

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury.

Jana Jelínková

V Liberci 23. 5. 1986

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositel Řádu práce

Fakulta textilní

obor 31 - 12 - 8

Technologie textilu a oděvnictví

zaměření

netkané textilie a zušlechťování

Katedra netkaných textilií

POPIS STRUKTURY BODOVĚ POJENÝCH TEXTILIÍ

Jana Jelínková

KNT/126

Vedoucí diplomové práce: RNDr Oldřich Jirsák, CSc

VŠST Liberec

Konzultant: RNDr Jarka Přívratská

VŠST Liberec

Rozsah práce a příloh

počet stran: 49

počet tabulek: 8

počet obrázků: 22

Datum: 23. 5. 1986

Vysoká škola: strojní a textilní Fakulta: textilní
Katedra: netkaných textilií Školní rok: 1985/86

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Janu J e l í n k o v o u
obor 31-12-8 Technologie textilu a oděvnictví

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Popis struktury bodově pojených textilií.

Zásady pro vypracování:

- 1 - Prostudujte matematický popis struktury bodově pojených textilií.
- 2 - Navrhněte způsob měření a měřte konstanty zkadeření vláken v textilií a zvolte vhodný způsob jejich interpretace.
- 3 - Navrhněte způsob experimentální verifikace matematického popisu struktury bodově pojených textilií a proveďte porovnání teorie s experimentem pro vybrané typy textilií.

V 119 / 86 T

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PSČ 461 17

Rozsah grafických prací: dle dohody s konzultantem

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

1/ Marková, K.: Diplomová práce, VŠST-KNT, Liberec, 1984.

2/ Krčma, R.: Kompozity, výzk. zpráva, VŠST-KNT, Liberec, 1984.

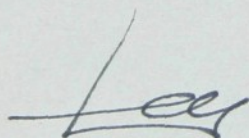
Vedoucí diplomové práce: RNDr. Oldřich Jirsák, CSc.

Konzultant: RNDr. Jarka Přívratská

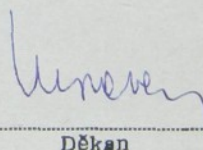
Datum zadání diplomové práce: 30. 9. 1985

Termín odevzdání diplomové práce: 23. 5. 1986

L. S.



Vedoucí Katedry



Děkan

V Liberci dne 30. 9. 1985

1. Úvod.....	2
2. Teoretická část.....	3
2.1 Bodově spojené textilie.....	3
2.2 Vlastnosti bodově spojených textilií.....	5
2.3 Popis struktury bodově spojených textilií.....	10
2.3.1 Topologie konformace pojiva ve vzta- hu interakce pojivo - vlákno.....	11
2.3.2 Dosavadní výsledky studia.....	14
2.3.3 Pokus o nový způsob popisu struktury bodově spojených textilií.....	17
2.4 Vztah struktury a vlastností.....	21
2.5 Shrnutí teoretické části a cíl diplomové práce.....	23
3. Experimentální část.....	24
3.1 Použitý materiál.....	24
3.2 Strojní zařízení použité při výrobě vzorků.....	24
3.2.1 Výroba rouna.....	24
3.2.2 Výroba vzorků bodově spojené textilie.....	25
3.2.3 Postup při stanovení koeficientu navl- nění.....	27
3.2.4 Stanovení počtu vláken mezi oběma pojí- cími body.....	30
4. Výsledky.....	34
4.1 Výsledky zjištěné při stanovení koeficientu navlnění.....	34
4.2 Naměřené a vypočtené hodnoty pro zjištění poč- tu vláken mezi dvěma body spojení.....	38

5. Diskuse.....	41
5.1 Koeficienty navlnění.....	41
5.2 Počet volných úseků vláken mezi dvěma pojící- mi body.....	42
6. Závěr.....	47
Seznam použité literatury.....	48

1. Úvod

Rychlý rozvoj naší socialistické společnosti je prováděn i růstem životní úrovně obyvatel, která je automaticky doprovázena i vyšší spotřebou textilních výrobků. Uspokojování rostoucích potřeb klade stále vyšší nároky na textilní výrobu z hlediska kvality i množství výrobků. Plnění úkolů textilního průmyslu je však komplikováno nedostatkem pracovních sil a změnou surovinové základny. Z tohoto důvodu se stále častěji dává při výrobě textilních výrobků přednost novým, progresivním textilním technologiím. Společným znakem těchto technologií je částečné nebo úplné vyřazování obvyklých textilních operací.

Jednou z nejvýznamnějších nových technologií textilního průmyslu je výroba netkaných textilií. Perspektivní se jeví oblast bodově pojených textilií, jak po stránce výroby, tak po stránce projektování jejich vlastností. Aby mohly být vlastnosti projektovány, je nutné podrobně zkoumat závislost vlastností a struktury bodově pojených textilií.

Ve své diplomové práci se zabývám ověřováním vypočtených hodnot parametrů struktury bodově pojených textilií a získáváním podkladů pro výpočty. Parametry mají sloužit pro zkoumání jejich vztahu k vlastnostem textilií v budoucím výzkumu.

2. Teoretická část

2.1 Bodově pojené textilie

Pojem pojená textilie je podle Krčmy /1/ chápán jako textilie vzniklá z výchozí vláknenné vrstvy a adheziva. Adhezivum může tvořit složku vláknité vrstvy a adheze je vyvolána během technologického procesu, nebo může na vláknitou vrstvu působit dodatečně.

Pojené textilie v celé ploše nedosahují v mnoha směrech vlastností tkanin a pletenin, což v odborné textilní literatuře zdůrazňuje mnoho autorů. Proto se výzkumná práce soustředila na možnosti změny textilního charakteru pojených textilií. Pozornost se zejména soustředila na pevnost při přetržení, pevnost v dalším trhání s dosažením nízkého Youngova modulu, dobré ohebnosti, splývavosti, omaku a prodyšnosti.

Snaha o zlepšení textilních vlastností pojených textilií vedla k vývoji nového druhu textilií, kdy je pojivo rozmístěno jen v části plochy. Tyto textilie se dělí na:

- a) s přerušovaným rozložením pojiva - útvary tvořené pojivem jsou zde v jednom směru souvislé, t.j. tvoří přímé nebo lomené čáry, mřížky,
- b) s nespojitě rozloženým pojivem - pojivo rozmístěno ve tvaru t. zv. pojících bodů, které jsou definovány tvarem, rozměry a způsobem rozmístění v ploše; pojící body nemají kontakt.

První pojené textilie s nespojitým rozložením pojiva se objevují v roce 1936 na základě patentu Goldmana /2/. Od výroby těchto prvních textilií s nespojitě rozloženým pojivem

uběhla řada let a bylo tedy vyvinuto několik technologií pro výrobu těchto textilií, např.:

- a) nanášení pojiva technikami tisku,
- b) pojení laserem a ultrazvukem,
- c) nanášení pojiva systémem jehel,
- d) pojení místním ohřevem pomocí rastrovacích nebo drážkovaných válců kalandru.

V nanášení pojiva technikou tisku se objevuje jako první Goldmanův patent /2/. V tomto patentu se objevuje poprvé přerušované nanášení pojiva na rouno. Pojivo je nanášeno na vláknenný materiál kolmo k převládajícímu směru uspořádání vláken ve formě čar. Během dalšího vývoje a výzkumu bylo prokázáno, že výhodné je uložení pojiva ve formě lomených čar. Později byla dokázána důležitost rozměrů, rozmístění a tvaru pojících míst. Dalším pokrokem byl začátek používání xantogenátu celulózy jako pojiva.

V roce 1970 Szalkowski /3/ popsal metodu nanášení pojiva přes matrici, která se osvědčila spíše v laboratorních podmínkách.

Pojení laserem a ultrazvukem je poměrně mladou technologií známou asi 15 let. Tato technologie je v podstatě svařování textilií pomocí laseru a ultrazvuku, která je spíše ve stadiu vývoje v laboratorních podmínkách. Současný vývoj se soustřeďuje převážně na konstrukci výrobního zařízení. Pro své výrobní a ekonomické přednosti má tato technologie předpoklady pro svůj další vývoj a zařazení se mezi důležité výrobní směry výroby netkaných textilií.

Nanášení pojiva soustavou jehel bylo patentováno i v Československu /4,5/, kdy je pojivo nanášeno pomocí dutých

jehel s ostny nebo pomocí hladkých bezostných jehel. V prvním případě je pojivo vytlačováno vždy v horní úvratí pohybu jehelné desky. Tato technologie je spíše teoretickou představou. Druhou technologii popisuje Krčma, Jirsák /6/. Hladké bezostné jehly se noří v dolní úvratí jehelné desky pod rounem do pojiva a při průchodu rounem do horní polohy je vnášeno pojivo do vlákenné vrstvy. Pojící body jsou formovány tlakem přítlačných válců. Pro tuto technologii výroby bodově pojených textilií se používá předzpevněného rouna vpíchováním nebo pomocí malého množství termoplastických vláken.

Při pojení místním ohřevem kalandrovacích válců se používají dva vyhřívané válce, které jsou gravírované nebo soustružené tak, aby vznikl vzor skládající se z výčnělků a drážek. Bodové spoje představují nejvyšší stupeň stlačení, kde došlo k tepelnému ztavení tam, kde se výčnělek jednoho válce setká s výčnělkem protějšího válce.

2.2 Vlastnosti bodově pojených textilií

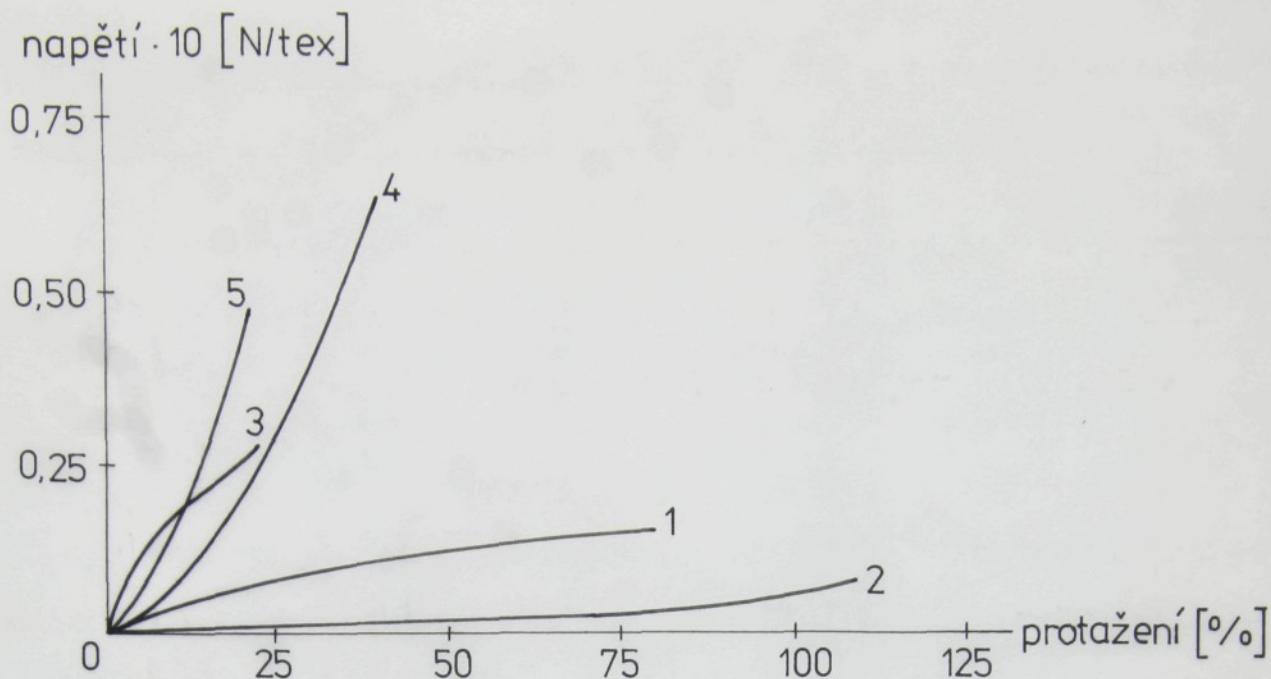
Při prostudování dostupné literatury pojednávající o vlastnostech bodově pojených textilií je možno udělat závěr, že existuje jen velmi málo prací, které řeší tento problém. Ve většině těchto pramenů se hovoří jen obecně o tom, že při výrobě bodově pojených textilií došlo k určitému zlepšení vlastností ve srovnání s celoplošně pojenými textiliemi. Číselné údaje se vyskytují jen vyjimečně a je třeba je chápat spíše jako ilustrativní. Často se vztahují ke specifickým postupům výroby rouna a dalším specifickým prvkům výroby. Např. Goldman /2/ ve svém základním patentu pouze konstatuje, že výrobky mají výrazně lepší textilní vlastnosti oproti celoploš-

ně pojeným textiliím a to hlavně měkkost, splývavost a omak. Oproti tkaninám však mají horší deformační vlastnosti.

Petterson a Ness /7 - 11/ ve svých pracech řeší vliv rozmístění pojících bodů a jejich tvaru na pevnost textilií a konstatují, jestliže vhodně zvolíme tyto parametry, lze pevnost zvýšit.

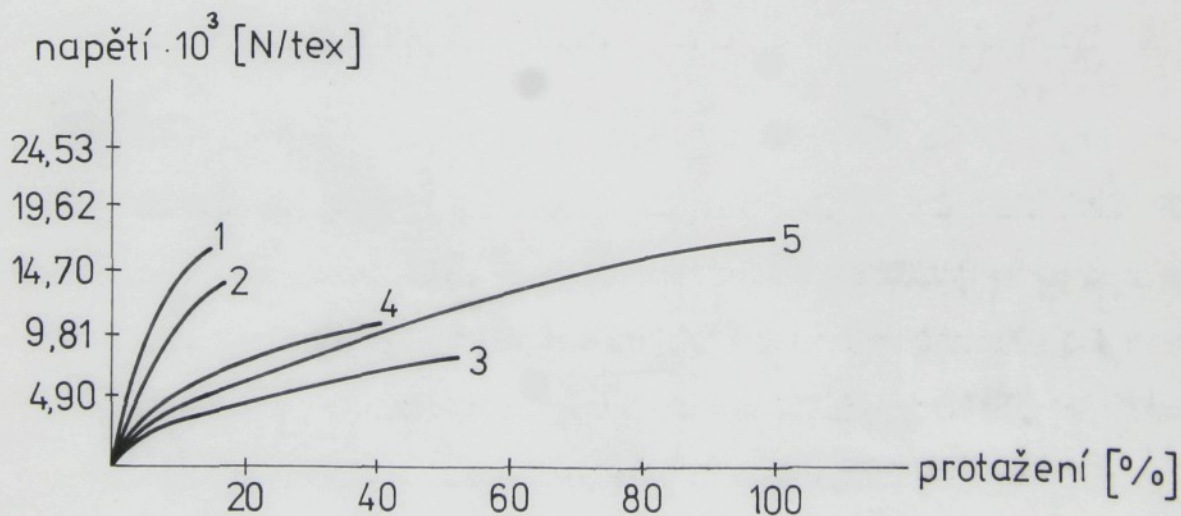
Krčma /12/ ukazuje na obr. 1 deformační vlastnosti různých typů textilií a podtrhuje důležitost délky volných úseků vláken a interakce vlákna s pojivem, což ilustruje srovnáním vlastností nespojitě pojených textilií s jinými typy textilií. V jiné práci /13/ srovnává tentýž autor různé typy pojených textilií - obr. 2. Uvádí, že chování netkaných textilií při deformaci závisí na stupni rozložení vloženého napětí na jednotlivá vlákna. Autor dochází k závěru, že modul pružnosti přerušovaně pojené textilie je nižší než v případě pojené práškovým polymerem nebo termoplastickými vlákny, což je možné vysvětlit různými délkami volných úseků vláken, distribucí pojiva.

Haldon a Athey /14/ popsali použití heterofilních vláken pro výrobu geotextilií, oděvních vložek, filtrů a bytových textilií. Jejich výsledky ukazují, že pevnost vzrůstá s rostoucí plochou pojení, ale pevnost v dalším trhání, ohebnost a měkkost klesají. Plocha pojení zaujímající 15 % plochy textilie dává optimální kombinaci vlastností. Vlastnosti jsou rovněž dány délkou volných úseků mezi spoji. Větší délka vede k měkčím výrobkům, ale dochází ke snižování pevnosti. Nejvýhodnějším řešením je vzdálenost pojících bodů 2 mm. Výsledky platí pro rouna, která nebyla předem předzpevněna vpichováním.



obr. 1 Deformační křivky textilií /12/

- 1 - bodově pojená textilie
- 2 - vpichovaná textilie
- 3 - pojená textilie
- 4 - nízkoroztažná pletenina
- 5 - tkanina



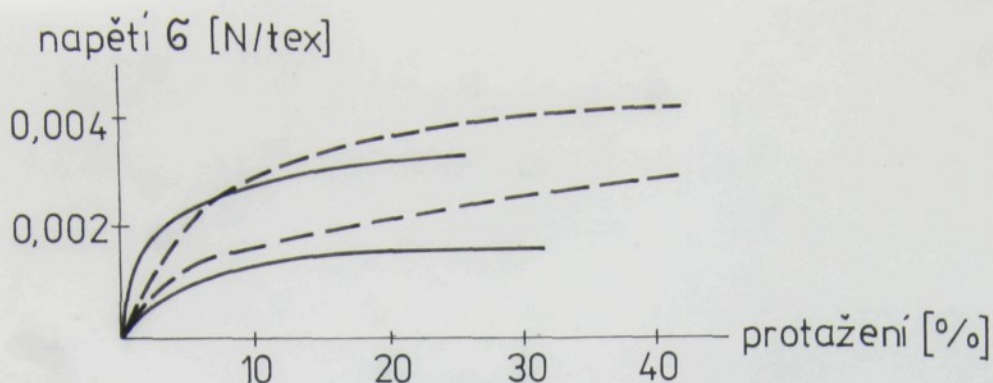
obr. 2 Deformační křivky pojených textilií /13/

- 1 - pojená textilie - prášek
- 2 - pojená textilie - termoplastická vlákna
- 3 - pojená textilie - mřížka
- 4 - pojená textilie - impregnace
- 5 - pojená textilie - Spun bonded

Goldman /2/, Petterson /7,8/ a Nesse /9,10/ se ve svých patentech nespojitě spojených textilií, s uspořádáním pojiva ve formě přímek, mřížek, prstenců, torped atd., se snaží popsat vlastnosti těchto výrobků. První, kdo zvládl tento úkol, byl Drelich /15/, který porovnával deformační vlastnosti textilií s různým uspořádáním pojiva. Autor došel na konci svých pozorování k závěru, že uspořádání pojiva podstatně ovlivňuje vlastnosti textilie.

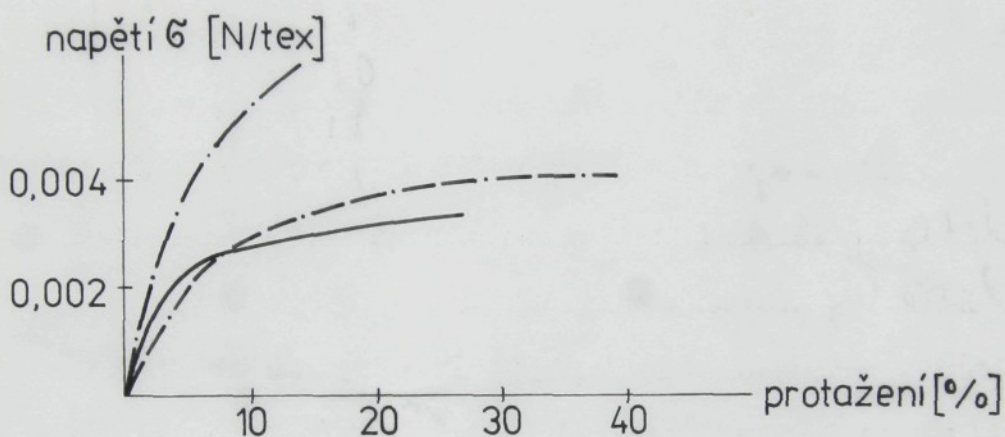
Carus /16/ provedl ve své doktorské práci detailní studium vlastností použitých pojiv a jejich vztahu k vlastnostem spojených textilií. Autor srovnával vlastnosti textilií s pojivem umístěným ve formě lomených čar a ve formě mříží. Připravil vzorky dvou pojících past založených na stejném akrylovém kopolymeru, lišících se viskozitami. Na základě výsledků experimentu formuloval následující závěry (obr. 3, 4, 5):

- při použití pojiva o nižší viskozitě vykazují textilie vyšší modul a pevnost při přetržení v příčném směru; to je spojeno s lepším průnikem nízkoviskozního pojiva textilií a s vytvořením vyššího počtu míst kontaktu vlákna a pojiva
- celoplošně spojená textilie vykazuje při použití téhož pojiva v příčném směru nejvyšší tuhost, pevnost a počáteční modul při nižší tažnosti; rozmístěním pojiva ve formě lomených čar se dosáhlo vyššího modulu, ale nižší pevnosti a tažnosti
- při konstantní viskozitě pojiva a dalších parametrech pojícího procesu, se zvyšováním obsahu pojiva v textilií zvyšují moduly a pevnost textilie v příčném směru u obou typů tiskem spojených textilií
- rozmístěním pojiva v nespojitém schématu kruhových po-



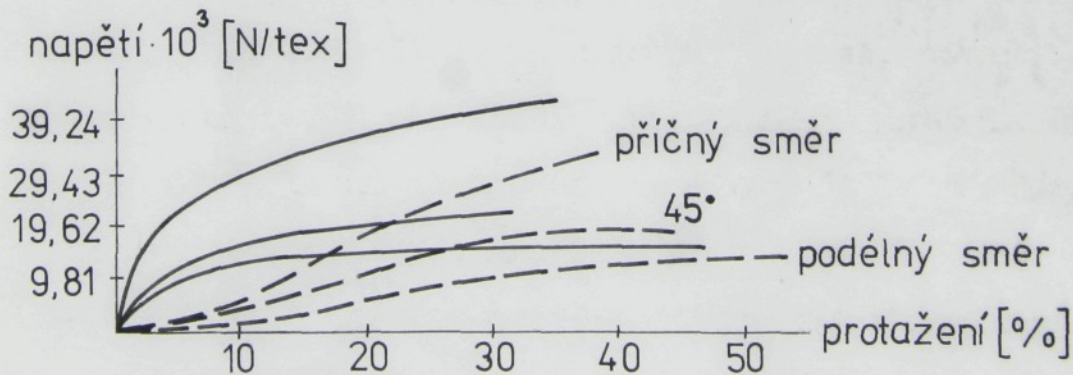
obr. 3 Deformační křivky tiskem pojených textilií v příčném směru

———— pojivo ve formě lomených čar
 - - - - - pojivo ve formě mříží



obr. 4 Deformační křivky tiskem pojených textilií v příčném směru

———— pojivo ve formě lomených čar
 - - - - - pojivo ve formě mříží
 - · - · - · pojivo aplikované celoplošně



obr. 5 Deformační křivky textilií pojených bodově (— — —) a celoplošně (—) /16/

jících míst lze připravit textilie s nízkým počátečním modulem, nezávislým na tvrdosti pojiva; pevnost a deformovatelnost jsou vyšší při použití měkčího pojiva; autor to vysvětluje vyšší volností pohybu vláken při použití měkkého pojiva, což dává předpoklady k přenosu pojící síly větším počtem vláken.

2.3 Popis struktury bodově pojených textilií

Pojené textilie se skládají z výchozí vláknenné vrstvy a pojiva. Oba tyto prvky, ale i mnoho dalších tvoří strukturu bodově pojené textilie. Pro popis struktury bodově pojených textilií vypracoval Jirsák, Přívratská, Kalousek /17/ systém parametrů:

- a) struktura výchozí vláknenné vrstvy dané druhem a vlastnostmi použitých vláken, způsobem přípravy vrstvy, její plošnou a objemovou hmotností, orientací vláken, úhlovou distribucí jejích mechanických vlastností a způsobem předzpevnění,
- b) druh použitého pojiva a jeho vlastnosti,
- c) adheze pojiva k vláknům,
- d) koncentrace pojiva v ploše textilie $\underline{C_{pA}}$

$$C_{pA} = \frac{G_{pA}}{G_{pA} + G_{VA}} \cdot 100[\%] \quad (1)$$

G_{pA} - plošná hmotnost pojiva v ploše textilie $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}]$

G_{VA} - plošná hmotnost vláknenné složky v ploše textilie $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}]$

- e) koncentrace pojiva v pojícím bodu $\underline{C_{pB}}$

$$C_{pB} = \frac{G_{pB}}{G_{pB} + G_{VB}} \cdot 100[\%] \quad (2)$$

G_{pB} - plošná hmotnost pojiva v ploše pojícího bodu
[kg.m⁻²]

G_{VB} - plošná hmotnost vláknenné složky v ploše pojícího bodu [kg.m⁻²]

- g) tvar, velikost a vzdálenost pojících bodů a z toho vyplývající podíl plochy textilie pokrytý pojivem
 P_p [%]
- h) počet volných vláken N_B a součet jejich délek l_B , obojí na jednotku plochy textilie,
- i) střední délka $\langle l_p \rangle$ pokrytých úseků vláken, jejich počet N_p a součet jejich délek l_p , obojí na jednotku plochy textilie,
- j) distribuce délek a střední délka $\langle l_k \rangle$ krajních úseků vláken; počet krajních úseků N_k a jejich celková délka l_k , obojí na jednotku plochy textilie,
- k) distribuce délek a střední délka $\langle l_v \rangle$ volných úseků vláken, t.j. úseků nepokrytých pojivem a spojujících dva pojící body; počet volných úseků N_v a součet jejich délek l_v , obojí na jednotku plochy textilie,
- l) střední počet vláken c_j spojujících dva pojící body ve vzájemné vzdálenosti j elementárních úseků pojícího schématu.

2.3.1 Topologie konformace pojiva ve vztahu interakce pojivo - vlákno /18/

Jestliže je adhezní vazba mezi pojivem a vláknem rea-

lizována na většině, případně celém povrchu vlákna, potom má výrobek pevnou strukturu, podobnou papíru s málo textilním charakterem.

K dosažení splývavosti je požadovaná určitá posunovost vláken. Tato otázka obrací pozornost k problematice velikosti povrchu vlákna, který by měl být zakryt pojivem, je však sledována i velikost částic.

Problematika velikosti částic je studovaným problémem mnoha patentů. Přesná definice vztahu mezi rozmístěním pojiva, pevností a ohebností byla vypracována až nedávno (Allan, Neogi). V jejich práci je řečeno, že velikost a schema distribuce bodu pojiva je determinováno pravděpodobností propojení vláken v rounu.

Pro optimalizaci rozměru a schematu distribuce bodů pojiva, pro dosažení nejlepší pevnosti a ohebnosti je nutno charakterizovat počet vláken obsažených v bodu pojiva n_t . Po odvození byla získána rovnice:

$$n_t \approx 2n_f \cdot r_b \cdot l \quad (3)$$

l - délka vlákna

n_f - počet středů podélných os vláken v jednotce plochy náhodně uspořádaného rouna

r_b - průměr kruhového bodu pojení

Tento výraz má vliv na předpověď vlivu změny rozměru bodu pojiva nebo délky vláken. Výpočty bylo dokázáno, že je-li konstantní velikost bodu pojení a jestliže délka vlákna na jednotce plochy vzrůstá, pak počet adhezně vázaných bodů teoreticky roste. To je vlastně vyjádřením toho, že delší

vlákna procházejí větším počtem bodů pojení.

Použijeme-li delší vlákna, lze dokázat, že počet vláken v jednom bodu zůstává v zásadě konstantní, což je patrné ze vztahu $n_f = \frac{k}{l}$, kde k je konstanta úměrnosti. Na druhé straně lze dokázat, že se zmenšujícím se rozměrem bodu a při konstantní délce vláken, bude více vláken procházet adhezivem jednotkové plochy.

Netkaná textilie pro svou soudržnost vyžaduje určitý minimální počet vazeb na každou dávku pojiva. Maximální délka vláken, která může vycházet z pojícího bodu je l . Potom celkový počet míst pojení N , kterými toto vlákno může projít, je určeno délkou a hustotou bodů na jednotku plochy n_b .

$$N = n_b \cdot \pi \cdot l^2 \quad (4)$$

Body pojiva jsou rozmístěny v netkané textilii náhodně, potom pravděpodobnost $p(i)$, že v ploše dosažitelné vláknem $\pi \cdot l^2$ bude i vláken procházet bodem pojení N , je dána Poissonovou distribuční funkcí:

$$p(i) = \frac{N^i \cdot e^{-N}}{i!} \quad (5)$$

Aby netkaná textilie byla soudržná, musí v rounu být vytvořena nekonečná síť vláken spojených body pojiva. Pro soudržnost textilie je třeba, aby $p(3) \geq \frac{1}{2}$, takže lze psát:

$$p(3) = 1 - e^{-N} - N \cdot e^{-N} - \frac{N^2 \cdot e^{-N}}{2} \quad (6)$$

$$p(3) = \frac{1}{2} = 1 - e^{-N} \cdot \left(1 + N + \frac{N^2}{2}\right) \quad (7)$$

Z toho lze určit, že $N = 2,7$. Po dosazení do rovnice (4) lze vyjádřit průměrný počet bodů pojení na jednotku plochy:

$$n_b = \frac{2,7}{\pi \cdot 1^2} \quad (8)$$

2.3.2 Dosavadní výsledky studia

Popis struktury bodově pojených textilií je z hlediska určování vlastností textilií velice zajímavý. Touto problematikou se zabývala ve své diplomové práci Kateřina Marková /19/, která pro popis struktury bodově pojených textilií používá velmi zjednodušených vztahů.

Ve své práci se zabývá autorka stanovením plochy textilie zasažené pojivem, kde uvažuje textili o velikosti 1×1 m, průměrech bodů D [mm] a vzdálenosti středů bodů v obou směrech a [mm]. V teoretických úvahách dochází ke konečnému vztahu pro stanovení plochy textilie pokryté pojivem, který má tvar:

$$P_p = 0,25 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{a}\right)^2 \quad (9)$$

Dalším zkoumaným parametrem bodově pojené textilie je distribuce délek a střední délka úseků vláken pokrytých pojivem. Při úvaze bylo vycházeno z faktu, že vlákna procházejí bodem pojení v různých vzdálenostech od středu bodu. Vztahy pro určení střední délky byly však stanoveny velmi nepřesně a nejasně. Podle autorky je výsledným vztahem pro zjištění střední délky následující rovnice:

$$\bar{l}_p = \frac{\sum M_{pi} \cdot l_{pi}}{\sum M_{pi}} = 1,207 D \quad (10)$$

$$M_{pi} = \frac{l_{pi}}{\sum l_{pi}} \quad - \text{hmotnostní podíl úseků vláken pokry-} \\ \text{tých pojivem s délkou } \underline{l_{pi}}$$

Recenzent však stanovuje přesnější postup pro výpočet střední délky, při němž dochází k závěrečnému vztahu:

$$\overline{l_p} = 1,41 \cdot \frac{\pi \cdot D}{4} = 1,1074 D \quad (11)$$

V této diplomové práci byla dále teoreticky stanovena distribuce délek volných úseků vláken v bodově pojené textilií, která byla verifikována. V prvním značném zjednodušení autorka udává vztah pravděpodobnosti, že vlákno $\underline{v_i}$ projde některým ze tří bodů pojení, ležících na vrstevnici $\underline{R_1}$ (schematické znázornění textilie na obr. 6). Zjednodušený vztah má tvar:

$$P_1 = \frac{D}{a} \quad (12)$$

s pravděpodobnostmi:

$$P_2 = \frac{a - D}{a} = 1 - P_1 \quad (13)$$

vlákno projde mezi body pojení na vrstevnici $\underline{R_1}$.

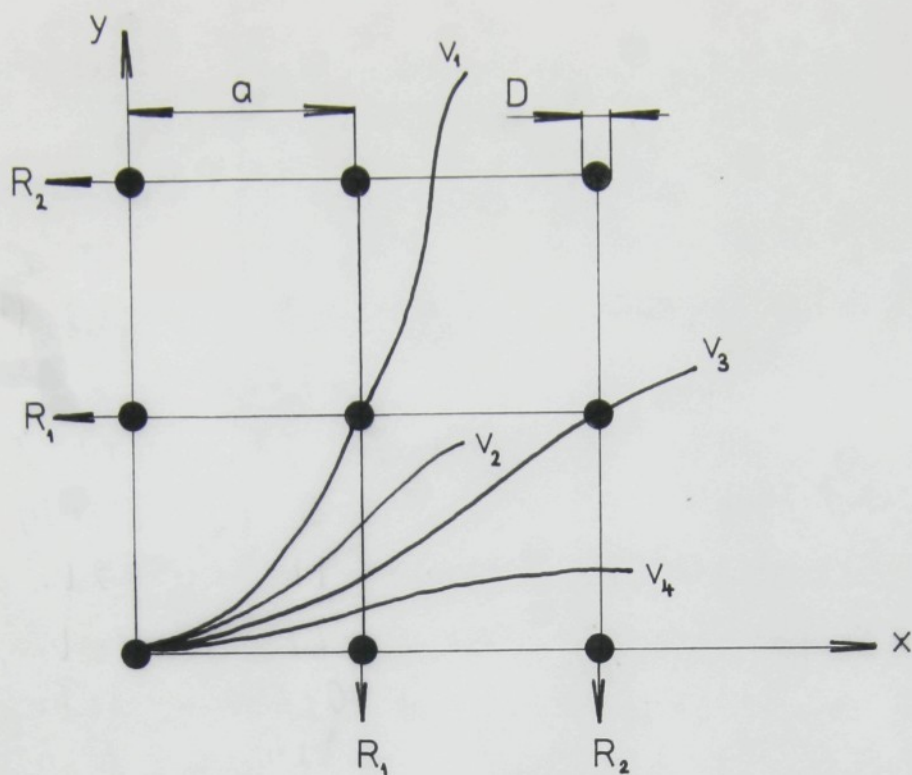
Vzhledem k určitému zakřivení dráhy vlákna v netkané textilii autorka zavádí poměr $\frac{1}{A}$, charakterizující stupeň zakřivení (obr. 7).

Postupným odvozováním byly stanoveny konečné vztahy pro odvození třídních hodnot délek úseků pro jednotlivé třídy:

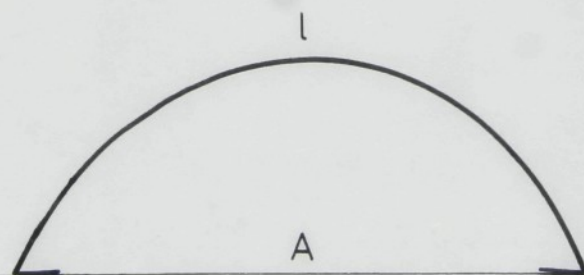
$$l_i = \frac{h_i + h_{i-1}}{2} \quad (14)$$

l_i - střední hodnoty jednotlivých tříd

h_i - horní hranice i-té třídy



obr. 6 Schema bodově pojené textilie



$$\frac{l}{A} = \text{stupeň zakřivení}$$

obr. 7 Schema zakřivení vlákna v netkané textilií

$$\text{Pro } \underline{h_i} \text{ platí: } h_i = (i \cdot 1,207 a - D) \cdot \frac{1}{A} \quad (15)$$

$$\text{pro } i > 1 \text{ je } l_i = \frac{1}{2} \cdot \left[(2 i - 1) \cdot 1,207 a - 2 D \right] \cdot \frac{1}{A} \quad (16)$$

Střední délka volného úseku vláken v textilii byla určována dle vzorce:

$$\overline{l_v} = \frac{\sum M_n \cdot l_n}{\sum M_n} \quad (17)$$

M_n - délkový a současně i hmotnostní podíl volných úseků tvořených $\underline{n}$ elementárními úseky ze všech vláken v textilii

Poznámka: Při výpočtu bylo dbáno na to, aby $l_n \text{ max.} \leq 1$. Vlákná nesplňující tuto hodnotu byla zařazena do skupiny s třídní hodnotou $\underline{l_n \text{ max.}}$

Při experimentálním ověření bylo konstatováno, že mezi teorií a verifikací není nejlepší shoda, což bylo dáno technickou obtížností stanovení. Nakonec však bylo řečeno, že ověření odpovídá teorii.

2.3.3 Pokus o nový způsob popisu struktury bodově pojených textilií

Pokus o jiný způsob popisu struktury bodově pojených textilií se objevuje v práci „Struktura bodově pojených textilií“ - Jirsák, Přívratská, Kalousek /17/. V tomto článku jsou definovány strukturální parametry bodově pojených textilií a to počet vláken, která neprocházejí žádným pojícím bodem, distribuce délek volných konců vláken, úseků vláken spojujících dva pojící body atd.

Strukturu bodově spojených textilií autoři charakterizují parametry, uvedenými v kapitole 2.3 této diplomové práce. Při výpočtu daných strukturních parametrů bylo uvažováno, že:

- základem textilie je dvojrozměrná vláknenná vrstva z jednoho druhu vláken s konstantní délkou l a rovnoměrným úhlovým rozdělením poloh vláken,
- pojivo rozmístěno v bodech o průměru D ,
- pojící body tvoří v ploše čtvercovou síť, přičemž nejmenší vzdálenost dvou pojících bodů je a ,
- vlákna jsou navlněna kolem lomených čar, vyznačujících jejich idealizovanou polohu,
- stupeň navlnění vláken je dán funkcí navlnění $\psi(x)$,
- vlákna jsou v místech průchodu pojícími body fixována v pojivu po celé délce těchto úseků.

Funkci navlnění $\psi(x)$ možno stanovit experimentálně. Její hodnota je poměrem mezi délkou zvoleného úseku vlákna a přímou vzdáleností koncových bodů tohoto úseku. Tuto funkci možno položit rovnu 1 a pak se však dopouštíme zkreslení, čímž předpokládáme, že vlákna se nacházejí v napřímeném tvaru. Nebo ji lze stanovit experimentálně jako poměr $\frac{l}{A}$, kde l je délka vlákna a A je přímá vzdálenost jeho konců. Hodnota funkce navlnění je závislá na délce úseků vláken, z nichž se stanovuje.

Ve jmenované práci je uvedeno, odvození všech citovaných parametrů struktury textilií s bodovým rozložením pojiva. Protože je má práce zaměřena na experimentální stanovení počtu volných úseků vláken spojujících dva pojící body, uvedu zde odvození pouze tohoto parametru.

Počet volných úseků je funkcí počtu základních čtverců pojícího schematu (obr. 9), kterými volný úsek mezi oběma body probíhá. Pro nejkratší volné úseky byl rozlišen počet vláken spojujících dva pojící body ležící na téže straně, respektive na úhlopříčce základního čtverce pojícího schematu.

Při výpočtu se vycházelo z pojícího schematu (obr. 10), kde r_j je vrstevnice spojující nejvzdálenější body, do nichž se lze dostat ze zvoleného bodu O průchodem j elementárních čtverců. s_j je počet všech možných spojů bodu O a bodů oddělených průchodem j elementárních čtverců. Pak lze psát:

$$s_j = j^2 + 3j + 1 \quad \text{pro } j \geq 5 \quad (18)$$

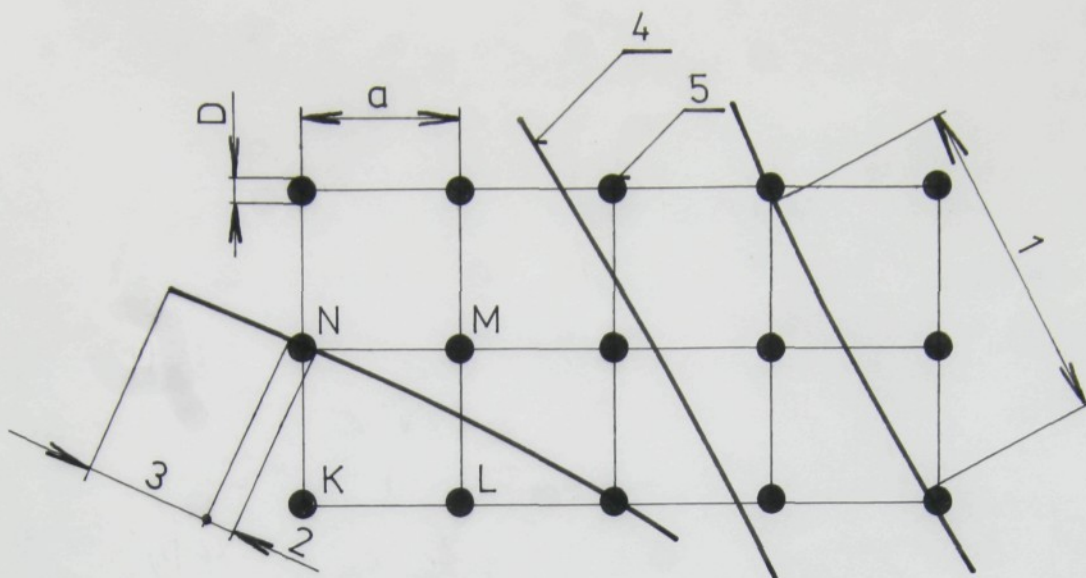
$$s_1 = 4; \quad s_2 = 6; \quad s_3 = 14; \quad s_4 = 27$$

Je-li N_{vj} počet úseků vláken délky j elementárních úseků, B počet pojících bodů, obojí na jednotku plochy textilie a c_j počet úseků vláken v jednom spoji bodu O s bodem na obvodu j -té vrstevnice, dostaneme:

$$c_{1a} = \frac{N_{v1a}}{s_{1a}B} + \sum_{j=4}^n \frac{N_{vj}}{s_jB} \quad (19)$$

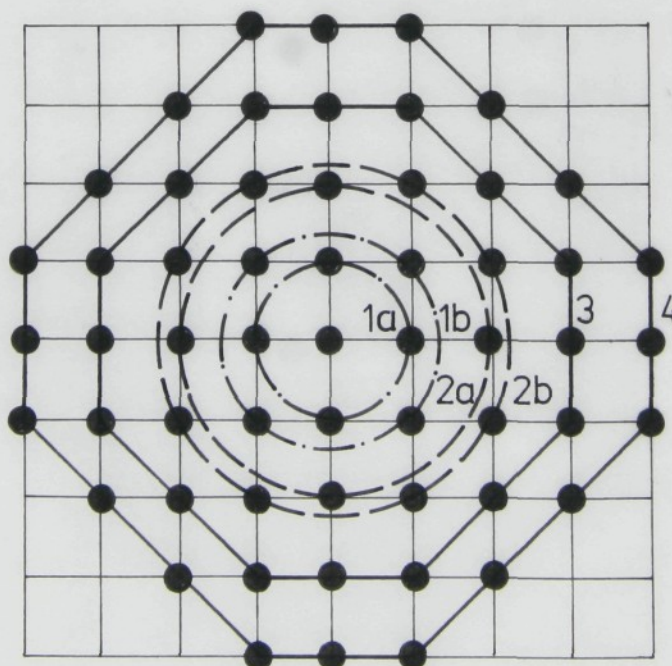
$$c_{1b} = \frac{N_{v1b}}{s_{1b}B} + \frac{N_{v3}}{s_3B} + \sum_{j=5}^n \frac{N_{vj}}{s_jB} \quad (20)$$

$$c_{2a} = \sum_{j=4}^n \frac{N_{vj}}{s_jB} + \frac{N_{v2}}{s_2B} \quad (21)$$



obr. 9 Čtvercová síť pojících bodů se základním obrazcem pojícího schematu KLMN a s probíhajícími vlákny

- 1 - volný úsek vlákna
- 2 - pokrytý úsek vlákna
- 3 - krajní úsek vlákna
- 4 - bludné (plovoucí) vlákno
- 5 - pojící bod



obr. 10 Čtvercová síť pojících bodů s vyznačením vrstevnic r_j pro $j = 1a, 1b, 2a, 2b, 3, 4$

$$c_{2b} = \sum_{j=4}^n \frac{N_{vj}}{s_2^B} \quad (22)$$

$$c_k = \sum_{j=k}^n \frac{N_{vj}}{s_j^B} \quad \text{pro } k \geq 3 \quad (23)$$

n - největší celé číslo vyhovující podmínce $l \geq l_{vn}$

l - délka vlákna

l_{vn} - délka volného úseku složeného z n elementárních úseků

c_{1a} a c_{1b} - počet úseků vláken v jednom spoji dvou pojících bodů ležících na téže straně, respektive na úhlopříčce základního čtverce pojícího schematu

Hodnoty N_{v1a} a N_{v1b} byly získány dosazením do vzorce pro výpočet počtu volných úseků vláken, tvořených j elementárními úseky (uvedeno v práci /20/). Hodnota N_{v1} byla rozdělena na dvě části, a proto i číslo s_1 bylo nahrazeno dvěma čísly, a to $s_{1a} = s_{1b} = 2$ (24)

2.4 Vztah struktury a vlastností

Vztahem struktury a vlastností se zabýval ve své disertační práci Ray /20/, který soustavou měření a pozorování různých vlastností a struktury bodově pojených netkaných textilií došel k následujícím závěrům (tab. 1, 2).

tab. 1 Vztahy mezi vlastnostmi textilií z viskózových vláken a průměrnou délkou volných úseků

Vlastnosti	Směr	Nalezená rovnice	Korelační koeficient	t - hodnota	
				vypočtená	z tabulky
Měrná pevnost	podélně	$y = 0,0071 + \frac{0,049}{x}$	0,930	10,73	± 2,101 kritická hodnota
	příčně	$y = 0,0130 + \frac{0,003}{x}$	0,075	0,32	
Počáteční modul pružnosti	podélně	$y = -0,003 + \frac{0,82}{x}$	0,960	14,55	
	příčně	$y = 0,004 + \frac{0,29}{x}$	0,940	11,69	
Plastická deformace	podélně	$y = 0,501 e^{(\ln 1,1073)x}$	0,890	8,09	
	příčně	$y = 3,220 e^{(\ln 1,1055)x}$	0,780	5,29	
Ohybová síla	podélně	$y = 12,26 + \frac{740,83}{x^2}$	0,930	10,12	
	příčně	$y = 7,53 + \frac{637,27}{x^2}$	0,920	9,96	

y - vlastnosti textílie

x - průměrná délka volných úseků vláken v textilií

tab. 2 Vztahy mezi vlastnostmi textilií z PES vláken a průměrnou délkou volných úseků

Vlastnosti	Směr	Nalezená rovnice	Korelační koeficient	t - hodnota	
				vypočtená	z tabulky
Měrná pevnost	podélně	$y = 0,0185 + \frac{0,0610}{x}$	0,740	4,40	± 2,120 kritická hodnota
	příčně	$y = 0,0360 + \frac{0,0107}{x}$	0,093	0,37	
Počáteční modul pružnosti	podélně	$y = -0,009 + \frac{0,512}{x}$	0,850	6,45	
	příčně	$y = 0,003 + \frac{0,143}{x}$	0,830	5,93	
Plastická deformace	podélně	$y = 0,6456 e^{(\ln 1,1142)x}$	0,860	6,82	
	příčně	$y = 5,5319 e^{(\ln 1,0399)x}$	0,830	5,93	
Ohybová síla	podélně	$y = 16,54 + \frac{2364,25}{x^2}$	0,910	8,80	
	příčně	$y = 10,19 + \frac{2631,31}{x^2}$	0,920	9,19	

y - vlastnosti textilií

x - průměrná délka volných úseků vláken v textiliích

2.5 Shrnutí teoretické části a cíl diplomové práce

Dnes je známo již mnoho druhů a způsobů výroby bodově pojených textilií. Tyto textilie jsou často velmi výhodné z ekonomického hlediska, ovšem jejich vlastnosti v mnoha případech nesplňují požadavky spotřebitelů. Proto je velmi důležité zabývat se zkoumáním strukturních parametrů bodově pojených textilií v závislosti na vlastnostech textilií. Tím by mohlo být prováděno předpovídání vlastností textilií. Pokusy o popis struktury bodově pojených textilií sice už byly provedeny, ale ještě je třeba mnoho v této oblasti prozkoumat a ověřit.

S ohledem na poznatky a se ^gždáním diplomové práce byly stanoveny následující cíle:

1. výroba vláknenných vrstev z jednoho typu vláken zpevněných různým počtem vpichů na 1 cm^2
2. zjištění koeficientu navlnění u těchto odlišných textilií a vyhodnocení jejich vlivu na strukturu netkané textilie
3. výroba bodově pojených textilií s různými průměry bodů pojení a vzdálenostmi bodů pojení
4. experimentální stanovení počtu vláken mezi dvěma pojícími body
5. srovnání experimentálně zjištěných hodnot s teoreticky stanovenými hodnotami.

3. Experimentální část

3.1 Použitý materiál

Při přípravě vzorků bodově spojené textilie určené pro provedení experimentu bylo použito následujícího typu vlákenného materiálu: PES - jemnost 4,4 [dtex]

délka 57 [mm]

pevnost 406 [mN/tex]

tažnost 22 [%]

3.2 Strojní zařízení použité při výrobě vzorků

3.2.1 Výroba rouna

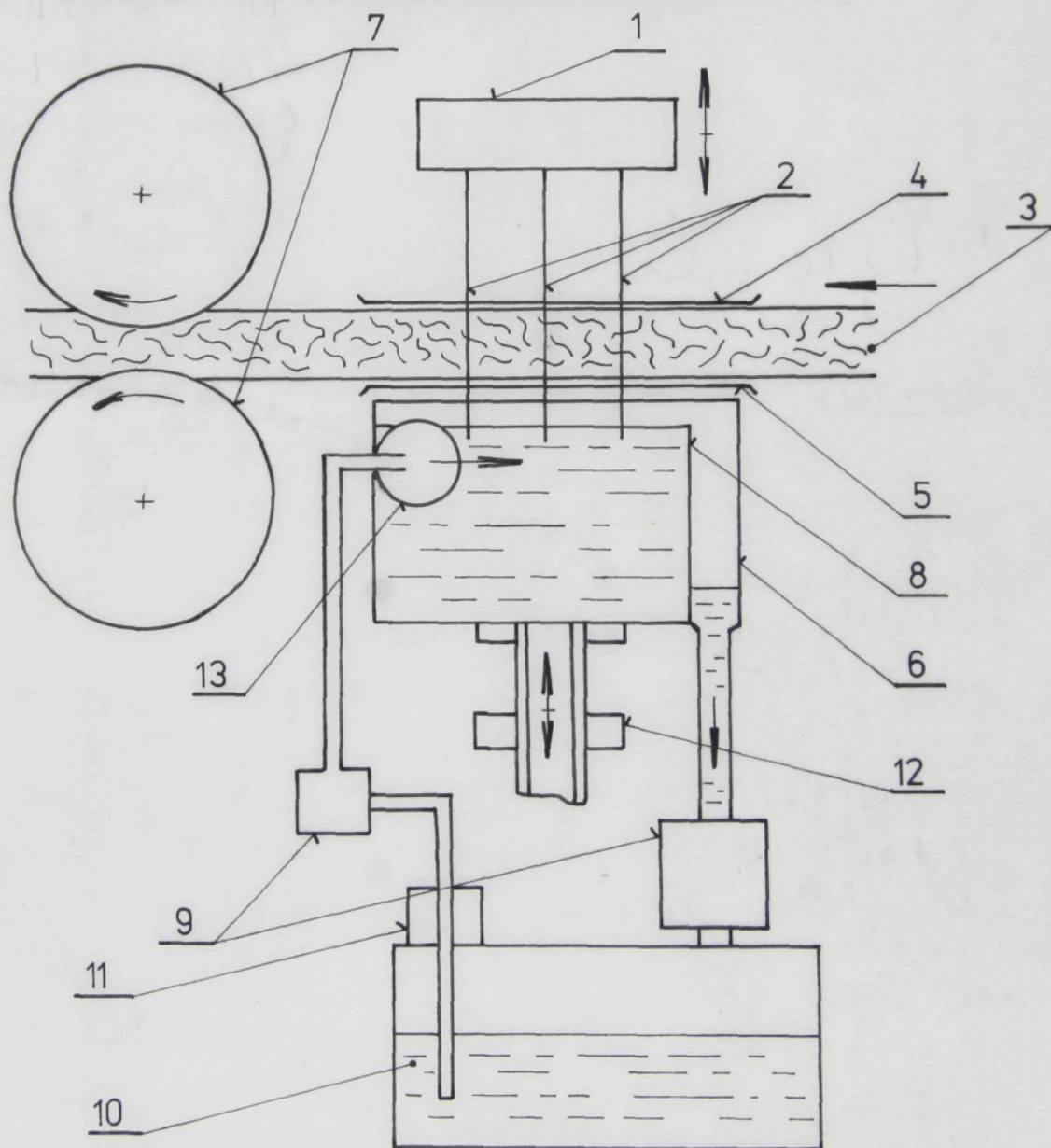
Pro výrobu rouna bylo použito střížového materiálu popsaného v kapitole 3.1. Proto, aby mohl být zjištěn koeficient navlnění a funkce navlnění, bylo použito vláken odlišné barvy (bílé a černé). Převážná část rouna byla vyrobena z vláken bílé barvy, ke kterým bylo předmykáním přidáno jen malé množství černých vláken. Tak bylo dosaženo požadovaného efektu, při němž poloha i tvar černých vláken byly dobře viditelné.

Rouno bylo vyrobeno na školním válcovém mykacím stroji vlnářského typu polské firmy Befama. V mykacím ústrojí byla vlákna ojednocena a byla vyrobena pavučina, která byla pomocí příčného kladeče kladena na dopravní pás do několika vrstev. Tak vzniklo rouno, které bylo dopraveno do vpichovacího stroje, kde došlo ke zpevnění. Byl použit vpichovací stroj RO 2 firmy Hansa z roku 1969 s jehelnou deskou osazenou dvaceti řadami jehel 15 x 18 x 36 x 3 1/2 RB Super Speciál z n. p. Igla Valašské Klobouky. Hustota jehel byla 2000/m². Pro experiment byla vyrobena dvě rouna stejným způsobem, lišící se

pouze počtem vpichů na 1 cm^2 . První rouno bylo vyrobeno s 20 vpichy na 1 cm^2 a druhé s 2 x 80 vpichy na 1 cm^2 .

3.2.2 Výroba vzorků bodově pojené textilie

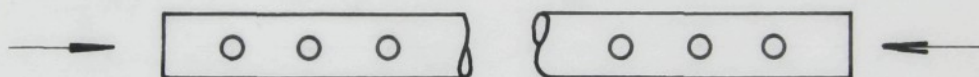
Pro výrobu bodově pojené textilie bylo použito výrobní linky složené z upraveného laboratorního vpichovacího stroje s hladkými jehlami (obr. 11) a laboratorního teplovzdušného sušicího stroje s regulovatelnou rychlostí posuvu.



obr. 11 Zařízení pro nanášení pojiva hladkými vpichovacími jehlami

Legenda k obr. 11

- 1 - jehelná deska vpichovacího stroje
- 2 - jehly
- 3 - rouno
- 4 - stírací rošt
- 5 - opěrný rošt
- 6 - vana s cirkulujícím pojivem
- 7 - přítlačné a odtahové válce
- 8 - přepadová přepážka
- 9 - filtry
- 10 - zásobní nádrž pojiva
- 11 - čerpadlo
- 12 - mechanismus posunu vany s pojivem
- 13 - trubka s otvory (obr. 12)



obr. 12 Trubka s otvory

Deska laboratorního vpichovacího stroje (1) je osazena hladkými vpichovacími jehlami bez otvorů. Jehly (2) jsou umístěny ve více řadách ve směru kolmém na směr průchodu rouna (3). Pod úrovní dráhy procházejícího rouna (3), vymezené stíracím roštem (4) a opěrným roštem (5), je umístěna vana s cirkulujícím pojivem (6), do které se jehly ve spodní úvratí svého pohybu vnořují. Zachycené pojivo jehly vnášejí do rouna. Přívod pojiva je řešen tak, že proudy pojiva směřují do míst ponoru jednotlivých jehel. Polohu vany lze během provozu zařízení zvyšovat nebo snižovat, čímž se mění hloubka

ponoru jehel do pojiva a tím i množství pojiva uchyceného na jehlách a vneseného do vláknenné vrstvy. U výstupu rouna z jehelného pole je dvojice přítlačných a odtahových válců (7), které jednak určují rychlost postupu rouna strojem, jednak formují jednotlivé dávky pojiva do tvaru pojících bodů, prostupujících rouno v celé jeho tloušťce. Pojivo přes přepadovou přepážku (8) proudí zpět přes filtr (9) do zásobní nádrže pojiva (10) a je přečerpáváno čerpadlem (11) zpět do vany s pojivem. Použitím hladkých vpichovacích jehel nedochází k vytahování vláken z vláknenné vrstvy, což umožňuje kontinuální funkci zařízení. Vzdáleností jehel je možno řídit vzdálenost míst pojení v textilií a také množství vneseného pojiva a tím hlavně vlastnosti textilie.

Po nanesení pojiva je rouno vedeno do sušárny s cirkulujícím horkým vzduchem o teplotě 140°C . Rouno sušárnou prochází asi po dobu 1 minuty, která stačí k zasušení pojiva.

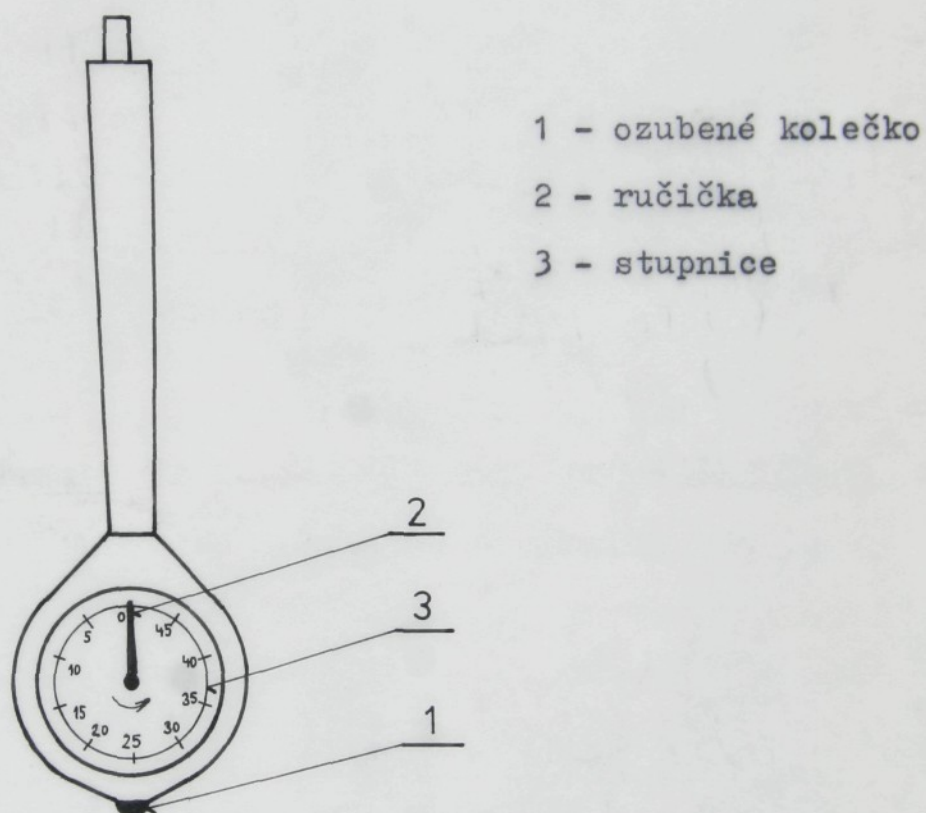
3.2.3 Postup při stanovení koeficientu navlnění

Při stanovení koeficientu navlnění bylo použito rouna, jehož výroba je popsána v kapitole 3.2.1.

V první fázi bylo rouno vloženo mezi dvě skleněné desky a vhodným způsobem prosvíceno tak, aby byla černá vlákna co nejlépe viditelná. Z takto připraveného vzorku byla černá vlákna přesně obkreslena na celofánovou fólii, která byla vložena do promítacího přístroje Meotar. Pomocí tohoto zařízení došlo k desetinasobnému zvětšení vláken. Vlákna byla znovu překreslena na papír a pak mohlo dojít k dalšímu měření.

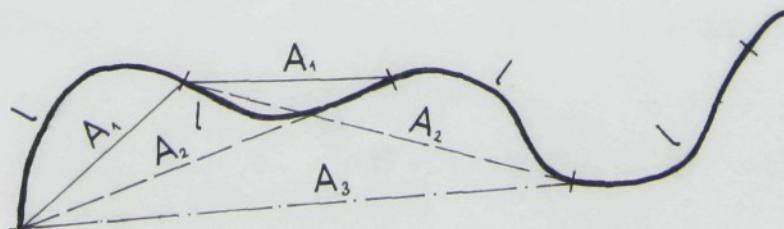
Nejdříve byla jednotliví vlákna rozdělena po obvodě na

úseky o stejné délce 1. U rouna s 20 vpichy na 1 cm^2 bylo 1 voleno 3 cm (ve skutečnosti tedy 3 mm) a u rouna s 2 x 80 vpichy na 1 cm^2 bylo 1 rovno 3,2 cm (tedy 3,2 mm). Pro dělení bylo použito t. zv. křivkoměru (obr. 13), který je vyráběn v NDR a hlavně je používán pro měření délky křivek, např. k odměřování vzdáleností na mapách různých měřítek.



obr. 13 Křivkoměr

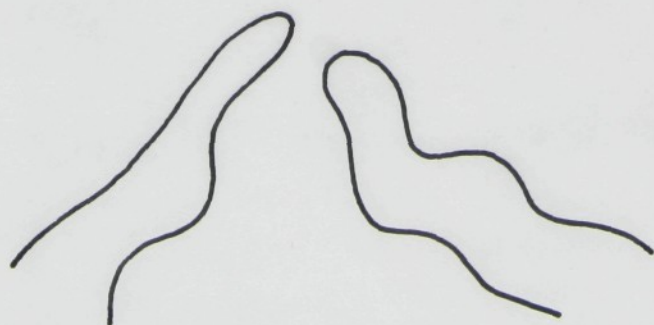
Pak bylo prováděno vlastní měření, jehož princip je schematicky znázorněn na obr. 14.



obr. 14 Princip měření

Nejdříve byly proměřeny přímé vzdálenosti A_1 sousedních koncových bodů, mezi nimiž leží úsek o délce 1 . Dále byla měřena přímá vzdálenost A_2 dvou koncových bodů, mezi nimiž ležely dva úseky o délce 1 , tedy $2\ 1$. Při každém dalším kroku došlo vždy k zvýšení počtu měřených úseků o $1\ 1$.

Provedení tohoto experimentu bylo časově velmi náročné, protože představovalo asi 6800 jednotlivých měření a jejich zpracování pro každý vzorek při proměření 50 vláken. V experimentální části byly proměřeny dva vzorky rouna a to s 20 vpichy a s 2×80 vpichy na 1 cm^2 . V experimentech byl vzat v úvahu výskyt většího počtu vláken v rounu, zaujímajících polohu ve tvaru písmene V. Tento jev je známý a je výsledkem procesu probíhajícího v mykacím stroji. Vlivem těchto vláken lze očekávat nalezení vyšších hodnot koeficientu navlnění vztaženého k delším úsekům vláken. Pro posouzení tohoto vlivu a vzhledem k výše uvedenému velkému rozsahu experimentu byl zjištěn pouze vliv měření při a bez zahrnutí vláken tvaru V na charakter závislosti koeficientu navlnění na délce vlákna. Pro rouno s 20 vpichy tato vlákna nebyla uvažována, kdežto u rouna s 2×80 vpichy tato vlákna proměřována byla.



obr. 15 Vlákna zaujímající v rounu polohu ve tvaru písmene V

Pro výpočet koeficientu navlnění bylo použito vztahů doporučených Jirsákem /17/. Použité vztahy jsou uvedeny v následujícím přehledu:

$$1. \text{ koeficient navlnění } \frac{1}{A} \quad (25)$$

l - délka úseku v napjatém stavu (pro 20 vpichů

$l = 3 \text{ mm}$; pro 2×80 vpichů $l = 3,2 \text{ mm}$)

A - přímá vzdálenost koncových bodů mezi nimiž leží

1, 2, 3 ... l úseků

$$2. \text{ průměrná délka vláken } \langle \bar{l} \rangle$$

$$\langle \bar{l} \rangle = \frac{\text{součet délek vláken}}{\text{počet měřených vláken}} \quad (26)$$

bylo proměřeno 50 vláken

$$3. \text{ koeficient prostorového navlnění } \underline{K_p}$$

$$K_p = \frac{l_c}{\langle \bar{l} \rangle} = \frac{57}{\langle \bar{l} \rangle} \quad (27)$$

l_c - maximální délka střížového vlákna (57 mm)

$$4. \text{ funkce navlnění } \underline{\psi(x)}$$

$$\psi(x) = \frac{1}{A} \cdot \frac{57}{\langle \bar{l} \rangle} \quad (28)$$

3.2.4 Stanovení počtu vláken mezi dvěma pojíacími body

Úkolem mé diplomové práce bylo navrhnout způsob stanovení počtu vláken zachycených ve dvou sousedních bodech pojení. Nejdříve jsem se snažila zjistit počet vláken vyčesáváním vláken uchycených pouze v jednom z bodů. Zbývající vlákna uchycená ve dvou bodech pojení jsem chtěla spočítat. Tento způsob

se však ukázal jako neschůdný, a proto ve spolupráci s konzultantem byl navržen jiný způsob zjišťování počtu vláken, který je založen na následujícím faktu: Provádíme-li trhání bodově pojené textilie dostatečně pomalu, je slyšet praskání jednotlivých vláken zakotvených v obou sledovaných bodech pojení.

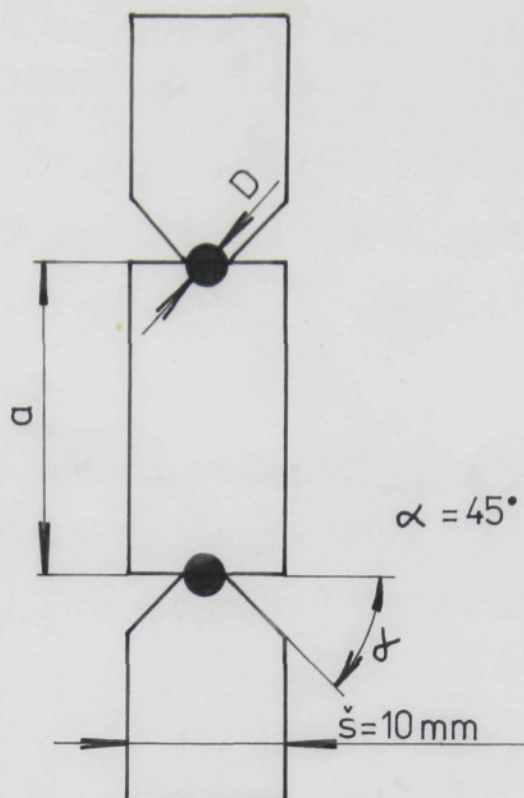
Tato praskání je možno zaznamenat prostřednictvím mikrofónu na magnetofonový pásek. Při přehrávání lze zjistit přesně počet prasklých vláken. Experiment probíhal ve třech fázích:

1. Výroba vzorků pro experiment.
2. Trhání na speciálním trhacím zařízení a nahrávání zvuku praskajících vláken.
3. Přehrávání záznamu a zjišťování počtu vláken, která praskla.

ad 1. Při výrobě vzorečků na trhací zařízení bylo použito bodově pojené textilie, vyrobené na zařízení popsaném v kapitole 3.2.2. Textilie s bodově rozloženým pojívem měla různou vzdálenost středů pojících bodů a a průměr bodů D. Aby bylo měření co nejobjektivnější, byl zvolen tvar vzorečků znázorněný na obr. 16.

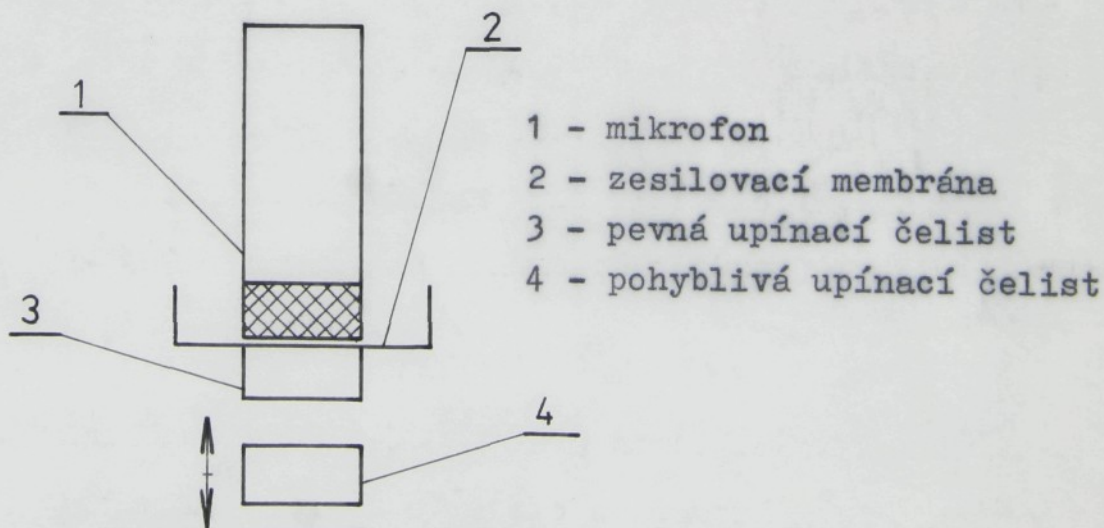
S podélnou orientací vláken bylo vyrobeno 7 vzorečků (č. 34 - 40) a s příčnou orientací vláken 33 vzorečků (č. 1 - 33).

ad 2. Pro vlastní trhání bylo použito speciálně upravené trhací zařízení, které umožňovalo nastavení nízké rychlosti posuvu čelisti ($v = 3,59 \text{ mm/min}$), malou upínací délku (rovna vzdálenosti středů pojících bodů a) a nahrávání



obr. 16 Tvar vzorku používaného pro trhání

praskání jednotlivých vláken. Nízká rychlost posuvu čelisti byla zajištěna použitím vhodného převodu a elektromotorku s nastavitelným počtem otáček. Nahrávání praskání vláken bylo prováděno způsobem zobrazeným na obr. 17.



obr. 17 Způsob uspořádání trhacích čelistí a nahrávacího zařízení

Na horní pevné upínací čelisti byla upevněna zesilovací membrána, jejímž úkolem bylo přenášet praskání vláken na mikrofon. Mikrofon zachytil každé prasknutí vláken a to bylo zaznamenáno na magnetofonový pásek.

ad 3. Po přetržení vzorku a ukončení nahrávání, bylo možno přistoupit k přehrávání, které bylo pomalejší než nahrávání. Přehrávání bylo voleno pomalejší proto, aby se dalo snadno rozeznat praskání jednotlivých vláken. Při přehrávání bylo každé prasknutí zapsáno na pohybující se papír a tak bylo zjištěno, v které době trhání praská nejvíce vláken. Výsledky tohoto měření se objevují v diplomové práci Vyhnalové /21/. Přehráním celého záznamu byl zjištěn počet vláken, která byla zachycena ve dvou pojících bodech.

4. Výsledky

4.1 Výsledky zjištěné při stanovení koeficientu navlnění

tab. 3 Vypočtené a naměřené hodnoty PES rouna
s 20 vpichy na 1 cm²

Délka úseku	ϕ_i mm	$\frac{l}{A}$	$\psi(x)$
3	2,496	1,20	1,38
6	4,554	1,32	1,52
9	6,430	1,40	1,61
12	8,236	1,46	1,68
15	10,001	1,50	1,73
18	11,513	1,56	1,80
21	13,296	1,58	1,82
24	14,909	1,61	1,86
27	16,542	1,63	1,89
30	18,214	1,65	1,90
33	20,262	1,63	1,89
36	21,122	1,70	1,96
39	22,570	1,73	1,99
42	23,763	1,77	2,04
45	24,721	1,82	2,10
48	25,344	1,90	2,19
51	25,380	2,01	2,32
54	26,314	2,05	2,36
57	27,125	2,10	2,42

$$\phi \text{ délka vláken} = \langle \overline{l} \rangle = \frac{2472}{50} = 49,44 \text{ mm}$$

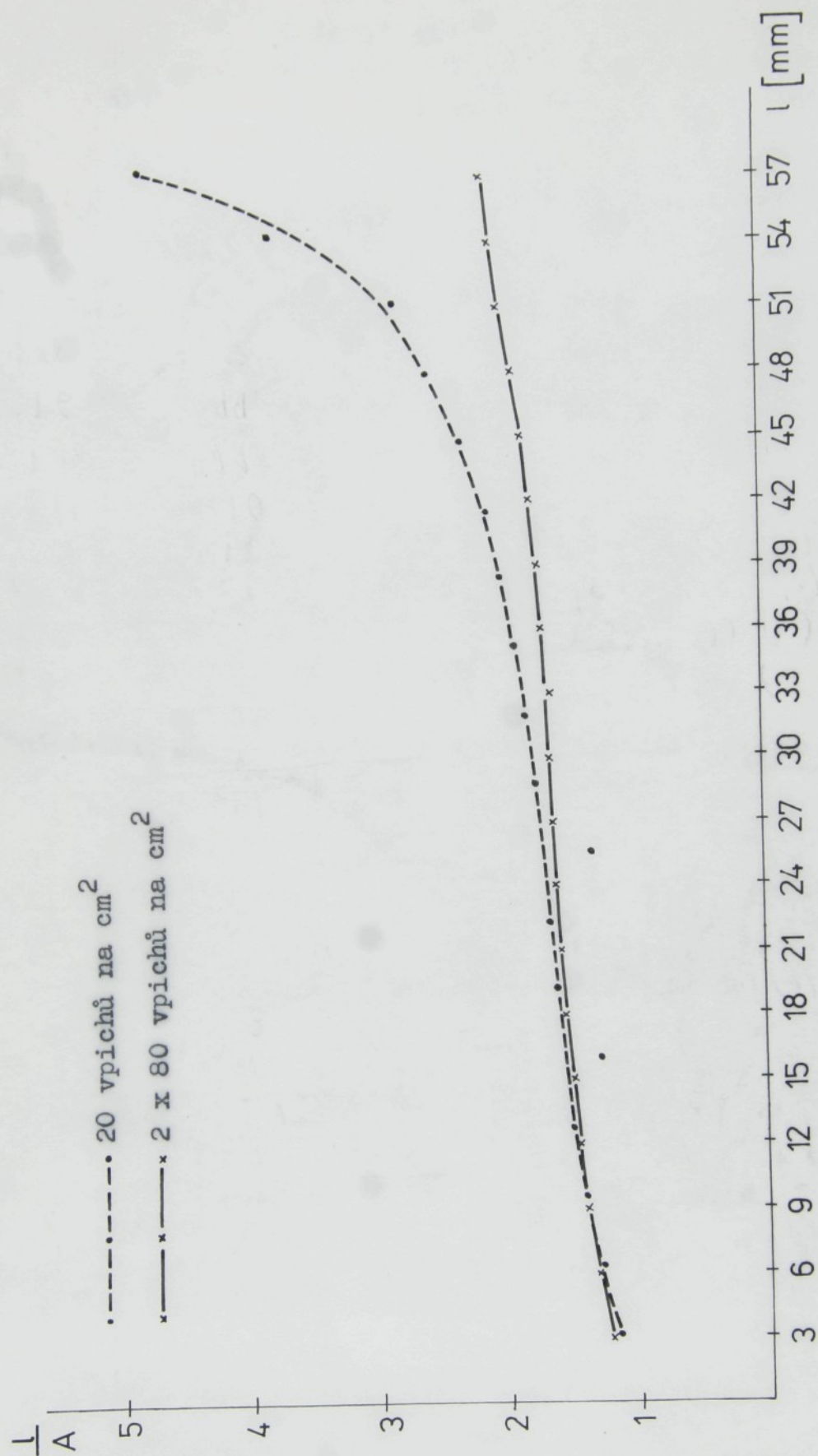
$$\text{koef. prostorového navlnění } k_p = \frac{57}{\langle \overline{l} \rangle} = \frac{57}{\langle 49,44 \rangle} = 1,153$$

tab. 4 Vypočtené a naměřené hodnoty PES rouna
s 2 x 80 vpichy na 1 cm²

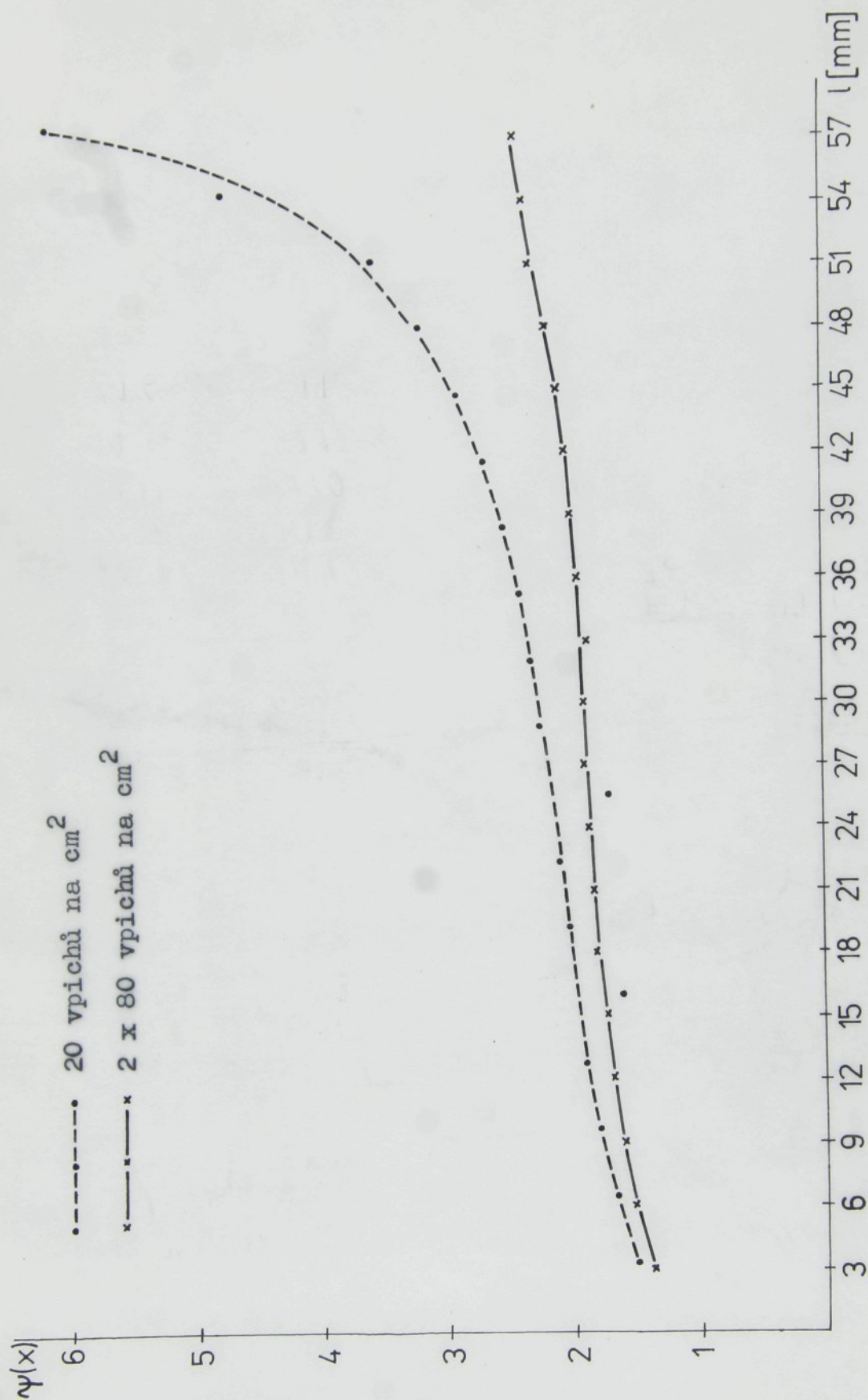
Délka úseku	ϕ_i [mm]	$\frac{l}{A}$	$\psi(x)$
3,2	2,712	1,18	1,50
6,4	4,870	1,31	1,66
9,6	6,803	1,41	1,79
12,8	8,612	1,49	1,89
16,0	12,569	1,27	1,61
19,2	11,969	1,60	2,03
22,4	13,507	1,66	2,11
25,6	19,282	1,33	1,69
28,8	16,405	1,76	2,24
32,0	17,534	1,83	2,32
35,2	18,658	1,89	2,40
38,4	19,339	1,99	2,53
41,6	19,804	2,10	2,67
44,8	19,602	2,29	2,91
48,0	19,146	2,51	3,19
51,2	18,200	2,81	3,57
54,4	14,557	3,74	4,75
57,6	11,900	4,84	6,15

Ø délka vláken = $\langle \overline{l} \rangle = 44,86$ mm

koef. prostorového navlnění $k_p = \frac{57}{\langle \overline{l} \rangle} = \frac{57}{\langle 44,86 \rangle} = 1,270$



obr. 18 Závislost koeficientu navlnění $\frac{1}{A}$ na délce měřeného úseku l



obr. 19 Závislost funkce navlnění $\psi(x)$ na délce měřeného úseku 1

4.2 Naměřené a vypočtené hodnoty pro zjištění počtu vláken mezi dvěma body pojení

tab. 5 Počet vláken zjištěných mezi dvěma pojíacími body
u rouna s příčnou orientací vláken

Číslo vzorku	a mm	D mm	Počet naměřených vláken	Korigovaný počet vláken ⁺)
1	15,5	2,5	273	395,00
2	14,5	2,5	252	365,00
3	13,0	2,0	246	356,25
4	12,5	2,5	168	242,50
5	12,0	3,0	301	437,50
6	12,0	2,0	202	292,50
7	11,5	2,5	321	465,00
8	11,0	3,0	319	462,50
9	11,0	3,0	140	202,50
10	11,0	2,0	218	315,00
11	10,0	3,0	265	383,75
12	10,0	2,0	288	416,25
13	10,0	2,0	266	383,75
14	9,0	2,0	229	330,00
15	9,0	2,0	246	356,25
16	8,0	2,0	200	287,50
17	7,0	3,0	199	286,25
18	6,5	4,0	181	261,25
19	6,5	3,5	188	270,00
20	6,5	3,5	209	302,50
21	6,5	3,0	270	390,00
22	6,5	2,5	182	263,75
23	6,5	1,5	131	190,00
24	6,0	4,0	221	318,75
25	6,0	3,5	183	263,75
26	6,0	3,0	197	286,25
27	6,0	3,0	224	323,75
28	6,0	3,0	141	203,75

Pokračování

Číslo vzorku	a mm	D mm	Počet naměřených vláken	Korigovaný počet vláken ⁺)
29	6,0	2,0	144	206,25
30	6,0	2,0	163	235,00
31	5,5	4,5	204	295,00
32	5,5	1,5	136	196,25
33	5,0	2,0	135	195,00

tab. 6 Počet vláken zjištěných mezi dvěma pojíci body u rouna s podélnou orientací vláken

Číslo vzorku	a mm	D mm	Počet naměřených vláken	Korigovaný počet vláken ⁺)
34	11,0	3,0	408	311,25
35	10,0	3,0	288	220,00
36	8,0	2,0	375	287,50
37	7,0	2,0	255	193,75
38	6,5	3,5	311	237,50
39	6,0	2,0	360	275,00
40	5,0	2,0	270	195,00

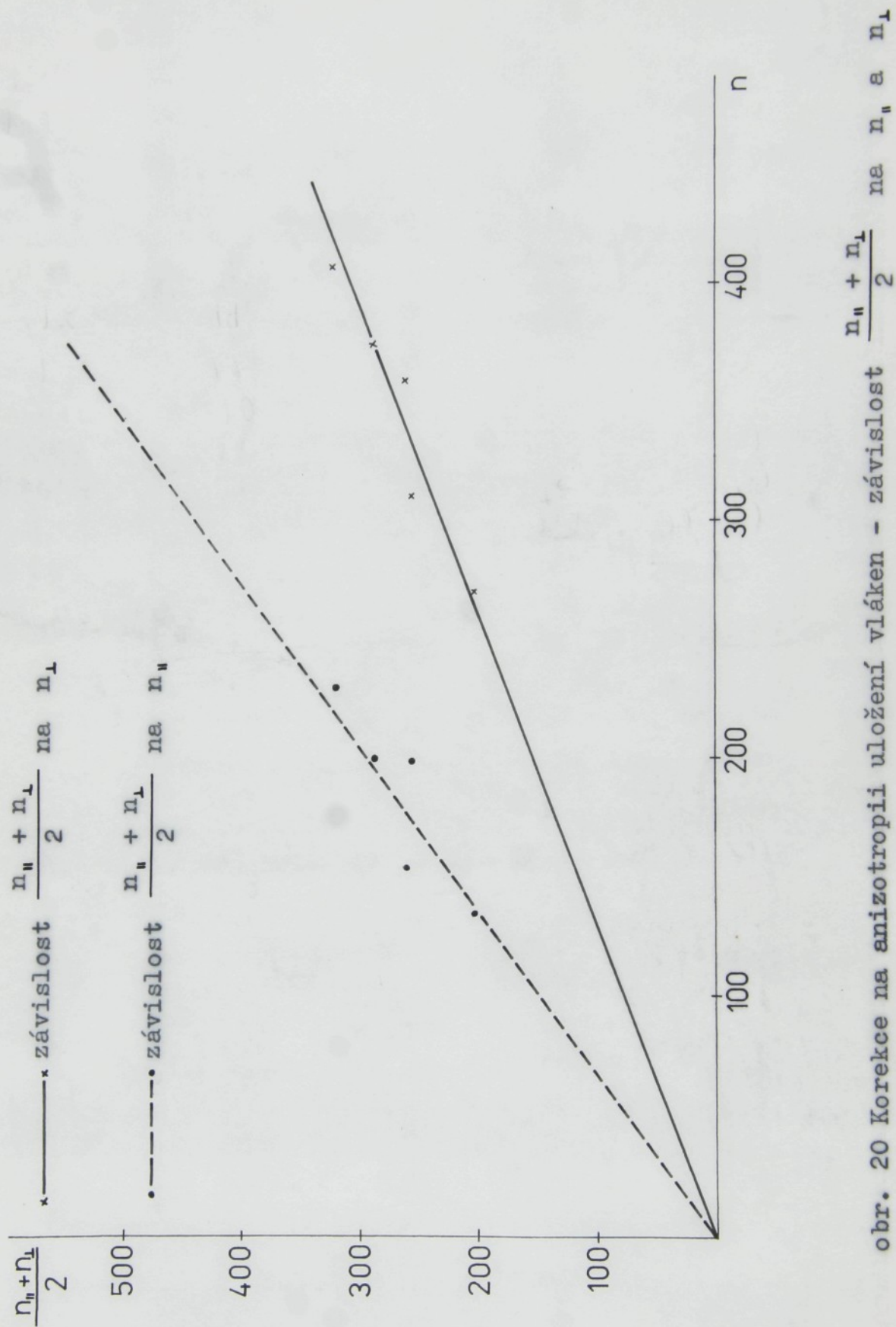
tab. 7 Naměřené hodnoty u roun s podélnou a příčnou orientací vláken pro různé a a D a výpočet korigovaných průměrných hodnot

Číslo vzorku	a mm	D mm	Počet vláken v směru	Počet vláken v ⊥ směru	Korigovaný počet vláken ⁺)
1	11,0	3,0	229,5	408	318,75
2	8,0	2,0	200,0	375	287,50
3	6,5	3,5	198,5	311	254,75
4	6,0	2,0	153,5	360	256,75
5	5,0	2,0	135,0	270	202,50

⁺) vypočítá se podle vztahu $\frac{n_{\perp} + n_{\parallel}}{2}$

$n_{\perp}$ - počet vláken zjištěný v rouně s podélnou orientací vláken

$n_{\parallel}$ - počet vláken zjištěný v rouně s příčnou orientací vláken



obr. 20 Korekce na anizotropii uložení vláken - závislost $\frac{n'' + n'}{2}$ na n'' a n_1

5. Diskuse

5.1 Koeficienty navlnění

Koeficient navlnění byl zjištěn jak pro rouno s 20 vpichy na cm^2 , tak i s 2 x 80 vpichy na cm^2 . Vypočtené hodnoty byly vyneseny do grafu v závislosti na délce měřeného úseku vlákna a proloženy křivkami, které jsou ve své počáteční části vzájemně blízké. Na základě tohoto výsledku je možno učinit závěr:

Hustota vpichování má poměrně malý vliv na koeficient navlnění ve smyslu jak byl zde definován, přestože je znám výrazný vliv hustoty vpichování na stupeň provázání vláken a mechanické vlastnosti.

V další části je mezi průběhy obou křivek zvětšující se rozdíl. Tento jev je možno vysvětlit tím, že v prvním případě měření (rouno s 20 vpichy na cm^2) nebyla měřena vlákna zaujímající tvar písmene V a v druhém případě (rouno s 2 x 80 vpichy na cm^2) tato vlákna proměřována byla. Tak byl vlastně dokázán následující předpoklad:

Jestliže budou uvažována při měření vlákna zaujímající tvar písmene V, budou se koeficienty navlnění pro delší měřené úseky lišit. To dokazuje i graf, kde křivka pro rouno s 2 x 80 vpichy na cm^2 prudce stoupá, kdežto křivka pro rouno s 20 vpichy na cm^2 stoupá jen mírně. Lze tedy říci, že měříme-li vlákna zaujímající tvar písmene V, pak se koeficienty navlnění pro delší měřené úseky prudce zvětší.

5.2 Počet volných úseků vláken mezi dvěma pojíci body

Na trhacím|zařízení byly testovány všechny vzorky vybraných textilií. Akustické signály vznikající přetrhy jednotlivých vláken byly nahrány na magnetofonový pásek, z něhož byl při přehrávání zjištěn počet prasknutí, tedy počet volných úseků vláken mezi dvěma body pojení.

Když byly zjištěné hodnoty seřazeny do tabulky podle vzdálenosti pojících bodů a a průměrů pojících bodů D, nebyl splněn základní předpoklad:

Při konstantním průměru bodu D a zvětšující se, respektive zmenšující se vzdálenosti bodů a se počet akustických signálů výrazně nezmenšoval, respektive nezvětšoval, ale pouze kolísal. Předpokládaná závislost nebyla dosažena ani v případě, kdy vzdálenost podů pojení a byla konstantní a zvětšoval se, respektive zmenšoval se průměr pojících bodů D.

Při srovnání experimentálně stanovených hodnot (tab. 5,6) a hodnot vypočtených z matematických modelů (tab. 8), byly experimentálně stanovené hodnoty několikanásobně větší, než hodnoty vypočtené. Proto byl proveden odhad počtu volných úseků mezi dvěma sousedními body pojení. Při odhadu bylo postupováno způsobem popsáním v následujícím textu.

U výpočtu se vycházelo z údajů uvedených v článku Jirsáka, Přívratské, Kalouska /17/.

a) na 1 m^2 je uváděn počet $N = 4\,784\,689$ vláken

b) celková délka vláken na 1 m^2 L

$$L = N \cdot l \quad (29)$$

$$L = 4\,784\,689 \cdot 57 = 2,727 \cdot 10^8 [\text{mm}]$$

l - délka střižových vláken (57 mm)

c) plocha pojícího bodu $\underline{P}$

$$P = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 [\text{mm}^2] \quad (30)$$

D - průměr bodu pojení [mm]

d) délka vláken $\underline{L_1}$ v jednom pojícím bodu, neuvažujeme-li koeficient navlnění

$$L_1 = L \cdot \frac{P}{10^6} [\text{mm}] \quad (31)$$

e) délka vláken $\underline{L_{1n}}$ v jednom pojícím bodu, uvažujeme-li koeficient navlnění

$$L_{1n} = \frac{L_1}{k} [\text{mm}] \quad (32)$$

k - koeficient navlnění (v našem případě 1,8)

f) průměrná délka úseku procházející pojícím bodem $\langle \underline{l_p} \rangle$

$$\langle l_p \rangle = \frac{\pi \cdot D}{4} [\text{mm}] \quad (33)$$

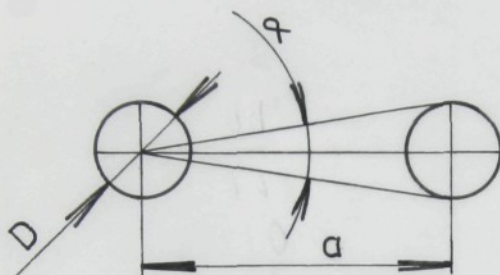
g) počet vláken $\underline{n}$ v jednom bodě pojení o $\varnothing \underline{D}$

$$n = \frac{L_{1n}}{\langle l_p \rangle} \quad (34)$$

h) počet volných úseků mezi dvěma body pojení (viz obr. 21) m

$$\alpha = 2 \arctg \frac{D}{2a} \quad [^\circ] \quad (35)$$

$$m = \frac{L_{1n}}{360^\circ} \cdot \alpha \quad (36)$$



obr. 21 Schema bodově pojené textilie

tab. 8 Počty vláken vypočtené z matematických modelů (viz vztahy 19)

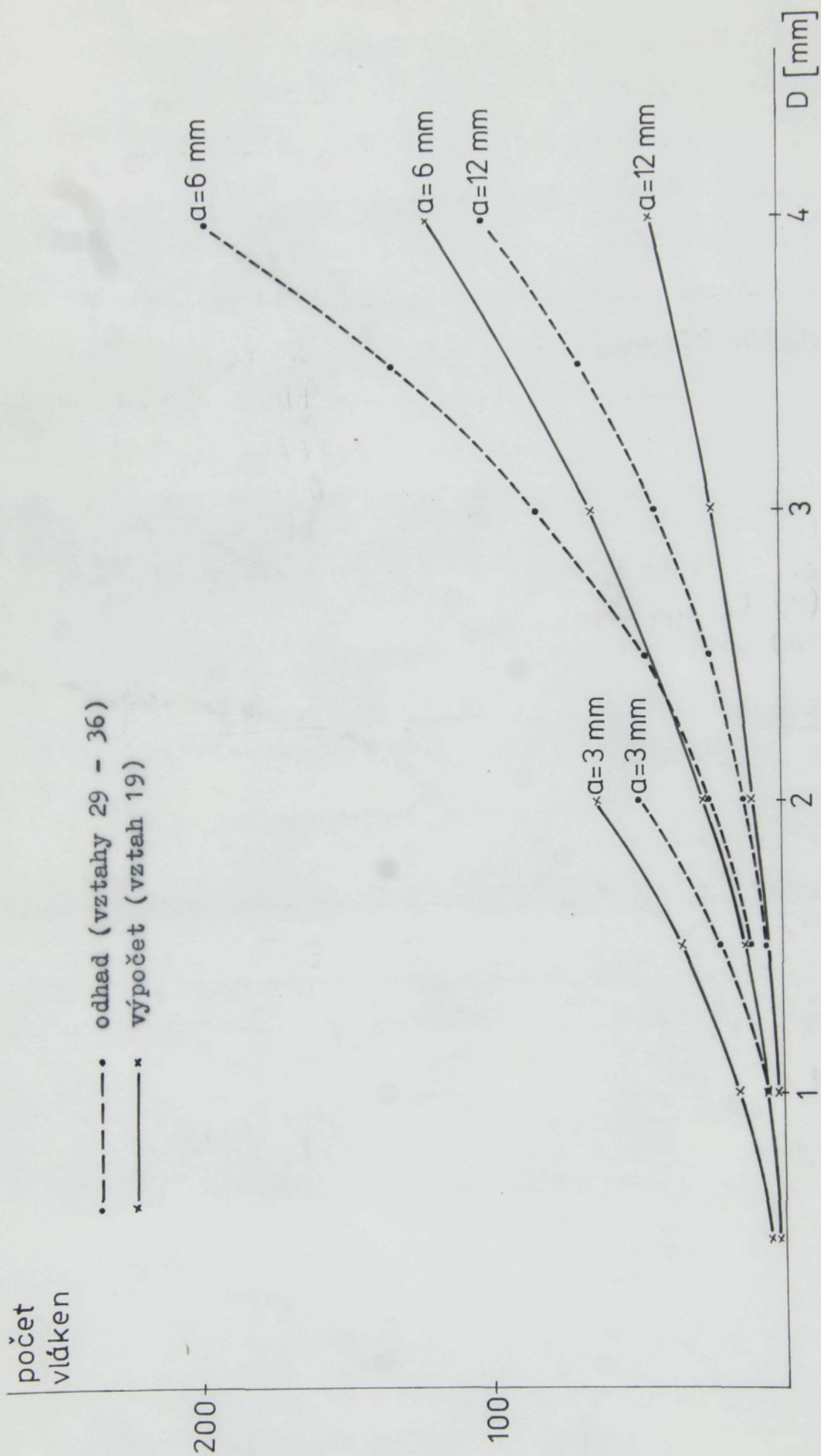
Číslo vzorku	a mm	D mm	Počet vypočítaných vláken
1	3	0,5	3,863
2	3	1,0	15,393
3	3	1,5	34,703
4	3	2,0	63,364
5	6	0,5	1,603
6	6	1,0	6,608
7	6	1,5	15,158
8	6	2,0	27,339
9	6	3,0	63,632
10	6	4,0	118,818
11	12	1,0	2,356
12	12	2,0	9,797
13	12	3,0	23,000
14	12	4,0	42,775

Hodnoty získané výpočtem podle vztahu 19 a stanovené výše popsaným odhadem byly porovnány graficky (obr. 21). Křivky sice nejsou totožné, ale je patrné, že hodnoty mají podobný průběh. Rozlišnost průběhu křivek je možno vysvětlit tím, že při odhadování došlo k určitým nepřesnostem a značným zjednodušením. Při výpočtu nebyla vzata v úvahu omezená délka vláken. Na základě tohoto předpokladu je možno konstatovat, že obojí hodnoty (vypočtené i odhadnuté) jsou blízké a hodnoty naměřené na trhacím zařízení jsou nesprávné.

Nalezený evidentní rozpor mezi údaji získanými akustickou metodou a skutečným počtem úseků vláken spojujících dva dané pojící body lze vysvětlit:

- přenosem vložené vnější síly z vláken, na něž síla přímo působí, na okolní vlákna
- vzájemným propletením vláken (předzpevnění vpichováním), které může způsobit více než jeden přetrh úseku vlákna mezi pojícími body

Zvolená metoda není vhodná pro zjišťování počtu volných úseků vláken mezi body pojení.



obr. 22 Závislost počtu vláken na průměru bodu

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navržení způsobu měření a změření navlnění vláken ve vpichované textilii a návrh způsobu experimentální verifikace matematického popisu struktury bodově pojených textilií.

Rouna byla vyrobena z PES vláken s různou hustotou vpichování, bodově pojené textilie s různým průměrem pojících bodů D a vzdáleností pojících bodů a . Na vzorcích byly proměřeny určené parametry a byly učiněny následující závěry:

- koeficienty navlnění jsou blízké pro různou hustotu vpichů na jednotku plochy
- výpočet počtu volných úseků vláken spojujících dva pojící body v bodově pojené textilii byl verifikován odhadem založeným na jiném principu než výpočet; navržená experimentální metoda neposkytla potřebné údaje, naopak ukázala na složitost interakcí mezi vlákny v předzpevněné textilii a na rozsáhlé možnosti přenosu napětí.

Seznam použité literatury

- /1/ Krčma, R.: Teorie netkaných textilií, skripta, VŠST, Liberec, 1979
- /2/ Goldman, J. H.: USP 20 39 312 (MAY 5, 1936)
- /3/ Szalkowski, Z.: Przegląd Włokienniczy, 1973, 27, 2, s.100
- /4/ Roller, J.: ČSAO 13 7932
- /5/ Roller, J.: ČSAO 13 8013
- /6/ Krčma, R. - Jirsák, O.: PV 1455 - 83
- /7/ Petterson, D. W. R.: USP 27 05 686 (APRIL 5, 1955)
- /8/ Petterson, D. W. R.: USP 27 05 687 (APRIL 5, 1955)
- /9/ Ness, I. S.: USP 27 05 688 (APRIL 5, 1955)
- /10/ Ness, I. S.: USP 27 05 692 (APRIL 5, 1955)
- /11/ Ness, I. S. - Petterson, D. W. R.: USP 27 82 130 (FEB. 19, 1957)
- /12/ Krčma, R.: Cesta ke zlepšení deformačních a užitných vlastností netkaných textilií, 18, Mezinárodní kolokvium n. t., Brno, 1983
- /13/ Krčma, R.: Manual of nonwovens, Textile Trade Press, Manchester, 1971
- /14/ Haldon, R. A. - Athey, G.: Allgemeiner Vliesstoff, 1984, 12, 1, s. 22
- /15/ Drelich, H.: Bonding nonwovens by printing and other discontinuous methods - Modern nonwoven Technology, Textile Trade Press, Manchester, 1977
- /16/ Carus, E. H. - Hcarle, J. W. S.: Textile Institute and Industry, 1975, 13, No 5, s. 147; No 7, s. 226
- /17/ Jirsák, O. - Přívratská, J. - Kalousek, Z.: Struktura bodově spojených textilií, VŠST, Liberec, 1986

- /18/ Schick, M. J.: Surface Characteristics of Fibers and Textiles. Part II. Marcel Dekker, Inc, N. Y. and Basel, 1977
- /19/ Marková, K.: Diplomová práce, VŠST, Liberec, 1984
- /20/ Ray, P.: Kandidátská disertační práce, VŠST, Liberec, 1985
- /21/ Vyhnařová, M.: Diplomová práce, VŠST, Liberec, 1986

Závěrem bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce s. RNDr O. Jirsákovi CSc a konzultantce s. RNDr J. Přívratské za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytli při zpracovávání zadané diplomové práce.