

VŠST - Liberec
Fakulta textilní

Odbor: 31 - 11 - 8

Technologie textilu, kůže, gumy a plastických hmot

Zaměření :

tkaní - zušlechťování

Katedra: Netkané textilie a zušlechťování

Vliv sušení na rozložení a migraci pojiva v rounu

Le Thi Kim Xuyen

Vedoucí práce : Ing. M. Kvapil

VŠST - Liberec

Konzultanti : Ing. M. Kvapil

VŠST - Liberec

Ing. J. Jansta

VŠST - Liberec

Rozsah práce a příloh :

Počet stran : 73

Počet tabulek : 21

Počet obrazů : 32

Počet příloh : 3

DT: 677.066 : 667.0/.3

Datum: 11. 10. 1976

Vysoká škola: strojní a textilní
v Liberci

Katedra: netkaných textilií
a zušlechťování

Fakulta: textilní

Školní rok: 1976/77

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Le Thi Kim Xuyen

obor 31-11-8 Technologie textilu, kůže, gumy a plastických hmot

Protože jste splnil požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Vliv sušení na rozložení a migraci pojiva v rounu

Pokyny pro vypracování:

- 1) Proveďte literární průzkum k dané tematice.
- 2) K experimentálnímu ověření připravte
 - 3 sady vzorků vrstveného rouna z vláken a) PESv
b) VSv, c) POP
o plošné hmotnosti 150 až 200 g/m²
 - 2 typy BAN pojiva, a to vodní disperze 20 % pojiva a pěny s 50 % pojiva.
- 3) Impregnaci vzorků uskutečňte smočením nebo nánosem a odždímáním na kalandru. U pěn alternativně použijte prosávání proudem vzduchu.
- 4) Sušení proveďte na stacionárním laboratorním sušícím zařízení a na tryskové sušičce Benz při konstantní teplotě.
- 5) Rozložení pojiva vyhodnoťte mechanickými zkouškami vzorků, tj. pevností na lpění vrstev, celkovou pevností a tažností, případně dalšími zkouškami mechanických vlastností vzorků.

*Autorka práce se řídí směrnicemi MŠK pro státní
závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne
13. července 1962 - Věstník MŠK XIV, část 24 a dle
31. 8. 1962 č. 19 autorizačního zákona č. 115/53 Sb.*

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ

Ústřední knihovna

LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 6

PSČ 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací:

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení konzultanta

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Kvapil

Konsultanti: Ing. Josef Jansta

Datum zahájení diplomové práce: 11.10.1976

Datum odevzdání diplomové práce: 27. 5.1977

Prof. Ing. Dr. Radko Krčma, DrSc.

Vedoucí katedry

Prof. Ing. Dr. Radko Krčma, DrSc.

Děkan

VŠST
FT

Vliv sušení na rozložení
a migraci pojva v rounu

Le Thi Kim Xuyen

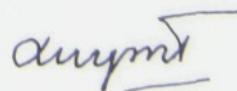
KNZ

List: 1

PROHLÁŠENÍ

Čestně prohlašuji, že tuto diplomovou práci jsem
sama vypracovala s použitím uvedené literatury.

Liberec 27 května 1977



Le Thi Kim Xuyen

O B S A H

Strana

1.	Úvodní část	3
2.	Teoretická část	6
2.1	Všeobecné poznátky o sušení a jejich možnosti ovlivnění na migraci a rozložení pojiva v rouně	7
2.2	Problematika s pojivem	17
2.3	Mechanické vlastnosti spojených textilií..	21
2.4	Pevnost lpění vrstev	22
2.5	Závěr literárního průzkumu	23
2.6	Metodika experimentální části práce	24
3.	Experimentální část	29
3.1	Použité suroviny	30
3.2	Postup experimentální práce	31
3.3	Výsledky měření a jejich zpracování	37
4.	Diskuze výsledků - závěr	64
4.1	Mechanické vlastnosti spojených textilií..	65
4.2	Pevnost lpění vrstev spojených textilií...	65
5.	Použitá literatura	69
6.	Příloha	70

VŠST
FT

Vliv sušení na rozložení
a migraci pojiva v rounu

Le Thi Kim Xuyen

KNZ

List: 3

1. ÚVODNÍ ČÁST

Mimořádně příznivá efektivnost výroby a využívání nových surovin i nové výrobní techniky již řadu let vede k podstatně většímu růstu výroby netkaných textilií v textilním průmyslu.

Navíc je pak velká specifická vlastností a tím i použití, které nelze klasifikovat podle znaků tradičních textilií. Proto s mladou historií zaujímají netkané textilie už důležité místo v textilní výrobě.

Netkané textilie jsou rozděleny do dvou základních skupin - netkané textilie mechanicky vázané a pojené textilie. V současné době textilie z vláken pojených adhezivou tvoří hlavní část netkaných textilií. Spočívá to v tom, že pojené textilie jsou po počátečních obtížích uplatňovány v celé řadě oblastí spotřeby a dalšího zpracování. Patří sem izolační textilie, ubrusoviny, utěrkoviny, včetně oděvních vložek nahrazujících klasické tkané, apretované textilie vyráběné převážně dráhou lnářskou technologií.

Nelze ovšem přehlížet některé nedostatky, obzvláště pokud se týká užitečných vlastností z textilií pojených, především jejich mechanicko-fyzikálních vlastností. Hledají se stále nové cesty pro zlepšení užitečných vlastností netkaných textilií.

V rámci textilií pojených impregnací však existuje důležitá otázka, jak dosáhnout stejného rozložení pojiva ve všech vláknitých vrstvách, což odpovídá kvalitě pojené textilie a tím jejím užitečným vlastnostem. Otázka dosažení stejnoměrného rozložení pojiva v rouně je souvislá se zamezením migrace pojiv při sušení impregnatů. Migrace je jako nežádoucí jev, její výsledek nepříznivě ovlivňuje kvalitu výrobku, proto zamezení migrace při sušení je důležitým předmětem mnoha výzkumných prací. Je známa celá řada metod sloužících k zamezení migrace, z nichž je tzv. tepelná senzibilizace pojivých disperzí metodou nejdůležitější. S problematikou sušení se už zabývalo několik prací [14], [15], které ve svých závěrečných diskuzích ukázaly, že způsoby sušení je možné migraci a tím i rozložení pojiva v rouně ovlivnit,

VŠST FT	Vliv sušení na rozložení a migraci pojiva v rounu	Le Thi Kim Xuyen	
		KNZ	List: 5
avšak podrobné výzkumy nebyly provedeny. Cílem této diplomové práce je ověření některých závěrů o vlivu sušení na migraci a rozložení pojiva, také je nutno zjistit rozdílnost příslušných mechanických vlastností výrobků u obou typů sušení i rozdílné pevnosti spojů vrstev rouna. Jde tedy o to, zjistit do jaké míry se způsobí sušení projevují na vlastnostech textilie pojené impregnací latexového pojiva.			

VŠST
FT

Vliv sušení na rozložení
a migraci pojiva v rovinu

Le Thi Kim Xuyen

KNZ

List: 6

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Všeobecné poznatky o sušení a jejich možnosti ovlivnění na migraci a rozložení pojiva v rouně

2.1.1 Typy sušících strojů

Sušením se odstraňuje poslední přebytečná voda ze zboží, která ve zboží zůstala po mechanickém odvodnění. Sušení lze provést absorpcí nebo odpařováním obsahu vody. Pro praxi má největší význam vysoušení, při němž se účinkem tepelné energie odstraňuje z materiálu vlhkost vypařováním a odváděním par, které se přitom tvoří. Podle přenosu tepla na sušený materiál rozeznáváme pět typů sušících zařízení 1 :

1) Kontaktní sušící stroje, u nichž se stýká sušený materiál s teplou stěnou stroje a teplo se předává vedením (kondukcí)

2) Konvekční sušící stroje, kde teplo prostřednictvím sušícího media (spaliny, vzduch, přehřátá pára) se předává textilnímu materiálu konvekcí.

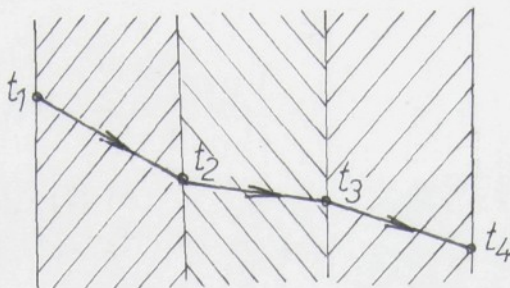
3) Tryskové sušící stroje, v podstatě stroje konvekční, u kterých se přestup tepla zvyšuje dynamickým účinkem proudícího sušícího media.

4) Sušící stroje pro sálavý ohřev, které předávají teplo zářením přímo materiálu na principu hmotové rezonance.

5) Dielektrické sušárny, pracující rovněž na principu hmotové rezonance, avšak buzené ve vysokofrekvenčním poli

Sdílení tepla prvního způsobu sušení se řídí Fourierovým zákonem, který platí za předpokladu, že vedení tepla je stacionální [2] . Sledujeme průtok tepla rovinou stěnou z několika různorodých vrstev (například 3 vrstev) obr. 1), teplotní rozdíl je dán vztahem :

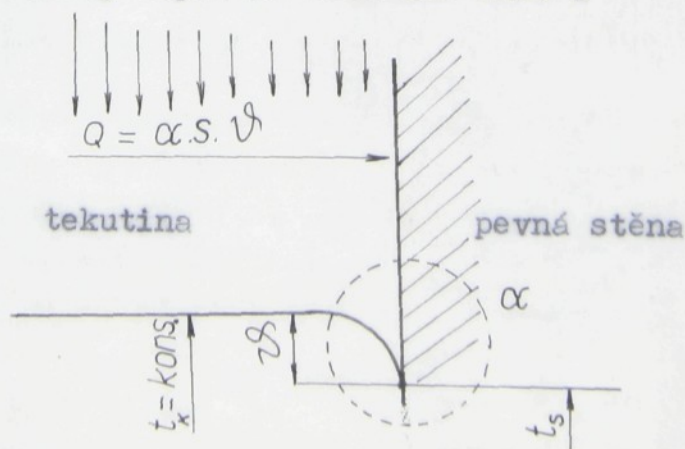
$$t_1 - t_4 = q_c \cdot \left(\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{s_3}{\lambda_3} \right)$$



obr. 1 Průtok tepla stěnou složenou ze tří vrstev

$t_1, t_4 \dots$	teploty vnějších vrstev	$[^{\circ}\text{C}]$
$q \dots$	měrný tepelný tok	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$
$s_1, s_2, s_3 \dots$	tloušťky vrstvy	$[\text{m}]$
$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots$	tepelné vodivosti jednotlivých vrstev	$[\text{Wm}^{-1}\text{deg}^{-1}]$

Druhý způsob sušení dává představu o sdílení tepla prouděním (konvekci) [2]. Je to v podstatě čisté vedení tepla a výměna tepla přemísťovanými částicemi hmoty. Při přestupu tepla z tekutiny do pevné stěny je účelné zjednodušeně předpokládat rovnoměrné rozložení teploty v tekutině, i když skutečnost složitější. Z toho předpokladu se jeví u stěny teplotní skok dle obr. 2



obr. 2 Přestup tepla z tekutiny do pevné stěny

Pro popsání přestupu tepla použijeme zákona odvozeného Newtonem a vyádřeného vztahem:

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (t_s - t_k) \quad [W]$$

Q ... teplo potřebné k ohřívání stěny

t_k ... střední teplota tekutiny [$^{\circ}C$]

t_s ... teplota stěny [$^{\circ}C$]

α ... součinitel přestupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot deg^{-1}$]

S ... plocha stěny [m^2]

Součinitel přestupu tepla udává tudíž množství tepla sdíleného za sekundu jednotkou plochy při rozdílu 1 deg mezi teplotou stěny a teplotou tekutiny. Tedy nezávisí na materiálu stěny. Proudící tekutina vytváří na pevné stěně mezní vrstvu, ve které se rychlost proudění snižuje k nulové hodnotě, takže se v ní teplo sdílí jen vedením. Pro měrný tepelný tok lze psát:

$$q_z = \alpha \cdot (t_s - t_k) = \frac{\lambda}{\delta} (t_s - t_k)$$

δ ... mezní vrstva [m]

z čehož $\lambda / \alpha = \delta$

Sušící medium v obou sušárnách Benz a Chirana lze si představit jako horký vzduch (tekutinu), a pevnou stěnu jako rouno impregrované pojivem.

2.1.2 Problém migrace

Při sušení vláknitých roun, impregnovaných disperzními pojivy, dochází vlivem odpařování vody k transportu ve vodě dispergovaných částic pojiva na povrch útvaru, kde dochází k jejich koncentraci. Tento jev se nazývá migrace. Migrace může vést k následujícím jevům nepříznivě ovlivňujícím kvalitu netkané textilie :

- Při jednostranném putování pojiva má ta strana rouna, která je ochuzena o pojivo, nepatrnou odolnost

vůči oděru a silný sklon ke žmolkování.

- Při putování na obě strany střed rouna, dochází pak k rozvrstvování.

Dr. Helmurt Joder při svém výzkumu ukázal, že se migrace projevuje zvláště u tlustších materiálů. Čím je rouno tlustší a hustnější, tím je migrace pojiva výraznější. Migrace není závislá na rozdílném vlákněm materiálu, nýbrž na rozdílné plošné hmotnosti, po případě tloušťce rouna. Dále konstatoval, že migrace pojiva značně roste s úbytkem jeho koncentrace. Pojiva, jež se objevují v prodejích, vykazují při sušení impregrovaných roun menší nebo větší náchylnost k migraci.

Při sušení v sušárně tryskové, konvekční, infračervené i při volném sušení na vzduchu dochází k různé migraci pojiva. Při vysokofrekvenčním sušení se migrace neprojevuje. [3]

V laboratoři se suší impregnáty v tryskové sušičce Benz a horkovzdušné sušárně Chirana. Tyto dva typy sušáren jsou od sebe odlišné způsobem sušení, což se projevuje odlišnou migrací.

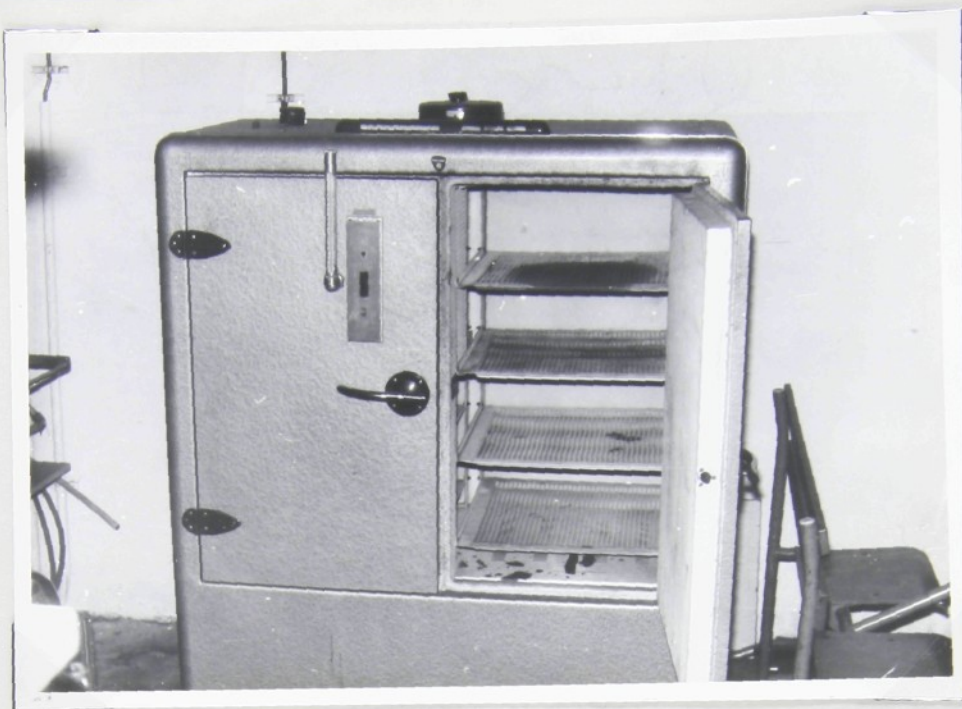
Popis jednotlivých sušících zařízení je v následující kapitole.

2.1.3 Popis sušícího zařízení Chirana

Sušárna je dvouplošňová, skříňového tvaru a od vnějšího pláště je dokonale tepelně izolovaná struskovou vatou. Pracovní prostor je rozdělen čtyřmi kovovými sítmi na ukládání předmětů (obr.3).

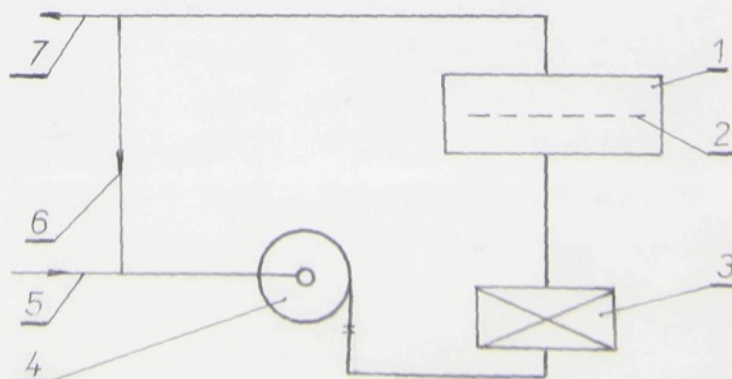
Na horní stěně je umístěn větrací komínek umožňující větrání prostoru otevřením šoupátka. V přední části je kontrolní rtuťový teploměr a regulátor teploty.

Sušárna je vybavena zařízením pro nucený oběh vzduchu, který zaručuje rovnoměrné vytápění celé skříňe. Vhodné rozmístění otvoru pro oběh vzduchu zabraňuje vytvoření míst, kde by vzduch nebyl v pohybu.



obr. 3 Vnější pohled sušárny Chirana

Cirkulaci vzduchu vyvozuje nízkotlaký ventilátor. Potřebné ohřívání se vytvoří z topných elektrických těles umístěných na dně sušárny. Vzduch, jenž se nasává z okolí sušicího stroje ventilátory, se ohřívá průchodem přes topné spirály ohřívané elektrickým proudem. Pro lepší využití tepla se část odcházejícího vzduchu nasává a mísí s čerstvým předeřátým vzduchem, v topných tělesech se přehřeje a vhání opět do sušicí komory. Sušicí zařízení Chirana je založeno na principu konvekčního sušení. Má tedy podle způsobu odvádění vody odpařené ze zboží tzv. oběh otevřený s částečnou cirkulací. Jednoduché znázornění tepelného oběhu sušicího zařízení je na obr. 4



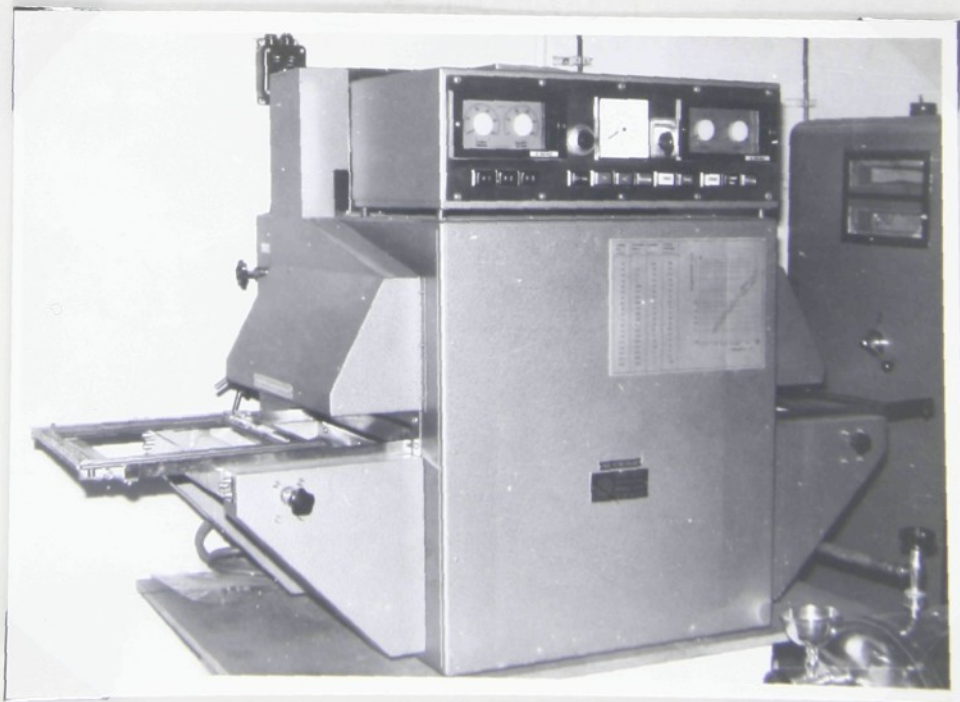
obr. 4 Sušárna Chirana s recirkulací sušicího vzduchu

- 1 ... sušící komora
- 2 ... kovová síta na ukládání vzorku
- 3 ... ohřívač
- 4 ... ventilátor
- 5 ... přívod čerstvého vzduchu
- 6 ... recirkulační proud vzduchu
- 7 ... odvod nasyceného vzduchu

2.1.4 Popis laboratorního sušícího zařízení Benz, KTF/mD

Celkový obecný pohled je na obr. 5

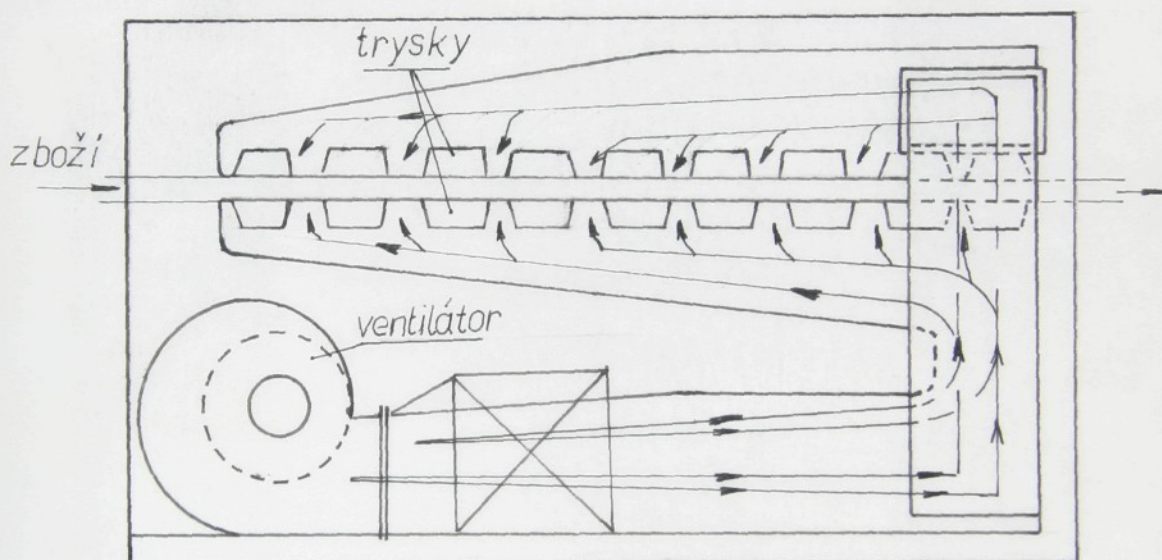
Tento přístroj typu KTF/mD odpovídá svou základní konstrukcí sušičce typu KTF/m ve standartním provedení. V sušárně jsou dýzové komory s mnoha dýzovými šterbinami (drážkami) pro výstup vzduchu. Regulace spodního a horního vzduchu do tysek se děje prostřednictvím pák na vstupu do sušárny.



obr. 5 Celkový pohled laboratorního sušícího
zařízení Benz KTF/mD

Vzduch proudí tryskami shora i zdola kolmo ke zboží. Tím se rozrušuje mezní vrstva nad vlhkým povrchem sušené látky, která je nasycena vodní párou a zabraňuje přechodu tepla.

Rychlost sušícího vzduchu je v rozsahu $10 \div 25$ m/sec. Teplota vzduchu je regulovatelná v rozsahu $0 \div 250$ °C. Elektrické zapnutí topení je vázáno na oběh ventilátoru. Provozní princip sušícího přístroje Benz je jednoduše zakreslen na obr.6



obr. 6 Zjednodušené schéma tryskové sušárny Benz

Na tomto přístroji se dá zpracovávat zboží:

- 1) Kontinuálně - zboží s maximální šířkou 300 mm
- 2) Diskontinuálně - na rámu 300 x 300 mm.

Při sušení rouna si zvolíme diskontinuální způsob sušení, část průchodu jednoho vzorku je 5 minut.

Při sušení vzorek impregnovaného rouna upevníme do jehlového rámečku s mírným předpětím, přičemž vzorek je podepřen v ploše drátěným pletivem. Pohyb rámu obstarává dopravní řetěz. Nastavení směru a zastavení pohybu rámu ovládá se příslušnými tlačítky [4].

Tryskové sušení je založeno na dynamickém principu

sušení. Vzduch přes trysky proudí poměrně velikou rychlostí a výhoda spočívá v tom, že se výkon stroje zvyšuje, zlepšuje se přechod tepla mezi sušícím médiem a sušeným materiálem. Na tomto přístroji lze i provádět fixaci a jiné tepelné úpravy pro textilní zboží.

2.1.4 Proces odpaření vody

Podle definice (viz odst. 2.1.1) sušení se zásadě neliší od vypařování, avšak ve skutečnosti je sušení proces difuzní, neboť vlhkost přechází do okolí povrchovým vypařováním vlhkosti a difuzní vláhý z vnitřních vrstev na povrch materiálu. Průběh procesu sušení je určen hlavně odporem difuze odstraňované vlhkosti.

Ježto při sušení jde o systém heterogenní a difuzní proces, jsou tyto pochody charakterizovány přechodem látky mezi fázemi. Podstatou sušení je přechod vlhkosti z kapalné fáze do fáze plyné. Takový přechod se děje difuzí.

Difuze probíhá směrem od vyšší koncentrace k nižší. Hnací silou difuze je koncentrační gradient $\frac{dc}{dx}$, který představuje změnu koncentrace na jednotky difundující látky. Rychlost difuze je dána množstvím látky, které projde jednotkovou plochou za jednotku doby $\frac{G}{F \cdot dt}$

G...množství látky [kg]

F...plocha difuzní [m²]

dt...jednotka času [s]

Rychlost je tím větší, čím větší koncentrační gradient, což lze vyjádřit rovnicí:

$$\frac{G}{F \cdot dt} = -D \frac{dc}{dx}$$

D...koeficient difuze

$\frac{dc}{dx}$...koncentrační gradient

Známénko (-) vyjadřuje, že hmota se přemísťuje směrem, jímž hustoty ubývá.

Sušení probíhá ve dvou fázích:

a) v první nastává výměna vlhkosti a tepla mezi materiálem a prostředím jej obklopujícím,

b) ve druhé převedení vlhkosti, ať již ve tvaru kapaliny nebo páry z vnitřních částí materiálu k jeho povrchu. Při rozboru obměn sušení a jejich srovnání a ocenění uvažují se vlastnosti materiálu a podmínky sušení, určující pohyb vláhý v materiálu a její vypařování z povrchu materiálu do okolí. Můžeme opatrně sledovat proces sušení z

křivky rychlosti.

Na počátku sušení je rychlost vnitřní difuze v látce ve srovnání s rychlostí vnější difuze veliká a ze vnitřního materiálu postupuje k jeho povrchu dostatečné množství vlhkosti.

V období konstantní rychlosti sušení tlak páry nad čistou kapalinou a rychlost sušení nezávisí ani na tloušťce vrstvy materiálu, ani na jeho počátečním obsahu vlhkosti, nýbrž pouze na teplotním stavu sušení. Povrch vypařování materiálu s kapilárními póry se prohlubuje směrem dovnitř vzhledem k odkrytým makropórům a v tomto případě povrch vypařování je větší, než odpovídá příslušnému geometrickému povrchu. Intenzita sušení však zůstává konstantní, jen intenzita odpařování vody z volného povrchu je větší. Rychlost sušení v tomto období závisí tedy na tepelném a vlhkostním gradientu mezi povrchem materiálu a jejím obklopujícím vzduchem a je dána především parametry sušicího prostředí a hydrodynamickými podmínkami proudění. Vnější difuze dává podmínky i pro vnitřní přemístění vlhkosti. Jestliže se teplo předává sušené látce pouze konvekci vzduchu je teplota materiálu konstantní a odpovídá teplotě teploměru. Přistupuje-li však vedle sušení konvekci vzduchu též zahřívání přímo cizími tělesy, majícími poměrně vyšší povrchovou teplotu, potom je teplota materiálu vyšší než teplota vlhkého teploměru.

Období klesající rychlosti sušení: V průběhu druhého období sušení je naopak rychlost sušení úplně podmíněna rychlostí difuze vlhkosti z vnitřku materiálu k jeho povrchu. Proto v druhém období závisí rychlost sušení na tloušťce vrstvy sušeného materiálu a na jeho obsahu vlhkosti a nezávisí na rychlosti vzduchu a jeho vlhkosti [1].

Ovšem proces odpaření vody impregnatů se děje poněkud odlišně. Při sušení impregnatů dojde ke ztužení pojiva. Vliv odpaření disperzního média BAN latexu má značný význam pro tvorbu filmu a migrace pojiva. Odpaření přebytečné vody disperzního pojiva dojde k jeho koncentraci, které s tím souvisí pochod vzniku filmu (2.2.1).

VŠST FT	Vliv sušení na rozložení a migraci pojiva v rounu	Le Thi Kim Xuyen	
		KNZ	List: 17

2.2. Problematika s pojivem

2.2.1 BAN latexy a jejich vlastnosti

Vodní disperze polymerů (latexy) nalezly, kromě jiných výrobních odvětví, své trvalé uplatnění jako pojiva při výrobě netkavých textilií a to zejména textilií chemicky pojených jako disperze jsou v koloidní chemii označovány heterogenní systémy dvou nebo více fází, kde částice jedné nebo několika látek jsou rozptýleny čili dispergovány v disperzním prostředí [5]. Jde o dvoufázový systém, v němž dispergovanou fází jsou kulové částice polymeru o průměru 0,05– 5 μm a disperzním médiem vodní fáze.

BAN kaučuky jsou kopolymer butadienu s akrylonitrilem. Pro aplikaci v pojených textiliích se používá vodní disperze s přísadami stabilizátorů, emulgátorů, antioxidantů, které zajišťují stabilitu latexu i samostatného polymeru, dále lze použít pigmentů a různých plnidel. Obvyklým způsobem pro vyvolávání adheze ve vláknité vrstvě při použití BAN latexu je odpařování disperzního prostředí (vody) pomocí horkovzdušného sušení. Výhodné jsou agregáty s cirkulací vzduchu.

Převedení adheziva do pevného stavu souvisí s pochodem vzniku filmu kaučuku. Při pojení rouna impregnační disperzemi vzniká segmentová struktura. Pojivo je v rounu rozděleno v podobě segmentu, tj. ve shlucích vytvořených v překřížení a přiblížení vláken. Tyto shluky jsou v rounu rozmístěny nepravidelně, místy jsou spojeny vytvořeným filmem. Povrch vláken je většinou při větším obsahu pojiva pokryt filmem vytvořeným z pojiva [6]. Z toho vyplývá, že čím je větší množství pojiva na povrchu vláken, tím je vytvořen dokonalejší a pevnější plošný film. To znamená, že pevnost spoje bude vyšší.

Během první fáze vzniku filmu se odpařuje voda z velmi tenké vrstvy. Částice se k sobě přibližují a vytlačují ze vznikajících kapilárních prostorů vodu spolu s rozpuštěnými podíly. Částice se přitom vzájemně stlačují a deformují, mají-li dostačující tekutost, rozptýlí se a vytvoří film.

Při použití impregnačního způsobu je nutno pojiva zředit. Mohou se ředit jednoduše přilítím požadovaného množství vody, načež dobře promíchají ručně nebo míchadlem. Voda má být čistá a nepřiliš tvrdá.

Voda, která je ve velkém přebytku způsobuje při sušení migraci pojiva a tudíž rozmištnění pojiva většinou u povrchu vrstvy textilie. [14]. .

2.2.2 Pěna a její vlastnosti

Pěna je disperzní soustava složená z plynné fáze a kapalného disperzního prostředí. Disperzní fázi bývá nejčastěji vzduch, disperzním prostředím voda, vodný roztok nebo kapalná organická sloučenina, resp. směs [7].

Obvykle se problematika pěny zařazuje do monografií o koloidní chemii, i když vzduchové bubliny v pěně nemají koloidní rozměry.

Malá hustota disperzního podílu a mimořádně nízký stupeň disperzity způsobují, že se u pěn setkáváme s některými zvláštnostmi, pro něž nenacházíme u ostatních disperzních soustav obdobu.

Rozdíl mezi hustotou spojitě fáze a rozptýleného plynu je velký. Bublínky plynu se proto snaží sedimentovat vlivem gravitace v pěně co nejrychleji směrem vzhůru. Pro získání stálosti pěny je nutná přítomnost vhodné třetí složky, tzv. pěnotvorného činidla, které stabilizuje vzniklou disperzi plynu v kapalině. Pěnotvorné činidlo vytváří podobně jako emulgátor stabilizující film okolo jednotlivých částic disperzní fáze. Specifické vlastnosti tohoto filmu pak prakticky rozhodují o vlastnostech celého disperzního systému. Ztenčování filmu souvisí se stálostí pěny. K němu dochází statickým a dynamickým mechanismem. Statický mechanismus zahrnuje [8]:

a) Roztažení, při kterém se povrch zvětší a objem zůstane konstantní. To je schopnost filmu reagovat vhodnou změnou povrchových napětí.

b) Vizkozí tok, který způsobuje jen velmi pomalé ztenčování a uplatňuje se jen u pevných filmů.

c) Odpařování, které vede ke zvýšení koncentrace v roztoku, a tím podporuje roztažení filmů.

U mobilních filmů, které se velmi rychle ztenčují, uplatňuje se dynamický mechanismus, který zahrnuje ztenčování následkem tíhy.

Průměrná rychlost vytékání v je dána výrazem:

$$v = \rho \cdot g \cdot \delta^2 / 8 \eta$$

η ...koeficient viskozity

δ ...tloušťka lamely

ρ ... hustota kapaliny

g ...tíhové zrychlení

Pěna je při vyšší viskozitě lépe stabilizována, neboť rychlost odvodňování je menší.

V poslední době se stále více prosazuje nová technologie nanášení pojiva ve formě pěny. Vzniká tím možnost vyrábět pojené textilie s vyšší objemností a pórovitostí a specifickým omakem [16] .

Zpěněné pojivo, které obsahuje menší množství vody a nedochází tudíž tak k velké migraci a tím k dokonalejšímu rozložení pojiva ve vlákněné vrstvě.

Při sušení impregnatů vlivem tepla a dynamického způsobení sušicího media je stabilita filmu pěny porušována, tím vypuknou vzduchové bublinky.

2.3. Mechanické vlastnosti pojených textilií

Textilie pojené impregnací mají dvě hlavní složky - vlákno a pojivo. Jako ostatní textilie ve skupině pojených textilií mají tyto textilie pojené impregnačním způsobem podstatně odlišné mechanické vlastnosti od příslušných vlastností tkanin a pletenin. Příčinou je úplně jiný mechanismus deformace. Zatímco v klasických textiliích je soudržnost zajištěna třecími silami mezi přízemi, zastávají tuto funkci u pojených textilií tažnost vláken a spojů, vedle hustoty propojení, tj. počtu a rozmístění vazných míst

Charakteristická pro pojené textilie je především velká počáteční tuhost, která při větším protažení klesá, menší konečná pevnost, větší protažení [6]. K vyjádření těchto vlastností slouží určité parametry, které vystihují chování textilie při mechanickém namáhání. Nejčastěji používanými parametry charakterizujícími tyto vlastnosti jsou:

E ...počáteční modul pružnosti

σ_p ...napětí při přetrhu

σ_k ...napětí na mezi kluzu

ε_p ...relativní prodloužení na mezi pevnosti

ε_k ...relativní prodloužení na mezi kluzu

Počáteční modul pružnosti představuje konstantu úměrnosti mezi napětím a deformací na počátku namáhání textilie a dává nám představu o strmosti křivky $(\sigma - \varepsilon)$, a tím o počáteční tuhosti textilie. Podle Hookova zákona je poměr mezi napětím potřebným k protažení vzorku a příslušným poměrným (relativním) prodloužením v lineární oblasti křivky napětí - deformace $(\sigma - \varepsilon)$ v tahu. Čím větší je tato veličina, tím méně se vzorek prodlužuje. Modul pružnosti charakterizuje tedy fyzikální odpor materiálu proti pružné deformaci za tahu [9].

Velikost napětí, jejichž dosažení podmiňuje rozrušení materiálu se nazývá mez pevnosti (pevnost). Charakterizující parametry pro mez pevnosti jsou maximální napětí textilie a jeho příslušná deformace.

Mez kluzu je hodnota, jejíž velikost není přesně defi-

nována. Je získávána grafickou metodou z křivky ($\sigma - \epsilon$) a příslušné napětí a deformace jsou odečítány z grafu. Překročení tohoto napětí je charakterizováno výrazným porušováním vláken a adhezních spojů, což je provázáno velikými trvalými deformacemi.

Tyto parametry jsou při hodnocení mechanických vlastností textilií nejčastěji posuzovány. Z velikostí těchto parametrů lze do určité míry určit rozložení pojiva. Na pevnost negativně působí podíl pojiva rozložený na povrchu vláken.

2.4. Pevnost lpění vrstev

Pevnost lpění vrstev impregnovaného rouna si lze představit jako soudržnost adhezního spoje mezi jednotlivými vrstvami. Zjištění pevnosti lpění je v podstatě zjištění síly, která je zapotřebí k odělení jedné vrstvy od ostatních.

Předpokládáme-li, že vrstvy rouna jsou stejně tlusté a obsah pojiva (po dokonalém smočení po případě nánosu) je stejný v každé vrstvě. Dále rychlost transportů částic pojiva ve všech místech jedné vrstvy je stejná. Pak síla k oddělení jedné vrstvy od ostatních představuje skok od nulové hodnoty diagramu $F - l$, (v praxi to je mnohem složitější). Pro rovnoměrné rozložení pevnosti spoje získáváme čáru téměř rovnoběžnou s osou l . Kde F je velikost síly potřebné k odělení vrstvy a l je posuvná délka. V praxi tento tvar nikdy nedostaneme, protože i rozložení pojiva mezi dvěma vrstvami rouna není rovnoměrné. Síla F ukazuje odchylení od střední hodnoty.

2.5 Závěr literárního průzkumu

Migrace při sušení impregnatů je záporné vlastnost obchodního latexového pojiva. Migrace pojiva má rozhodující úlohu pro své rozložení v rouně po sušení, a tím ovlivňuje mechanické vlastnosti textilie, event. pevnosti spoju mezi jednotlivými vrstvami rouna.

Migrace pojiva je u každého typu sušení jiná [3], to znamená, že migraci sušení ovlivňuje. Zamezením migrace dosáhneme stejnoměrného rozložení pojiva ve výrobku. Kromě použití pomocných chemických přípravků musíme ještě správné způsoby sušení použít. Týká se také studování vlastností pojiva, mechanismu odpaření vody a celé^{vždy} faktorů (plošná hmotnost textilie, koncentrace pojiva...), které mohou migraci pojiva ovlivnit. Nerovnoměrné rozložení pojiva lze částečně odstranit vhodným sušením.

Pohyb částic pojiva je vždy směrem k místům teplejším, proto způsob sdílení a rozložení tepla při sušení impregnatů má značný význam na migraci pojiva.

K těmto problémům je nutno provést experimentální práci, která nám může ověřit exaktnější výsledky. K tomu byla sestavena následující metodika experimentální práce.

2.6. Metodika experimentální části práce

2.6.1 Výroba vzorků

Otázka rozložení a migrace pojiv v rouně vlivem sušení nemůže být spolehlivě vyřešená bez provedení experimentálního důkazu.

Aby bylo možno určit vliv sušení na rozložení a migraci pojiv ve dvou typech sušícího zařízení, je nutno vliv ostatních faktorů co nejvíce eliminovat. Znamená to dodržet konstantní plošnou hmotnost (170 g/m^2) vrstveného rouna u všech tří sad vláknenného materiálu (PES_v , VIS_v , POP_v) při vrstvení rouna, dodržet stejný obsah pojiva, zároveň konstantní teplotu a dobu sušení, zajistit neměnnou strukturu textilií při manipulaci. Dále by bylo nutné jednotlivé tabule rouna rozdělit na polovinu, každá polovina po impregnaci (viz odstavec 3.2.1.3) pojivem by byla sušena v sušícím zařízení Benz a druhá v sušícím zařízení Chirana. Vzorky k jednotlivým zkouškám byly brány z příslušných polovin vytvořených z jedné tabule, tím by byly zajištěny stejné podmínky při zkoušce (stejně vlastnosti rouna).

2.6.2 Metodika zkoušení

Trhací zkouška: vzorky textilie upneme do přízové trhačky a namáháme tahovým napětím až do přetrhu. Zkouší se v ovzduší dle ČSN 800812.

Zkouška pevnosti lpění vrstev: zkouší se dle ČSN 800830. Předepsaným způsobem upravený a upnutý vzorek do čelistí trhacího přístroje se plynule zatěžuje a stanoví se síla nutná k rozdělení vrstev. U netkaných textilií vystříhneme vzorky v podélném a příčném směru. Pro každé stanovení pevnosti spoje jednotlivých vrstev odebereme po pěti vzorcích v podélném i příčném směru. Každý zkušební vzorek se rozdělí ručně v místě styku vrstev užší strany zkušebního vzorku do hloubky 70 mm. Na vzorcích určených pro seřízení rychlosti se tažné svorky označí úsek 60 mm, počínaje od místa,

kde končí rozdělení vrstev. Průměrnou rychlost tažné čelisti seřídíme tak, aby se vzorek rozdělil na úseku 60 mm za dobu 30 ± 15 sekund, což je velmi malá posuvná rychlost.

Vzorky před zkoušením ponecháme jeden den v místnosti, kde budeme měření provádět. Zajistíme tím ve všech vzorcích stejné procento relativní vlhkosti, které je významné z hlediska jejich pevnosti.

2.6.3 Vyhodnocení zkoušek

Je nutno získat u těchto zkoušek grafické záznamy. Z těchto grafických záznamů lze určit všechny potřebné parametry (obr. 7).

Ze trhací zkoušky zjistíme:

Modul pružnosti	E	[N]
Pevnost při přetrhu	P_p	[N]
Prodloužení na mezi pevnosti	Δl_p	[m]
Pevnost na mezi kluzu	P_k	[N]
Prodloužení na mezi kluzu	Δl_k	[m]

Velikost počátečního modulu pružnosti se určuje tak, že sestavíme směrnici přímkou z počátku a dotýkající se křivky $P - \Delta l$ až do meze úměrnosti. Číselné vyjádření velikosti počátečního modulu je poměr souřadnic libovolného bodu této přímky násobeného úpinací délkou.

$$E = \frac{P}{\Delta l} \cdot l_0$$

Souřadnice meze pevnosti materiálu P_p a Δl_p jsou určeny bodem maximálního napětí v materiálu.

Mez kluzu je určen v místě styku tečny ke křivce $P - \Delta l$. Tuto tečnu ke křivce sestavíme jako rovnoběžku se přímkou proloženou počátkem souřadnic a mezí pevnosti materiálu [10].

V praxi se modul pružnosti, pevnost při přetrhu, pevnost na mezi kluzu vztahují na váhové číslo vzorku T_{tex} . Pak dostaneme E_m , σ_p , σ_k v N/tex.

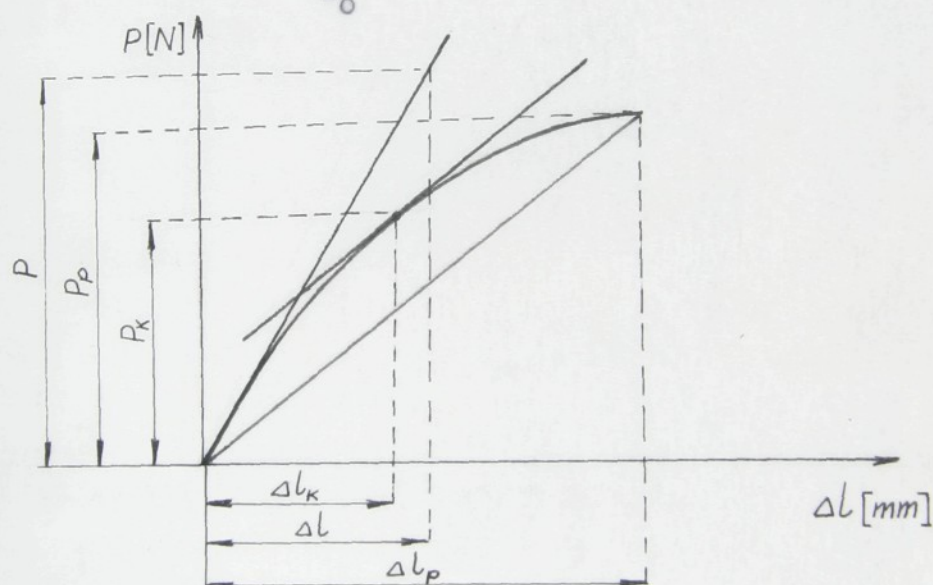
Hodnotu poměrného prodloužení ϵ vypočteme ze vzorce

$$\xi = \frac{l}{l_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

Z toho vyplývá výpočet poměrného prodloužení na mezi pevnosti ξ_p a na mezi kluzu ξ_k :

$$\xi_p = \frac{l_p}{l_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\xi_k = \frac{l_k}{l_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

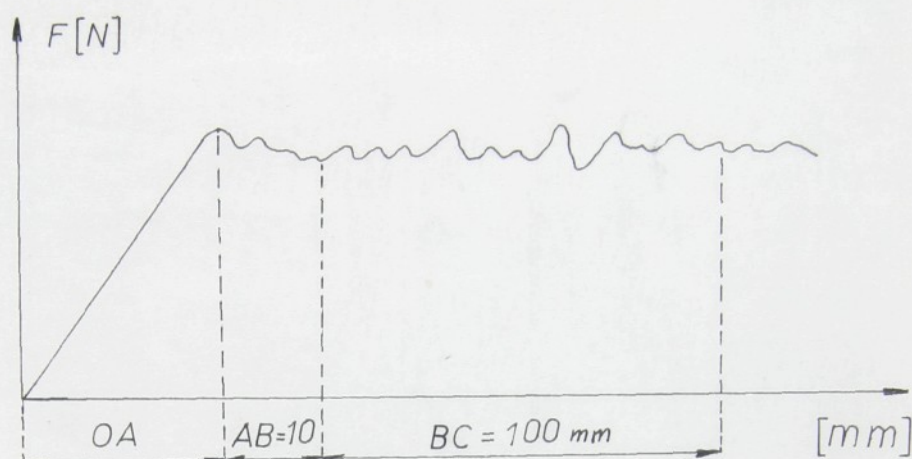


obr. 7 Závislost namáhání - prodloužení
při trhací zkoušce

Ze zkoušky pevnosti lpění zjistíme sílu F potřebnou pro rozdělení vrstev vzorku pojené textilie. Průběh zkoušky se zaznamenává graficky dle obr. 8.

Při výpočtu výsledku zkoušky se nebere v úvahu počáteční úsek diagramu OA , který představuje protažení rozdělených vrstev a dále úsek AB , počítá se s hodnotami zaznamenanými na 100 mm úseku diagramu BC .

Síla F se stanoví jako průměr všech hodnot zaznamenaných na úseku BC . Vyhodnocení se provádí planimetricky. V praxi



obr. 8 Pevnost lpění

rozdělíme úsek na 10 menších stejných úseků, odměříme 10 hodnot síly. Síla F je dána průměrem 10 čtených hodnot. Výsledná síla F je dána aritmetickým průměrem všech hodnot síly zjištěných u 5 zkušebních vzorků. Zkouška, při níž se vrstvy předtrhnou, je neplatná a musí se opakovat.

K určení chyb všech měření používáme statistických charakteristik, které dělíme na:

- Polohové
- Rozptylové

V praxi nejčastěji používáme:

- a) Polohové charakteristiky
aritmetický průměr

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- b) Rozptylové charakteristiky
rozptyl:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

směrodatná odchylka:

$$s = \sqrt{s^2}$$

variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%]$$

2.6.4 Porovnání výsledků dvou typů sušení

Cílem této diplomové práce je prozkoumat vliv sušení na migraci a rozložení pojiva v rouně, které můžeme hodnotit při zkouškách na pevnost lpění vrstev a na mechanické vlastnosti textilie. Proto je nutné, aby v závěru práce bylo prováděno srovnávání příslušných výsledků u obou typů sušení.

VŠST
FT

Vliv sušení na rozložení
a migraci pojiva v rounu

Le Thi Kim Xuyen

KNZ

List: 29

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

VŠST FT	Vliv sušení na rozložení a migraci pojiva v rounu	Le Thi Kim Xuyen	
		KNZ	List: 30

3.1. Použité suroviny a zařízení

3.1.1 Použité suroviny

- Textilní vlákna (tab. 1)

č.	ukazatel	druhy tex. vláken		
		PES _s	VIS _s	POP _s
1	jemnost Ttex	24,75	31,5	25,2
2	pevnost v tahu za sucha [N/tex]	40-45	2,6-3,0	5,5-6,5
3	relat. pevnost za mokra	100	50	100
4	tažnost za sucha [%]	15-30	20	20-26
5	tažnost za mokra [%]	15-30	20	20-26
6	měrná hmotnost [kg.m ⁻³]	1,38	1,5-1,52	0,91
7	plošná hmotnost vrst- veného rouna [kg.m ⁻²]	0,17	0,17	0,17

tab. 1 základní ukazatelé použitých tex. vláken

- Pojivo : kaučukový butadienakrilonitrilový karboxy-
lový latex

obchodní název : Breon 9370

obsah sušiny : 48[%]

pH : 7,5 - 8,5

měrná hmotnost : 10³[kg/m⁻³]

výrobce : British Geon Ltd. Anglie

- Saponát Neokal

obsah sušiny : 20[%]

chemické složení: Dibutylnaftalensulfonan
sodný

výrobce : Spolek pro chemickou a
hutní výrobu Ústí n/Lab.

3.1.2 Použité přístroje a zařízení

- mykačka (obr. 9)
- laboratorní fulár - výrobek dílny KNZ VŠST
Liberec (obr. 10)
- předvážky - Meopta Praha
- horkovzdušná sušárna Chirana
Typ : horkovzdušný sterilizátor
Rozsah teplot : 60 - 200 °C
- trysková sušička Benz
Typ : KTF/mD
Rozsah : 0 - 250 °C
Výrobce : ERNST
- trhačky - výrobce : VEB Thüringer Industriewerk
Rauenstein DDR

	Typ	rozsah	N
1.	ZT 100	100 - 1000	
2.	ZT 4	4 - 40	

- dále : miska, skleněné baňky, šlehač, nástavec,
kovová síta ...

3.2. Postup experimentální práce

3.2.1 Výroba textilie

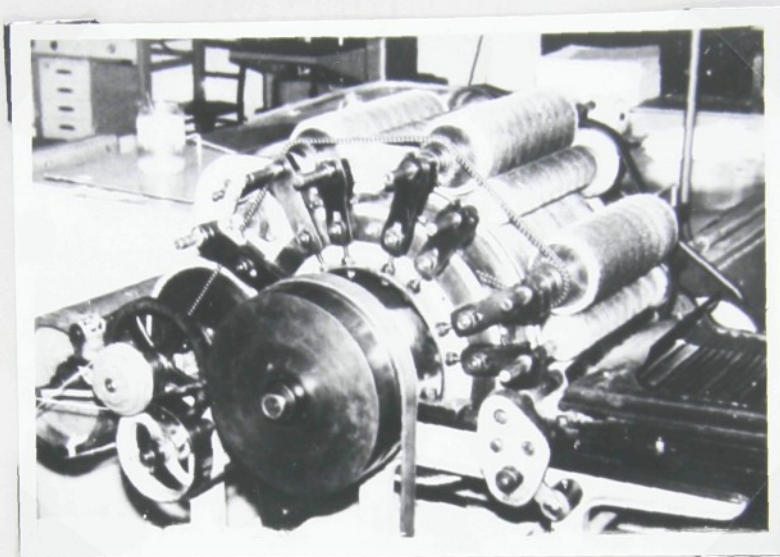
3.2.1.1 Vrstvení rouna

Jednou ze základních operací výroby pojených textilií je výroba pavučinky a její navrstvení v rouno o požadované plošné hmotnosti 0,17 kg/m². Je nutno opakovat několikrát promykání 1 tabule rouna, po každém opakovaném mykání musíme kontrolovat váhu tabule rouna, tím získáváme stejnoměrné vrstvení a konstantní plošnou hmotnost rouna.

3.2.1.2 Příprava pojiva, výpočet

Pro vlastní impregnaci musíme předem připravit dva typy pojiva z původní BAN karboxylového latexu s obsahem

sušiny 48 %, a to vodní disperzi 20 % pojiva a pěnu s 50 % pojiva.



obr. 9 Válcový mykací stroj

Výpočet koncentrace vodní disperze o 20 % obsahu sušiny z původního Breonu s obsahem sušiny 48 % je následující

48 g sušiny je obsaženo v 100 ml Breonu
1 g x

20 g sušiny je obsaženo v 20.x ml Breonu

$$x = \frac{100}{48} \quad [\text{ml}]$$

$$20.x = 20 \cdot \frac{100}{48} = 41,6 \quad [\text{ml}]$$

z toho výpočtu vyplývá poměr Breonu a vody 41,6 : 58,4
Na BAN disperzi byla požadována dobrá schopnost napěnění,
proto pro jednotlivé měření byl zvolen vždy obsah 100 ml
disperze, do kterého byl přidán 1 g Neokalu, jež umožnil
napěnění BAN disperze [14].

Výpočet obsahu sušiny pro pěnu se provádí takto:

- Výpočet 1 g Neokalu z jeho roztoku 20 % - ního
20 g sušiny je obsaženo v 100 ml
1 g x ..

$$x = \frac{100}{20} = 5 \text{ [ml]}$$

chceme-li mít 1 g Neokalu, je nutno pipetovat 5 ml Neokalu 20 %-ního.

- Výpočet obsahu sušiny pěny :

48 g sušiny je obsaženo v 100 ml BAN
y g 95 ml ...

$$y = \frac{48 \cdot 95}{100} = 44,8 \text{ [g]}$$

Pro dobrou schopnost napěnění a poměrně vysokou stabilitu pěny musíme volit poměr Neokalu a Breonu 5 : 95. Tím obsah sušiny pěny se změnil na 44,8 %. Přípravení roztoku v odměrné baňce provádíme ruční šlehaním pomocí šlehačů, a tím vznikne pěna

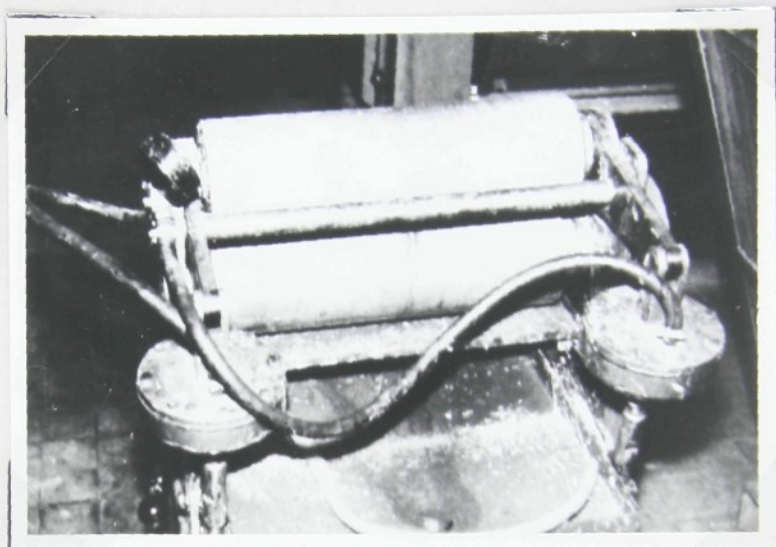
3.2.1.3 Vlastní impregnace

Přípravené vzorky z rouna o rozměrech 300 x 400 mm byly vloženy mezi kovová síta, na něž byla nanесena pěna připravená (viz. 3.2.1.2) a tyto procházely mezerou mezi dvěma válci fuláru. Mezera mezi dvěma válci fuláru byla regulována (klíčem) tak, aby obsah pojiva ve všech výrobných textiliích byl konstantní v rozmezí 30 %.

Impregnace rouna vodní disperzí s 20 % obsahem sušiny byla uskutečněna s močením v impregnační míčce. Odmačk přebytku pojiva byl proveden mezi válci fuláru (obr. 10).

Způsob nanášení zpěněného pojiva s prosaváním pěny přes rouna (pomocí proudu vzduchu) nebyl uskutečněn, pro-

tože laboratorní podmínky na VŠST z hlediska manipulace impregnaty nedovolují udržení konstantní doby a teploty sušení.



obr. 10 Barvířský fulár

3.2.1.4 Sušení impregnatů

Účelem sušení je odstranit přebytečnou vodu z pojiva a tím docílit spojení jednotlivých vláken v textiliích. Sušení impregnatů probíhalo v sušárnách Benz a Chirana při teplotě 140°C , po dobu 5 minut.

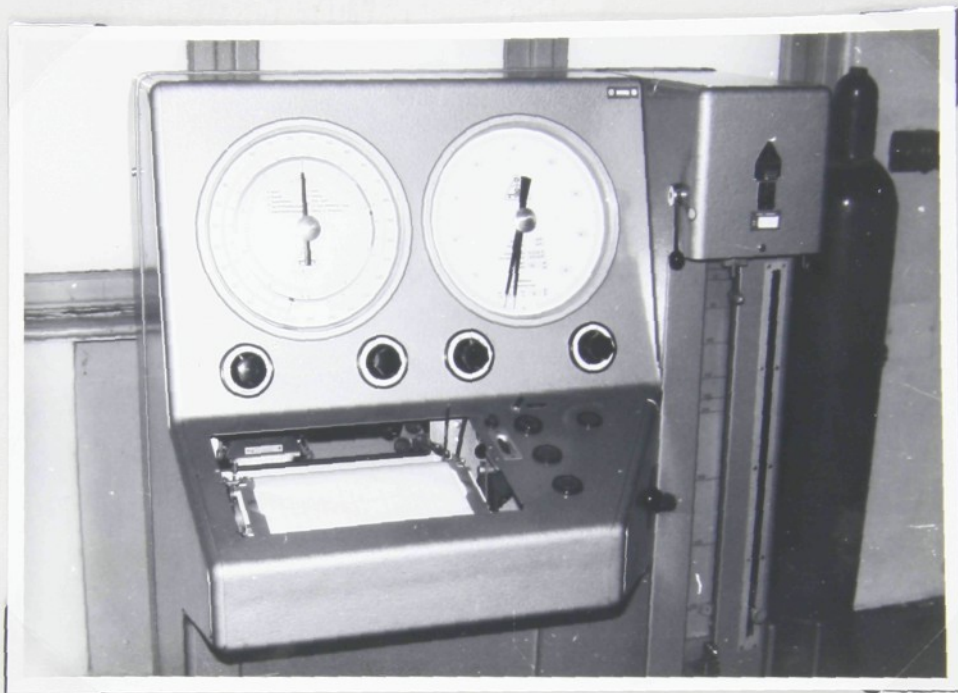
3.2.2 Zkoušení vzorku

- Trhací zkouška byla provedena na trhačce typu ZT100 s rozsahem 100 - 1000 N. Vzorky byly odebrány z vyrobených textilií, a to 5 vzorků v příčném směru a 5 vzorků v podélném směru. Jejich rozměry jsou uvedeny v tabulce 2.

- Zkouška pevnosti lpění

Pevnost lpění vrstev je řadově 10N, proto nebylo možné použít trhačku pro plošné textilie, jejíž rozsah měřené pev-

nost je 100 - 1000 N. Protože v laboratořích na VŠST není k dispozici trhačka pro plošné textilie s menším rozsahem pevnosti, byla použita ke zkouškám trhačka pro příze typu ZT 4 (viz. obr. 11) s rozsahem 4 - 40 N.



obr. 11 Přízová trhačka typ ZT 4

Tato trhačka se běžně používá pro zkoušení příze, proto její čelisti jsou úzké na šířce (50 mm) zkoušeného vzorku. Proto byly vyrobeny speciální čelisti, předepsané šíře, které se upnou zároveň se zkoušenou textilií do čelistí použité trhačky.

Způsob výběru vzorku je podobný jako trhací zkoušky. Konkrétní rozměry pro tyto zkoušky jsou uvedeny v tabulce 2

	trhací zkouška	zkouška pev. lpění
šířka vzorku [10^{-3} m]	50	50
délka vzorku [10^{-3} m]	200	180
upínací délka [10^{-3} m]	100	50
počet vzorků v každém zvoleném směru	5	5

tab. 2 rozměry zkoušených vzorků

Norma určuje provedení na pevnost lpění vrstev v podélném i v příčném směru. V našem případě však v příčném směru byla pevnost spoje mezi jednotlivými vrstvami (zejména vnitřními vrstvami rouna) větší než ve vrstvě. Proto nedokázalo vrstvy od sebe oddělit. Z toho důvodu byly provedeny zkoušky pouze ve směru podélném.

3.3 Výsledky měření a jejich zpracování

3.3.1 Vzorový výpočet trhací zkoušky

Výpočet pro vzorek viskozové textilie impregnované
pěnou a sušené v sušicím zařízení Benz s orientací vláken
ve směru namáhání. Číslo vzorku 1 (tabulka 3).

č.	m [10^{-3} kg]	P_p [N]	P_k [N]	P [N]	Δl_p [10^{-3} m]	Δl_k [10^{-3} m]	Δl [10^{-3} m]
1	2,22	440,517	224,808	353,370	28,0	5,4	7,5
2	2,44	492,825	253,654	316,776	28,4	5,8	6,0
3	2,50	511,244	248,472	414,467	28,4	5,6	8,2
4	2,28	499,347	252,416	343,525	31,0	5,8	8,3
5	2,24	465,315	243,542	348,273	28,4	5,6	7,8

Tab. 3 naměřené hodnoty ze trhací zkoušky viskozového
rouna impregnovaného pěnou a sušeného v sušičce Benz.

- Výpočet Ttex:

$$\text{Váha vzorku} \dots m = 2,22 \cdot 10^{-3} [\text{kg}]$$

$$\text{Délka vzorku} \dots l = 200 \cdot 10^{-3} [\text{m}]$$

$$\text{Upínací délka} \dots l_0 = 100 \cdot 10^{-3} [\text{m}]$$

$$T_{\text{tex}} = \frac{m}{l} \cdot 10^6 = \frac{2,22 \cdot 10^{-3}}{200 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^6 = 1,11 \cdot 10^4 [\text{tex}]$$

- Napětí při přetrhu σ_p :

$$\text{Pevnost při přetrhu} \dots P_p = 440,517 [\text{N}]$$

$$\sigma_p = \frac{P_p}{T_{\text{tex}}} = \frac{440,517}{1,11 \cdot 10^4} = 396,863 \cdot 10^{-4} [\text{N} \cdot \text{tex}^{-1}]$$

- Poměrné prodloužení při přetrhu ε_p :
absolutní prodloužení při přetrhu ... $\Delta l_p = 28,0 [10^{-3}m]$

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l_p}{l_0} \cdot 100 = \frac{28,0}{100} \cdot 100 = 28,0 [\%]$$

- Napětí na mezi kluzu σ_k :
pevnost na mezi kluzu ... $P_k = 224,808 [N]$

$$\sigma_k = \frac{P_k}{T_{\text{tex}}} = \frac{224,808}{1,11 \cdot 10^4} = 202,529 \cdot 10^{-4} [N/\text{tex}]$$

- Poměrné prodloužení na mezi kluzu ε_k :
absolutní prodloužení na mezi kluzu ... $\Delta l_k = 5,4 [10^{-3}m]$

$$\varepsilon_k = \frac{l_k}{l_0} \cdot 100 = \frac{5,4}{100} \cdot 100 = 5,4 [\%]$$

- Počáteční měrný modul pružnosti E_m :

$$E_m = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = \frac{P}{T_{\text{tex}}} \cdot \frac{l_0}{1}$$

$$= \frac{353,370}{1,11 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{100}{7,5} = 84,895 \cdot 10^{-2} [N/\text{tex}]$$

Při statistickém hodnocení výsledků se často používají výběrových ukazatelů z hlediska rozptýlení kolem střední hodnoty. Následující výpočet statistického hodnocení je pro napětí při přetrhu, stejný postup platí pro všechny ostatní zbývající veličiny ε_p , σ_k , ε_k , E_m .

Statistické hodnocení pro hodnotu napětí při přetrhu (viz tab. 20).

- aritmetický průměr :

$$\bar{\sigma}_p = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \sigma_{pi} = \frac{1}{5} \cdot 206256 \cdot 10^{-4} = 412,509 \cdot 10^{-4} [N/\text{tex}]$$

- rozptyl :

$$s^2 = \frac{1}{4} \cdot \sum_{i=1}^5 [\sigma_{pi} - \bar{\sigma}_p]^2 = \frac{1}{4} \cdot 344,527 \cdot 10^{-8} [N/\text{tex}^2]$$

$$= 86,132 \cdot 10^{-8} [N/\text{tex}^2]$$

- směrodatná odchylka :

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{86,132 \cdot 10^{-8} [\text{N/tex}]^2} = 9,28 \cdot 10^{-4} [\text{N/tex}]$$

- variační koeficient :

$$v = \frac{s}{\bar{\sigma}_p} \cdot 100 = \frac{9,28 \cdot 10^{-4}}{412,509 \cdot 10^{-4}} \cdot 100 = 2,25 [\%]$$

- napětí při přetrhu textilie :

$$\bar{\sigma}_p = 412,509 \pm 9,28 \cdot 10^{-4} [\text{N/tex}]$$

3.3.2 Vzorový výpočet pro zkoušku pevnosti lpění vrstev textilie

Výpočet pro vzorek polyesterového rouna impregnovaného pěnou a sušeného v sušícím zařízení Chirana . Orientace vláken je v podélném směru. Výpočtená síla je potřebná k oddělení první vrstvy textilie.

- Síla potřebná pro oddělení 1.vrstvy $\bar{F}_{v1}$ (střední hodnota)

$$\bar{F}_{v1} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 F_{v1i}$$

F_{v1i} ...síla potřebná k oddělení 1. vrstvy rouna i-tého vzorku (viz příloha 1)

$$\bar{F}_{v1} = \frac{1}{5} \cdot 30,296 = 6,059 [\text{N}]$$

- rozptýl :

$$s^2 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^5 [F_{v1i} - \bar{F}_{v1}]^2 = 0,101 [\text{N}]^2$$

- směrodatná odchylka :

$$s = \sqrt{s^2} = 1,01 = 0,317 [\text{N}]$$

- variační koeficient :

$$v = \frac{s}{\bar{F}_{v1}} \cdot 100 = \frac{0,317}{6,059} \cdot 100 = 5,25 [\%]$$

- pevnost lpění 1. vrstvy :

$$\bar{F}_{v1} = 6,059 \pm 0,317 [\text{N}]$$

3.3.3 Přehled tabulek a grafů zpracovaných výsledků

Pro jednoduchost a přehledné vyjádření používáme normovaných označení :

PES - polyesterová textilie

POP - polypropylenová textilie

VIS - viskozová textilie

Podélný směr - orientace vláken v rouně je převážná
ve směru namáhání

Příčný směr - orientace vláken v rouně je ve směru
kolmém ke směru namáhání

Poř. vrstev - pořadí vrstev

F_{vi} - pevnost lpění i-té vrstvy textilie

Dále používáme označení textilií pro sloupcové diagramy

1 až 4 - textilie s orientací vláken ve směru podé-
ném

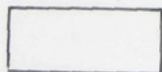
5 až 8 - textilie s orientací vláken ve směru příč-
ném

1,2,5,6 - textilie impregnované pěnou

3,4,7,8 - textilie impregnované vodní disperzí



sušeno v sušícím zařízení Benz



sušeno v sušícím zařízení Chirana

Hodnoty zanesené do grafů obr.18 - 32 byly vzaty z tab. 10 až 21. Naměřené hodnoty veličin $P_k, P_p, \dots$ není nutné uvedeno. Pro pevnost lpění vrstev textilií jsem prováděla 165 zkoušek, hodnoty těchto jednotlivých zkoušek jsou uvedeny do příloh 1-3, a jejich vypočtené střední hodnoty jsou v tab. 4-9. Získané hodnoty z tab. 4-9 jsou zaneseny do grafů na obr. 12 - 17.

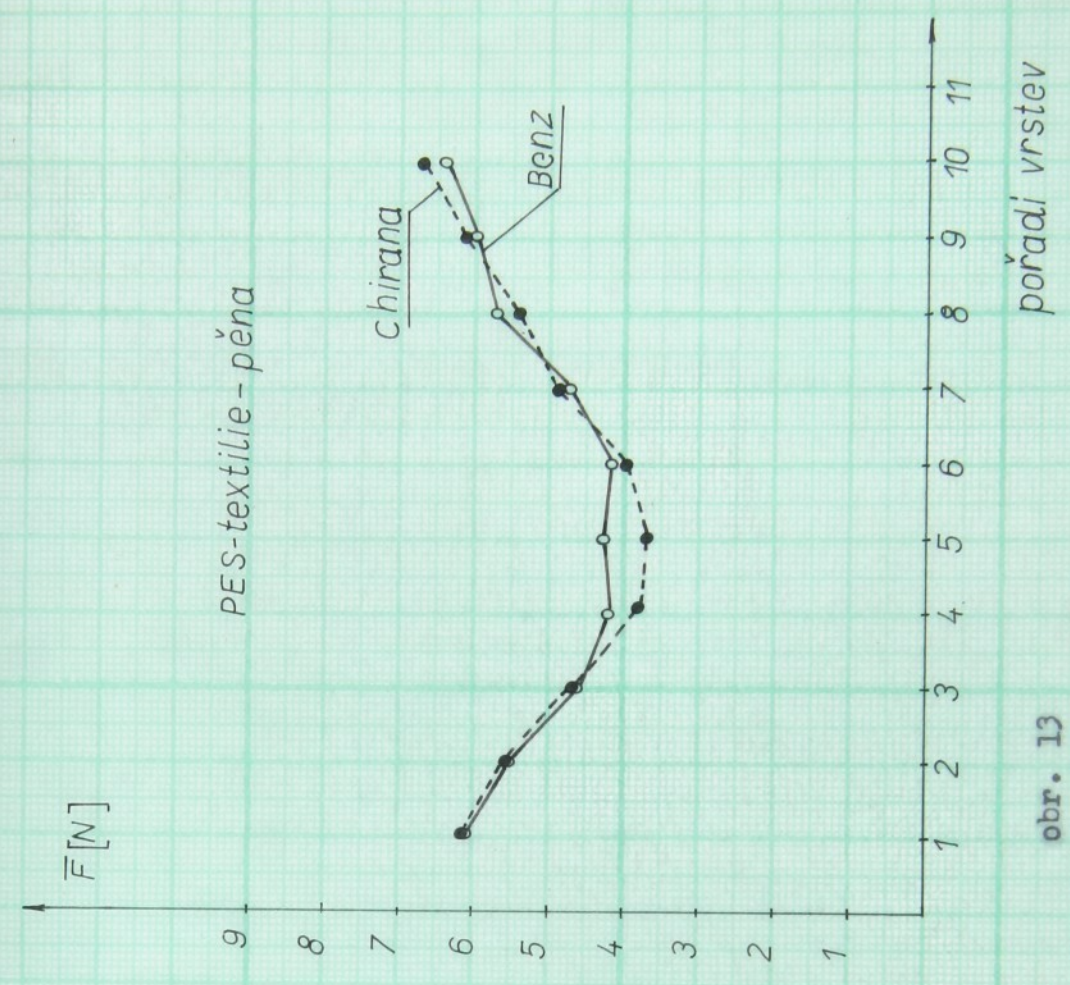
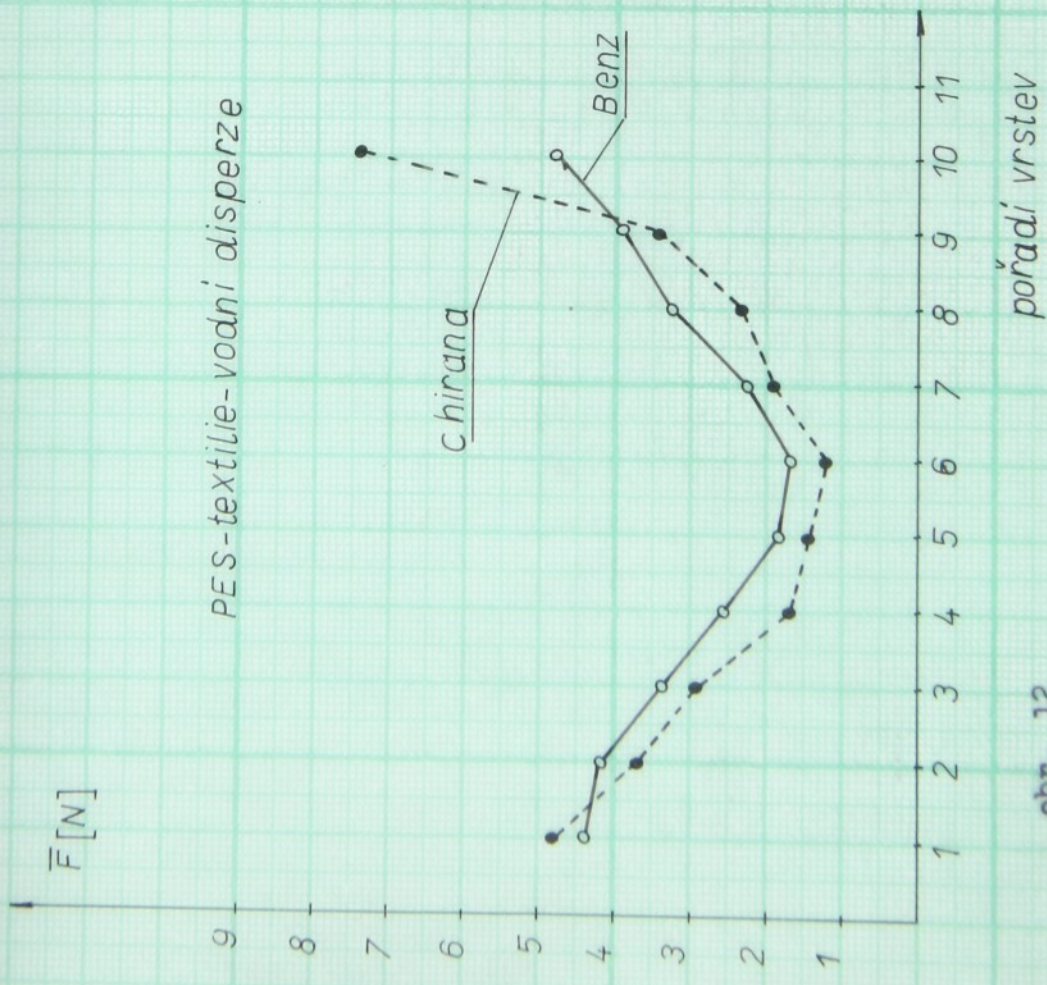
3.3.3.1 Pevnost lpění vrstev roun (tabulky 4 až 9)

Tabulka 4

poř. vrstev	PES -vodní disperze					
	Benz			Chirana		
	$\bar{F}$ [N]	s [N]	v [%]	$\bar{F}$ [N]	s [N]	v [%]
1	4,380	0,329	7,52	4,808	0,369	7,69
2	4,141	0,240	5,81	3,683	0,428	11,08
3	3,379	0,220	6,49	2,901	0,174	6,02
4	2,566	0,223	8,69	1,643	0,167	10,18
5	1,814	0,499	27,07	1,477	0,180	12,25
6	1,664	0,393	20,04	1,209	0,266	22,07
7	2,206	0,223	10,10	1,856	0,956	32,13
8	3,327	0,232	7,71	2,315	0,237	10,23
9	3,960	0,367	9,26	3,424	0,480	14,80
10	4,805	0,239	4,90	7,369	0,767	10,40

Tabulka 5

poř. vrstev	PES - pěna -					
	Benz			Chirana		
	$\bar{F}$ [N]	s [N]	v [%]	$\bar{F}$ [N]	s [N]	v [%]
1	6,043	0,842	13,93	6,059	0,317	5,25
2	5,440	0,917	18,86	5,483	0,368	6,71
3	4,552	0,284	6,25	4,678	0,189	4,06
4	4,135	0,383	9,27	3,862	0,376	9,74
5	4,219	0,280	6,64	2,735	0,494	13,25
6	4,168	0,171	4,12	4,096	0,383	9,32
7	4,755	0,101	2,12	4,889	0,737	15,10
8	5,737	0,371	6,64	5,14	0,401	7,38
9	6,037	0,310	5,40	6,075	0,376	6,19
10	6,483	0,920	14,20	6,774	0,835	12,31



Tabulka 6

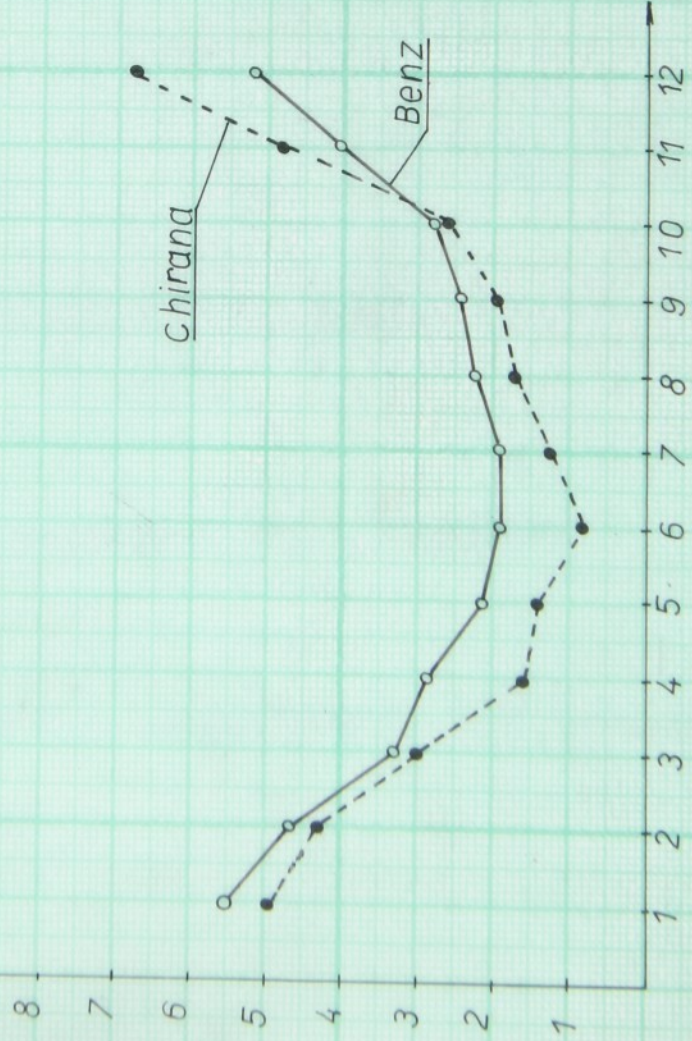
poř. vrstev	POP- vodní disperze					
	Benz			Chirana		
	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$
1	5,448	0,660	11,90	4,952	0,250	10,61
2	4,763	0,760	15,57	4,456	0,360	8,25
3	3,370	0,250	7,74	3,038	0,740	24,58
4	2,886	0,240	8,34	1,635	0,221	13,15
5	2,141	0,510	23,98	1,549	0,412	25,84
6	1,953	0,456	21,81	0,878	0,217	25,75
7	1,906	0,587	30,33	1,321	0,116	8,77
8	2,258	0,246	10,93	1,768	0,207	11,72
9	2,450	0,185	7,55	2,091	0,267	9,16
10	2,853	0,178	6,24	2,628	0,426	16,24
11	4,112	0,487	12,10	4,838	0,680	15,51
12	5,209	0,905	17,38	6,788	1,760	25,95

Tabulka 7

poř. vrstev	POP - pěna					
	Benz			Chirana		
	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$
1	4,776	0,31	6,63	5,275	0,470	9,02
2	4,397	0,54	12,35	4,258	0,238	5,60
3	3,889	0,325	8,36	4,066	0,144	3,56
4	3,841	0,267	6,97	3,780	0,318	8,41
5	3,084	0,508	16,49	2,704	0,610	22,63
6	2,734	0,609	22,29	2,405	0,384	15,98
7	2,899	0,380	13,18	2,863	0,369	13,82
8	3,195	0,580	18,24	3,237	0,340	10,70
9	3,381	0,320	9,62	3,747	0,288	7,71
10	3,861	0,144	3,56	4,281	0,325	8,36
11	4,189	0,236	5,68	5,003	0,540	12,35
12	5,269	0,310	6,63	6,454	0,470	9,02

$\bar{F}[N]$

POP-textilie - vodní disperze

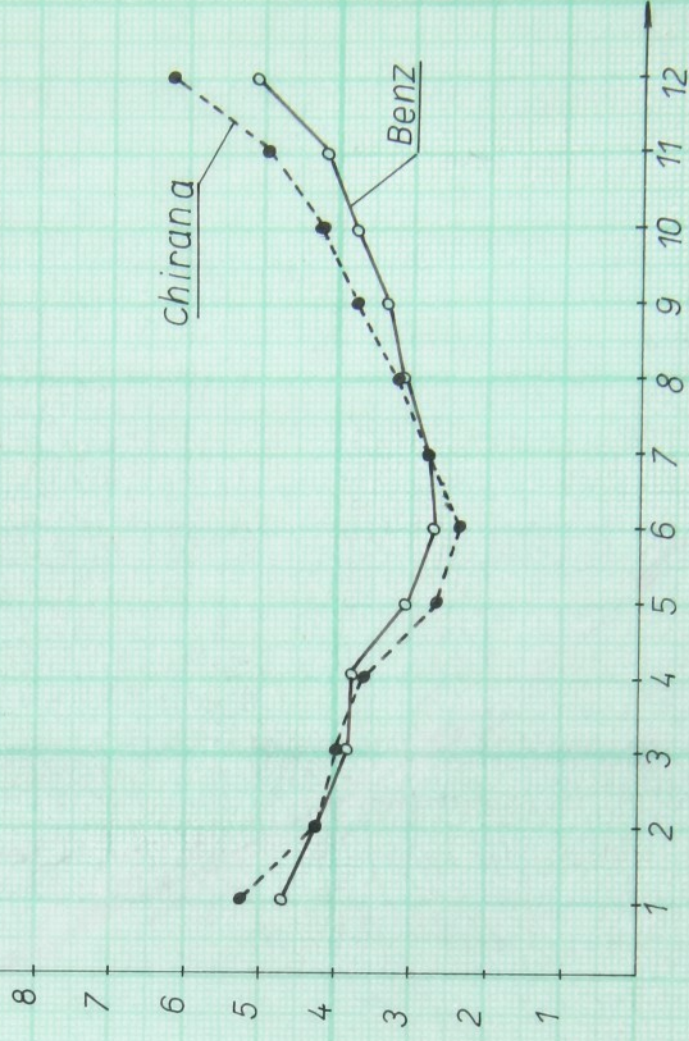


obr. 14

pořadí vrstev

$\bar{F}[N]$

POP-textilie - pěna



obr. 15

pořadí vrstev

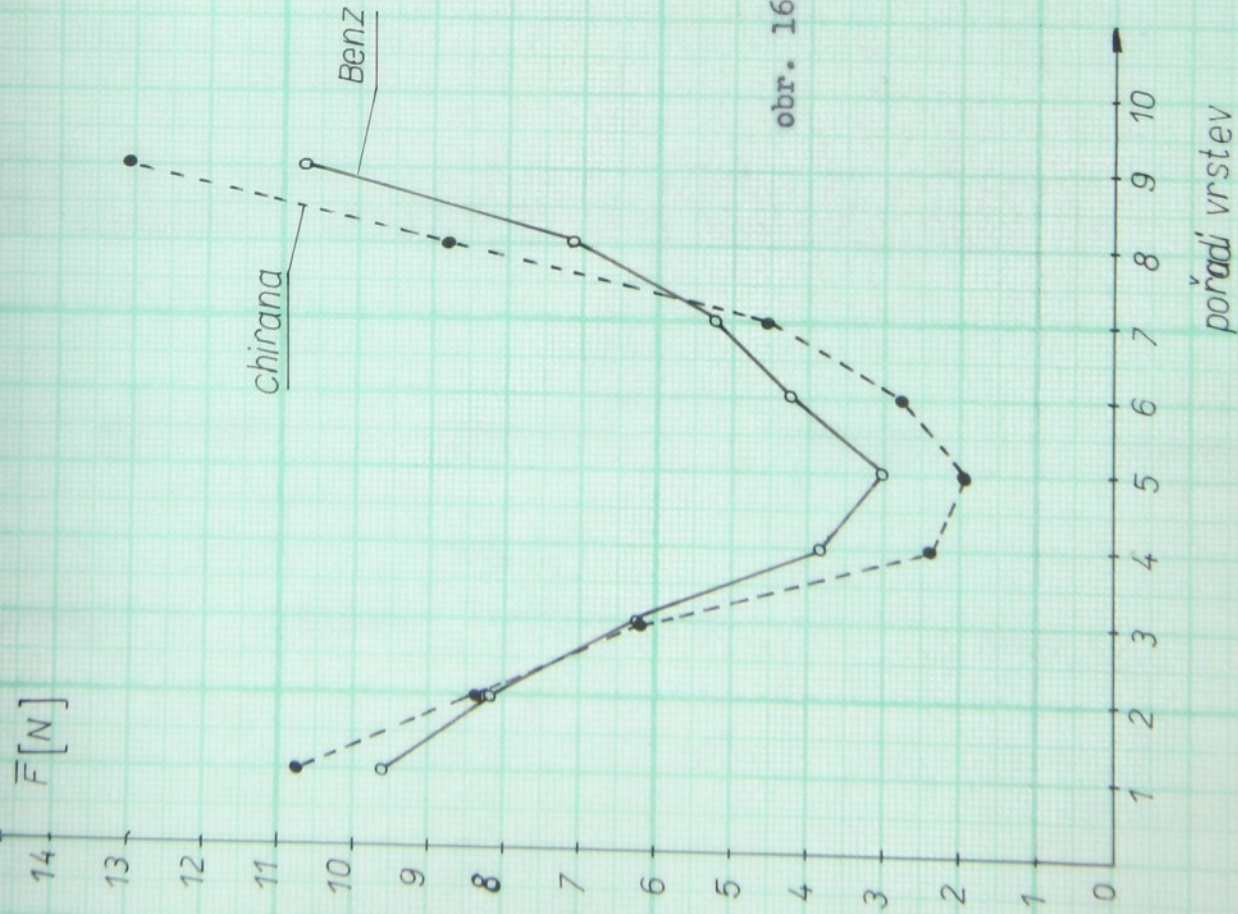
Tabulka 8

poř. vrstev	VIS - vodní disperze					
	Benz			Chirana		
	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$
1	9,677	0,805	8,32	10,749	1,72	10,10
2	8,211	0,973	12,18	8,399	1,42	17,02
3	6,277	0,665	10,60	6,042	0,513	8,49
4	3,838	0,797	20,70	2,396	0,863	36,00
5	3,075	0,203	6,60	1,950	0,692	35,51
6	4,286	0,553	12,92	2,706	0,470	17,69
7	5,201	0,503	10,10	4,523	0,853	18,99
8	7,221	0,966	13,41	8,813	0,860	9,75
9	10,704	1,105	10,32	13,026	1,381	10,64

Tabulka 9

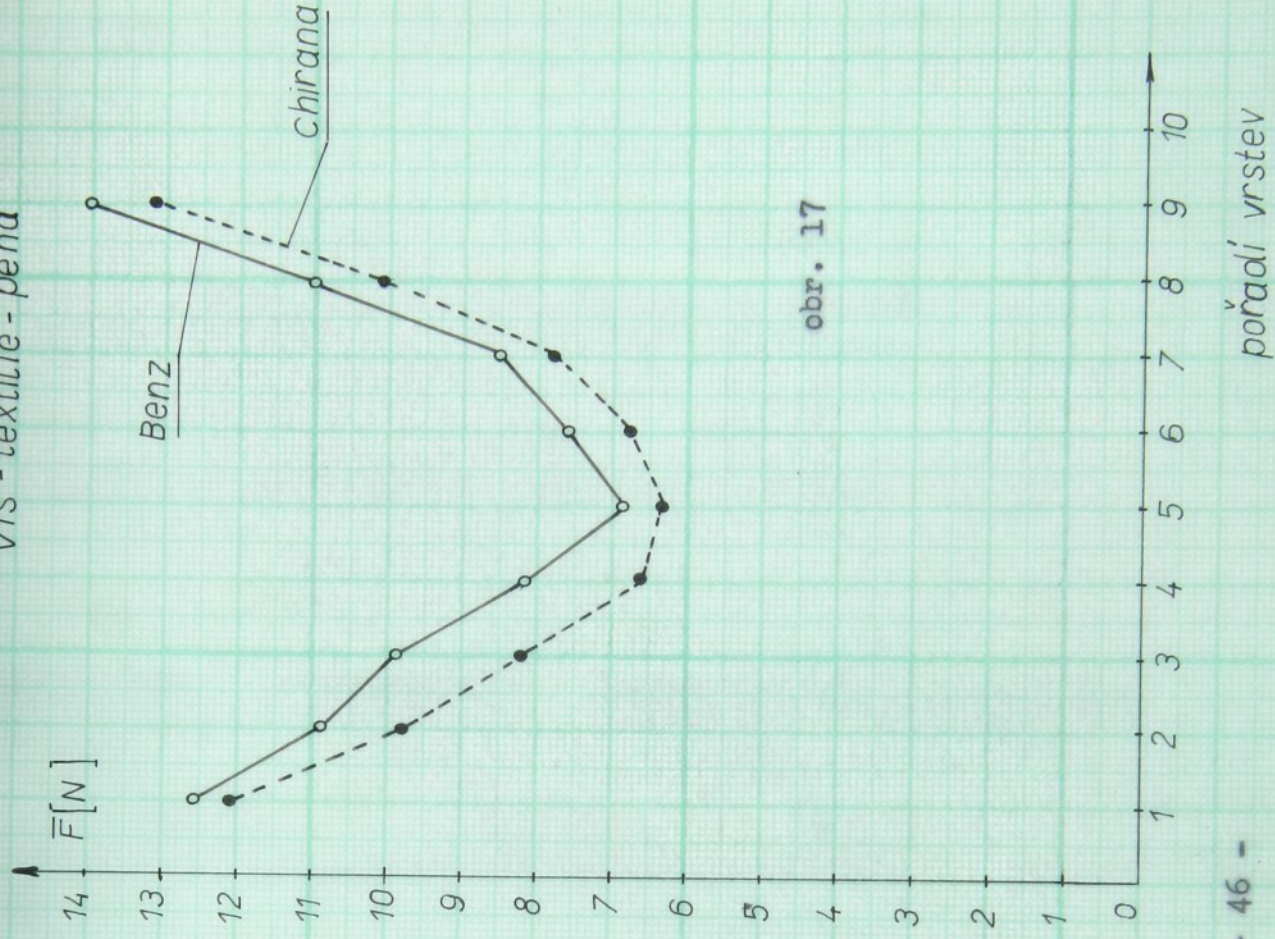
poř. vrstev	VIS - pěna					
	Benz			Chirana		
	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$	$\bar{F}[N]$	$s[N]$	$v[\%]$
1	12,579	0,915	7,27	12,072	1,520	12,65
2	10,875	0,324	2,98	9,867	0,389	3,94
3	9,899	0,616	6,20	8,259	0,509	6,17
4	8,236	0,930	11,30	6,603	1,005	14,42
5	6,904	0,890	12,95	6,441	0,665	10,17
6	7,670	0,807	10,52	6,854	0,814	11,88
7	8,556	0,190	10,80	7,972	0,733	9,17
8	11,121	1,189	10,61	10,158	1,058	10,42
9	14,155	1,350	9,56	13,373	1,460	10,96

VIS - textilie - vodní disperze



obr. 16

VIS - textilie - pěna



obr. 17

3.3.3.2 Mechanické vlastnosti pojených textilií (tab.10-21)

Tabulka 10

PES - vodní disperze - Benz						
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	410,546	390,315	28,527	38	29
	2	408,326	325,824	28,873	40	29
	3	411,176	326,970	29,005	40	30
	4	392,205	297,265	27,824	39	30
	5	381,711	303,275	28,280	41	31
	$\bar{X}$	400,785	328,734	28,502	39,6	29,6
	s	13,2	36,8	0,46	1,14	0,86
	v	3,29	11,2	1,66	2,87	2,92
příčný směr	1	61,063	50,073	11,496	52,5	31,4
	2	60,844	49,656	10,508	54	31,6
	3	62,051	49,079	9,915	54,5	32,6
	4	61,354	49,038	10,083	53,5	32,0
	5	65,190	52,185	10,751	53	30,8
	$\bar{X}$	62,100	50,310	10,591	53,5	31,68
	s	1,78	1,33	0,62	0,79	0,67
	v	2,87	2,65	5,9	1,47	2,12

Tab. 11

PES - vodní disperze - Chirana						
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	316,432	220,497	22,359	30,0	19,0
	2	300,024	213,967	24,337	32,2	18,0
	3	304,238	226,500	23,523	31,2	19,0
	4	296,928	228,165	24,540	30,6	20,0
	5	296,836	216,432	20,128	30,0	19,0
	$\bar{X}$	302,800	219,112	22,977	30,8	19,0
	s	8,14	6,55	1,8	0,92	1,11
	v	2,74	2,99	7,8	3,01	5,88
příčný směr	1	51,291	36,133	7,611	46,0	17,0
	2	48,462	36,654	7,089	47,0	16,5
	3	49,108	34,892	6,589	47,0	17,0
	4	51,692	34,537	6,207	48,0	16,5
	5	50,073	35,181	7,305	49,6	18,0
	$\bar{X}$	50,084	33,479	6,761	46,6	17,28
	s	1,38	2,4	0,64	1,7	0,68
	v	2,75	7,18	8,90	3,66	3,98

Tab. 12

		PES - Pěna - Benz				
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	578,477	456,378	33,608	45,0	33,0
	2	582,894	461,909	33,427	43,0	31,0
	3	565,193	453,027	32,372	43,4	33,0
	4	555,180	453,792	33,463	42,4	33,0
	5	564,951	460,686	33,698	43,0	32,0
	X	569,331	455,198	33,314	43,36	32,4
	s	11,22	4,56	0,53	0,982	0,89
	v	1,97	1,0	1,61	2,26	2,76
	1	117,684	94,820	14,182	58,0	49,0
	2	124,801	95,488	15,254	56,0	50,6
příčný směr	3	124,984	95,046	14,096	55,0	49,0
	4	126,365	85,275	13,557	56,0	48,0
	5	121,924	86,570	13,574	54,0	48,0
	X	123,152	91,439	14,133	55,8	48,92
	s	3,45	5,06	0,69	1,06	1,73
	v	2,8	5,53	4,88	3,1	2,17

Tab. 13

		PES - Pěna-Chirana				
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	490,108	426,001	27,951	43,0	33,0
	2	520,536	421,582	27,298	41,0	32,6
	3	526,755	417,045	26,937	42,0	31,6
	4	528,531	438,854	26,529	42,0	33,1
	5	527,845	421,372	26,937	41,2	31,2
	X	518,755	426,917	27,13	41,44	32,32
	s	16,32	8,68	0,53	0,468	0,87
	v	3,14	2,03	1,96	1,12	2,71
	1	109,259	76,392	13,182	55,0	48,0
	2	100,376	77,405	12,592	56,0	48,0
příčný směr	3	109,209	78,169	12,638	55,0	46,0
	4	112,812	79,501	14,149	56,0	48,0
	5	109,481	83,499	13,862	56,0	50,0
	X	108,233	78,993	13,358	55,6	48,0
	s	4,64	2,76	1,26	0,54	1,41
	v	0,85	3,49	9,4	0,98	2,94

Tab. 14

		POP -vodní disperze - Benz				
	č.	ζ_p [N/tex]	ζ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	174,633	149,227	7,674	40,0	30,0
	2	177,172	142,793	7,650	38,0	28,0
	3	172,839	136,608	7,136	36,0	30,0
	4	175,383	136,945	9,711	35,0	28,0
	5	186,132	145,311	8,064	34,0	26,0
	$\bar{X}$	177,232	142,176	8,047	36,6	28,4
	s	6,25	5,43	1,71	2,3	1,76
	v	3,53	3,82	16,3	6,29	5,89
příčný směr	1	26,648	19,897	5,128	63,0	28,0
	2	29,304	21,381	4,191	60,0	32,0
	3	31,978	24,161	4,069	62,0	30,0
	4	33,747	24,697	3,432	63,0	36,0
	5	29,306	22,749	3,767	64,0	35,0
	$\bar{X}$	30,197	22,564	4,117	62,4	32,2
	s	2,7	2,54	0,63	1,51	1,99
	v	8,94	11,28	15,4	2,43	6,2

Tab. 15

		POP -vodní disperze-Chirana				
	č.	ζ_p [N/tex]	ζ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	113,701	97,711	6,845	34,0	25,0
	2	114,589	111,264	6,769	33,0	25,0
	3	117,343	103,079	8,489	32,2	26,0
	4	108,460	92,381	7,339	36,0	27,0
	5	100,909	87,941	5,997	34,0	27,0
	$\bar{X}$	110,000	96,475	7,088	33,84	26,0
	s	6,24	3,93	1,03	1,42	1,0
	v	5,62	4,07	12,9	4,20	3,84
příčný směr	1	17,607	14,086	3,733	52,0	26,0
	2	20,757	15,109	4,993	52,0	24,0
	3	20,942	15,276	2,901	50,0	25,0
	4	21,710	15,023	3,457	51,0	24,0
	5	20,372	14,993	3,872	53,0	22,0
	$\bar{X}$	20,277	14,899	3,592	51,6	24,2
	s	1,57	0,40	0,86	1,14	1,48
	v	7,77	2,97	24,0	22,20	6,12

Tab. 16

		POP - pěna - Benz				
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	392,405	332,443	8,313	58,8	45,0
	2	385,839	339,124	8,843	59,7	46,0
	3	391,288	333,336	8,803	58,5	45,0
	4	390,833	332,421	9,409	59,8	47,0
	5	393,067	332,655	9,144	58,0	48,0
	$\bar{X}$	390,886	333,996	8,902	58,96	46,2
	s	2,84	2,88	0,41	0,77	1,3
	v	0,73	0,8	4,6	1,31	2,82
příčný směr	1	44,108	35,531	3,567	80,0	52,0
	2	42,378	35,516	3,069	79,0	51,0
	3	44,414	36,863	4,350	76,0	52,0
	4	42,378	34,110	4,192	78,0	52,0
	5	36,324	31,267	3,537	78,0	54,0
	$\bar{X}$	41,92	34,666	3,741	78,2	52,2
	s	1,69	2,09	0,52	1,48	1,09
	v	4,03	6,03	14,08	1,89	2,09

Tab.17

		POP - pěna - Chirena				
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	341,573	270,137	8,064	52,0	45,0
	2	354,791	265,033	5,941	50,0	41,0
	3	333,571	260,746	5,556	53,0	44,0
	4	331,558	264,227	7,064	50,0	43,0
	5	336,040	257,472	6,770	51,0	44,0
	$\bar{X}$	345,508	263,523	6,697	51,2	43,8
	s	11,49	5,47	0,98	1,3	0,83
	v	3,32	2,12	14,7	2,54	1,91
příčný směr	1	34,594	27,675	3,537	72,0	51,0
	2	27,675	24,908	4,350	68,0	53,0
	3	30,201	24,072	4,192	74,0	49,0
	4	28,540	26,513	3,537	75,0	52,0
	5	32,866	26,118	3,498	69,0	51,0
	$\bar{X}$	30,775	25,778	3,823	71,6	51,2
	s	2,91	1,09	0,39	3,04	2,68
	v	9,45	4,23	10,42	4,25	5,24

Tab. 18

VIS - vodní disperze - Benz						
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	252,933	138,126	102,921	26,0	3,0
	2	245,396	137,913	103,139	27,0	3,5
	3	244,279	136,796	107,191	24,0	3,6
	4	243,428	133,902	104,758	26,0	3,0
	5	248,061	135,458	104,958	24,0	3,8
	$\bar{X}$	246,802	136,295	104,545	25,4	3,38
	s	3,83	1,77	6,82	1,34	0,34
	v	1,55	1,3	6,52	5,2	10,23
příčný směr	1	133,243	65,510	75,521	32,0	4,4
	2	127,567	72,727	76,425	32,0	4,0
	3	119,918	69,286	74,712	31,0	4,0
	4	116,365	70,620	80,917	33,0	4,0
	5	117,352	70,904	77,017	32,0	4,4
	$\bar{X}$	126,889	70,010	76,918	32,4	4,16
	s	8,53	3,35	2,4	0,83	0,25
	v	6,72	4,78	3,12	2,51	6,37

Tab.19

VIS - vodní disperze - Chirana						
	č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1	155,595	108,039	101,165	23,0	3,0
	2	157,431	101,977	103,746	23,0	4,0
	3	158,150	97,284	96,763	22,0	3,0
	4	157,381	103,125	92,575	22,0	3,2
	5	162,135	103,968	94,168	21,0	3,2
	$\bar{X}$	158,138	102,879	97,884	22,2	3,28
	s	2,4	3,87	4,7	1,1	0,41
	v	1,48	3,76	4,99	4,7	12,50
příčný směr	1	93,870	61,163	72,857	27,0	3,9
	2	91,178	59,493	78,154	27,0	4,0
	3	94,027	61,335	69,256	28,0	3,9
	4	94,559	62,346	72,229	31,0	4,0
	5	90,467	59,138	74,964	30,0	4,0
	$\bar{X}$	92,62	60,695	73,492	28,6	3,96
	s	1,74	2,23	3,31	1,84	0,054
	v	1,88	3,78	4,5	6,35	1,38

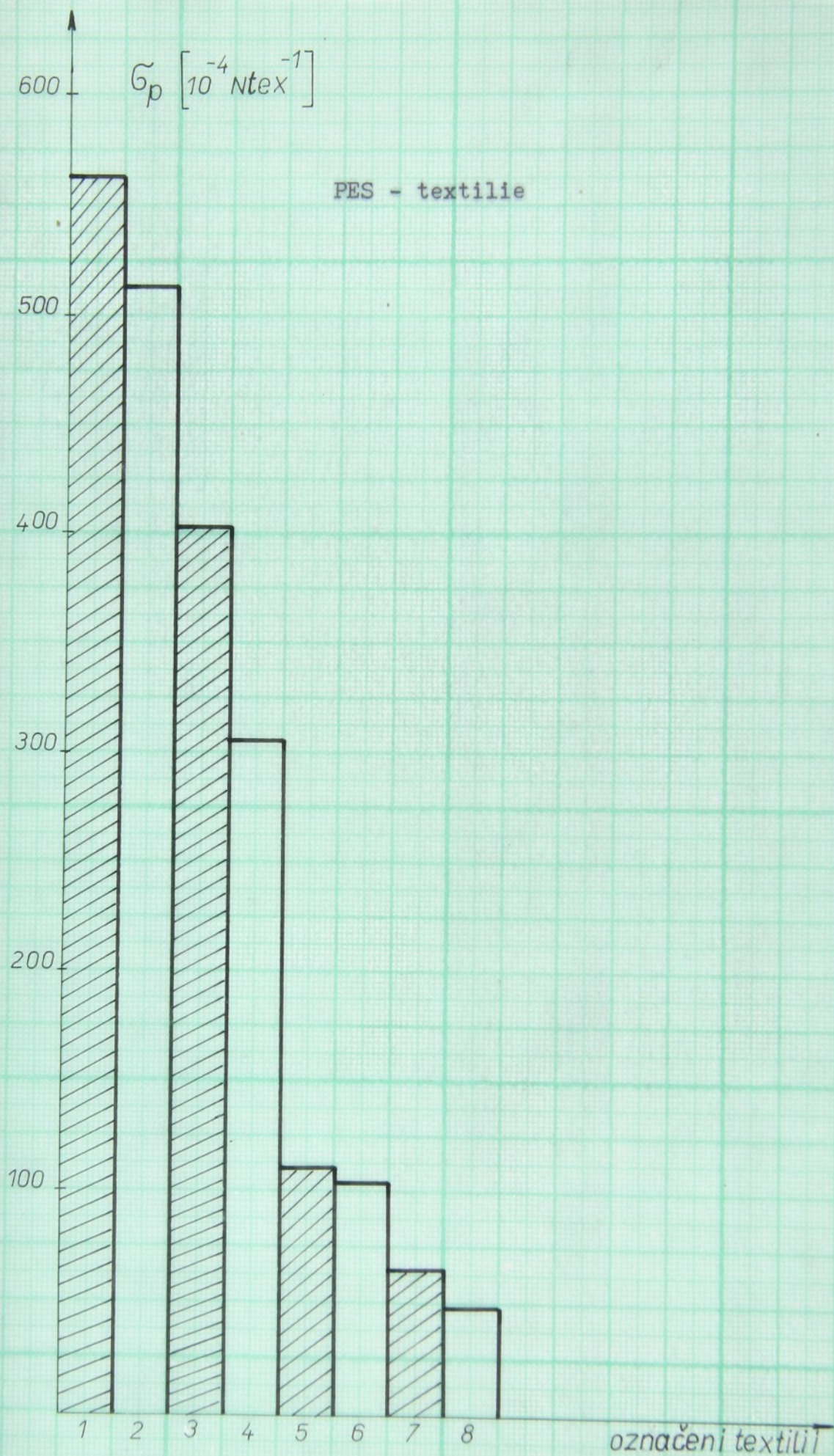
Tab. 20

20

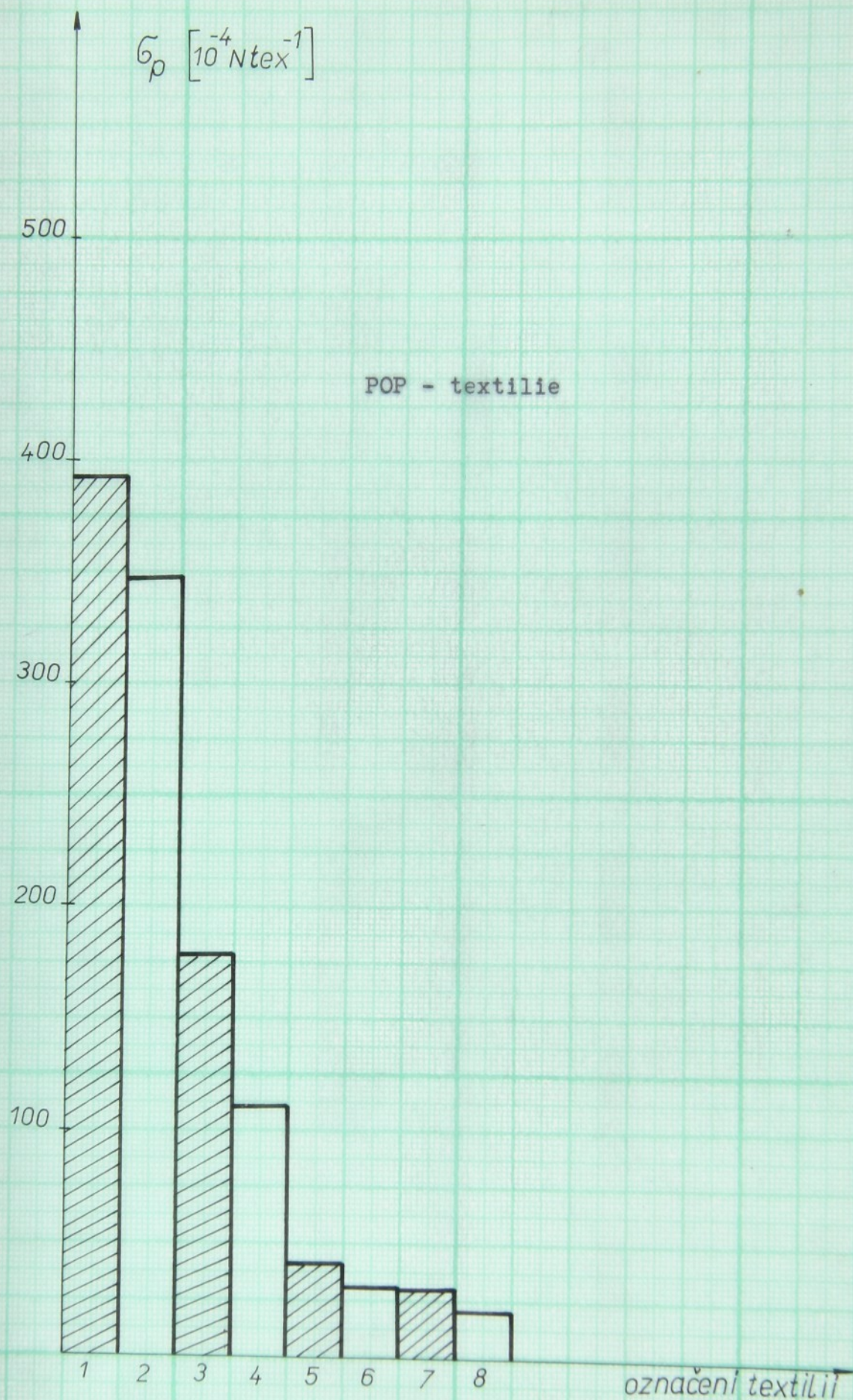
		VIS - pěna - Benz					
		č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1		396,863	202,529	84,895	28,0	5,4
	2		403,995	210,405	86,551	28,4	5,8
	3		408,204	205,348	78,947	28,4	5,6
	4		438,024	221,417	74,739	31,0	5,8
	5		415,460	199,625	80,806	28,4	5,6
	$\bar{X}$		412,509	207,865	81,187	28,84	5,64
	s		9,28	8,55	4,72	1,04	0,16
	v		2,25	4,11	5,81	3,66	2,96
příčný směr	1		136,139	96,859	56,091	58,0	8,0
	2		139,863	99,812	60,042	57,0	6,0
	3		137,714	103,929	56,919	56,0	6,0
	4		137,251	96,256	62,822	62,0	7,0
	5		141,434	92,942	59,999	58,0	7,0
	$\bar{X}$		138,48	97,961	58,375	58,2	6,8
	s		2,13	4,13	2,83	2,28	0,83
	v		1,54	4,21	4,85	3,91	12,3

Tab. 21

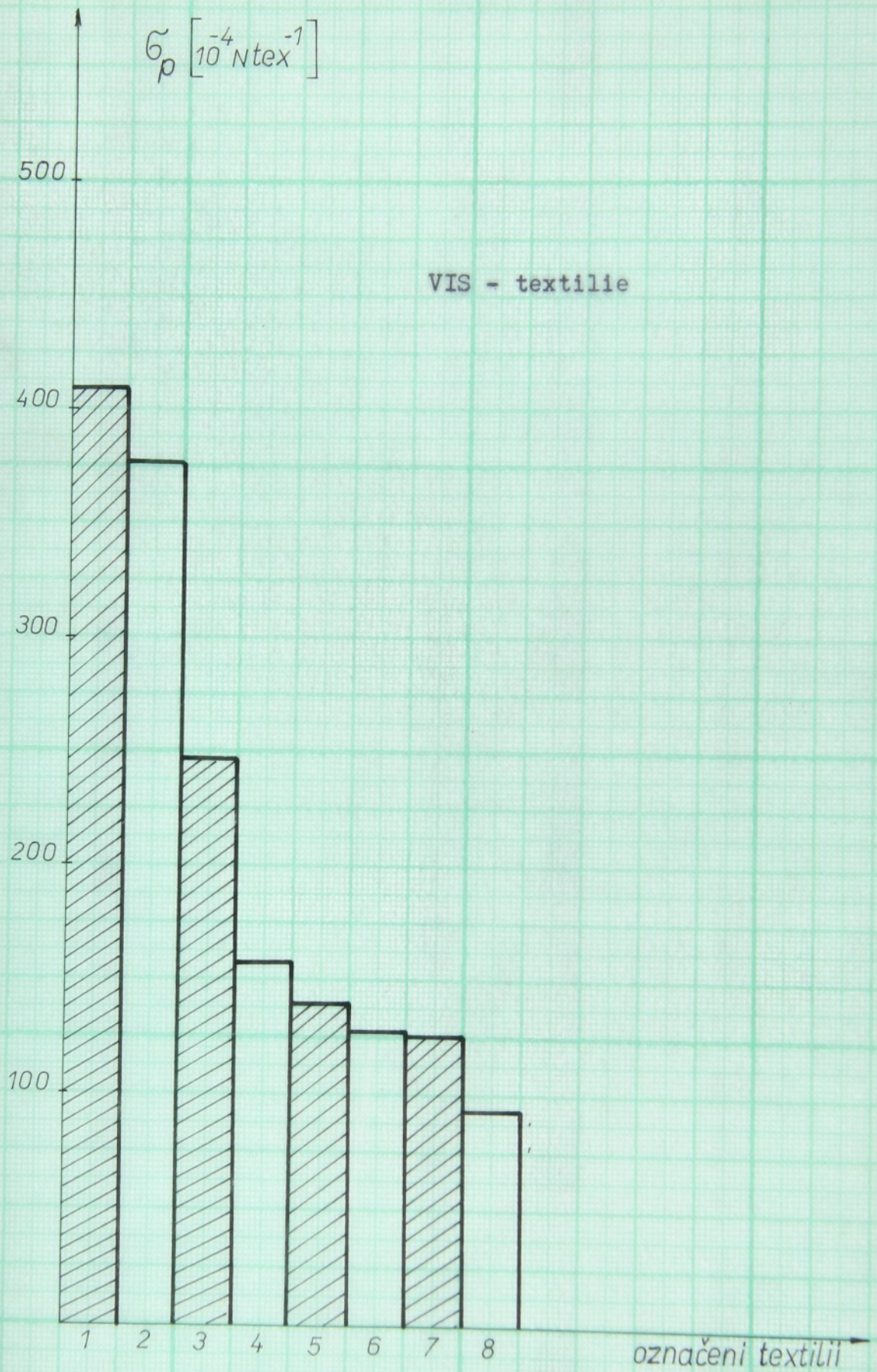
		VIS - pěna - Chirana					
		č.	σ_p [N/tex]	σ_k [N/tex]	E_m [N/tex]	ϵ_p [%]	ϵ_k [%]
podélný směr	1		384,754	150,579	74,660	29,8	6,00
	2		360,070	165,788	89,202	28,0	5,50
	3		368,152	185,780	83,436	29,2	5,04
	4		389,416	164,874	75,440	27,2	5,50
	5		370,912	168,235	72,044	28,0	6,00
	$\bar{X}$		376,661	163,051	76,956	28,44	5,61
	s		23,68	7,08	7,47	1,04	0,4
	v		6,28	4,34	9,7	3,66	7,2
příčný směr	1		127,237	94,288	54,301	52,0	8,0
	2		125,421	96,268	52,742	52,0	9,0
	3		129,335	98,247	55,533	53,0	8,0
	4		130,497	97,081	53,701	53,0	8,4
	5		129,443	96,342	52,809	54,0	9,0
	$\bar{X}$		128,987	95,846	53,817	52,8	8,48
	s		1,38	1,59	1,15	0,83	0,5
	v		1,07	1,66	2,15	1,58	5,91



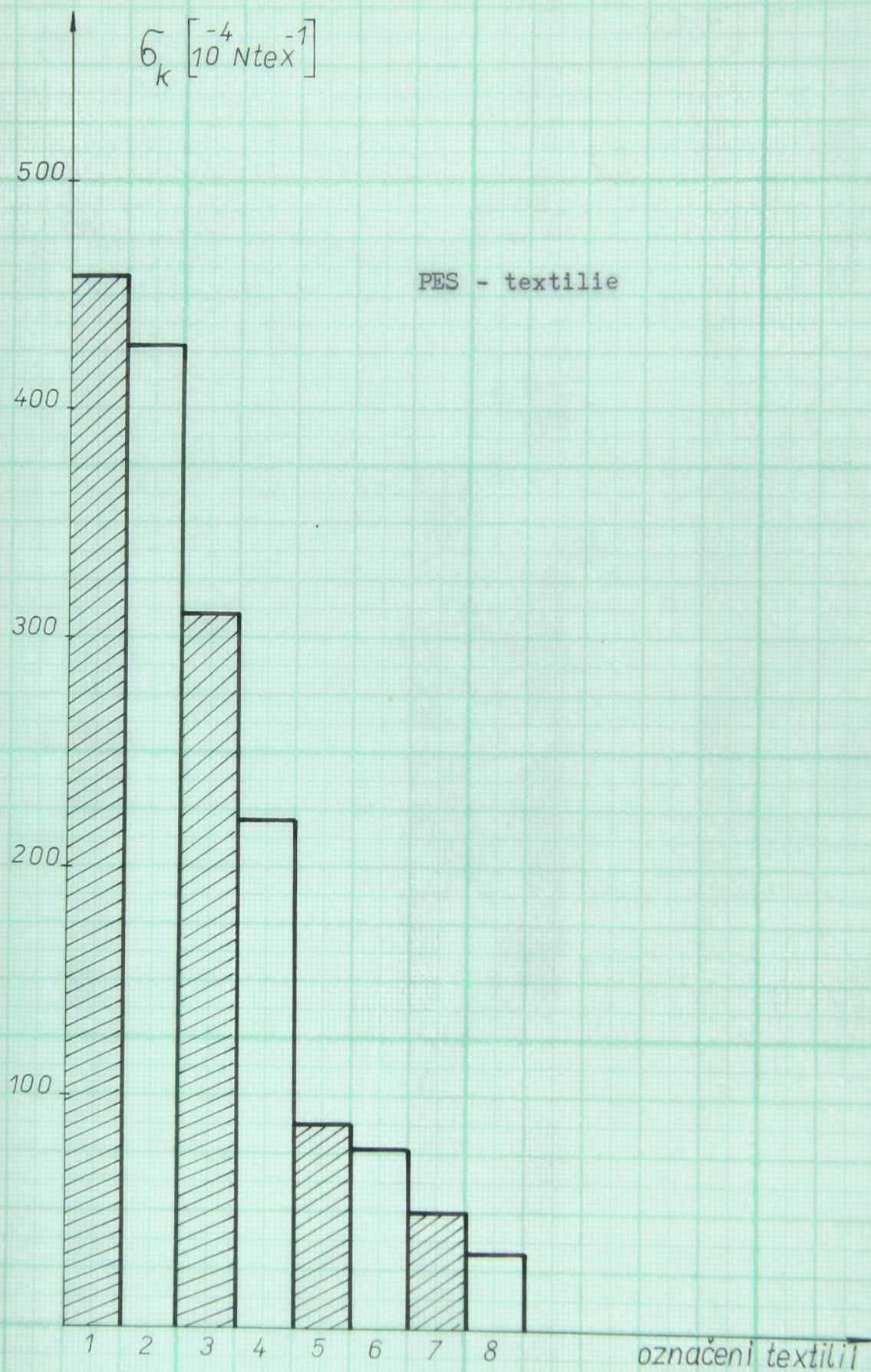
obr. 18 napětí na mezi pevnosti



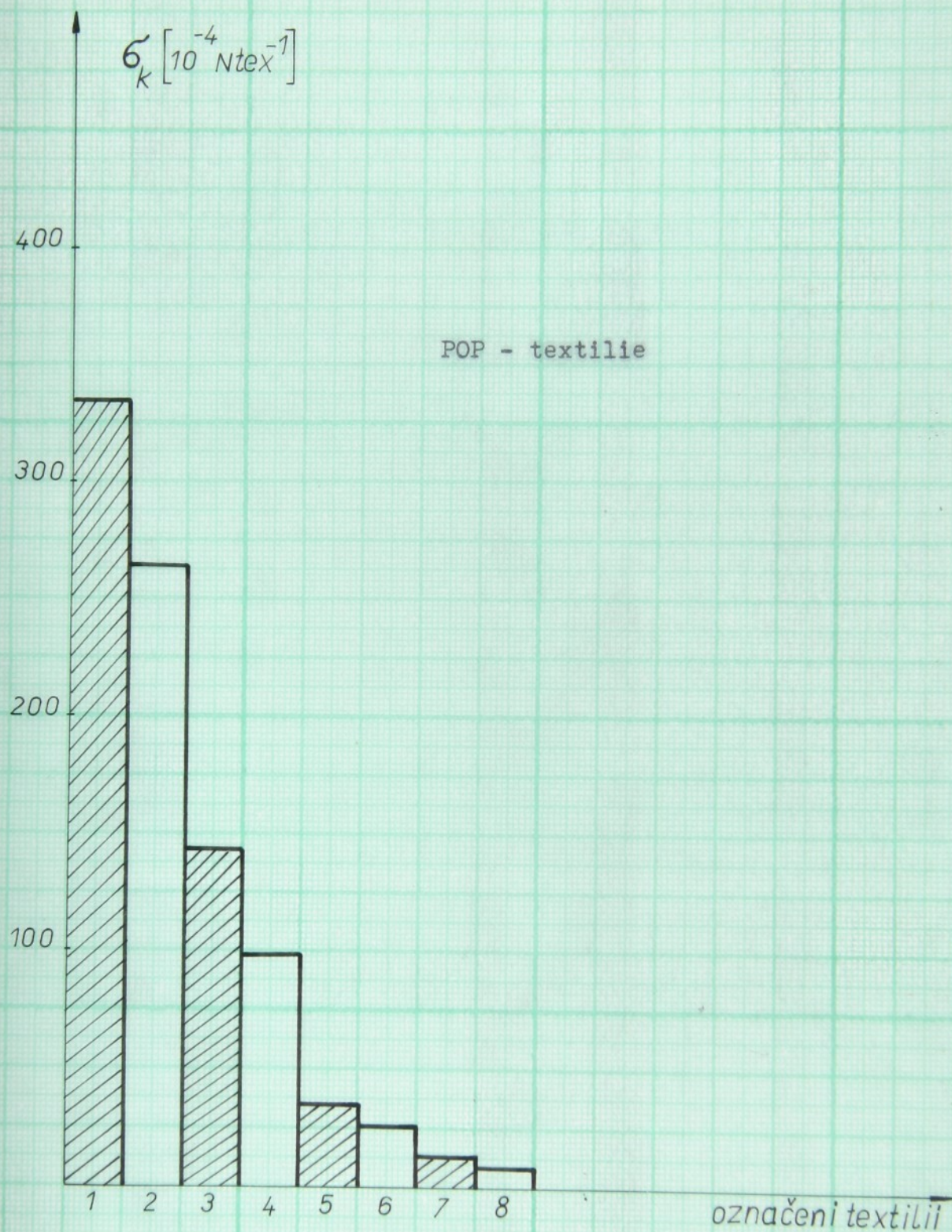
obr. 19 napětí na mezi pevnosti



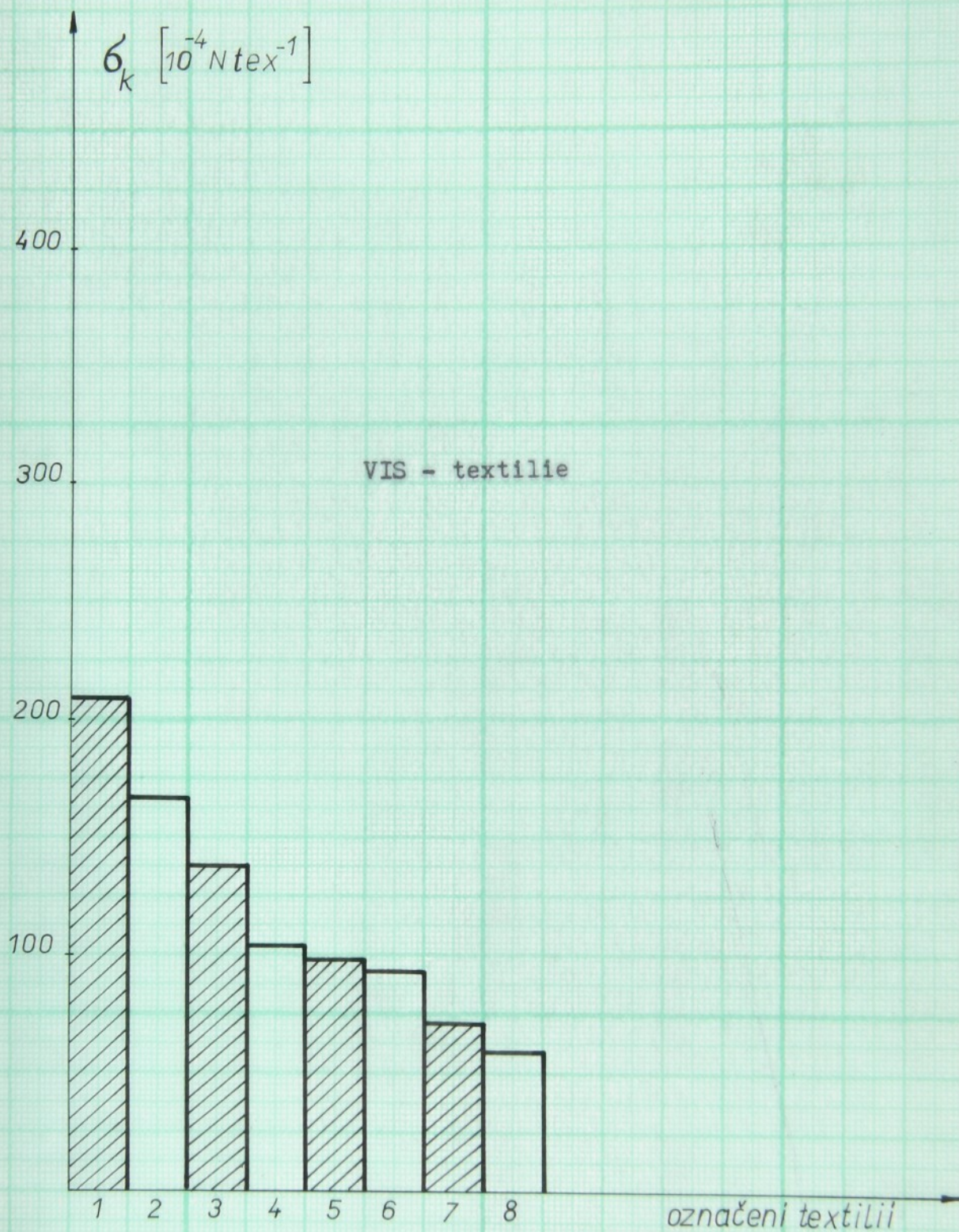
obr. 20 napětí na mezi pevnosti



obr. 21 napětí na mezi kluzu

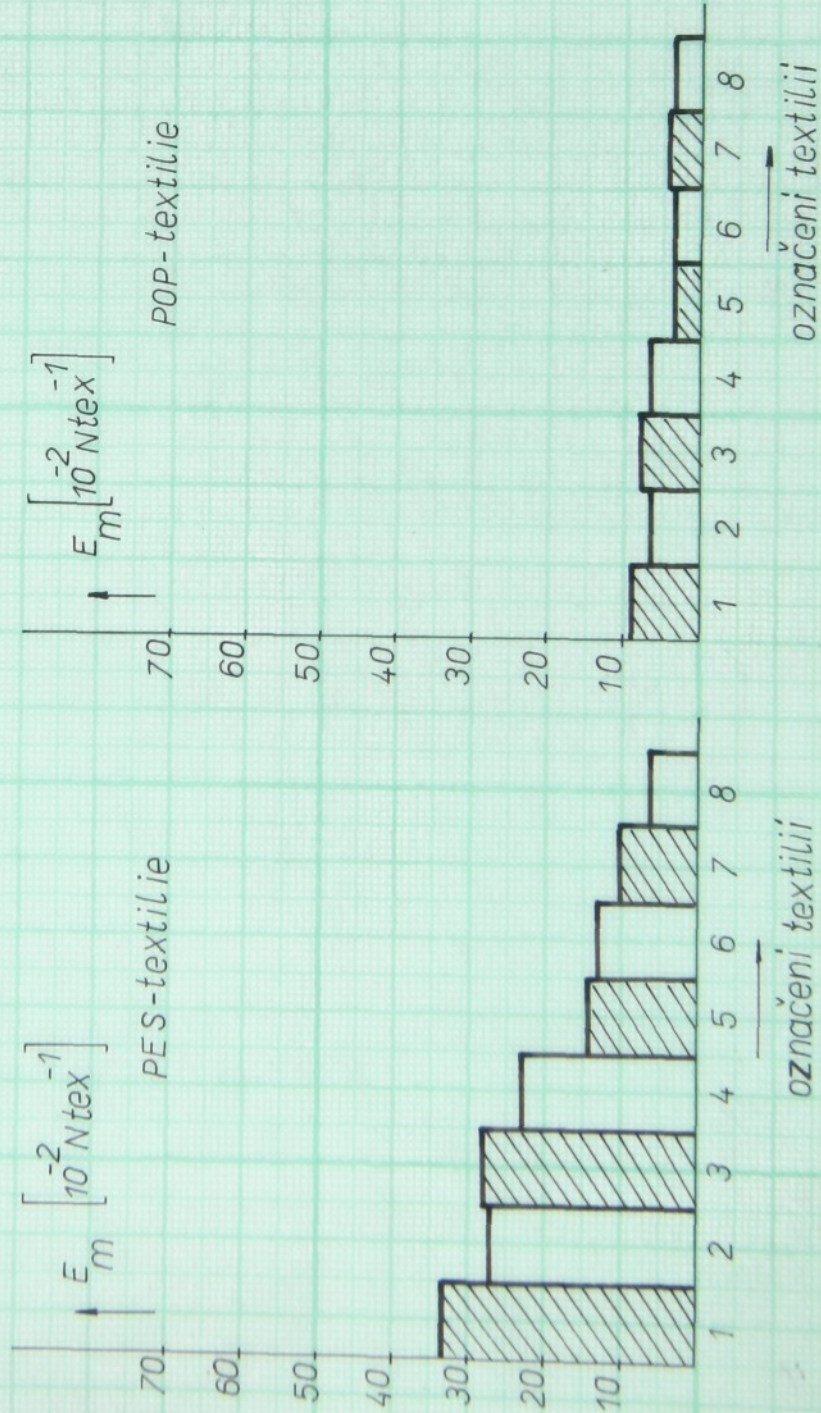


obr. 22 napětí na mezi kluzu

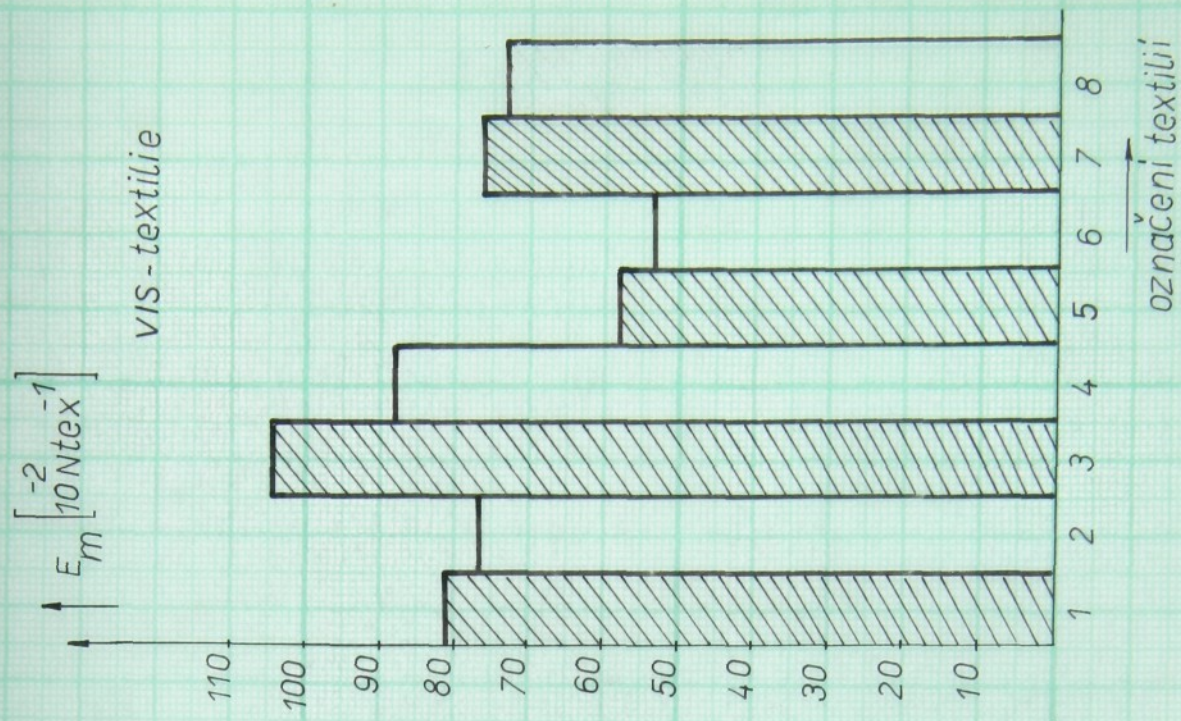


obr. 23 napětí na mezi kluzu

E_m - počáteční měrný modul pružnosti



obr. 24



obr. 26

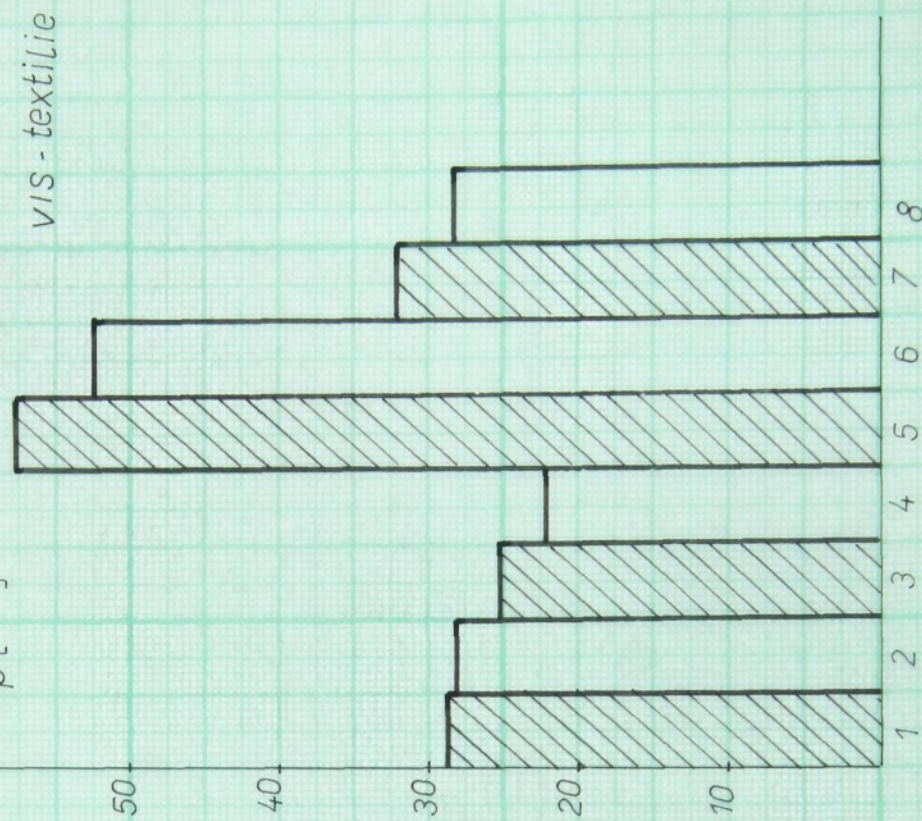
ϵ_p - poměrné prodloužení na mezi pevnosti

ϵ_p [%]

PES - textilie

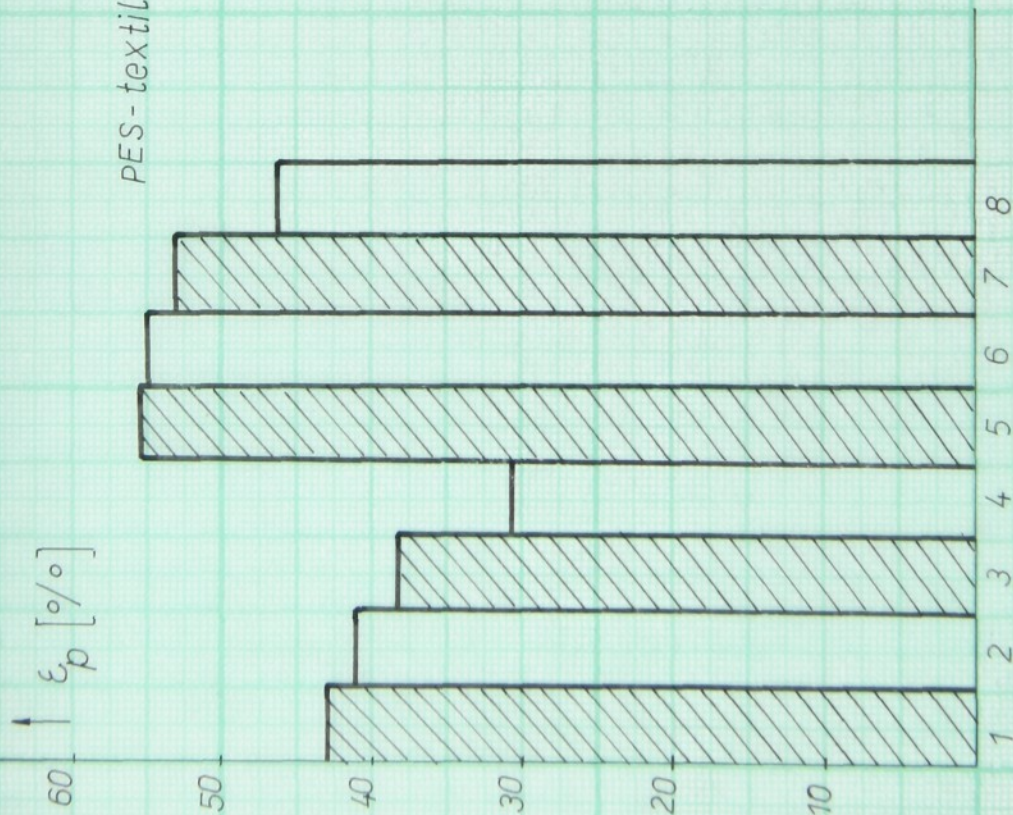
VIS - textilie

ϵ_p [%]



označení textilií

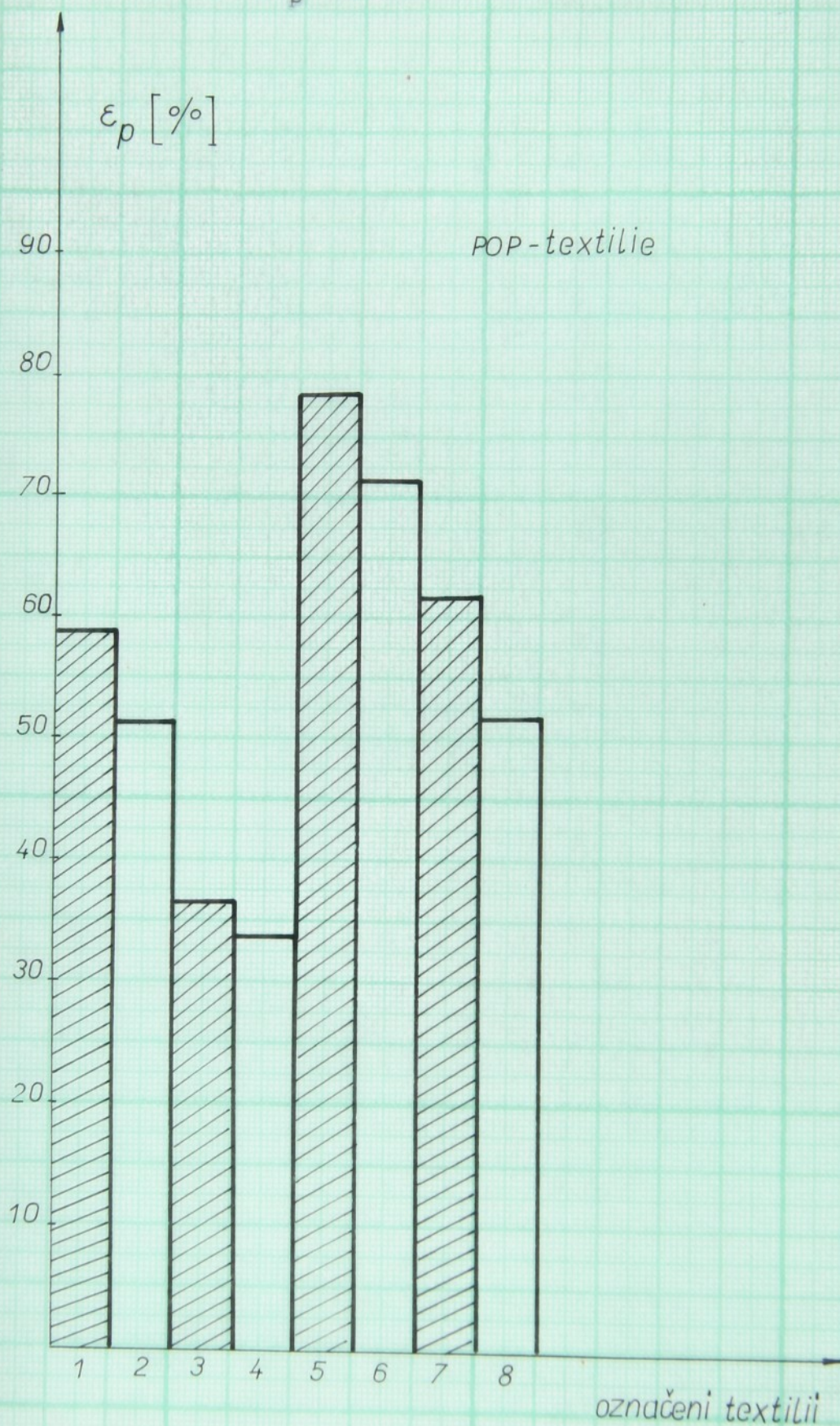
obr. 29



označení textilií

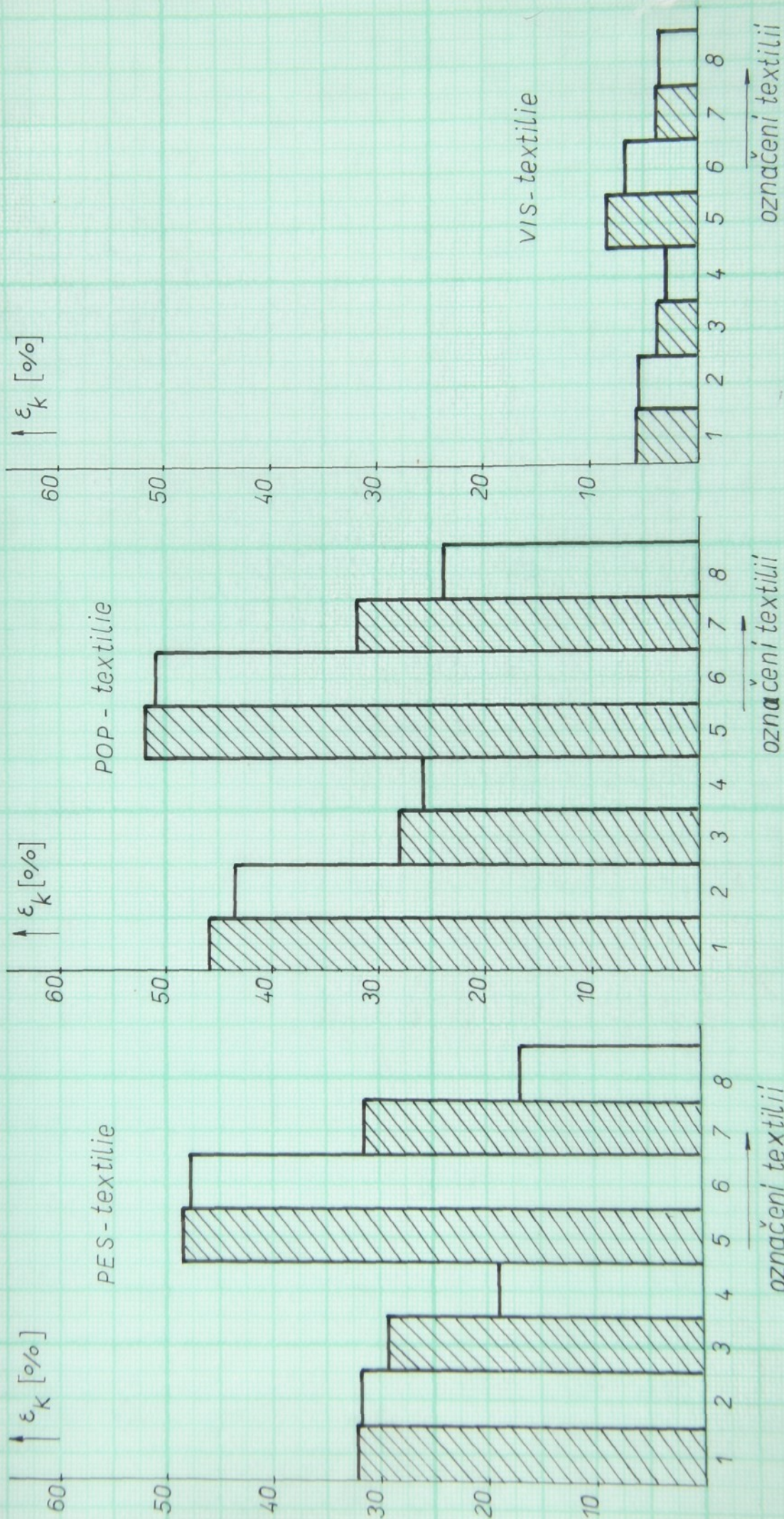
obr. 27

ϵ_p - poměrné proloužení na mezi pevnosti



obr. 28

ϵ_k je poměrné prodloužení na mezi kluzu



obr. 30

obr. 31

obr. 32

VŠST
FT

Vliv sušení na rozložení
a migraci pojiva v rounu

Le Thi Kim Xuyen

KNZ

List: 64

4. DISKUZE VÝSLEDKŮ - ZÁVĚR

4.1 Mechanické vlastnosti pojených textilií

Sloupcové diagramy příslušející k jednotlivým tabulkám mají za úkol pouze názorně zobrazit rozdíly ve vlastnostech jednotlivých typů netkaných textilií.

Napětí při přetrhu a v mezi kluzu pojených textilií sušených v sušicím zařízení Benz je vyšší než v sušicím zařízení Chirana. Toto platí pro podélný i příčný směr. Tento rozdíl příslušných napětí je pro textilie impregnované vodní disperzí s obsahem sušiny 20 % větší než pro textilie impregnované pěnou.

Napětí při přetrhu i na mezi kluzu textilií impregnovaných pěnou jsou značně větší než u textilií impregnovaných vodní disperzí. Znamená to, že typ a koncentrace pojiva hrají důležitější úlohu pro migraci než rozdílné typy sušení s horkovzdušným médiem. Migrace je větší u textilií sušených v sušicím zařízení Chirana, to nepříznivě na pevnost textilie ovlivňuje. Tento poznatek ukazuje, že počet vláken účastnících se na pevnosti textilie je menší při použití sušicího zařízení Chirana než sušicího zařízení Benz.

Napětí při přetrhu i v mezi kluzu ve směru podélném jsou podstatně vyšší než v příčném směru.

Měrný počáteční modul pružnosti neukazuje podstatný rozdíl jak v podélném tak i v příčném směru textilie u obou typů sušení.

Poměrné prodloužení na mezi pevnosti a na mezi kluzu u všech variant textilií je větší v příčném směru a značně menší v podélném směru. Při použití sušicího zařízení Benz je toto prodloužení větší než použití sušicího zařízení Chirana, a to jak pro impregnaci pěnou, tak i pro impregnaci vodní disperzí.

4.2 Pevnost lpění vrstev pojených textilií

Získané střední hodnoty sil potřebných k oddělení jednotlivých vrstev jsou v tabulkách 4 až 9 a v grafech (obr. až).

První vrstvou byla označena vrstva na horní straně,

která se nedotýkala kovového síta (popř.drátěného pletiva) na ukládání vzorků při sušení.

Výsledky zanesené do grafů nám ukazují, že rozložení pojiva není stejnoměrné u žádné textilie. Z toho vyplývá, že ani tryskové sušící zařízení Benz, ani sušící zařízení Chirana nezabraňují migraci při sušení.

Síly potřebné k oddělení vnějších vrstev jsou větší než k oddělení vnitřních vrstev. Rozložení pojiva v rouně není stejnoměrné, nejvíce ho je ve vnějších vrstvách rouna, nejmenší množství pojiva po sušení zůstává ve vnitřních vrstvách rouna. U textilií impregnovaných vodní disperzí se rozdílnost pevností lpění vnějších a vnitřních vrstev ukazuje výrazněji než u textilií impregnovaných pěnou. Znamená to, že migrace záleží na typu použití pojiva, větší migrace je u roun impregnovaných vodní disperzí. Použitím latexového pojiva ve formě pěny s větším obsahem sušiny při sušení impregnatů nedojde k odpaření tolik množství vody jako u pojiva ve formě vodní disperze s menším obsahem sušiny. Z hlediska omezení času se tím problémem nezabývám. Bylo by lépe kdybychom to prováděli srovnáváním množství odpařené vody u pěn a u vodní disperze při sušení, tím lze do určité míry vysvětlit rozdílné schopnosti migrace u obou typů pojiva.

Pevnosti lpění vrstev po obou stranách textilií nejsou symetrické, nýbrž se ukazují větší pevnosti u vnějších vrstev dolní strany, kde byl dotyk s kovovými síty při sušení. Nejvíce se toho projevuje u textilií impregnovaných vodní disperzí u typu sušícího zařízení Chirana. Toto lze vysvětlit tím, že kromě sdílení tepla konvekci vzduchu je zde ještě sdílení tepla kondukcí. Ohřátá kovová síta mají poměrně velkou povrchovou teplotu, kterou předávají sušenému materiálu. Proto jeho teplota je větší než teplota vlhkého teploměru.

Rouno si lze představit jako stěnu složenou z několika nestejnorodých vrstev. Vzdálenější vrstvy (hornější vrstvy) rouna podle znázornění tohoto způsobu sdílení mají menší teploty (odst.2.1.1).

Z jiného hlediska způsobení tepla spočívá ještě v tom, že u sušícího zařízení Chirana horký vzduch se přivádí zdola a odsává se shora. Proto vyvolává v sušeném impregnátu jiný teplotní gradient než u oboustrané tryskové sušičky Benz. Teplotní gradient vyvolává v tom nejen transport energie, nýbrž transport hmoty. To lze vysvětlit tím, že počty částic, které projdou jedním a druhým směrem libovolnou plochou kolmou na směr teplotního gradientu jsou různé. Stykem rouna s kovovými síty se přidává ke konvekčnímu sušení kondukční, které ovlivňuje migraci. Skutečnost je mnohem složitější, neboť vlastnosti vrstev rouna se nepřetržitě mění při sušení (vlivem odpaření vody, migrace pojiva atd.).

Na rozložení pojiva mají vliv i vlastnosti rouna. Při stejných podmínkách plošné hmotnosti, koncentrace, způsob nanášení pojiva, teplotního a časového režimu sušení ukazují textilie z jiných materiálů jiné rozložení pojiva. Výrazně to je vidět u viskozové textilie. Rozdílnou migraci pojiva ovlivňují rozdílné schopnosti vláken přijímat pojivo.

Přesnost modifikovaných výsledků je závislá na mnoha faktorech, především na rovnoměrnosti vláknenné vrstvy, na dodržení konstantního obsahu pojiva a vizuálním čtení hodnot na záznamu.

Závěrem lze říci, že různé typy sušení do určité míry ovlivňují migraci pojiva, a tím vlastnosti textilie. I když při výrobě pojených textilií působí řada různých faktorů, je v tomto procesu použitý způsob sušení impregnovaných textilií jedním z nejdůležitějších.

Mechanické vlastnosti textilií při použití sušícího zařízení Benz se nepatrně větší, proto lze toto zařízení doporučit.

VŠST
FT

Vliv sušení na rozložení
a migraci pojiva v rounu

Le Thi Kim Xuyen

KNZ

List: 68

PODĚKOVÁNÍ

Při řešení této diplomové práce bych chtěla vyjádřit srdečný dík mému vedoucímu s. Ing. Miroslavu Kvapilovi za cenné připomínky a pomoci a s. Ing. Josefu Janstovi za provedení provozního experimentu.

VŠST FT	Vliv sušení na rozložení a migraci pojiva v rounu	Le Thi Kim Xuyen	
		KNZ	List: 69

5. Použité literatura

[1] SIMON, J.- KVAPIL, M.: Základy technologie zušlechťování textilií - Díl I, VŠST, Liberec 1973.

[2] KALČÍK, J.- SÝKORA, K.: Technická termomechanika, Akademia, Praha 1973.

[3] Vlnářský informativní přehled, VÚV, Brno 1/1974.

[4] Apperate für Laborfärbung Benz - prospekt.

[5] MÜHLSTEPH, W. - PÖGE, W.: Použití disperzí plastických hmot a kaučuků, SNTL, Praha 1968.

[6] KRČMA, R.: Netkané textilie I, skripta VŠST, Liberec 1971.

[7] POUCHLÝ, J.- VAVRUCH, I.: Fyzikální chemie koloidních soustav, SNTL, Praha 1960.

[8] KLOUBEK, J.: Sborník přednášek ze semináře o problematice pěny a pěničů v Praze 10/10/1968.

[9] BELIJALV, N. M.: Pružnost a pevnost I, SNTL, Praha 1954.

[10] Dílčí úkol strukturální změny textilní výroby-
Výchozí studie II - VŠST, Liberec, KNE 3/1972
(metodika hodnocení a modelování netkaných textilií).

[11] ZÁSTĚRA, S.: Vztah vlastností pojiva a textilie pojené kaučukovou disperzí, dipl. práce, VŠST Liberec 1972.

[12] ČSN 80 0812.

[13] ČSN 80 0830.

[14] DUNG, M.,X.: Zpěňování disperze kačukových pojiv, dipl. práce, VŠST, Liberec 1976.

[15] SOKOLOVÁ, E.: Zpěňování pojiv rozpustných ve vodě, dipl. práce, VŠST, Liberec 1976.

[16] NEKULA, A. : Struktura pojených textilií nízkých a středních hmotností v závislosti na výrobních operacích a použitých materiálech, KNZ, VŠST, Liberec 1976.

VŠST
FT

Vliv sušení na rozložení
a migraci pojiva v rounu

Le Thi Kim Xuyen

KNZ

List: 70

6. PŘÍLOHA

Příloha 1 : Pevnost lpění vrstev PES- textilie

č.	F _{v1} [N]	F _{v2} [N]	F _{v3} [N]	F _{v4} [N]	F _{v5} [N]	F _{v6} [N]	F _{v7} [N]	F _{v8} [N]	F _{v9} [N]	F _{v10} [N]
1	4,608	4,280	3,360	2,584	1,976	2,048	2,056	3,112	4,184	5,056
2	3,960	4,000	3,240	2,520	2,600	1,824	2,264	2,976	3,576	4,832
3	4,368	4,216	3,488	2,936	1,634	1,680	2,568	3,368	4,008	4,472
4	4,424	4,408	3,656	2,424	1,312	1,144	2,128	3,160	4,424	5,024
5	4,832	3,800	3,152	2,368	1,560	1,624	2,016	3,568	3,608	4,888
1	5,056	3,400	2,504	1,592	1,624	1,480	1,584	2,232	3,696	6,380
2	4,376	4,308	2,856	1,856	1,576	1,520	2,336	2,280	2,744	7,144
3	5,240	3,940	2,896	1,648	1,784	1,128	2,272	2,656	8,944	7,960
4	4,416	3,560	3,000	1,720	1,400	1,104	1,608	2,008	3,624	6,556
5	4,592	3,256	3,248	1,400	1,000	0,816	1,480	2,400	3,112	6,808
1	7,000	4,328	4,904	3,816	3,968	4,504	4,888	6,242	6,280	5,704
2	5,336	4,944	4,368	4,728	4,046	3,760	4,672	5,456	5,600	6,064
3	6,344	5,192	4,392	3,775	4,016	4,336	4,672	5,600	5,892	7,072
4	5,000	6,144	4,280	4,168	4,472	3,952	4,704	5,324	6,376	7,456
5	6,536	6,592	4,810	4,200	4,584	4,288	4,840	6,064	6,040	6,120
1	6,906	5,680	4,840	4,184	3,424	3,840	4,208	5,760	5,888	7,016
2	6,960	5,000	4,696	3,800	3,656	4,208	4,848	5,320	5,888	7,160
3	6,576	4,856	3,960	3,496	3,376	4,040	4,288	4,856	5,816	6,532
4	5,646	5,224	4,776	4,072	4,064	3,456	4,576	5,232	5,848	7,088
5	6,056	5,312	4,984	4,136	4,272	3,880	4,592	5,080	5,896	6,952

vodní disperze

Péna

Příloha 2 - Pevnost lpění vrstev POP - textilie

č.	F _{v1} [N]	F _{v2} [N]	F _{v3} [N]	F _{v4} [N]	F _{v5} [N]	F _{v6} [N]	F _{v7} [N]	F _{v8} [N]	F _{v9} [N]	F _{v10} [N]	F _{v11} [N]	F _{v12} [N]
1	5,800	3,784	3,064	2,976	2,576	1,608	1,504	2,360	2,560	2,736	3,560	4,680
2	5,504	4,981	3,568	2,760	2,024	1,562	2,096	2,032	2,240	3,016	3,880	4,344
3	6,546	5,416	3,640	2,856	1,320	2,008	2,344	2,416	2,425	2,936	4,120	5,960
4	4,648	4,208	3,416	2,600	1,728	1,376	1,592	2,520	2,321	2,864	4,200	4,264
5	5,336	5,424	3,160	3,240	2,056	1,600	1,992	1,960	2,704	2,712	4,880	5,800
1	4,640	3,928	2,504	1,608	1,000	0,584	1,376	1,856	1,968	2,616	3,504	7,072
2	4,704	4,720	2,096	1,312	1,344	0,712	1,240	1,728	1,792	3,428	5,616	5,936
3	5,744	4,496	3,200	1,880	1,584	1,000	1,168	1,576	2,464	2,480	4,568	6,941
4	5,224	4,856	4,016	1,576	1,712	1,080	1,352	1,720	1,848	2,368	5,704	7,400
5	5,448	4,280	3,376	1,800	2,104	1,016	1,464	1,960	2,024	2,200	4,800	6,592
1	4,328	4,144	4,016	3,944	2,382	3,496	3,040	2,792	3,728	4,344	4,688	5,392
2	4,944	3,936	4,024	4,120	3,504	2,920	3,926	4,104	3,900	3,480	4,616	5,104
3	4,664	3,936	3,480	3,648	2,320	2,176	3,160	3,216	3,588	4,000	3,496	5,760
4	5,176	5,312	4,273	4,016	3,512	2,048	2,400	2,592	3,468	3,556	4,160	5,192
5	4,768	4,656	3,656	3,480	3,256	3,032	2,600	3,272	3,232	3,824	3,984	4,872
1	5,160	4,320	3,944	3,800	2,976	2,136	3,376	3,664	4,000	4,304	4,904	6,336
2	5,624	4,184	4,032	4,104	2,593	2,280	2,856	3,480	4,064	4,280	4,368	7,120
3	4,912	3,968	3,968	3,768	3,616	2,976	3,104	2,792	3,552	3,896	4,320	5,976
4	4,856	4,200	4,272	3,280	2,200	2,032	2,376	3,032	3,384	4,500	5,536	6,384
5	5,824	4,620	4,120	4,002	2,136	2,600	2,600	3,216	3,736	4,224	6,128	6,456

vodní disperze

pěna

Příloha 3 : Pevnost lpění vrstev VIS - textilie

č.	F _{V1} [N]	F _{V2} [N]	F _{V3} [N]	F _{V4} [N]	F _{V5} [N]	F _{V6} [N]	F _{V7} [N]	F _{V8} [N]	F _{V9} [N]
1	8,840	6,944	6,800	2,530	2,872	3,728	4,832	8,376	9,936
2	8,680	8,584	6,160	3,744	2,984	4,302	5,036	6,240	9,968
3	10,560	9,320	5,840	3,240	3,392	4,524	5,705	7,480	10,400
4	10,024	8,680	7,096	3,352	3,152	3,808	6,048	6,608	12,616
5	10,280	7,440	5,488	4,320	2,976	5,080	4,384	7,000	10,600
1	11,408	8,288	6,176	1,000	2,016	2,552	5,656	9,000	13,736
2	10,968	10,560	5,560	2,256	1,560	3,024	4,872	9,969	14,768
3	11,640	8,664	5,584	3,816	1,016	2,008	4,456	8,431	13,232
4	8,712	7,800	5,408	2,944	2,800	2,596	3,296	9,032	12,232
5	11,016	6,680	6,480	1,800	2,360	3,248	4,336	7,632	11,160
1	13,008	11,016	10,080	8,240	5,856	8,736	8,776	13,144	15,360
2	11,752	10,968	10,000	9,520	7,080	6,576	9,544	10,200	12,053
3	13,328	10,824	10,072	8,720	8,248	8,032	7,328	11,600	13,576
4	11,440	10,352	10,496	7,456	6,392	7,712	8,976	10,736	15,012
5	13,368	11,216	8,848	7,248	6,954	7,296	7,768	10,364	14,780
1	13,280	10,160	7,520	5,864	6,592	8,160	8,320	10,240	13,304
2	12,360	10,200	8,200	5,400	6,984	6,784	8,960	11,312	15,284
3	9,640	9,368	7,896	6,896	5,832	6,120	7,920	11,040	11,840
4	13,080	9,538	9,776	6,880	5,904	6,208	6,960	8,848	10,408
5	13,000	10,070	7,904	7,976	6,896	7,000	7,800	9,352	16,028

vodní disperze

pěna