

Prohlášení

Jsem si vědom/a/ toho, že diplomová práce je majetkem školy, že s ní nemohu sám/sama/ bez svolení školy disponovat a že může být zapůjčena či objednána za účelem využití jejího obsahu.

Beru na vědomí, že po pěti letech si mohu diplomovou práci vyžádat v Univerzitní knihovně Technické univerzity v Liberci, kde je uložena. Pokud tak neučiním, bude po pěti letech skartována.

.....
podpis

Jméno a příjmení JANA JEREKJANÍKOVÁ

Adresa stálého bydliště JARABINA 38, okr. Stará Lúbovna
06531, SK

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilná



Adhezné spájanie textílií latexom

Alena Džavoronková

diplomová práca

1997

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Textilná fakulta

Obor : 31 168 Všeobecná technológia

Zameranie : Projektovanie konfekčných výrobkov

Katedra odevníctva

Adhezné spájanie textilií latexom

Alena Džavoronková

KOD - 335

Vedúci diplomovej práce : Prof. RNDr. Ing. Lumobír Sodomka, CSc., F.A.B.I.

Rozsah práce a príloh

Počet stran : 52

Počet tabuliek : 19

Počet obrázkov : 9

Počet príloh : 5

Fakulta textilní

Katedra oděvnictví

Školní rok: 1996/97

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro D ž a v o r o n k o v o u Alenu
obor 31-16-8 Oděvní technologie
zaměření projektování konfekčních výrobků

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Adhezní spojování textilií latexem.

Zásady pro vypracování :

1. Proveďte literární průzkum adhezního spojování textilií pro konfekční aplikace.
2. Proveďte výběr vhodných textilií a zjistěte jejich významné charakteristiky pro jejich adhezní spojení.
3. Zjistěte charakteristické vlastnosti latexových pojiv.
4. Určete optimální geometrické a fyzikálně-chemické podmínky pro lepení vybraných textilií latexovými pojivy v jedné a více vrstvách v závislosti na jejich orientaci.
5. Proveďte měření mechanických vlastností spojů, vyhodnoťte adhezní energii spojů a ekonomicky zhodnoťte vlastní provedený výzkum.

Rozsah grafických prací: cca 40 grafů

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran textu

Seznam odborné literatury:

1. Ježková, J.: Adhezni spoje v techn.konf. jejich mechanické a reologické vlastnosti
Diplomová práce, TU Liberec, 1996
2. Sodomka, L.: Energie a adhezni síly uhlíkových vláken a epoxidovou matricí
Plasty a kaučuk 29, 1992, 7/8
3. Foltín : Příručka pro chem.vláknáře

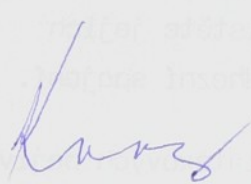
Vedoucí diplomové práce: Prof.RNDr.Ing.L. Sodomka, CSc.

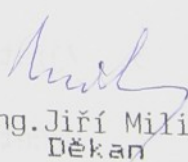
Konzultant:

Zadání diplomové práce: 30.10.1996

Termín odevzdání diplomové práce: 30.5.1997




Doc. Ing. Otakar Kunz, CSc.
Vedoucí katedry


Prof. Ing. Jiří Militký, CSc.
Děkan

V Liberci dne 30.10.1996

Miestoprísažné prehlásenie :

Miestoprísažne prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry a s pomocou vedúceho diplomovej práce.

Alena Džavoronková

Alena Džavoronková

V Liberci dňa 30. mája 1997

POĎAKOVANIE

Chcela by som poďakovať Prof. RNDr. Ing. L. Sodomkovi, CSc., F.A.B.I. za odborné vedenie a pomoc pri vypracovaní diplomovej práce.

OBSAH

ÚVODNÝ LIST

ZADANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE

PREHLÁSENIE..... str.1.

POĎAKOVANIE..... str.2.

OBSAH..... str.3.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV..... str.5.

1. ÚVOD..... str.6.

2. CIEĽ PRÁCE..... str.6.

TEORETICKÁ ČASŤ

3. ADHÉZIA str.7.

3.1. Úvodná časť..... str.7.

3.2. Prehľad teórií adhézie..... str.8.

3.2.1. *Mechanická teória*..... str.8.

3.2.2. *Teória špecifickej adhézie*..... str.9.

3.2.3. *Teória priamych chemických väzieb*..... str.12.

3.3. Zhrnutie teórií adhézie str.12.

4. LEPENIE..... str.12.

4.1. Úvodná časť..... str.12.

4.2. Predpoklady lepenia..... str.13.

4.3. Štruktúra lepeného spoja..... str.14.

4.4. Vplyv lepeného materiálu a lepidla na vlastnosti spoja..... str.14.

4.5. Technologické podmienky spracovania lepených spojov..... str.18.

5. LATEXOVÉ POJIVÁ..... str.20.

5.1. Úvodná časť..... str.20.

5.2. Prehľad typov syntetických latexov a ich rozdelenie..... str.21.

5.3. Vlastnosti syntetických latexových pojiv..... str.22.

5.4. Polyakrylátové disperzie..... str.23.

5.5. Aplikačné metódy latexových lepidiel..... str.23.

6. POUŽITIE ADHÉZNEHO SPOJOVANIA..... str.24.

6.1. Úvodná časť..... str.24.

6.2. Odevný priemysel.....	str.24.
6.3. Čalúnický priemysel.....	str.25.
6.4. Obuvnícky a kožiarsky priemysel.....	str.25.
7. MECHANOLUMINISCENCIA.....	str.25.
7.1. Základné pojmy.....	str.25.
7.2. Teória mechanoluminiscencie.....	str.26.
7.3. Javy mechanoluminiscencie.....	str.26.
7.4. Mechanoluminiscenčné materiály.....	str.27.
7.5. Mechanoluminiscencia u kaučukov.....	str.27.
<u>EXPERIMENTÁLNA ČASŤ</u>	
8. CHARAKTERISTIKY TKANÍN A LEPIDLA.....	str.28.
8.1. Všeobecné charakteristiky bavlnených a sklenených tkanín.....	str.28.
8.2. Významné charakteristiky použitých tkanín.....	str.29.
8.3. Charakteristiky lepidla.....	str.30.
9. PRÍPRAVA VZORIEK.....	str.30.
9.1. Úvodná časť.....	str.30.
9.2. Príprava vzoriek pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny.....	str.31.
9.3. Príprava vzoriek pre skúšku pevnosti spoja vrstiev.....	str.33.
9.4. Príprava vzoriek pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie.....	str.34.
9.5. Váženie.....	str.35.
10. MERANIE MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ SPOJOV.....	str.41.
10.1. Popis prístroja.....	str.41.
10.2. Priebeh merania.....	str.43.
10.3. Výsledky merania.....	str.43.
10.4. Zhodnotenie výsledkov merania	str.44.
10.4.1. Skúška pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny.....	str.44.
10.4.2. Skúška pevnosti spoja vrstiev.....	str.46.
10.4.3. Skúška pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie.....	str.46.
11. EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE.....	str.49.
12. ZÁVER.....	str.50.
ZOZNAM LITERATÚRY.....	str.51.
ZOZNAM A ROZSAH PRÍLOH	str.52.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

E_{pk}energia polárnych (Keesomových) síl

E_{pl}energia disperzných (Londonových) síl

E_{pd}energia indukčných (Debyeových) síl

θdotykový uhol

Tteplota

k_BBoltzmanova konštanta

w_Aadhezná práca

Ovzorka strihaná po osnove

$Ú$vzorka strihaná po útku

45°vzorka strihaná pod uhlom 45°

$\varnothing M_{lep}$priemerná spotreba lepidla

1. ÚVOD

Adhezné spojovanie je obor na začiatku svojho vývoja. Preto o ňom nie je veľa publikovaného a každý poznatok z tejto oblasti je cennou informáciou. Toto spojovanie poskytuje nové kombinačné možnosti a dovoľuje získať spoje takých tvarov a vlastností, ktoré nie sú dosiahnuteľné bežnými metódami spojovania. Kombinácia klasického a adhézneho spôsobu spojovania nie je vylúčená. Lepenie je vhodné pre upevňovanie veľkého počtu malých súčastí, vhodnosť použitia lepeného spoja sa ovšem musí pre každý jednotlivý prípad vždy dopredu overiť a hodnoty dosiahnutých pevností porovnať s hodnotami vlastností pôvodného materiálu.

2. CIEĽ PRÁCE

Účelom diplomovej práce bolo určiť optimálne geometrické a fyzikálno - chemické podmienky pre lepenie vybraných textílií latexovými pojivami v jednej a viacero vrstvách v závislosti na ich orientácii a previesť meranie mechanických vlastností spojov. Pretože existuje množstvo tkanín, pre túto prácu boli vybrané dva druhy tkanín : bavlnená a sklenená. K adhéznemu spojovaniu sa použila disperzia styrenakrylátového kopolyméru SOKRAT. K štúdiu mechanických vlastností spojov boli zvolené dve skúšky : skúška pevnosti spoja vrstiev s použitím jednostranne preplátovaného spoja a skúška pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie s použitím jednoducho preplátovaného spoja. Pre určenie závislosti optimálnych geometrických a fyzikálno - chemických podmienok pre lepenie textílií latexom na orientácii a počte vrstiev bola zvolená skúška pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny.

TEORETICKÁ ČASŤ

3. ADHÉZIA

3.1 ÚVODNÁ ČASŤ

Vlastnosti pojiv a spojov závisia na mnohých podmienkach, k udržaniu týchto vhodných podmienok vedie aj znalosť teórie adhézie.

Problematika adhézie sa pohybuje v oblasti a na rozhraní niekoľkých vedných odborov ako je chémia, fyzika, fyzikálna chémia, makromolekulárna chémia, elektronika a ďalšie. Hoci štúdiu adhézie bolo venované úsilie, nedá sa konštatovať, žeby dnes existovala všeobecne platná teória adhézie. Preto sa nedajú bezpečne predvídať alebo projektovať vlastnosti spojov a pojených útvarov, aj keď sú známe niektoré vzťahy medzi chemickou povahou a adheznými vlastnosťami a poznáme druhy väzných síl, podmienky ich pôsobenia a ich veľkosť. Podstatu adhezných javov sa pokúsila teoreticky aj experimentálne objasniť rada autorov.

Takto vznikli tieto teórie[1]: **mechanická teória**

- teória špecifickej adhézie** - polarizačná
- elektrostatická
- difúzna
- adsorbčná

teória priamych chemických väzieb

Základnou požiadavkou pre vytvorenie pevnej väzby medzi textíliami pomocou adheziva je, aby sa medzi pojivom a textíliou vytvorila pevná väzba (fyzikálna alebo chemická), a aby vrstva pojiva mala dobré mechanické vlastnosti. Súdržnosť celého spoja je daná súladom oboch typov väzných síl : adhezných - pôsobia na rozhraní styčných plôch

kohezných - pôsobia vo vrstve pojiva

ZÁKLADNÉ POJMY

Adhezné spojovanie je proces spojovania súčastí pomocou lepidiel.

Z fyzikálneho hľadiska sa spojovanie lepením vysvetľuje pomocou *adhézie* a *kohézie*.

Adhézia [2] je súhrn chemických a fyzikálnych síl, ktorými sa navzájom pútajú častice približených materiálov (lepeného materiálu = adherendu a lepidla = adheziva).

Kohézia [2] je mechanizmus, ktorý drží molekuly alebo atómy v homogénnej látke pohromade, na druhu a veľkosti kohezných síl závisí fyzikálny stav a mechanické vlastnosti materiálu.

Adhezivo [2] je najčastejšie makromolekulárna látka vhodných deformačných schopností. Sú najlepivejšie v kvapalnom stave, v ňom sa pri lepení používajú. Prevádzajú sa do neho rozpustením, roztavením alebo emulgáciou. Tvarová stálosť spoja zlepenej odevnej súčasti sa dosiahne stuhnutím adheziva. To predstavuje fyzikálnu alebo chemickú zmenu (napr. odparenie rozpúšťadla, tuhnutie, chemická reakcia).

Adhezná práca je práca potrebná k prekonaniu súdržnosti dvoch rôznych povrchov (fázi) o jednotkovom priereze, kvantitatívne vyjadruje adhezné sily.

Pre adhéziu kvapaliny na pevnom povrchu je výpočet adheznej práce :

$$w_A = \gamma_L (1 + \cos \theta) \quad w_A \dots \text{adhezná práca} \quad (3.1)$$

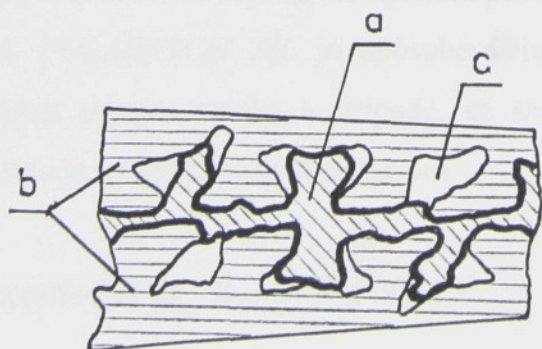
$\theta \dots$ dotykový uhol

$\gamma_L \dots$ medzipovrchové napätie medzi kvapalinou a plynom

3.2. PREHL'AD TEÓRIÍ ADHÉZIE [1,2]

3.2.1. MECHANICKÁ TEÓRIA [Mc Bain,D.G.Hopkins]

Vznikla z empiricky zistených vzťahov medzi pórovitosťou a veľkosťou adhémie u niektorých materiálov. Vysvetľuje proces lepenia prenikaním tekutého adheziva do pórov zlepovaním materiálov. Po zatvrdnutí lepidla dojde k spojeniu oboch povrchov mechanickými mostíkmi adheziva. Tie sú zakotvené v póroch zlepovaných materiálov.



a) lepidlo

b) adherend

c) lepidlom nevyplnené priestory

Obr. 3.1. Penikanie lepidla do mikropovrchu

[Zdroj : Osten,1986]

Vychádza z úvah, že prenikanie pojiva je účinné len do takej hĺbky, pokiaľ sily adhézie vzťahnuté na takto zväčšenú styčnú plochu dosiahnú úrovne kohezných síl. Hlbšie prenikanie už k zvyšovaniu pevnosti nevedie. Potvrďuje sa tu iba to, že pevnosť spoja u členitého, pórovitého povrchu je väčšia než u hladkého povrchu. Táto teória dlho neobstála, napr. pre vysvetlenie adhézie lepidiel k nepórovitým materiálom (sklu a kovom) je nepoužiteľná, pretože podľa nej by bolo možné zlepovať len materiály s poréznym povrchom alebo vlákenné materiály.

3.2.2. TEÓRIA ŠPECIFICKEJ ADHÉZIE

Teória predkladá predstavu o adhézii ako výsledok špecifického vzájomného pôsobenia povrchu dvoch spojovaných plôch (pôsobenie chemických väzných síl, molekulárne, elektrické a difúzne javy na rozhraní dvoch lepených fází).

a) **polarizačná teória** [de Bruyn] : zaoberá sa vzťahom adhézie a vzájomnou účinnosťou molekúl lepeného materiálu a lepidla, atómy v molekule sú spojené väzbami :

chemickými (primárne väzby) - iontové

- atómové (elektrokovalentné a kovalentné)

- kovové

fyzikálnymi van der Waalsove sily (sekundárne väzby)

- polárne (Keesomove)

- disperzné (Londonove)

- indukčné (Debyeove)

vznik adhézie má dve fáze:

1. absolútny kontakt molekúl lepidla s molekulami adherendu

2. zachytenie molekúl lepidla na lepenom povrchu vplyvom sekundárnych príťažlivých síl

VZNIK POLÁRNYCH SÍL je spôsobený interakciou permanentných dipólov v molekule, interakčná energia vzniká v prípade, že sa dipóly môžu vzájomne orientovať, a že táto orientácia je rušená tepelným pohybom

energia polárnych síl $E_{PK} = - 4 p^4 / K_B T r^6$

T.....teplota (3.2)

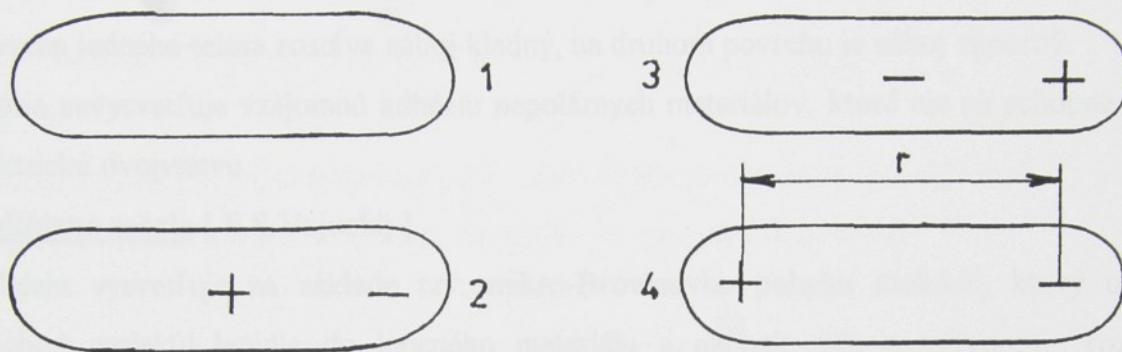
p.....dipólový moment

K_BBoltzmanova konštanta

r.....vzdialenosť dipólov

Podľa polohy elektricky aktívnych miest možno molekuly rozlišovať takto:

- a) *nepolárne* - molekuly bez aktívnych miest — 1
- b) *negatívne polárne* - molekuly s aktívne negatívnymi miestami — 2
- c) *pozitívne polárne* - molekuly s aktívne pozitívnymi miestami — 3
- d) *pozitívne a negatívne polárne* - molekuly s aktívne pozitívnymi a negatívnymi miestami — 4



r.....vzdialenosť jadier

Obr. 3.2. Polarita látok

[Zdroj : Osten,1986]

VZNIK INDUKČNÝCH SÍL - každý dipól indukuje v susednej molekule dipól, tým ľahšie, čím je väčšia polarizovateľnosť takejto molekuly

$$\text{energia indukčných síl} \quad E_{PD} = - 2a \cdot p^2 / r^6$$

r.....vzdialenosť dipólov (3.3)

a.....súč. indukovanej polarizovateľnosti

p.....veľkosť permanentného dipólu

Indukčné sily sú závislé na asymetrickom rozložení náboja, pre lepenie nemajú väčší význam.

VZNIK DISPERZNÝCH SÍL -vznikajú polarizáciou molekúl, ktoré nemajú permanentné dipóly v dôsledku vibrácií elektrónov, pri ktorej sa nemení vzájomná poloha jadier a elektrónov

$$\text{energia disperzných síl} \quad E_{PL} = -3 \alpha^3 E_0 / 4 r^6$$

a.....polarizovateľnosť (3.4)

E₀.....energia ionizačných potenciálov

r.....vzdialenosť dvoch atómov alebo molekúl

Disperzné a polárne sily sú veľmi dôležité pre vznik špecifickej adhézie.

Vodíkové mostíky sú zvláštnym prípadom vzájomného pôsobenia dipólov. Vytvára ich vodík, kovalentne viazaný na elektronegatívnych atómov. Mostíky môžu vznikať medzi molekulami, aj vo vnútri molekul. Tvorí silnejšie väzby než van der Waalsove sily. Vodíkové mostíky sa významne podieľajú na adhézii a kohézii filmu lepidla.

Táto polarizačná teória nevysvetľuje adhezné javy medzi nepolárnymi látkami.

b) **elektrostatická teória** [Derjagin,Krotovová,Morozovová]

Spojenie vysvetľuje elektrickou dvojvrstvou na styčnom povrchu medzi obidvoma fázami (pri úzkom kontakte dvoch nerovnakých polymérov alebo polyméru a kovu dochádza medzi nimi k prechodu elektrónov). Jedna z hraničných vrstiev sa takto stáva chudobnejšou a druhá bohatšou na elektróny, čo vedie podľa teórie k vzniku dvojvrstvy, ktorá je akýmsi mikrokonkondenzátorom. Pri mechanickom oddelení povrchov sa dvojvrstva rozdelí tak, že na povrchu jedného telesa zostáva náboj kladný, na druhom povrchu je náboj záporný.

Teória nevysvetľuje vzájomnú adhéziu nepolárnych materiálov, ktoré nie sú schopné vytvoriť elektrickú dvojvrstvu.

c) **difúzna teória** [S.S.Vojuckij]

Adhéziu vysvetľuje na základe tzv. mikro-Brownovho pohybu molekúl, ktorý umožňuje prechod molekúl lepidla do lepeného materiálu a naopak. Ide o vytvorenie rozptýlenej (neostrej) styčnej vrstvy, v ktorej môžu byť obidva druhy molekúl viazané medzimolekulárnymi silami. Túto teóriu podporuje zistenie, že vplyv tlaku, ktorý difúziu urychľuje, zlepšuje tiež spojenie.

Difúzna teória platí za predpokladu, že:

- polymérne látky obsiahnuté v lepidle a lepenom materiále sú rozpustné a navzájom miešateľné
- makromolekuly adheziva a adherendu vykazujú dostatočnú pohyblivosť

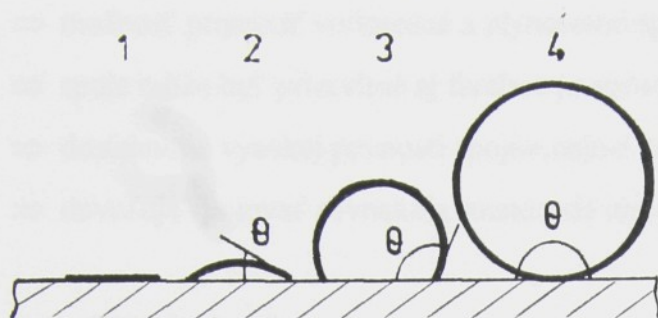
Zo vzťahu medzi účinnosťou a podmienkami, za ktorých došlo ku kontaktu, boli vyvedené tieto závery:

- adhezná účinnosť sa zväčšuje s dobou kontaktu adherendov a lepidla
- zvýšením tlaku sa zväčší plocha kontaktu, tým aj množstvo difundujúcich molekúl
- zvýšením teploty stúpa rýchlosť difúzie molekúl
- molekuly menších rozmerov difundujú rýchlejšie, ale poskytujú len filmy s nižšou kohéziou
- molekuly rozvetvené a kopolyméry s kryštalickou štruktúrou difúziu sťažujú a znižujú adheznú účinnosť lepidel

d) **adsorbčná teória** [Sharp,Schonhorn]

Ide o termodynamické úvahy o zmáčaní pevného povrchu kvapalinami. U kvapalin, ktorých molekuly sú v povrchovej vrstve vystavené predvažne jednostrannému pôsobeniu medzimolekulárných síl z vnútra hmoty, sa na povrchu vytvára „blanka“, ktorá sa snaží zbalit kvapalinu do objemu s čo najmenším povrchom (do tvaru gule).

U pevných látok, ktoré sa nemôžu deformovať, ovplyvňuje voľná povrchová energia roztečenie kvapaliny alebo lepidla po povrchu, čím dochádza k rôznemu stupňu zmáčania.



Obr. 3.3

- 1 úplné zmáčanie povrchu $\theta = 0$
- 2 čiastočné zmáčanie povrchu $0 < \theta < \pi/2$
- 3 málo zmáčaný povrch $\pi/2 < \theta < \pi$
- 4 celkom zmáčaný povrch $\theta = \pi$

[zdroj : Osten 1986]

Sharpova hypotéza: práca spojená s adhéziou kvapaliny na povrchu pevnej hmoty sa nemení ani vtedy, ak kvapalina prejde v určitom okamžiku do pevného skupenstva.

3.2.3. TEÓRIA PRIAMYCH CHEMICKÝCH VAZIEB

Primárne chemické väzby môžu zaistiť podstatne pevnejšie spojenie molekúl než sily medzimolekulárnej príťažlivosti. Všeobecný význam chemických väzieb ako hlavnej zložky adhézných síl nebol preukázaný, dá sa pripustiť ich evidentný podiel na adhézii.

3.3. ZHRNUTIE TEÓRII O ADHÉZIÍ

Empirický vývoj v tejto oblasti predišiel teóriu, tá zatiaľ iba dopĺňa a prispieva aspoň vo vymedzených podmienkach k vytvoreniu modelu, možno sa mu priblížiť pri znalosti teoretických problémov.

4. LEPENIE

4.1. ÚVODNÁ ČASŤ

Tak ako klasická metóda spojovania textílií (=šitie) má výhody a nevýhody i lepenie sa vyznačuje svojimi kladmi aj niektorými zápornými činiteľmi. Pri rozhodovaní o type spoja treba zvážiť prednosti a nevýhody lepenia s ostatnými spôsobmi spojovania. Niektoré z vlastností tohto spôsobu spojovania sú :

pozitívne vlastnosti:

- ⇒ nie je narušovaná celistvosť spojovaných dielov
- ⇒ možnosť pripraviť vodotesné a plynotesné spoje
- ⇒ spoje môžu byť priesvitné aj farebne prispôsobené
- ⇒ dosiahnutie vysokej pevnosti spojov, najmä pri namáhaní v šmyku a rázovej húževnatosti
- ⇒ dovoľuje spájať rovnaké a roznorodé materiály bez ohľadu na ich hrúbku

negatívne vlastnosti:

- ⇒ nerozoberateľnosť spoja
- ⇒ citlivosť voči namáhaniu v odlupovaní
- ⇒ maximálna pevnosť spoja je dosiahnutá po určitej dobe
- ⇒ obmedzená odolnosť voči vyšším teplotám
- ⇒ obmedzenie životnosti reaktívnych lepiacich zmesí
- ⇒ spoj z termoplastických lepidiel je citlivý voči dlhodobému statickému namáhaniu
- ⇒ priemyselné lepenie je náročné na vybavenie pracoviska
- ⇒ vysoké požiadavky na čistotu povrchu lepených dielov a rovinnosť

Pri výbere vhodného lepidla pre daný spoj vychádzame z týchto základných požiadaviek na lepidlo:

- adhézia k lepenému materiálu
- mechanické vlastnosti materiálu
- odolnosť v podmienkach, ktorým bude textília vystavená (chemická odolnosť, pranie, chemické čistenie, poveternostné vplyvy, stárnutie, teplota, atď.)

4.2. PREDPOKLADY LEPENIA

Pre pevnosť lepeného spoja je významná adhézia lepidla k lepenému materiálu a súdržnosť filmu lepidla po stuhnutí alebo vytvrdení (kohézia). Ak je adhézia lepeného spoja väčšia ako kohézia spojovaných materiálov, dôjde pri mechanickom namáhaní k porušeniu materiálu mimo lepený spoj. Ak je kohézia lepeného materiálu väčšia ako adhézia lepeného spoja, dôjde pri mechanickom namáhaní k deštrukcii lepeného spoja.

Pre vznik súdržného spoja je potrebné, aby lepený materiál a lepidlo prešli nasledujúcimi fázami:

- ⇒ lepidlo musí byť nanosené na obe styčné plochy a musí ich v tekutom stave zmáčať
- ⇒ musia byť splnené podmienky k vytvoreniu rovnomerného filmu lepidla v spoji
- ⇒ film lepidla musí v spojovanom mieste stuhnúť a viazať povrch oboch dielov

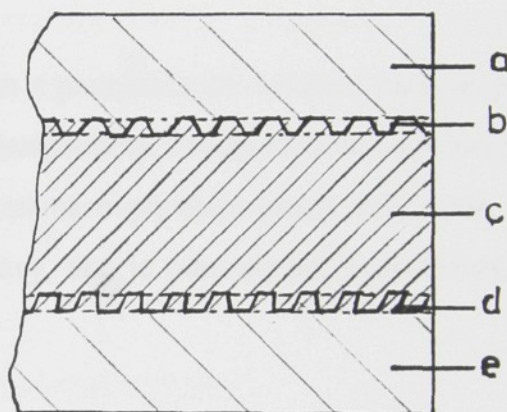
4.3. ŠTRUKTÚRA LEPENÉHO SPOJA [4]

Každý lepený spoj možno považovať za súbor piatich navzájom viazaných vrstiev, kde miera adhézie jednotlivých vrstiev k susedným vrstvám a kohézia samotných vrstiev môže značne ovplyvniť celkovú kvalitu spoja.

Ide o tieto vrstvy:

- a) lepený materiál na jednej strane spoja
- b) mikrovrstva na jednej strane spoja
- c) vlastný film lepidla
- d) mikrovrstva na druhej strane spoja
- e) lepený materiál na druhej strane spoja

pre b) a d) platí : v mikrovrstve sa prelínajú lepidlo a nerovnosti (póry) povrchu zlepuvaného materiálu



Obr. 4.1. Schéma štruktúry lepeného spoja

[zdroj : Osten 1972]

4.4 VPLYV LEPENÉHO MATERIÁLU A LEPIDLA NA VLASTNOSTI SPOJA. [1]

Na vlastnosti spoja má vplyv ako lepený materiál, tak lepidlo. U lepeného materiálu sú

dôležité tieto charakteristiky :

- a) geometria povrchu
- b) zloženie a chemická účinnosť
- c) zmáčavosť
- d) čistota povrchu
- e) priepustnosť pre plyny
- f) hrúbka a tuhosť
- g) súdržnosť povrchu
- h) rozpustnosť a bobtnavosť
- i) teplotná dĺžková rozťažnosť

ad a)

U lepených plôch sa rozlišujú tri druhy povrchu :

- *viditeľný povrch*, je daný konštrukčnými rozmermi spoja
- *mikropovrch*, je to teoreticky možná styčná plocha s nerovnosťami a pórami
- *účinný povrch*, je časťou mikropovrchu skutočne zmáčaného lepidlom

Účinnosť zmáčania mikropovrchu lepidlom je tým väčšia, čím je menšia hĺbka a priemer nerovností

ad b)

Optimálne ovplyvnenie súdržnosti spoja nastáva v prípade autoadhézie, alebo ak sú vhodné podmienky pre vznik chemických väzieb.

ad c)

Ak má kvapalina pevnú látku zmáčať, to je jeden z predpokladov adhézie, musí jej povrchové napätie byť menšie než povrchové napätie zmáčanej hmoty. Predpokladom adheznej aktivity je menší dotykový uhol než 30° . Zmäčavosť negatívne ovplyvňujú prach, tuky, pot. Priaznivo zmáčavosť ovplyvňujú niektoré dodatočné úpravy, ako je odmastenie, hydrofilácia, oxidácia chemickými alebo fyzikálnymi prostriedkami.

ad d)

Jedným z predpokladov dosiahnutia súdržného spoja je maximálny kontakt lepidla s mikropovrchom adherendu. Ak je kontaktná plocha znečistená, nie je možné očakávať dobré výsledky. Lepidlo sa nedostane k povrchu lepeného materiálu, ale len k povrchu nečistoty, takže pevnosť spoja potom závisí na súdržnosti nečistoty s podkladom.

ad e)

Je to dôležitý činiteľ pri výbere lepidla a pracovného postupu. Je podmienená veľkosťou, počtom a prepojením pórov. Kombinácia priepustného na priepustný adherend a priepustného na nepriepustný umožňuje široký výber lepidiel bez obmedzenia tuhnutia v spoji. Varianta nepriepustný na nepriepustný adherend dovoľuje použiť len reaktívne a tavné lepidlá, ktorých tuhnutie v spoji nie je závislé na vsiakovaní a odparovaní väčšieho množstva rozpúšťadiel.

ad f)

Ak hrubší materiál je aj menej ohybný, klesá so zväčšujúcou sa hrúbkou adherentov aj pravdepodobnosť deformácie spoja a zvyšuje sa jeho odolnosť v dynamickom namáhaní. Pri spojovaní navzájom ohybných materiálov (tkaniny, fólie) sa vyberie lepidlo s ohybným a vláčnym filmom s komprimisnými vlastnosťami pevnosti v šmyku a odlupovaní. Pri lepení

ohybných alebo pružných materiálov na tvrdý neohybný podklad sa vyberie lepidlo s tvrdým a húževnatým filmom s maximálnou pevnosťou v odlupovaní a primeranou pevnosťou v šmyku.

ad g)

Materiály s nízkou súdržnosťou nemôžu vytvoriť pevný spoj. Súdržnosť je daná zložením adherendu, jeho štruktúrou, popr. spôsobom povrchovej úpravy.

ad h)

Rozpustnosť adherendu v organických rozpúšťadlách možno výhodne využiť pre aplikáciu rozpúšťadlových lepidiel k lepeniu, pretože dáva predpoklad pre vznik autoadhézie. Rozpustnosť môže byť aj na závädu, napr. pri práci s fóliami, hmotami s penovou štruktúrou.

ad i)

Ak sú lepené dva rovnaké materiály v rovnakom smere štruktúr lepidlom rovnakého zloženia, je zmena rozmerov spoja vyvolaná teplotnou dĺžkovou rozťažnosťou minimálna. Ak sú spojované dva rôzne materiály, môže byť ich rozličná teplotná dĺžková rozťažnosť príčinou vnútorného pnutia v spáre, ktoré sa môže prejaviť deformáciou súboru, odlupovaním vrstiev alebo popraskaním povrchu.

Na vlastnosti spoja u lepidla majú vplyv tieto charakteristiky :

a) zloženie a tvar makromolekuly

b) polymeračný stupeň

c) viskozita

d) zásaditosť a kyslosť lepidla

e) homogenita

f) objemová

g) štruktúra a zloženie plniva

ad a)

Podstatou lepidiel sú makromolekulárne látky prírodného alebo syntetického pôvodu. Zloženie makromolekuly, čo do obsahu a pomeru aktívnych skupín na jej reťazci do značnej miery je určujúce pre stupeň adhézie podkladu, zatiaľ čo jej konečný tvar je smerodajný pre tepelnú vldivosť a rozpustnosť lepidla.

ad b)

s rastúcou dĺžkou makromolekúl stúpa viskozita roztoku a kohézia filmu lepidla, adhézia však klesá. Lepidlá, obsahujúce polyméry s nižším polymeračným stupňom lepšie difundujú do

mikropovrchu adherendu, poskytujú však filmy s nižšou kohéziou. Pre správnu funkciu lepidla v spoji je nutná ako vysoká adhézia, tak kohézia jeho filmu, musia byť v lepidle zastúpené vysokomolekulárne a nízkomolekulárne zložky.

ad c)

Viskozita je mierou vnútorného trenia v lepidle. Závisí na obsahu a polymeračnom stupni filmotvornej látky, obsahu a kvalite plniva, na pomere rozpúšťadla k riedidlu a na teplote. Čím je lepidlo viskoznejšie, tým sa horšie nanáša a roztiera. V extrémnom prípade dochádza k nedokonalému zmáčaniu mikropovrchu adherendu.

ad d)

Existuje mnoho lepidiel, kde pre ich výrobu alebo funkciu sú nutné kyslé alebo zásadité katalyzátory, ktoré môžu ovplyvniť akosť povrchovej vrstvy adherendu, týmto aj nepriamo akosť spoja.

ad e)

Homogenita lepidla je základným predpokladom spoľahlivého spoja. Preto je nutné u lepidiel s obsahom nerozpustných prísad a lepidiel viaczložkových ich pred použitím dôkladne premiešať. Aby sa všetky zložky lepidla dokonale premiešali, treba zvoliť správne poradie pridávaním plniva a tvrdidla. Tvrdidlo sa väčšinou pridáva ako posledné.

ad f)

Je to zmena, ku ktorej dochádza pri premene tekutého lepidla na tuhý film. Čím vyšší je obsah aktívnych zložiek a paliv, tým menšie sú následné objemové zmeny.

ad g)

Je dôležitá pre tepelné, elektrické, mechanické a chemické vlastnosti spoja. Aplikujú sa organické i anorganické plnivá. Organické plnivá dobre rozvádzajú vnútorné pnutie v lepidle a hodia sa k zahusťovaniu tmelov. Ďalšou ich prednosťou je mäkkosť. Nevýhodou je, že znižujú vodevzdornosť a objemovú stabilitu filmu lepidla. Anorganické plnivá sa delia do troch skupín podľa štruktúry:

- *s doštičkovou* : zvyšujú konzistenciu zmesi a zhoršujú mechanické vlastnosti spoja
- *s vláknitou* : zvyšujú viskozitu zmesi
- *ostrohranné* : zvyšujú tepelnú či elektrickú vodivosť filmu lepidla

4.5. TECHNOLOGICKÉ PODMIENKY SPRACOVANIA LEPENÝCH

SPOJOV [4,5]

Náleží k nim: **a) konštrukcia lepených spojov**

b) predbežná úprava spojovaných plôch

c) príprava lepiacich zmesí

d) nanášanie lepidla

e) tlak

f) teplota

g) podmienky a doba tuhnutia lepidla

h) stav spracovateľského zariadenia

ad a)

Pri navrhovaní a vývoji konštrukčných spojov je najprv vyrobený jednoduchý spoj, jeho vhodnosť sa pre danú konštrukciu preskúša. Veľkosť spoja najskôr odhadujeme na základe údajov o veľkosti spojovaných častí a hrubej predstavy o tom, aký veľký presah je potrebný k prenosu zaťaženia. Takýto predbežný návrh spoja sa ďalej upresňuje a zlepšuje.

ad b)

Chemickou alebo fyzikálnou aktiváciou lepeného materiálu sa podľa potreby zlepšia adhezné vlastnosti.

ad c)

Nie vždy možno lepidlo spracovávať priamo v stave v akom bolo dodané (úprava viskozity, odplyňovanie, miešanie s prísadami, atď.)

ad d)

Podmienkou správneho nanášania lepidla sa rozumie rovnomernosť, súvislosť a správna hrúbka nánosu lepidla na jednej alebo na oboch styčných plochách spoja. Väčšina lepidiel má optimálne adhezné vlastnosti pri hrúbke nánosu lepidla v medziach 0,05 - 0,25 mm. O tom či má byť nános jednostranný alebo obojstranný, rozhoduje druh lepidla a charakter spoja. Obojstranný nános lepidla je vhodný pri použití rozpúšťadlových a disperzných lepidiel, pri spracovaní kontaktných rozpúšťadlových lepidiel je nutný. Zásadne sa ako prvé v poradí nanáša lepidlo na menej porézny povrch. Jednostranný nános sa používa pri práci s lepidlami reaktívneho typu (dvojzložkové), tavnými a lepidlami citlivými na tlak (lepiace pásy). Množstvo nanášaného lepidla sa udáva v g/m^2 lepenej plochy. Limity sú udávané v medziach 90 - 300 g/m^2 .

Lepidlo musí byť nanesené v takom stave, aby v určitom momente spracovania vytvorilo tekutú rozplývavú vrstvu, ktorá zmáča póry povrchu.

ad e)

Pôsobenie tlaku na lepenú plochu napomáha fixácií proti posunutiu alebo odlepovaniu lepených plôch a prispieva k rovnomernému rozvrstveniu lepidla po celej ploche spoja, pritom sa súčasne vyrovnávajú menšie nerovnosti podkladu a lepidlo ľahšie prenikne do povrchových pórov.

Chyby, ktorých sa treba vyvarovať:

NADMERNÝ TLAK - lepidlo sa zo spoja môže vytlačiť a vznikne nesúdržný spoj

NEDOSTATOČNÝ TLAK - môže dôjsť k nerovnomernému rozvrstveniu lepidla, čo vedie k nespoľahlivosti spoja z hľadiska pevnosti, u čirých materiálov i k nekvalitnému vzhľadu

ad f)

Lepenie rozlišujeme:

- *za normálnej teploty* - spoj tuhne pri teplote miestnosti 15 - 25 °C
- *za zvýšenej teploty* - spoj tuhne pri teplote miestnosti 25 - 100 °C
- *za horúca* - lepidlo sa v spoji necháva tuhnúť pri teplote viac ako 100 °C

Teplota je účinným regulátorom viskozity lepidla. Zvýšenie teploty urýchľuje vytvrdzovanie a tuhnutie lepidla. Teplotný režim ovplyvňuje kvalitu nanosu lepidla a časový priebeh jeho tuhnutia v spoji.

! pri lepení za vyšších teplôt sa nesmie prekročiť hranica tepelnej odolnosti spojovaných materiálov

! zvýšená teplota nesmie byť príčinou vzniku prnutia medzi dvoma materiálmi s podstatne rozdielnou tepelnou dĺžkovou rozťažnosťou

ad g)

Tuhnutie lepidla v spoji je závislé na jeho zložení, pórovitosti lepených plôch a teplote okolia.

U reaktívnych lepidiel je príčinou ich tuhnutia chemická reakcia, vyvolaná pridaním tvrdiaceho katalyzátoru. *U nereaktívnych lepidiel* (patria tu najmä roztoky a disperzie termoplastických polymérov) je tuhnutie lepidla v spoji podmienené dvoma faktormi: predbežným odparením rozpúšťadla a vsiaknutím rozpúšťadla do pórovitého podkladu.

ad h)

Vznik závad : - opotrebovanými nástrojmi a válcami

- zanesenie zariadenia stvrdnutým lepidlom z predchádzajúcich operácií
- pokles tlaku v lisovacom zariadení
- nerovnomerný prívod tepla a atď.

5. LATEXOVÉ POJIVÁ

5.1. ÚVODNÁ ČASŤ

Názvom „latex“ sa pôvodne označovala mliečna kvapalina vytekajúca z rôznych rastlín, s rozvojom polymeračnej techniky sa tento pôvodne botanický názov preniesol aj na mliečne emulzie syntetických kaučukových polymérov a disperzie plastických hmôt.

LATEX je koloidný systém skladajúci sa z kvapalnej a tuhej fáze = vodná disperzia vysokomolekulárnych polymérov, či už prírodných alebo synteticky vyrábaných.

Vodné disperzie polymérov (latexy) majú zákonitú stavbu, ktorá zahŕňa:

- ⇒ *vnútornú fázu* = polymér vo forme častíc homo alebo kopolyméru
- ⇒ *vonkajšiu fázu* = voda, emulgátory, ochranné koloidy - stabilizátory, prípadne prímеси termostabilné alebo zmäčacie, zmäkčovadla, penidla, pigmenty, stabilizátory voči UV žiareniu, tepelnému rozkladu, antioxidanty, prípravky k zníženiu horľavosti, antibiotika, antistatické a hydrofobizačné prímеси a iné

Zloženie vonkajšej fázy má vplyv ako na spracovateľské vlastnosti disperzie, tak aj na mnohé vlastnosti stuženého pojiva.

5.2. PREHLAD SYNTETICKÝCH LATEXOV A ICH ROZDELENIE [6]

rozdelenie podľa povahy monomérov, z ktorých vychádza do štyroch skupín:

I. Syntetické latexy butadiénových polymérov, kopolymérov a terpolymérov

butadiénové

karboxylované butadiénové

butadiénstyrenové

karboxylované butadiénstyrenové

butadiénstyrenové s obsahom vinylpyridínu

butadiénakrylonitrilové

karboxylované butadiénakrylonitrilové

butadiénvinylidenchloridové

butadiénpiperylenové

butadién- α -metylstyrenové

II. Syntetické latexy chloropropylénových polymérov a kopolymérov

polychloroprény

karboxylované polychloroprény

kopolyméry chloropénu s akrylonitrilom

III. Špeciálne typy syntetických latexov a vodné disperzie kaučukov

polysulfidové latexy (disperzie)

butylový latex

izoprénakrylonitrilový latex

latexový kopolymér vinylidenfluoridu a fluórovaného propylénu

regenerátové disperzie

rôzne

IV. Syntetické latexy a disperzie plastických hmôt

polyvinylacetátu a kopolymérov

polyvinylchloridu a kopolymérov

polymetylmetakrylátu a kopolymérov

polystyrénu a kopolymérov

polytetrafluóretylénu

polyvinylidenchloridu a kopolymérov

5.3. VLASTNOSTI SYNTETICKÝCH LATEXOVÝCH POJIV

Latexy sú veľmi jemné disperzie polymérov vo vode, disperzia týchto častíc je stabilizovaná živíčními mydlami alebo syntetickými povrchovo aktívnymi látkami. Mnohé z latexov majú tak rovnomernú veľkosť častíc, že bývajú brané za základné merítko napr. u elektrónového mikroskopu.

Po vsiaknutí a odparení vody dochádza k vytvoreniu súvislého filmu z maličkých polymérnych častočiek. K tomuto môže dôjsť len nad tzv. minimálnou filmotvornou teplotou, odlišnou pre rôzne disperzie. Filmy rôznych latexov sa odlišujú vo svojich vlastnostiach. Podľa zloženia polymérov sú filmy od mäkkých lepidlivých typov až po tvrdé, od kaučukovitých elastických ťažných až po tuhé, neťažné typy filmov. Filmy latexov vysokomolekulárnych polymérov sú po vyschnutí nerozpustné vo vode a elastické.

prednosti latexových lepidiel:

- ⇒ obsahujú nepatrné množstvo hygienicky a požiari nebezpečných organických rozpúšťadiel
- ⇒ možno ich riediť vodou a vodou možno umývať pracovné pomôcky
- ⇒ nízka viskozita i pri pomerne vysokom obsahu sušiny 50 až 60 %
- ⇒ viskozita nezávisí na polymeračnom stupni polyméru a na vyššej relatívnej molekulovej hmotnosti polyméru
- ⇒ nepodliehajú biologickému rozkladu
- ⇒ spracovávajú sa za normálnej teploty ako jednozložkové lepidlá, teda bez tvrdiacich prísad, prítomná voda sa musí vsiaknuť, preto najmenej jeden z lepených materiálov musí byť porézny a priepustný pre vodnú paru

nevýhody latexových lepidiel:

- ⇒ pomalé zasychanie
- ⇒ horšia zmáčavosť celistvého nepolárneho povrchu
- ⇒ nemožnosť úniku vody z filmu lepidla hydrofóbnou celistvou plochou
- ⇒ menšia počiatočná pevnosť zlepenia, tj. pomalší vývin súdržnosti spoja

5.4. POLYAKRYLÁTOVÉ DISPERZIE

Kopolymérne akrylátové disperzie vyrábajú CHEMICKÉ ZÁVODY SOKOLOV pod označením SOKRAT. Pre lepidlá sa používajú ako vinylacetátakrylátové, tak styrénaakrylátové i čisto akrylátové typy.

K výrobe polyakrylátovej disperzie slúži okolo 30 rôznych monomérov polymerovaných a kopolymerovaných za rôznych podmienok a v rôznych pomeroch. Takže existuje veľmi veľa variácií polyakrylátových pojív s rovnako početnými variáciami vlastností, a to od rozpustných vo vode až po nerozpustné, od veľmi tvrdých až po extrémne mäkké.

vlastnosti: výborná stálosť na svetle a vzduchu, odolnosť voči ozónu a poveternostným vplyvom, odolnosť voči rozpúšťadlám, vode, starnutiu, dobrá teplovzdornosť, stálosť v namáhaní, hygienická nezávadnosť, mäkký omak, malá trvalá deformácia, vytvára pružné a ťažné filmy, lepidlá sú zároveň termoplastické, ovšem so zvýšenou teplotou pevnosti spojov výrazne klesajú

použitie: pre výrobu pojených textílií (impregnácia), v papierenskom priemysle, pre hygienické účely - výrobky na jedno použitie (vysokocenené vložky do prádla a odevov), rôzne technické účely, na úpravu vpichovaných podlahovín

5.5. APLIKAČNÉ METODY LATEXOVÝCH LEPIDIEL

1.postup

Disperzné lepidlo, obsahujúce termoplastický polymér dispergovaný vo vode, sa naniesie na tenkostenný diel a nechá sa pri otvorení zostavení celkom zaschnúť. Spoj sa uzavrie a lepidlo sa aktivuje zvýšením teploty za súčasného pôsobenia tlaku na súbor. Tento postup sa označuje ako zažehľovanie. Takto sa spracovávajú textilné materiály a syntetické fólie.

2.postup

Disperzné lepidlo sa naniesie na obidva spojované materiály (aspoň jeden musí byť nasiakavý a priepustný pre plyny) a spoj sa po uplynutí doby otvoreného zostavenia fixuje a zaťažuje. Lepidlo stuhne za normálnej teploty po vsiaknutí a vyparení vody. Tuhnutie možno urýchliť zvýšením teploty.

6. POUŽITIE ADHEZNÉHO SPOJOVANIA [1]

6.1. ÚVODNÁ ČASŤ

Súdržnosť povrchových vrstiev u tkanín je podstatne väčšia než u netkaných textílií a plstí. Adhezné vlastnosti textílií sú dané zložením vlákien a ich úpravami (šlichtovanie, antistatická a apretačná úprava). Na zložení vlákien závisí odolnosť textílie voči rozpúšťadlám a chemikáliám, z ktorých sa skladajú pojiva. Preto sú najodolnejšie vlákna prírodné (vlnené, bavlnené, sisalové). Syntetické materiály treba posudzovať každý jednotlivo.

Spracovávanie textílií pomocou lepidiel sa deje dvomi spôsobmi :

1. *úplným presýtením textílie pojivom* - je to typický spôsob pre priemyselnú výrobu viacvrstvých konštrukčných materiálov - laminátov
2. *povrchový nános lepidla* - využíva sa v odevnom a čalúnickom priemysle, pri výrobe kobercov

Lepidlo sa vyberá podľa druhu materiálu a požadovaných vlastností spojov. Kritériom akosti v odevnom priemysle je napr. pevnosť šitého spoja. Pevnosť lepených spojov v odlupovaní u tzv. nosných švov musí dosahovať minimálne hodnoty $200\text{N}\cdot 5\text{cm}^{-1}$. Vyžaduje sa primeraná tuhosť a pružnosť filmu voči horúcej vode a voči prostriedkom používaným pri praní alebo chemickom čistení.

6.2. ODEVNÝ PRIEMYSEL

Dáva sa prednosť tavným termoplastickým lepidlám, ich bod mäknutia leží v rozmedzí teplôt $105 - 125\text{ }^{\circ}\text{C}$, ktorý možno dosiahnuť na bežných žehliacich strojoch. Je rozšírené napr. nanášanie tavných práškových lepidiel na textilné podkladové (vystužujúce) vložky. Po zažehlení s krycou textíliou vzniknú bodové spoje, ktoré si uchovávajú väčšinu priaznivých vlastností pôvodnej textílie, hlavne priepustnosť pre plyny a celkovú vláčnosť. Nános tavného lepidla na textilnej podložke je okolo $40 - 50\text{ g/m}^2$. Takto sa napr. vystužujú klopky, golieri a vložky do konfekcie.

Ďalšou formou adhézneho spojovania je použitie netkanej termoplastickej tkaniny - lepidla (Petex) o plošnej hmotnosti 50 g/m^2 . Používa sa k vystužovaniu košeľových golierov a manžiet.

Ako pojivo sa uplatňujú modifikované polyamidy vo forme monofilových vlákien. V konfekcii sa používajú miesto prešívania alebo k stehovaniu záložiek.

Ďalšie spôsoby použitia adhezných spojov : lepenie tkanín na ľahčené hmoty (najmä na molitan), laminovanie oblekových tkanín.

6.3. ČALUNICKÝ PRIEMYSEL

Používajú sa dve varianty prevedenia lepených spojov :

1. *pištoľou na stlačený vzduch sa zriedené lepidlo nastrieka na povrch výplne*
2. *lepidlo sa v rovnomernej vrstve naniesie na sklenenú tabuľu, odkiaľ sa ľahkým pritisknutím preniesie na penu alebo gumovlasový nosič.*

Pre čalunické práce a spodné úpravy kobercov sú vhodné najmä mäkké akrylátové disperzie z rady SOKRAT. Poskytujú trvale pružný spoj. Manipulácia s potahovými materiálmi je možná už po 60 minútach.

6.4. OBUVNÍCKY A KOŽIARSKY PRIEMYSEL

Tento priemysel potrebuje vodovzdorné a vlhku odolávajúce spoje textilných materiálov s pryžovými výrobkami alebo s kožou. Používajú sa rozpúšťadlové lepidlá na báze prírodného alebo chloroprénového kaučuku. Aby sa predišlo presakovaniu tekutých lepidiel na lícnu stranu textílie, nanáša sa lepidlo najskôr na podklad, na ktorom sa predsuší.

7. MECHANOLUMINISCENCIA [7]

Mechanoluminiscencia je jednou z foriem luminiscencie, pri ktorej sa mechanická energia mení na svetelnú (žiarivú). Luminiscencia má tri štádiá : *excitáciu, transport energie látkou a rekombináciu*. Pre mechanoluminiscenciu sú najdôležitejšie prvé dve.

7.1. ZÁKLADNÉ POJMY

Luminiscenciou sa podľa Vavil'ova rozumie taká vlastnosť plyných a kondenzovaných látok, ktorých odozva na pôsobiacu vonkajšiu energiu sa prejavuje vyžiarovaním, emisiou elektromagnetického (väčšinou svetelného) žiarenia po vylúčení tepelného žiarenia v dobe dlhšej než 10^{-10} s. Luminiscencia sa kvalifikuje ako nerovnovážne žiarenie. Podľa trvania

luminiscencie po excitácii doznievania delíme luminiscenciu na : *fluorescenciu* a *fosforescenciu*. Pri fluorescencii dochádza po prerušení vonkajšieho pôsobenia k doznievaniu luminiscencie podľa exponencionálneho zákona s časovou konštantou nezávislou na intenzite excitačnej energie ani na teplote. Fluorescencia je závislá na vnútornej štruktúre energetických hladín systému.

Fosforescencia je oproti fluorescencii zložka pomalejšia, ktorá doznieva s oveľa zložitejšou kinetikou. Niektorí autori, ako napr. Garlich, definujú fluorescenciu ako emisiu žiarenia pri excitácii a fosforescenciu ako emisiu žiarenia po excitácii.

Luminiscencia je pozorovateľná vo všetkých skupenstvách u látok organických aj anorganických. V pevných látkach, luminoforoch, závisí luminiscencia na nečistotách alebo poruchách štruktúry. Tie sú zodpovedné za charakteristickú luminiscenčnú emisiu a nazývajú sa aktivátory.

7.2. TEÓRIA MECHANOLUMINISCENCIE

Ide o veľmi zložitý jav, pretože pri mechanickom pôsobení na kondenzované látky dochádza obvykle k zložitým mechanickým prejavom, ako je elastická, plastická deformácia, prípadne rozrušenie látok, ktoré ide ťažko separovať. Pri rozrušovaní sa tvoria nové lomové plochy. Vznikajú elektrické potenciály. Pri opakovanom mechanickom pôsobení vznikajú v látkach vysoké tlaky, koncentrované do malých oblastí i vysoké teploty. Javy, vznikajúce pri odtrhávaní jednej látky od druhej, sa nazývajú adhezo- luminiscenciou.

7.3. JAVY MECHANOLUMINISCENCIE

Javy mechanoluminiscencie sa delia do troch skupín, a to :

- a) priame mechanoluminiscenčné javy
- b) javy, pri ktorých je mechanické pôsobenie sekundárnym pôsobením
- c) javy, ktoré možno pozorovať pri niektorých typoch mechanoluminiscencie a nimi možno identifikovať príslušný typ mechanoluminiscencie

Delenie mechanoluminiscenčných javov podľa doby trvania mechanoluminiscencie na :

- *dočasnú mechanoluminiscenciu* - schopnosť mechanoluminiscencie sa stráca s časom
- *trvalú mechanoluminiscenciu* - možno ju pozorovať v ľubovoľnom čase pri mechanickom namáhaní tuhej látky

7.4. MECHANOLUMINISCENČNÉ MATERIÁLY

Medzi anorganickými a organickými látkami sa dajú nájsť tri veľké skupiny mechanoluminiscenčných látok podobnej štruktúry, a to :

- alkalické halogenidy kryštalickej štruktúry chloridu sodného

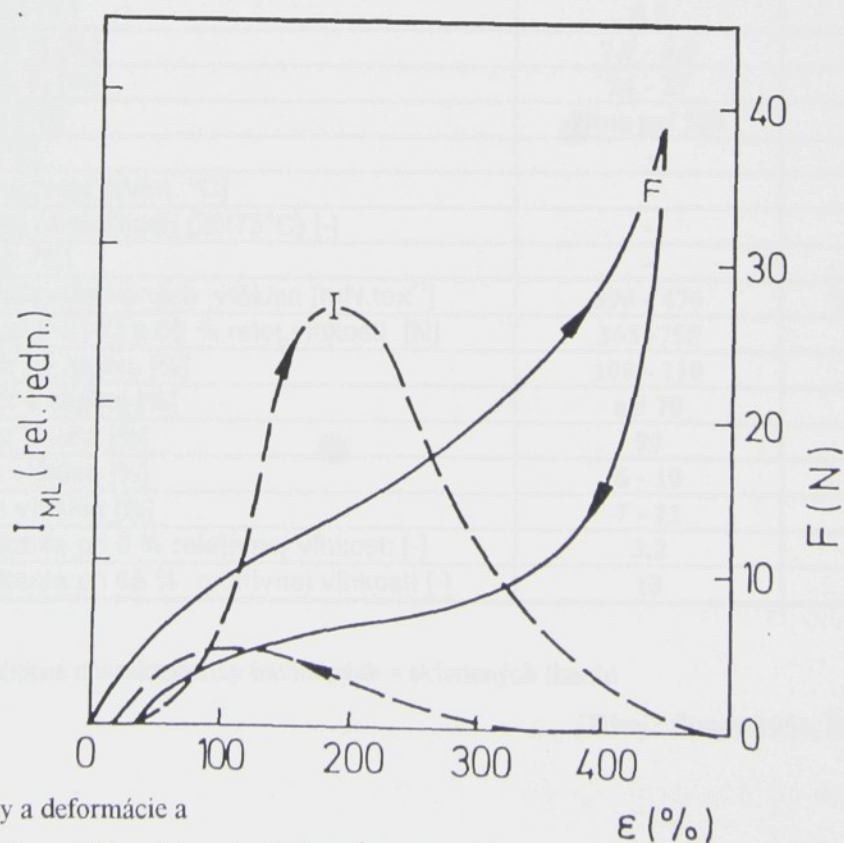
- kryštály wurtzitického a sfalerického typu štruktúry sulfidu zinočnatého

- alauny = látky s kationtovou skupinou

Sulfid zinočnatý - javí najintenzívnejšiu mechanoluminiscenciu, väčšina mechanoluminiscenčných zákonitostí bola zistená na práškovom sulfide zinočnatom

7.5. MECHANOLUMINISCENCIA U KAUČUKOV

Z grafu závislosti sily a mechanoluminiscenčnej intenzity na relatívnej deformácii je vidieť, že mechanoluminiscencia vzniká v nelineárnej časti deformačnej krivky a má maximum v jej inflexnom bode. Pri odľahčovaní sa obe krivky líšia. Mechanoluminiscenčná intenzita pri odľahčovaní je omnoho nižšia než mechanoluminiscenčná intenzita pri zaťažovaní vzorky. Pri opakovanom zaťažovaní vzorky bolo možné pozorovať mechanoluminiscenčnú intenzitu len vtedy, ak sila prekročila hodnotu predchádzajúceho namáhania.



Obr. 7.1. Priebeh sily a deformácie a mechanoluminiscencie na deformáciu u kaučuku

[Zdroj : Sodomka, 1985]

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Predmetom skúmania mojej diplomovej práce je adhezné spojovanie textílií latexovým pojivom, a to určenie optimálnych geometrických a fyzikálno-chemických podmienok pre lepenie textílií latexovým pojivom a meranie mechanických vlastností spojov.

8. CHARAKTERISTIKY TKANÍN A POJIVA

8.1. VŠEOBECNÉ CHARAKTERISTIKY BAVLNENÝCH A SKLENENÝCH TKANÍN

Tabuľka 1 dáva prehľad všeobecných charakteristik bavlnených a sklenených tkanín. Tieto charakteristiky sú považované za základné popisujúce vlastnosti tkanín [9,10]

	bavlnené vlákna	sklenené vlákna
merná hmotnosť suchých vlákien [g/cm ³]	1,55	2,49 - 2,54
merná hmotnosť klimatizovaných vlákien [g/cm ³]	1,49	2,44 - 2,48
vlhkosťná prírážka [%]	8,5	1,5
navlhavosť pri 65 % [%]	7,0 - 8,5	-
navlhavosť pri 95 % [%]	24 - 27	0,4
teplota mäknutia [°C]	žltne pri 120	500 - 600
teplota topenia [°C]	-	1100 - 1200
merná tepelná vodivosť [W/m. °C]	-	0,98
koeficient tepelnej rozťažnosti (20/75°C) [-]	-	4,8
merné teplo [J/kg. °C]	-	8,0
merná pevnosť klimatizovaných vlákien [mN.tex ⁻¹]	390 - 470	800 - 1000.10 ³
pevnosť v ťahu pri t=21°C a 65 % relat.vlhkosti [N]	363 - 755	1370 - 1470
relatívna pevnosť za mokra [%]	100 - 110	90 - 95
relatívna pevnosť v slučke [%]	asi 70	8 - 10
relatívna pevnosť v uzle [%]	90	10 - 30
ťažnosť suchých vlákien [%]	6 - 10	asi 2
ťažnosť mokrých vlákien [%]	7 - 11	1,7 - 1,8
dielektrická konštanta pri 0 % relatívnej vlhkosti [-]	3,2	3,7
dielektrická konštanta pri 65 % relatívnej vlhkosti [-]	18	4,4

Tabuľka 8.1. : Všeobecné charakteristiky bavlnených a sklenených tkanín

[Zdroj : Simon 1954, Švendová 1978]

8.2. VÝZNAMNÉ CHARAKTERISTIKY POUŽITÝCH TKANÍN

Účelom rozboru tkanín použitých v experimente bolo určenie ich základnej štruktúry. Merania mechanických vlastností spojov sa prevádzali na vzorkách pripravených z dvoch druhov tkanín : na režnej bavlnenej a na sklenenej tkanine. Ich významné charakteristiky sú uvedené v tabuľke 2.

	bavlnená tkanina	sklenená tkanina
väzba tkaniny	plátno P 1 / 1	plátno P 1 / 1
druh použitej priadze	bavlnené	sklenené
plošná hmotnosť	163,20	205,79
dĺžková hmotnosť osnovy [tex]	27,7	69
dĺžková hmotnosť útku [tex]	20	70,5
dĺžková hustota osnovy [nití/1 cm]	34	12
dĺžková hustota útku [nití/1 cm]	22	17
zotkanie osnovy [%]	4,7	0,75
zotkanie útku [%]	5,1	0,65
hrúbka tkaniny [mm]	0,96	0,77

Tabuľka 8.2. : Charakteristiky tkanín použitých v experimente

Dĺžková hmotnosť (jemnosť) priadzi : vypárame z tkaniny z každého druhu priadze 1 až 5 m priadze a zvážime, dĺžkovú hmotnosť osnovnej (útkovej) priadze určíme zo vzťahu :

$$T_{o(u)} = m/l \cdot 10^3 \quad \begin{array}{l} T_{o(u)} [\text{tex}] \dots \text{dĺžková hmotnosť osnovnej (útkovej) priadze} \\ m [\text{g}] \dots \text{hmotnosť priadze} \\ l [\text{m}] \dots \text{dĺžka priadze} \end{array} \quad (8.1.)$$

Dĺžková hustota (dostava) tkaniny : udáva hustotu jednotlivých sústav nití na 10 mm, v praxi sa bežne udáva na 1 cm, pre výpočet platí vzťah :

$$D_{o(u)} = n/l \quad \begin{array}{l} D_{o(u)} [\text{cm}^{-1}] \dots \text{dĺžková hustota osnovy (útku)} \\ n [-] \dots \text{počet nití zistený na úseku dĺžky } l \\ l [\text{cm}] \dots \text{dĺžka, na ktorej boli spočítané nite} \end{array} \quad (8.2.)$$

Zotkanie osnovy (útku) : je rozdiel medzi rozmerom tkaniny a dĺžkou nite vytiahnutej z tkaniny, zotkanie vypočítame zo vzťahu :

$$S_{o(u)} = (L_{o(u)} - L_{tk} / L_{tk}) \cdot 100 \quad \begin{array}{l} S_{o(u)} [\%] \dots \text{zotkanie osnovy (útku)} \\ L_{o(u)} [\text{cm}] \dots \text{dĺžka osnovnej (útkovej) nite vytiahnutej z tkaniny} \\ L_{tk} [\text{cm}] \dots \text{dĺžka tkaniny} \end{array} \quad (8.3.)$$

8.3. CHARAKTERISTIKY LEPIDLA

Pre lepenie adhezných spojov som používala anioaktívnu vodnú disperziu styrénaakrylátového kopolyméru pod názvom *SOKRAT 942* so 46% obsahom sušiny, ktorý bol zosieťovaný pri teplote 120 - 140°C, jeho pH = 2,5. Pojivo vyrábajú *Chemické závody SOKOLOV*, a.s., Továrň 1, 356 80 Sokolov. Charakteristiky uvedené v nasledujúcej tabuľke sú získané z firemného prospektu pre polyakrylátové disperzie rady Sokrat[8].

viskozita [MPa.s]	72
tvrdosť (3/7 dní) [%]	8,9/7,4
lepivosť(3/7 dní) [g]	200/200
nasiakavosť [%]	26
pevnosť v ťahu [MPa]	3,4
prieťažnosť [%]	911
odolnosť voči mrazu [°C]	-5
odolnosť voči alkalickému rozkladu [%]	94
povrchové napätie [mN/m]	40
objemová merná hmotnosť [g/cm ³]	1,04
stupeň hydrolyzy v alkalických roztokoch [%]	15
absorpčná kapacita v H ₂ O [%]	53
absorpčná kapacita po vytvrdení [%]	25
Tg [°C]	-2

Tabuľka 8.3. : Charakteristiky pojiva použitého v experimente

Upozornenia k práci a k skladovaniu :

- nie je toxické
- u citlivých osôb chrániť kožu
- chrániť pred zmraznutím
- 6 mesačná záručná doba

Použitie : tuženie, netkané textílie, pasty na zatieranie, kaširovanie, ako lepidlo

9. PRÍPRAVA VZORIEK

9.1. ÚVODNÁ ČASŤ

Je to časovo a organizačne náročná časť experimentu. Vyžaduje pracovnú prípravu a hlavne presnosť označovania vzoriek.

Pre meranie sa pripravovali vzorky pre tri druhy skúšok :

- pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny
- pre skúšku pevnosti spoja vrstiev
- pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie lepené jednoducho preplátovaným spojom

Pri príprave vzorkov sa musia dodržať nasledujúce podmienky :

- pre daný spôsob lepenia a zároveň smer strihania vzoriek sa pripravujú vždy po tri vzorky plus jeden skúšobný vzorok, ktorý slúži k nastaveniu zapisovacieho grafu trhacieho prístroja
- všetky vzorky je nutné riadne označiť, aby nedošlo k zámene a k prípadnému skresleniu výsledku celého merania
- aby nedochádzalo k prekĺzavaniu alebo narušeniu vzoriek v čeľustiach trhacieho zariadenia, upínacie konce vzoriek sa oblepia prúžkom bavlneného materiálu o rozmeroch 30x40 mm.
- aby nedochádzalo k prekĺzavaniu nití u sklenenej tkaniny v osnove a v útku, je nutné po vystrihnutí vzoriek oblepiť kraje disperzným lepidlom

V experimente neboli dodržané rozmerové údaje vzoriek dané normami, a to z ekonomických dôvodov.

Norma ČSN 800812 (zmena a-5/91) pre zisťovanie pevnosti v ťahu a ťažnosti pre plošné textílie stanovuje upínaciu dĺžku pre textílie zo sklenených vlákien a pojené tkaniny 200 mm, šírku vzorky 5 cm, počet vzoriek na jednu skúšku je päť. Norma doporučuje elementárne vzorky zo sklenených vlákien, kvôli zamedzeniu pretrhu v upínacích čeľustiach, polepovať. Platnosť skúšky pri pretrhu v upínacích čeľustiach : ak dôjde k pretrhu v upínacích čeľustiach alebo vo vzdialenosti 5 mm od okraja upínacích čeľustí, berie sa výsledok do úvahy v tom prípade, že pevnosť nie je menšia a ťažnosť nie je väčšia než hodnota platnej skúšky.

Norma ČSN 800830 pre stanovenie pevnosti spoja vrstiev pre plošné textílie stanovuje upínaciu dĺžku 100 mm, rozmery vzoriek 250x50 mm, počet vzoriek na jednu skúšku je päť. Skúška je neplatná, keď pri nej dôjde k pretrhu vrstvy.

9.2. PRÍPRAVA VZORIEK PRE SKÚŠKU PEVNOSTI V ŤAHU A ŤAŽNOSTI VYSTUŽENEJ TKANINY

STRIHANIE

Strihali sa vzorky o rozmeroch 30x100 mm v troch rôznych smeroch po dĺžke vzorky : *po osnove, po útku a pod uhlom 45°*

LEPENIE

Vrstvy latexového pojiva sa nanášali na vzorky takto :

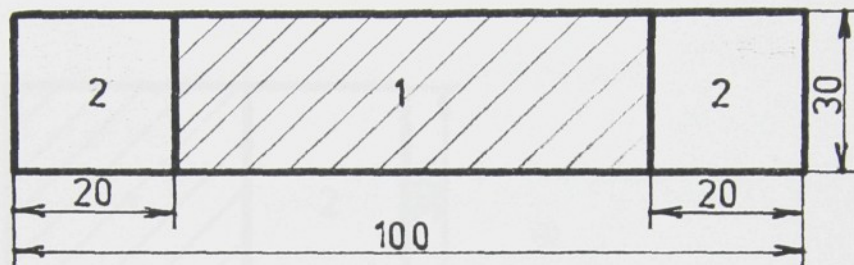
pre vzorky strihané po osnove platilo: 3x čistá vzorka bez nánosu pojiva

3x vzorka s jednou obojstrannou vrstvou pojiva

3x vzorka s dvomi vrstvami pojiva z obidvoch strán

3x vzorka s tromi vrstvami pojiva z obidvoch strán

To isté platí aj pre vzorky strihané po útku a pod uhlom 45°.



1.....nános pojiva

2.....oblepenie okrajov vzorky bavlnenou textíliou

obr. 9.1. Vzorka vystuženej tkaniny

Postup lepenia :

1. naniesť vrstvu latexu na jednu stranu vzorky
2. vysušiť vrstvu latexu
3. naniesť vrstvu latexu na druhú stranu vzorky
4. vysušiť vrstvu latexu
5. pokračovať v bodoch 1. - 4. až po dosiahnutie požadovaného počtu vrstiev
6. pripravenú vzorku uložiť na fóliu
7. prikryť vzorku fóliou
8. zaťažiť vzorku doskou a závažím a nechať zaťaženú 24 hodín

(použitý prítlak : 143 Pa)

ad 2,4) Pre rýchlejšiu prípravu vzoriek sa každý nános latexového pojiva sušil teplovzdušným fénom typu FERM H6 - 1500.

(Technické údaje : 220 V, 1500 W, teplotné stupne : 1. 300°C, 2. 500°C) Inak by sa muselo čakať, než vrstva pojiva zaschne, čo by značne časovo predĺžilo prípravu vzoriek. Po vysušení vrstvy sa nanášala ďalšia vrstva pojiva na druhú stranu vzorky a znova sa vysušila. Tento postup sa stále opakoval až po dosiahnutie požadovaného počtu nánosu vrstiev pojiva na obidvoch stranách vzorky.

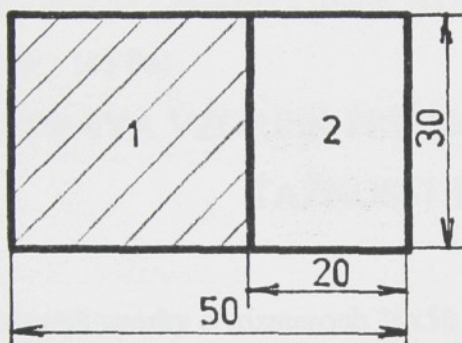
9.3. PRÍPRAVA VZORIEK PRE SKÚŠKU PEVNOSTI SPOJA VRSTIEV

STRIHANIE

Pre túto skúšku sa pripravovali vzorky o rozmeroch 30x50 mm strihané v troch smeroch : *po osnove, po útku a pod uhlom 45°*

LEPENIE

Dve vzorky sa zlepovali jednostranne preplátovaným spojom, šírka preplátovania bola 3 cm.



- 1.....zlepená časť - jednostranne
preplátovaný spoj
2.....voľné konce na upnutie
do trhacieho prístroja

obr. 9.2. Vzorka pre skúšku pevnosti spoja vrstiev

U bavlnenej tkaniny sa zlepovali vzorky jednostranne preplátovaným spojom takto :

O x O (3x)

U x U (3x)

O x U (3x)

O x 45° (3x)

U x 45° (3x)

Zo sklenenej tkaniny sa lepili dva druhy vzoriek. V jednom druhu vzoriek sa do lepeného spoja pridával prášok ZnS, ktorý sa do spoja dával kvôli zisťovaniu odozvy na mechanické namáhanie vzorky. U druhého druhu vzoriek sa v lepenom spoji nachádzalo len pojivo. Lepenie prebiehalo nasledovne :

bez prášku O x O (3x)

U x U (3x)

O x U (3x)

O x 45° (3x)

U x 45° (3x)

s práškom O x O (3x)

U x U (3x)

O x U (3x)

O x 45° (3x)

U x 45° (3x)

Postup lepenia :

1. na jednu vrstvu vzorky sa v lepenom mieste naniesla vrstva pojiva
2. na druhú vrstvu vzorky sa v lepenom mieste naniesla vrstva pojiva
3. (len u vzoriek, kde sa v lepenom spoji použije prášok) rovnomerne posypať práškom jednu vzorku v mieste lepenia
4. zlepiť obe vzorky jednostranne preplátovaným spojom, šírka preplátovania je 30 mm
5. položiť vzorku na fóliu
6. prikryť vzorku fóliou
7. zaťažiť vzorku doskou a závažím a nechať zaťaženú 24 hodín
(použitý prítlak : 143 Pa)

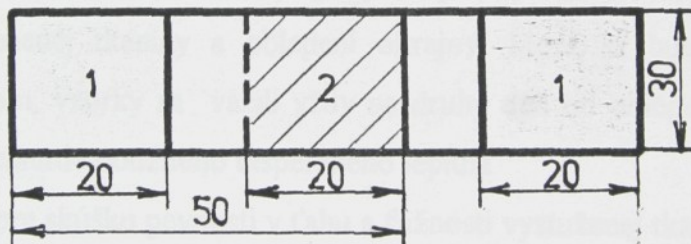
9.4. PRÍPRAVA VZORIEK PRE SKÚŠKU PEVNOSTI V ŤAHU A ŤAŽNOSTI TEXTÍLIE

STRIHANIE

Znova sa pripravovali vzorky o rozmeroch 30x50 mm z oboch druhov tkanín v troch smeroch :
po osnove, po útku a pod uhlom 45°.

LEPENIE

Dve vzorky sa zlepovali jednoducho preplátovaným spojom - šírka preplátovania bola 2 cm.



obr. 9.3. Vzorka pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie

Aj tieto spoje u sklenenej tkaniny boli lepené dvoma spôsobmi. V prvom spôsobe sa v lepenom spoji nachádzalo len pojivo, u druhého spôsobu bol v spoji použitý spolu s pojivom aj prášok ZnS. Vzorky sa zlepovali takto :

bez prášku	O x O (3x)	s práškom	O x O (3x)
	U x U (3x)		U x U (3x)
	O x U (3x)		O x U (3x)
	O x 45° (3x)		O x 45° (3x)
	U x 45° (3x)		U x 45° (3x)

Bavlnené vzorky sa lepili len jedným spôsobom, a to, že v lepenom spoji sa nachádzalo len pojivo, následovne :

O x O (3x)

U x U (3x)

O x U (3x)

O x 45° (3x)

U x 45° (3x)

Postup lepenia je rovnaký ako pri príprave vzoriek pre skúšku v odlupovaní, rozdiel je v druhu vytvoreného lepeného spoja, ktorý je jednoducho preplátovaný.

9.5. VÁŽENIE

Účelom váženia vzoriek bolo zistenie hmotnosti a spotreby pojiva pre vytvorenie adhezných spojov. Váženie prebiehalo na analytických váhach 200 g - 1050/2.

(Technické údaje: váživosť 50 mg - 200 g, citlivosť 0.1 mg, hodnota delenia (d) 1 mg, presnosť

1. trieda - vynikajúca, medze chýb 0 - 50 g = 0.5 mg

50 - 200 g = 1.0 mg

Váženie prebiehalo u každej vzorky dvakrát, v dvoch fázach prípravy vzorky :

1. váženie : po vystrihnutí, oblepení okrajov disperzným lepidlom Gamafix bez rozpúšťadiel u sklenenej tkaniny a oblepení okrajov, ktoré sa budú upínať do čelustí, bavlneným materiálom, vzorky sa vážili vždy na druhý deň od oblepenia koncov, dôvodom bolo dostatočné zaschnutie použitého disperzného lepidla

2. váženie : vzorky pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny sa vážili po nanesení všetkých vrstiev pojiva (vystužení tkaniny), vzorky pre ostatné skúšky sa vážili po vytvorení lepeného spoja, váženie vzoriek prebiehalo až po uplynutí doby zaťaženia (24 hodín)

Na nasledujúcich stránkach sú uvedené tabuľky váženia vzoriek z bavlnenej a sklenenej tkaniny pre skúšky mechanických vlastností spojov.

V stĺpci označenom M_{Pred} sú hmotnosti vzoriek 1. váženia, v stĺpci pod označením M_{Po} sú hmotnosti vzoriek 2. váženia. M_{lep} označuje vypočítaný rozdiel hmotností M_{Po} a M_{Pred} , čím dostaneme hmotnosť naneseného lepidla v lepenom spoji. M_{1+2} znamená

súčet hmotností dvoch vzoriek z 1. váženia. Stĺpec označený h obsahuje údaje o hrúbke nánosu pojiva. Pod každou tabuľkou je uvedená priemerná spotreba lepidla.

Bavlnené vzorky 10x3 pre skúšku pevnosti a ťažnosti vystuženej tkaniny

1.vrstva					
Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O	1	0,850	1,077	0,227	0,122
	2	0,880	1,132	0,252	0,135
	3	0,870	1,112	0,242	0,129
U	1	1,050	1,242	0,192	0,103
	2	1,000	1,249	0,249	0,133
	3	1,000	1,296	0,296	0,158
45	1	0,990	1,293	0,303	0,162
	2	1,030	1,295	0,265	0,142
	3	0,890	1,266	0,376	0,201

$\varnothing M_{lep} = 0,267 \text{ g}$

Tabuľka 9.1.

2.vrstva					
Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O	1	0,860	1,326	0,466	0,249
	2	0,880	1,237	0,357	0,191
	3	0,880	1,234	0,354	0,189
U	1	1,190	1,490	0,300	0,160
	2	1,070	1,538	0,468	0,250
	3	1,046	1,481	0,435	0,232
45	1	1,046	1,521	0,475	0,254
	2	1,020	1,468	0,448	0,239
	3	1,010	1,473	0,463	0,247

$\varnothing M_{lep} = 0,418 \text{ g}$

Tabuľka 9.2.

3.vrstva					
Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O	1	1,02	1,449	0,429	0,249
	2	0,98	1,497	0,517	0,191
	3	1,05	1,496	0,446	0,189
U	1	0,87	1,483	0,613	0,160
	2	0,95	1,683	0,733	0,250
	3	0,98	1,742	0,762	0,232
45	1	1,02	1,625	0,605	0,254
	2	1	1,729	0,729	0,239
	3	0,95	1,568	0,618	0,247

$\varnothing M_{lep} = 0,606 \text{ g}$

Tabuľka 9.3.

Sklenené vzorky 10x3 pre skúšku pevnosti a ťažnosti vystuženej tkaniny

1.vrstva					
Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O	1	1,454	1,580	0,126	0,067
	2	1,464	1,608	0,144	0,077
	3	1,534	1,676	0,142	0,076
U	1	1,575	1,698	0,123	0,066
	2	1,520	1,665	0,145	0,077
	3	1,483	1,655	0,172	0,092
45	1	1,515	1,641	0,126	0,067
	2	1,494	1,648	0,154	0,082
	3	1,494	1,639	0,145	0,077

$\varnothing M_{lep} = 0,142 \text{ g}$

Tabuľka 9.4.

2.vrstva					
Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O	1	1,496	1,747	0,251	0,134
	2	1,365	1,635	0,270	0,144
	3	1,363	1,619	0,256	0,137
U	1	1,488	1,727	0,239	0,128
	2	1,455	1,675	0,220	0,118
	3	1,500	1,727	0,227	0,121
45	1	1,483	1,727	0,244	0,130
	2	1,436	1,720	0,284	0,152
	3	1,375	1,647	0,272	0,145

$\varnothing M_{lep} = 0,251 \text{ g}$

Tabuľka 9.5.

3.vrstva					
Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O	1	1,535	1,878	0,343	0,183
	2	1,506	1,832	0,326	0,174
	3	1,115	1,449	0,334	0,178
U	1	1,406	1,805	0,399	0,213
	2	1,384	1,781	0,397	0,212
	3	1,116	1,422	0,306	0,163
45	1	1,466	1,807	0,341	0,182
	2	1,480	1,810	0,330	0,176
	3	1,100	1,403	0,303	0,162

$\varnothing M_{lep} = 0,342 \text{ g}$

Tabuľka 9.6.

Bavlnené vzorky 5x3 pre skúšku pevnosti spoja vrstiev

Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Pred}	M ₁₊₂	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O - O	1	0,443	0,467	0,910	1,104	0,194	0,207
	2	0,449	0,445	0,894	1,119	0,225	0,240
	3	0,448	0,468	0,916	1,078	0,162	0,173
U - U	1	0,454	0,466	0,920	1,057	0,137	0,146
	2	0,467	0,428	0,895	1,031	0,136	0,145
	3	0,434	0,437	0,871	1,008	0,137	0,146
O - U	1	0,438	0,459	0,897	1,122	0,225	0,240
	2	0,429	0,468	0,897	1,107	0,210	0,224
	3	0,442	0,477	0,919	1,123	0,204	0,218
O - 45	1	0,435	0,456	0,891	1,080	0,189	0,202
	2	0,455	0,455	0,910	1,097	0,187	0,200
	3	0,449	0,448	0,897	1,085	0,188	0,201
U - 45	1	0,477	0,454	0,931	1,097	0,166	0,177
	2	0,437	0,454	0,891	1,094	0,203	0,217
	3	0,442	0,477	0,919	1,075	0,156	0,167

$$\bar{M}_{lep} = 0,182 \text{ g}$$

Tabuľka 9.7.

Bavlnené vzorky 5x3 pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie

Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Pred}	M ₁₊₂	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O - O	1	0,448	0,445	0,893	1,022	0,129	0,207
	2	0,449	0,439	0,888	1,022	0,134	0,215
	3	0,435	0,443	0,878	1,008	0,130	0,208
U - U	1	0,446	0,463	0,909	1,045	0,136	0,218
	2	0,433	0,454	0,887	1,010	0,123	0,197
	3	0,435	0,451	0,886	1,014	0,128	0,205
O - U	1	0,435	0,440	0,875	1,011	0,136	0,218
	2	0,437	0,456	0,893	1,067	0,174	0,279
	3	0,436	0,443	0,879	0,984	0,105	0,168
O - 45	1	0,458	0,457	0,915	1,043	0,128	0,205
	2	0,433	0,434	0,867	1,039	0,172	0,276
	3	0,457	0,430	0,887	1,039	0,152	0,244
U - 45	1	0,456	0,448	0,904	1,038	0,134	0,215
	2	0,445	0,465	1,510	1,065	0,155	0,248
	3	0,466	0,472	0,938	1,105	0,167	0,268

$$\bar{M}_{lep} = 0,140 \text{ g}$$

Tabuľka 9.8.

Sklenené vzorky 5x3(bez prášku) pre skúšku pevnosti spoja vrstiev

Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Pred}	M ₁₊₂	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O - O	1	0,649	0,682	1,331	1,368	0,037	0,040
	2	0,659	0,661	1,320	1,356	0,036	0,038
	3	0,676	0,545	1,221	1,287	0,066	0,071
U - U	1	0,553	0,504	1,057	1,149	0,092	0,098
	2	0,569	0,525	1,094	1,201	0,107	0,114
	3	0,537	0,556	1,093	1,178	0,085	0,091
O - U	1	0,579	0,562	1,141	1,209	0,068	0,073
	2	0,568	0,526	1,094	1,197	0,103	0,110
	3	0,588	0,531	1,119	1,201	0,082	0,088
O - 45	1	0,540	0,560	1,100	1,182	0,082	0,088
	2	0,541	0,528	1,069	1,151	0,082	0,088
	3	0,547	0,533	1,080	1,163	0,083	0,089
U - 45	1	0,549	0,542	1,091	1,197	0,106	0,113
	2	0,531	0,545	1,076	1,182	0,106	0,113
	3	0,515	0,553	1,068	1,180	0,112	0,120

$$\bar{M}_{lep} = 0,083$$

Tabuľka 9.9.

Sklenené vzorky 5x3 (bez prášku) pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie

Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Pred}	M ₁₊₂	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O - O	1	0,668	0,654	1,322	1,394	0,072	0,115
	2	0,591	0,646	1,237	1,319	0,082	0,131
	3	0,679	0,664	1,343	1,424	0,081	0,130
U - U	1	0,523	0,534	1,057	1,180	0,123	0,197
	2	0,543	0,520	1,063	1,167	0,104	0,167
	3	0,540	0,543	1,083	1,167	0,084	0,135
O - U	1	0,542	0,566	1,108	1,146	0,038	0,061
	2	0,561	0,528	1,089	1,120	0,031	0,050
	3	0,553	0,518	1,071	1,101	0,030	0,050
O - 45	1	0,732	0,481	1,213	1,245	0,032	0,051
	2	0,726	0,492	1,218	1,254	0,036	0,058
	3	0,735	0,493	1,228	1,255	0,027	0,043
U - 45	1	0,570	0,551	1,121	1,210	0,089	0,142
	2	0,572	0,594	1,166	1,220	0,054	0,087
	3	0,563	0,592	1,155	1,210	0,055	0,088

$$\bar{M}_{lep} = 0,063 \text{ g}$$

Tabuľka 9.10.

Sklenené vzorky 5x3(s práškom) pre skúšku pevnosti spoja vrstiev

Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Pred}	M ₁₊₂	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O - O	1	0,765	0,641	1,406	1,525	0,119	0,127
	2	0,643	0,644	1,287	1,404	0,117	0,125
	3	0,647	0,678	1,325	1,446	0,121	0,129
U - U	1	0,535	0,526	1,061	1,170	0,109	0,116
	2	0,531	0,528	1,059	1,189	0,130	0,139
	3	0,536	0,529	1,065	1,164	0,099	0,106
O - U	1	0,555	0,528	1,083	1,227	0,144	0,154
	2	0,545	0,551	1,096	1,221	0,125	0,160
	3	0,564	0,548	1,112	1,229	0,117	0,125
O - 45	1	0,724	0,577	1,301	1,555	0,254	0,271
	2	0,731	0,493	1,224	1,337	0,113	0,121
	3	0,532	0,48	1,012	1,128	0,116	0,124
U - 45	1	0,542	0,637	1,179	1,307	0,128	0,137
	2	0,542	0,629	1,171	1,264	0,093	0,099
	3	0,542	0,539	1,081	1,227	0,146	0,156

$$\varnothing M_{lep} = 0,129 \text{ g}$$

Tabuľka 9.11.

Sklenené vzorky 5x3(s práškom) pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie

Hmotnosť (g)		M _{Pred}	M _{Pred}	M ₁₊₂	M _{Po}	M _{lep}	h(mm)
O - O	1	0,569	0,579	1,148	1,190	0,042	0,067
	2	0,659	0,692	1,351	1,399	0,048	0,077
	3	0,660	0,669	1,329	1,394	0,065	0,104
U - U	1	0,551	0,517	1,068	1,132	0,064	0,102
	2	0,532	0,547	1,079	1,162	0,083	0,133
	3	0,546	0,551	1,097	1,174	0,077	0,123
O - U	1	0,547	0,548	1,095	1,157	0,062	0,099
	2	0,561	0,532	1,093	1,154	0,061	0,098
	3	0,553	0,552	1,105	1,171	0,066	0,106
O - 45	1	0,721	0,502	1,223	1,290	0,067	0,107
	2	0,721	0,481	1,202	1,281	0,079	0,127
	3	0,726	0,501	1,227	1,286	0,059	0,095
U - 45	1	0,584	0,547	1,131	1,229	0,098	0,157
	2	0,566	0,543	1,109	1,224	0,115	0,184
	3	0,589	0,556	1,145	1,286	0,141	0,226

$$\varnothing M_{lep} = 0,075 \text{ g}$$

Tabuľka 9.12.

Výpočet hmotnosti nanoseného lepidla :

u vystuženej tkaniny $m_{lep} = m_{PO} - m_{PRED}$ m_{lep} [g].....hmotnosť nanoseného lepidla (9.1.)

u lepených spojov $m_{lep} = m_{PO} - m_{1+2}$ m_{PRED} [g].....hmotnosť vzorky 1. váženia (9.2.)

m_{PO} [g].....hmotnosť vzorky 2. váženia

Hrúbka nánosu lepidla : m_{1+2} [g].....súčet hmotností dvoch vzoriek 1. váženia (9.3.)

$h = m_{lep} \cdot 10 / \rho \cdot S$ h [mm].....hrúbka nánosu lepidla

ρ [g/cm³].....objemová merná hmotnosť lepidla

S [cm²].....plocha lepenej časti vzorky

10. MERANIE MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ SPOJOV

Priame metódy merania adhézie spočívajú na zisťovaní sily potrebnej k posunutiu a odtrhnutiu spoja. Merítkom adhézie môže byť sila, energia, doba, alebo počet zaťažení do okamžiku deštrukcie. Väčšina skúšok, ktoré sa prevádzajú za účelom zisťovania mechanických vlastností adhezných spojov je empirických, prispôbených podmienkam lepenia.

10.1. POPIS PRÍSTROJA

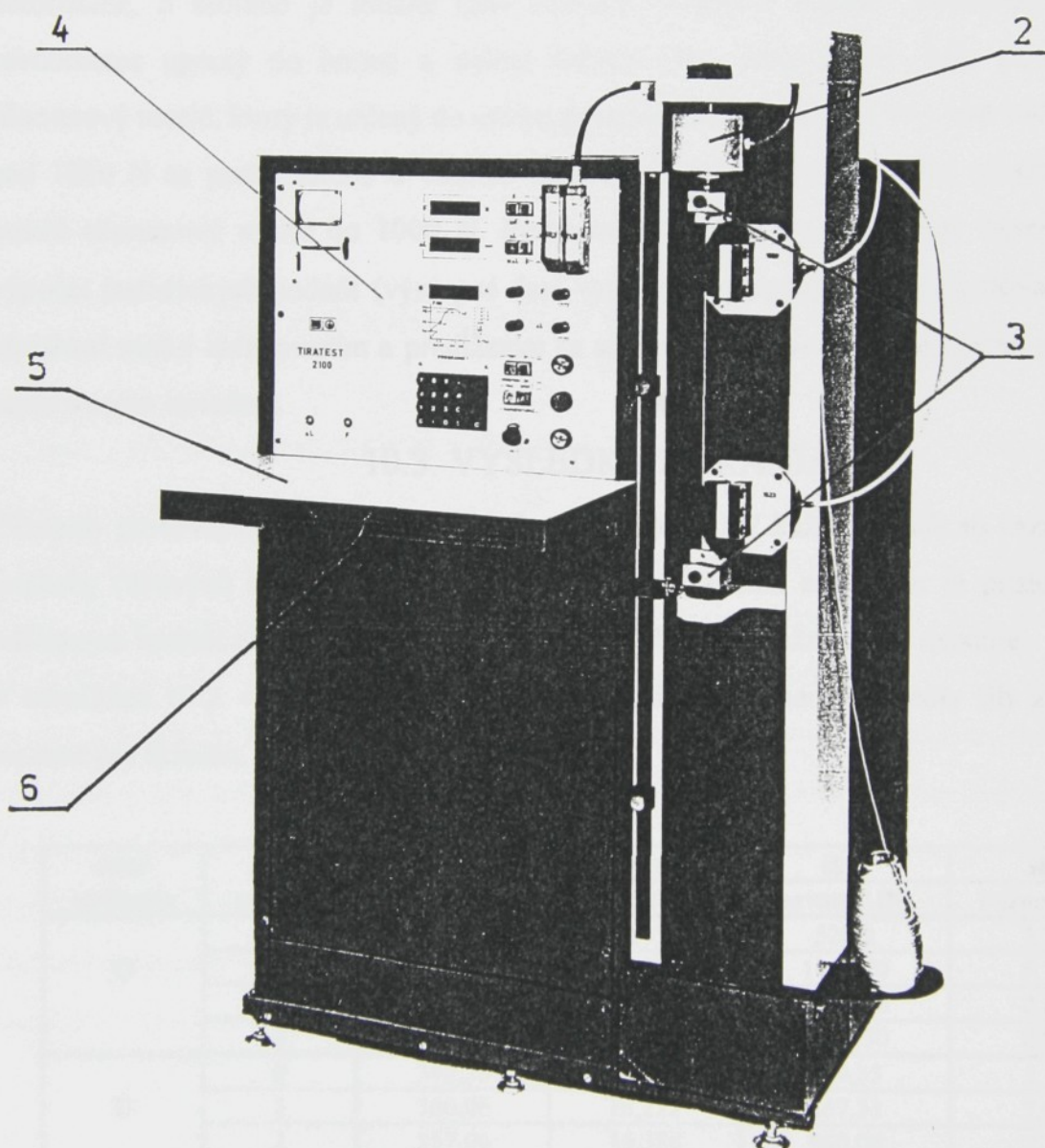
Celý experiment zisťovania mechanických vlastností spojov prebiehal na meracom prístroji TIRATEST 2150. Prístroj sa nachádza na katedre textilných materiálov. Je určený na skúšanie pevnosti, zmeny tvarov pevného materiálu pri namáhaní v ťahu, tlaku a ohybe. Má široký výber upínacích zariadení, silomerových meničov a snímačov ťažnosti. Umožňuje skúšanie textílií, priadzí, tkanín, papiera, lepenky, umelých hmôt, fólií, gumy, drôtov, slabých plechov a pod. K dispozícii je zvolený program, ktorý zabezpečuje efektívny priebeh skúšky jednorázovým jednoduchým vkládaním dát, pohodlným upínaním vzorky a úplne automatický priebeh skúšky s vytisknutím dát a štatistickým výpočtom hodnôt.

maximálna skúšobná sila [kN]	5
rozsah merania sily [kN]	10 ⁻² - 5
rozsah zmeny dĺžky [mm]	10 ⁻² - 50
rozmery skúšobného priestoru (výška + šírka) [mm]	930x150
plynulý regulačný rozsah	1 : 33
vkládanie dát	cez numerickú klávesnicu
výstup dát	α-num. pásková tlačiareň

Tabuľka 10.1. Technické údaje meracieho prístroja TIRATEST 2150 [11]

- prístroj má detektor pretrhu a automatický rýchly spätný chod

- Popis prístroja :**
- 1) zaťažovacie zariadenie
 - 2) silomerový menič
 - 3) upínacie zariadenie
 - 4) meracia a ovládacia jednotka
 - 5) zapisovacia doska
 - 6) hlavný spínač



Obr. 10.1. TIRATEST 2150

10.2. PRIEBEH MERANIA

Pred začiatkom vlastného merania boli nastavené vstupné data a upínacia dĺžka :

(60 mm.....pre skúšku pevnosti a ťažnosti vystuženej tkaniny

20 mm.....pre skúšku pevnosti spoja vrstiev

40 mm.....pre skúšku pevnosti v ťahu a ťažnosti lepenej textílie)

Predpätie bolo vypnuté. Týmto krokom sa dosiahlo toho, že bol zaznamenaný celý priebeh deformácie, z ktorého je možné tuto hodnotu predpätia odčítať. Zkušobný vzorok bol rovnomerne upnutý do hornej a dolnej čeľuste. Pre danú skúšku bolo potrebné zvoliť silomerový menič, ktorý je určený do určitej pevnosti v ťahu (do 1000 N a nad 1000 N). Menič nad 1000 N sa použil jedine u vzoriek sklenenej vystuženej tkaniny. Pre ostatné skúšky sa použil silomerový menič do 1000 N. Pomocou programu bol prevedený záznam skúšky a výpočet štatistických hodnôt (výstupné data vytiskla α -numerická pásková tlačiareň). Krivky závislosti medzi zaťažovaním a predĺžením sa súčasne zaznamenávali do grafov na grafickom zapisovacom zariadení.

10.3. VÝSLEDKY MERANIA

Záznamy pracovných diagramov sú založené v prílohe 1. V každom grafe sú zaznamenané tri priebehy ťahových kriviek pre daný smer a spôsob lepenia a k tomu je príslušná tabuľka odčítaných hodnôt maximálnej dosiahnutej sily roztrhnutia a ťažnosti pri maxime.

V tabuľkách 10.2. - 10.3. sú pre prehľadnosť uvedené priemerné hodnoty sily a ťažnosti pri maxime pre tkaninu.

smer strihania	počet nánosov	bavlna	bavlna	sklo	sklo
		pevnosť [N]	ťažnosť [%]	pevnosť [N]	ťažnosť [%]
O	0	354,93	19,433	528,2	2,766
	1	347,36	24,700	1157,70	5,722
	2	365,73	24,200	1306,00	8,833
	3	346,33	22,600	1360,50	8,875
Ú	0	342,30	12,276	799,33	5,166
	1	360,06	16,222	867,33	7,920
	2	357,06	16,388	940,00	7,250
	3	385,76	15,116	966,00	5,250
45°	0	220,53	36,300	293,33	34,053
	1	250,53	38,166	388,33	62,600
	2	250,53	42,166	394,66	57,300
	3	261,46	37,333	44,33	35,944

Tabuľka 10.2.

	bavlna	bavlna	sklo _{bez prášku}	sklo _{bez prášku}	sklo _{s práškom}	sklo _{s práškom}
	pevnosť [N]	ťažnosť [%]	pevnosť [N]	ťažnosť [%]	pevnosť [N]	ťažnosť [%]
OxO	320,65	36,000	514,66	5,416	232,50	4,125
ÚxÚ	315,53	21,416	624,63	6,000	348,13	7,916
OxÚ	320,96	26,833	596,56	5,333	246,16	5,333
Ox45°	302,60	40,000	152,13	10,333	118,43	26,500
Úx45°	267,66	29,750	142,33	15,750	141,36	19,500

Tabuľka 10.3.

	bavlna	sklo _{bez prášku}	sklo _{s práškom}
	pevnosť [N]	pevnosť [N]	pevnosť [N]
OxO	22,099	5,5054	3,0855
ÚxÚ	18,274	4,8547	4,9168
OxÚ	21,012	4,4905	2,6600
Ox45°	18,302	5,5087	5,1682
Úx45°	17,333	5,1469	5,0054

Tabuľka 10.4.

10.4. ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANIA

10.4.1. SKÚŠKA PEVNOSTI V ŤAHU A ŤAŽNOSTI VYSTUŽENEJ TKANINY

Popis priebehu skúšky :

Deformačný proces prebiehal rozdielne u jednooso namáhaných vzoriek a u vzoriek strihaných šikmo. U vzoriek strihaných po osnove prebiehala trhacia skúška podobne ako u vzoriek strihaných po útku. V týchto prípadoch je na ťah namáhaná len jedna sústava nití, a to buď osnova alebo útok. Druhá sústava nití je namáhaná iba na ohyb. V dôsledku rastúceho ťahu dochádza k narovnávaniu namáhanej sústavy nití. Priečna sústava sa stále viac zvlňuje. Približne uprostred vzorky dochádza k zužovaniu a tým aj zhusťovaniu pozdĺžnych nití. S prvými narušenými niťami je porušená pevnosť celej vzorky. Merané vzorky boli porušené približne uprostred medzi čeľusťami.

- Napätie v jednej ose charakterizuje :
- šmyk priadzi

vyrovnanie skučeravenia

sploštenie priadze

zhustenie priadzi

rotácia vlákien

prietah vlákien

U vzoriek strihaných pod uhlom 45° dochádza k odlišnému priebehu deformácie. Sila potrebná k porušeniu vzoriek nie je sila potrebná k pretrhnutiu obidvoch sústav nití, ale iba sila potrebná k prekonaniu šmykového trenia medzi niťami. U tohoto typu vzorky nie je ani jedna niť upevnená v obidvoch čelustiach trhacieho prístroja naraz. Pri zaťažovaní vzoriek tejto skupiny dochádza teda k šmykovému treniu medzi niťami. Pretrhy nastali vždy priamo v čelustiach, kde sa napätie pri zaťažovaní koncentrovalo. Tento jav je neočakávaný, predpokladali sme, že k pretrhu vzoriek bude dochádzať približne uprostred.

Zhodnotenie výsledkov :

bavlna

pevnosť : Najvyššie hodnoty pevnosti boli u vzoriek strihaných po útku, najnižšie u vzoriek pod uhlom 45° . U vzoriek pod uhlom 45° sa pevnosť zvyšuje s každou nanesenou vrstvou pojiva. To sa nedá tvrdiť u vzoriek v osnove a útku, hodnoty pevnosti s nanesením vrstvy kolísajú.

ťažnosť : Najvyššia ťažnosť bola u vzoriek šikmo strihaných, najnižšia u vzoriek v útku. S prvým a druhým nanosom vrstvy sa ťažnosť zvyšuje, tretí nanos vrstvy je príčinou zníženia ťažnosti.

sklo

pevnosť : Najvyššia pevnosť je u vzoriek v osnove, najnižšia u šikmých vzoriek, nanos vrstvy spôsobuje zvyšovanie pevnosti.

ťažnosť : Najvyššia ťažnosť je u šikmých vzoriek, nanosenie vrstvy pojiva spôsobilo dvojnásobné zvýšenie ťažnosti vzorky, ktorá sa s ďalšími vrstvami začína znižovať. Nanášanie 1. vrstvy u osnove spôsobilo tiež dvojnásobné zvýšenie ťažnosti, u ďalších vrstiev dochádza k jej znižovaniu.

Vyhodnotenie skúšky :

Cieľom skúšky bolo zistenie vplyvu nanesej vrstvy pojiva na tkaninu na anizotropiu tkaniny (smerová závislosť mechanických vlastností tkanín). Predpoklad bol, že pri určitom počte nanosu vrstiev pojiva na tkanine prestane vplyv anizotropie tkaniny a na mechanické vlastnosti začne mať výrazný vplyv pojivo. Porovnaním grafických priebehov deformačných skúšok sme zistili, že nanosy latexového pojiva SOKRAT na tkaninu nehrajú významnú úlohu. Vystužená tkanina sa pri mechanickom namáhaní chová ako pôvodná tkanina bez nanosu pojiva. K výraznému zvýšeniu pevnosti nanosom vrstvy pojiva oproti pevnosti tkaniny bez nanosu vrstvy

došlo len u sklenenej tkaniny v osnove - pevnosť vzorku sa dvojnásobne zvýšila. U sklenených tkanín dochádzalo nanosom vrstvy k dvojnásobnému zvýšeniu ťažnosti.

10.4.2. SKÚŠKA PEVNOSTI SPOJA VRSTIEV

Popis priebehu skúšky :

U obidvoch druhov tkanín dochádzalo pri skúške k rozlepovaniu spoja.

Zhodnotenie výsledkov :

bavlna

Hodnoty pevnosti pri rôznych smeroch strihania vzoriek sú približne rovnaké, najvyššia pevnosť bola u spoja OxO, najnižšia u spoja Úx45°.

sklo

Hodnoty pevnosti sú u rôznych smerov približne rovnaké, všetky pevnosti spoja sú nízke.

Vyhodnotenie skúšky :

Pevnosť spoja vrstiev nezávisí na smere strihania tkaniny, u rôznych smerov strihania vzoriek boli pevnosti spoja u bavlny a u skla približne rovnaké.

10.4.3. SKÚŠKA PEVNOSTI V ŤAHU A ŤAŽNOSTI TEXTÍLIE

Popis priebehu skúšky :

U bavlnenej tkaniny všetky vzorky roztrhlo mimo lepený spoj, pri mechanickom namáhaní sa prejavuje ťažnosť tkaniny a ťažnosť latexového pojiva mäkkým klzaním vrstiev po sebe, v poslednej fáze došlo k pretrhu tkaniny mimo lepený spoj. U sklenenej tkaniny všetky vzorky roztrhlo v lepenom spoji. Pri mechanickom namáhaní sa prejavovala tvrdosť spoja, v poslednej fáze došlo k povoleniu spoja a čeľuste trhacieho prístroja sa vrátili späť.

Zhodnotenie výsledkov :

bavlna

pevnosť : Hodnoty pevnosti sú u rôznych smerov približne rovnaké, u spoja Ox45° je pevnosť najnižšia.

ťažnosť : Rozdiel v ťažnosti v rôznych smeroch je výraznejší, najvyššia ťažnosť je u spoja UxU.

sklo

pevnosť : Je výrazný rozdiel v pevnosti spoja, kde jednou zo zlepovaných častí bola tkanina strihaná pod uhlom 45°. Sú to spoje Ox45° a Úx45°, u obidvoch spojov je najnižšia pevnosť.

ťažnosť : Najvyššia ťažnosť je u spoja Úx45°, najnižšia je u spoja OxÚ.

Vyhodnotenie skúšky :

U bavlnenej tkaniny pevnosť spoja nezávisí na smere strihania = nevýrazná anizotropia, vo všetkých smeroch je približne rovnaká. Ťažnosť je však rozdielna, má závislosť na smere strihania vzorky. Bavlnené spoje sú spoľahlivé, konajú veľkú adhéznú prácu. Spoje sú pevnejšie než pôvodná tkanina. U sklenených spojov je výrazná anizotropia. Pevnosť a ťažnosť spoja závisí na smere strihania tkaniny. Najvyššiu ťažnosť majú spoje, kde je jedna časť šikmo strihaná, najvyššiu pevnosť majú spoje UxU. Z grafického priebehu kriviek pevnosti a ťažnosti spojov možno vyvodit', že spoje OxO, OxÚ, ÚxÚ konajú malú adhéznú prácu a nie sú spoľahlivé. Spoľahlivé spoje sú s šikmo strihanou časťou, teda Ox45° a Úx45°

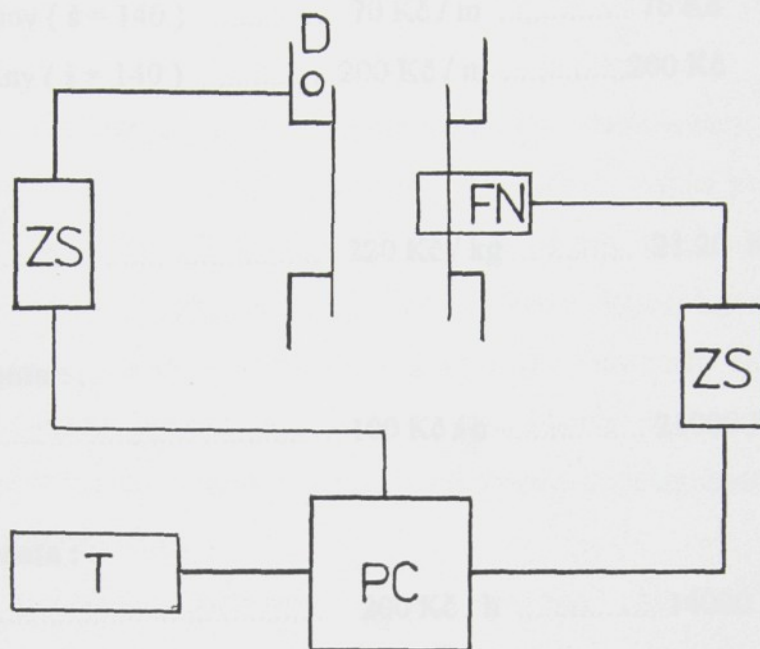
Pre experiment v diplomovej práci boli pripravované vzorky aj na zisťovanie mechanoluminiscencie a akustickej emisie pri mechanickom zaťažovaní vzoriek. Toto meranie sa nepodarilo uskutočniť z toho dôvodu, že v dobe prevádzania experimentu neboli k dispozícii nutné meracie prístroje. Ako námet ďalšieho skúmania mechanických vlastností adhézných spojov sú uvedené základné predpoklady tejto skúšky a schematické znázornenie potrebných prístrojov.

Akustická emisia je elasticke vlnenie , ktoré je dôsledkom náhleho uvoľnenia energie v materiále.

Podmienky ideálneho experimentu [7]:

- 1) východzia látka (luminofór) musí byť v podobe monokryštálu , ktorého štruktúra a luminiscenčné vlastnosti sú presne známe
- 2) na takto známy monokryštál je nutné pôsobiť za presne definovaných podmienok, ktorými sú dynamické alebo statické namáhanie , pôsobiace v presne definovanom danom smere , za rovnakých vonkajších podmienok , teploty , tlaku , atmosféry , elektrického a magnetického poľa a podmienok vonkajšieho ožiarovania. Pri dynamickom namáhaní je treba vedieť výšku amplitúdy vonkajšieho pôsobenia , jeho periódu , tvar a časový priebeh vonkajšieho pulzu , prípadne jeho frekvenčný rozklad , a či pritom prebiehajúca deformácia je elastická , plastická alebo ide o lom.

Náčrt ideálneho zariadenia pre meranie mechanických vlastností lepených spojov, mechanoluminiscencie a akustickej emisie :



D..... **detektor**
 T..... **tiskáreň**
 FN..... **fotonásobič**
 ZS..... **zosilovač**
 PC..... **počítač**

Obr. 10.2. Náčrt ideálneho experimentu pre meranie lepených spojov

11. EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE DIPLOMOVEJ PRÁCE

a) Spotreba materiálu :

0.80 m bavlnenej tkaniny (š = 140) 70 Kč / m 76 Kč

1.00 m sklenenej tkaniny (š = 140) 200 Kč / m 200 Kč

b) Spotreba lepidla:

0.0964 kg 220 Kč / kg 21.20 Kč

c) Počet hodín diplomanta :

210 h 100 Kč / h 21000 Kč

d) Počet hodín konzultanta :

70 h 200 Kč / h 14000 Kč

Celkové náklady tejto diplomovej práce činia **35 300, Kč** bez obchodnej prírážky .

ZOZNAM OBRÁZKOV 12. ZÁVER

Adhezné spojovanie nie je v súčasnej dobe príliš rozšírenou technológiou spojovania. Je v štádiu vývoja. Predsa ale nachádza uplatnenie v technickej konfekcii, zvlášť tam, kde sa vyžaduje veľká pevnosť v šmyku a veľká rázová pevnosť. V odevnom priemysle sa tento netradičný spôsob spojovania obmedzuje prevažne na plošné podlepovanie.

V diplomovej práci sú zhrnuté poznatky o mechanických vlastnostiach lepených spojov bavlnenej a sklenenej tkaniny. Latexové pojivo SOKRAT vytvára mäkké pružné spoje, ktoré sú z praktického a estetického hľadiska použiteľné pre odevný priemysel. Vyhodnotením celého experimentu sa došlo k zaujímavým problémom, ktoré doporučujem ako námety do ďalších diplomových prác : zistenie závislosti mechanických vlastností na hrúbke vrstvy u jednoducho preplátovaného spoja, podrobnejšie preskúmanie mechanických vlastností sklenenej tkaniny v osnove po nanesení vrstvy, preskúmanie koncentrácie napätia u šikmo strihanej sklenenej vystuženej tkaniny.

Lepené spoje sú veľmi komplikované, ukazujú vysokú citlivosť na dodržovanie technologických podmienok (teploty, tlaku). Bolo by zaujímavé podrobnejšie sa touto citlivosťou zaoberať. Aj naše použité tkaniny (sklo = káblik, bavlna = priadza) sú veľmi komplikované pre teoretický popis adhézie. Bolo by vhodné ďalšie experimenty prevádzať na tkaninách z monofilových vlákien pre preskúmanie teórie adhézie.

ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] Osten, M.: Práce s lepidly a tmely, SNTL, Praha 1986
- [2] Motejl, T.: Stroje a zařízení v oděvní výrobě, SNTL, Praha 1984
- [3] Sodomka, L.: Nekonenčné způsoby spojování a oddělování (přednášky), TU Liberec 1996
- [4] Osten, M.: Lepení plastických hmot, SNTL, Praha 1972
- [5] Osten, M.: Práce s lepidly a tmely, Grada Publishing 1996
- [6] Bábek, M.; Liška, J.; Valenta, V.: Latexy - jejich druhy a zpracování, SNTL, Praha 1996
- [7] Sodomka, L.: Mechanoluminiscence a její použití, Academia Praha 1985
- [8] Prospekt Chemických závodů Sokolov, a.s. pro polyakrylátové disperze rady SOKRAT
- [9] Simon, J.: Textilní materiály, Praha 1954
- [10] Švédová, J. a kol.: Technické textilie, VÚ lykových vláken, Šumperk 1978
- [11] Návod k obsluze TIRATESTU

ZOZNAM A ROZSAH PRÍLOH

	počet stran
1. Grafy a výsledky skúšky pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny	24
2. Grafy a výsledky skúšky pevnosti spoja vrstiev	10
3. Grafy a výsledky skúšky pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie	15
4. Popis skúšiek na prístroji TIRATEST 2150	2
5. Vzor výpočtu adheznej práce	1

PRÍLOHA 1

1. Grafy a výsledky skúšky pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny

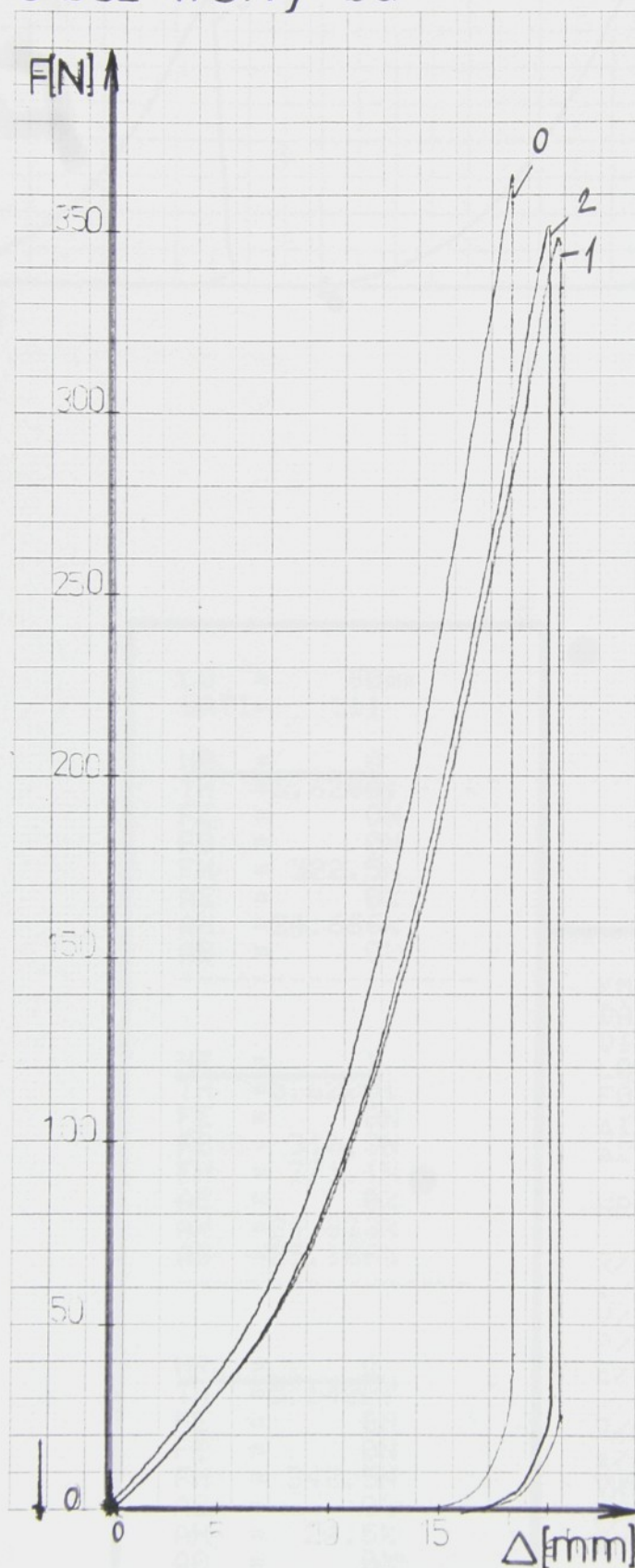
(počet strán 24)

PRÍLOHA 1

Grafy a výsledky skúšky pevnosti v ťahu a ťažnosti vystuženej tkaniny

(počet stran 24)

0 bez vrstvy ba



STANDARDPROGRAMM TEXTIL

L0 = 100mm
Δ2 = 10N
DAT1= 01

NR = 0
TH = 6.8801s
FE = 0N
FB = 366.6N
FH = 366.6N
AE = 0%
AH = 18.4%
AB = 18.4%

NR = 1
TH = 7.4801s
FE = 0N
FB = 346.6N
FH = 347.7N
AE = 0%
AH = 20%
AB = 20.2%

NR = 2
TH = 7.4401s
FE = 0N
FB = 350.5N
FH = 350.5N
AE = 0%
AH = 19.9%
AB = 19.9%

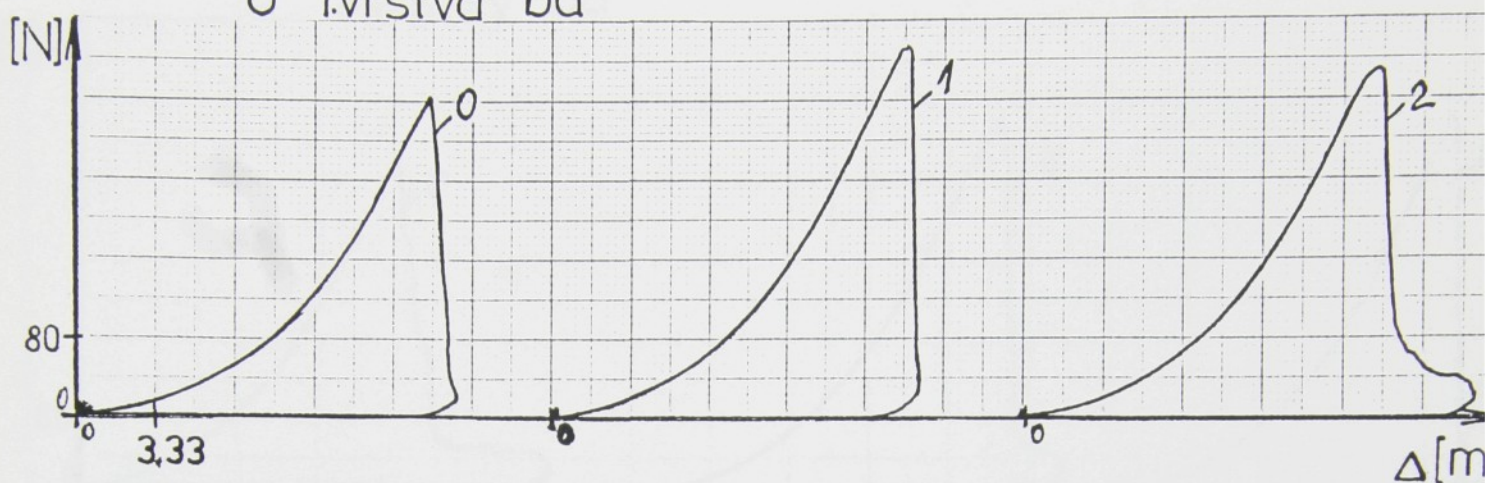
KMW: 1KN
DAT1= 01
DIV = 1
L0 = 100mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 10N

NR = 3

Σ/FH=354.93N
s/FH=10.201N
V/FH=2.8743%
P/FH=7.1357%
E/FH=344.73N

Σ/AH=19.433%
s/AH=0.8963%
V/AH=4.6125%
P/AH=11.451%
E/AH=18.537%

0 1.vrstva ba



L0 = 60mm
DAT1= 111

NR = 0
TH = 5.6200s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 322.5N
AE = 0%
AH = 24.666%
AB = 0%

NR = 1
TH = 5.6200s
FE = 0N
FB = 310.3N
FH = 371.1N
AE = 0%
AH = 24.833%
AB = 25.166%

NR = 2
TH = 5.5400s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 348.5N
AE = 0%
AH = 24.5%
AB = 0%

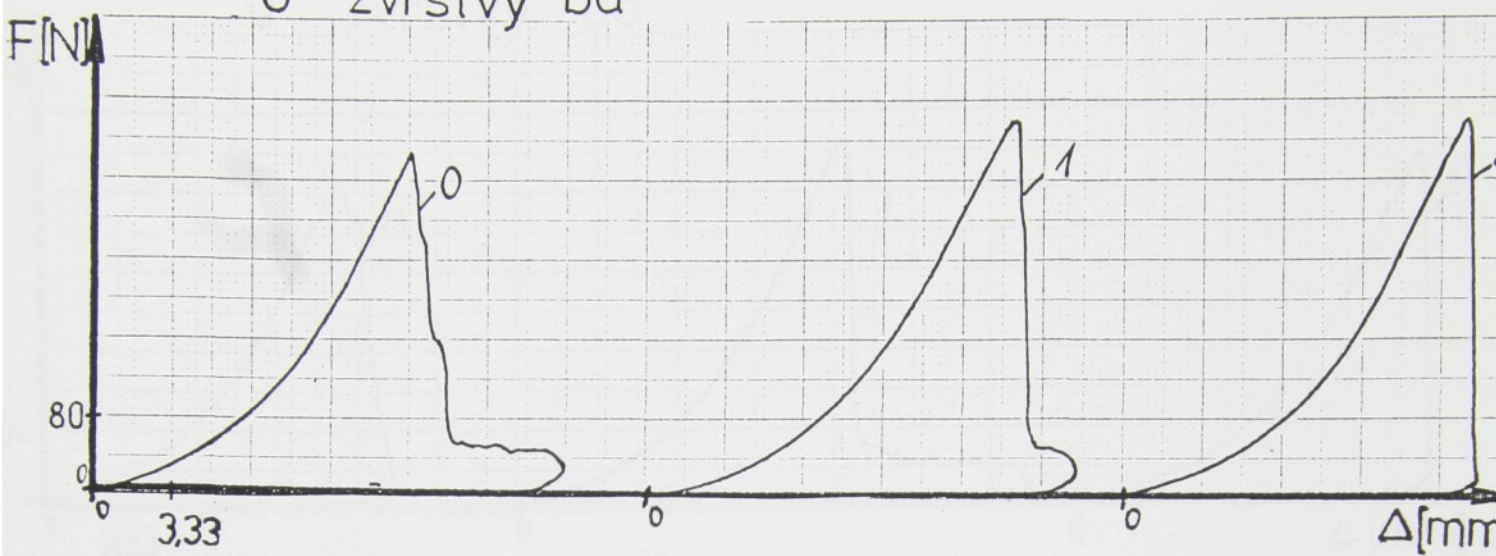
KMW: 1KN
DAT1= 111
DIV = 1
L0 = 60mm
F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH$ = 347.36N
 s/FH = 24.320N
 V/FH = 7.0013%
 P/FH = 17.381%
 E/FH = 323.04N

$\bar{x}/AH$ = 24.666%
 s/AH = 0.1671%
 V/AH = 0.6778%
 P/AH = 1.6827%
 E/AH = 24.499%

0 2vrstvy ba



DAT1= 121

NR = 0
TH = 5.2400s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 343.9N
AE = 0%
AH = 23.166%
AB = 0%

NR = 1
TH = 5.7600s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 379.3N
AE = 0%
AH = 25.5%
AB = 0%

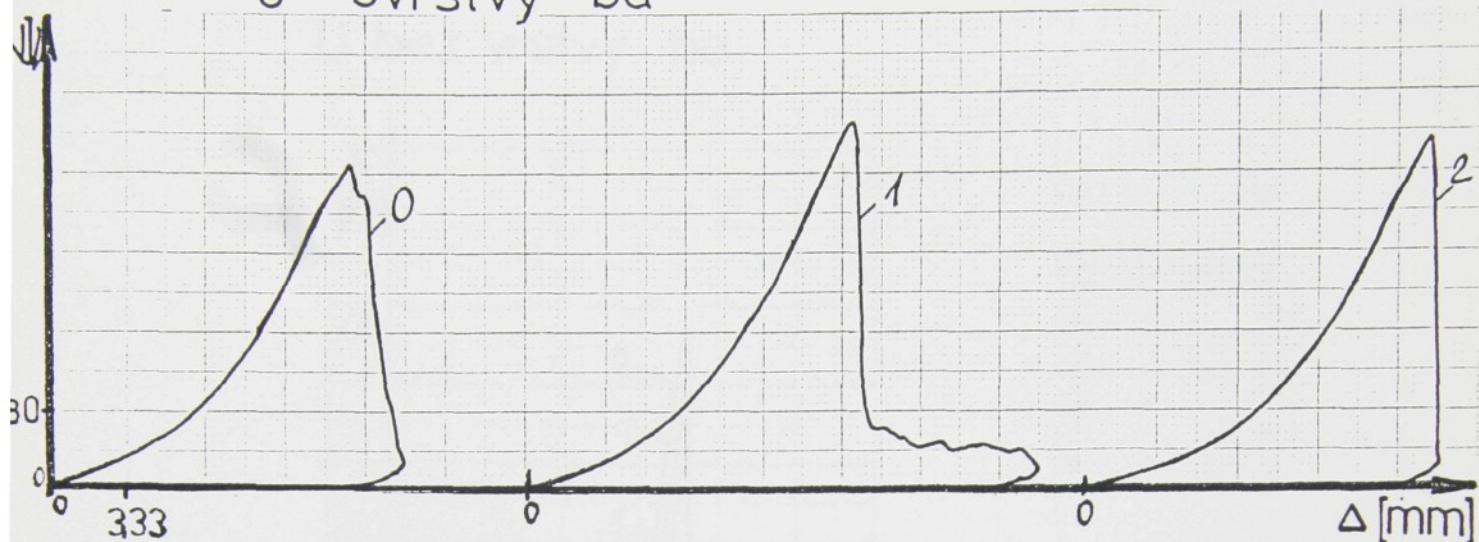
NR = 2
TH = 5.4000s
FE = 0N
FB = 313.8N
FH = 374N
AE = 0%
AH = 23.833%
AB = 24%

KMW: 1kN
DAT1= 121
DIV = 1
L0 = 60mm
F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3
 $\bar{x}/FH = 365.73N$
 $s/FH = 19.093N$
 $V/FH = 5.2206\%$
 $P/FH = 12.960\%$
 $E/FH = 346.64N$

$\bar{x}/AH = 24.166\%$
 $s/AH = 1.2018\%$
 $V/AH = 4.9733\%$
 $P/AH = 12.346\%$
 $E/AH = 22.964\%$

0 3vrstvy ba



DAT1= 131

NR = 0
TH = 4.8400s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 322.1N
AE = 0%
AH = 21.333%
AB = 0%

NR = 1
TH = 5.1000s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 366.1N
AE = 0%
AH = 22.5%
AB = 0%

NR = 2
TH = 5.5800s
FE = 0N
FB = 294N
FH = 350.8N
AE = 0%
AH = 24%
AB = 24.166%

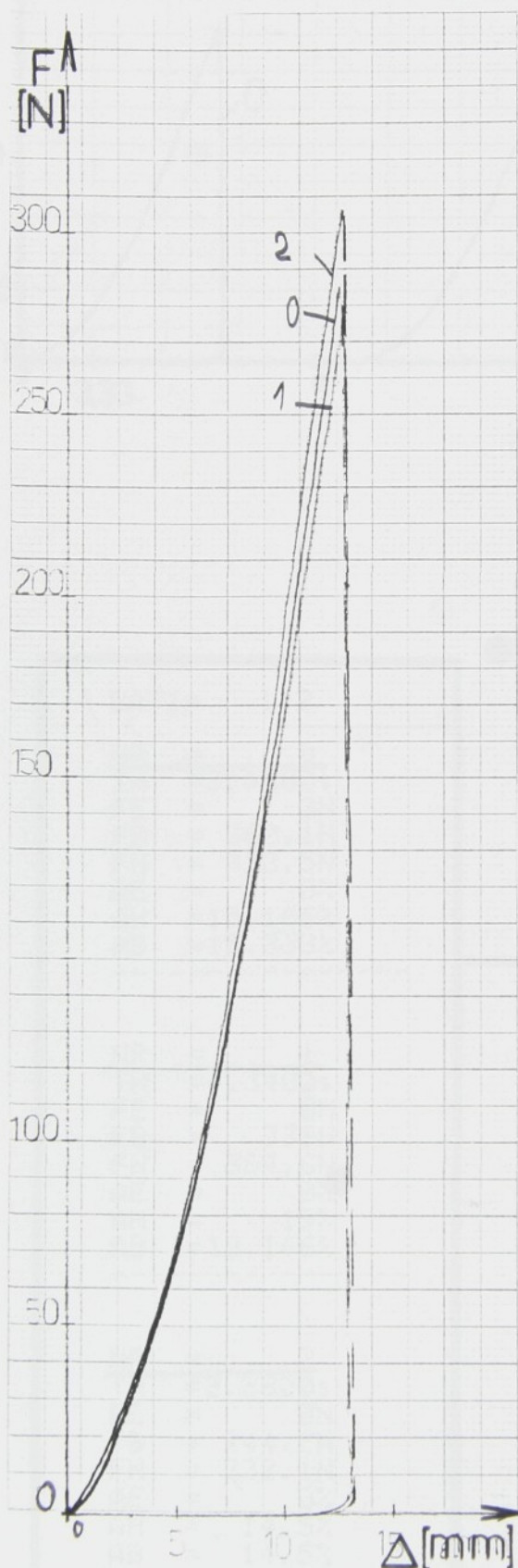
KMU: 1kN
DAT1= 131
DIV = 1
L0 = 60mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=346.33N
s/FH=22.338N
V/FH=6.4498%
P/FH=16.012%
E/FH=323.99N

X/AH=22.611%
s/AH=1.3368%
V/AH=5.9122%
P/AH=14.677%
E/AH=21.274%

Ú bez vrstvy ba



DAT1= 21

NR = 0
TH = 4.8000s
FE = 0N
FB = 339.1N
FH = 339.1N
AE = 0%
AH = 12.8%
AB = 12.8%

NR = 1
TH = 4.7800s
FE = 0N
FB = 329.2N
FH = 329.2N
AE = 0%
AH = 12.7%
AB = 12.7%

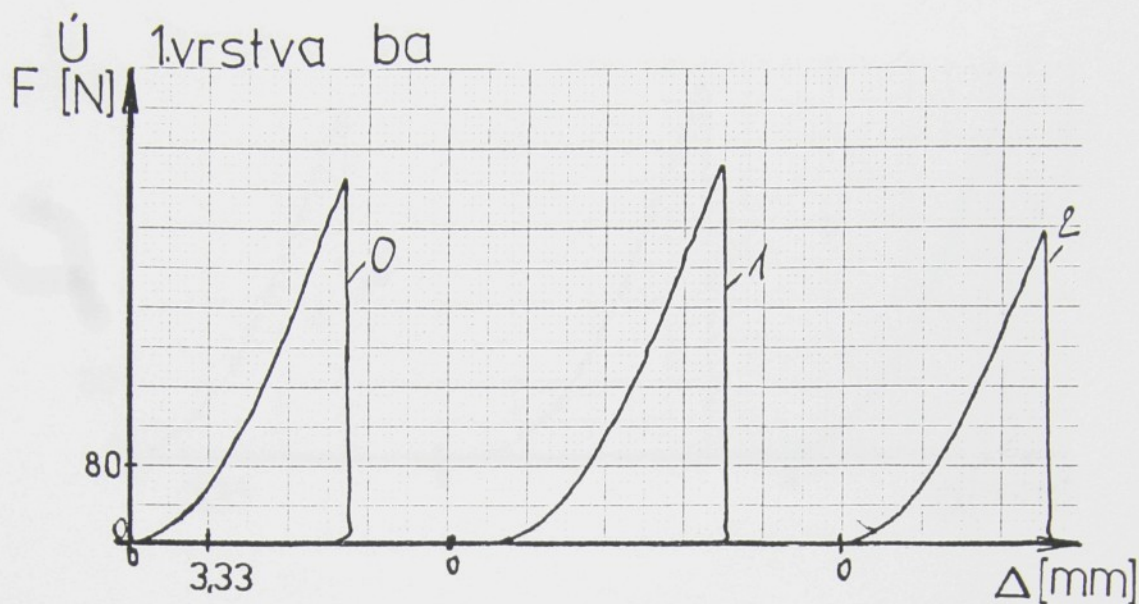
NR = 2
TH = 4.8000s
FE = 0N
FB = 358.5N
FH = 358.6N
AE = 0%
AH = 12.8%
AB = 12.8%

KMW: 1kN
DAT1= 21
DIV = 1
L0 = 100mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 10N

NR = 3

X/FH= 342.3N
s/FH=14.959N
V/FH=4.3702%
P/FH=10.849%
E/FH=327.34N

X/AH=12.766%
s/AH=0.0580%
V/AH=0.4548%
P/AH=1.1292%
E/AH=12.708%



DAT1= 112

NR = 0
 TH = 3.4800s
 FE = 0N
 FB = 360.1N
 FH = 373.5N
 AE = 0%
 AH = 15.166%
 AB = 15.333%

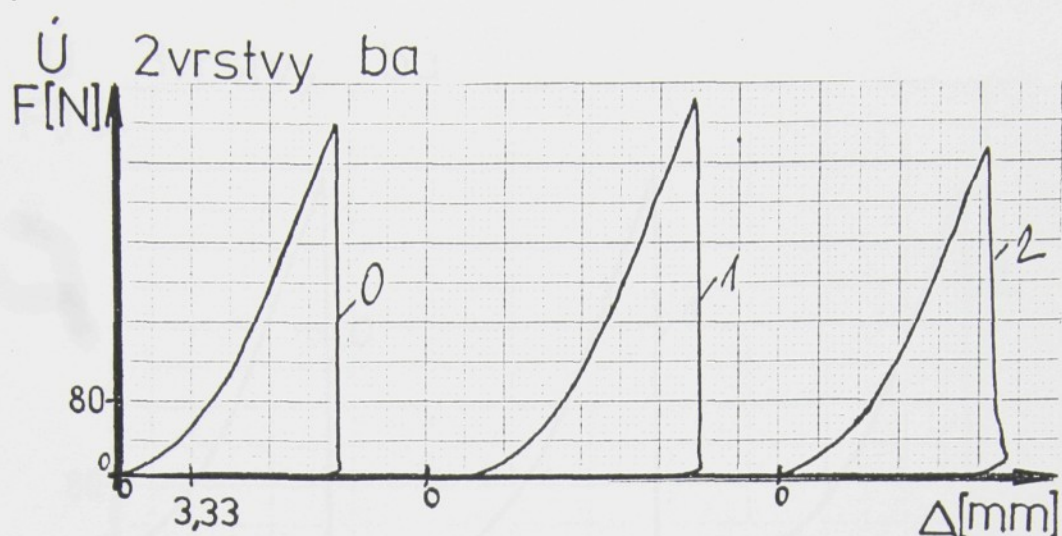
NR = 1
 TH = 4.3400s
 FE = 0N
 FB = 339N
 FH = 384.6N
 AE = 0%
 AH = 19%
 AB = 19.166%

NR = 2
 TH = 3.2800s
 FE = 0N
 FB = 244.7N
 FH = 322.1N
 AE = 0%
 AH = 14.5%
 AB = 14.5%

KMW: 1KN
 DAT1= 112
 DIV = 1
 L0 = 60mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N
 NR = 3

$\bar{x}/FH = 360.06N$
 $s/FH = 33.346N$
 $V/FH = 9.2610\%$
 $P/FH = 22.991\%$
 $E/FH = 326.72N$

$\bar{x}/AH = 16.222\%$
 $s/AH = 2.4286\%$
 $V/AH = 14.971\%$
 $P/AH = 37.167\%$
 $E/AH = 13.793\%$



DAT1= 122

NR = 0
 TH = 3.5600s
 FE = 0N
 FB = 351.8N
 FH = 356.9N
 AE = 0%
 AH = 15.666%
 AB = 15.833%

NR = 1
 TH = 4.4000s
 FE = 0N
 FB = 304.4N
 FH = 382.2N
 AE = 0%
 AH = 19.166%
 AB = 19.333%

NR = 2
 TH = 3.2600s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 332.1N
 AE = 0%
 AH = 14.333%
 AB = 0%

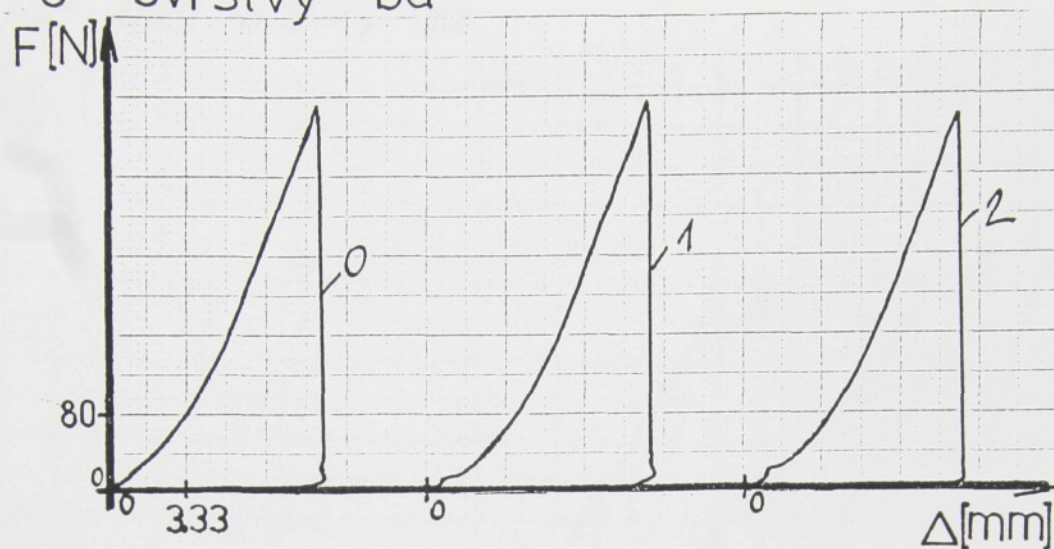
KMW: 1kN
 DAT1= 122
 DIV = 1
 L0 = 60mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH = 357.06N$
 $s/FH = 25.051N$
 $V/FH = 7.0158N$
 $P/FH = 17.417N$
 $E/FH = 332.01N$

$\bar{x}/AH = 16.388\%$
 $s/AH = 2.4963\%$
 $V/AH = 15.231\%$
 $P/AH = 37.814\%$
 $E/AH = 13.892\%$

Ú 3vrstvy ba



DAT1= 132

NR = 0
 TH = 3.4600s
 FE = 0N
 FB = 305.2N
 FH = 387N
 AE = 0%
 AH = 14.833%
 AB = 14.833%

NR = 1
 TH = 3.1600s
 FE = 0N
 FB = 352.4N
 FH = 391.3N
 AE = 0%
 AH = 15.666%
 AB = 15.833%

NR = 2
 TH = 2.8600s
 FE = 0N
 FB = 360N
 FH = 379N
 AE = 0%
 AH = 15%
 AB = 15%

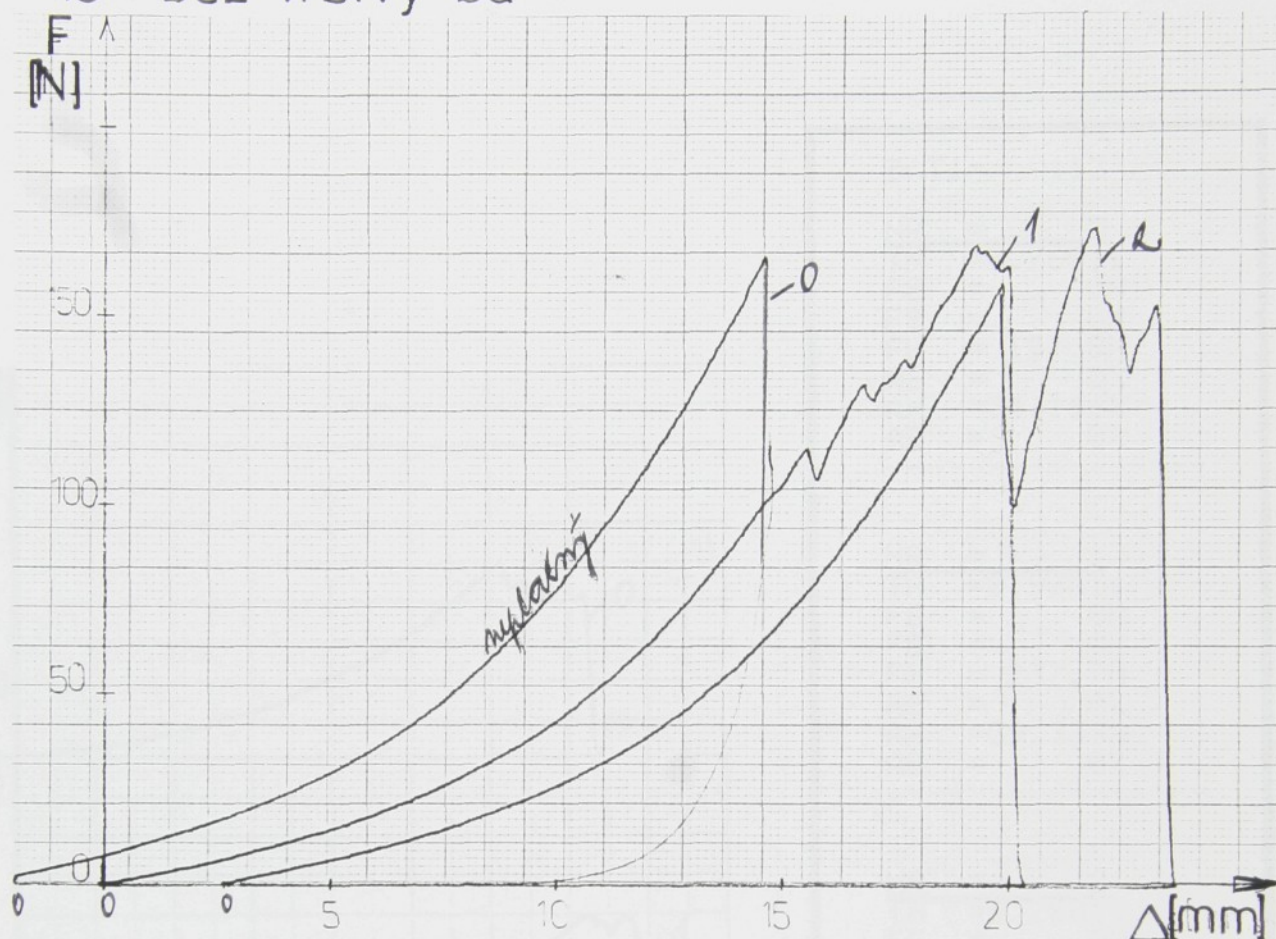
KMW: 1KN
 DAT1= 132
 DIV = 1
 L0 = 60mm
 F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH=385.76N$
 $s/FH=6.2462N$
 $V/FH=1.6191N$
 $P/FH=4.0197N$
 $E/FH=379.52N$

$\bar{x}/AH=15.166\%$
 $s/AH=0.4410\%$
 $V/AH=2.9079\%$
 $P/AH=7.2193\%$
 $E/AH=14.725\%$

45° bez vrstvy ba



DAT1= 31
 $\Delta 2 = 100N$

NR = 0
 TH = 13.660s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 160.9N
 AE = 0%
 AH = 36.5%
 AB = 0%

KMW: 1KN
 DAT1= 31
 DIV = 1
 L0 = 100mm
 F0 = 0N
 $\Delta 1 = 0N$
 $\Delta 2 = 100N$

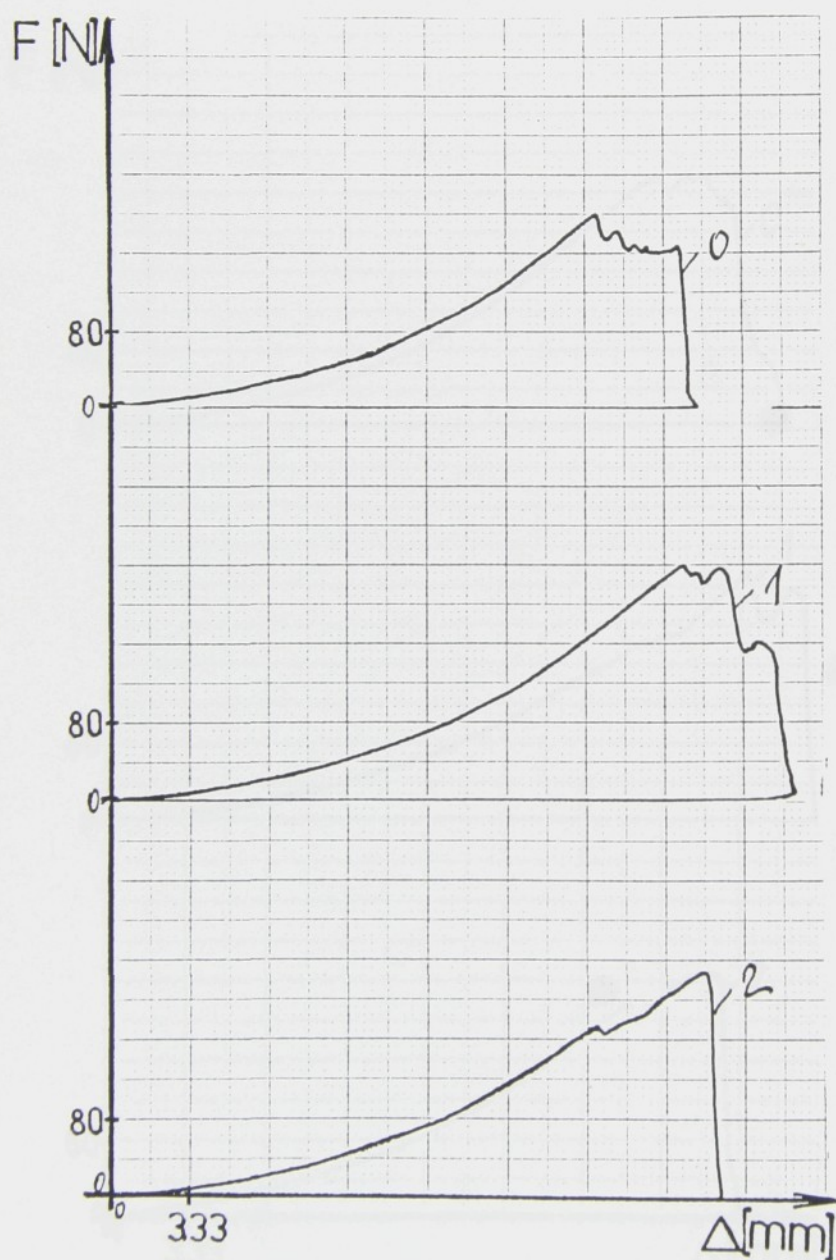
NR = 2

$\bar{x}/FH = 163.1N$
 $s/FH = 3.1118N$
 $V/FH = 1.9079\%$
 $P/FH = 5.8012\%$
 $E/FH = 159.98N$

NR = 1
 TH = 13.520s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 165.3N
 AE = 0%
 AH = 36.1%
 AB = 0%

$\bar{x}/AH = 36.3\%$
 $s/AH = 0.2825\%$
 $V/AH = 0.7783\%$
 $P/AH = 2.3666\%$
 $E/AH = 36.017\%$

45° 1vrstva ba



DAT1= 113

NR = 0
 TH = 7.7601%
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 197.8N
 AE = 0%
 AH = 34.166%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 8.9001%
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 237.7N
 AE = 0%
 AH = 39.333%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 9.2801%
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 226.1N
 AE = 0%
 AH = 41%
 AB = 0%

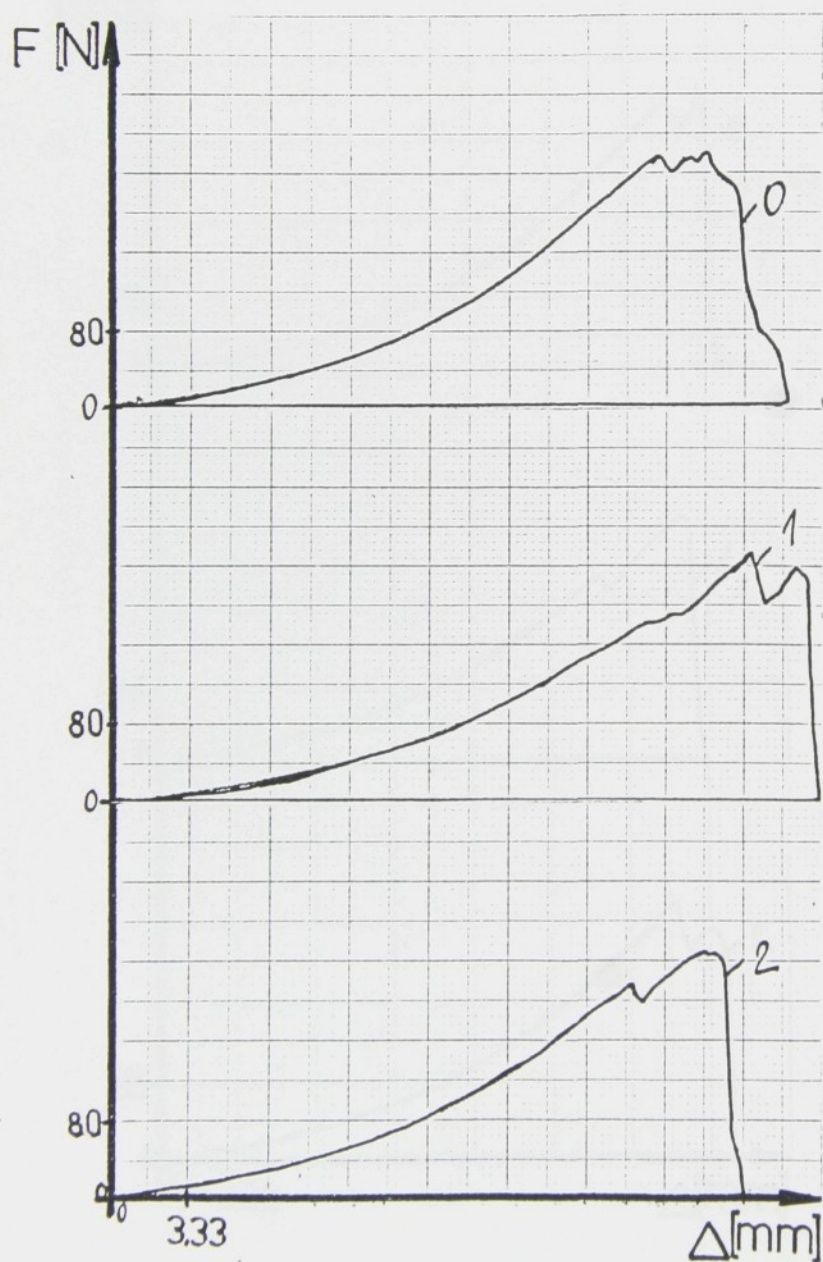
KMW: 1KN
 DAT1= 113
 DIV = 1
 L0 = 60mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=220.53N
 s/FH=20.524N
 V/FH=9.3067%
 P/FH=23.104%
 E/FH=200.00N

X/AH=38.166%
 s/AH=3.5630%
 V/AH=9.3354%
 P/AH=23.176%
 E/AH=34.603%

45° 2vrstvy ba



DAT1= 123

NR = 0
TH = 9.3401s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 256.7N
AE = 0%
AH = 41.166%
AB = 0%

NR = 1
TH = 9.9601s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 250.8N
AE = 0%
AH = 44.166%
AB = 0%

NR = 2
TH = 9.3201s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 244.1N
AE = 0%
AH = 41.166%
AB = 0%

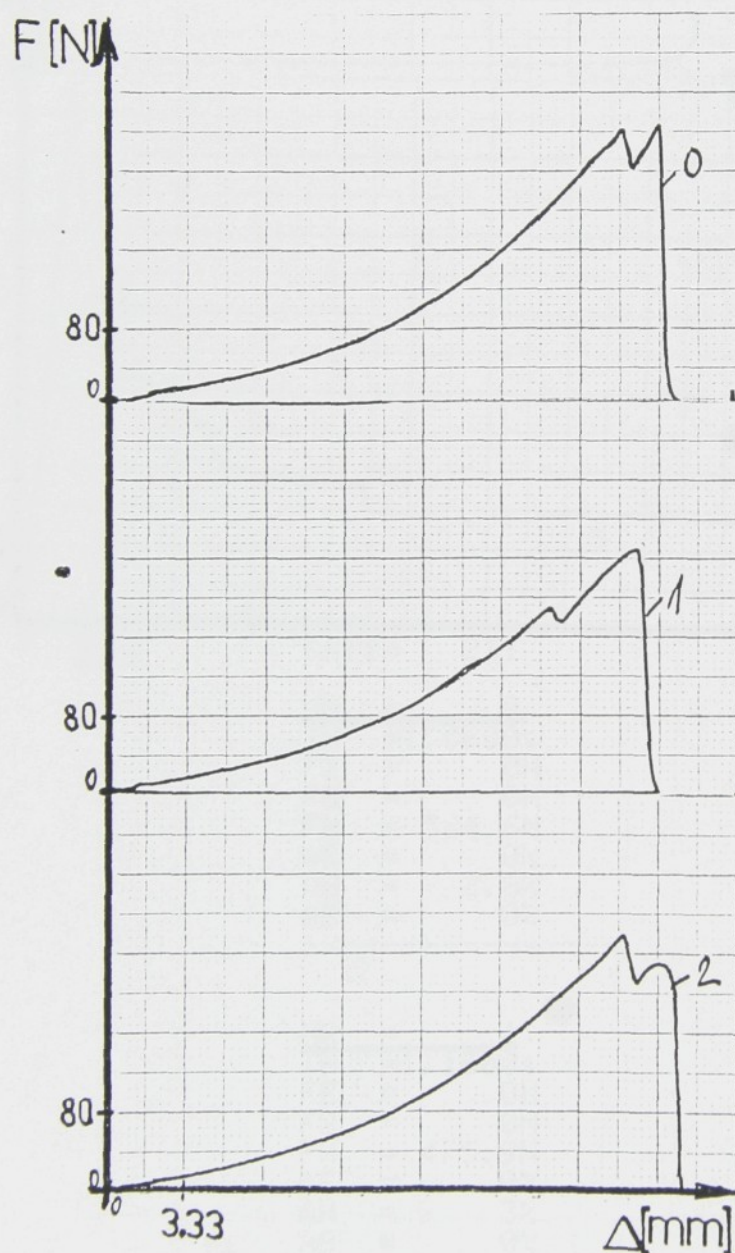
KMW: 1kN
DAT1= 123
DIV = 1
L0 = 60mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH=250.53N$
 $s/FH=6.3053N$
 $V/FH=2.5167\%$
 $P/FH=6.2481\%$
 $E/FH=244.22N$

$\bar{x}/AH=42.166\%$
 $s/AH=1.7321\%$
 $V/AH=4.1078\%$
 $P/AH=10.198\%$
 $E/AH=40.434\%$

45° 3vrstvy ba



DAT1= 133

NR = 0
 TH = 8.1681%
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 282.9N
 AE = 0%
 AH = 38.833%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 7.9481%
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 244.6N
 AE = 0%
 AH = 37.166%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 7.8881%
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 256.9N
 AE = 0%
 AH = 36%
 AB = 0%

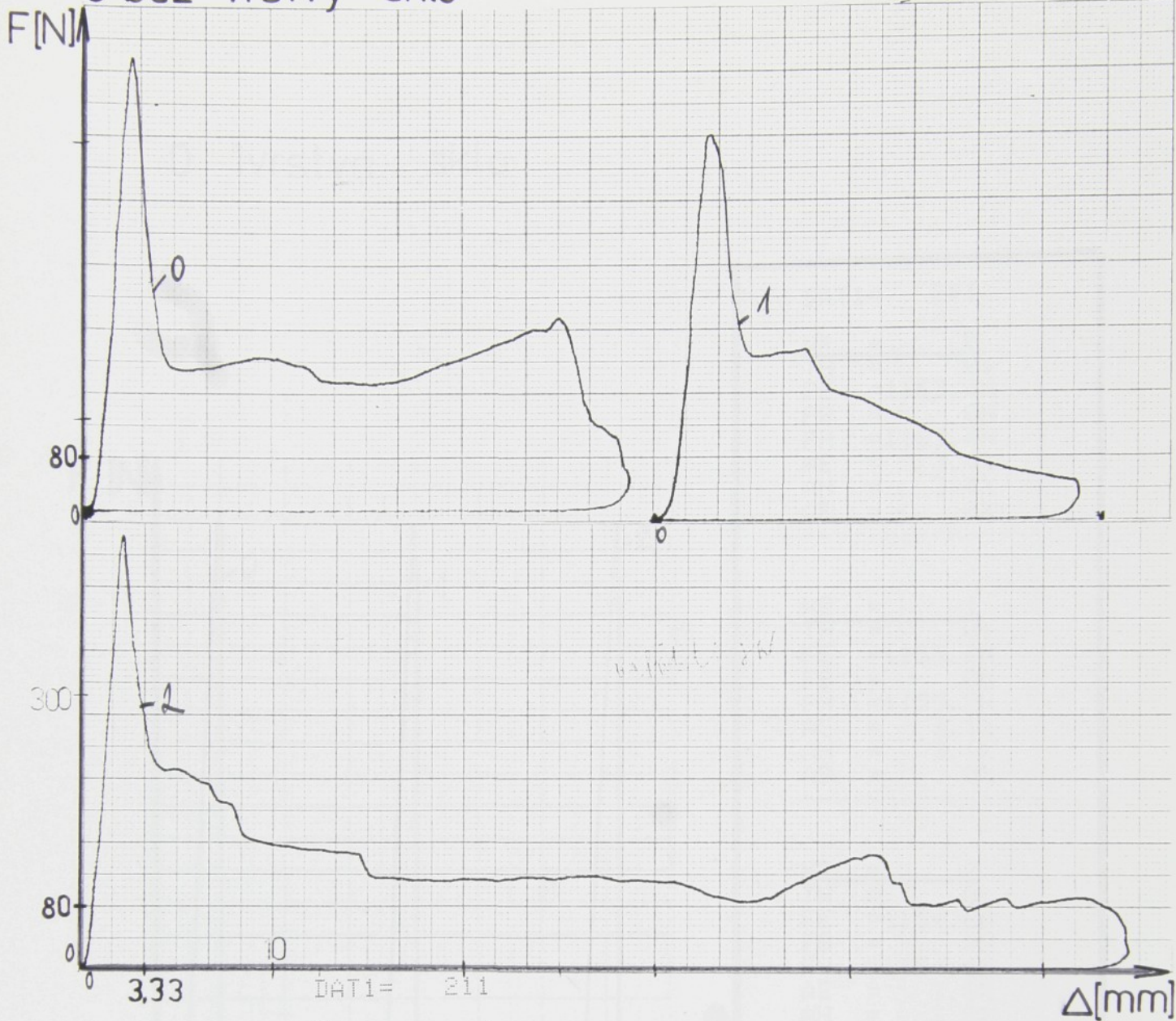
KMW: 1KN
 DAT1= 133
 DIV = 1
 L0 = 60mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=261.46N
 s/FH=19.554N
 V/FH=7.4786%
 P/FH=18.566%
 E/FH=241.91N

X/AH=37.333%
 s/AH=1.4248%
 V/AH=3.8143%
 P/AH=9.4695%
 E/AH=35.989%

0 bez vrstvy sklo



NR = 0
TH = 1.0600s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 564.6N
AE = 0%
AH = 2.8%
AB = 0%

KMU: 1KN
DAT1= 211
DIV = 1
LO = 100mm
FO = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 1
TH = 1.1600s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 475.9N
AE = 0%
AH = 3%
AB = 0%

NR = 3
Σ/FH= 528.2N
s/FH=46.439N
V/FH=8.7920%
P/FH=21.827%
E/FH=481.76N

NR = 2
TH = 0.9600s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 544.1N
AE = 0%
AH = 2.5%
AB = 0%

Σ/AH=2.7666%
s/AH=0.2516%
V/AH=9.0963%
P/AH=22.582%
E/AH= 2.515%

0 1vrstva sklo



DAT1= 211

NR = 0
TH = 0s
FE = 1163.4N
FB = 0N
FH = 1163.4N
AE = 3.4%
AH = 3.4%
AB = 0%

NR = 1
TH = 0s
FE = 1155.2N
FB = 0N
FH = 1155.2N
AE = 3.1%
AH = 3.1%
AB = 0%

NR = 2
TH = 0s
FE = 1154.6N
FB = 0N
FH = 1154.6N
AE = 3.8%
AH = 3.8%
AB = 0%

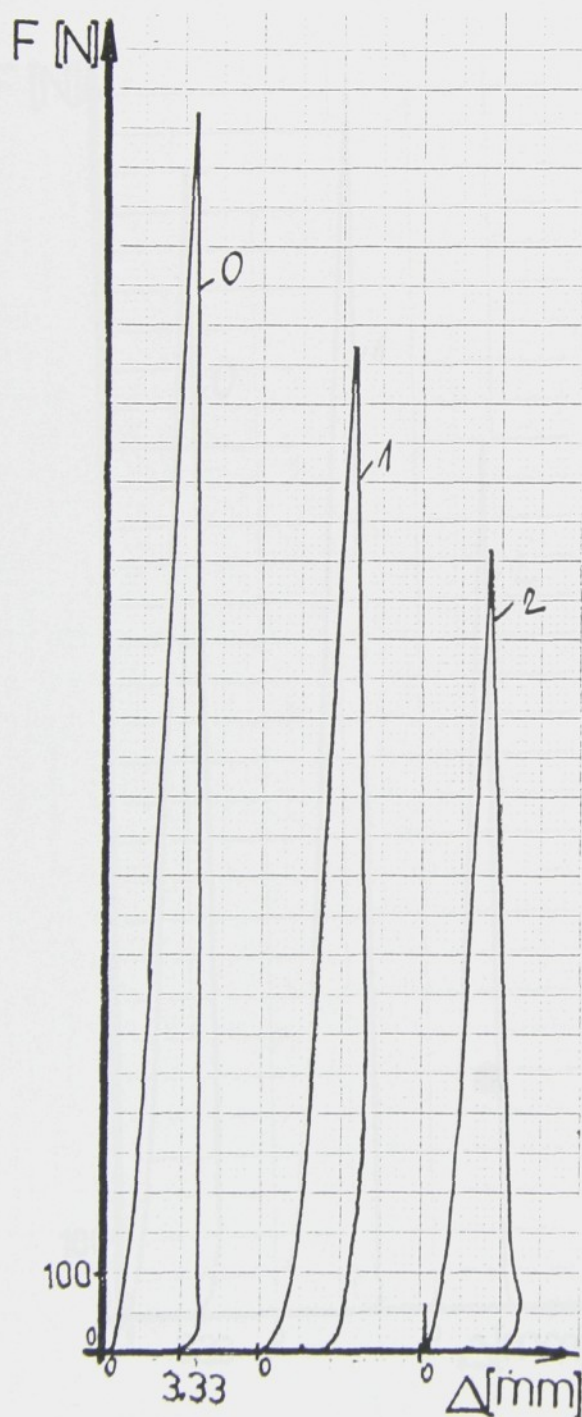
KMU: 1KN
DAT1= 211
DIV = 1
L0 = 60mm
F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH=1157.7N$
 $s/FH=4.9244N$
 $V/FH=0.4253\%$
 $P/FH=1.0559\%$
 $E/FH=1152.8N$

$\bar{x}/AH=5.7222\%$
 $s/AH=0.5853\%$
 $V/AH=10.228\%$
 $P/AH=25.394\%$
 $E/AH=5.1369\%$

0 2vrstvy sklo



DAT1= 221

NR = 0
 TH = 1.5600s
 FE = 0N
 FB = 1605N
 FH = 1605N
 AE = 0%
 AH = 9.75%
 AB = 9.75%

NR = 1
 TH = 1.5200s
 FE = 0N
 FB = 1136N
 FH = 1283N
 AE = 0%
 AH = 9.75%
 AB = 10.25%

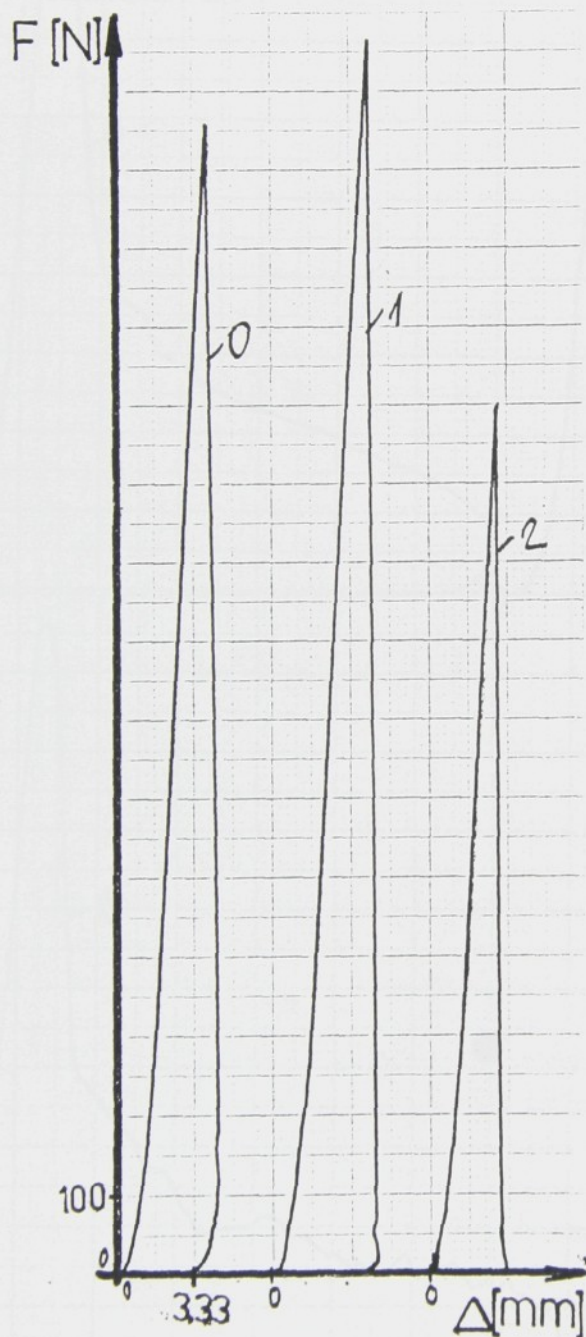
NR = 2
 TH = 1.1000s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 1030N
 AE = 0%
 AH = 7%
 AB = 0%

KMW: 10KN
 DAT1= 221
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N

NR = 3
 X/FH= 1306N
 s/FH=288.18N
 V/FH=22.066%
 P/FH=54.782%
 E/FH=1017.8N

X/AH=8.8333%
 s/AH=1.5877%
 V/AH=17.974%
 P/AH=44.622%
 E/AH=7.2456%

0 3vrstvy sklo



DAT1= 231

NR = 0
TH = 1.6000s
FE = 0N
FB = 1368N
FH = 1470N
AE = 0%
AH = 10.25%
AB = 10.75%

NR = 1
TH = 1.6200s
FE = 0N
FB = 1564N
FH = 1586N
AE = 0%
AH = 10.25%
AB = 10.5%

NR = 2
TH = 1.1800s
FE = 0N
FB = 1135N
FH = 1135N
AE = 0%
AH = 7.5%
AB = 7.5%

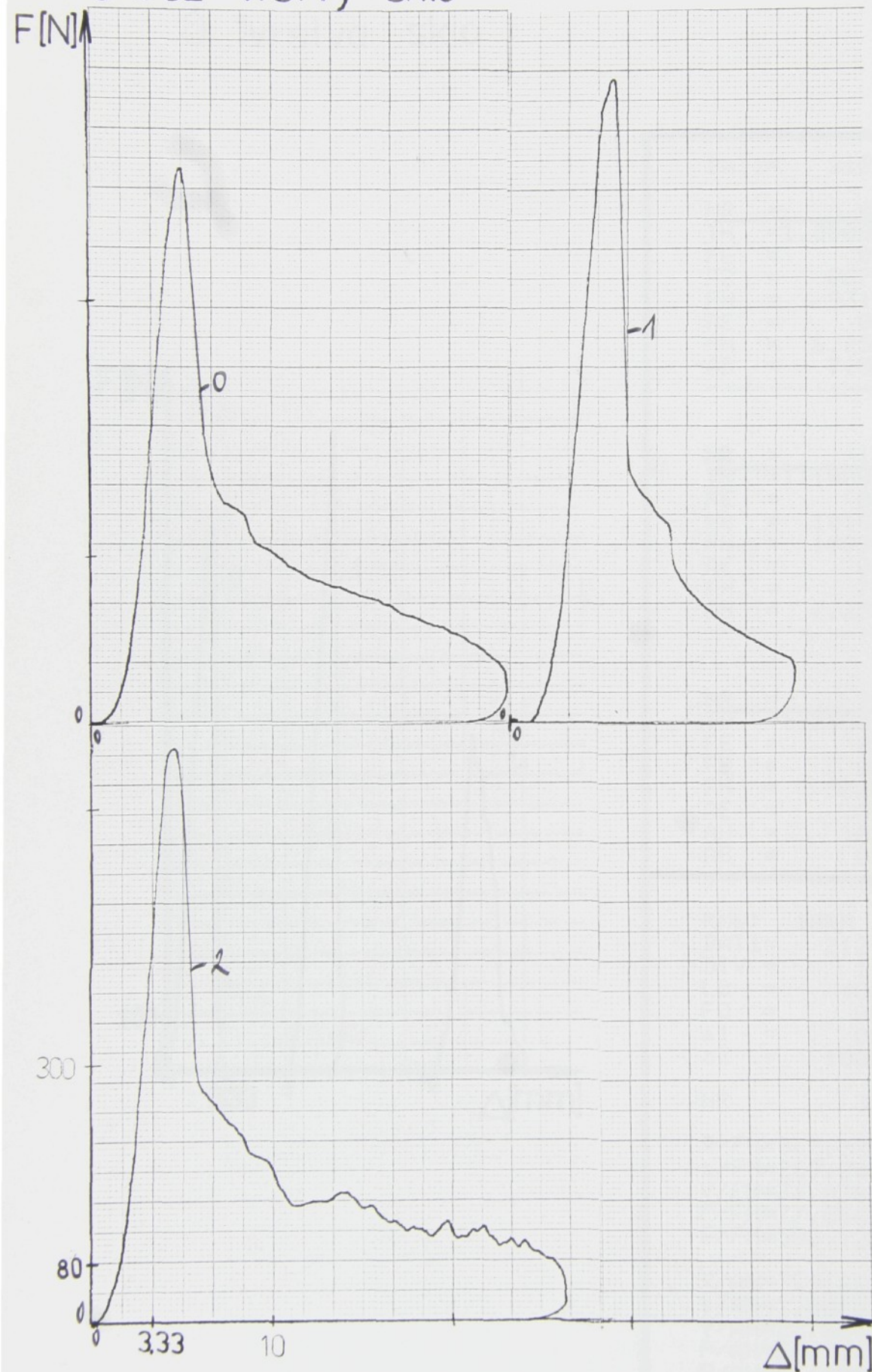
KMW: 10KN
DAT1= 231
DIV = 1
L0 = 40mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 2

X/FH=1360.5N
s/FH=318.90N
V/FH=23.440%
P/FH=71.271%
E/FH=1041.5N

X/AH= 8.875%
s/AH=1.9445%
V/AH=21.910%
P/AH=66.619%
E/AH=6.9304%

Ú bez vrstvy sklo



DAT1= 221

NR = 0
TH = 1.7600s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 770.6N
AE = 0%
AH = 4.7%
AB = 0%

NR = 1
TH = 2.2200s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 874.1N
AE = 0%
AH = 5.8%
AB = 0%

NR = 2
TH = 1.9200s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 753.3N
AE = 0%
AH = 5%
AB = 0%

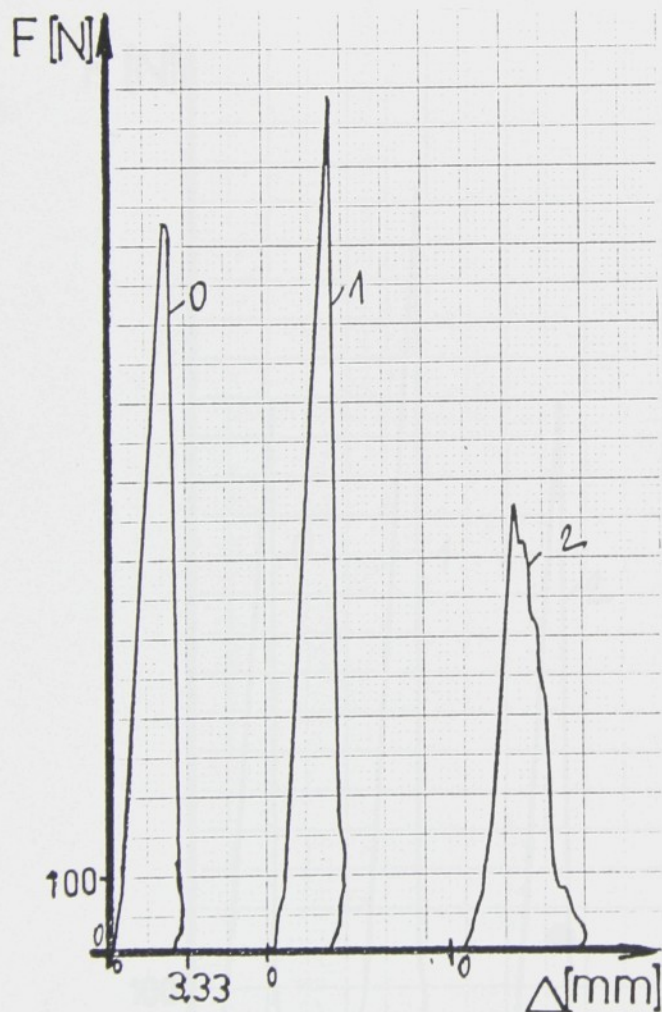
KMW: 1KN
DAT1= 221
DIV = 1
L0 = 100mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=799.33N
s/FH=65.324N
V/FH=8.1723%
P/FH=20.288%
E/FH=734.00N

X/AH=5.1666%
s/AH=0.5686%
V/AH=11.005%
P/AH=27.322%
E/AH=4.5980%

Ú 1vrstva sklo



DAT1= 212

NR = 0
 TH = 1.0800s
 FE = 0N
 FB = 867N
 FH = 931N
 AE = 0%
 AH = 6.75%
 AB = 7.5%

NR = 1
 TH = 1.1000s
 FE = 0N
 FB = 1016N
 FH = 1099N
 AE = 0%
 AH = 7%
 AB = 7.25%

NR = 2
 TH = 1.5600s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 572N
 AE = 0%
 AH = 10%
 AB = 0%

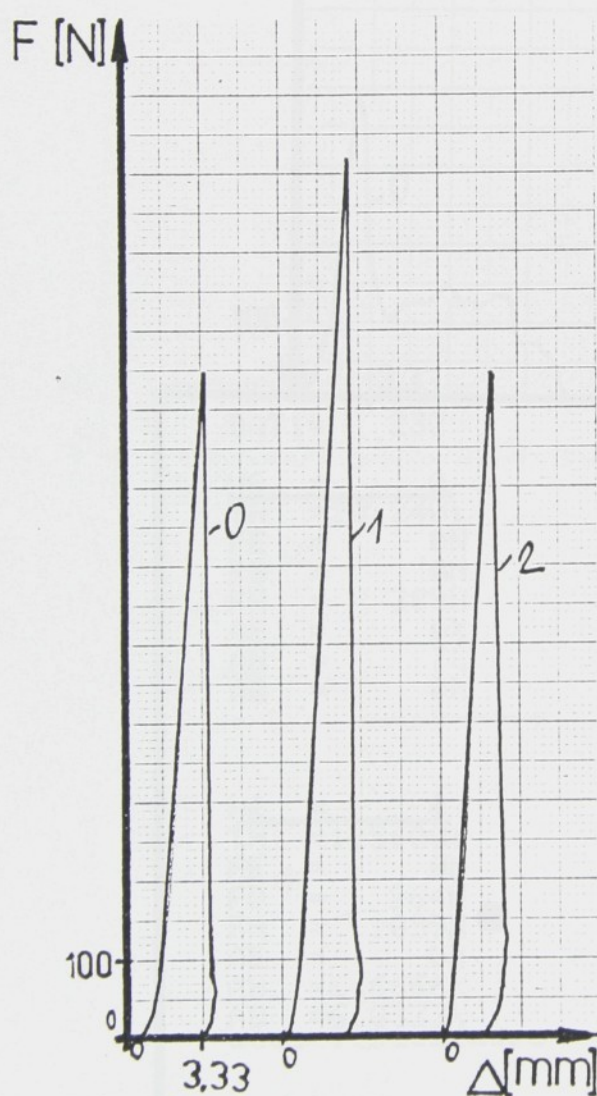
KMW: 10KN
 DAT1= 212
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH=867.33N$
 $s/FH=269.20N$
 $V/FH=31.038\%$
 $P/FH=77.056\%$
 $E/FH=598.12N$

$\bar{x}/AH=7.9166\%$
 $s/AH=1.8085\%$
 $V/AH=22.844\%$
 $P/AH=56.714\%$
 $E/AH=6.1081\%$

Ú 2vrstvy sklo



DAT1= 222

NR = 0
TH = 1.3800s
FE = 0N
FB = 813N
FH = 844N
AE = 0%
AH = 8.75%
AB = 9%

NR = 1
TH = 1.1600s
FE = 0N
FB = 1117N
FH = 1130N
AE = 0%
AH = 7.25%
AB = 7.5%

NR = 2
TH = 0.9000s
FE = 0N
FB = 739N
FH = 846N
AE = 0%
AH = 5.75%
AB = 6%

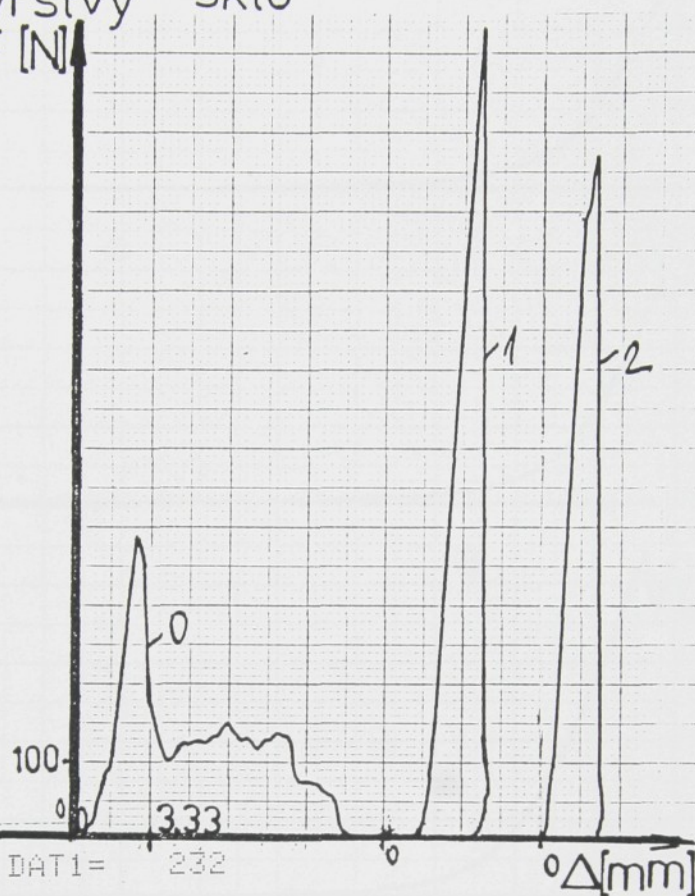
KMW: 10KN
DAT1= 222
DIV = 1
L0 = 40mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 3
Σ/FH= 940N
s/FH=164.54N
V/FH=17.505%
P/FH=43.458%
E/FH=775.45N

Σ/AH= 7.25%
s/AH= 1.5%
V/AH=20.689%
P/AH=51.364%
E/AH= 5.75%

Ú 3vrstvy sklo

F [N]



DAT1= 232

NR = 0
TH = 20.240s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 388N
AE = 0%
AH = 7%
AB = 0%

NR = 1
TH = 1.5600s
FE = 0N
FB = 964N
FH = 1055N
AE = 0%
AH = 6.6666%
AB = 6.8333%

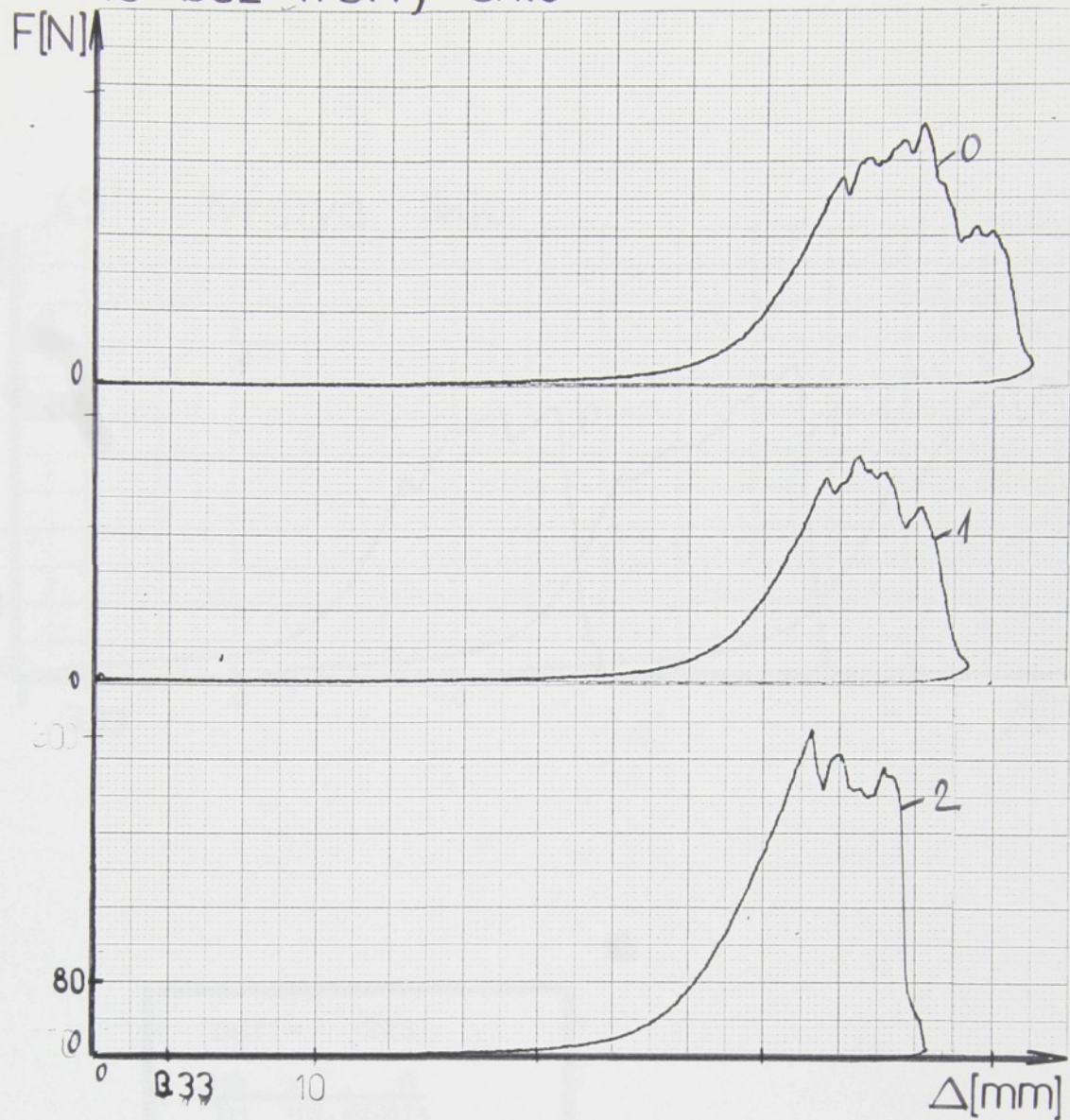
NR = 2
TH = 0.9000s
FE = 0N
FB = 767N
FH = 877N
AE = 0%
AH = 3.8333%
AB = 4%

KMU: 10KN
DAT1= 232
DIV = 1
LO = 60mm
FO = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 2
Σ/FH= 966N
s/FH=125.86N
V/FH=13.029%
P/FH=39.617%
E/FH=840.13N

Σ/AH= 5.25%
s/AH=2.0034%
V/AH=38.161%
P/AH=116.03%
E/AH=3.2465%

45° bez vrstvy sklo



DAT1= 231

NR = 0
TH = 12.040s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 356.3N
AE = 0%
AH = 32%
AB = 0%

NR = 1
TH = 12.720s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 245.7N
AE = 0%
AH = 33.8%
AB = 0%

NR = 2
TH = 13.640s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 278N
AE = 0%
AH = 36.3%
AB = 0%

KMW: 1KN
DAT1= 231
DIV = 1
L0 = 100mm
F0 = 0N
Δ1 = 0N
Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=293.33N
s/FH=56.872N
V/FH=19.388%
P/FH=48.133%
E/FH=236.46N

X/AH=34.033%
s/AH=2.1594%
V/AH=6.3451%
P/AH=15.752%
E/AH=31.873%



DAT1= 213

NR = 0
TH = 9.4601s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 359N
AE = 0%
AH = 61%
AB = 0%

NR = 1
TH = 9.6001s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 412N
AE = 0%
AH = 62%
AB = 0%

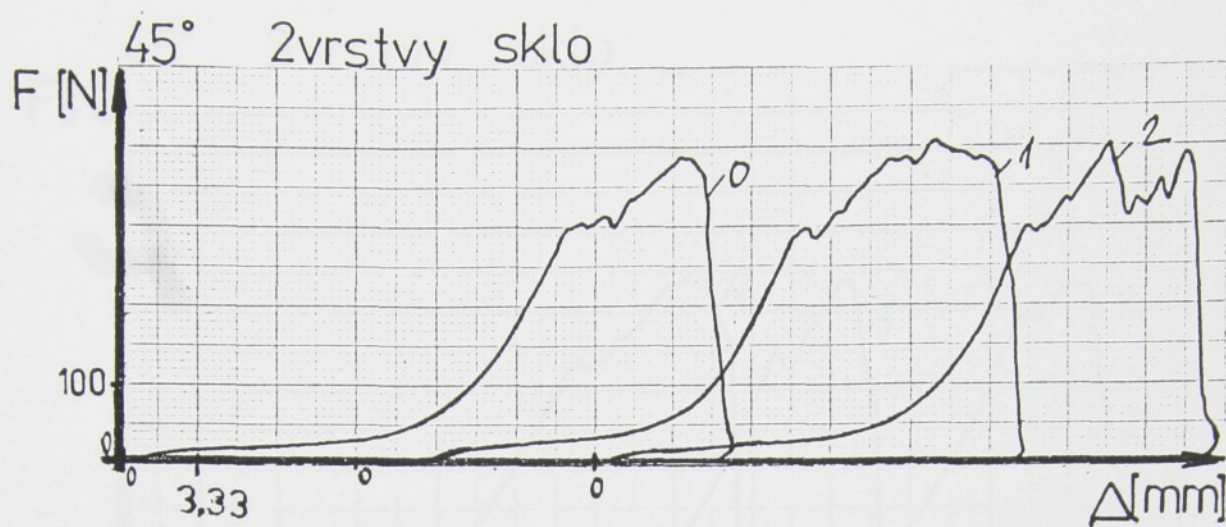
NR = 2
TH = 10.040s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 394N
AE = 0%
AH = 64.75%
AB = 0%

KMW: 10KN
DAT1= 213
DIV = 1
L0 = 40mm
F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH$ = 388.33N
 s/FH = 26.951N
 V/FH = 6.9402%
 P/FH = 17.229%
 E/FH = 361.38N

$\bar{x}/AH$ = 62.583%
 s/AH = 1.9420%
 V/AH = 3.1031%
 P/AH = 7.7038%
 E/AH = 60.641%



DAT1= 223

NR = 0
 TH = 9.0601s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 381N
 AE = 0%
 AH = 58.5%
 AB = 0%

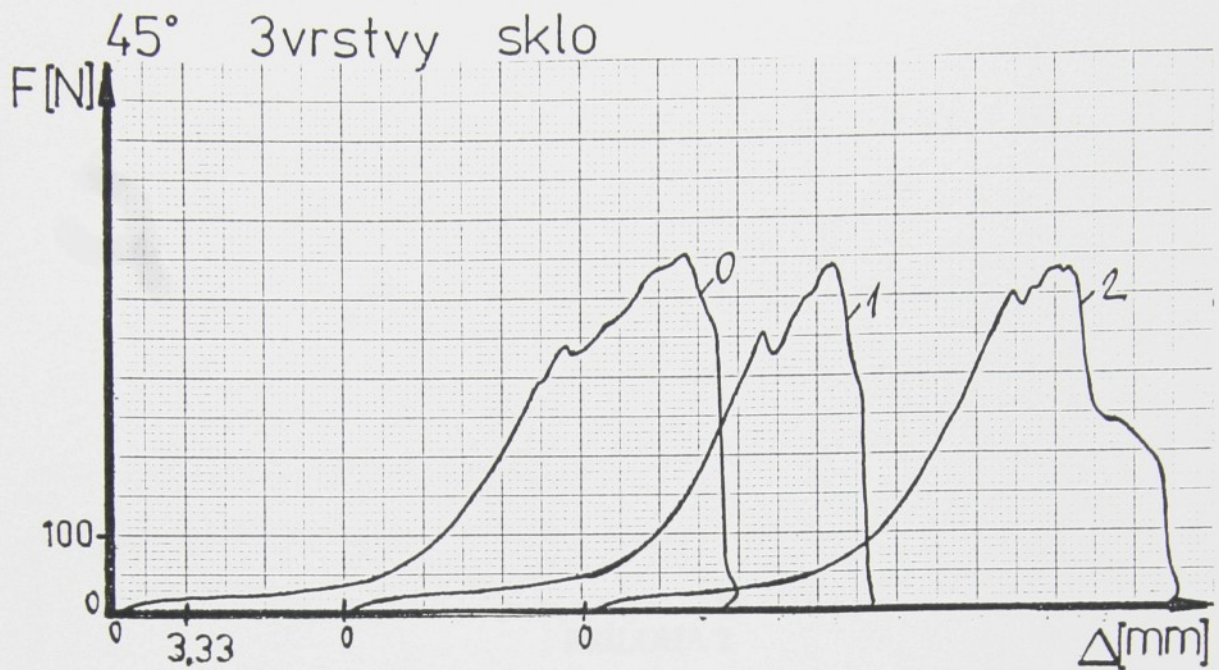
NR = 1
 TH = 9.2201s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 401N
 AE = 0%
 AH = 59.5%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 8.3601s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 402N
 AE = 0%
 AH = 53.75%
 AB = 0%

KMW: 10KN
 DAT1= 223
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N

NR = 3
 X/FH=394.66N
 s/FH=11.847N
 V/FH=3.0018%
 P/FH=7.4524%
 E/FH=382.81N

X/AH= 57.25%
 s/AH=3.0721%
 V/AH=5.3661%
 P/AH=13.322%
 E/AH=54.177%



DAT1= 233

NR = 0
 TH = 9.3801s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 453N
 AE = 0%
 AH = 40.333%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 7.9401s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 442N
 AE = 0%
 AH = 34.166%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 7.7601s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 438N
 AE = 0%
 AH = 33.333%
 AB = 0%

KMW: 10KN

DAT1= 233

DIV = 1
 L0 = 60mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N

NR = 3

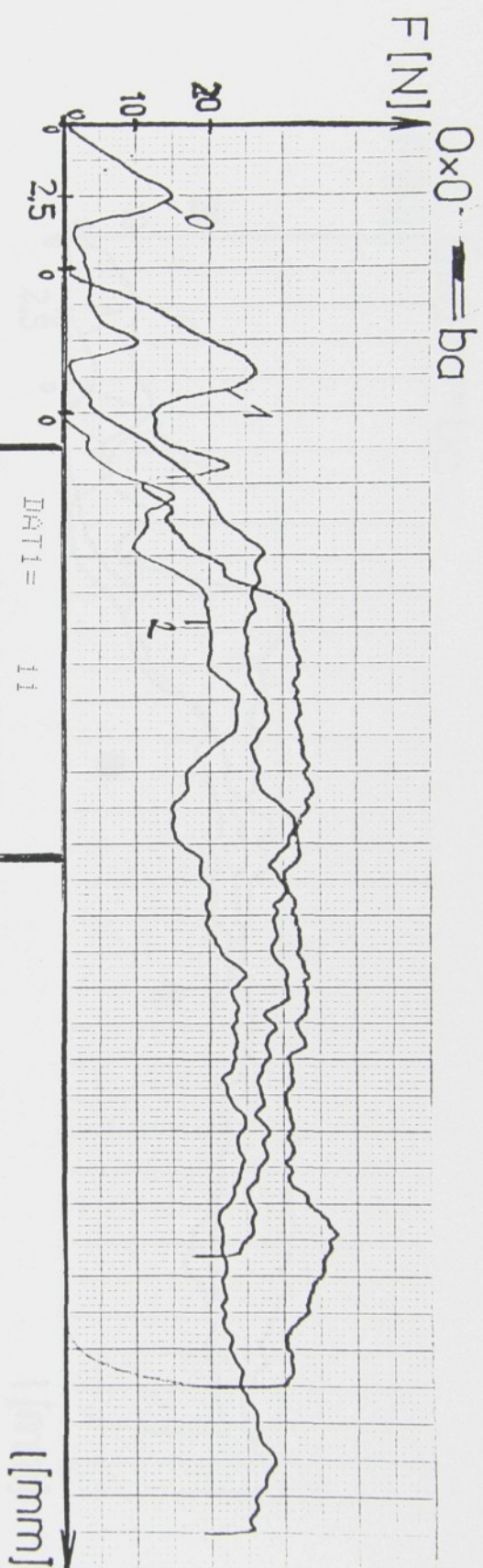
Σ/FH=444.33N
 s/FH=7.7721N
 V/FH=1.7491%
 P/FH=4.3425%
 E/FH=436.56N

Σ/AH=35.944%
 s/AH=3.8236%
 V/AH=10.637%
 P/AH=26.409%
 E/AH=32.120%

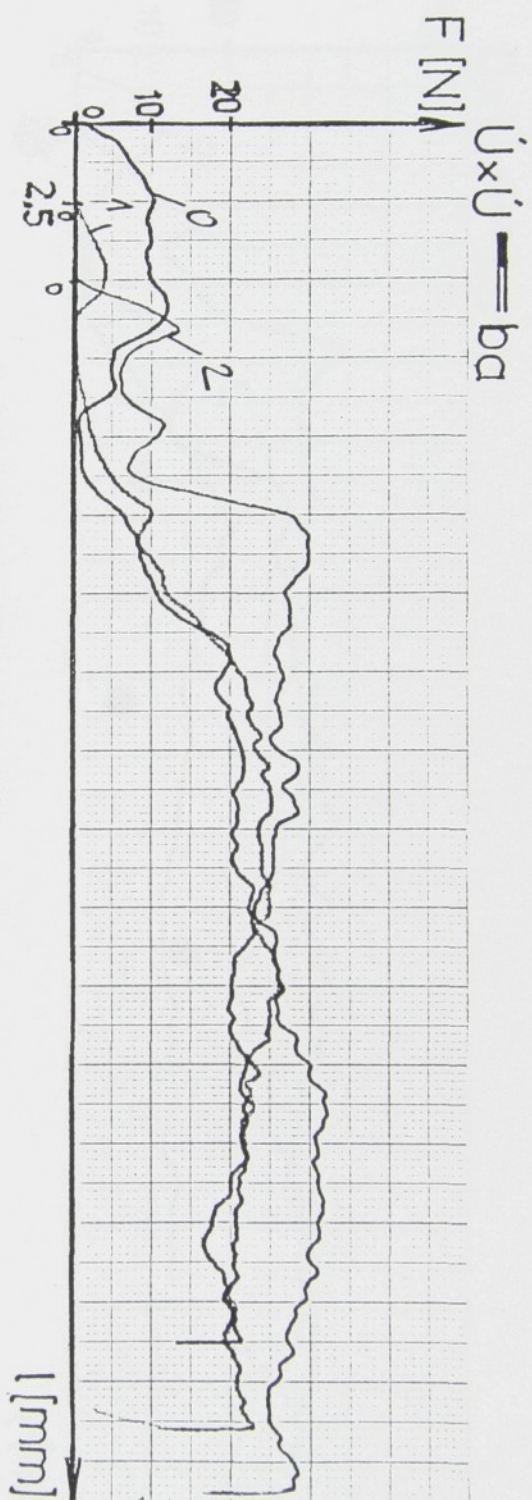
PRÍLOHA 2

Grafy a výsledky skúšky pevnosti spoja vrstiev

(počet stran 10)



DATA= 11 NR = 0 F1 = 0N F* = 19.655N	KMU: 1kN DATA= 11 Div = 1 L9 = 20mm A1 = 0% NR = 3 X/E*=22.009N S/E*=4.1008N V/E*=18.556% P/E*=46.067% E/F*=17.998N
NR = 1 F1 = 0N F* = 26.834N	
NR = 2 F1 = 0N F* = 19.009N	



```

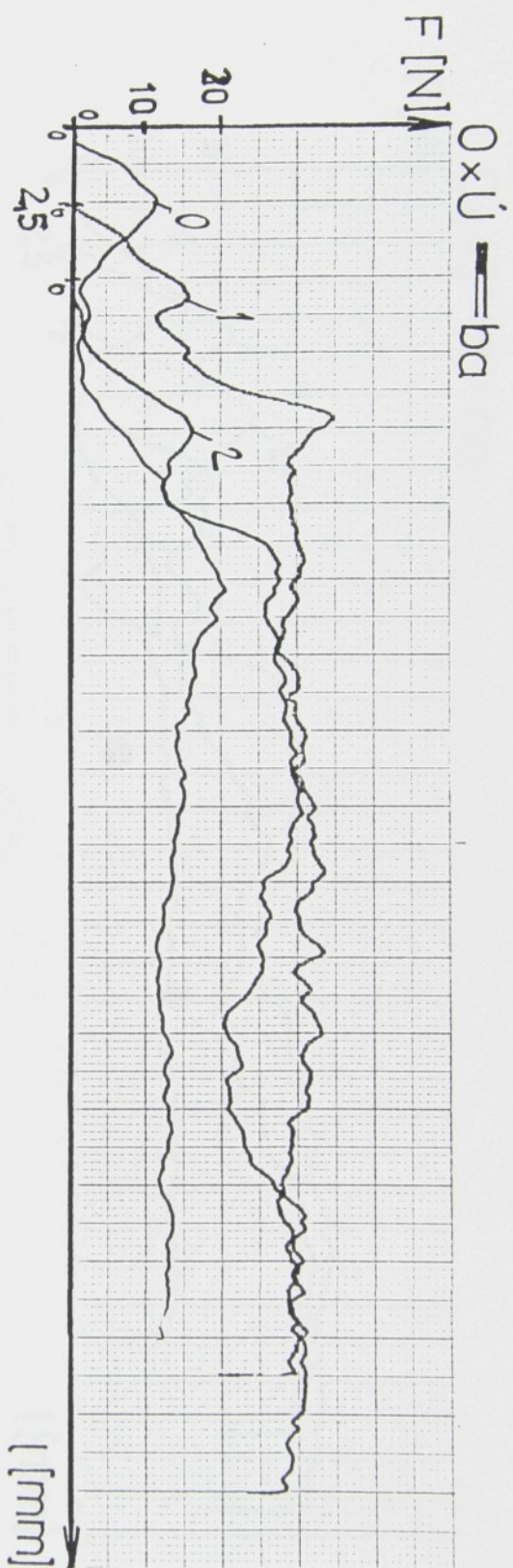
DAT1= 15
NR = 0
F1 = 14.822N
F* = 14.822N
-----
NR = 1
F1 = 16.106N
F* = 16.106N
-----
NR = 2
F1 = 23.894N
F* = 23.894N

```

```

KNM: 1KN
DAT1= 15
DIV = 1
L0 = 20mm
H1 = 0%
NR = 3
X/E*=18.274N
S/E*=4.9093N
V/E*=28.864%
P/E*=65.955%
E/E*=13.364N

```

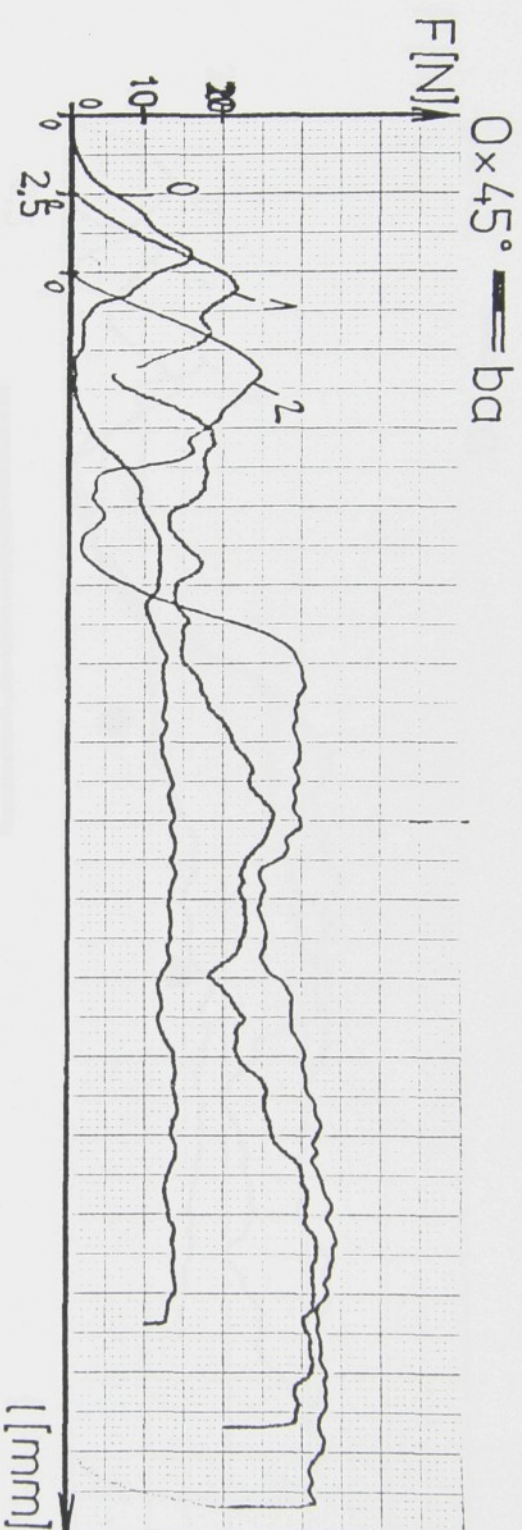



DATA1 =	14
NR =	0
E1 =	0N
F* =	12.117N

NR =	1
E1 =	0N
F* =	27.375N

NR =	2
E1 =	0N
F* =	23.545N

KMM: 1KN
 DATA1 = 14
 DIV = 1
 LG = 20mm
 A1 = 0%
 NR = 3
 X/E* = 21.012N
 S/E* = 7.9382N
 V/E* = 37.778%
 P/E* = 33.789%
 E/E* = 13.074N



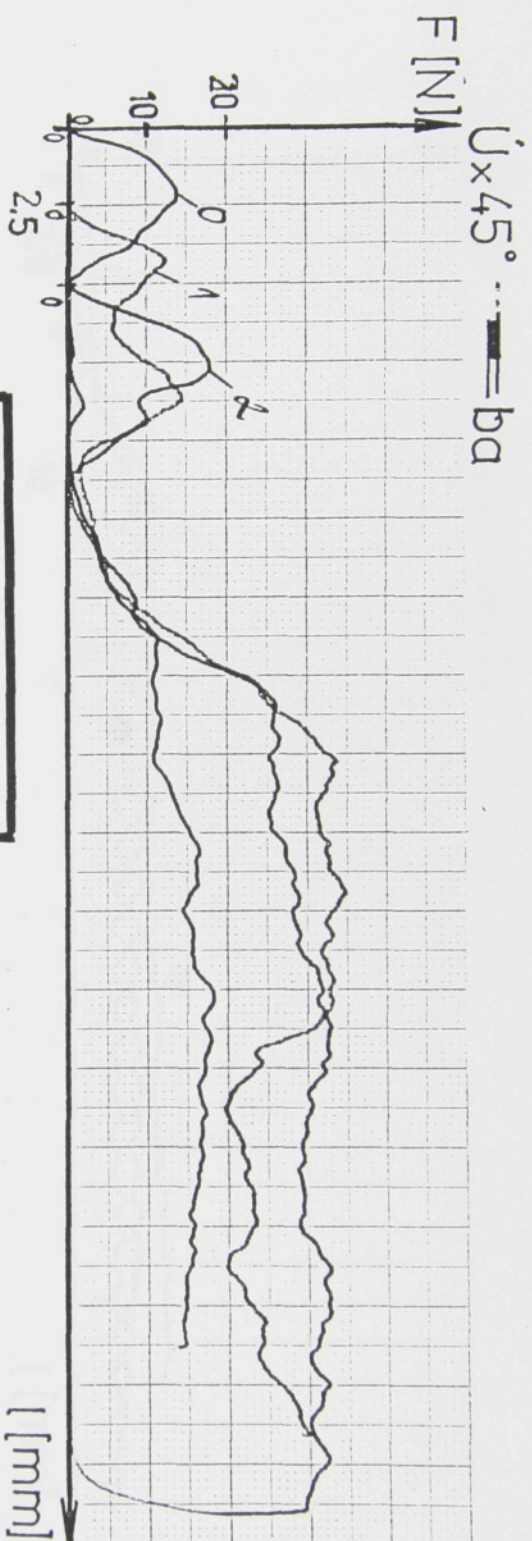
DATA = 13

NR = 3
F1 = 9.6458N
F* = 9.6458N

NR = 1
F1 = 20.862N
F* = 20.862N

NR = 2
F1 = 24.399N
F* = 24.399N

KMM: 1kN
DATA = 13
DIV = 1
LG = 20mm
a1 = 0%
NR = 3
X/F* = 10.302N
S/F* = 7.7027N
V/F* = 42.005%
P/F* = 104.48%
E/F* = 10.599N



DAT1= 12

MP = 0
E1 = 0N
E* = 10.306N

MP = 1
E1 = 0N
E* = 19.396N

MP = 2
E1 = 0N
E* = 22.298N

KMM: 1KN

DAT1= 12

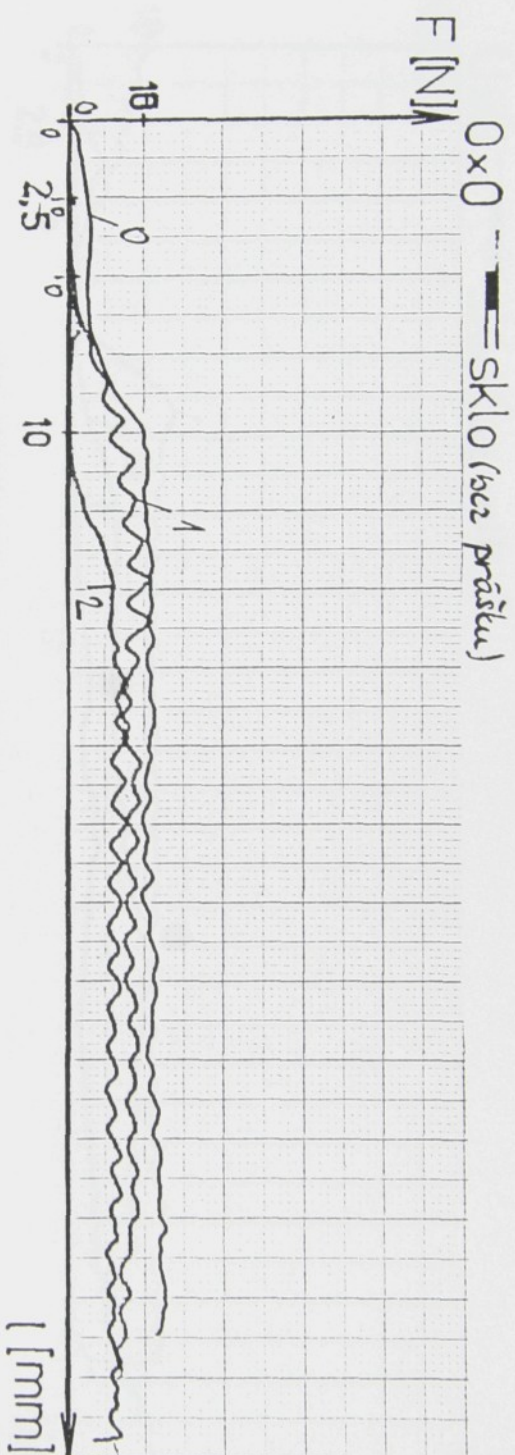
DIV = 1

LO = 20mm

A1 = 0%

NR = 3

Z/E*=17.333N
S/E*=6.2563N
V/E*=36.092%
P/E*=89.603%
E/E*=11.077N



DATA1 = 21

NR = 0
F1 = 5.9782N
F* = 5.9782N

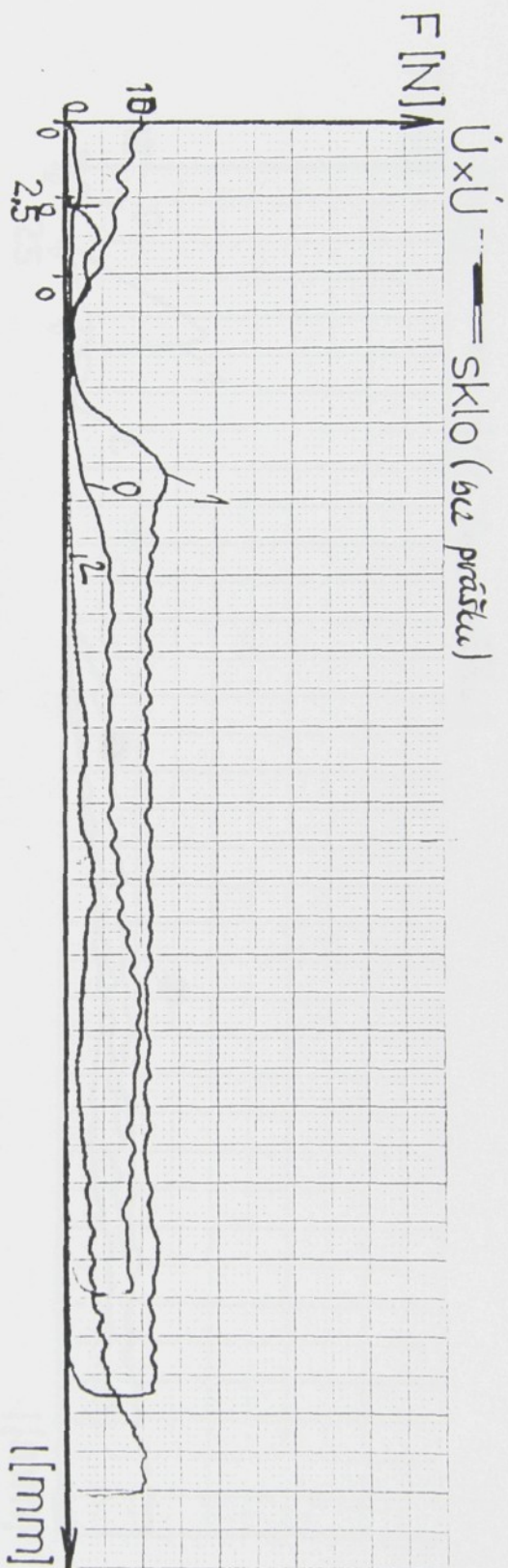
NR = 1
F1 = 5.0296N
F* = 5.0296N

NR = 2
F1 = 5.5084N
F* = 5.5084N

KMD: 1kN
DATA1 = 21
DIV = 1
L0 = 20mm
A1 = 0%

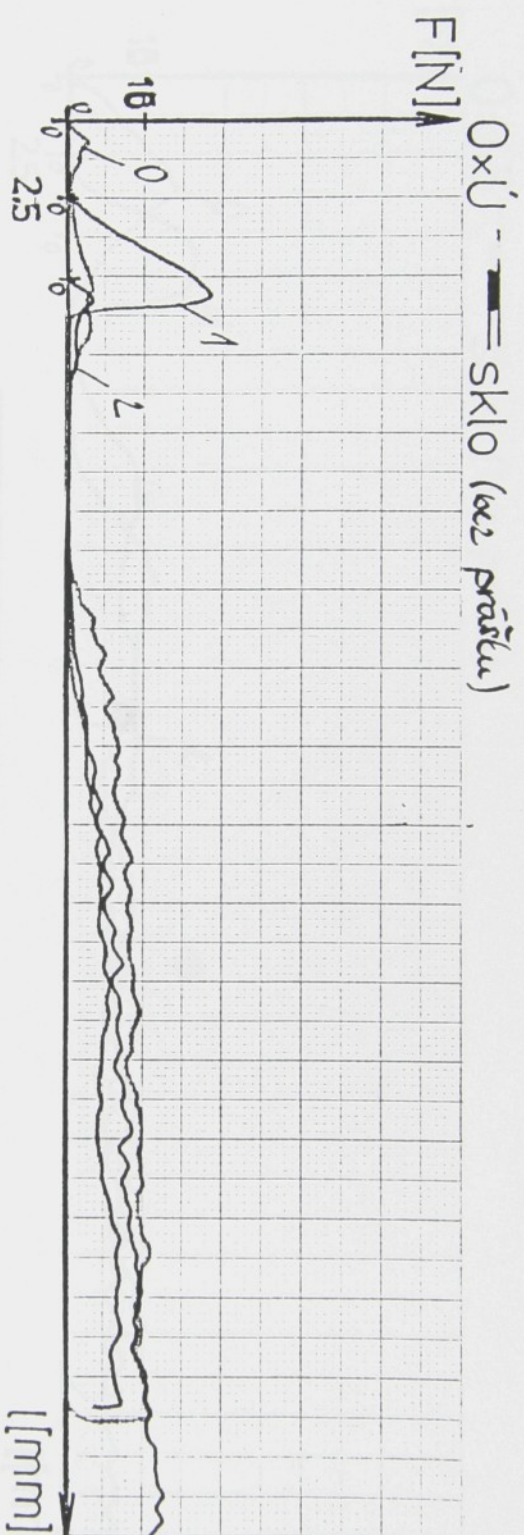
NR = 3

X/F* = 5.5084N
S/F* = 0.4743N
V/F* = 0.5152N
P/F* = 21.388N
E/F* = 5.0311N



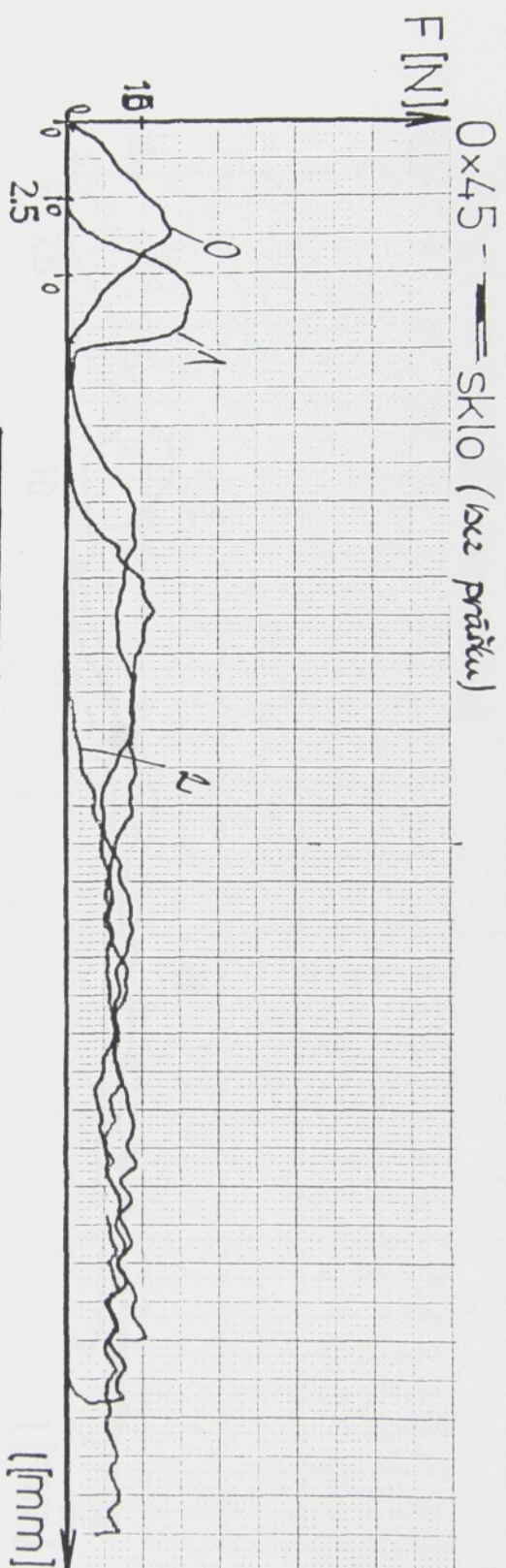
DATA1 =	25
NR =	0
F1 =	0 N
F* =	4.3739 N
NR =	1
F1 =	0 N
F* =	8.4321 N
NR =	2
F1 =	0 N
F* =	1.7581 N

KMD:	1 km
DATA1 =	25
DIV =	1
LD =	20 mm
A1 =	0%
NR =	3
X/F* =	4.8547 N
S/F* =	3.3628 N
V/F* =	69.269%
P/F* =	171.96%
E/F* =	1.4919 N



DAT1 = 24
 NR = 0
 E1 = 5.3619N
 E* = 3.4644N
 NR = 1
 E1 = 3.4644N
 E* = 4.6450N
 NR = 2
 E1 = 4.6450N
 E* = 4.6450N

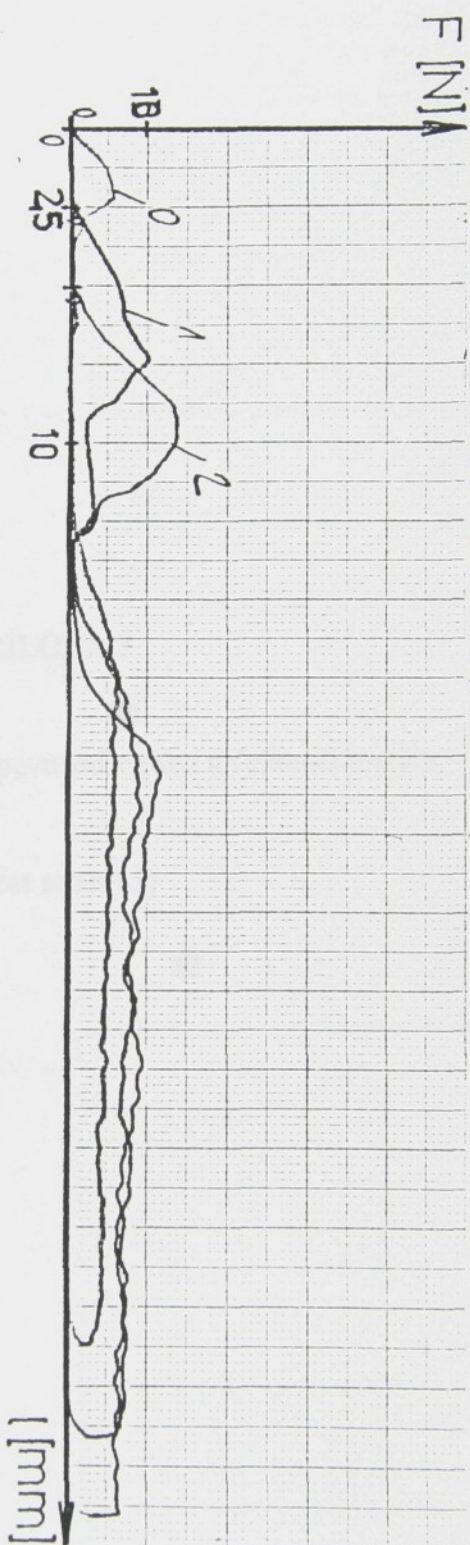
KMW: 1KN
 DAT1 = 24
 DIV = 1
 LG = 20mm
 A1 = 0%
 NR = 3
 X/E** = 4.4385N
 S/E** = 0.9581N
 V/E** = 21.3577%
 P/E** = 52.5711%
 E/E** = 3.5325N



DATA1=	23
NR =	0
F1 =	0N
F* =	6.1418N
NR =	1
F1 =	0N
F* =	6.5551N
NR =	2
F1 =	0N
F* =	3.8292N

KMM:	1KN
DATA1=	23
DIV =	1
LG =	20mm
α1 =	0%
NR =	3
X/F* =	3.5087N
S/F* =	1.4691N
V/F* =	26.6668%
P/F* =	66.288%
E/F* =	4.3306N

Øx45 - sklo (bez průtku)



DATA =	22
NR =	0
F1 =	0N
F* =	3.4038N
NR =	1
F1 =	0N
F* =	5.4612N
NR =	2
F1 =	0N
F* =	6.5756N

KMM:	1KN
DATA =	22
DIV =	1
LG =	20mm
AI =	0%
NR =	3
X/F* =	5.1469N
S/F* =	1.6091N
V/F* =	31.265%
P/F* =	77.916%
E/F* =	3.5377N

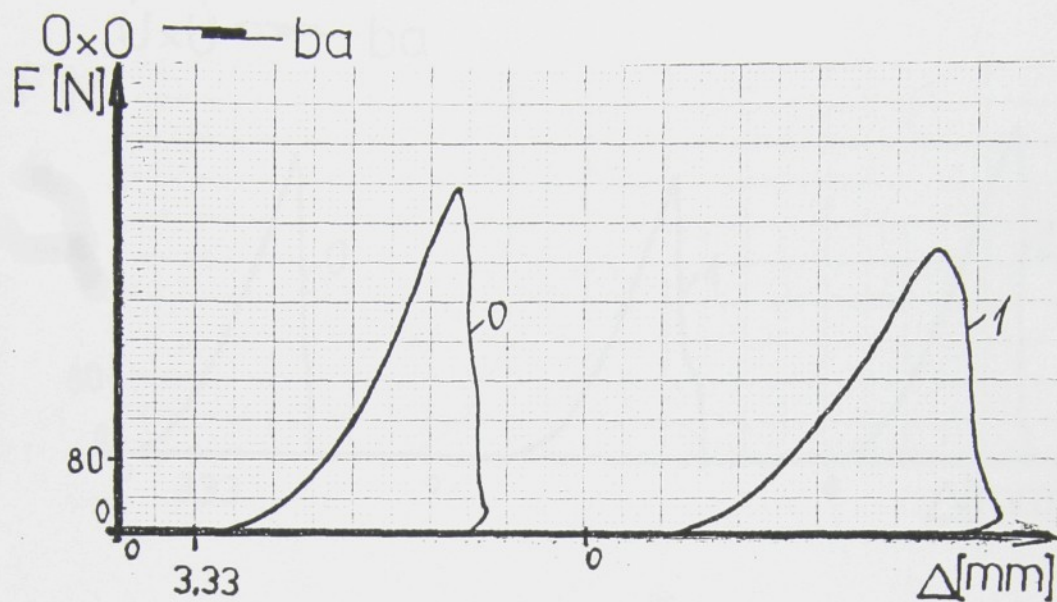


PRÍLOHA 3

Grafy a výsledky skúšky pevnosti v ťahu a ťažnosti textílie

(počet stran 15)

a1 = 110	KRM = 1000
NR = 2	DET = 30
TH = 35.4000	PIV = 4000
FE = 392.9N	PO = 0N
PE = 0N	a1 = 110
PH = 392.9N	a2 = 1000
RE = 0%	NR = 2
RH = 0%	E/FH = 329.80N
RE = 0%	E/FH = 0.4500
	E/FH = 4.17%
	E/FH = 3.10%
	E/FH = 2.20%
	R = 0%
	E/FH = 0.4500
	V = 0%
	E/FH = 0.4500
	E/FH = 0.4500



$\Delta 1 = 11N$

NR = 0

TH = 5.4000s

FE = 352.8N

FB = 0N

FH = 352.8N

AE = 36%

AH = 36%

AB = 0%

NR = 1

TH = 5.4000s

FE = 288.5N

FB = 0N

FH = 288.5N

AE = 36%

AH = 36%

AB = 0%

KMW: 1KN

DAT1 = 35

DIV = 1

L0 = 40mm

F0 = 0N

$\Delta 1 = 11N$

$\Delta 2 = 100N$

NR = 2

$\bar{x}/FH = 320.65N$

$\bar{s}/FH = 45.466N$

$\bar{v}/FH = 14.179\%$

$\bar{p}/FH = 43.113\%$

$\bar{e}/FH = 275.18N$

$\bar{x}/AH = 36\%$

$\bar{s}/AH = 0\%$

$\bar{v}/AH = 0\%$

$\bar{p}/AH = 0\%$

$\bar{e}/AH = 36\%$



DAT1= 15

NR = 0
 TH = 2.8400s
 FE = 316.1N
 FB = 0N
 FH = 316.1N
 AE = 19%
 AH = 19%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 3.8600s
 FE = 293N
 FB = 0N
 FH = 293N
 AE = 25.75%
 AH = 25.75%
 AB = 0%

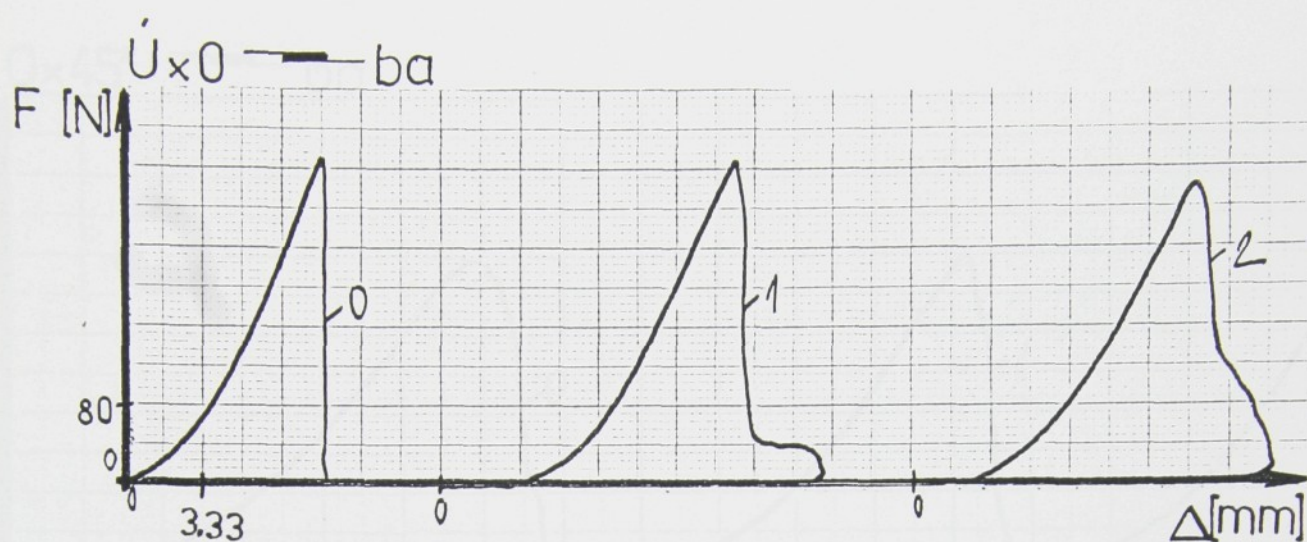
NR = 2
 TH = 2.9200s
 FE = 337.5N
 FB = 0N
 FH = 337.5N
 AE = 19.5%
 AH = 19.5%
 AB = 0%

KMW: 1KN
 DAT1= 15
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 11N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH=315.53N$
 $s/FH=22.256N$
 $V/FH=7.0535\%$
 $P/FH=17.511\%$
 $E/FH=293.27N$

$\bar{x}/AH=21.416\%$
 $s/AH=3.7611\%$
 $V/AH=17.561\%$
 $P/AH=43.598\%$
 $E/AH=17.655\%$



DAT1= 14

NR = 0
 TH = 3.1600s
 FE = 332.2N
 FB = 300.8N
 FH = 332.2N
 AE = 21%
 AH = 21%
 AB = 21.25%

NR = 1
 TH = 4.2600s
 FE = 328.6N
 FB = 0N
 FH = 328.6N
 AE = 31%
 AH = 31%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 4.3000s
 FE = 302.1N
 FB = 0N
 FH = 302.1N
 AE = 28.5%
 AH = 28.5%
 AB = 0%

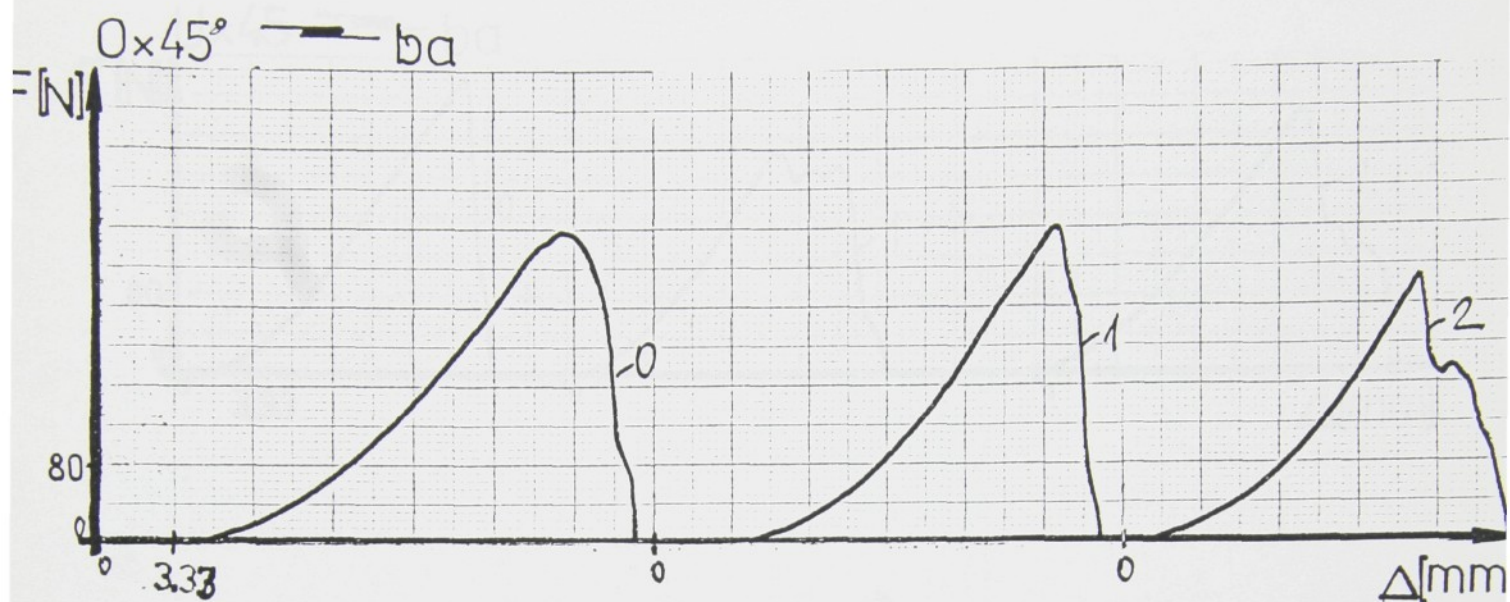
KMW: 1kN

DAT1= 14
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 11N
 Δ2 = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH=320.96N$
 $\bar{s}/FH=16.438N$
 $\bar{v}/FH=5.1215N$
 $\bar{p}/FH=12.714N$
 $\bar{e}/FH=304.52N$

$\bar{x}/AH=26.833\%$
 $\bar{s}/AH=5.2041\%$
 $\bar{v}/AH=19.394\%$
 $\bar{p}/AH=48.148\%$
 $\bar{e}/AH=21.629\%$



DAT1= 13

NR = 0
 TH = 7.1001s
 FE = 313.5N
 FB = 0N
 FH = 313.5N
 AE = 47.25%
 AH = 47.25%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 6.3200s
 FE = 321.8N
 FB = 0N
 FH = 321.8N
 AE = 42.25%
 AH = 42.25%
 AB = 0%

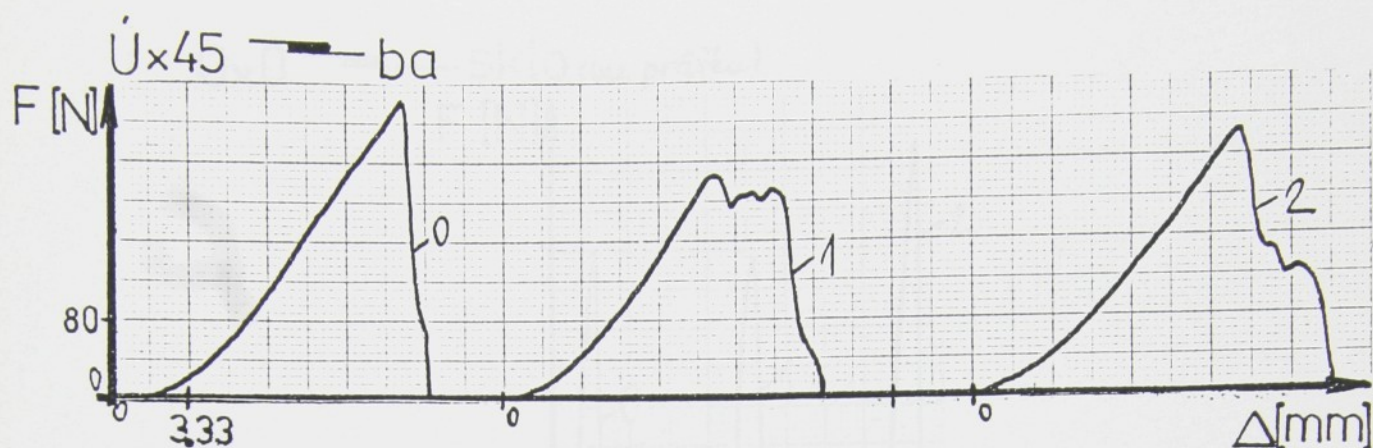
NR = 2
 TH = 4.5800s
 FE = 272.5N
 FB = 0N
 FH = 272.5N
 AE = 30.5%
 AH = 30.5%
 AB = 0%

KMW: 1KN
 DAT1= 13
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 11N
 Δ2 = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH = 302.6N$
 $s/FH = 26.396N$
 $V/FH = 8.7230\%$
 $P/FH = 21.656\%$
 $E/FH = 276.20N$

$\bar{x}/AH = 40\%$
 $s/AH = 8.5986\%$
 $V/AH = 21.496\%$
 $P/AH = 53.367\%$
 $E/AH = 31.401\%$



DAT1= 12

NR = 0
 TH = 4.6400s
 FE = 305.5N
 FB = 0N
 FH = 305.5N
 AE = 31%
 AH = 31%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 3.3800s
 FE = 227.4N
 FB = 0N
 FH = 227.4N
 AE = 22.5%
 AH = 22.5%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 5.3600s
 FE = 270.1N
 FB = 0N
 FH = 270.1N
 AE = 35.75%
 AH = 35.75%
 AB = 0%

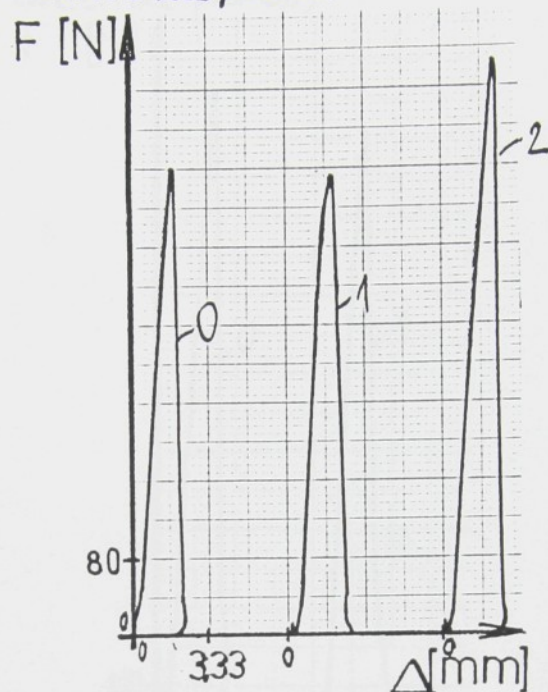
KW: 1KN
 DAT1= 12
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 11N
 Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=267.66N
 s/FH=39.106N
 V/FH=14.610%
 P/FH=36.271%
 E/FH=228.56N

X/AH= 29.75%
 s/AH=6.7128%
 V/AH=22.564%
 P/AH=56.018%
 E/AH=23.037%

0x0 — sklo (bez prášku)



DAT1= 21

NR = 0
 TH = 0.9000s
 FE = 0N
 FB = 380.4N
 FH = 479.4N
 AE = 0%
 AH = 5.75%
 AB = 6.25%

NR = 1
 TH = 0.7400s
 FE = 0N
 FB = 303.1N
 FH = 472.5N
 AE = 0%
 AH = 4.75%
 AB = 5.75%

NR = 2
 TH = 0.9000s
 FE = 0N
 FB = 508.9N
 FH = 592.1N
 AE = 0%
 AH = 5.75%
 AB = 6%

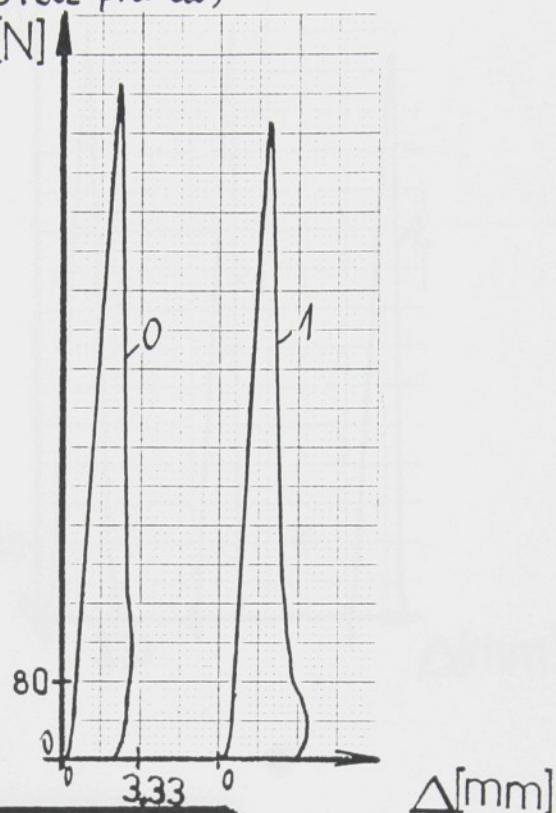
KMW: 1KN
 DAT1= 21
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 0N
 Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=514.66N
 s/FH=67.148N
 V/FH=13.047%
 P/FH=32.390%
 E/FH=447.51N

X/AH=5.4166%
 s/AH=0.5773%
 V/AH=10.658%
 P/AH=26.461%
 E/AH=4.8393%

ÚxÚ — sklo (bez prášku)
F [N]



DAT1= 23

NR = 0
TH = 0.96000
FE = 0N
FB = 514.2N
FH = 696.9N
AE = 0%
AH = 6%
AB = 6.75%

NR = 1
TH = 1.00000
FE = 0N
FB = 0N
FH = 520.4N
AE = 0%
AH = 6.25%
AB = 0%

NR = 2
TH = 0.90000
FE = 0N
FB = 0N
FH = 656.6N
AE = 0%
AH = 5.75%
AB = 0%

KMW: 1KN
DAT1= 23
DIV = 1
L0 = 40mm
F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

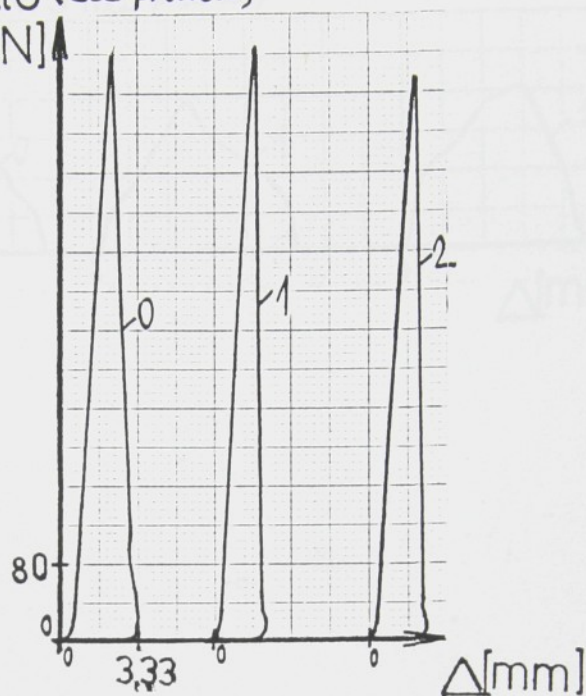
NR = 3

$\bar{x}/FH = 624.63N$
 $\bar{s}/FH = 92.491N$
 $\bar{V}/FH = 14.807\%$
 $\bar{P}/FH = 36.760\%$
 $\bar{E}/FH = 532.14N$

$\bar{x}/AH = 6\%$
 $\bar{s}/AH = 0.2500\%$
 $\bar{V}/AH = 4.1667\%$
 $\bar{P}/AH = 10.344\%$
 $\bar{E}/AH = 5.7499\%$

0xÚ — sklo (bez prášku)

F [N]



DAT1= 24

NR = 0
TH = 0.9000s
FE = 0N
FB = 0N
FH = 605.7N
AE = 0%
AH = 5.75%
AB = 0%

NR = 1
TH = 0.8000s
FE = 0N
FB = 563.5N
FH = 606.3N
AE = 0%
AH = 5%
AB = 5.25%

NR = 2
TH = 0.8200s
FE = 0N
FB = 493.6N
FH = 577.7N
AE = 0%
AH = 5.25%
AB = 5.5%

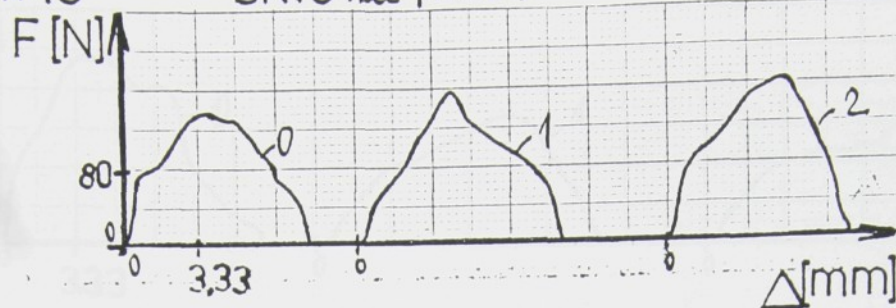
KMM: 1kN
DAT1= 24
DIV = 1
L0 = 40mm
F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH = 596.56N$
 $s/FH = 16.342N$
 $V/FH = 2.7393\%$
 $P/FH = 6.8007\%$
 $E/FH = 580.22N$

$\bar{x}/AH = 5.3333\%$
 $s/AH = 0.3818\%$
 $V/AH = 7.1604\%$
 $P/AH = 17.776\%$
 $E/AH = 4.9514\%$

0x45° — sklo (bez prášku)



DAT1= 25

NR = 0
 TH = 1.3200s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 135.6N
 AE = 0%
 AH = 8.5%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 1.6400s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 156.9N
 AE = 0%
 AH = 10.25%
 AB = 0%

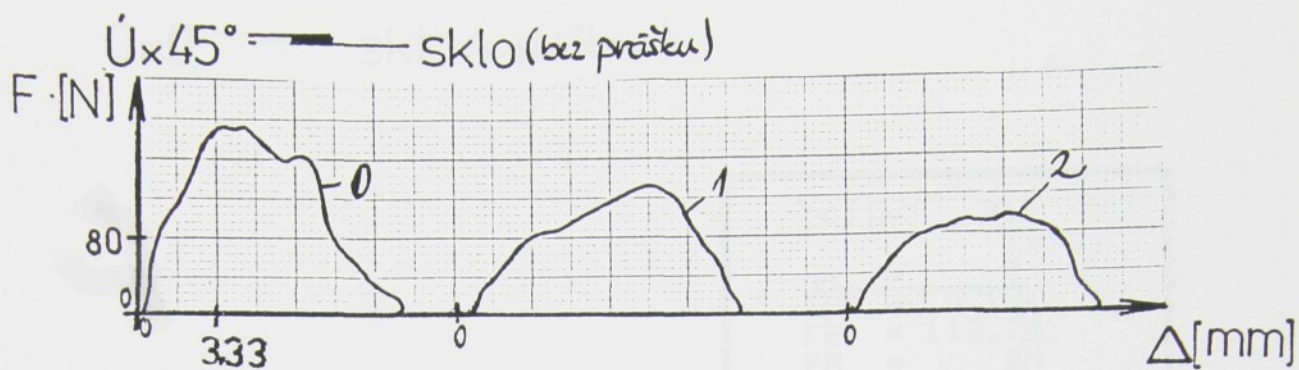
NR = 2
 TH = 1.9600s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 163.9N
 AE = 0%
 AH = 12.25%
 AB = 0%

KMW: 1KN
 DAT1= 25
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH = 152.13N$
 $\bar{s}/FH = 14.740N$
 $\bar{v}/FH = 9.6889\%$
 $\bar{p}/FH = 24.053\%$
 $\bar{e}/FH = 137.39N$

$\bar{x}/AH = 10.333\%$
 $\bar{s}/AH = 1.8763\%$
 $\bar{v}/AH = 18.158\%$
 $\bar{p}/AH = 45.080\%$
 $\bar{e}/AH = 8.4569\%$



DAT1= 22

NR = 0
 TH = 1.4800s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 193.3N
 AE = 0%
 AH = 9.5%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 3.2000s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 133.5N
 AE = 0%
 AH = 20.75%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 2.6600s
 FE = 0N
 FB = 0N
 FH = 100.2N
 AE = 0%
 AH = 17%
 AB = 0%

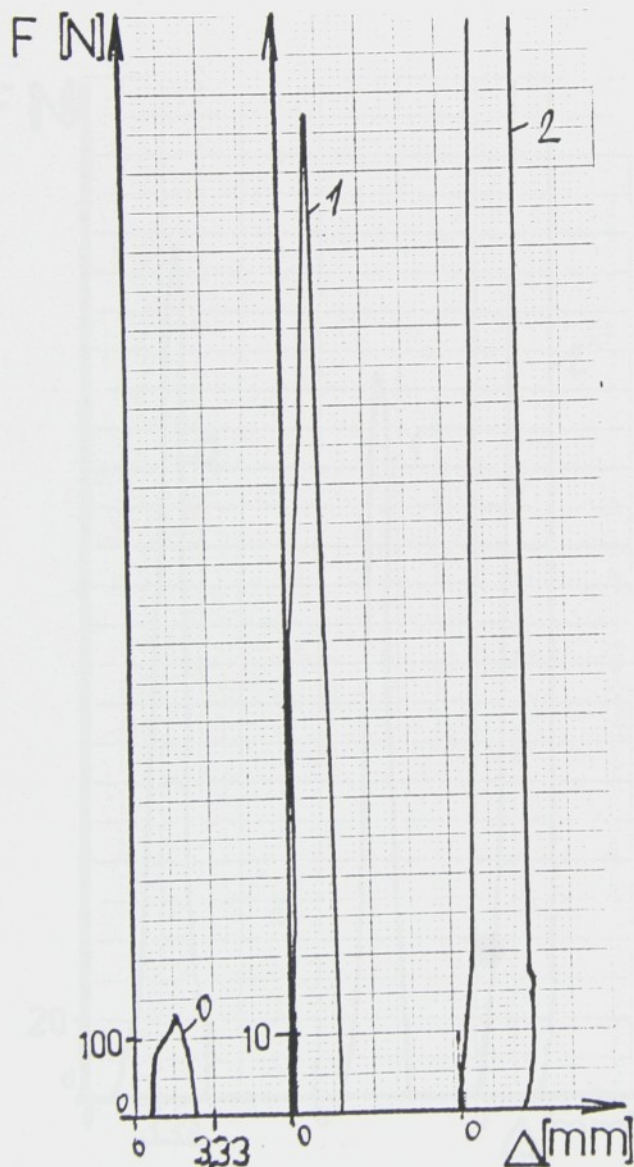
KMW: 1KN
 DAT1= 22
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 0N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH = 142.33N$
 $s/FH = 47.174N$
 $V/FH = 33.143N$
 $P/FH = 82.282\%$
 $E/FH = 95.158N$

$\bar{x}/AH = 15.75\%$
 $s/AH = 5.7282\%$
 $V/AH = 36.369\%$
 $P/AH = 90.291\%$
 $E/AH = 10.021\%$

0x0 — sklo (s práškom)



DAT1= 31

NR = 0
TH = 0.18s
FE = 113.7N
FB = 0N
FH = 113.7N
AE = 4%
AH = 4%
AB = 0%

NR = 4
TH = 0.24s
FE = 129.8N
FB = 0N
FH = 129.8N
AE = 3%
AH = 3%
AB = 0%

NR = 2
TH = 0.7800s
FE = 335.2N
FB = 0N
FH = 335.2N
AE = 5.25%
AH = 5.25%
AB = 0%

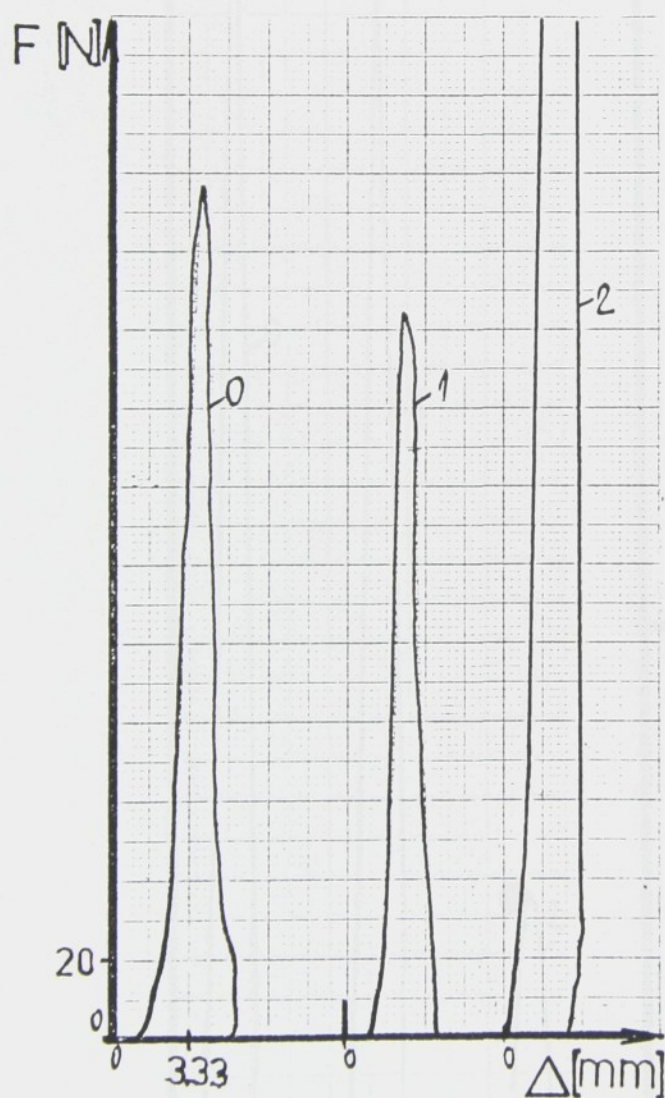
KMW: 1KN
DAT1= 31
DIV = 1
L0 = 40mm
F0 = 0N
Δ1 = 11N
Δ2 = 100N

NR = 2

Σ/FH= 232.5N
s/FH=145.24N
V/FH=62.468%
P/FH=189.94%
E/FH=87.260N

Σ/AH= 4.125%
s/AH=1.5909%
V/AH=38.569%
P/AH=117.27%
E/AH=2.5340%

ÚxÚ — sklo (s práškom)



DAT1= 32

NR = 0
 TH = 1.4600s
 FE = 218.4N
 FB = 0N
 FH = 218.4N
 AE = 9.75%
 AH = 9.75%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 0.9800s
 FE = 187.1N
 FB = 0N
 FH = 187.1N
 AE = 6.5%
 AH = 6.5%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 1.1400s
 FE = 638.9N
 FB = 571.8N
 FH = 638.9N
 AE = 7.5%
 AH = 7.5%
 AB = 8%

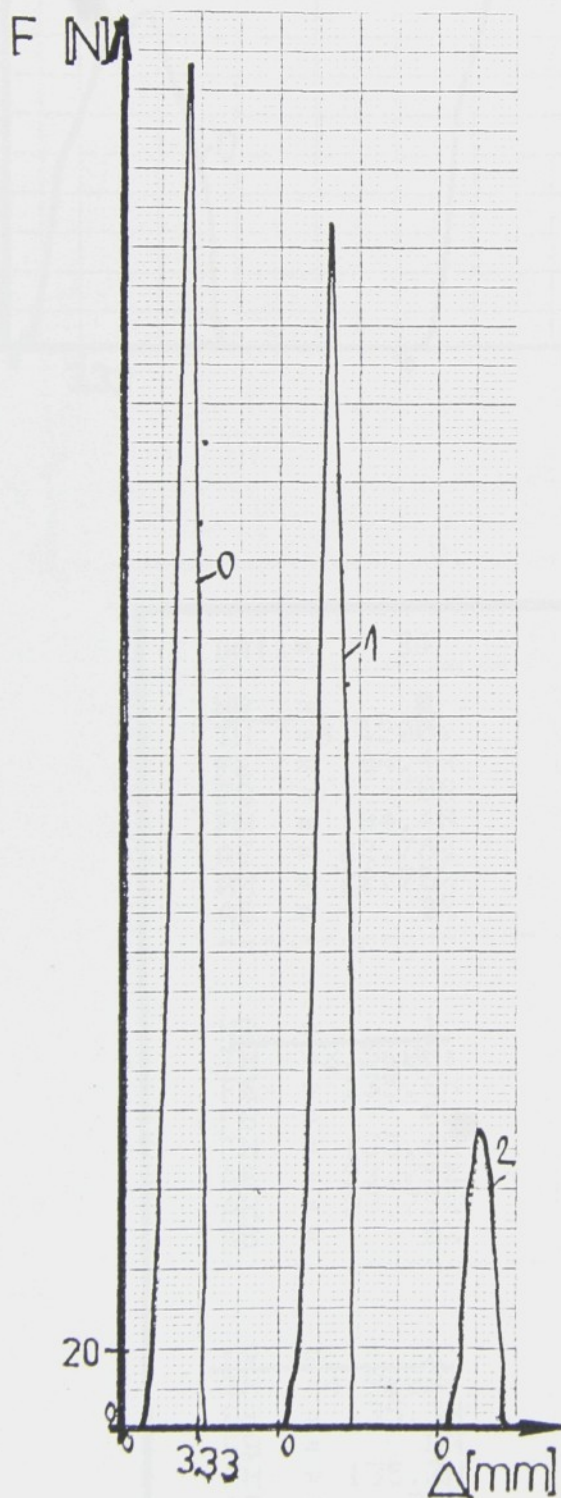
KMW: 1kN
 DAT1= 32
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 11N
 Δ2 = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH=348.13N$
 $s/FH=252.29N$
 $V/FH=72.471\%$
 $P/FH=179.91\%$
 $E/FH=95.836N$

$\bar{x}/AH=7.9166\%$
 $s/AH=1.6645\%$
 $V/AH=21.026\%$
 $P/AH=52.200\%$
 $E/AH=6.2520\%$

0xÚ — sklo (s práškom)



DAT1= 33

NR = 0
 TH = 1.1000s
 FE = 350.7N
 FB = 0N
 FH = 350.7N
 AE = 7.25%
 AH = 7.25%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 0.8000s
 FE = 312.8N
 FB = 0N
 FH = 312.8N
 AE = 5.25%
 AH = 5.25%
 AB = 0%

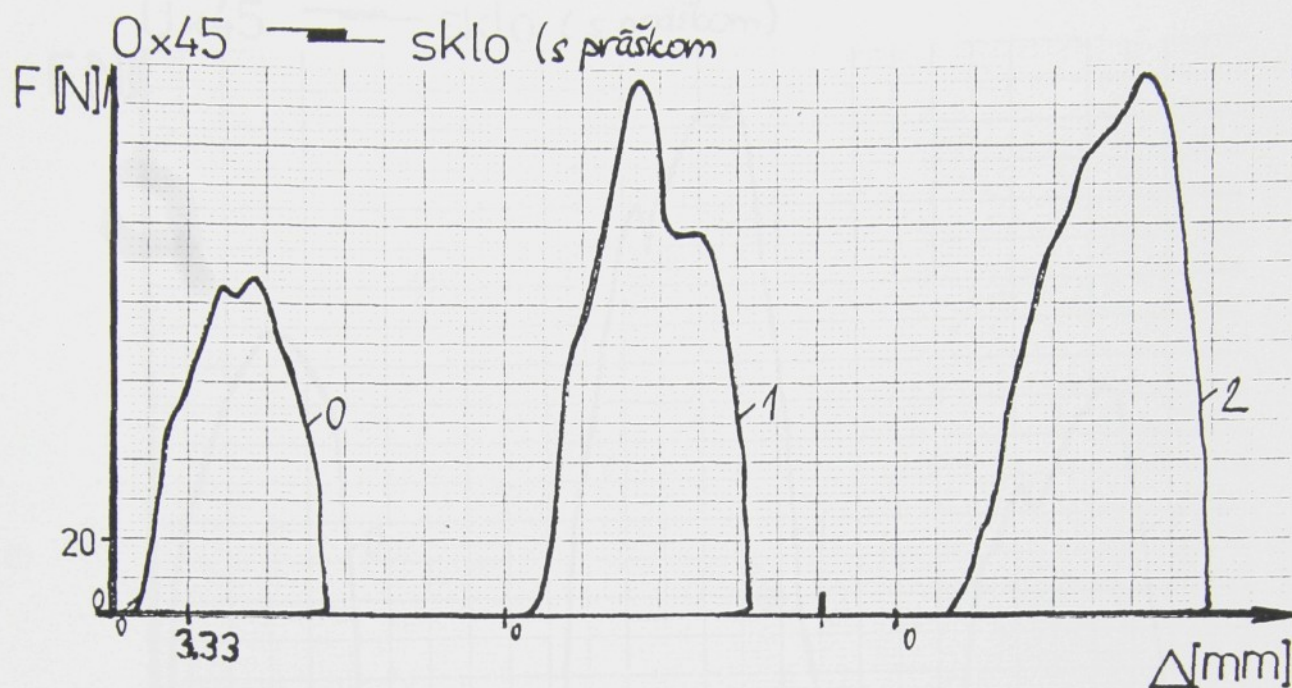
NR = 2
 TH = 0.5400s
 FE = 75N
 FB = 0N
 FH = 75N
 AE = 3.5%
 AH = 3.5%
 AB = 0%

KMW: 1kN
 DAT1= 33
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 Δ1 = 11N
 Δ2 = 100N

NR = 3

X/FH=246.16N
 s/FH=149.44N
 V/FH=60.707%
 P/FH=150.71%
 E/FH=96.725N

X/AH=5.3333%
 s/AH=1.8763%
 V/AH=35.182%
 P/AH=87.343%
 E/AH=3.4569%



DAT1= 34

NR = 0
 TH = 3.4200s
 FE = 84.4N
 FB = 0N
 FH = 84.4N
 AE = 22.75%
 AH = 22.75%
 AB = 0%

NR = 1
 TH = 3.5600s
 FE = 135.6N
 FB = 0N
 FH = 135.6N
 AE = 23.75%
 AH = 23.75%
 AB = 0%

NR = 2
 TH = 4.9600s
 FE = 135.3N
 FB = 0N
 FH = 135.3N
 AE = 33%
 AH = 33%
 AB = 0%

KMW: 1KN
 DAT1= 34
 DIV = 1
 L0 = 40mm
 F0 = 0N
 $\Delta 1$ = 11N
 $\Delta 2$ = 100N

NR = 3

$\bar{x}/FH$ = 118.43N
 $\bar{s}/FH$ = 29.474N
 $\bar{V}/FH$ = 24.886%
 $\bar{P}/FH$ = 61.783%
 $\bar{E}/FH$ = 88.959N

$\bar{x}/AH$ = 26.5%
 $\bar{s}/AH$ = 5.6513%
 $\bar{V}/AH$ = 21.325%
 $\bar{P}/AH$ = 52.943%
 $\bar{E}/AH$ = 20.848%



DAT1=	35
NR	= 0
TH	= 1.9400s
FE	= 127.5N
FB	= 0N
FH	= 127.5N
AE	= 12.75%
AH	= 12.75%
AB	= 0%
NR	= 1
TH	= 3.6400s
FE	= 185.8N
FB	= 0N
FH	= 185.8N
AE	= 27.5%
AH	= 27.5%
AB	= 0%
NR	= 2
TH	= 2.4600s
FE	= 110.8N
FB	= 0N
FH	= 110.8N
AE	= 18.25%
AH	= 18.25%
AB	= 0%
KMW:	1KN
DAT1=	35
DIV	= 1
L0	= 40mm
F0	= 0N
Δ1	= 11N
Δ2	= 100N
NR	= 3
Σ/FH	= 141.36N
σ/FH	= 39.376N
V/FH	= 27.853%
P/FH	= 69.150%
E/FH	= 101.99N
Σ/AH	= 19.5%
σ/AH	= 7.4540%
V/AH	= 38.225%
P/AH	= 94.899%
E/AH	= 12.046%

Štandardná skúška pre skúšanie textilu a papiera

II. (ATP.1)



PRÍLOHA 4

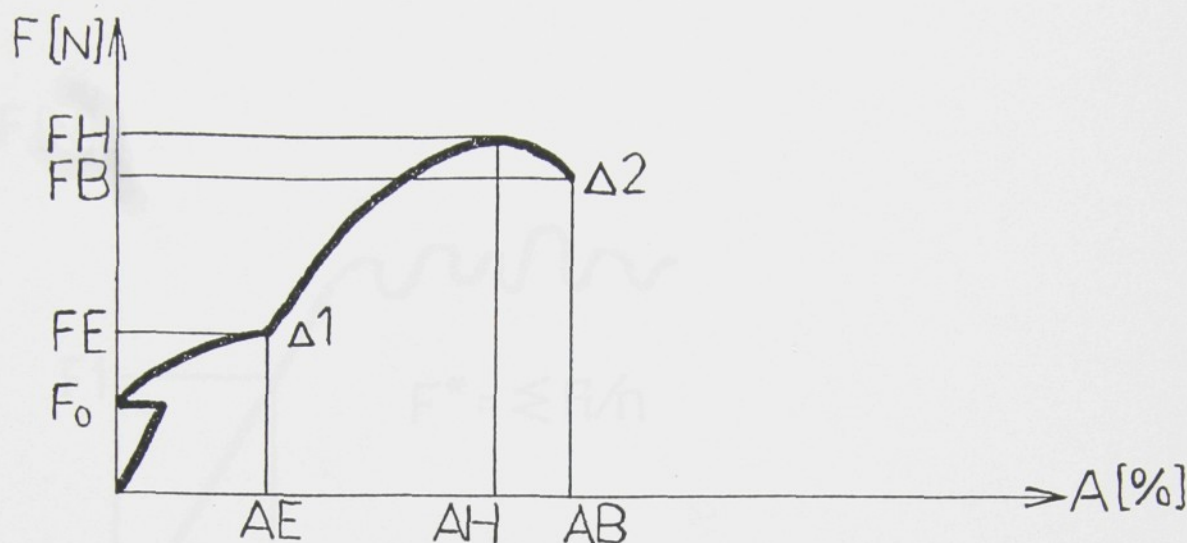
Štandardná skúška pre skúšanie textilu a papiera

Skúška ďalšieho roztrhnutia

(počet stran 2)

Štandardná skúška pre skúšanie textilu a papiera.

T1 (ATP 1)



IN : DAT 1- 4: vstupné data

OUT : NR : bežné číslo skúšky

DIV : 0 pred číslom (tex) - N/ tex

TH: doba roztrhnutia v S

1 hodnoty v N

FE: sila prvého roztrhnutia (narušenie) v N

LO: upínacia dĺžka

FB: sila roztrhnutia v N

FO: predpätie v N

FH: maximálna sila v N

1: pokles prvej sily roztrhnutia v N - sklz

AE: pretiahnutie pri sklze v %

2: pokles sily roztrhnutia v N

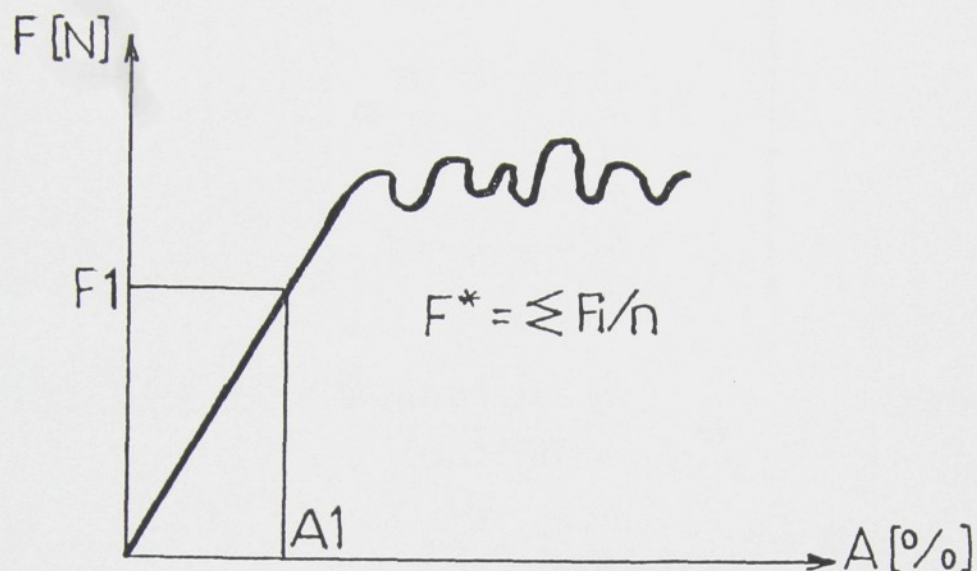
AH: pretiahnutie pri max. sile v %

AB: pretiahnutie pri sile roztrhnutia v %

U tohoto programu sa pri dosiahnutí predpätia FO skoriguje zadaná dĺžka upnutia LO o veľkosť zmeny dĺžky, ku ktorej až do tohoto okamžiku dôjde. Keď dôjde k poklesu sily, ktorá je väčšia ako zadaný pokles sily 1, potom to počítač interpretuje, ako dosiahnutie sily prvého roztrhnutia a vypočíta príslušnú hodnotu rozťahnutia. Keď po novom vzostupe sily dôjde k ďalšiemu poklesu sily, ktorý je rovnaký alebo väčší ako zadaná hodnota 2, je dosiahnuté roztrhnutie vzorku a vypočíta sa sila roztrhnutia a ťažnosť. Keď platí, že 2 je väčšie ako FH - potom sa pre FB a AB určí hodnota 0. Najväčšiu silu, ku ktorej dôjde behom skúšky ťahom - max. pevnosť - a príslušná hodnota pretiahnutia - max. pretiahnutie - potom počítač uloží do pamäti. Mimo to počítač zistí dobu od začiatku skúšky ťahom až po dosiahnutie max. sily.

Skúška d'alšieho roztrhnutia .

T 6 (ATP 6)



IN : *DAT* : (1-4) vstupné data

DIV : 0 pred číslom *tex* - N / tex

1 hodnoty v N

$\neq 1$ hodnoty v N / mm

L0 : upínacia dĺžka v mm

AL : hodnota pretiahnutia v % - po dosiahnutí *AL* dôjde k vytvoreniu strednej hodnoty F

OUT : *NR* : číslo skúšky

F1 : hodnota sily v N pri dosiahnutí *AL*

F : stredná hodnota v N

NUTNO MANUÁLNE PRERUŠIŤ PRIEBEH SKÚŠKY.

Keď sa u tohto programu dosiahne zadané vzťahné preťaženie AL , určí sa príslušná hodnota sily. Po dosiahnutí vzťahného preťaženia sa zistia a spočítajú aktuálne hodnoty sily $F1$ až užívateľ zastaví pohon stisknutím tlačítka STOP. Po ukončení skúšky ťahom sa suma týchto hodnôt sily delí počtom nameraných hodnôt a tým sa F určí ako aritmetická stredná hodnota hodnôt sily.

VZOROVÝ VÝPOČET DEFORMAČNEJ PRÁCE



m_x [mm/N]: z grafu na ose y
 41.5 mm
 m_y
 $m_y = 25 \text{ mm}$

PRÍLOHA 5

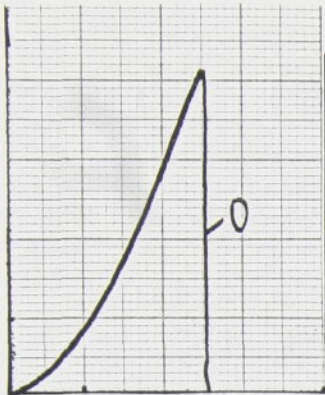
Vzor výpočtu adhézne práce
 (počet stran 1)

DEFORMAČNÁ PRÁCA

$$A [J] = \frac{S [mm^2]}{m_x [mm/N] \cdot m_y [mm/N]}$$

$$A = \frac{9}{0.025 \cdot 237.2} = 0.0215 = 2.15 \cdot 10^{-2} J$$

VZOROVÝ VÝPOČET DEFORMAČNEJ PRÁCE :



DAT1=	14
NR	= 0
TH	= 3.1600s
FE	= 332.2N
FB	= 300.8N
FH	= 332.2N
AE	= 21%
AH	= 21%
AB	= 21.25%

m_y [mm/N]: z grafu na ose y
41,5 mm

zistené z výsledkov
332,2 N
1N

$$m_y = \frac{41,5}{332,2} = 0,125 \text{ mm/N}$$

m_x [mm/m]: z grafu na ose x
25 mm

zistené z
výsledkov
21%

upínacia dĺžka
40 mm

21% zo 40mm = 16,2 mm

$$m_x = \frac{1000 \cdot 25}{8,4} = 2976,2 \text{ mm/m}$$

DEFORMAČNÁ PRÁCA :

$$A [J] = \frac{S [\text{mm}^2]}{m_x [\text{mm/m}] \cdot m_y [\text{mm/N}]}$$

$$A = \frac{8}{0,125 \cdot 2976,2} = 0,0215 = 2,15 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

Prohlášení

Jsem si vědom/a/ toho, že diplomová práce je majetkem školy, že s ní nemohu sám /sama/ bez svolení školy disponovat a že může být zapůjčena či objednána za účelem využití jejího obsahu.

Beru na vědomí, že po pěti letech si mohu diplomovou práci vyžádat v Univerzitní knihovně Technické univerzity v Liberci, kde je uložena. Pokud tak neučiním, bude po pěti letech skartována.

Děřavonínová

podpis

Jméno a příjmení *ALENA DĚRAVONÍNOVÁ*

Adresa stálého bydliště *P. MÁJA 491/2 OP9 01 SVOVNĚ, SR*