$. Průměr bubnu 1 metr a délka bubnu bez kužele 4 metry. Běžná snovací rychlost je 515 m/min.

3.1.1.3 Cívečnice Sucker Müller Hacoba

Řadová cívečnice s výměnnými vozíky s kapacitou 480 cívek. Brzdění nití zajišťují kotoučové brzdičky s centrální mechanickou regulací doplněnou o pneumatickou část, která zajišťuje rychlé odlehčení brzdiček. Cívečnice je dále vybavena nit'ovými zarážkami, zařízením pro rušení elektrostatické elektřiny a snímačem tahové síly (viz. obr. 11). Cívky jsou umístěny v cívečnici vodorovně a opatřeny plachetkou, která zabráňuje strhávání vynutí při odvíjení. Brzdičky jsou použity s kombinovanými kotouči, kdy jeden je pryžový a druhý hliníkový. Vzdálenost mezi první a poslední cívkou v cívečnici je téměř 14 metrů[4].



Obr.11 Snímač stávajícího měřícího systému Hacoba

3.2 Návrh měření

Metodika měření je navržena pro podmínky na snovacím stroji v podniku Technolen a.s. závod Lomnice nad Popelkou. A pro měřicí přístroj Waweon – snímač osnov. Snímač tahových sil je připevněn na teleskopickém stojanu. Jediné možné místo pro umístění snímače je mezi cívečnicí a křížovým paprskem. Umístění blíže ke snovacímu stroji není možné, protože by narušovalo potřebný pracovní prostor pro obsluhování stroje. Do snímače tahových sil lze zde navést pouze 4 snované nitě. Pro objektivnější měření by bylo lépe snímat větší počet nití najednou.

Analýza tahových sil v jednom snovaném pásu:

1. Zjištění o kolik procent se liší hodnoty naměřené stávajícím systémem a waweonem.
Oba systémy snímají tahovou sílu na stejné nitě. Po ustálení hodnot se několikrát odečtou hodnoty z obou měřidel.
2. Závislost tahové síly na vzdálenosti cívek od paprsku.
Při stejném průměru cívek a stejné snovací rychlosti se proměří skupina nití s cívkami na začátku cívečnice, ve středu a na konci cívečnice.
3. Vliv pravé a levé strany cívečnice na velikost tahové síly.
Zrcadlově stejnou skupinu nití proměřit na pravé a levé straně cívečnice

Analýza tahových sil v celém osnovním válu:

4. Porovnání průběhů tahových sil v jednotlivých pásích v celém snovaném válu.
Stejná skupina nití se měří ve všech pásích snovaného válu.

Analýza průběhu tahové síly při snování jednoho pásu:

5. Rozběh snovadla, regulace tahové síly, průběh až do zastavení.

3.3 Popis měření

U přístroje waweon byla při měření použita funkce statistiky trendů se zobrazením hodnot každých 5 sekund. Byl použit jednostranný snímač osnov, který byl zkalibrován pro měřený materiál. Snímač byl připevněn na teleskopický přenosný stojan (viz. obr. 12) a v nezatíženém stavu byla provedena korekce nuly. Poté byla do snímače navlečena skupina čtyř nití. Při rozběhu snovacího stroje bylo započato i měření. Po ustálení hodnot (po rozběhu a regulaci tahové síly) se několikrát (desetkrát) odečtou hodnoty ze zařízení, které je součástí cívečnice. Hodnoty se zaznamenávají i s časem, v kterém byly odečteny, tak aby se daly později porovnávat s hodnotami naměřenými přístrojem waweon.



Obr.12 Umístění snímače waweon při měření

4 Zpracování naměřených hodnot

4.1 Analýza tahových sil v jednom snovaném pásu

4.1.1 Zjištění o kolik procent se liší hodnoty naměřené stávajícím systémem a waweonem

Naměřené hodnoty přístrojem Waweon jsou o několik procent větší než hodnoty naměřené stávajícím systémem. Pro stanovení přesného rozdílu měřených hodnot bylo provedeno několik kontrolních měření (naměřená data jsou uvedena v příloze tab.1). Kdy se přístrojem waweon snímala jen jedna nit, stejná jako je snímána stávajícím systémem. Hodnoty z obou přístrojů byly porovnány podle vzorce (9). A byly vypočítány hodnoty vyjadřující procentuální rozdíl mezi oběma snímači vztažené k hodnotám stávajícího systému Hacoba .

$$\Delta = \frac{Q_{waweon} - Q_{hacoba}}{Q_{hacoba}} \cdot 100[\%] \quad (9)$$

Dle vzorců pro normální rozdělení byla stanovena střední hodnota, rozptyl, var. koeficient a intervaly spolehlivosti vypočtených hodnot. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab.4 Výsledky vyjadřující procentuální rozdíl mezi oběma snímači

Střední hodnota	[%]	24,46
Směr. odchylka	[%]	2,08
Var. koeficient	[%]	8,5
Hm IS 95%	[%]	25,66
Dm IS 95%	[%]	23,26

Rozdíl naměřených hodnot mezi oběma snímači je dán i rozdílnou konstrukcí obou snímačů. Snímač Waweon má pevné trny a proto je naměřená tahová síla ovlivněna jemností, povrchovou strukturou příze a rychlostí měřené příze. Proto je třeba snímač vždy kalibrovat na měřený materiál. Snímač zabudovaný na cívečnici má měřící trny otočné, a tak není měření ovlivněno druhem a jemností příze. A tak by rozdíl v naměřených hodnotách mohl být způsoben zanedbáním rychlosti snovaných nití při kalibraci snímače Waweon.

4.1.2 Závislost tahové síly na vzdálenosti cívek od paprsku

Předpoklad pro toto měření byl, že nitě odvíjené ze vzdálenějších cívek budou snovány při větší tahové síle než nitě z přední části cívečnice. Jelikož odpor vzduchu proti pohybu nitě se zvětšuje s délkou obtékaného tělesa. Proto byly proměřeny skupiny nití odvíjených z předních cívek, z cívek ze středu a z konce cívečnice. Vzdálenost mezi první a poslední cívkou je téměř 14 metrů. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6.

Tab.5 Výsledky levé strany cívečnice

Levá strana cívečnice			
nitě, vzdálenost cívek	1- 4, 5,2m	13-16, 9,5m	25-28, 13,8m
Střední hodnota [N]	4,036	4,054	3,926
Směr. odchylka [N]	0,05	0,016	0,056
Var. koeficient [%]	1,24	0,39	1,43
Hm IS 95% [N]	4,063	4,062	3,956
Dm IS 95% [N]	4,001	4,046	3,896

Tab.6 Výsledky pravé strany cívečnice

Pravá strana cívečnice			
nitě, vzdálenost cívek	1-4, 5,2m	13-16, 9,5m	25-28, 13,8m
Střední hodnota [N]	4,202	4,254	4,179
Směr. odchylka [N]	0,014	0,036	0,029
Var. koeficient [%]	0,33	0,85	0,69
Hm IS 95% [N]	4,21	4,273	4,194
Dm IS 95% [N]	4,194	4,235	4,164

Podle výsledků se předpoklad, že nitě ze vzdálenějších cívek budou vykazovat větší tahovou sílu nepotvrdil. Potvrzuje to pouze, že nitěové brzdičky jsou pro tento vliv dobře seřazené.

4.1.3 Vliv pravé a levé strany cívečnice na velikost tahové síly

Při měření vlivu vzdálenosti cívek na tahovou sílu se projevila rozdíly v tahové síle mezi měřeními na pravé a levé části cívečnice.

Tab.5 Výsledky levé strany cívečnice

Levá strana cívečnice			
nitě, vzdálenost cívek	1- 4, 5,2m	13-16, 9,5m	25-28, 13,8m
Střední hodnota [N]	4,036	4,054	3,926
Směr. odchylka [N]	0,05	0,016	0,056
Var. koeficient [%]	1,24	0,39	1,43
Hm IS 95% [N]	4,063	4,062	3,956
Dm IS 95% [N]	4,001	4,046	3,896

Tab.6 Výsledky pravé strany cívečnice

Pravá strana cívečnice			
nitě, vzdálenost cívek	1-4, 5,2m	13-16, 9,5m	25-28, 13,8m
Střední hodnota [N]	4,202	4,254	4,179
Směr. odchylka [N]	0,014	0,036	0,029
Var. koeficient [%]	0,33	0,85	0,69
Hm IS 95% [N]	4,21	4,273	4,194
Dm IS 95% [N]	4,194	4,235	4,164

Rozdíl hodnot na pravé a levé části cívečnice je zřejmě způsoben nedokonalou funkcí pneumatické regulace, která je zde rozdělena na dvě části. Jedna část ovládá pravou stranu a druhá levou stranu cívečnice. Rozdíl v hodnotách je malý a v tolerancích nastavené hodnoty.

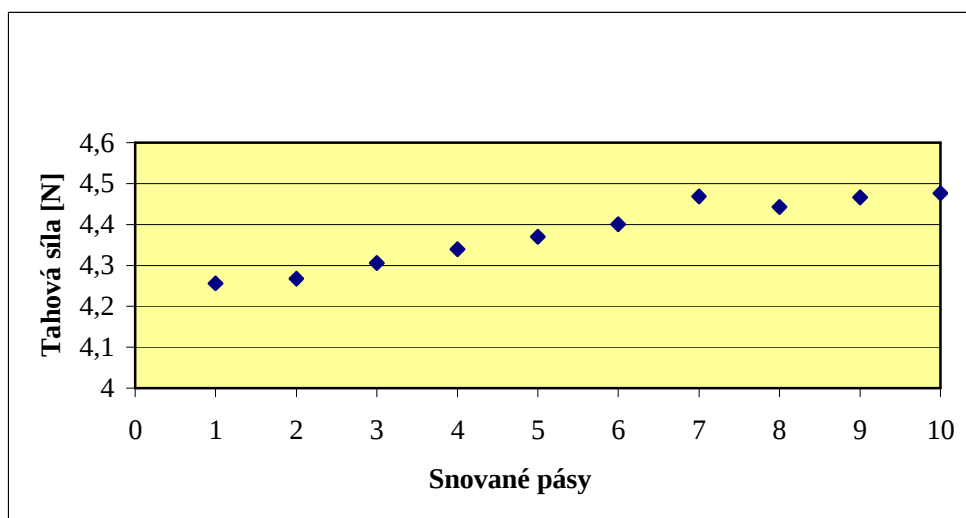
4.2 Analýza tahových sil v celém osnovním válu

4.2.1 Porovnání průběhů tahových sil v jednotlivých páslech snovaného válu.

Při tomto měření byla sledována změna tahové síly mezi jednotlivými pásly v jednom snovaném válu. Snímač tahové síly byl u všech pásů umístěn na stejné skupině snovaných nití. Vyhodnoceno bylo 20 hodnot z každého pásu, které tvořily úsek 100 sekund průběhu tahové síly. Jedná se o přímý úsek, kde se již neprojevuje rozběh stroje ani regulace tahové síly.

snované pásy	1.pás	2.pás	3.pás	4.pás	5.pás	6.pás	7.pás	8.pás	9.pás	10.pás
x [N]	4,256	4,268	4,306	4,34	4,37	4,4	4,469	4,443	4,466	4,476
sx [N]	0,031	0,008	0,018	0,023	0,018	0,025	0,011	0,029	0,023	0,029
v [%]	0,72	0,19	0,42	0,53	0,41	0,57	0,25	0,65	0,52	0,65
Hm IS [N]	4,27	4,272	4,314	4,351	4,378	4,412	4,474	4,457	4,477	4,49
Dm IS [N]	4,242	4,264	4,298	4,329	4,362	4,388	4,464	4,429	4,455	4,462

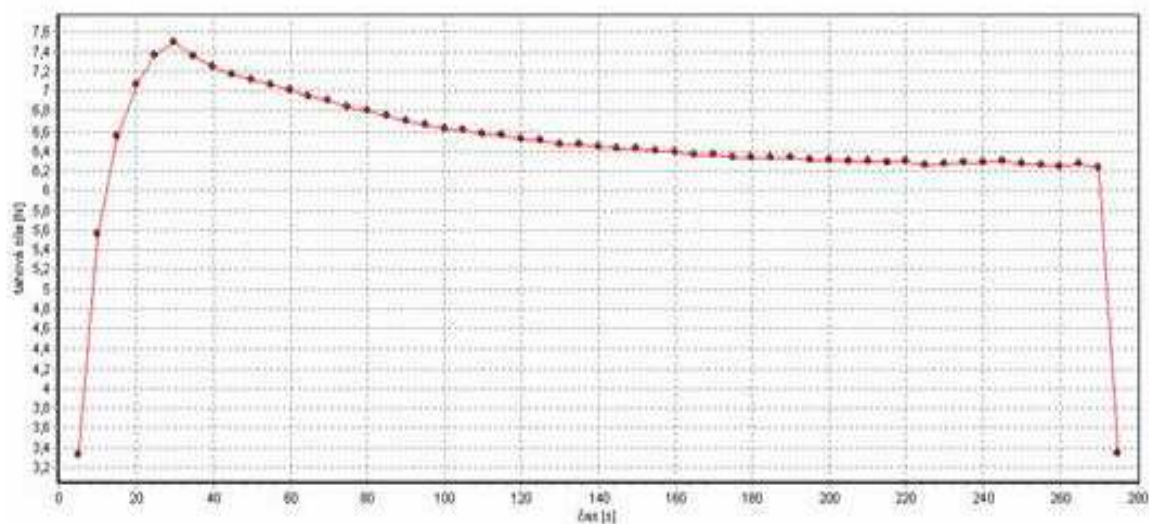
Tab.7 Výsledky měření jednotlivých pásů



Obr.13 Tahová síla v jednotlivých páslech snovaného válu

Z obrázku je vidět, že tahová síla v každém pásu mírně stoupá. To je pravděpodobně způsobeno ubýváním průměru návinu cívek. Příze musí rychleji rotovat kolem osy cívky, a proto se její tah zvyšuje. V osmém pásu bylo zvyšování tahové síly zregulováno, ale v devátém a desátém pásu se znovu projevuje ubývání průměru návinu cívek.

4.3 Analýza průběhu tahové síly při snování jednoho pásu



Obr. 14 Průběh tahové síly při snování jednoho pásu

V grafu je na ose y vynesena tahová síla v N v závislosti na čase v sekundách.

4.3.1.1 Rozběh snovacího stroje (0 - 30 sekund)

Rozběh snovacího stroje je pozvolný, rychlosti 515 m/min se dosáhne za 25 sekund. V tomto okamžiku dochází k rozběhu hmoty příze v délce 5 až 14m, je nutno překonat rozdíl mezi třením v klidu a za pohybu a také dochází k roztáčení kotoučů nit'ových brzdíček. To vede ke zvýšení tahové síly při rozbíhání snovacího stroje až o 20 % oproti nastavené hodnotě.

4.3.1.2 Regulace tahové síly (30 – 120 sekund)

Při rozběhu nejsou brzdíčky zcela odlehčeny, ale jsou jen částečně odlehčeny pomocí mechanické části regulace. A to proto, aby se kotouče brzdíček plynule roztočili. Po dosažení snovací rychlosti dochází ke klesání tahové síly, a zároveň k postupnému zatěžování brzdíček na pracovní zatížení. Proto je klesání tahové síly tak pozvolné.

4.3.1.3 Průběh snování po regulaci až do zastavení stroje

Po nastavení tahové síly na potřebnou hodnotu je průběh tahové síly téměř konstantní. Ale při snování delších návinů se projevuje ubývání průměru návinu cívky a tahová síla nepatrně roste.

5 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a realizovat vhodný způsob měření tahové síly. Návrh měření byl přizpůsoben podmínkám v podniku Technolen a.s. a použitému přístroji Waweon, tak aby bylo měření jednoduché, přesné a výsledky snadno zpracovatelné.

Rozdíl ve velikosti naměřených hodnot mezi oběma použitými snímači je dán i rozdílnou konstrukcí. Snímač osnov Waweon je navržen především pro měření tahových sil na tkacím stavu. Pro zpřesnění měření tahových sil při snování by bylo třeba změnit způsob kalibrace, kde je zanedbána rychlost měřených nití, která je u snování vysoká a běžně dosahuje 800 m/min.

Při vyhodnocení výsledků měření se neprojevil žádný větší rozdíl v hodnotách naměřených stávajícím systémem Hacoba a přístrojem Waweon. Zaznamenané odchylky tahové síly jsou v mezích nastavené hodnoty. Neprojevilo se ani přepnutí nebo uvolnění některých nití. A proto se dá konstatovat, že při správném seřízení brzdíček je stávající systém snímání a regulace tahové síly **vyhovující**.

Problém s pásovou pruhovitostí a přepnutými nitěmi v osnově není zřejmě způsoben tahovým napětím v nitích, ale vzniká při nepřesném ukládání nití na kužel snovacího bubnu. Při rychlejším posuvu pásu totiž dochází k tomu, že krajní nitě vystupují na větší obvod a po převinutí jsou volné. Naopak při pomalejším posuvu pásu se krajní nitě propadají a při převíjení jsou přepnuté. Pásová pruhovitost a přepnuté nitě v osnově lze tedy přisuzovat chybnému stanovení posuvu pásu nebo chybám při realizaci posuvu pásu.

Literatura

- [1] Talavášek O.- Plíštil J.: Příprava materiálu ke tkaní, SNTL Praha 1984
- [2] Talavášek O.: Tkací stroje člunkové, bezčlunkové a víceprošlupní, SNTL Praha 1988
- [3] Talavášek O.: Tkalcovská příručka, SNTL Praha 1980
- [4] prospekty cívečnic a snovacích strojů Sucker Müller Hacoba
- [5] návod pro měření na přístroji Waweon
- [6] www.s-m-h.com
- [7] www.haug.de
- [8] www.moenus.com
- [9] www.mehler-ag.de

Seznam obrázků

- Obr.1 Schéma pásového snovacího stroje
- Obr.2 a) paprsek pro tvorbu jednoníťového kříže, b) pro čtyři vrstvy, c) pro šest vrstev, d) pro osm vrstev
- Obr.3 Schéma kužele snovacího bubnu
- Obr.4 Řadová cívečnice s pojízdnými vozíky
- Obr.5 Řadová cívečnice s otočnými rámy
- Obr.6 Řadová cívečnice s otočnými trny
- Obr.7 Kotoučová brzdička s pryžovými kotouči
- Obr.8 Jemná níťová brzdička
- Obr.9 Talířová brzdička
- Obr.10 Smínač tahových sil jednostranný, použitý při experimentu
- Obr.11 Snímač stávajícího měřicího systému Hacoba
- Obr.12 Umístění snímače waweon při měření
- Obr.13 Tahová síla v jednotlivých pásech snovaného válu
- Obr.14 Průběh tahové síly při snování jednoho pásu

Seznam příloh

Příloha 1: Výsledky měření

Příloha 2: CD

Příloha č. 1

Výsledky měření

Zjištění o kolik procent se liší hodnoty naměřené stávajícím systémem a waweonem

Tab.1 Porovnání hodnot z obou použitých přístrojů

waweon [cN]	hacoba [cN]	Δ [%]
114,5	90	27,22
115	91	26,37
115,1	91	26,48
118,2	93	27,1
110,2	90	22,44
109,5	90	21,67
110,5	92	20,11
112,1	90	24,56
110,6	89	24,27
111,9	90	24,33
111	89	24,72
111,4	89	25,17
112,5	90	25
111,9	91	22,97

Závislost tahové síly na vzdálenosti cívek od paprsku a vliv pravé a levé strany cívečnice na velikost tahové síly

Tab.2 Naměřené hodnoty

pravá strana cívečnice			levá strana cívečnice		
nitě 1-4	nitě 13-16	nitě 25-28	nitě 1-4	nitě 13-16	nitě 25-28
4,229	4,323	4,234	4,138	4,07	3,999
4,22	4,314	4,233	4,108	4,064	3,991
4,216	4,294	4,223	4,092	4,052	3,981
4,214	4,284	4,212	4,082	4,047	3,976
4,202	4,284	4,174	4,062	4,041	3,968
4,189	4,259	4,169	4,049	4,036	3,958
4,185	4,255	4,174	4,047	4,03	3,955
4,187	4,245	4,154	4,034	4,0391	3,945
4,178	4,235	4,16	4,024	4,055	3,945
4,186	4,232	4,173	4,015	4,048	3,917
4,203	4,226	4,163	4,01	4,036	3,897
4,204	4,226	4,162	3,997	4,057	3,881
4,206	4,215	4,162	3,993	4,07	3,875
4,199	4,219	4,168	3,987	4,065	3,855
4,196	4,227	4,162	3,969	4,074	3,84
4,214	4,22	4,148	3,967	4,083	3,827

Porovnání průběhů tahových sil v jednotlivých páslech snovaného válu.

Tab. 3 Naměřené hodnoty

1.pás	2.pás	3.pás	4.pás	5.pás
4,315207	4,284202	4,34759	4,377906	4,410289
4,29936	4,274556	4,337255	4,379284	4,404777
4,291781	4,268355	4,32692	4,364815	4,387552
4,293848	4,269044	4,320719	4,362059	4,384107
4,286269	4,273178	4,319341	4,36137	4,386863
4,275934	4,265599	4,313829	4,365504	4,377217
4,274556	4,271111	4,307628	4,34759	4,377906
4,267666	4,278001	4,30625	4,348279	4,370327
4,260087	4,274556	4,302805	4,338633	4,364815
4,249063	4,266977	4,291092	4,341389	4,362748
4,244929	4,266288	4,302805	4,328298	4,362748
4,248374	4,2718	4,290403	4,333121	4,372394
4,238728	4,275245	4,273867	4,313829	4,355169
4,240795	4,255953	4,280757	4,321408	4,349657
4,24424	4,271111	4,294537	4,323475	4,348279
4,226326	4,252508	4,291781	4,327609	4,364815
4,20979	4,259398	4,300049	4,335188	4,346901
4,210479	4,255953	4,298671	4,321408	4,357236
4,221503	4,265599	4,306939	4,306939	4,36137
4,228393	4,262154	4,308317	4,298671	4,359303

6.pás	7.pás	8.pás	9.pás	10.pás
4,455074	4,481256	4,495725	4,516395	4,530175
4,443361	4,484012	4,494347	4,504682	4,528797
4,430959	4,488835	4,49228	4,488146	4,525352
4,424069	4,480567	4,470232	4,488835	4,504682
4,417179	4,472988	4,461275	4,490213	4,495725
4,413734	4,483323	4,459208	4,484012	4,493658
4,412356	4,474366	4,457141	4,476433	4,491591
4,408911	4,470921	4,453696	4,46472	4,488146
4,390308	4,467476	4,452318	4,461964	4,486079
4,39582	4,447495	4,426825	4,455074	4,461275
4,406155	4,450251	4,422691	4,450251	4,457141
4,392375	4,466098	4,417868	4,447495	4,45094
4,388241	4,460586	4,419935	4,434404	4,454385
4,382729	4,45094	4,422002	4,441294	4,456452
4,384796	4,470921	4,42338	4,444739	4,458519
4,368949	4,468165	4,414423	4,443361	4,448873
4,386863	4,465409	4,406844	4,456452	4,441294
4,371705	4,459208	4,415801	4,454385	4,448184
4,371016	4,468165	4,410289	4,456452	4,444739
4,363437	4,468165	4,436471	4,464031	4,466787

