

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Měřič splývavosti textilií

Textile fabric drape measurer

2006

Jan Holý

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní
Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií
Katedra elektrotechniky

Studijní obor: Oděvní technologie 3106T005

Zaměření: Řízení technologických procesů

Měřič splývavosti textilií

Textile fabric drape measurer

Jan Holý

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Rydlo, PhD.

Konzultant: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Rozsah práce:

Počet stran: 43

Počet obrázků: 13

Počet tabulek: 1

Počet příloh: 1 CD

V Liberci 15. května 2006

Prohlášení

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

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

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

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

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

V Liberci, dne 15. květen 2006

.....
Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Pavlu Rydlovi, PhD. za vedení práce, jeho trpělivost a čas. Dále bych chtěl poděkovat konzultantovi práce, panu prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc. za připomínky a čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům Katedry měření, zejména panu doc. Ing. Ivanu Jakschovi, Csc. za jeho cenné rady. Poděkování patří samozřejmě i rodině za podporu a trpělivost.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá měřičem splývavosti textilií.

První část je souhrnem poznatků o způsobech a metodách měření splývavosti textilií. Jsou zde uvedeny principy jednotlivých metod spolu s jejich popisem.

Druhá část je zaměřena na návrh nového způsobu měření s využitím moderních automatizačních prostředků. Jedná se zejména o fotografické snímání vzorků a přenos dat do PC s následným výpočtem všech žádaných parametrů.

Poslední část je věnována porovnání přesnosti nového způsobu měření s klasickým způsobem, v tomto případě s metodou podle prof. Hese.

Annotation

This diploma work deals with textile fabric drape measurer.

The first part is the summary of pieces of knowledge about waies and methods of textile fabric drape measuring. There are introduced principles of several methods together with their description in this part. The second part ranges on proposal of new method of measuring with the use of the modern automation instrument. Acts especially about photographic scan designs and data transmission to the PC with the following resulting calculation of all demand parameters. Last part is addicted to comparison accuracy of new way of measuring with classical, in this case with method according to professor Hes.

Klíčová slova

splývavost

měřič

automatizace

snímek

vzorek

parametr

ohnisko

Keywords

drape

measurer

automatization

picture

sample

parameter

focus

OBSAH:

1	ÚVOD.....	12
2	Seznamte se se způsoby měření splývavosti textilie.....	13
2.1	Měření splývavosti na kruhových vzorcích.....	14
2.1.1	Měření splývavosti pomocí metody I.T.F. Drapeometra.....	14
2.1.2	Měření splývavosti pomocí obrazové analýzy.....	15
2.1.3	Měření splývavosti F.R.L. Drapametrem.....	16
2.1.4	Měření splývavosti podle normy ČSN.....	17
2.1.5	Určování splývavosti podle normy EDANA.....	20
2.2	Nestandardní metody určování splývavosti.....	21
2.2.1	Určení DC vážením.....	21
2.2.2	Metoda měření splývavosti podle Sodomky.....	22
2.2.3	Měření splývavosti podle Hanuse.....	23
2.2.4	Cniišelkova metoda měření splývavosti.....	24
2.2.5	Měření ohybem přes ostrý roh.....	25
3	Metoda měření splývavosti pomocí digitální techniky.....	28
3.1	Popis metody.....	28
3.1.1	Pixel.....	29
3.1.2	Snímač CCD.....	30
3.1.3	Ohnisková vzdálenost.....	30
3.1.4	Hloubka ostrosti.....	31
3.1.5	Princip kontrastu.....	32
3.1.6	Zobrazovací rovnice objektivu.....	32
3.2	Návrh měřicí aparatury pro automatizované měření splývavosti.....	33
3.3	Požadavky na automatizované měření.....	33
3.3.1	Postup při manuálním způsobu měření.....	34
3.3.2	Postup při automatizovaném způsobu měření.....	34
3.4	Návrh automatizované měřicí aparatury.....	35
3.4.1	Snímací jednotka – digitální fotoaparát.....	35
3.4.2	Snímací jednotka – digitální kamera.....	36
3.4.3	Snímací jednotka – USB kamera.....	36
3.4.4	Výhody a nevýhody jednotlivých snímacích jednotek.....	37
3.5	Automatické měření a vyhodnocení splývavosti.....	38

3.6	Zvýšení kontrastu.....	40
3.7	Vyhodnocení vzdálenosti a výpočet parametru DA	41
3.8	Požadavky na softwarové vybavení PC.....	42
4	Realizace funkčního modelu měřiče splývavosti textilií.....	44
5	Porovnání výsledků manuálního a automatizovaného měření.....	45
6	Závěr	47
	Seznam použité literatury.....	43

Seznam použitých zkratk a symbolů

DA	sinus splývavého úhlu [-]
D	délka jedné otáčky rotující čelisti [mm]
DC	koeficient splývavosti podle Cuisicka [%]
H	konečná výška zvlněného vzorku [mm]
K _f	koeficient splývavosti podle normy EDANA [-]
L	délka vzorku [mm]
M	měřítka zobrazení [-]
M _{sa}	hmotnost stinné plochy papírového prstence [g]
M _{pr}	celková hmotnost papírového prstence [g]
R	poloměr vzorku [r = 150 mm]
S	plocha zkoušené textilie [cm ²]
S _m	plocha mezikruží, tj. plocha vzorku způsobilá ke splývání [cm ²]
S _c	plocha vypočítaná ze středního průměru [cm ²]
S _j	plocha přítlačné desky [cm ²]
S _p	průměrná plocha průmětu zkoušené textilie [cm ²]
V ₁	obrazová vzdálenost [mm]
V ₂	předmětová vzdálenost [mm]
V ₃	ohnisková vzdálenost [mm]
W	plošná hmotnost [kg.m ⁻²]
X	splývavost [%]
Θ _p	ohybový úhel [°]
φ	splývavý úhel [°]

1 ÚVOD

Splývavost plošných textilií je významným parametrem jejich kvality a jeho úroveň často rozhoduje o použitelnosti tkanin a pletenin pro specifické účely. Jelikož jsou jednoduché měřicí techniky pro zákazníka téměř nedostupné, je hodnocena splývavost při koupi oděvů pouze subjektivně.

V současné době se k měření splývavosti textilií používá několik způsobů a metod. Ovšem ne všechna měření mohou být provedena bez předešlých znalostí a zkušeností související s touto problematikou.

Cílem této diplomové práce je navržení jednoduchého přístroje pro měření splývavosti na bázi metody měření ohybu přes ostrý roh s pomocí digitální techniky. Naměřené vzorky pomocí vylepšené metody jsou porovnány se standardní metodou měření, navrženou prof. Hesem.

2 Seznamte se ze způsoby měření splývavosti textilie

Splývavost plošných textilií je významným materiálovým parametrem jejich kvality a jeho úroveň často rozhoduje o jejich použitelnosti.

V současné době je většina přístrojů pro měření splývavosti založena na principu přístroje, sestaveného Dr. Cusickem. Jedná se o porovnání plochy průmětu vzorku. Principiálně se jedná o jednoduchý přístroj, ale vzhledem ke složité optické soustavě je tento přístroj velmi nákladný a bez techniky obrazové analýzy je vyhodnocování výsledků velmi zdlouhavé.

Splývavost

- jde o chování textilií při namáhání v ohybu bez působení vnější síly, pouze vlivem skutečné hmotnosti, která má za následek její třírozměrnou deformaci. Tyto deformace jsou ve tvaru zaoblených záhybů. Dá se tedy říci, že se jedná o prostorovou poddajnost textilií.

- jedná se o způsob, kterým plošná textilie visí v záhybech.

V současné době se k měření splývavosti textilií používá několik způsobů a metod. Tyto metody můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupina zastupuje měření pomocí kruhových vzorků, druhá skupina zahrnuje nestandardní metody.

Do první skupiny řadíme metody měření splývavosti:

- pomocí metody I.T.F. Drapometru
- pomocí obrazové analýzy
- F.R.L. Drapemetrem
- podle normy Edana

Nestandardní metody měření splývavosti:

- určení DC vážením
- dle Sodomky
- podle Hanuse
- Cniišelkova metoda
- ohybem přes ostrý roh

2.1 Měření splývavosti na kruhových vzorcích

U většiny klasických metod určování splývavosti se setkáváme s takzvanými diskovými metodami, které jsou zaměřeny na projekci splývavého vzorku, jejímž výsledkem je stín vzorku. Základ měřicího přístroje tvoří čelisti ze dvou kruhových disků, mezi které se vkládá kruhový vzorek. Tyto metody jsou běžně užívané a jsou registrovány ve státních zkušebnách.

2.1.1 Měření splývavosti pomocí metody I.T.F. Drapometra

Tato metoda využívá přímého měření vzorku, takže na rozdíl od předchozích nepracuje s projekcí zkoušeného vzorku.

Vzorek o průměru 250 mm je centrálně umístěn mezi čelistmi o průměru 150 mm. Do splývavé polohy jsou vzorky uspořádány bez dotyku lidské ruky. Vzorkem je otáčeno vždy o 1/16 otáčky a v horizontální rovině jsou měřeny jejich okamžité poloměry a koeficient splývavosti F se vypočítá dle vztahu:

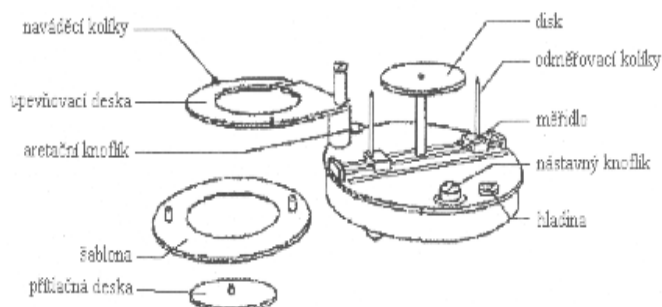
$$F = \frac{S_c - S_j}{S_t - S_j} = \frac{d^2 - d_j^2}{d_t^2 - d_j^2} [-] \quad \text{nebo} \quad F = \frac{d^2 - 225 \cdot 10^{-4}}{400 \cdot 10^{-4}} [-] \quad (1)$$

d - střední průměr z naměřených průměrů

S_c - plocha vypočítaná ze středního průměru d

S_j - plocha přítlačné desky $d_j = 0,25$ m

S_t - plocha měřeného vzorku o průměru $d_t = 0,25$ m



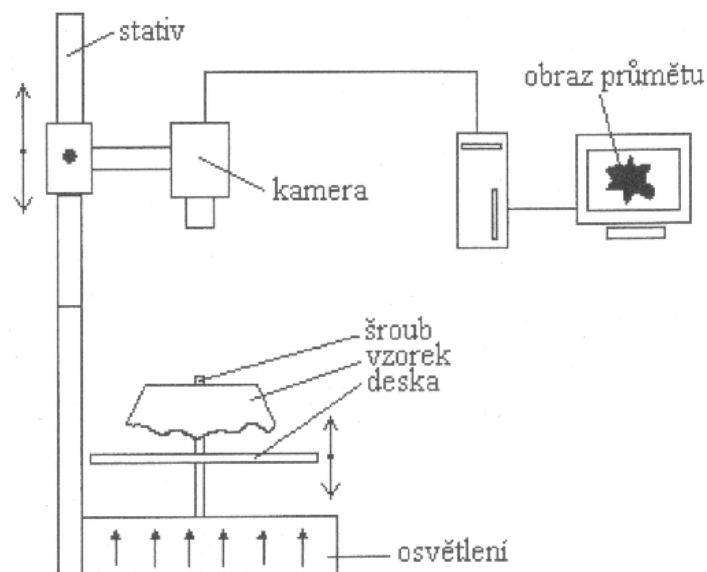
Obr. č. 1 I.T.F. Drapometr

Postup zkoušky:

Při zkoušce se povolí aretační kolík a měřicí kolíky se roztáhnou na maximum. Upevňovací deska se otočí do polohy, kdy bude ve stejné výšce a vycentrovaná s diskem a v této pozici se zafixuje. Pomocí naváděcích kolíků se položí a vycentruje zkušební vzorek, potom šablona. Přítlačná deska se umístí do vnitřku šablony. Šablona se vybere a odstraní se opatrně upevňovací deska, bez toho, aby se dotkla měřeného vzorku. Upevňovací deska se otočí mimo pole měření. Před začátkem měření se počká 15 minut. Při měření se posouvá odměřovacími kolíky do té doby než jsou v kontaktu se zkoumaným vzorkem. Na měřidle se odečítá délka dvou paprsků R_1 a R_2 , které náležejí pozicím dvou odměřovacích kolíků a zaznamenává výsledek s přesností $\pm 5 \cdot 10^{-4}$ m. Pomocí nastavného kolíku se vzorek posune pomalu o 1/16 otáčky. [1]

2.1.2 Měření splývavosti pomocí obrazové analýzy

Pro určení koeficientu splývavosti není měřena plocha průmětu vzorku, jak je tomu u předešlých metod, ale je zpracováván obraz splývané textilie pomocí počítače. Počítačové zpracování obrázků neboli Image processing je získání obrázků (většinou skenováním), převedené do vhodného digitálního formátu, úpravy či retuše obrázků a vhodné uložení na trvalé záznamové medium.



Obr. č. 2 Schéma uspořádání měřicí aparatury

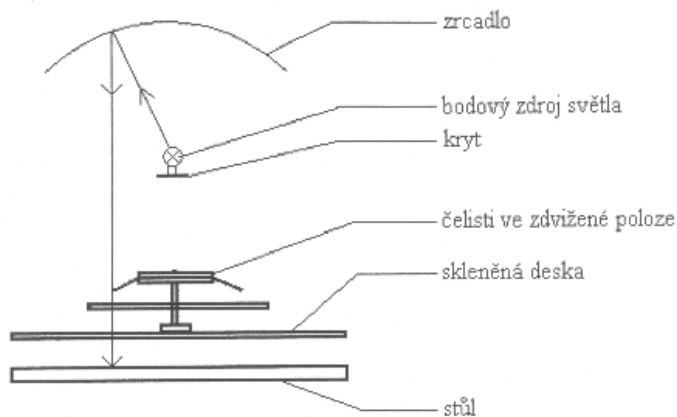
Princip metody:

Uspořádání aparatury pro měření splývavosti je na obrázku. Vzorek textilie má normovanou velikost průměru 300 mm, je umístěn mezi čelisti o průměru 180 mm. Ukládání vzorku do splývavé pozice je bezdotykové a vzorek je zespoda osvětlován, jinak je scéna neosvětlená. Obraz splývající textilie je snímán kamerou, která je umístěna vertikálně nad stojanem se vzorkem. Dále je barevný obraz zpracovaný pomocí počítače na binární, z kterého je vypočítána plocha průmětu vzorku [1].

2.1.3 Měření splývavosti F.R.L. Drapametrem

Jedná se o způsob získání průmětu splývajícího vzorku je na obrázku a je podobný jako u ČSN. Přístroj se skládá ze dvou horizontálních čelistí stejného průměru, mezi které se středně vkládá kruhový vzorek plošné textilie. Kruhový prstenec textilie, který není podepřen čelistí se vlivem gravitace deformuje.

Po odmontování horní čelisti tvoří nižší čelist spolu s prstencovým podstavcem rovinu, pro bezdotykové ukládání vzorku do splývající polohy, na kterou se centrálně umístí vzorky. Po umístění vzorku se upevní horní čelist a čelisti se spolu se vzorkem zdvihnou do horní polohy. Po zdvihnutí čelistí se vzorky v průběhu 15 sekund obkreslí stín vzorku, protože se s časem mění deformace. Vzorek se otočí opačnou stranou nahoru a měření se opakuje. Z jednoho vzorku se získají dvě hodnoty plochy stínu vzorku.



Obr. č. 3 Schéma přístroje F.R.L. Drapametra

Koeficient splývavosti DC se vypočítá podle:

$$DC = \frac{S - \pi \cdot r^2}{\pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2} \cdot 100 [\%] \quad (2)$$

S - plocha stínu, průměr ze dvou měření

r - poloměr čelistí (r = 90 mm)

R - poloměr vzorku (r = 150 mm).

Popis uspořádání je na obrázku. Téměř paralelní vertikální světlo je získané umístěním bodového světla do vzdálenosti okolo poloviny průmětu dutého sférického zrcadla umístěného nad Drapametrem. Drapametru je umístěný na horizontální skleněné desce. Stín plošné textilie se promítá přes průhledný prstencový podstavec Drapametru a skleněnou desku až na horizontální stůl pod skleněnou deskou. Pod světlem je umístěný kryt, tak aby světlo mohlo směřovat přímo na zařízení. Vzorek plošné textilie má průměr 300 mm a čelisti 180 mm.

Nedostatky metody:

- průměr vzorku se obkresluje rukou a jeho plocha se měří planimetrováním, což způsobuje vnesení lidské chyby
- koeficient splývavosti DC nepopisuje celkové chování splývající plošné textilie, zanedbává rozměr, počet, tvar vln apod.

2.1.4 Měření splývavosti podle normy ČSN

Princip metody podle normy ČSN: kruhový vzorek plošné textilie o průměru 300 mm se umístí na kruhový stojan o průměru 180 mm. Obrys splývající plošné textilie se promítne přes průsvitnou desku na průsvitný papír a obkreslí se. Obkreslená plocha průmětu dvou vzorků se získá planimetrováním, které se pro kontrolu provede oběma směry, tj. zprava doleva a zleva doprava. Tak se ze dvou průmětů získají čtyři údaje o jejich ploše. Průměrnou plochu zkoušených textilií nám udává aritmetický průměr těchto údajů.

Splývavost x v % se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{S - \bar{S}_p}{S_m} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

S - plocha zkoušené textilie, tj. 706,9 cm²

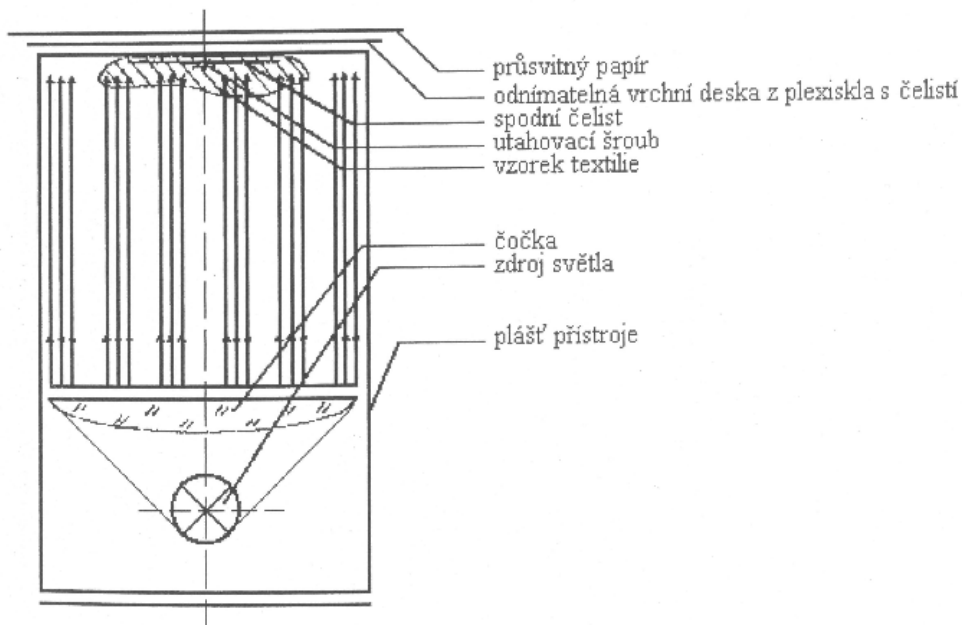
\bar{S}_p - průměrná plocha průmětu zkoušené textilie

S_m - plocha mezikruží, tj. plocha vzorku způsobila ke splývání, 452,4 cm²

Výsledek se zaokrouhlí na jedno desetinné místo.

Zařízení a pomůcky:

1. kruhová šablona průměru 300 mm
2. nůžky
3. raznice pro středový otvor vzorku
4. průsvitný papír
5. planimetr
6. přístroj na obrázku odpovídá popisu v normě, není však její součástí. Je složen z válce o průměru 310 mm a o výšce 1300 mm. Ve středu válce je umístěn stojánek o průměru 180 mm. V dolní části válce je kruhovitě umístěno osvětlení. Na válci je položena příložná deska z plexiskla (přístroj Výzkumného ústavu vlnářského Brno).
7. zkušební vzorky. Odběr laboratorních vzorků se provádí podle ČSN 800072, připraví se dva pracovní kruhové vzorky o průměru 300 mm a vyseknou se raznicí, případně vystříhnou nůžkami podle šablony, ve středu vzorku se vysekne kruhový otvor o průměru 10 mm, vzorky musí být bez záhybů a musí být nepomačkané, před zkoušením se klimatizují podle ČSN 800061. [1]



Obr. č. 4 Schéma zařízení na získání průmětu vzorku v podobě stínu s použitím paralelního světla

Nedostatky metody:

- v normě chybí detailnější popis, případně schéma doporučeného zařízení
- průmět vzorku se obkresluje rukou a jeho plocha se určuje planimetrováním, takže do měření je zanesena chyba související s lidským faktorem
- není zaručena opakovatelnost měření: vzorky se do čelistí ukládají rukou, čímž je na ně působeno různě velkou silou
- splývavost x je definována jinak než ve světě uznávaný koeficient splývavosti DC, ale bývá často označována i jako koeficient splývavosti, což je zavádějící. Vztah mezi koeficientem splývavosti DC a splývavosti podle ČSN označenou x je: $x = 100 - DC$ [%] (4)
- splývavost x podle ČSN nepopisuje komplexně splývavé chování textilie podobně jako i koeficient splývavosti, zanedbává tvar průměru, tj. tvar vln, počet vln apod. Ignoruje třetí rozměr splývající textilie.

2.1.5 Určování splývavosti podle normy EDANA

Tato metoda je podrobně popsána v (EDANA 90.1-76) a je používána pro měření splývavosti netkaných textilií. Pro získání průměru vzorku se používá zařízení podobné F.R.L. Drapeometru.

Koeficient splývavosti se určuje vážením ze vztahu:

$$Kf = \frac{M_{sa} \cdot 100}{M_{pr}} [\%] \quad (5)$$

M_{sa} - hmotnost stinné plochy papírového prstence

M_{pr} - celková hmotnost papírového prstence.

Princip a postup měření

Kruhový vzorek plošné textilie o průměru 300 mm je upnut mezi menší horizontální disky o průměru 180 mm. Okolo nižšího podpůrného disku volně splývá kruhový prstenec plošné textilie. Stín okolo splývavého vzorku dopadá na kruhový prstenec z papíru, který je stejně velký jako kruhový prstenec plošné textilie. Po pěti minutách od umístění vzorku se obkreslí projekce vzorku na papír. Následně se určí hmotnost papírového prstence. Papír je následně stříhán po délce stopy stínu a je určena hmotnost vnitřního dílu reprezentujícího stín [1].

2.2 Nestandardní metody určování splývavosti

2.2.1 Určení DC vážením

Jedná se o jednoduchou alternativní metoda určování DC vážením. Na kruhový papír o poloměru $R = 150$ mm se obkreslí obvod stínu splývajícího vzorku, získaného paralelním světlem. Určí se hmotnost W_1 kruhového papíru. Následně se papír stříhá podle obvodu stínu a papír ve tvaru plochy stínu se zváží, získá se hmotnost W_2 . Koeficient splývavosti DC je potom:

$$DC = \frac{W_2 - \frac{r^2}{R^2} \cdot W_1}{W_1 - \frac{r^2}{R^2} \cdot W_1} \cdot 100 = \frac{\frac{W_2}{W_1} - \frac{r^2}{R^2}}{1 - \frac{r^2}{R^2}} \cdot 100 [\%] \quad (6)$$

W_2 - hmotnost zastíněné plochy papíru

W_1 - hmotnost papíru o poloměru R

r - poloměr čelistí.

Vztahy jsou odvozeny ze vzorce $DC = \frac{S - \pi \cdot r^2}{\pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2} \times 100 [\%]$ rozšířeného o plošnou

hmotnost papíru w :

$$DC = \frac{S \cdot w - \pi \cdot r^2 \cdot w}{\pi \cdot R^2 \cdot w - \pi \cdot r^2 \cdot w} \cdot 100 [\%] \quad (7)$$

$$\text{kde } W_1 = \pi \cdot R^2 \cdot w, \quad W_2 = S \cdot w, \quad \frac{r^2}{R^2} \cdot W_1 = \pi \cdot r^2 \cdot w \quad (8)$$

Nevýhody metody:

- nerovnoměrnost v plošné hmotnosti papíru
- nepřesnost v obkreslování a stříhání papíru
- nepřesnost váhy [2]

2.2.2 Metoda měření splývavosti podle Sodomky

Zkušebním vzorkem je proužek textilie o rozměrech 45 x 220 mm, který je volně vložen do kvádru přístroje. Vzorek se působením vlastní tíhy zvlíní. Tato křivka se zakresluje na papíra odečítá se hodnota H, tj. konečná výška zvlněného vzorku, dále všechny hodnoty h_i , tj. výšky, v nichž se vzorek dotýká stěny kvádru [3].

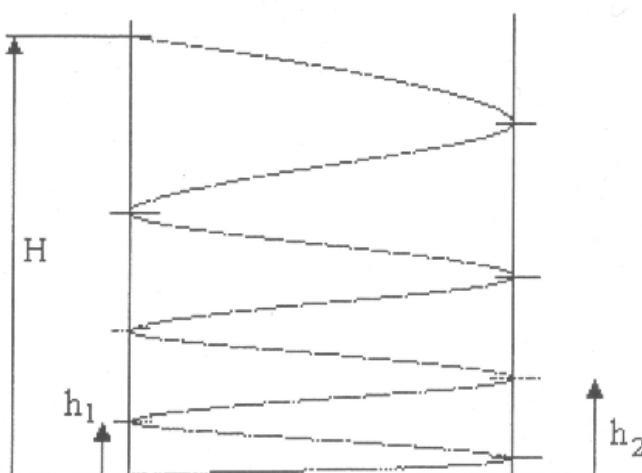
Součinitel splývavosti se vypočítá podle vzorce:

$$S = 1 - \frac{H}{L} \quad (9)$$

L - délka vzorku [mm]

H - konečná výška zvlněného vzorku [mm]

h_i - výšky, v nichž se vzorek dotýká stěny kvádru. Čím vyšší je hodnota součinitele splývavosti S, tím je vzorek tkaniny splývavější.

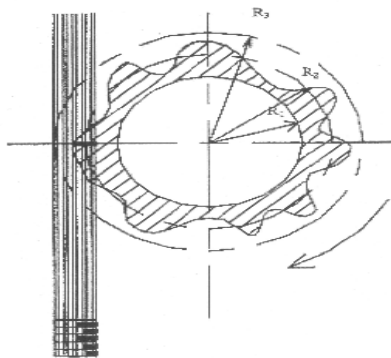


Obr. č. 5 Schéma přístroje

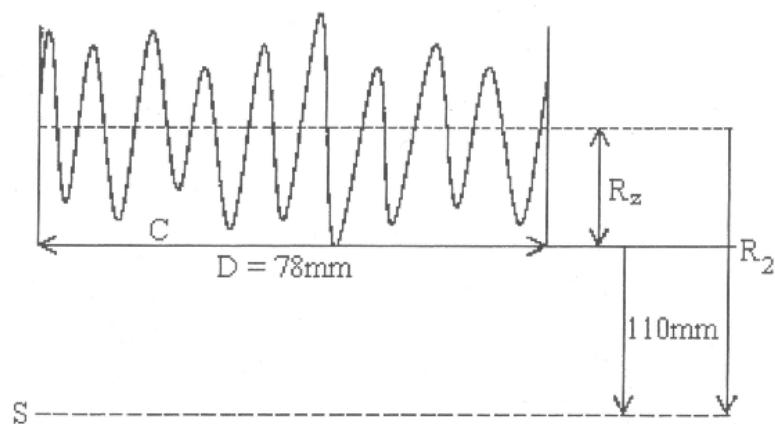
Tímto způsobem měření splývavosti můžeme zjišťovat anizotropii materiálu, protože proužky lze nastříhat v různých směrech plošné textilie. Nedostatkem metody je ruční obkreslování křivky zvlněného proužku, takže není měření zcela přesné [1].

2.2.3 Měření splývavosti podle Hanuse

Tato metoda je založena na principu normy ČSN 800835. Vzorky mají normovanou velikost 300 mm v průměru, také čelisti mají průměr podle normy 180 mm. Rozdíl je v tom, že čelist rotuje s upnutým vzorkem, který je osvětlován shora úzkým paprskem světla ze štěrbin. Velikost štěrbin odpovídá velikosti snímací lišty, která se skládá z devíti fotodiód v dolní části zařízení. Snímací lišta je od osy rotační čelisti vzdálená 110 – 150 mm, tedy je dlouhá 40 mm. Rotující splývající vzorek zasahuje do světelného pole v různé vzdálenosti od osy rotační čelisti. Takto nám paprsky postupně zařazují určitý počet fotodiód. Zařezané fotodiody přenášejí elektrický signál na čidla zapisovače TZ 21 a výsledkem je grafický poloměr R_2 jako střed amplitudy signálu. Z tohoto poloměru je pak možné vypočítat plochu průmětu splývajícího vzorku [4].



Obr. č. 6 Princip měření podle Hanuse



Obr. č. 7 Grafický záznam jedné otáčky čelisti se vzorkem

Plocha pod křivkou C na grafickém záznamu se zjišťuje planimetrováním. Tato plocha se dělí délkou jedné otáčky D rotující čelisti, tedy:

$$\frac{C}{D} = R_z \text{ [mm]} \quad (10)$$

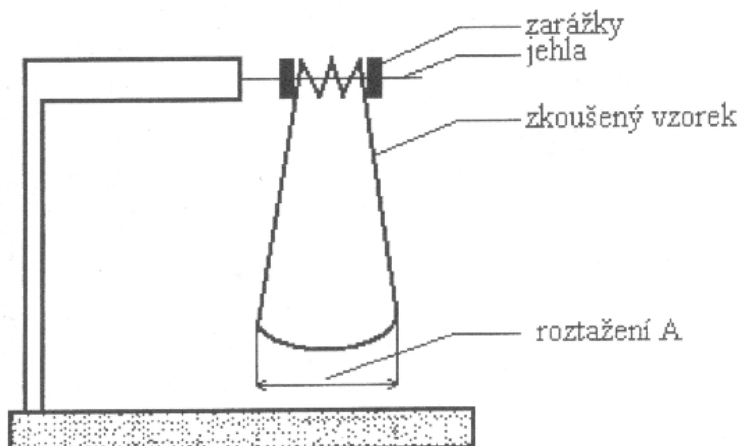
příčtečným k R_z nejmenší vzdálenost snímací lišty vzorku od středu rotující čelisti S, která je rovna 110 mm, dostaneme střední poloměr R_2 splývajícího vzorku. Splývavost x podle ČSN se pak počítá jako:

$$x = \frac{\pi R_3^2 - \pi R_2^2}{\pi R_3^2 - \pi R_1^2} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (11)$$

2.2.4 Cniišelkova metoda měření splývavosti

Tato metoda patří mezi nestandardní metody a je velice jednoduchá. Umožňuje stanovit splývavost ve směru osnovy i útku.

Vzorek plošné textilie o velikosti 200 x 400 mm se složí do harmoniky, tak aby vytvořila 3 záhyby. Složený vzorek se napíchne na jehlu a kraje textilie se přichytí pojistkou, aby se záhyby nerozpadly [1].



Obr. č. 8 Zařízení pro měření splývavosti podle Cniišelkova

Po 30 minutách se změří roztažení A mezi záhyby splýnuté textilie v dolním kraji vzorku.

Koeficient splývavosti se vypočítá ze vztahu:

$$DC = \frac{(200 - A) \cdot 100}{200} = 100 - 0,5 A [\%] \quad (12)$$

2.2.5 Měření ohybem přes ostrý roh

Na Katedře hodnocení textilií Technické univerzity v Liberci, fakultě textilní byla vyvinuta prof. Hesem metoda „Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh.“

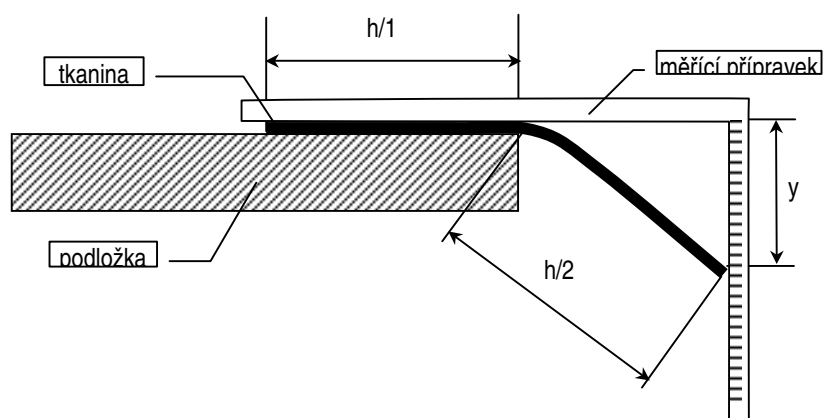
Definice

Metoda je založena na hodnocení splývavého úhlu tkanin ohybem proměřovaných vzorků přes ostrý roh (90°) horizontálního měřicího stolu v důsledku jejich vlastní váhy. Čtvercový vzorek tkaniny při ohybu přes ostrý roh vytváří šikmou ostrou a rovnou hranu, jejíž odklon od horizontální roviny je měřen. Tento odklon do jisté míry nezávisí na délce této hrany. Hledanou veličinou je pak sinus úhlu φ vzniklého mezi splývavou hranou a horizontální rovinou.

Podstata zkoušky

Hladký (vyžehlený) vzorek o rozměrech 20x20 cm (h je délka vzorku) se položí na horizontální plochu stolu běžného hranatého stolu s ostrými hranami tak, aby střed vzorku ležel ve špičce ostrého rohu stolu. Vzorek se přitom pootočí tak, aby směr osnovy (v 1. případě) resp. útku (ve 2. případě) souhlasil s osou úhlu měřicího rohu stolu, t.j. směr útku či osnovy svírá s obvodovými hranami stolu úhel 45°. Poté se nechá vzorek volně splývat tak, aby vytvořil zmíněnou splývavou hranu. Pomocí jednoduchého pravítka se pak odečte vzdálenost S splývavé hrany od roviny stolu. Protože délka hrany je 70 mm ($h/2$), cosinus této vzdálenosti přímo znamená splývavý úhel, který je cílem měření. Protože deformace textilií je v praxi nejčastěji konkávní, t. j.

rub bývá deformován do menšího poloměru, pokládá se v případě běžné zkoušky zkoušený vzorek na stůl pouze lícem nahoru. U speciální zkoušky se hodnotí obě strany.



Obr. č. 9 Měření splývavosti ohybem přes ostrý roh

Zkušební zařízení

K realizaci měřicí metody je zapotřebí rovný a hladký měřicí stůl s ostrými rohy, a měřicí pravítko, tvořené plastovým úhelníkem o dlouhé a krátké hraně, které svírají 90° . Kratší hrana o délce cca 11 obsahuje vyznačenou stupnici v mm, která začíná u vnitřního úhlu úhelníku. Delší hrana má pak délku cca 400 mm.



Obr. č. 10 Přístroj na měření splývavosti ohybem přes ostrý roh

Normální ovzduší

Zkouška probíhá v laboratoři při podmínkách blízkých standardním klimatickým podmínkám, t. j. teplota 21 až 23° C, relativní vlhkost 50 až 55 %. Vzorky určené k měření musí být takto klimatizovány po dobu minimálně 24 hodin.

Odběr vzorků

Vzorky o rozměrech 20 x 20 cm s tolerancí 1,5 mm jsou odebírány z libovolného místa zkoušené tkaniny s podmínkou, že okraj vzorku je vzdálen od okraje tkaniny, který byl fixován v řetězu napínacího rámu, alespoň 10 cm. Vzorky jsou potom ustřiženy ve směru osnovy a útku. Zkouší se nejméně 3 vzorky, a to tak, aby ohyb přes ostrý roh proběhl ve směru osnovy a pak i ve směru útku.

Postup zkoušky

Vzorky se vystřihnou a nechají se odležet min. 24 hodin v klimatizované zkušební místnosti. Připraví se zkušební protokol a zkouška započne kladením vzorků lícem nahoru na zkušební stůl ve smyslu odst. 3. Délka odvěsny pro výpočet sinu splývavého úhlu daná svislou vzdáleností mezi koncem splývavé hrany a rovinou horního povrchu nedeformovaného vzorku ležícího na stole se měří pomocí měřícího úhelníku, který se položí delší hranou diagonálně přes měřený vzorek, přičemž kratší hrana úhelníku směřuje dolů a dotýká se stupnicí konce splývavé hrany měřeného vzorku. Toto uspořádání pak umožňuje přímé odečtení odvěsny hledaného splývavého úhlu v mm. Desetina změřené vzdálenosti se pak zapisuje do Protokolu o zkoušce. Výsledkem je hodnota DA, t. j. číslo menší než 1, charakterizující splývavost jednak ve směru osnovy, jednak ve směru útku. Možnost stanovení splývavosti v různých směrech může být s výhodou využívána při konstrukci oděvů. Pro standardní aplikace je možno stanovit průměrnou hodnotu obou údajů [5].

3 Metoda měření splývavosti pomocí digitální techniky

3.1 Popis metody

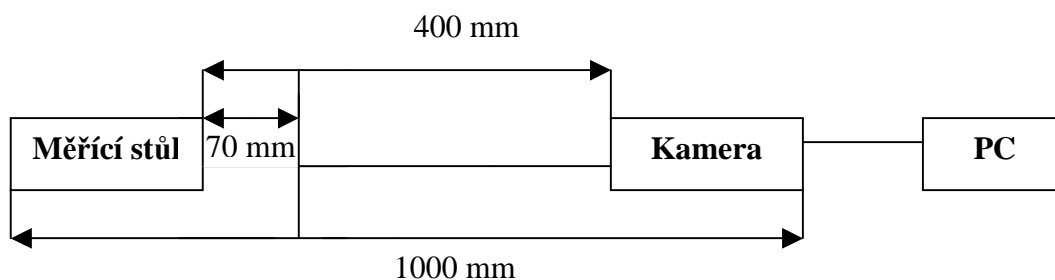
Nová metoda měření splývavosti textilií ohybem přes ostrý roh vychází z přístroje sestaveného na Katedře hodnocení textilií, Fakulty textilní na Technické univerzitě v Liberci, prof. Hesem a z části i z metody měření splývavosti pomocí obrazové analýzy.

Uváděná metoda výrazně zjednodušuje metodu měření splývavosti ohybem přes ostrý roh, dle prof. Hese. Zjednodušení spočívá v plné automatizaci snímání vzorku. Vzorek se pouze položí na, pro něj vyhrazené, místo a nechá se volně splývat přes ostrý roh. Další proces je ponechán na digitální technice. V tomto případě fotografickém aparátu, který bude propojen pomocí USB kabelu s PC, ve kterém bude nainstalovaný software pro výpočet žádané hodnoty.

Z původní metody dle prof. Hese je v nové metodě použita pouze velikost vzorku a ostrý roh. Jelikož se zde bude jednat o přístroj, nebude ostrý roh rohem stolu, ale rohem určité desky, která bude částí přístroje. Dále pak bude v přístroji, který by měl být kvádrotvárného tvaru, zabudována kamera či digitální fotoaparát. Fotoaparát, popř. kamera bude umístěna ve vzdálenosti 400 mm od snímaného vzorku textilie. Tato vzdálenost je optimální z důvodu zobrazení textilie. Zobrazovaná textilie by měla zaplňovat téměř 80% plochy celého snímku. Optická osa, tj. přímka procházející středy všech čoček objektivu, by měla ležet v rovině horního bodu. Bezchybná funkčnost přístroje závisí také na správném nastavení ohniskové vzdálenosti.

Popis měřicího přístroje

Vzdálenost snímaného vzorku textilie od fotoaparátu byla zvolena 400 mm, což je optimální rozměr z hlediska snadné výroby i přenosnosti přístroje. Zvolená vzdálenost byla potvrzena sérií zkušebních vzorků. Celý přístroj bude uzavřený a snadno přenosný. Jeho šířka nebude přesahovat 300 mm, délka bude maximálně 1 metr a jeho výška 200 mm. Schéma popisovaného zařízení je uvedeno na obr. č. 11.



Obr. č. 11 Nákres měřící aparatury

3.1.1 Pixel

Digitální obrázek se skládá z bodů, tzv. pixelů (Picture element - základní prvek či bod digitálního obrazu). Lidské oko má 120 milionů "pixelů". Jádro digitálního aparátu tvoří CCD snímač - destička pokrytá snímacími body. Podle toho, kolik snímacích bodů na CCD je, toliko pixelový obrázek je schopen snímač vygenerovat. Rostoucí počet pixelů výsledných obrázků závisí na vzrůstu počtu snímacích prvků na CCD. Říkáme, že roste rozlišovací schopnost digitálních aparátů.

Pixel představuje jeden bod obrázku zadaný svou barvou, např. ve formátu RGB. Body na obrazovce tvoří čtvercovou síť a každý pixel je možné jednoznačně identifikovat podle jeho souřadnic.

Rastrový obrázek se skládá z mnoha pixelů, jejichž počet závisí na počtu prvků snímače digitálního fotoaparátu, tedy na rozlišení [6].

Vzorok jsou velikosti 200 x 200 mm, ale jelikož se snímá pouze jejich část (maximálně délka 70 mm), stačí pro dobré rozlišení obraz o celkovém rozlišení 700 x 700 pixelů, tzn. kamera s celkovou rozlišovací schopností 490000 pixelů. Jelikož tyto kamery či fotoaparáty nejsou na trhu dostupné, může být pro snímání použit jakýkoli přístroj se standardním rozlišením, které v současné době činí cca 3 milióny pixelů.

3.1.2 Snímač CCD

Tento speciální senzor je v digitální fotografii základním zdrojem pixelů. Snímače CCD jsou malé destičky (donedávna zpravidla o úhlopříčce 1/3 palce, nyní stále častěji větší 1/2 palcové) složené z polovodičových buněk, tedy elementů citlivých na světlo. Abychom se dostali k digitálnímu záznamu, je třeba, aby se množství "tekutiny", tedy velikost elektrického náboje vyvolaného dopadem světa, změnila a vyjádřila číselnou hodnotou.

V CCD prvku se náboj v buňkách měří či scanuje po řadách. Buď nejdříve všechny liché a pak všechny sudé řady, tzv. prokládaný scan, anebo postupně, tzv. progresivní scan. Tímto procesem se měří intenzita světla. Tam, kde je na fotografované předloze tma, "sklenička" se nenaplní, v buňce žádný náboj nevznikne, bude to černá buňka, tedy černý pixel. Tam kde je maximální jas, vznikne pixel bílý. Jde tedy o černobílý obraz [7].

3.1.3 Ohnisková vzdálenost

Ohnisková vzdálenost je vzdálenost čočky nebo zakřiveného zrcadla od jejich ohniska. Měří se v běžných délkových jednotkách. Její převrácená hodnota se nazývá optická mohutnost a měří se v dioptriích. Fyzikálně jednoznačnou definici ohniskové vzdálenosti vyslovil C.F.Gauss: „Ohnisková vzdálenost předmětového (obrazového) prostoru je podíl lineární velikosti obrazu (předmětu) v ohniskové rovině k zdánlivé velikosti předmětu (obrazu) nekonečně vzdáleného.“ Z toho vyplývá, že obecně mohou existovat pro daný optický systém dvě různé hodnoty ohniskové vzdálenosti, jedna pro prostor, kde se nachází předmět („před“ optickým systémem), druhá pro prostor, kde se vytváří obraz („za“ optickým systémem) [6].

3.1.4 Hloubka ostrosti

Fotografie je vždy ostrá pouze ve vzdálenosti, na kterou je zaostřeno a to v rovině kolmé na podélnou osu objektivu (podélná osa objektivu je myšlená čára, procházející jeho středem ve stejném směru, jako světlo). Před a za touto rovinou je vždy více nebo méně neostrá - přesněji řečeno - s rostoucí vzdáleností od této roviny ostrost vždy postupně rychleji nebo pomaleji klesá. Hloubka ostrosti je velikost oblasti ostrosti (vždy měřeno ve směru podélné osy objektivu). Je omezena hranicemi, před a za kterými je pokles ostrosti záběru uznán (přes všechnu matematiku v podstatě subjektivně) za již neúnosný. Hloubka ostrosti tak vymezuje polohu dalších dvou rovin kolmých na optickou osu objektivu - jedna je před a druhá za rovinou zaostření.

Důležité je, že pole hloubky ostrosti se rozkládá kolem roviny, na kterou je objektiv zaostřen, dosti často nesymetricky. Čím má objektiv kratší ohniskovou vzdálenost a na čím větší vzdálenost se zaostří, tím více z celkové hloubky ostrosti leží za rovinou zaostření, než před ní.

Platí tyto tři hloubkoostrostní zákony:

- a) čím menší je vzdálenost, na kterou je objektiv zaostřen, tím je hloubka ostrosti menší
- b) čím menší je ohnisková délka objektivu (pozor - skutečná, ne přepočtená na kinofilmový ekvivalent), tím je hloubka ostrosti větší
- c) čím menší je aktuální zvolené clonové číslo (zaclonění) objektivu, tím je hloubka ostrosti menší

Zákony platí pouze za předpokladu, že se mění jen jeden z těchto tří proměnných faktorů [8].

3.1.5 Princip kontrastu

Šedý útvar na šedém pozadí zanikne, proto je důležité mít na paměti a dodržet princip kontrastu. Existují dva základní druhy kontrastu:

kontrast tonální - objekt je světlý a pozadí tmavé - nebo naopak, všeobecně řečeno - mezi objektem a pozadím je dostatečný tonální rozdíl na to, aby upoutal pozornost

kontrast barevný - objekt má jinou barvu, než pozadí - i při totožné tonalitě pak bude rozlišitelný a upoutá pozornost

3.1.6 Zobrazovací rovnice objektivu

Obrazová vzdálenost se rovná ohniskové vzdálenosti jen v případě, že je předmětová vzdálenost blízká nekonečnu. V případě fotografování bližších předmětů je obrazová vzdálenost vždy větší, proto se pro ni užíval pojem *výtah* – prodloužením výtahu se tedy dosahuje zaostření předmětů bližších. Čím jsou předměty blíže, tím musí být prodloužení výtahu větší, pokud mají být zobrazeny ostře [8]. Základní schéma zobrazovací rovnice je uvedeno na obr. č. 12.

Vztah mezi předmětovou, obrazovou a ohniskovou vzdáleností vypadá takto:

$$\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} = \frac{1}{V_3}, \quad (13)$$

kde

V_1 = obrazová vzdálenost,

V_2 = předmětová vzdálenost,

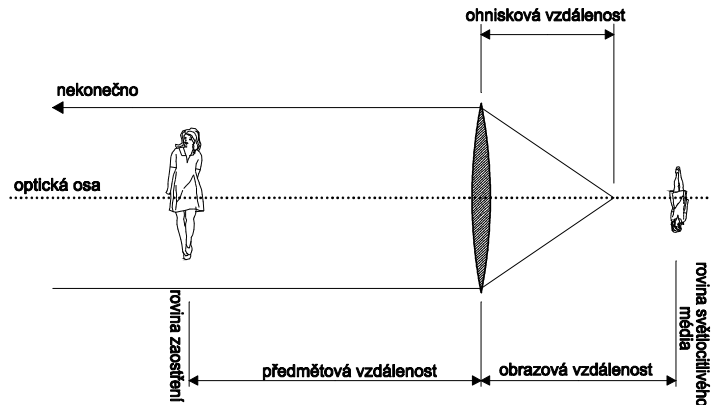
V_3 = ohnisková vzdálenost.

Pro měřítko zobrazení platí:

$$M = \frac{V_1}{V_2}, \quad (14)$$

kde

M - měřítko zobrazení = poměr velikosti obrazu předmětu k jeho skutečné velikosti.



Obr. č. 12 Obrázek zobrazovací rovnice objektivu

3.2 Návrh měřicí aparatury pro automatizované měření splývavosti

Měřicí aparatura má umožnit:

- *ruční měření*
- *automatické měření*

3.3 Požadavky na automatizované měření

- zobrazení měřené textilie na obrazovce (kontrola zaostření, možnost zvětšení a ručního vyhodnocení)
- možnost provedení dodatečných úprav snímku
- automatické digitální zjištění parametru splývavosti měřené textilie (DA)
- možnost opakování zjištění DA ze snímku (pro zvýšení přesnosti)
- možnost sejmutí více snímků pro zvýšení přesnosti měření
- uložení naměřených dat do databáze vzorků

3.3.1 Postup při manuálním způsobu měření

- upnutí textilie
- zadání parametrů do PC (rozlišovací schopnost kamery, žádaný počet měření)
- zadání parametrů textilie (plošná hmotnost, dostava, složení, další úpravy)
- sejmutí zkušebního obrázku včetně zobrazení na obrazovce PC
- ruční vyhodnocení parametru DA z obrazovky

3.3.2 Postup při automatizovaném způsobu měření

- upnutí vzorku
- zadání parametrů do PC (rozlišovací schopnost kamery, žádaný počet měření)
- zadání parametrů textilie (plošná hmotnost, dostava, složení, další úpravy)
- po stisknutí tlačítka na klávesnici se provede automatické sejmutí obrázku a jeho automatické vyhodnocení

- automatické měření spočívá v následujících fázích:
 - start měření
 - vyhodnocení a uložení DA
 - vyzvání počítačem k upnutí nového měřeného vzorku

3.4 Návrh automatizované měřicí aparatury

3.4.1 Snímací jednotka – digitální fotoaparát

Jelikož jedním z nejdůležitějších požadavků na měření je rozsah DA, který má být od 0 do 70 mm. Tomu odpovídá rozlišení kamery minimálně 0,1 mm. Velikost snímaného vzorku je minimálně 700 x 700 pixelů. Při hledaném minimálním rozlišení 700 x 700 pixelů je tedy rozlišení fotoaparátu 490 000 pixelů. Tento požadavek splňují všechny kamery, které jsou v současné době na trhu k dispozici. V tomto případě bude brán jako standardní snímací prostředek fotoaparát značky Canon, třídy PowerShot, s rozlišením 3,2 miliónů pixelů, tzn. šestinásobně vyšším než je rozlišení dostačující.

Požadavky na optické parametry kamery

Kamera musí zajistit, aby hloubka ostroty byla od 330 mm do 400 mm z důvody ohybu tkaniny.

Parametry fotoaparátu Canon PowerShot A75, v ceně kolem Kč 3.000,-

- ohnisková vzdálenost – 5,4 – 16,2 mm (ekvivalent 35 mm filmu: 35 – 105 mm)
- zoom - optický – 3x
 - digitální – 3,2x (nepohyblivé snímky)
 - kombinovaný – 10x (nepohyblivé snímky)
- základní clonové číslo – f/2,8 – f/4,8
- nejkratší vzdálenost zaostření – 5 cm

Více informací na internetové adrese: www.canon.cz/produkty/digital/index.htm

Při volbě fotoaparátu byl kladen i požadavek na možnost změny ohniska, tzv. zoomu. Standardní zoom se v současné době pohybuje kolem 3,2x. Jedná se o přiblížení nebo oddálení foceného objektu. Při použití fotoaparátu ke snímání splývavosti textilií se její oddalování nebude brát v úvahu. Bude se jednat pouze o malé přiblížení, na které výše zmíněný zoom dostačuje.

3.4.2 Snímací jednotka – digitální kamera

Černobílá TV kamera OS-65D s televizní normou CCIR. Kamera je užívána v laboratoři Katedry měření na Fakultě mechatroniky a mezioborových inženýrských studií Technické univerzity v Liberci.

Parametry kamery

- ohnisková vzdálenost – 6 – 16 mm (nastaveno na 12 mm)
- clonové číslo $f/1,4$ – $f/16$

3.4.3 Snímací jednotka – USB kamera

USB kamera Logitech QuickCam Vision, v ceně kolem Kč 2000,-. Tato kamera se pohybuje v současné době ve špičce této techniky. Na trhu jsou i kamery levnější, jejich cena začíná na Kč 400,-. Ale tyto levné USB kamery nedosahují takové kvality.

Parametry USB kamery Logitech

- rozlišení 1,3 megapixelů
- připojení do PC pomocí vysokorychlostního rozhraní USB 2.0
- rozlišení fotografií – 1280 x 960 pixelů

Více informací na adrese www.logishop.cz/vi_wc_qcfu.html

3.4.4 Výhody a nevýhody jednotlivých snímacích jednotek

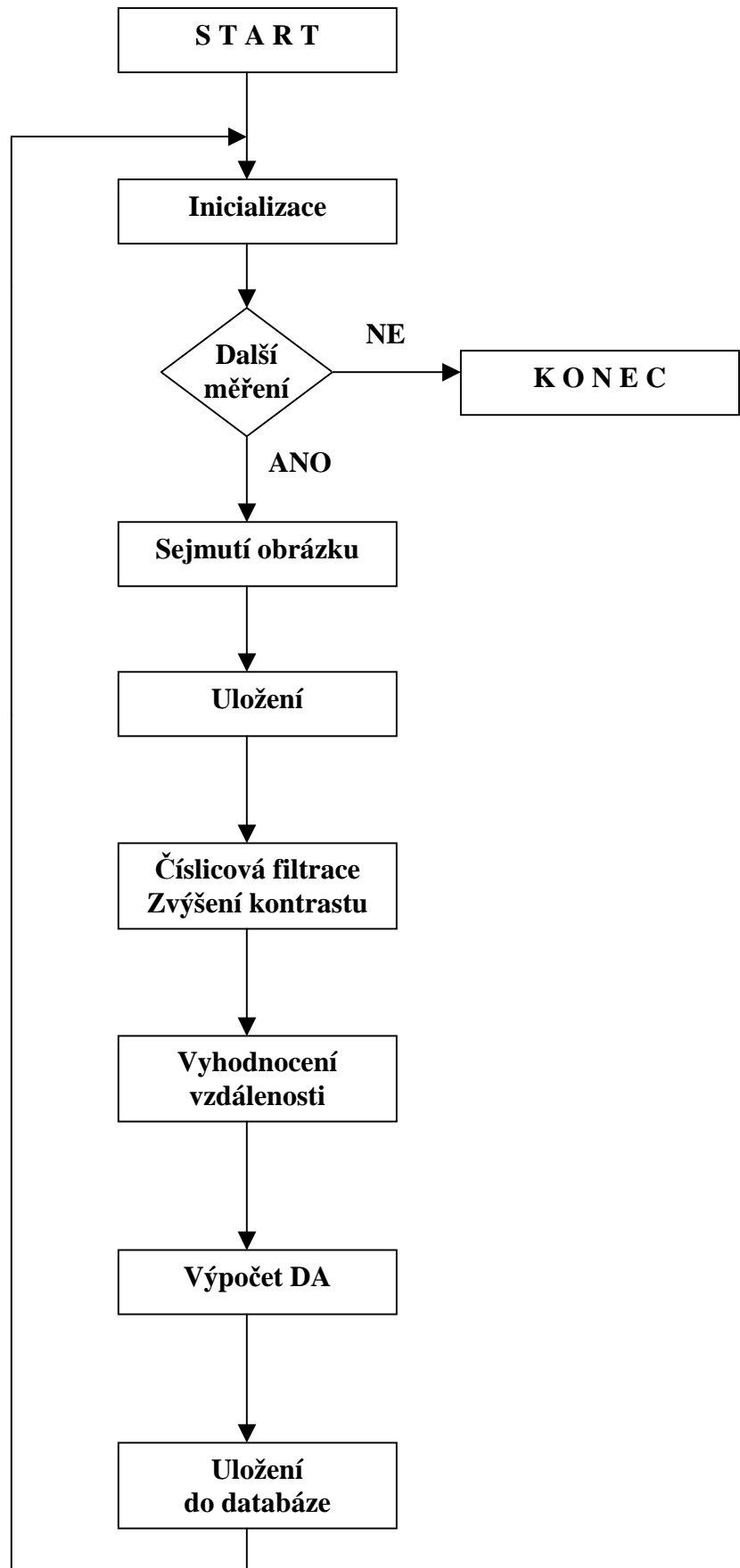
Největší nevýhodou digitálního fotoaparátu je jeho poměrně vysoká cena, dále pak mnoho zbytečných funkcí, které přístroj prodražují.

Velkou výhodou fotoaparátu je jejich možné použití i v ostatních situacích. Když si zákazník zakoupí digitální fotoaparát, předpokládá se, že s ním bude fotit při různých příležitostech a v různých situacích. Z tohoto důvodu by neměl být fotoaparát v měřicí aparatuře zabudován fixně, ale pouze dodáván dle potřeby.

U digitálních kamer je také největší nevýhodou jejich cena, která se pohybuje, řádově, v desetitisících korunách. Dále je nezbytné mít ke kameře i tzv. interfaceovou desku, která je propojena s PC. Interfaceová deska je přístroj, který převádí digitální obrazový signál na obrazový formát, např. JPEG, TIFF, BMP či PNG. Také pořizovací cena takové desky je vysoká. Další z nevýhod digitální kamery je její velký rozměr. A stejně tak jako u digitálního fotoaparátu je i u kamery zbytečné množství dalších funkcí, které se při měření splývavosti textilií neujijí. Mezi její výhody patří téměř dokonalé optické parametry, které se ještě mohou korigovat pomocí PC.

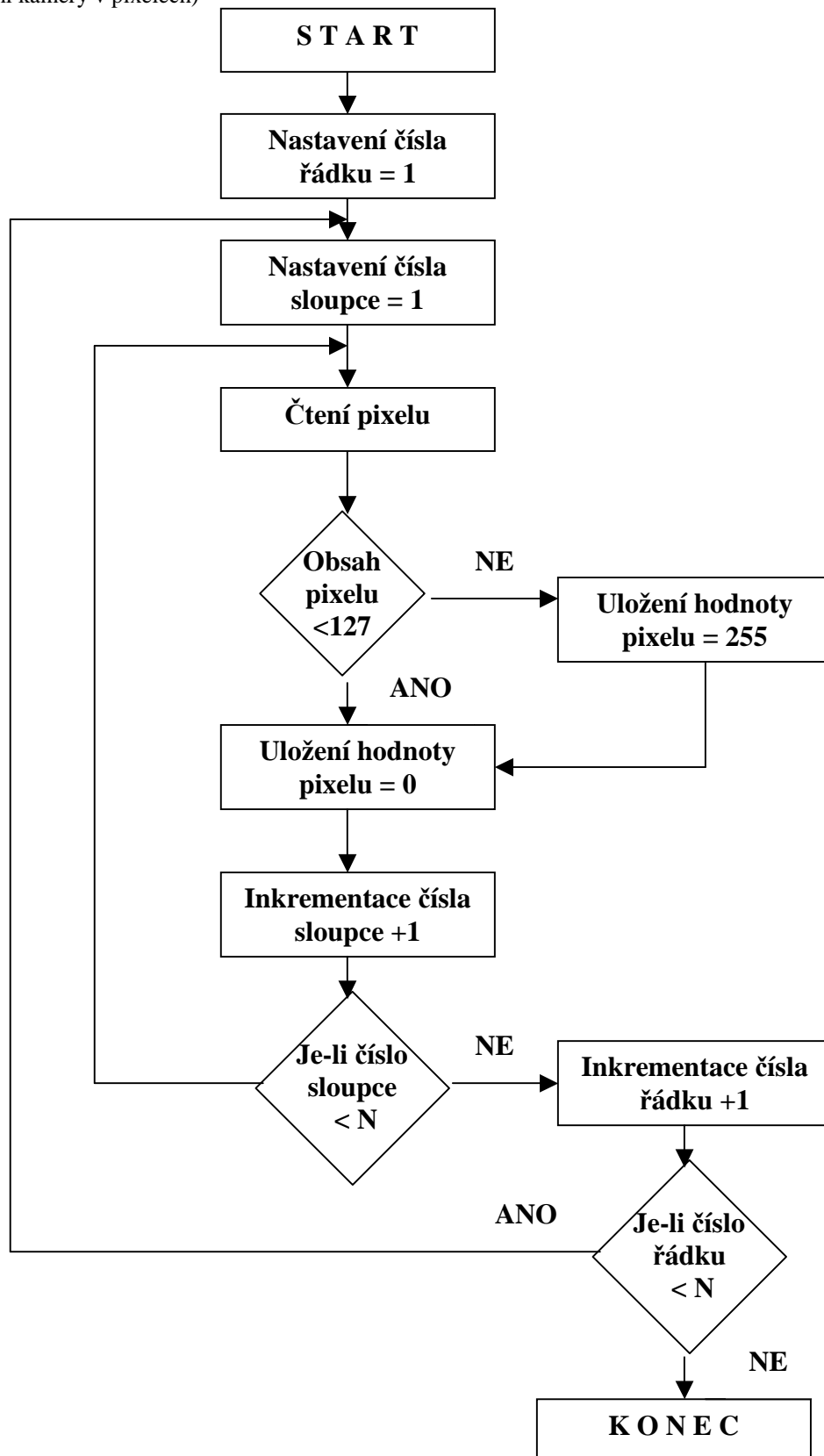
Mezi největší nevýhody USB kamer můžeme zařadit jejich nižší rozlišovací schopnosti. Ovšem pořizovací cena, která je řádově pouze stovky korun, je jejich nespornou výhodou. Stejně tak snadné propojení s PC pomocí USB rozhraní.

3.5 Automatické měření a vyhodnocení splývavosti

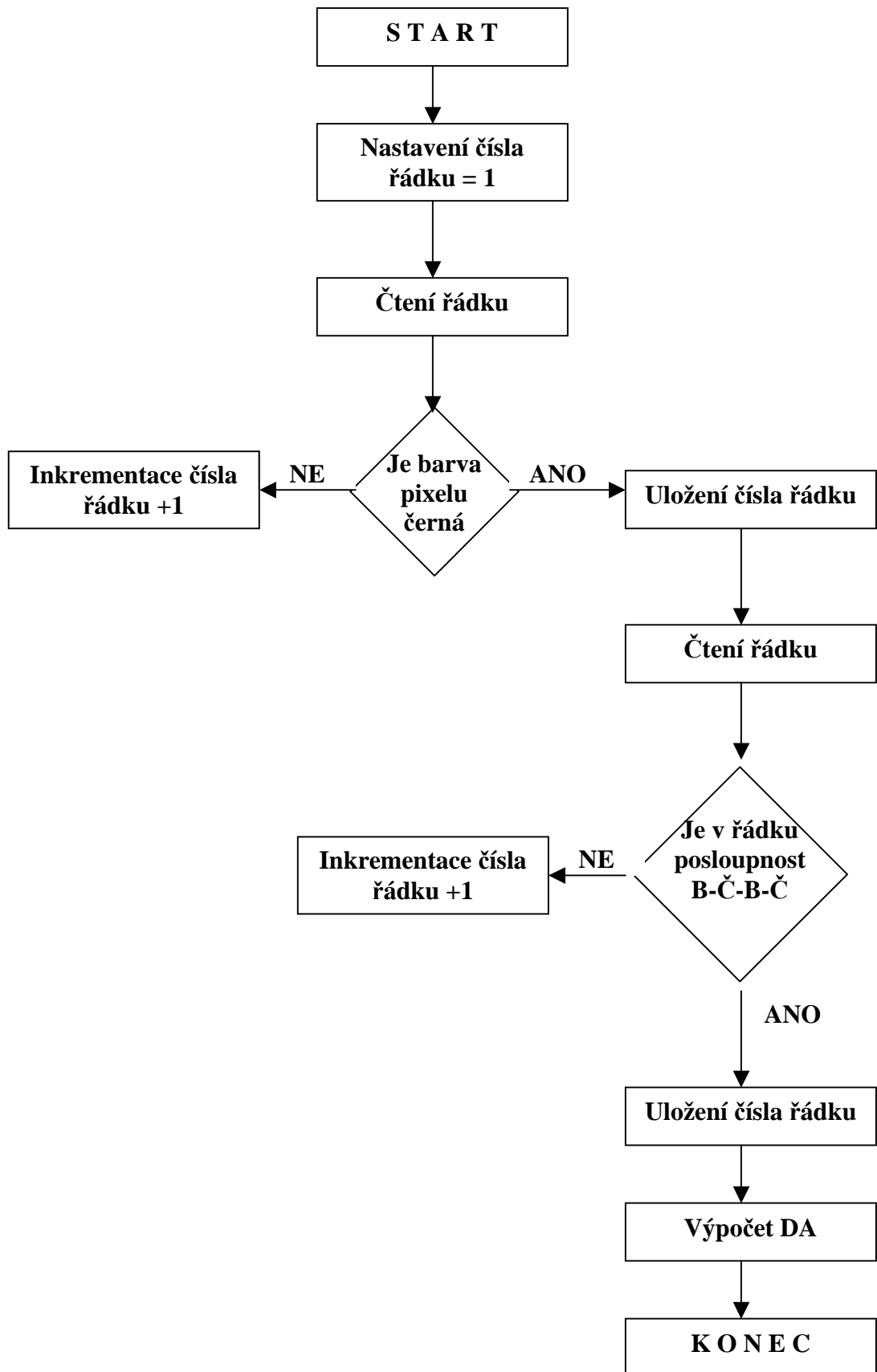


3.6 Zvýšení kontrastu

(N – rozlišení kamery v pixelech)



3.7 Vyhodnocení vzdálenosti a výpočet parametru DA



3.8 Požadavky na softwarové vybavení PC

Pro přenos a vyhodnocení digitálních fotografií je nutná instalace následujících software:

- program umožňující přenos obrazu z kamery do PC. Jedná se většinou o programy, které se dodávají jako standardní v balení spolu s fotoaparátem.
- program zajišťující automatizované měření. Program v prostředí DELPHI.
- program pro digitální úpravu obrazu (jeho filtrace, změna kontrastu). Opět se může jednat o program, který je na CD v balení spolu s fotoaparátem nebo může být samostatně vytvořen pomocí DELPHI prostředí.
- program pro digitální zjištění parametru splývavosti.

Část programu na sejmutí obrázku přímo na obrazovku v prostředí DELPHI:

unit Hlavni;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
StdCtrls;

type

TfrmHlavni = class(TForm)

 btnNacti: TButton;

 btnKonec: TButton;

 Button1: TButton;

 procedure btnNactiClick(Sender: TObject);

 procedure btnKonecClick(Sender: TObject);

private

 { Private declarations }

public

 { Public declarations }

end;

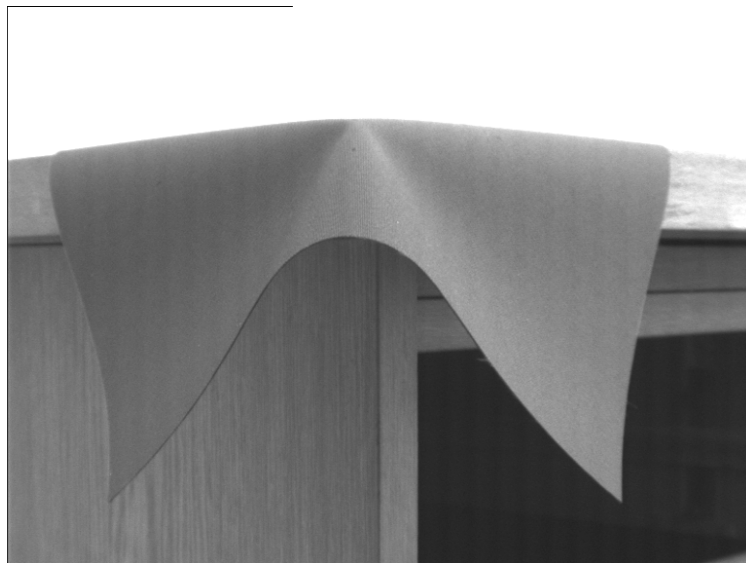
var

 frmHlavni: TfrmHlavni;


```
implementation
{$R *.DFM}
procedure TfrmHlavni.btnNactiClick(Sender: TObject);
var
    Bitmap: TBitmap;
begin
    Bitmap := TBitmap.Create;
    try
        Bitmap.LoadFromFile('obrazek.bmp');
        frmHlavni.Canvas.Brush.Bitmap := Bitmap;
        frmHlavni.Canvas.FillRect(Rect(0, 0,
            frmHlavni.Width, frmHlavni.Height));
    finally
        frmHlavni.Canvas.Brush.Bitmap := nil;
        Bitmap.Free;
    end;
end;
procedure TfrmHlavni.btnKonecClick(Sender: TObject);
begin
    Application.Terminate;
end;
end.
```

4 Realizace funkčního modelu měřiče splývavosti textilií

Podle bodu tři této diplomové práce byl sestrojen model měřiče splývavosti textilií, založený na digitálním snímání vzorku textilie. Sestrojený model má všechny náležitosti konstruovaného zařízení. Funkčnost modelu byla ověřena na několika textilních vzorcích různých typů tkanin. Na tomto prototypovém modelu byly zhotoveny první snímky textilií pro měření splývavosti, viz. obr. č. 13.



Obr. č. 13 Snímek textilie získaný na prototypu zařízení

5 Porovnání výsledků manuálního a automatizovaného měření splývavosti

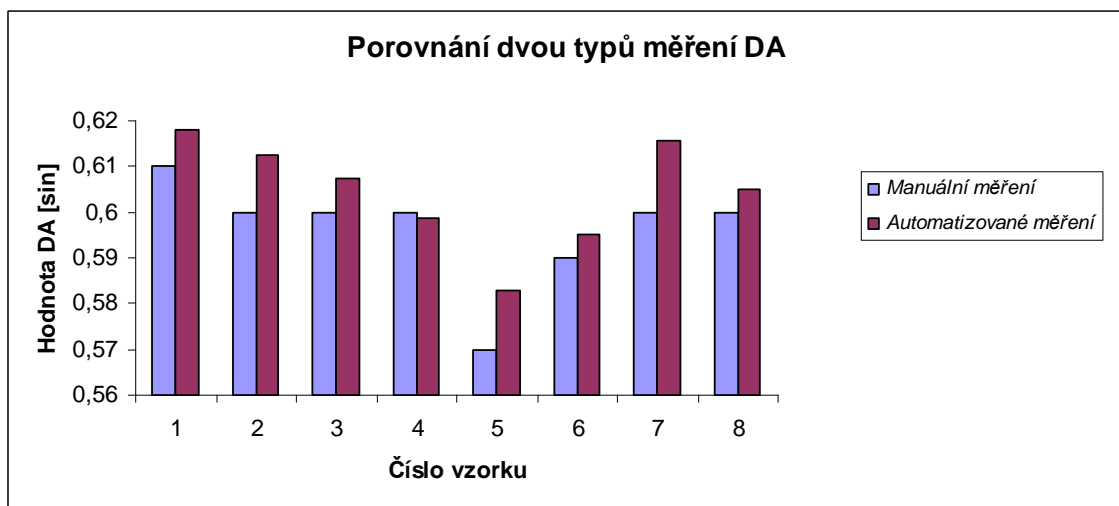
Pro porovnání obou popisovaných metod bylo pomocí každé z nich provedeno měření splývavosti vybrané textilie. Byla použita textilie ze 100% bavlny v osnově a 100% PES v útku. Její plošná hmotnost činí 180 g/m². Pro měření oběma metodami bylo použito 8 vzorků z dané textilie.

Stejně jako u metody měření splývavosti ohybem přes ostrý roh podle profesora Hese, viz. kap. 2.2.5, také v tomto případě je splývavost dána sinovým úhlem dle obrázku č. 9.

Naměřené hodnoty byly zaznamenány do grafu č. 1. Z nich byl stanoven aritmetický průměr dle (15) společně se střední směrodatnou odchylkou dle (16).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (15)$$

$$\Delta x_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (16)$$



Graf č. 1 Porovnání dvou typů měření DA

Hodnocení výsledků manuálního měření:

Střední hodnota (průměr): $\bar{x} = 0,5963$ [sin φ]

Směrodatná odchylka: $\Delta x_n = 0,0119$

$$\mathbf{x = 0,5963 \pm 0,0119}$$

Hodnocení výsledků automatizovaného měření:

Střední hodnota (průměr): $\bar{x} = 0,6044$ [sin φ]

Směrodatná odchylka: $\Delta x_n = 0,0118$

$$\mathbf{x = 0,6044 \pm 0,0118}$$

Jelikož směrodatná odchylka uvádí, jak moc si jsou měřené veličiny podobné či jak moc se vzdalují od průměru, vyplývá z její hodnoty, že čím menší je, tím je měření přesnější a nevybočující z průměru. Na základě výsledků získaných z manuálního i automatizovaného měření splývavosti textilií je zřejmé, že obě metody jsou z hlediska přesnosti dobře použitelné.

Při manuálním měření je třeba vzít do úvahy i možnost nepřesného odečtení hodnoty ze stupnice vlivem špatného úhlu pohledu při odečítání. Dále je při ručním měření velmi důležité dbát na to, aby byl vzorek položen zcela přesně a aby se s ním během měření nehýbalo. Jakýkoli posun vzorku může mít vliv na měření.

Nebezpečí špatného odečítání díky úhlu pohledu je při automatizovaném způsobu zcela potlačeno. Zde je kladen mnohem větší důraz na neposunutí vzorku, jelikož jakmile se jednou vzorek nasnímá, je potom velmi složité jej vrátit do původní polohy. Proto je dobré provádět několik snímků jednoho vzorku a následně vycházet z jejich aritmetického průměru.

Ovšem ani automatizované měření splývavosti není absolutně přesné, proto se počítá s chybou průměru, kterou může přístroj mít. V tomto případě jde ovšem o chybu zcela zanedbatelnou.

6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a sestavit měřič splývavosti textilií. Měření mělo probíhat pomocí automatizačních prostředků.

V teoretické části je souhrnně uveden přehled v současnosti používaných metod pro měření splývavosti textilií.

Na základě teoretických poznatků a praktických zkušeností z uváděné oblasti bylo navrženo speciální zařízení pro automatizované měření a vyhodnocení splývavosti textilií. Sestaven byl prototyp navrhovaného zařízení. Na základě získaných výsledků z modelových zkoušek lze konstatovat, že navržený postup měření pomocí nového zařízení je plně funkční a je možno doporučit jeho realizaci v úplné podobě.

Na vybrané textilii bylo pomocí tohoto modelu provedeno několik měření. Použití nové metody přineslo zvýšení přesnosti výsledků měření, viz. kapitola 5. Další z výhod je její výrazné zrychlení procesu měření. Jedinou nevýhodou této metody jsou vyšší pořizovací náklady, které jsou odvislé od typu použitého snímacího zařízení. S ohledem na kapitolu 3 je pro snímání textilií doporučován digitální fotoaparát.

Seznam použité literatury

- [1] Veleková, J.: Porovnání metod hodnocení splývavosti, DP TUL LB, FT 2003
- [2] Cusick, G.,E.: Journal of Textile Institute, 59, 1986, s. 253
- [3] Richterová, J.: Anizotropie mechanických vlastností tkanin ze syntetického hedvábí, DP TUL LB, FT 1996
- [4] Hanus, M.: Návrh zařízení na měření splývavosti plošných textilií, DP VŠST LB, FT 1984
- [5] Hes, L. Fridrichova, L.: DRAPE ANGLE – A NEW METHOD OF DETERMINATION OF DRAPE OF FABRICS, International Conference IMCEP 2003, Maribor. Slovenia
- [6] www.wikipedia.cz
- [7] www.digineff.cz
- [8] www.dobre-svetlo.cz