



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**STANOVENÍ OPTIMÁLNÍCH PARAMETRŮ PRO  
DOSAŽENÍ PEVNOSTI LEPENÝCH SPOJŮ**  
DEFINITION OPTIMAL PARAMETERS FOR PURPOSES RIGICEITY OF BONDED  
CONNECTIONS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**ONDŘEJ JANEČKO**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc . Ing. JIŘÍ PERNIKÁŘ, CSc.**

BRNO 2008





## ABSTRAKT

V projektu je návrh metodiky optimálního počtu měření dané zkušební normy FINAT FTM/2 pro samolepící folie, aby metoda byla spolehlivá a reprodukovatelná. Důraz musí být kladen na přesný postup a zásady měření, které jsou nezbytnou podmínkou zkoušek. Měření jsou prováděna na speciálním zkušebním stroji, který je určen pro zkoušky trhání. V našem případě se jedná o odlepování námi zvolené samolepící folie, která je přilepena na nerezové destičce, určitou silou. Důležitými faktory pro nás jsou směrodatná odchylka a variační koeficient.

### Klíčová slova

Metodika měření, směrodatná odchylka, samolepící folie

## ABSTRACT

In Project is motion methodology optimal of the number of metering given test standard FINAT FTM/2 for adhesive tape, to method was reliable and reproducible. Accent has to be laying on exact progress and fundamentals metering, that are inevitable testing specifications. Metering they are executive on special testing machine, what be calculated for exams tear. V our case with acts about take-off us election adhesive tape, that is of sticking on stainless steel laminae, definite by force. important factor for us they are standard deviation and variation coefficient.

### Key words

Procedure metering , standard deviation , adhesive tape

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JANEČKO, O. *Stanovení optimálních parametrů pro dosažení pevnosti lepených spojů..* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 35 stran., 41 příloh.

Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Pernikář, CSc..

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Stanovení optimálních parametrů pro dosažení pevnosti lepených spojů. vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně 10.5.2008

Ondřej Janečko

**Poděkování**

Děkuji tímto doc. Ing. Jiřímu Pernikářovi ,Csc. a panu Bohumíru Ondrákovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

**OBSAH**

Abstrakt .....	4
Prohlášení .....	5
Poděkování .....	6
Obsah .....	7
Úvod .....	8
1 Základní pojmy a definice .....	9
1.1 Popis folie .....	9
1.2 Vlastnosti měřeného vzorku .....	10
1.3 Popis zkušebního stroje .....	12
1.4 Zkušební norma - nevýhody .....	14
1.5. Vstupní a výstupní hodnoty zkoušek .....	16
2 Návrh metodiky experimentů a jejich realizace .....	18
2.1 Základní pojmy statistické matematiky .....	18
2.2 Základní pojmy a definice v metrologii .....	20
2.3 Metodika zkoušek .....	26
3 Návrh metodiky zkoušek pro konkrétní typ folie .....	30
3.1 Vyhodnocení .....	30
3.2 Návrh nové metodiky .....	31
4 Závěr .....	32
Seznam použitých zdrojů .....	33
Seznam použitých zkratk a symbolů .....	34
Seznam příloh .....	35

## ÚVOD

Tato bakalářská práce je návrhem metodiky zkoušek a vyhodnocení za účelem stanovení optimálních parametrů lepených spojů. Cílem je stanovení minimálního počtu zkoušek, aby výsledek byl reprodukovatelný.

Měření se provádí na zkušebním trhacím stroji TIRA 28025 E6.

V tomto případě se jedná o měření vzorků samolepicích polyester folií, metodou FTM/2. Samolepicí folie se nejčastěji používají , jako reklamní etikety v polygrafickém průmyslu .V současném světě má metrologie a statistika velmi významné a nezastupitelné místo. Moderní řízení výroby v zájmu maximální efektivity je nerealizovatelné bez kvalitních dat a vyhodnocování informací.

Mimořádná role v těchto činnostech náleží statistickým metodám, které prostřednictvím počítačů poskytují soustavu číselných a grafických informací o zkoumaném celku.

Statistické zkoumání lze rozdělit do tří etap. V první etapě získáváme statistické údaje, ve druhé třídíme a shrnujeme údaje a závěrečné etapě provádíme vyhodnocování a rozbor získaných statistických údajů pomocí vhodných statistických metod.



## 1. ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE

### 1.1. Popis samolepící folie

Samolepící folie se nejčastěji používají , jako reklamní etikety v polygrafickém průmyslu ( reklama na auta, tabule, cedule, desky, výlohy, firemní štítky , prodejny , bannery , plachty, poutače,. Mohou být s potiskem nebo bez potisku barev. Používají se pro technologie digitální tisk, sítotisk, ofset, flexografie, inkoustový tisk.

Rozdělení samolepících folii dle použití:

- Polyester folie
- Vinyl folie
- Bezpečnostní folie
- Hliníkové folie
- Magnet folie
- Ploter folie
- Adhesivní folie

Složení samolepících folii:

- 1) Krycí vrstva – je základem folie. Každá vrstva má jiné složení, teplotní, chemické a fyzikální vlastnosti
- 2) Lepidlo – je velmi důležitou částí.. Existují různé druhy lepidel různých vlastností a šířek (např. permanentní , nepermanentní, akrylátové , adhesivní , pěnové , oboustranné , bezpečnostní, atd. ). Podle lepidel můžeme folie lepit na různé druhy povrchů.
- 3) Spodní vrstva – slouží k ochraně lepidla , před použitím se odstraní

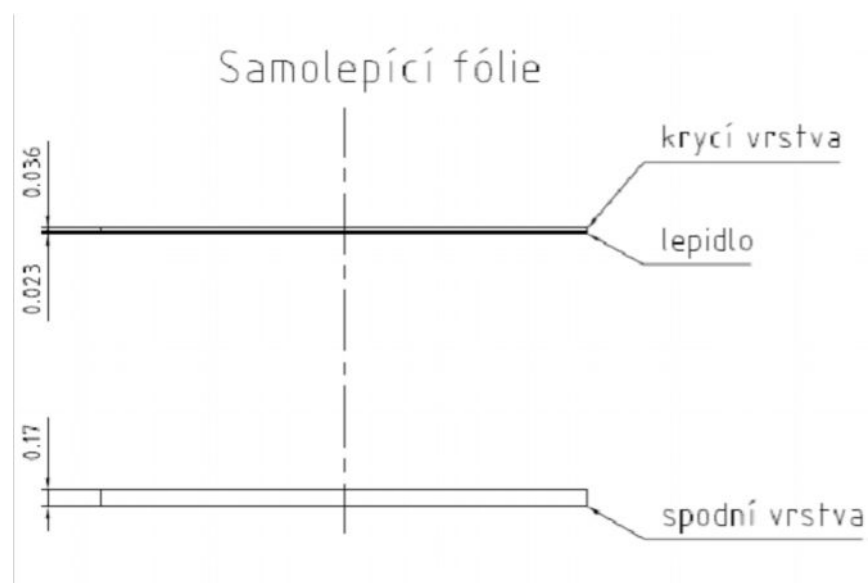
Mohou také být jen dvouvrstvé folie ( např. magnet folie )

Podle tohoto hlediska lze ještě folie rozdělit :

- dvouvrstvé
- třívrstvé

## 1.2.Vlastnosti měřeného vzorku polyester folie [1]

Samolepící polyester folie se skládá ze 3 vrstev ( obr.1)



Obr.1

- 1.krycí vrstva - stříbrný matný metalický polyester ,tloušťka 0,036mm
- 2.lepidlo - trvalé pryskyřicové (akrylátové), tloušťka 0,023mm
- 3.spodní vrstva – 1.strana je lakovaný silikon,2.strana je papír tloušťka 0,170mm

Vrstvy 1. a 2. jsou nanášeny na sobě a tvoří základ folie.

3 .vrstva je samostatná ,slouží k ochraně lepidla

**Technické údaje měřeného vzorku 25 x 180 mm polyester folie :**

Výrobce: RITRAMA viz. materiálový list (Příloha1)

Označení:RI – 650/36

Materiál je dodáván na archu 1000 x 700 mm

Krycí vrstva matný chrom

Typ lepidla : trvalé pryskyřicové (akrylátové)

Teplotní odolnost materiálu : - 30° C až + 120 ° C

Teplota při zpracování min. + 5 ° C max. + 30 ° C

(počáteční a konečná lepidlost při nižších teplotách silně zpomalena)

Konečná přilnavost : Vysoká

Chemická odolnost :

Čistící prostředky(saponáty,mycí prášky) : do 24 hodin,Benzín : do 1 hodin

Motorový olej : do 24 hodin , 10% HCL : do 10 min., 10% NH<sub>4</sub>OH : do 10 min.

Požadavky uskladnění materiálu : Teplota - 2 °C až + 22 °C,

Pokud možno skladovat vertikálně, v chladu a suchu, chránit před účinky UV záření. Skladovatelnost 24 měsíců . Relativní vlhkost : 50% +/- 5% ,

Vlastnosti : Permanentní lepidlo má velmi vysokou přilnavost na sklo

a různé druhy podkladu (kovy,plasty,atd.), které nejsou chemicky poškozeny.

Nejlepší lepidlost na zcela hladkých, odmaštěných a bezprašných, čistých

podkladech, možnost poškození fólie při zbytcích rozpouštědel na lakovaných

a nebo rozpouštědly čištěných plochách, redukovaná lepidlost na

nepolárních materiálech, např. PE/PP. Pro mokrou aplikaci nedoporučujeme

přidávat do vody žádné přísady (saponáty apod.).

### **1.3. Popis zkušebního zařízení [2]**

Název stroje: Univerzální zkušební trhací stroj (obr.2)

Výrobce: TIRA GmbH

Typ stroje: 28025 E6

Měřící zařízení síly : Tenzometrický snímač síly

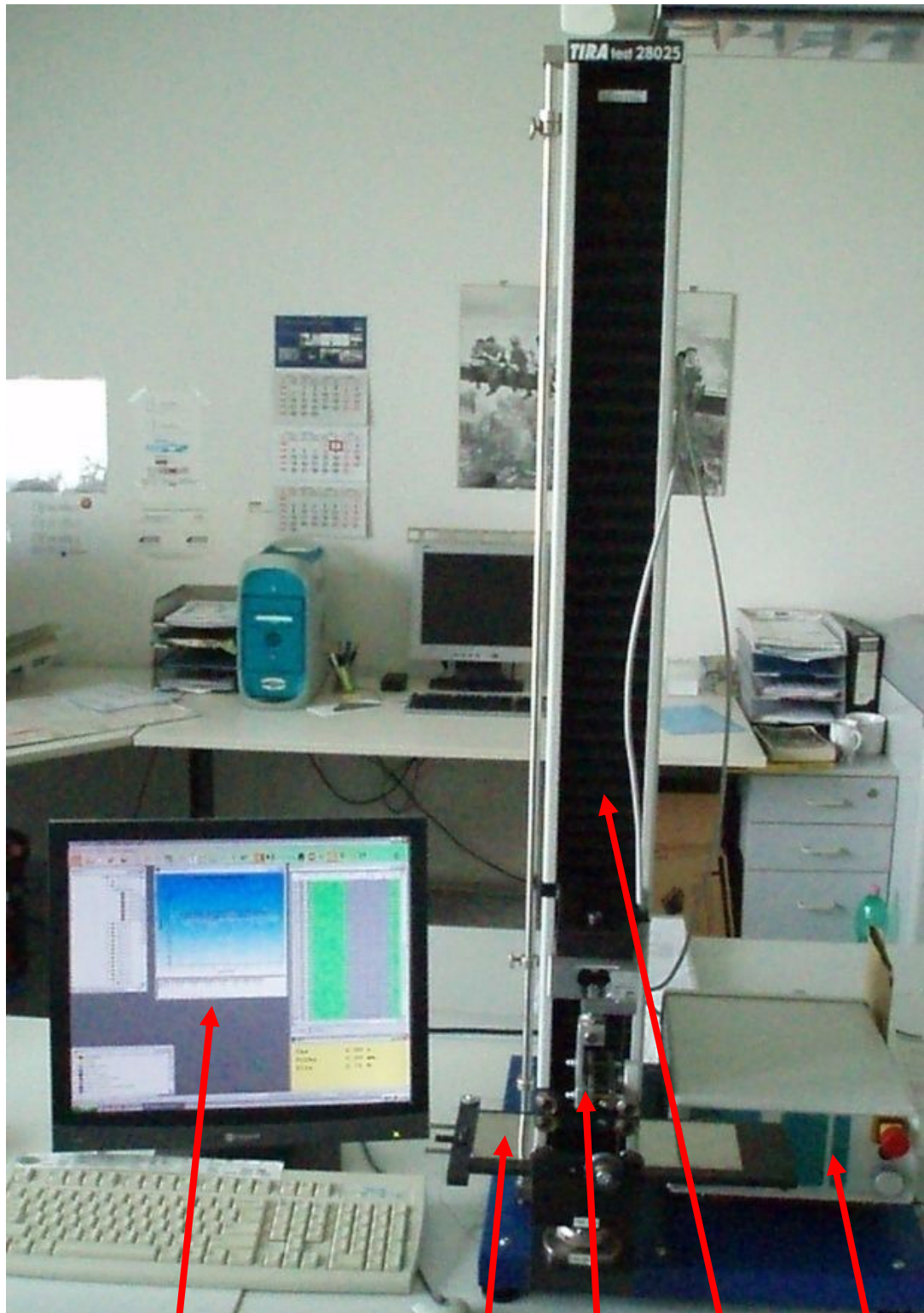
#### **Univerzální zkušební stroje jedno sloupové**

Tyto stroje jsou vhodné zejména pro zkoušky textilií, plastů, papíru, dřeva, fólií, zkoušky tření a odlepení, pevnosti lepených spojů, svárů, zkoušky automobilových komponentů apod. v tahu, tlaku a ohybu.

Stroj umožňuje provádět zkoušky bez PC, s tiskem protokolu přes sériovou tiskárnu, nebo za použití PC s programovým vybavením a výběrem jednotlivých programových modulů dle konkrétních norem DIN , EN , ČSN , ISO. Programové vybavení těchto strojů je velice komfortní a snadné na obsluhu a je kompletně v české verzi (eventuálně v jiných světových jazycích).

Části stroje:

1. Monitor + PC-Data zkoušek a ovládání stroje pomocí programu TIRA Test
2. Nerezová destička, na kterou se lepí zkušební vzorky
3. Upínací přípravek
4. Sloup stroje
5. Ovládací panel



Obr.2

1

2

3

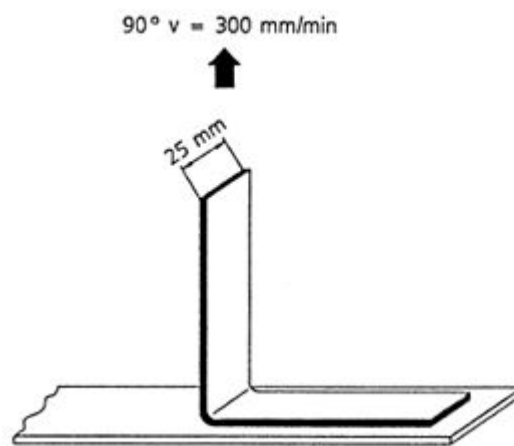
4

5

### 1.4.Zkušební norma- nevýhody [3]

FINAT (Mezinárodní asociace samolepících etiket)/metoda FTM 2 (obr.3)

FINAT (= an abbreviation of the French title: **F**édération **I**nternationale des fabricants et transformateurs d'**A**dhésifs et **T**hermocollants sur papiers et autres supports) exists to promote the interests of self-adhesive labelling.



Obr.3

Pravidla zkušební metody:

- 1.Zkušební vzorek se měří po době 24 hod.
- 2.Rozměr zkušebního vzorku musí být : 25 x 180 mm
- 3.Zkušební vzorek musí být nastříhán na rozměr min. 4 hodiny před nalepením
- 4.Rychlost zkušebního zařízení : 300 mm/min. pod úhlem 90 °
- 5.Podmínky zkoušky 23 °C ± 2 °C , Relativní vlhkost 50% ± 5%

6. Procedura měření musí probíhat stejným způsobem, aby nedošlo k chybám a odchylkám měření

7. Povrch musí být čistý odmaštěný, bez nečistot, suchý.

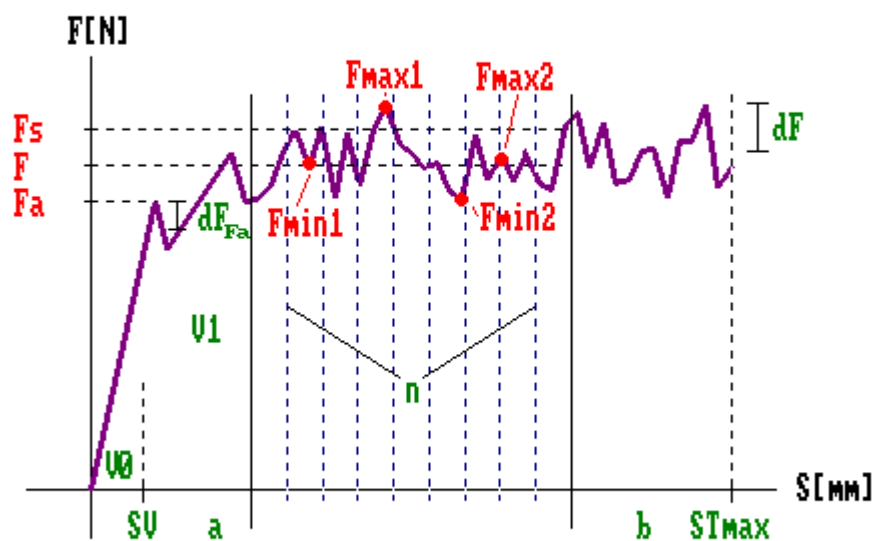
8. Zkušební vzorky se rozřezávají z archu 1000 x 700 mm. Kdekoliv na archu z místa, které není určeno.

9. Zkušební vzorky jsou nalepeny na kovovou nerezovou destičku

**Nevýhody** – u stávající metody, která se používá v současné době a je garantovaná, není znám rozptyl (opakovatelnost) zkoušek, a proto je nutné provést více zkoušek, které vyhodnotíme a určíme minimální počet, vyhovující opakovatelnost a tím spolehlivost výrobku.

## 1.5. Vstupní a výstupní hodnoty zkoušky

### Vstupní a výstupní hodnoty



### Vstupní hodnoty

a Začátek rozsahu vyhodnocení [%] ST max. respektive [mm] absolutně

b Konec rozsahu vyhodnocení [%] ST max. respektive [mm] absolutně

SV Přední dělicí dráha dělení [mm]

ST max. Maximální dráha dělení [mm]

dF Pokles/úbytek síly k poznání špiček síly [%] nebo [N, KN]

d Dělitel [mm]

FN Normálová síla (Síla závaží pro zkoušku tření) [N]

n Počet silových čar



**Výstupní hodnoty**

F	Síla odolnosti proti dalšímu trhání (střední síla) v rozsahu vyhodnocení
F <sub>max1</sub>	Maximální síla v rozsahu vyhodnocení (horní špička)
F <sub>max2</sub>	Maximální síla v rozsahu vyhodnocení (spodní špička)
F <sub>min1</sub>	Minimální síla v rozsahu vyhodnocení (horní špička)
F <sub>min2</sub>	Minimální síla v rozsahu vyhodnocení (spodní špička)
F <sub>so</sub>	Střední hodnota špiček sil F <sub>max1</sub> a F <sub>min1</sub>
F <sub>su</sub>	Střední hodnota špiček sil F <sub>max2</sub> a F <sub>min2</sub>
F <sub>a</sub>	Trhací síla (první špička síly)

T	Odolnost proti dalšímu trhání respektive odpor trhání $T = F / d$
	Dělitel $T = F / b$ $d - b$ – Rozměr vzorku
T <sub>max1</sub>	$F_{max1} / d$ $F_{max1} / b$

**Standardní odchylka = Směrodatná odchylka**

Požadovaná hodnota min.max.- zde se neudává, není pro nás důležitá

Variační koeficient – vyjadřuje stejnorodost množiny údajů

Střední hodnota všech měřených sil (F, F<sub>max1</sub>, F<sub>max2</sub>, F<sub>min1</sub>, F<sub>min2</sub>, F<sub>so</sub>, F<sub>su</sub>, F<sub>a</sub>, T, T<sub>max1</sub>)

## 2. NÁVRH METODIKY EXPERIMENTŮ A JEJICH REALIZACE

### 2.1. Základní pojmy matematické statistiky [4]

V definici přesnosti měření je termín „pravá hodnota“ měřené veličiny. Je to hodnota, která je ve shodě s definicí dané blíže určené veličiny která by byla získána naprosto přesným (perfektním) měřením. Pravé hodnoty jsou neurčitěho charakteru, v podstatě je nelze určit. Měřením získaná hodnota (výsledek měření) se hledané pravé (skutečné) hodnotě pouze více, nebo méně blíží. Proto se k výsledku měření musí uvádět informace o nejistotě měření, která definuje interval symetrický kolem výsledku měření, ve kterém s danou pravděpodobností leží hledaná pravá hodnota veličiny. K získání informace o nejistotě měření nestačí provést pouze jedno měření. Měření se opakuje za stejných podmínek (podmínek opakovatelnosti) vícekrát, čímž se získá soubor hodnot, tzv. výběrový soubor, který vypovídá o základním souboru, ze kterého byl odvozen.

Statistický soubor (základní) má v podstatě dva základní parametry, které nás zajímají :

- **střední hodnotu**
- **rozptyl**

Tyto hodnoty nelze zjistit, proto z výběrového souboru vypočítáme odhad těchto parametrů, který může být bodový, nebo intervalový

Odhad střední hodnoty

Při statistické interpretaci výsledků měření se setkáváme nejčastěji se třemi typy odhadů středních hodnot:

1. aritmetický průměr (jednotlivé hodnoty se sečtou a dělí se jejich počtem)
2. modus (nejčetnější hodnota)
3. medián (prostřední hodnota - má nad i pod sebou stejný počet hodnot)

**Směrodatná odchylka** je mírou rozptylu, která je úměrná střední hodnotě vzdálenosti jednotlivých hodnot od aritmetického průměru.

Odhad směrodatné odchylky

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Odhad střední hodnoty (aritmetický průměr)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Stejnorodost množiny údajů vyjadřuje tzv. **variační koeficient**

$$v = \frac{s}{\bar{x}}$$

Normální rozdělení [6]

V matematické statistice má největší důležitost tzv. normální rozdělení

Frekvenční funkce je dána vztahem:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

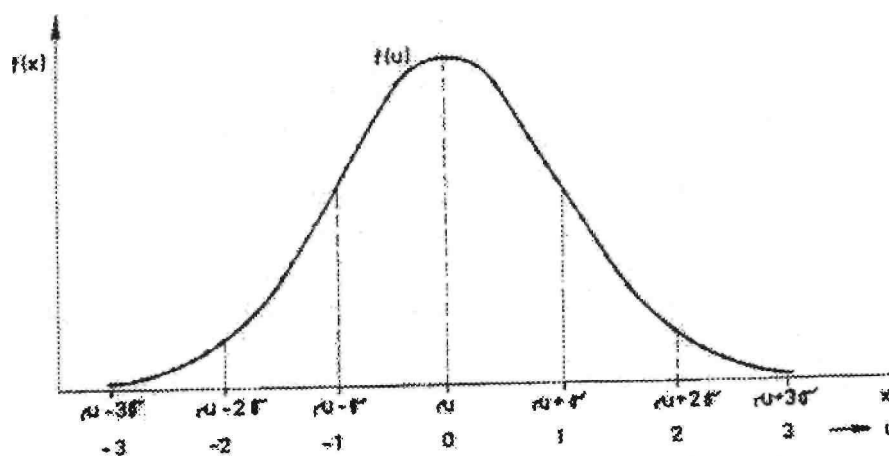
X- jsou výsledky měření, případné chyby

$\mu$  – střední hodnota

$\sigma$  – směrodatná odchylka

$\sigma^2$  - rozptyl

Grafické znázornění funkce normálního rozdělení (obr.4) [4]



Obr.4

## 2.2. Základní pojmy a definice v metrologii [5]

Základní pojmy a definice v oblasti metrologii jsou uvedeny v Mezinárodním slovníku základních a všeobecných termínů v metrologii v normě ČSN 01 0115 a v ČSN ISO 5725-1 Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření-Část 1: Obecné zásady a definice. V praxi se často používá dokumentů pro americké dodavatele automobilového průmyslu ASTM a ASQC (American Society for Quality Control), jejichž filozofie,terminologie a definice některých termínů nejsou vždy konformní s uvedenými normami.

**Měření** je soubor činností, jejichž cílem je stanovit hodnotu veličin

**Měřicí metoda** je logický sled po sobě následujících genericky posloupně popsanych činností , které jsou používány při měření.

**Postup měření** je soubor specificky popsanych činností, které jsou používány při blíže určených měřeních podle dané metody měření.

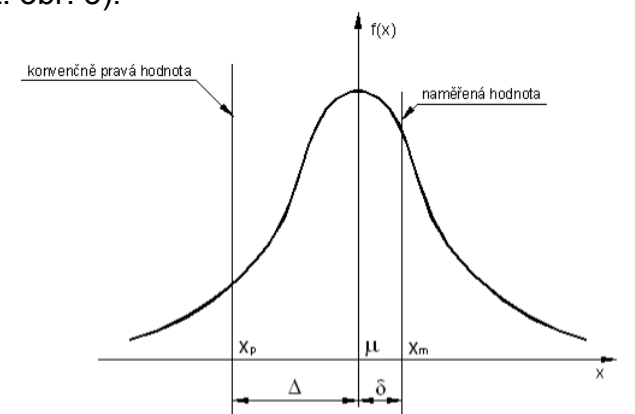
**Přesnost měření** je těsnost shody mezi výsledkem měření a pravou hodnotou měřené veličiny (přijatou referenční hodnotou). Přesnost je kvalitativní pojem.

**Zkouška** technická operace, při níž se zjistí jeden nebo více znaků daného výrobku , procesu nebo služby podle specifikovaného postupu.

**Zkušební metoda** specifikovaný technický postup pro provedení zkoušky

**Protokol o zkoušce** dokument udávající výsledky zkoušky a jiné informace týkající se zkoušek

**Chyba měření (absolutní)** je výsledek měření minus (konvenčně) pravá hodnota měřené veličiny. Chyba měření se skládá z chyby systematické a náhodné (viz. obr. 5).



Obr.5

**Systematická chyba** je střední hodnota, která by vznikla z nekonečného počtu měření téže veličiny uskutečněných za podmínek opakovatelnosti, od které se odečte pravá hodnota měřené veličiny.

Poznámka: Definice nebere v úvahu praktické možnosti. Střední hodnotu můžeme pouze nahradit jejím odhadem a pravou hodnotu přijatou referenční hodnotou. Proto nelze systematickou chybu vyloučit pomocí korekce v plném rozsahu.

**Náhodná chyba** je výsledek měření minus střední hodnota, která by vznikla z nekonečného počtu měření téže veličiny uskutečněných za podmínek opakovatelnosti.

**Celková chyba** je součtem systematické a náhodné chyby:

$$\Delta_c = \Delta + \delta,$$

kde

$\Delta$  - systematická chyba,

$\delta$  - chyba náhodná

**Opakovatelnost (výsledků měření)** je těsnost shody mezi výsledky po sobě následujících měření téže měřené veličiny provedených za stejných podmínek měření.

Do podmínek opakovatelnosti se zahrnuje:

- tentýž postup měření,
- tentýž pozorovatel,
- tentýž měřicí přístroj použitý za stejných podmínek,
- totéž místo,
- opakování v průběhu krátké časové periody.

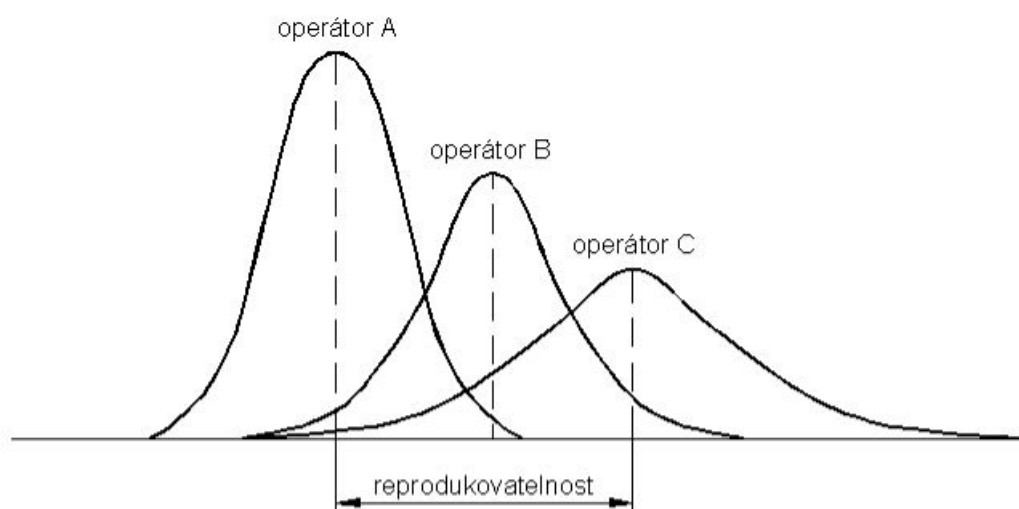
Opakovatelnost může být kvantitativně vyjádřena charakteristikami rozptylu výsledků.

**Směrodatná odchylka opakovatelnosti** je směrodatná odchylka výsledků zkoušek získaných za podmínek opakovatelnosti. Je to míra rozptýlení výsledků zkoušek za podmínek opakovatelnosti.

**Mez opakovatelnosti** je hodnota, o níž lze předpokládat, že s pravděpodobností 95% bude pod ní ležet nebo jí bude rovna absolutní hodnota rozdílu mezi dvěma výsledky zkoušek získanými za podmínek opakovatelnosti. Používá se značka  $r$ .

**Reprodukovatelnost (výsledků měření)** je shodnost za podmínek reprodukovatelnosti. Podmínky reprodukovatelnosti: podmínky, kdy výsledky zkoušek se získají stejnou metodou, na identických zkoušených jednotkách, v různých laboratořích, různými operátory používajícími různé vybavení (viz. obr. 6).

Poznámka: Definice v ČSN 01 0115 definuje reprodukovatelnost jako shodnost za změněných podmínek. Tato obecná definice nemá v praxi uplatnění, protože nelze srovnávat nesrovnatelné.



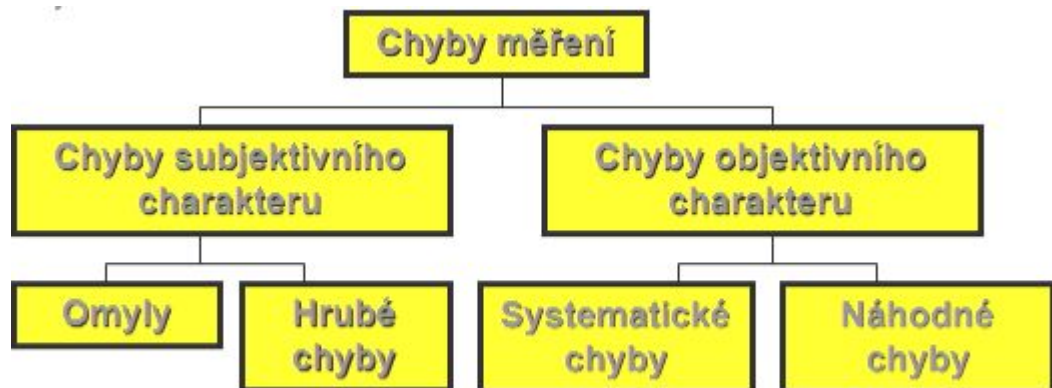
**Obr.6**

**Směrodatná odchylka reprodukovatelnosti** je směrodatná odchylka výsledků zkoušek získaných za podmínek reprodukovatelnosti. Je to míra rozptýlení výsledků zkoušek za podmínek reprodukovatelnosti. Podobně lze jako míru rozptýlení výsledků zkoušek za podmínek reprodukovatelnosti definovat a užívat „rozptyl reprodukovatelnosti“ a „variační koeficient reprodukovatelnosti“.

**Mez reprodukovatelnosti** je hodnota, o níž lze předpokládat, že s pravděpodobností 95% bude pod ní ležet nebo jí bude rovna absolutní hodnota rozdílu mezi dvěma výsledky zkoušek získanými za podmínek reprodukovatelnosti. Používá se značka **R**.

## Chyby měření [5]

**Chyba měření** je rozdíl mezi výsledkem měření a (konvenčně) pravou hodnotou měřené veličiny. Chyba má složku systematickou a náhodnou.



**Absolutní chyba měření** je rozdíl mezi výsledkem měření a (konvenčně) pravou hodnotou měřené veličiny.

$$\Delta = x_m - x_p$$

kde  $x_m$  je změřená hodnota měřené veličiny

$x_p$  je (konvenčně) pravá hodnota měřené veličiny

Protože v praxi není možné pravou hodnotu měřené veličiny získat, nahrazuje se tzv. konvenčně pravou hodnotou, která se blíží pravé hodnotě s dostatečnou přesností. Konvenčně pravá hodnota se získá pomocí metod měření, které jsou řádově 3 až 10x přesnější.

**Relativní chyba měření** je podíl chyby měření a pravé hodnoty měřené veličiny.

$$\Delta_r = \frac{x_m - x_p}{x_p}$$

Je jí též možno vyjádřit v procentech

$$\Delta_r = \frac{x_m - x_p}{x_p} 100\%$$

**Systematická chyba** je střední hodnota, která by vznikla z nekonečného počtu měření téže měřené veličiny, uskutečněných za podmínek opakovatelnosti, od které se odečte pravá hodnota měřené veličiny

**Náhodná chyba** je výsledek měření minus střední hodnota, která by vznikla z nekonečného počtu měření téže veličiny, uskutečněné za podmínek opakovatelnosti. V praxi lze provést pouze odhad náhodné chyby

$$\text{Chyba měření } \Delta = \Delta_s + \delta$$

↑  
Systematická chyba

↑  
Náhodná chyba



**Největší dovolená chyba** (měřidla) – extrémní hodnota chyby daného měřidla povolená specifikacemi, normou, garantovaná výrobcem atd. Největší dovolená chyba např. délkových měřidel závisí zpravidla na absolutní hodnotě měřené délky

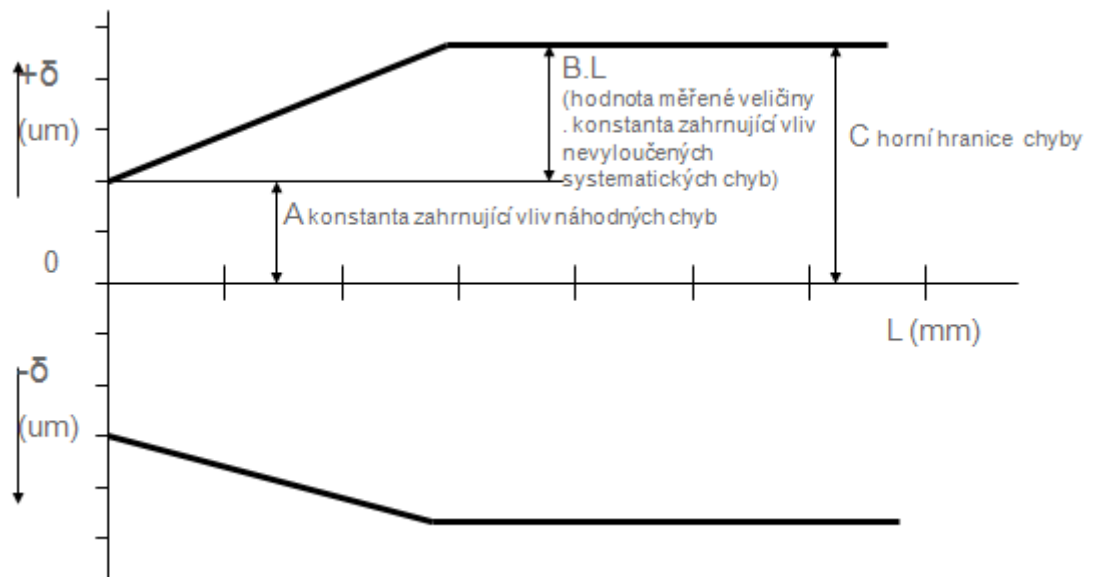
kde  $L$  – hodnota měřené veličiny v mm, nebo v m

$A$  – konstanta zahrnující vliv náhodných chyb

$B$  – konstanta zahrnující vliv nevyločených systematických chyb

$C$  – horní hranice chyby  $\delta$

$$\delta = \pm(A + B.L) \leq C$$



Obr. 7

## 2.3. Metodika zkoušek

Pro novou metodiku vyhodnocování jsme provedli:

### 40 zkoušek k určení optimálního počtu vzorků

Měření 4 x 2 ks vzorku - Příloha str. 2-9

Měření 4 x 4 ks vzorku - Příloha str. 10-17

Měření 4 x 6 ks vzorku - Příloha str. 18-25

Měření 4 x 8 ks vzorku - Příloha str. 26-33

Měření 4 x 10 ks vzorku - Příloha str. 34-41

## Název zkoušky

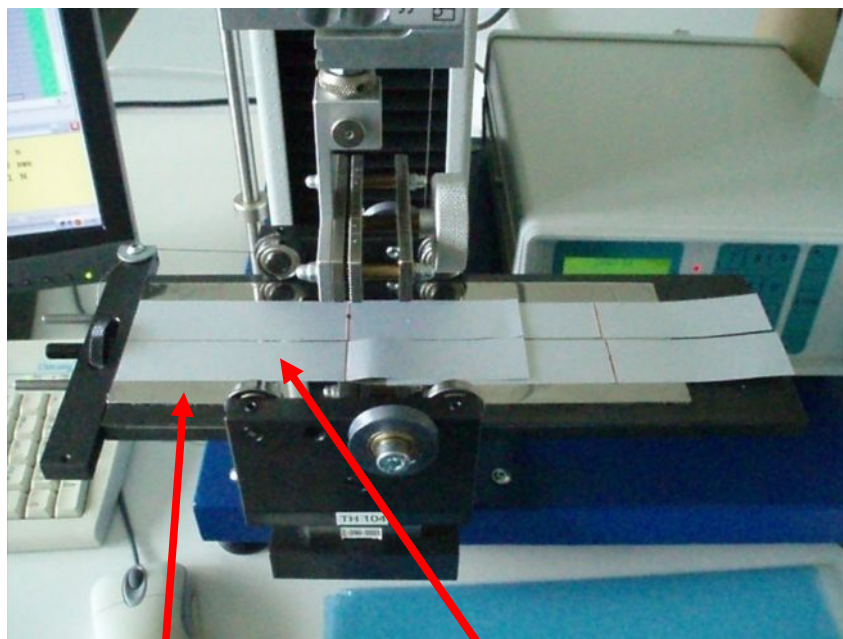
### Zkouška odolnosti proti dalšímu trhání/zkouška dělení

Rozsah použití: Programové vybavení pro tahovou zkoušku materiálů s zjištěním síly, pevnosti v dalším trhání stanovení koeficientu / součinitele / smykového tření obalových materiálů / fólií / dle ČSN 770240, pevnosti lepených spojů, zjišťování síly potřebné k dotržení plošných textilií dle EN ISO 13937 apod.

Program je určen k testování materiálů dle zvolené normy za použití výkonné měřicí techniky. Všechny údaje získané ze snímačů (síly, dráhy, extenzometrů...) jsou zpracovány řídicí jednotkou EDC, která má za úkol rovněž řídit průběh zkoušky dle zvoleného zadání programu TIRA test. Program umožňuje řídit průběh zkoušky dle vlastního zadání, rovněž umožňuje v reálném čase graficky zobrazit průběh zatěžování materiálu a po ukončení testu další zpracování získaných údajů, archivaci, vytištění výstupních protokolů a exportů do zvoleného formátu.

## Příprava zkoušky

- Nastavení stroje : Zapneme zkušební stroj , ovládací panel, v PC nastartujeme program TIRA test , zapneme pohon stroje , nastavíme a kalibrujeme upínací přípravek, snímač síly
- Upnutí vzorku : Nejprve připravíme nerezovou destičku, která musí být odmaštěná, suchá, bez prachu. Zkušební vzorek se délkou 100 mm přilepí v horizontální směru na nerezovou destičku (obr 8.). Na destičku můžeme nalepit až 4 ks vzorků. Vzorky, ale měříme po **1 ks !!!**  
Vzorek se přesně po dobu 24 hod nechá přilepený na destičce. Zbylá část vzorku tzn. 80mm se pod úhlem 90 ° ve vertikálním směru směřuje k upínacímu přípravku (nosníku) stroje, kde je uchycena mezi 2 čelisti cca 10mm (obr.9).



nerezová destička

samolepící folie

Obr.8



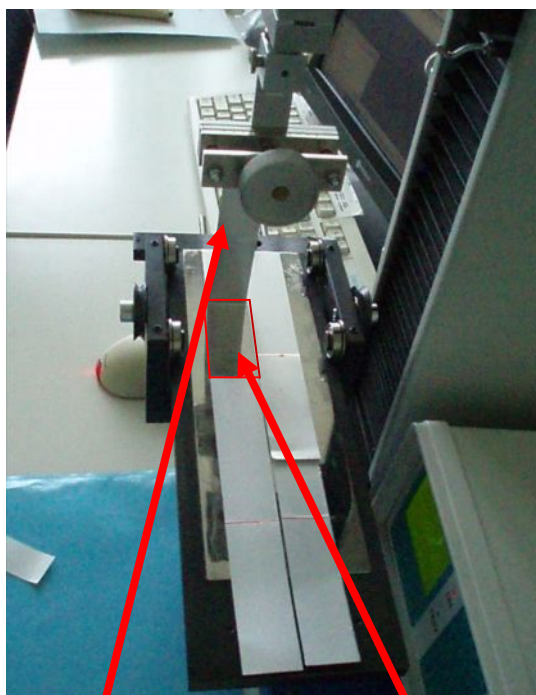
Upnutí vzorku 80mm se pod úhlem  $90^\circ$

Upínací přípravek (čelisti) – 10 mm vzorku

Obr. 9

## Provedení zkoušky

Nosník se polohuje na požadovanou délku upnutí, ta odpovídá pozici dráhy 0. Nosník musí stát na pozici dráhy na 0, tím se odstartuje zkouška. Zkušební vzorek je odlepen konstantní rychlostí (300mm/min) po délce dráhy  $s = 40$  mm určitou silou (obr.10). Zvolené hodnoty jsou vyhodnoceny a zaznamenány.



Obr.10

Odlepená část vzorku

Dráha odlepení

### 3. NÁVRH METODIKY ZKOUŠEK PRO KONKRÉTNÍ TYP FOLIE

#### 3.1. Vyhodnocení

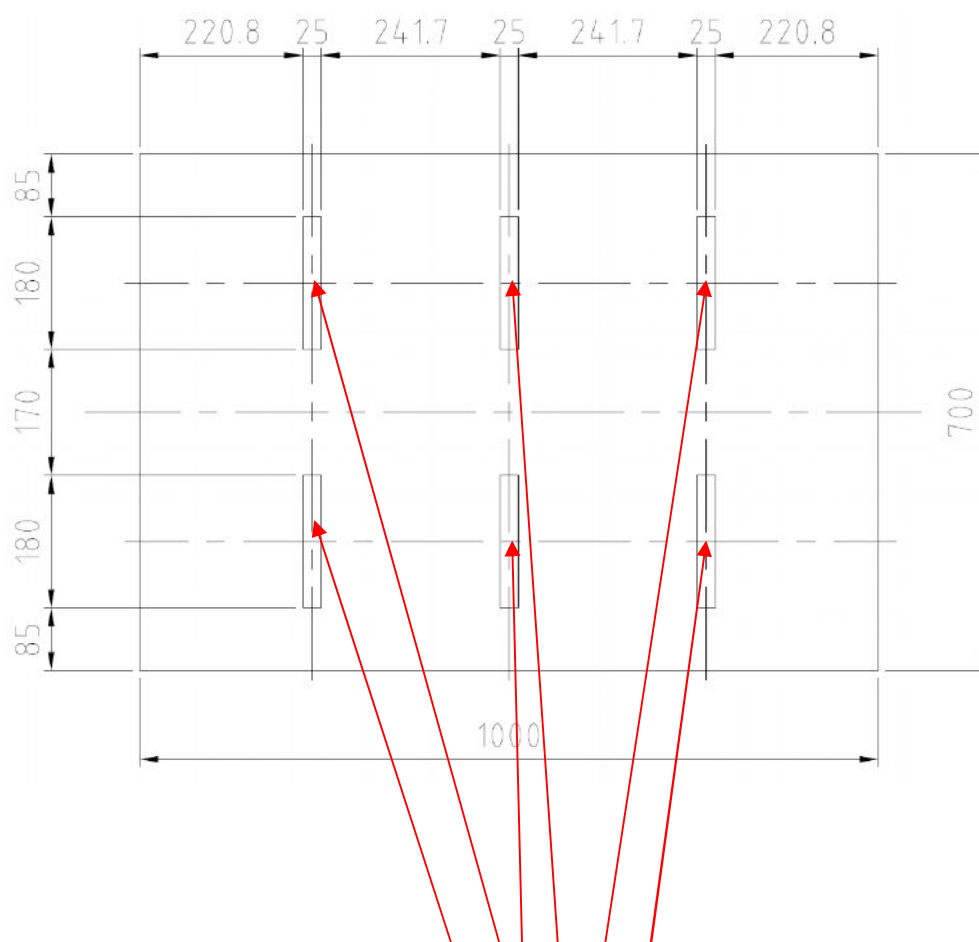
Měření č.	Počet vzorků	Směrodatná odchylka síly F	Variační koeficient síly F
1	2ks	1,5	16,32
2	2ks	1,64	17,22
3	2ks	0,83	9,42
4	2ks	0,21	2,22
5	4ks	0,53	5,05
6	4ks	0,73	7,68
7	4ks	0,76	8,11
8	4ks	0,79	8,33
9	6ks	1,04	9,23
10	6ks	0,28	2,71
11	6ks	0,7	6,64
12	6ks	0,29	2,27
13	8ks	0,46	4,11
14	8ks	0,28	2,49
15	8ks	0,65	6,39
16	8ks	0,52	5,07
17	10ks	0,51	5,3
18	10ks	0,7	7,24
19	10ks	0,52	5,34
20	10ks	0,6	5,8

Důležité jsou nejnižší údaje směrodatné odchylky a variačního koeficientu.

**Optimální počet měřených vzorků je 6 ks.**

### 3.2 Nová metodika

Podle vyhodnocení jsme zjistili, že pro měřený vzorek polyester folie o rozměru 25 x 180 mm musíme měřit minimálně **6ks vzorku**, abychom dosáhli spolehlivosti měření. Postup měření bychom mohli ponechat. Ideální je nastříhat (odebírat) vzorky rovnoměrně umístěné na archu.  
viz. Obr.11



**Rozmístění 6 ks měřených vzorků na archu**

**Obr.11**

#### **4.ZÁVĚR**

Provedli jsme 40 zkoušek měření, což bylo časově náročné. Výsledkem je to, že jsme určili minimální počet vzorků, aby metoda byla spolehlivá ( vyhovující opakovatelnost zkoušky dané směrodatnou odchylkou ).

Zkušební metoda je vyhovující pro minimální počet měření 6ks vzorků.

Zkušební vzorky by se měly stříhat rozmístěny ve stejných vzdálenostech na archu. Tato práce prokázala objektivním způsobem kvalitu dané folie garantované výrobcem.



**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] <http://www.ritrama.com/>
- [2] <http://www.tempos.cz/>
- [3] <http://www.finat.com/>
- [4] PERNIKÁŘ, J., TYKAL, M. , Strojírenská metrologie II., Brno: Akademické nakladatelství CERM ,s.r.o., 2006., 180 s. ISBN 80-214-3338-8
- [5] PERNIKÁŘ, J., ČECH, J., JANÍČEK, L., Strojírenská metrologie, Brno: Akademické nakladatelství CERM ,s.r.o., 2002., 189 s. ISBN 80-214-2252-1
- [6] REISENAUER, R., Metody matematické statistiky a jejich aplikace , Praha: Státní nakladatelství technické literatury, n.p. , 1965. 210 s. L11p-E1-IV-41/1495/XI.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
F	(N)	Síla
v	(mm/min)	Rychlost
s	(mm)	Dráha
t	°C	Teplota
$\mu$		Střední hodnota
$\sigma$		Směrodatná odchylka
$\sigma^2$		Rozptyl
L	(mm)	Délka
$\Delta$		Systematická chyba
$\delta$		Chyba náhodná
$\Delta$		Chyba měření
$x_m$		Hodnota měřené veličiny
$x_p$		pravá hodnota měřené veličiny
	%	Relativní vlhkost
$v$		Variační koeficient
$\bar{x}$		Aritmetický průměr

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 .....RITRAMA(materiálový list)

Příloha 2- 41 .....Měření vzorků

