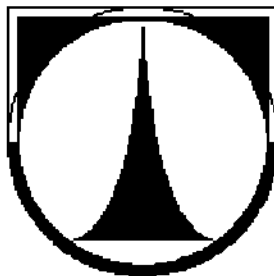


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Realizace systému pro objektivní hodnocení
mačkavosti plošných textilií**

**System realization for objective classification
of creasing of surface textile**

2006

Eva Sedlářová

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Studijní obor: Oděvní technologie 3106T005

Zaměření: Řízení technologických procesů

Realizace systému pro objektivní hodnocení mačkavosti plošných textilií

System realization for objective classification of creasing of surface textile

Eva Sedlářová

Vedoucí diplomové práce: Doc. Dr. Ing. Zdeněk Kůs

Konzultant: Ing. Eva Klímová

Rozsah práce

Počet stran: 76

Počet obrázků: 45

Počet tabulek: 6

Počet příloh: 3

V Liberci 15. května 2006

Poděkování

Ráda bych poděkovala za odborné vedení Doc. Dr. Ing. Zdeňkovi Kůsovi, dále pak mé konzultantce slečně ing. Evě Klímové za ochotu a cenné rady. V první řadě však mé rodině, příteli a přátelům za nepostradatelnou podporu během celého studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila 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.

Byla jsem seznámena 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 práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užit 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 10.5. 2006

.....

Podpis

Anotace

Při nošení oděvní textilie dochází k její deformaci a to buď v ploše nebo prostoru. Mezi představitele prostorové deformace patří především mačkavost. Řadíme ji také mezi reprezentativní vlastnosti oděvních textilií, s jejichž rostoucí hodnotou klesá užitná hodnota oděvního výrobku i jeho estetický vzhled. Z toho vyplývá, že se jedná o vlastnost nežádoucí s výjimkou krátkodobých módních výstřelků.

Tato práce je zčásti zaměřena na popis standardních i speciálních metod hodnocení mačkavosti. Dále pak předkládá návrh vyhodnocení výsledků měření alternativní metodou pomocí programu Matlab a jeho nadstaveb. Jedná se o bezkontaktní nasnímání 3D reliéfu tkaniny laserovým skenovacím zařízením a zpracování naměřených dat. Výsledkem měření je trojrozměrné grafické znázornění definovaně zmačkané textilie a její zařazení do příslušné kategorie mačkavosti.

Klíčová slova: textilie , mačkavost, reliéf, laser, vyhodnocení, Matlab

Annotation

During the wearing of textile happen to its deformation in a surface or in a space. Between representatives of surface deformation pertains a creasing mainly. We can class it to representative characters of clothing textiles. Utility value of clothing product and its aesthetic appearance declines with it. It follows that creasing is one of the undesirable properties except in shot-term fashionable excess.

This thesis is alignment in a description of a standard and a special method of classification of creasing. This thesis also submits project of evaluation of a results of measurement by the alternative method by the help of Matlab and its buildings. This method includes contactless scan of 3D relief of textile by laser scanning equipment and processing of measured data. Result of this measuring is three-dimensional graphical illustration of define creasy textile and its submission to relevant category of creasing.

Key word: textile, creasing, relief, laser, evaluation, Matlab

Seznam použitých zkratek a symbolů

A/D		analogově digitální převodník
c	[-]	rychlostní konstantní zotavení
cca		přibližně
CO		bavlna
CV		viskóza
č.		číslo
ČSN		česká státní norma
F_p	[N]	působící síla
f_z	[Hz]	kmotočet kroku
G	[N]	tíha
h₀	[mm]	výška původního vzorku
h_z	[mm]	výška zmačkaného vzorku
IRC		inkrementální rotační snímač
KM		krokový motor
l₀	[mm]	původní délka vzorku
l_z	[mm]	zotavená délka vzorku
LED		light emitting diode / světelná dioda
LI		len
m	[kg]	hmotnost
M	[%]	mačkavost
M1486		kontroler
MF614		výstupně-vstupní karta
n		počet otáček
např.		například
Obr.		obrázek
PA		polyamid
PES		polyester
PC		osobní počítač
Resp.		respektive
RS232		sériové rozhraní
t	[min]	čas
t₀	[min]	čas odlehčení
t₁	[min]	doba ustálení

t_z	[min]	doba zatížení
Tab.		tabulka
tj.		to je
TTL		tranzistorovo-tranzistorová logika
Tzn.		to znamená
Tzv.		takzvaně
VDC	[V]	stejnoseměrné napětí
WO		vlna
Z	[%]	zotavení vzorku
α	[°]	úhel kroku KM
α_0	[°]	úhel okamžitého zotavení
α_1	[°]	úhel konečného zotavení
α_{EZ}	[°]	úhel elastického zotavení
α_t	[°]	zbytkový úhel
ϵ_{E0}	[-]	okamžitá elastická deformace
ϵ_{EZ}	[-]	zotavená elastická deformace
ϵ_p	[-]	plastická deformace
π		Ludolfovo číslo
τ	[h]	zotavovací čas
3D		trojrozměrný

OBSAH

1. Úvod	12
2. Vlastnosti textilií.....	13
2.1 Hodnocení vlastností textilií.....	13
2.2 Rozdělení vlastností textilií dle vnímání zákazníkem.....	13
2.3. Stálost tvaru a vzhledu textilie.....	14
3. Mačkavost textilií.....	15
3.1 Definice mačkavosti.....	15
3.2 Činitelé ovlivňující mačkavost.....	15
3.2.1 Vliv chemických vlastností vláken.....	16
3.2.2 Vliv struktury textilie.....	17
3.3 Způsoby omezení či zabránění mačkavosti.....	17
3.3.1 Nemačková úprava.....	18
3.3.2 Nežehlivá úprava.....	18
3.4 Metody hodnocení mačkavosti.....	19
3.4.1 Visuální stanovení.....	20
3.4.1.1 Zkouška zmačkáním v ruce.....	20
3.4.1.2 Zkouška nošením.....	20
3.4.1.3 Zjišťování mačkavosti po praní.....	20
3.4.1.4 Trubičková metoda.....	21
3.4.1.5 Zkušební metoda Protéza.....	22
3.4.1.6 AKU – metoda válcového vzorku.....	23
3.4.1.7 Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce.....	23
3.4.2. Měření vzdálenosti okrajů.....	25
3.4.2.1. Metoda EMPA.....	26
3.4.2.2. Metoda AKU.....	27
3.4.3. Úhlové metody.....	28
3.4.3.1. Německá metoda.....	30
3.4.3.2. Stříšková metoda.....	30
3.4.3.3. Měření na přístroji UMAK.....	31
3.4.3.4. Měření úhlu zotavení horizontálně složeného vzorku.....	33
3.4.3.5. Žiletková metoda.....	35

3.4.4 Speciální metody.....	36
3.4.4.1 Měření úhlu zotavení vlněných tkanin.....	36
3.4.4.2 Metoda Dupon	38
3.4.4.3 Měření mačkovosti na vzorovaných textiliích.....	38
3.4.4.4 Zjišťování mačkovosti pomocí světelného toku.....	39
3.4.4.5 Přístroj IN – 2.....	40
4. Praktická zkouška mačkovosti na přístroji UMAK.....	42
4.1 Zkouška a zpracování výsledků.....	42
4.1.1 Seřazení elementárních vzorků dle mačkovosti sestupně.....	43
5. Bezkontaktní metoda snímání plošné deformace.....	45
5.1 Uspořádání měřicího zařízení.....	47
5.2 Popis funkce jednotlivých součástí.....	48
5.2.1 Měřicí karty.....	48
5.2.2 Svorkovnice.....	49
5.2.3 Desky pro řízení krokových motorů.....	49
5.2.4 Krokové motory a desky pro jejich řízení.....	50
5.2.5 Snímač polohy a posuvu.....	51
5.2.6 Mikrospínače.....	52
5.2.7 Laserový snímač pro měření vzdálenosti.....	53
5.2.8 Lineární posuvy.....	53
5.3 Nastavení jednotlivých součástí měřicího zařízení.....	54
5.3.1 Řízení krokových motorů.....	54
5.3.2 Ošetření lineárních posuvů.....	55
5.3.3 Kalibrace laserového snímače.....	55
5.3.4 Sériová komunikace.....	56
5.4 Software.....	56
5.4.1 Programové prostředí Matlab 7.1.....	56
5.4.2 Blokové schéma zapojení IRC a laserového snímače.....	56
5.4.3 Program pro řídicí jednotky.....	58
5.4.4 Hlavní řídicí program.....	58
5.4.5 Práce s grafickým rozhraním.....	63
6. Měření mačkovosti alternativní bezkontaktní metodou.....	65
6.1 Příprava vzorků.....	65

6.2 Postup při měření.....	65
6.2.1 Spouštění programu pro snímání v Matlab Command Window.....	66
6.2.2 Spouštění programu pro snímání pomocí grafického rozhraní.....	66
6.3 Seřazení měřených text. dle mačkavosti.....	67
7. Diskuse výsledků.....	70
8. Doporučení pro další vývoj.....	72
9. Závěr.....	73
Seznam použité literatury.....	75

1. Úvod

Textilie se za posledních několik desítek let staly součástí našeho běžného života. Jsou užívány v mnoha oblastech lidské činnosti. K výběru vhodné textilie pro konkrétní oblast použití je nutné určení její užitné hodnoty, která je dána souhrnem vlastností. Ve chvíli, kdy se zákazník rozhoduje pro oděvní výrobek, zvažuje proto několik hledisek. Na první místo řadí nejčastěji vizuální aspekty, zaměřuje se tedy na vlastnosti, které si uvědomuje. V průběhu užívání, tj. při nošení, pak s tím související barevnou a tvarovou stálost či jiné zejména nežádoucí vlastnosti jako sklon ke žmolkování. Tato práce se zaměřuje právě na jednu z charakteristik reprezentujících tvarovou stálost, a to na mačkavost.

Vlastní měření mačkavosti či naopak nemačkavosti je stále aktuální téma. S vyššími požadavky na kvalitu oděvu roste také požadavek na jednodušší zjišťování sklonu textilie k mačkání, abychom tuto nežádoucí vlastnost mohli eliminovat. Většina standardních metod ji popisuje pomocí měření geometrických změn při uspořádaném pomačkání vzorku. Mnohdy je také stanovena subjektivně a to při neuspořádaném pomačkání. Tato práce kromě popisu dosud známých metod jejího hodnocení předkládá také návrh metody nové. Ta využívá simulace reliéfu měřené textilie z hlediska 3D geometrie. K její realizaci bylo využito laserového skenovacího zařízení dostupného na katedře oděvnictví. Přístroj dosud nebyl použit pro žádná textilní měření a jeho činnost tedy nebyla prozatím ověřena. Z toho vyplývá hlavní záměr této studie. Je zaměřena především na ověření možnosti využití tohoto zařízení v textilní oblasti, konkrétně pro snímání textilie a hodnocení její mačkavosti.

2. Vlastnosti textilií

2.1 Hodnocení vlastností textilií

Vlastnosti textilií hodnotíme dvěma způsoby, objektivním a subjektivním.

Objektivní zahrnuje:

- a) **popis parametrů** struktury měřitelnými vlastnostmi (tzv. vektor struktury),
- b) **soubor relací** mezi vstupními parametry a výstupním vektorem struktury, tj. mezi nezávisle a závisle proměnnými parametry procesu vzniku textilie,
- c) **soubor vztahů** mezi působícími **vlivy** (budícími změnami) na textilii v čase a odezvami v čase (například deformace textilie v závislosti na síle).

Hodnotit subjektivně znamená využívat především zrak a hmat. Tímto způsobem je možné posoudit typ textilie a její vazby, charakter (texturu) povrchu a omak, v angličtině označováno společně termínem „hand“. Dále pak splývavost a mačkavost textilií apod. [1,2]

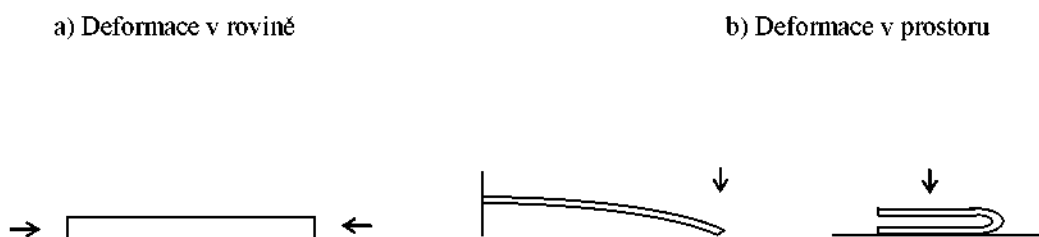
2.2 Rozdělení vlastností textilií dle vnímání zákazníkem

- Vlastnosti hodnocené při nákupu textilie – především vzhled, omak, komfort – jsou vlastnosti špatně měřitelné, jsou subjektivně vnímány zákazníkem, souvisí s jeho psychickým stavem. Tyto vlastnosti nejčastěji nazýváme reprezentační či také užité. Jedná se o takové vlastnosti, které jsou důležité zejména pro spotřebitele, tzn., které si spotřebitel uvědomuje
- Spotřebitelem nezjišťované, ale dobře měřitelné vlastnosti – pevnost, prodyšnost, oděr – pro běžné oděvní účely mají menší význam
- Vlastnosti související s chováním textilie v procesu spotřeby – trvanlivost, životnost, opotřebení – patří mezi praktické zkoušky (nošení), simulují se pomocí umělého stárnutí
- Vlastnosti charakterizující zpracovatelnost – vhodnost pro konfekcionování [3]

2.3 Stálost tvaru a vzhledu textilie

Plošná textilie je jednak během dalšího zpracování, ale zejména svým používáním (bez ohledu na to, ať je to textilie technická, či oděvní) vystavena řadě fyzikálních vlivů, které ovlivňují její stálost v zachování jejích parametrů. Tyto stálosti můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin: na stálosti vzhledu (vybarvení) a tvaru (srážlivost, mačkovost atd.).

Druhou skupinu pak tvoří změny rozměrové. Tyto mají odezvu v deformaci textilie, která je buďto v ploše (rovině) nebo v prostoru. Následkem působení sil v rovině je sráživost, v ploše pak tuhost v ohybu, splývavost a mačkovost. V mnoha případech se jedná o deformace kombinované z těchto základních typů. [4, 5]



Obr.č. 1: Změny tvaru plošné textilie působením vnitřních i vnějších sil

Těmito tvarovými změnami, se mění nejen základní parametry, ale i ostatní reprezentační znaky oděvu.

Základním typem deformace v ploše je srážlivost, v prostoru pak tuhost v ohybu, splývavost a mačkovost. Dále se v této práci zaměřím na poslední ze zmíněných vlastností tzn. na **mačkovost**.

3. Mačkavost textilií

Mačkavost textilií můžeme dle rozdělení výše zařadit do skupiny vlastností reprezentativních, hodnocených objektivně, kdy je výsledkem určitá číselná hodnota představující mačkavost, i subjektivně, a to zejména zákazníkem při nákupu textilie.

V současné době se však nejedná o vlastnost čistě negativní, jak tomu bývalo v letech minulých. Přestože však může být zmačkaný vzhled textilie módním trendem, převládá stále snaha o vytvoření textilie, která nevykazuje změnu svého reliéfu. Oděv z textilie hladké, bez nežádoucích skladů a záhybů způsobených sezením a nošením textilie vůbec je stále považován za vysoce kvalitní a žádoucí.

3.1. Definice mačkavosti

Mačkavost je vlastnost plošné textilie charakterizující její odolnost k vytváření skladů a lomů a schopnost zotavení po odstranění zatížení.

Jednotek pro hodnocení stavu mačkavosti elementárního vzorku je několik. Jednou z nich stupeň mačkavosti. Jedná se o jednotku určenou vizuálním porovnáním s etalonem po stanovené době zotavení. Dále můžeme mačkavost vyjádřit například úhlem zotavení, který měříme po odlehčení zatěžovaného zmačkaného vzorku.

Mačkavost textilie (v literatuře se setkáváme také s termínem nemačkavost, která je oproti mačkavosti požadovanou vlastností) je schopnost vyrovnávat dočasné deformace textilie po zmačkání. [6. 7]

3.2. Činitelé ovlivňující mačkavost

Vliv na mačkavost textilií mají jak mechanicko-fyzikální a chemické vlastnosti vláken, tak i jejich textilní zpracování, a to v celém výrobním procesu. Sem řadíme přádelny, tkalcovny a také zušlechťovny. Nesmíme však také opomíjet vlivy klimatických podmínek, ve kterých je textilie zkoušena.

3.2.1. Vliv chemických vlastností vláken

Kdybychom se do hloubky zabývali příčinami vzniku mačkavosti, zjistili bychom, že souvisí se strukturou a morfologickou stavbou vlákna.

Jednotlivé textilní materiály byly zkoumány a následně seřazeny od nejnižší hodnoty mačkavosti k nejvyšší v následujícím pořadí:

1) Vlna :

Vlněné vlákno je nejméně mačkové díky svému šupinatému střechovitě uspořádanému povrchu, které spolu s jádrem ze zploštěných buněk dodávají pro vlnu tolik charakteristickou pružnost a ohebnost.

2) Přírodní hedvábí :

Vlákno se skládá z fibroinu a z bílkovin. Fibroinový řetězec nevykazuje takovou pružnost jako keratin u vlny. Od vlny se tedy svou strukturou značně liší, přesto jej také můžeme považovat za téměř nemačkové. To je způsobeno neorientovanou povrchovou vrstvou vlákna.

3) Vlákná na bázi celulózy – viskózová, acetátová :

Malá odolnost v ohybu, tudíž i mačkavost těchto vláken je důsledkem silně orientované a dobře uspořádané struktury vlákna. Vnější orientace micel a těsnější uspořádání zvyšuje mačkavost, síly působící v těsném uspořádání nerozvětvených molekul celulózy, omezují volnost pohybu.

4) Bavlna :

Příčinou vzniku mačkavosti u bavlněných vláken je obsah značného množství intermicelárních kapilár.

5) Len :

Lněná vlákna jsou v podstatě tvořena celými shluky jednotlivých vláken. Jejich vnitřní morfologická stavba způsobuje vysokou mačkavost.

Určitý vliv na mačkavosti má i tvar a jemnost vláken. Vlákná s příčným kruhovým průřezem mají na rozdíl od vláken s eliptickým, ledvinovým, hvězdicovým, nebo nepravidelným průřezem menší sklon k mačkání.

3.2.2. Vliv struktury textilie :

Velký podíl na mačkavosti má zaplnění textilie, přičemž více mačkové jsou extrémně zaplněné tkaniny a pleteniny, protože v nich působí větší kontaktní síly mezi vlákny. Tento jev také můžeme nazvat jako vliv viskózní a třecí složky deformace textilie (vnitřní tření)

Faktorů ovlivňujících výskyt mačkavosti textilie je několik. Z dalších jmenujme například vliv přize, vliv konstrukce plošné textilie či vliv směru, ve kterém tuto vlastnost měříme a v neposlední řadě nesmíme zapomenout na vliv klimatických podmínek. [2, 8, 9]

3.3. Způsoby omezení či zabránění mačkavosti

Textilie prochází při své výrobě mnoha procesy. Jedním z nich je také zušlechťování, do kterého dále řadíme závěrečné, tj. finální či speciální úpravy.

Podle dosažené vlastnosti dělíme finální úpravy textilií na :

- vzhledové - česání, postřihování, broušení, mandlování, jedná se převážně o mechanické úpravy textilií;
- omakové - měkčící, tužící, plnicí;
- stabilizační - nesráživé, nemačkové, nežehlivé, neplstivé
- ochranné - hydrofobní, oleofobní, nešpinivé, antistatické, antimikrobiální, ad.

Problémem mačkavosti textilií se zabývají metody stabilizační a z nich úprava nemačková a nežehlivá, budeme se jim proto nadále podrobněji věnovat.

3.3.1. Nemačková úprava

Tato úprava se provádí u celulóзовých materiálů za účelem zvýšení elastických modulů vláken. Důsledkem je rychlé zotavení textilie během nošení a vyrovnaní vzniklých lomů.

Snížení mačkavosti vyžaduje tvorbu vazeb síťovacího prostředku s –OH skupinami celulózy. Tyto přípravky rozdělujeme na :

- samosítující prostředky - difundují do mezikrystalických prostorů vlákna, kde během kondenzace reagují především samy se sebou za tvorby třírozměrného polykondenzátu, vazba s celulóзou vzniká jen zřídka (dnes se již tyto typy nepoužívají)
- reaktanty - bifunkční produkty difundující do vlákna, reagují s –OH skupinami celulózy. Použitím zmiňovaného způsobu dosáhneme vyšší schopnosti zotavení i rozměrové stálosti vláken, snížení tažnosti a ohebnosti a také odolnosti proti mechanickému namáhání.

Podle obsahu vlhkosti při úpravě materiálu rozlišujeme síťování:

- za mokra (vlhkost textilie 60-80%) - **nežehlivá** úprava
- za sucha (vlhkost textilie 0,5-2 %) - **nemačková** úprava

Postup úpravy za sucha:

Klocování → sušení → kondenzace zboží.

Touto úpravou lze dosáhnout vysokého úhlu zotavení za sucha, dobré schopnosti zotavení za mokra a výborné rozměrové a tvarové stálosti. [10]

3.3.2. Nežehlivá úprava

Provádí se prostředky s nízkým obsahem formaldehydu. Podstata úpravy snižující mačkavost spočívá v zesíťování celulózy, tj. vytvoření pevných kovalentních vazeb mezi makromolekulárními řetězci celulózy. Dochází-li k tomuto za mokra, tj. ve zbobtnalém stavu, což je zásadní rozdíl od nemačkové úpravy, dochází ke snížení mačkavosti za mokra, tzn., že jde o tzv. nežehlivou úpravu. [10]

3.4 Metody hodnocení mačkavosti

Vlastní měření mačkavosti či naopak nemačkavosti je stále aktuální téma. S vyššími požadavky na kvalitu oděvu roste také požadavek na jednodušší zjišťování mačkavosti, abychom tuto nežádoucí vlastnost mohli eliminovat.

Současné metody sice dovolují vyčíslit reálné rozdíly mačkavosti různých textilií. Přesto však žádná z doposud známých metod plně neodpovídá namáhání při praktickém nošení.

Metody stanovení mačkavosti můžeme rozdělit do několika kategorií:

- vizuální stanovení
- měření vzdálenosti krajů
- úhlové metody
- speciální metody

V další kapitole jsou podrobněji popsány uvedené metody, z nichž nejrozšířenějšími jsou metody úhlové, bude jim proto věnována větší pozornost. [7]

Dále dělíme zkoušky mačkavosti podle druhu pomačkání a to na:

- uspořádané pomačkání – zahrnuje etapy složení, zatížení, uvolnění a vyhodnocení vzorku
- neuspořádané pomačkání – jedná se o hodnocení vzhledu

Protože mnohé z uvedených metod stanovení mačkavosti kladou důraz na přesnost provedení dané zkoušky jsou přesně popsány - normovány. V normě je popsáno zkušební zařízení, rozměry zkoušených vzorků, způsob deformace, dále pak definována hmotnost závaží a přesně jsou také stanoveny doby zatěžování vzorků.

Můžeme tedy říci, že metody hodnocení mačkavosti dělíme dále do dvou základních kategorií a to na normované a metody, které nejsou popsány normou.

3.4.1. Visuální stanovení

Jedná se o čistě subjektivní metodu založenou na pozorování zmačkaných textilií. Mezi tento druh metod můžeme zařadit zejména takové, kdy ke zmačkání vzorku dochází neuspořádaně a vyhodnocování se provádí srovnáním s etalony.

Visuální stanovení je metodou jednou z nejdůležitějších, protože právě subjektivní vizuální hodnocení je podstatné pro zákazníka při praktickém nošení.

Pro výstupní kontrolu však toto hodnocení nelze použít, protože nelze výsledek hodnocení vyjádřit číselně.

3.4.1.1. Zkouška zmačkáním v ruce

Textilii zdeformujeme zmačkáním v suché ruce po dobu pěti vteřin. Poté ruku rozevřeme a pozorujeme, jak rychle se textilie vyrovnává. Obdobný je i způsob zjišťování **kroucením a uzlem**.

Rychlost vyrovnání vzniklých lomů a záhybů záleží na faktorech, které jsou uvedeny v předchozí kapitole. Čistá vlna se tedy bude zotavovat rychle na rozdíl od například bavlny či dokonce lnu. [4, 7]

3.4.1.2. Zkouška nošením

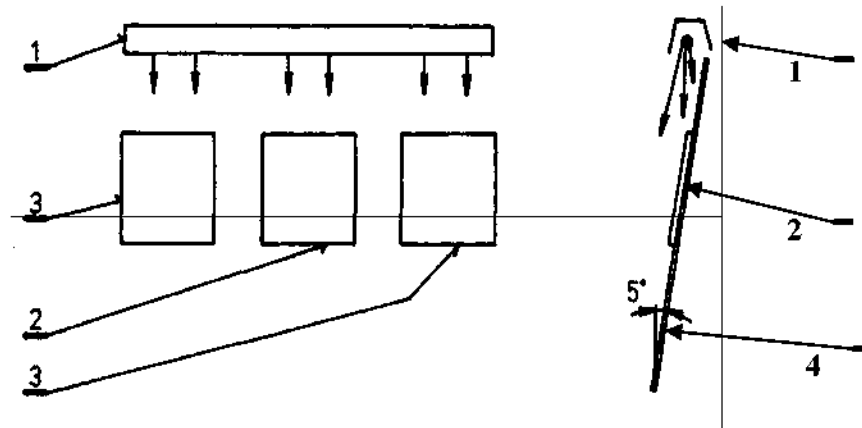
Je jednou z nejjednodušších a nejběžnějších metod, protože se jedná o zkoušku praktickou. Ze zkoušeného druhu textilie se zhotoví zkušební vzorky oděvů (sukně, kalhoty, halenky, dámské šaty apod.) a pro každý z těchto oděvů se stanoví místo, na kterém se hodnotí mačkavost. Zkušební vzorek se hodnotí přímo na nositeli v tom místě, které nejvíce ruší celkový vzhled.

3.4.1.3. Zjišťování mačkavosti po praní

Jedná se o metodu subjektivně - objektivní. Subjektem je posuzovací osoba, etalon je však objektivně specifikován.

Zkouška aplikujeme u textilií prádlařských a spočívá v tom, že vzorky plošných textilií rozměru 400 x 400 mm zajistíme v okrajích proti třepení a vložíme do předem určeného teplotního režimu do bubnové pračky. Po vyprání vzorky neždímáme, necháme je

vysušit ve vertikální poloze v klimatizovaném prostoru a výsledná zmačkání srovnáváme s plastickými etalony při šikmém osvětlení (Obr. č. 2) . Etalony mají stupnici 1 – 5, přičemž stupeň 1 znamená největší zmačkání. [11]



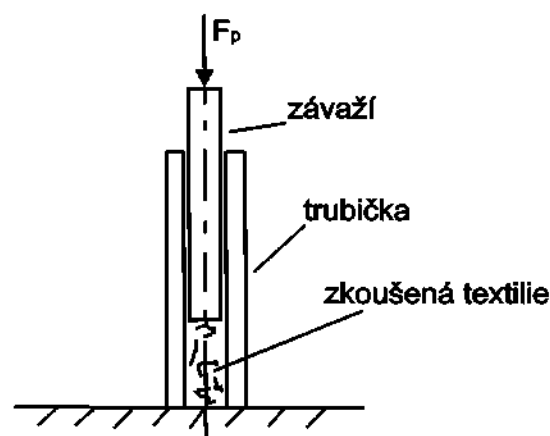
Obr. č. 2: Etalonové srovnávání mačkavosti po prání

1 – osvětlovací lampa, 2 – zkoušený vzorek, 3 – etalon, 4 – zešíkmená podložka vrorku

3.4.1.4. Trubičková metoda

Pro tuto metodu zkoušení mačkavosti používáme vzorky o rozměrech 100 x 100 mm. Vzorek diagonálně stočíme lícni stranou dovnitř a vložíme do trubičky, ve které jej zatížíme na dobu 30 minut tyčí o hmotnosti 1000 g (Obr.č.3) .

Po vyjmutí textilie z trubičky postupně odečítáme hodnoty po 1 minutě, 5 minutách, 60 minutách a 24 hodinách. Vyhodnocení spočívá v porovnávání vzhledu s příslušnými etalony. [13, 14, 15]

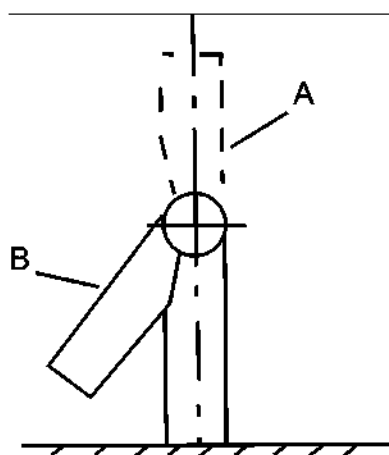


Obr.č. 3.: Měřicí přístroj pro trubičkovou metodu

3.4.1.5. Zkušební metoda Protéza

Tato metoda simuluje pomačkání textilie v lokti nebo pod kolenem. Vzorek sešijeme do tvaru rukávu či nohavice a ten navlečeme na kloubově spojené válce, které ohneme jako např. ruku v lokti.

Přístroj Protéza je tvořen základovou deskou, a třemi rameny s klouby pro otočné uchycení horních ramen, která po nasunutí zkoušeného vzorku sklopíme z klidové polohy A do pracovní polohy B (Obr.č.4). Textilii zatěžíme po dobu 30 minut.



Obr.č.4.: Zkušební zařízení Protéza

Zkušební vzorky připravujeme ve dvou velikostech:

1. úzký rukáv 200 mm (útek – směr příčný) x 280 mm (osnova – směr podélný)
2. široký rukáv 240 x 280 mm

Z každého vzorku textilie zkoušíme po třech elementárních vzorcích z každé velikosti. Vyžehlené a klimatizované vzorky sešijeme tak, aby vzdálenost mezi jednotlivými stehy byla maximálně 10 mm. Nasuneme přes obě ramena přístroje tak, aby šev byl na vnější straně kloubu a horní rameno sklopíme. Krajní poloha je vymezena zarážkou. Po 30 minutách horní rameno zvedneme a šev se ustříhne. Vzorek necháme ještě dalších 5 – 30 minut relaxovat. Nyní jej můžeme porovnávat s plastickými etalony. [13, 14, 15]

3.4.1.6. AKU – metoda válcového vzorku

Princip měření touto metodou je podrobně popsán v následující kapitole Měření vzdálenosti okrajů.

Rozdíl je však ve způsobu vyhodnocování. Při hodnocení vzhledu je postup následující:

Vzorek po vyjmutí z měřicího přístroje rozstříhneme. Položíme lící stranou nahoru a necháme 15 minut zotavit. Po uplynutí této doby vzorek porovnáváme s fotografickými etalony. Vizuální hodnocení se vyjadřuje ve stupních odolnosti proti pomačkání. Stupně pomačkání se určují podle tabulky (Tab.č.1).

Stav vzorku	Stupeň odolnosti proti pomačkání
Zcela bez záhybu	5
Slabé pomačkání	4
Mírné pomačkání	3
Silné pomačkání	2
Velmi silné, ostré pomačkání	1

Tab.č.1.: Určování stupně pomačkání pro metodu AKU

3.4.1.7. Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce

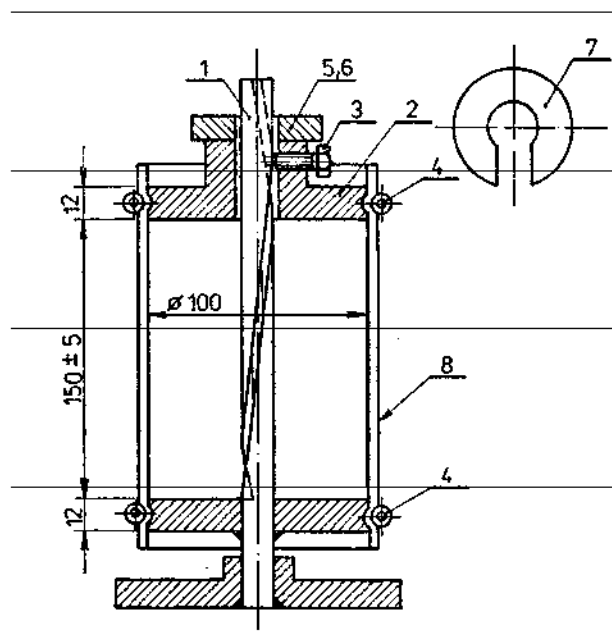
Tato metoda je normována a podrobně popsána normou ČSN 80 0871 Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce.

Metoda spočívá ve stanovení odolnosti proti tvoření skladů a lomů vlivem zatížení na elementární vzorek plošné textilie svinutý do tvaru dutého válce a v hodnocení jeho vnějšího vzhledu porovnáním s trojrozměrnými etalony.

Z jednotlivého vzorku odebereme 2 elementární vzorky o rozměrech 325 x 200 mm v podélném a 2 v příčném směru. Elementární vzorky nesmějí mít vady, sklady a lomy.

Zkoušku provádíme v klimatických podmínkách. Hmotnost závaží, dobu zatížení a dobu zotavení volíme v souladu s normami technických požadavků na plošné textilie.

Hodnocení mačkavosti provádíme při stejnoměrném osvětlení vzorku a etalonů. Osvětlení je realizováno světelným zdrojem umístěným ve skřínce pro hodnocení, které doplňuje osvětlení místnosti.

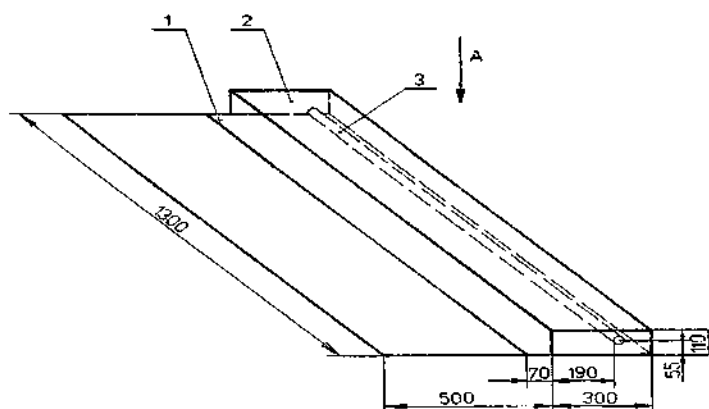


Obr. č. 5: Přístroj pro mačkání vzorku

1-osa přístroje se šroubovitou drážkou, s podstavcem a spodní deskou,
2-horní deska, 3-zajišťovací šroub, 4-kruhová vinutá pružina, 5,6-závaží zahrnující hmotnost
horní desky, šroubu a vinuté pružiny, 7-samostatné závaží, 8-zkoušená textilie

Na obrázku č. 5 je znázorněn přístroj pro zatěžování vzorku a popsány jeho součásti. Princip měření spočívá v tom, že horní desku uvedeme do výchozí polohy a upevníme ve vzdálenosti 150 mm od spodní desky. Pomocí vinutých pružin upevníme elementární vzorek tak, aby nevytvářel sklady, označenou delší stranou dolů a lícem ven.

Kratší strany vzorku položíme přes sebe ve vzdálenosti asi 10 mm a přešijeme cca 4 stehy, poté po uvolnění zajišťovacího šroubu spustíme vrchní desku na spodní. Přiložíme závaží. Po době zatížení závaží sejmeme, vysuneme horní desku nahoru, odstraníme stehování a vzorek je bez stehování uložen lícni stranou nahoru na desku z umělé hmoty (Obr. č. 6).



Obr. č. 6: Skříňka pro hodnocení výsledků zkoušky
1-linka pro položení vzorku a etalonu, 2-kryt světelného zdroje, 3-zářivka se studeným bílým světlem (40W), A- stanoviště hodnotitele

Skříňku umístíme ve výši pracovního stolu. Etalony pokládáme vedle vzorku. Mačkavost elementárního vzorku hodnotíme celým stupněm při použití trojrozměrných etalonů, souhlasí-li přesně, ohodnotíme nejbližším vyšším stupněm (Obr. č. 7).

Hodnocení provádějí nejméně dvě osoby. Výsledky se zpracovávají výpočtem aritmetického průměru mačkavosti ve stupních samostatně pro příčný a podélný směr a zaokrouhlí se na celý stupeň. Výsledkem zkoušky je nejnižší hodnota ze získaných hodnot.

Stupeň mačkavosti	5	4	3	2	1
Označení etalonu	5/4	4/3	3/2	2/1	

Obr. č. 7: Srovnávací stupnice etalonů

3.4.2. Měření vzdálenosti okrajů

Tímto způsobem zjišťujeme změny vzdálenosti krajů zkoušeného proužku textilie před a po zmačkání. Klasickými metodami založenými na měření vzdálenosti krajů jsou metody **EMPA**, **AKU**.

3.4.2.1. Metoda EMPA

Simuluje zotavení šatů a oděvů na ramínku.

Proužek textilie o rozměrech 220 x 55 mm přehýbáme do skládačky a zatěžujeme. Díky tomuto pravidelnému poskládání nazýváme tuto metodu také **harmonikovou** či **skládačkovou**.

Po odlehčení zkoušený vzorek jedním koncem zavěsíme a v čase t změříme jeho vertikální zotavenou délku l_z . (Obr. č. 8) Časový průběh se liší od průběhu úhlových metod, neboť v tomto případě vyrovnání textilie napomáhá její vlastní tíha G .

Vyhodnocení zotavení je dáno vztahem:

$$Z = \frac{l_o - l_z}{l_o} * 10^2 \text{ [%]} \quad (1)$$

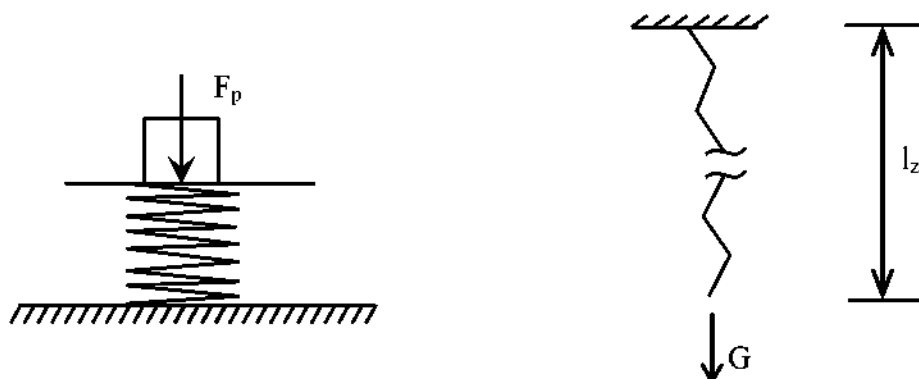
kde: l_o ...původní délka vzorku

l_z ...zotavená délka vzorku

Dále vyhodnocujeme také tzv. úhel zotavení vzorku dle vztahu:

$$\cos \alpha = \frac{l_z}{l_o} \text{ [-]} \quad (2)$$

Nevýhodou této metody je malá citlivost a malé rozlišení, složité skládání vzorků a vliv různých hmotností zkoušených textilií. Proto se nyní těchto metod využívá jen zřídka.



Obr. č. 8: Zjištění mačkovosti harmonikovou metodou

3.4.2.2. Metoda AKU

Využívá se pro pleteniny a jedná se o metodu válcového vzorku. Tato metoda odstraňuje nedostatek metody harmonikové a to stáčení okrajů.

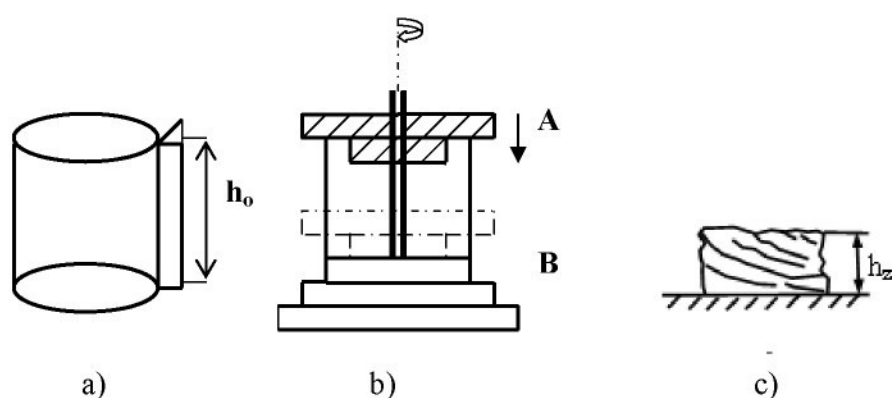
Tato metoda využívá vzorků ve tvaru válce a to buď sešitých nebo přímo vyrobených ve tvaru hadice (Obr. č.9a). Vzorek upneme do dvou kruhových čelistí mačkacího přípravku pod lehkým napětím. Horní čelist je v základní poloze **A**. V jejím středu je umístěn vodící kolík s drážkou a po odaretování čelist spustíme na spodní doraz k dolní čelisti. Textilie je tak zmačkána jednak hmotností čelisti ve smyslu stlačení, jednak šikmo ve smyslu pootočení horní čelisti.

Po době zatížení horní čelist nadzvedneme a po čase t odečítáme výšku deformovaného vzorku. Zotavení vypočítáme dle vztahu: [4, 5, 7]

$$Z = \frac{h_z}{h_o} * 10^2 \quad [\%] \quad (3)$$

kde : h_o ...výška původního vzorku [mm]

h_z ...výška zmačkaného vzorku [mm]



Obr. č. 9: Mačkavost podle metody AKU

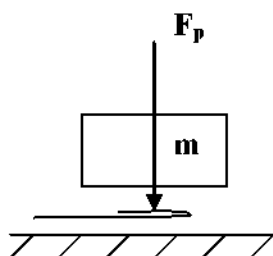
a) původní vzorek, b) kruhové čelisti, c) vzorek po deformaci

3.4.3 Úhlové metody

Metody založené na zjišťování úhlu, který svírají ramena zkoušeného vzorku jsou u nás nejrozšířenější. Začneme s jejich stručným popisem od nejjednodušší metody přehnutého proužku, přes německou metodu, stříškovou až po metody, která jsou u nás zpřesněny a technicky zpracovány.

Základní teorie prostorových deformací:

Ve všech případech zjišťování mačkovosti pomocí úhlových metod vycházíme ze simulace, kdy je proužek textilie zatížen tlakovou silou F_p vytvořenou závažím o hmotnosti m v čase t_z a v době t_0 je odlehčen (Obr. č. 10).

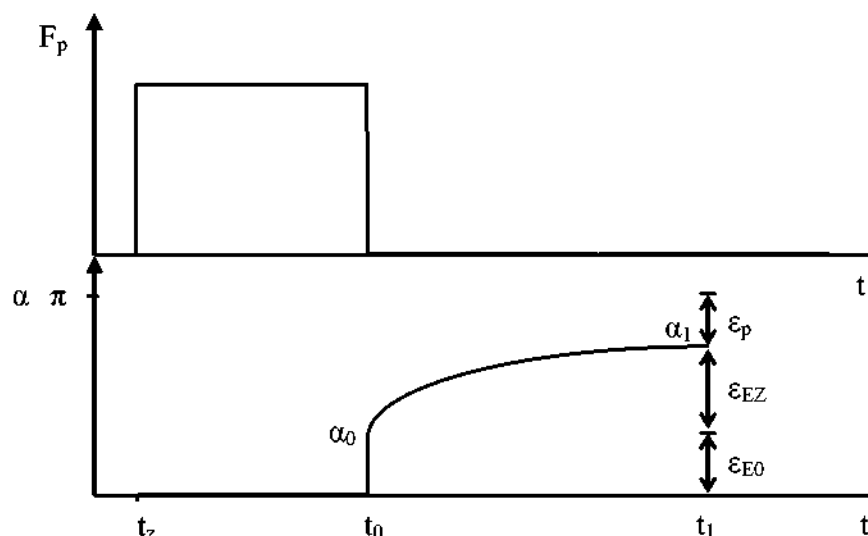


Obr. č. 10.: Zatěžování přehnutého proužku textilie

Při zatížení dochází k ohnutí vláken vnějšími silami a to má za následek přestavení vnitřní vazební struktury. Tato odezva se promítá přes nitě až do plošné textilie, ve které dochází k deformaci.

Po odlehčení, tj. v čase t_0 proužek „vyskočí“ na hodnotu α_0 , která je ekvivalentní okamžité elastické deformaci ε_{E0} . Poté dochází k zotavovacímu procesu, který je zakončen při $\alpha = \text{konst.}$, v čase t_1 (Obr. č. 11).

Hodnotu $(\alpha_1 - \alpha_0)$ definujeme jako úhel elastického zotavení α_{EZ} , ten je ekvivalentní zotavené elastické deformaci ε_{E0} . Zbytkový úhel $\alpha_t = (\pi - \alpha_1)$ je úhlem, který na textilií zůstává a je charakterizován jako plastická deformace.



Obr. č. 11: Časový režim zatížení a odlehčení proužku textilie

Průběh křivky zotavení α_t představuje obnovovací schopnost textilie zaujmout původní tvar. Úhel zotavení lze získat pomocí vztahů:

$$\alpha_t = \alpha_0 (10^{ct})^c, \quad (4)$$

Kde: t ... čas

c ... rychlostní konstanta zotavení.

Úhel po okamžitém odlehčení α_0 získáme:

$$\log \alpha_0 = \log \alpha_{60} - 3,5 \log \frac{\alpha_{60}}{\alpha_5} \quad (5)$$

Zotavovací čas τ [h], jehož je zapotřebí pro úplné zotavení, lze získat pomocí vztahu:

$$\tau = \frac{\sqrt[5]{\frac{180}{\alpha_0}}}{6 \cdot 10^3} \quad (6)$$

Relace mezi jednotlivými typy deformace a jejich ovlivňující faktory:

- ϵ_{E0} ... deformace elastická okamžitá - závisí především na velikosti působící síly F_p a zatěžovacího času ($t_0 - t_z$) a dále na fyzikálních podmínkách při měření (teplota, vlhkost)

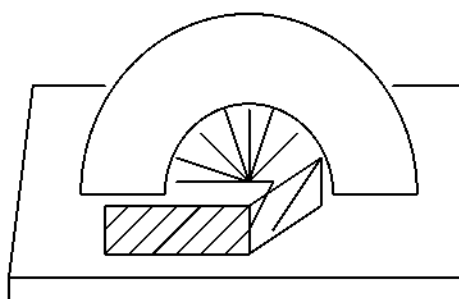
- ε_{EZ} ... deformace elastická zotavená – způsobena zotavovací schopností textilie
- ε_p ... deformace plastická – závisí na množství vazeb ve vláknech, které byly přestavěny či přetrženy

Zkouška přehnutého proužku je nejběžnější metoda měření mačkavosti.

3.4.3.1. Německá metoda

Touto metodou zjišťujeme úhel rozevření ramen vzorku položeného na skleněné podložce.

Obrázek č. 12 znázorňuje průběh zkoušky.[7]

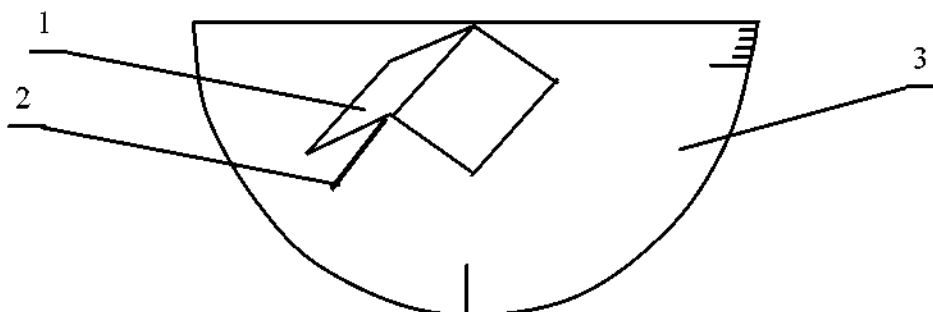


Obr.č. 12: Německá metoda měření mačkavosti

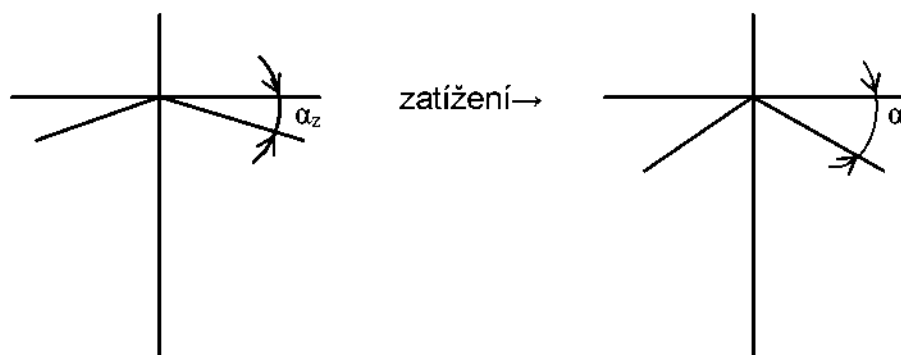
3.4.3.2. Stříšková metoda

Jedná se o metodu používající se pro úplné vyloučení gravitačního vlivu a s ohledem na tuhost plošné textilie.

Provádíme zatížení proužku v jeho polovině separátně, poté všechny zmačknuté proužky přemístíme na odečítací zařízení, kde odečteme úhel zotavení α_t v čase t . (Obr. č. 13 a 14)



Obr. č. 13.: Odečítání úhlu u stříškové metody
1-přehnutý proužek; 2-závěsný trn; 3-odečítací stupnice



Obr. č.14.: Režim zatížení pro stříškovou metodu

Mačkavost se vyhodnocuje údajem M [%], který je dán vztahem: [4]

$$M = \frac{\alpha - \alpha_z}{\pi/2 - \alpha_z} 10^2, \quad [\%] \quad (7)$$

3.4.3.3. Měření na přístroji UMAK

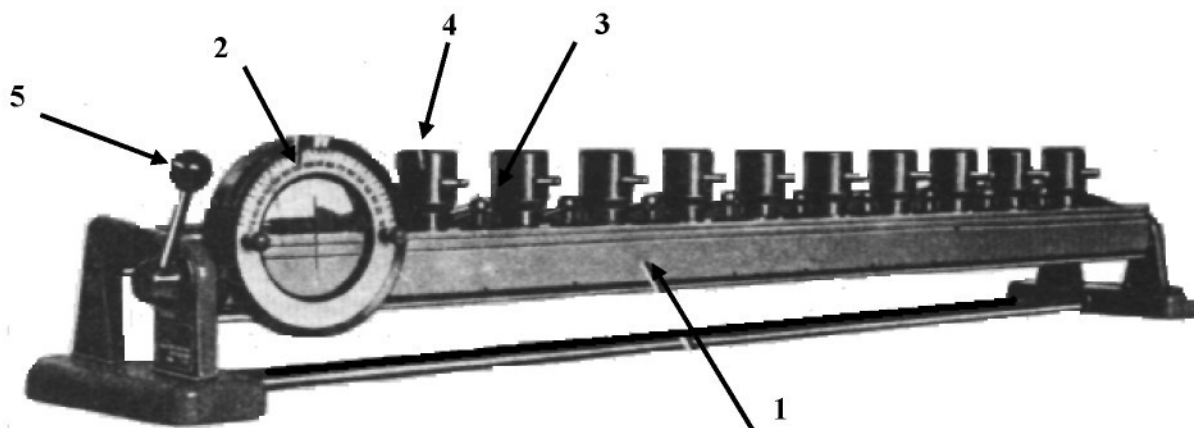
Zkušební vzorek přeložíme o 180° a zatížíme na 60 minut závažím o hmotnosti 1000g. Po odstranění závaží měříme úhel zotavení po 5 minutách, tj. úhel vymrštění či okamžité deformace a po 60 minutách měříme úhel trvalé deformace.

Pro zkoušku připravíme vzorky o rozměrech 50 x 20 mm. Vzorky stříháme po úhlopříčce, 10 po délce a 10 po šířce.

Vzorky před zkouškou nejdříve klimatizujeme, až rozdíl mezi dvěma váženími nejméně po 2 hodinách za sebou není větší než 0,25% poslední hmotnosti. Dodržení této podmínky je velmi důležité pro srovnatelnost výsledků.

Popis konstrukce a funkce přístroje UMAK:

Toto zařízení je celokovové, zkonstruováno pro snadnou obsluhu a pro měření všech druhů plošných textilií.



Obr. č. 15: Přístroj UMAK Kovostav

1- základový nosník, 2- pojízdná měřicí hlava, 3- odpružený knoflík, 4- závaží, 5-ruční páka

Na základovém nosníku jsou upínací čelisti pro 10 vzorků a pojízdná měřicí hlava. Čelist otevíráme odpruženým knoflíkem, který je spojen s vrchní planžetou. Na každou čelist dosedá závaží, které můžeme pootočit ruční pákou o 90° pro měření vzorku ve svislé poloze.

Pojízdná měřicí hlava má kruhovou stupnici s dělením na stupně. Uprostřed stupnice je na skle vyznačena měřicí ryska. (Obr. č. 15)

Postup měření:

Přípravené vzorky upínáme do čelistí přístroje. Délka přeložení je různá podle hmotnosti textilie:

- do 100 g/m² → přeložení 5 mm
- 101 až 500 g/m² → přeložení 10 mm
- Nad 500 g/m² → přeložení 15 mm

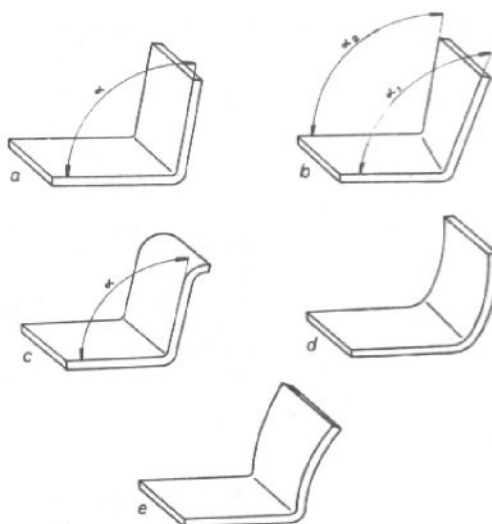
Přeložení odměřujeme přímo v čelistech přístroje. Proužek textilie je správně přeložen, je-li jeho ohyb přesně na kraji lamely a po niti.

První měření pro zjištění okamžité deformace provádíme 5 minut po uvolnění tlaku, měření pro zjištění trvalé deformace pak po 60 minutách od uvolnění tlaku.

Měření úhlu zotavení provádíme mezi vodorovnou základnou a volným ramenem pomocí pojízdné měřicí hlavy. Proužek po zotavení může mít různý tvar i sklon. Proto se odečítá jak na předním, tak na zadním kraji zkoušeného vzorku a

zapisují se průměrné hodnoty. Měřené vzorky mohou mít jeden z pěti základních tvarů:[7]

- a) Rameno je rovné a má stejný sklon vpředu i vzadu (Obr.č.16.a)
- b) Rameno je rovné, ale má vpředu jiný sklon než vzadu (Obr.č. 16..b)
- c) Rameno je částečně rovné a částečně zahnuté (Obr.č.16.c)
- d) Rameno je vyduté (Obr.č.16.d)
- e) Rameno je vypuklé (Obr. č. 16e)



Obr. č. 16: Pět základních tvarů zotavených proužků

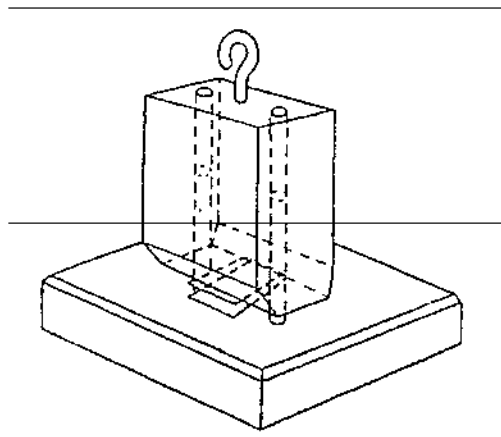
3.4.3.4. Měření úhlu zotavení horizontálně složeného vzorku

Jedná se o metodu popsanou normou ČSN 80 0820, jejíž plné znění je: Zjišťování mačkavosti. Schopnost zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení.

Podstata zkoušky spočívá v tom, že pravoúhle složený vzorek předepsaných rozměrů s pomocí vhodného zařízení pevně a krátkodobě po stanovenou dobu zatížíme stanoveným závažím. Po odstranění zatížení vzorek necháme během stanovené doby volně zotavit a pak měříme úhel zotavení.

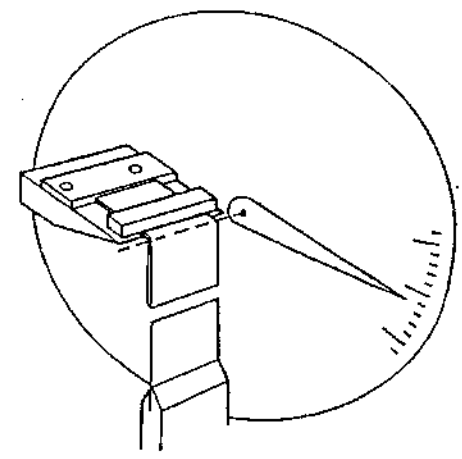
Pro zkoušku používáme zařízení pro zatěžování vzorků a přístroj pro měření úhlu zotavení.

Na následujícím obrázku č. 17 je znázorněno zařízení pro zatěžování vzorků, které se skládá z lisu a dvou plochých lisovacích desek. Lis působí celkovou silou 10 N na plochu 15 x 15 mm složeného vzorku. Lisovací desky zůstávají během celkové doby zatížení vzorku navzájem rovnoběžné. Na spodní desce je vyznačena plocha pro umístění vzorku.



Obr. č. 17: Zařízení s vertikálním vedením pro zatížení vzorku

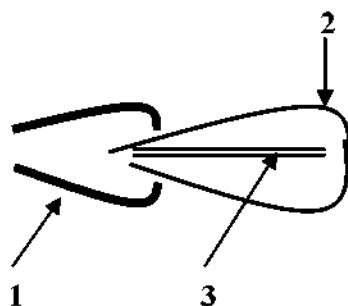
Na obrázku č.18 pak můžeme vidět vhodný přístroj pro měření úhlu zotavení. Jeho součástí je kruhová stupnice, dále pak držák vzorku, který drží vzorek ve vodorovné přímce, která pak protíná stupnici středem. Držák je otočný kolem své osy aby rameno vzorku bylo ve svislé poloze.



Obr. č.18: Přístroj pro měření úhlu zotavení

K měření touto metodou používáme 20 vzorků o rozměrech 40 x 15 mm, z čehož u poloviny vzorků je kratší strana rovnoběžná se směrem osnovy u tkaniny nebo se sloupkem u pleteniny a u druhé poloviny je kratší strana rovnoběžná se směrem útku u tkaniny, nebo se směrem sloupku u pleteniny.

Konce zkušebního vzorku položíme na sebe a držíme pinzetou ve vzdálenosti maximálně 5 mm od konců. Mají-li povrchy zkušebních vzorků sklon lpět na sobě, vložíme mezi jejich ramena list papíru nebo kovovou fólii (Obr. č. 19)



Obr. č. 19: Složený vzorek
1-pinzeta, 2-vzorek, 3-papír nebo kovová folie

Vzorek umístíme na spodní desku zatěžovacího zařízení a bezprostředně poté zatížíme na 5 minut. Polovinu vzorků přeložíme lícní stranou na sebe, zbývající polovinu rubovou stranou na sebe. Po uplynulé době zatížení vzorek opatrně přemístíme do držáku vzorku zkušebního přístroje. Po dobu, kdy je zkušební vzorek v držáku, zkušební přístroj nastavujeme tak, aby volné rameno bylo stále ve svislé poloze. Úhel zotavení odečítáme po 5 minutách. Pokud se volné rameno zkušební vzorku kroučí, použijeme pro odečtení úhlu zotavení svislé roviny, která prochází středem ramene a osou kruhové stupnice.

Pro vyhodnocení zkoušky vypočítáme aritmetický průměr pro následující případy. [12]

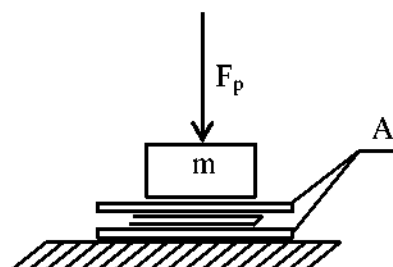
- 1) Sklad příčně ke směru délky (osnovy)
 - a) Líc na líc vzorku
 - b) Rub na rub vzorku
- 2) Sklad příčně k příčnému směru (útku)
 - c) Líc na líc vzorku
 - d) Rub na rub vzorku

3.4.3.5. Žiletková metoda

Jedná se o metodu vhodnou pro zkoušení mačkavosti bavlněných tkanin. Zkoušku provádíme na zkušebním přístroji UNET. Lze ji provádět buď za mokra nebo za sucha. Zkoušíme vždy 10 vzorků o rozměrech 20 x 10 mm. Přičemž vzorky musí

obsahovat co nejvíce osnovních a útkových nití. Připravíme 10 vzorků po osnově a 10 po útku, z toho 5 vzorků po osnově a 5 po útku zkusíme za sucha a 5 za mokra.

Při zkoušení mačkovosti za sucha vzorky přeložíme přesně v půli po niti, vložíme mezi dvě skleněné destičky a zatížíme závažím o hmotnosti $m = 500\text{ g}$ (Obr. č. 20.).



Obr.č.20.: Princip měření, A-skleněné destičky

Po 15 minutách zatížení vzorky zavěsíme na břity a po čase $t = 5\text{ min}$ odečteme úhel zotavení za sucha pomocí otočného úhloměru.

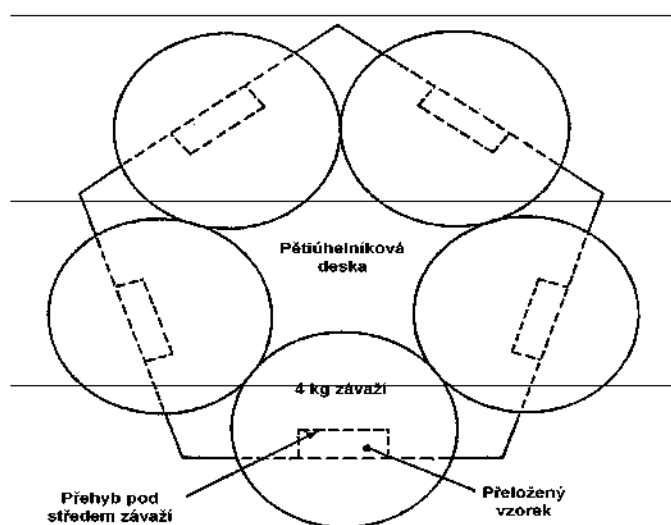
Při zkoušení mačkovosti za mokra vzorky 5 minut smáčíme v destilované vodě, která obsahuje 1 [g/l] smáčecího prostředku. Poté je přeneseme na skleněnou desku, přeložíme v polovině po niti a zatížíme závažím o dané hmotnosti. Po 3 minutách vzorky odlehčíme a desku se vzorky postavíme do svislé polohy tak, aby hrany přeložení byly vodorovné. Jestliže nedojde k odlepení přeložených ramen je třeba tak opatrně provést pinzetou. Vzorky necháme 3 minuty zotavit a pak měříme úhel zotavení za mokra. [13, 14]

3.4.4 Speciální metody

3.4.4.1 Měření úhlu zotavení vlněných tkanin

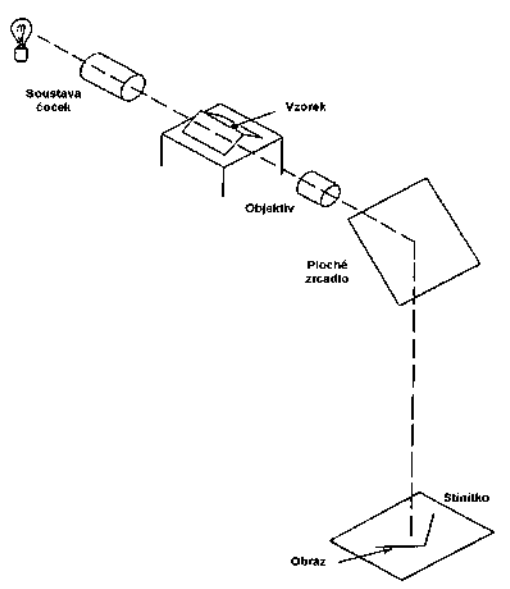
Tato metoda je určena pro materiály vlněné a směšované s vlnou, jejichž tloušťka je v rozmezí $0,13 - 1\text{ mm}$. Jedná se sice o metodu úhlovou, ale přesto ji řadíme do metod speciálních. Je to dáno zcela odlišným měřením úhlu zotavení.

Zkoušku provádíme se vzorky o rozměrech $17 \times 25\text{ mm}$. Tyto přeložíme v polovině delšími stranami na sebe a vložíme mezi dvě rovnoběžné desky ve tvaru pravidelného pětiúhelníku. Každý vzorek zatížíme válcovým závažím o průměru 25 mm a hmotnosti 4 kg . (Obr.21.)

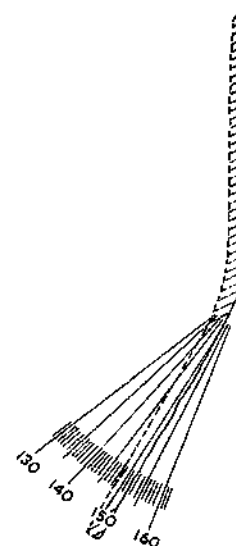


Obr.21.: Mačkání vlněných vzorků

Vzorky měříme při definovaných klimatických podmínkách a těmi jsou relativní vlhkost 85% a teplota 30°C. Vzorky jsou zatěžovány po dobu 90 minut. Poté závaží odstraníme a nastává zotavení vzorků. Zotavení probíhá po dobu 30 minut v prostředí standardní atmosféry tj. 65% relativní vlhkosti a teplotě 20°C. Následně vzorky přeneseme na podložku a nasvítíme soustředěným světlem. Pomocí optického projektoru je profil úhlu zotavení zvětšen 10x a promítán na zrcadlo, které jeho obraz odrazí na stínítko. Úhel zotavení je měřen na obrazu vzniklém na stínítku pomocí úhloměru. (Obr.22, 23) [16]



Obr.22.: Optický projektor

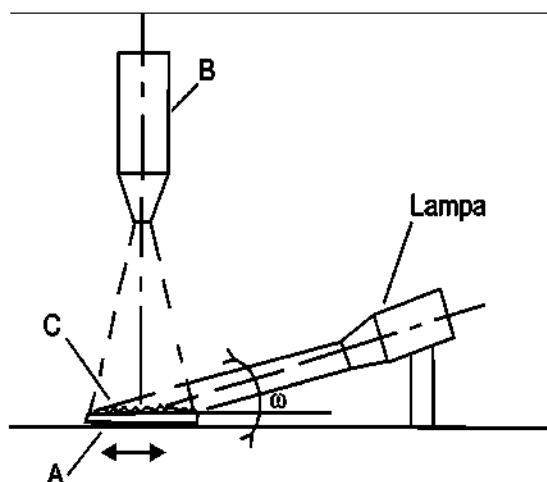


Obr.23.: Měření promítaného obrazu zmačkaného vzorku úhloměrem

3.4.4.2 Metoda Dupon

Tuto metodu využíváme především k hodnocení mačkavosti plošných textilií s nemačkovou úpravou.

Zmačkaný vzorek tkanin položíme na stolek, který vykonává přímočarý pohyb. Vzorek je osvětlen lampou pod úhlem ω , který svírá s podložkou úhel $9^\circ - 15^\circ$. Kolmo k pohybujícímu se stolku A je umístěna rychlostní kinokamera B. Touto jsou snímány stíny, které způsobují přehyby zmačkaného vzorku C. (Obr. č. 24)



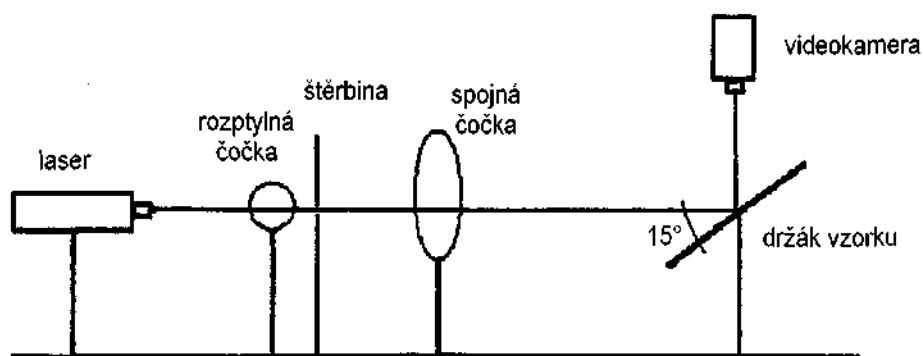
Obr. č. 24: Přístroj Dupon na měření mačkavosti

V závislosti na těchto stínech se sestavují grafy, které charakterizují mačkavost tkanin. [14, 15]

3.4.4.3 Měření mačkavosti na vzorovaných textiliích

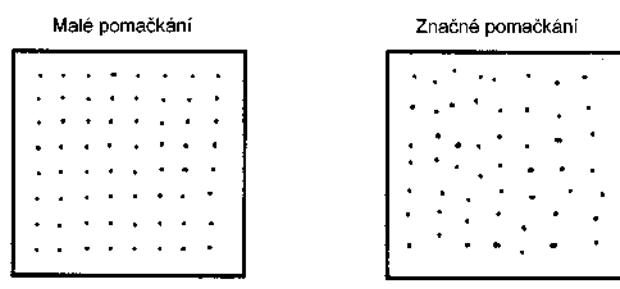
Mačkavost je obtížně měřitelná zejména u některých vzorovaných textilních materiálů, proto se tato metoda pokouší eliminovat vzor na textiliích.

Na materiál je pod úhlem 15° promítána matice světelných bodů pomocí He/Ne laserových paprsků skrz soustavu čoček a štěrbin. (Obr. č. 25) Obraz materiálu je snímán pomocí kamery a digitalizován.



Obr. č. 25: Soustava čoček a štěrbin pro průchod laserového paprsku

Zmačkáný povrch vzorku se projeví zkreslením světelného paprsku po jeho dopadu .



Obr. č. 26: Porovnání paprsků dopadajících na rovný a zmačkáný povrch

Výsledný obraz bodů je počítačově zpracován do binární podoby a srovnáváme jej s obrazy předem nasnímanými na 3D plastických etalonech. Následně je ohodnocen jedním z pěti stupňů pomačkání. .[17]

3.4.4.4 Zjišťování mačkavosti pomocí světelného toku

Pro tuto metodu je potřeba vzorek smotaný do tvaru trubice. Umístíme jej na válec, který se otáčí. Zdroj světla vyzařuje svazek paprsků, který prochází přes clonu a dopadá na fotoelektrický snímací člen. Dopadu světla na fotoelektrický člen brání přehyby vzorku, které vznikly jeho zmačkáním. V závislosti na množství prošlého světla se mění velikost proudu, který snímá miliampérmetr. [18]

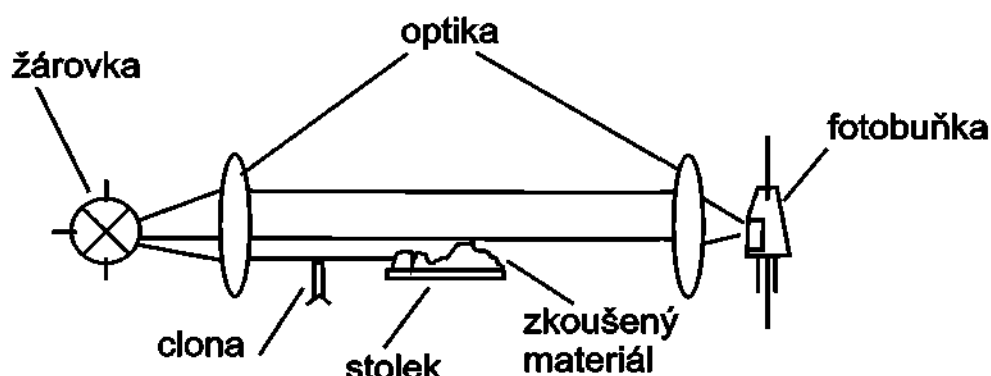
3.4.4.5 Přístroj IN – 2

Na přístroji IN-2 měříme vzorky kruhového tvaru o poloměru 45 mm. Ke zkoušce používáme dvou matic s vylišovaným vzorem pomačkání, mezi které vzorek uložíme. Vzorek je zkoušen ve třech stupních zatížení. Pomačkáný vzorek umístíme na horizontálně se otáčející kotouč elektronického fotometru. Po odstranění zatížení a po potřebné době k zotavení rovnoběžně s podložkou vzorku nasměrujeme světelný paprsek, který míří směrem ke vzorku textilie.(Obr. č. 27)

Vzorkem otáčíme pomocí kotouče fotometru postupně dvanáctkrát po 30°. Množství světla, které projde analyzátozem, závisí na odolnosti textilie vůči pomačkání a velikosti záhybů.

Při měření platí tyto dvě zásady:

- čím méně je textilie pomačkána, tím více světla projde k analyzátoru
- barva použité textilie nemá vliv na výsledky



Obr. č. 27: Měření mačkavosti na přístroji IN-2

Výsledky měření zpracováváme pomocí výpočtu aritmetického průměru ze všech 12 měření. Výsledná hodnota se udává v [%]. Dle tohoto procenta můžeme následně zařadit textilie do kategorie dle následující tabulky (Tabulka č. 2) : [14, 15].

Popisné hodnocení mačkavosti	Mačkavost [%]	Subjektivní hodnocení
Textilie zůstává silně zmačkaná, je nutné dlouhodobé žehlení	0 - 40	nízká nemačkavost
Na textilií zůstávají ustálené záhyby, je nutné žehlení	41 – 60	střední nemačkavost
Na textilií zůstávají slabé záhyby, odstraní se snadno žehlením	61 – 80	dobrá nemačkavost
Při sušení textilie na ramínku záhyby téměř zmizí, lehce přežehlít	81 – 95	velmi dobrá nemačkavost
Při sušení textilie na ramínku záhyby zcela zmizí, žehlení není nutné	96 - 100	výborná nemačkavost

Tab. č. 2: Klasifikační tabulka metody IN-2

4. Praktická zkouška mačkovosti na přístroji UMAK

Cílem této práce je navázat na předchozí poznatky a vytvořit systém vyhodnocující mačkovost textilie s využitím bezkontaktního laserového snímače. Pro srovnání je však je zjistit mačkovost u vybrané sady vzorků některou z běžných metod. Pro mou práci jsem měřila vzorky metodou úhlovou na přístroji UMAK Kovostav, který jsem na měla na KOD k dispozici.

4.1 Zkouška a zpracování výsledků

Zkoušku byla prováděna s 10 vzorky různého materiálového složení. Rozměry elementárního vzorku jsou 20x50 mm. Vzorky byly stříhány úhlopříčně, z každého materiálu 10 po délce a 10 po šířce. Příprava vzorků a samotné měření bylo prováděno způsobem popsáním výše v kapitole 3.4.3.3. Měření na přístroji UMAK.

Výsledky jednotlivých měření, výpočty průměrných hodnot a chyb měření jsou uvedeny v příloze č.1. V tabulce č. 3 je zaznamenána délka přehybu jednotlivých vzorků v závislosti na plošné hmotnosti jednotlivých textilií.

Označení vzorku	Vzorek	Hmotnost [g / m²]	Přeložení [mm]
A	100% acetátové hedvábí	69 ± 1	5
B	55%CV , 45% LI	174 ± 1	10
C	73%CO, 25%PES, 2% spandex	206 ± 1	10
D	100% WO	208 ± 1	10
E	90% PES, 10% lycra	221 ± 1	10
F	100% CO	240 ± 1	10
G	75% PES, 25% CV	232 ± 1	10
H	55% LI, 45% CV	248 ± 1	10
I	70% WO, 20% PA, 10% kašmír	365 ± 1	10
J	58%WO, 42% PES	410 ± 1	10

Tab. č. 3: Hmotnost a přeložení vzorků

V následující tabulce jsou uvedeny naměřené hodnoty úhlů zotavení. Hodnoty jsou uvedeny s vypočítanou chybou měření. Byl měřen úhel okamžité deformace po 5 minutách a úhel trvalé deformace po 60 minutách od odlehčení zatížení.

Označení	Vzorek	α_5 [°]	α_{60} [°]
A	100% acetátové hedvábí	85 ± 2	125 ± 3
B	55%CV , 45% LI	$86,4 \pm 0,2$	$94,7 \pm 0,7$
C	73%CO, 25%PES, 2%spandex	119 ± 2	104 ± 2
D	100% WO	154 ± 2	164 ± 2
E	90% PES, 10% lycra	161 ± 2	154 ± 4
F	100% CO	$66,90 \pm 0,07$	$92,8 \pm 0,3$
G	75% PES, 25% CV	$84,4 \pm 0,3$	$77,5 \pm 0,2$
H	55% LI, 45% CV	$88,2 \pm 0,2$	$97,1 \pm 0,3$
I	70% WO, 20% PA, 10% kašmír	$138,9 \pm 0,2$	142 ± 2
J	58%WO, 42% PES	$132,9 \pm 0,4$	$143,8 \pm 0,7$

Tab. č. 4. Hodnoty úhlů zotavení sady vzorků

4.1.1 Seřazení elementárních vzorků dle mačkovosti sestupně:

- dle úhlu zotavení po 5 minutách

- 1) F : 100% CO
- 2) A : 100% acetátové hedvábí
- 3) G : 75% PES, 25% CV
- 4) B : 55%CV , 45% LI
- 5) H : 55% LI, 45% CS
- 6) C : 73%CO, 25%PES, 2%spandex
- 7) J : 58%WO, 42% PES
- 8) I : 70% WO, 20% PA, 10% kašmír
- 9) D : 100% WO
- 10) E : 90% PES, 10% lycra

- dle úhlu zotavení po 60 minutách

- 1) G : 75% PES, 25% CV
- 2) F : 100% CO
- 3) B : 55%CV , 45% LI
- 4) H : 55% LI, 45% CV
- 5) C : 73%CO, 25%PES, 2%spandex
- 6) A : 100% acetátové hedvábí
- 7) I : 70% WO, 20% PA, 10% kašmír
- 8) J : 58%WO, 42% PES
- 9) E : 90% PES, 10% lycra
- 10) D : 100% WO

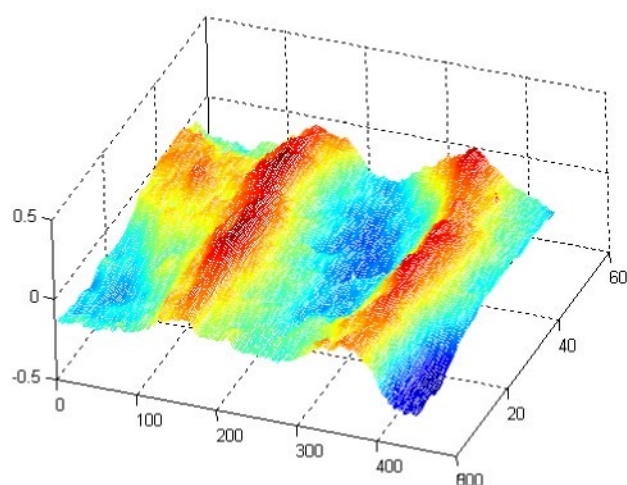
Z uvedených výsledků vyplývá, že textilie se chová jinak po pětiminutovém zotavení od zatížení a jinak po hodině.

Pro většinu zákazníků tj. uživatelů oděvních textilií je důležité, zda je textilie schopná při nošení vyrovnat sklady a lomy vzniklé například sezením. Hodnota úhlu krátkodobé deformace je jistě důležitým údajem, ale spíše v momentě, kdy uživatel například vstane a zjistí míru pomačkání svého oděvu. Zejména jej však zajímá, zda budou jeho šaty schopné vyrovnat nežádoucí lomy v průběhu dalšího nošení. Předmětem zkoumání v této diplomové práci je tedy deformace dlouhodobá, dále se tedy budeme věnovat výsledkům týkajících se úhlu zotavení po 60 minutách.

5. Bezkontaktní metoda snímání reliéfu textilie a hodnocení její mačkavosti

K realizaci této metody bylo využito laserového skenovacího zařízení dostupného na KOD. Přístroj dosud nebyl použit pro žádná textilní měření a jeho činnost tedy nebyla prozatím ověřena. Navržená metoda stanovuje přesný tvar měřeného vzorku z hlediska 3D geometrie a následné zařazení textilie do kategorie dle mačkavosti.

Pomocí mechanismu složeného z několika prvků byl umožněn kontrolovatelný posuv laserového snímače. S jeho pomocí je snímán povrch vzorku textilie, která je již předem zmačkaná. Z něj je pak zpracováván signál pomocí počítače, kde jsou naměřená data uložena a výsledkem je prostorový graf.(Obr. č. 28)



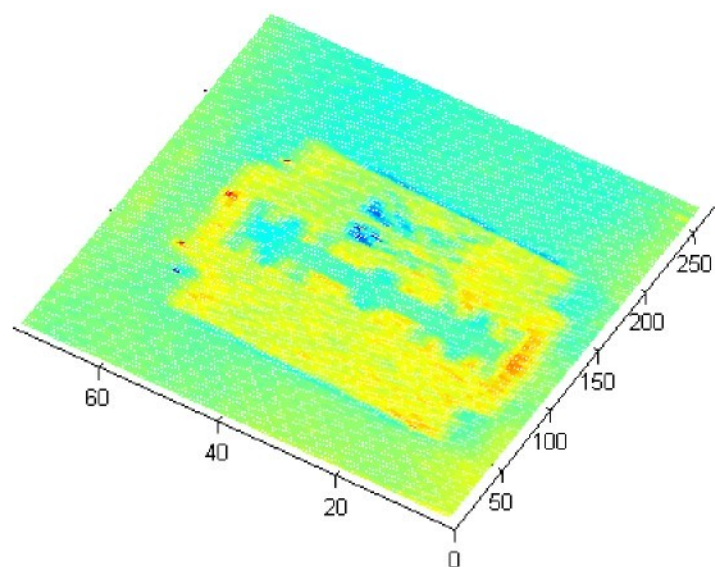
Obr.č. 28a : Ukázka 3D
zobrazení textilie



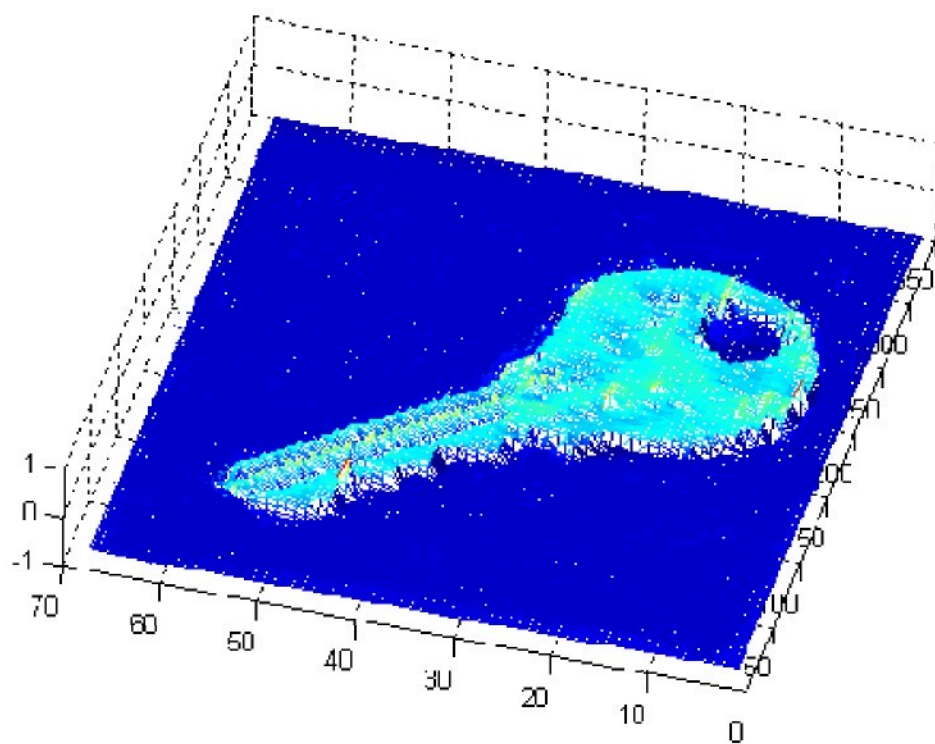
Obr.č. 28b : Zobrazovaná
textilie

Laserový snímač je schopen rozlišit již velmi malé vzdálenosti.

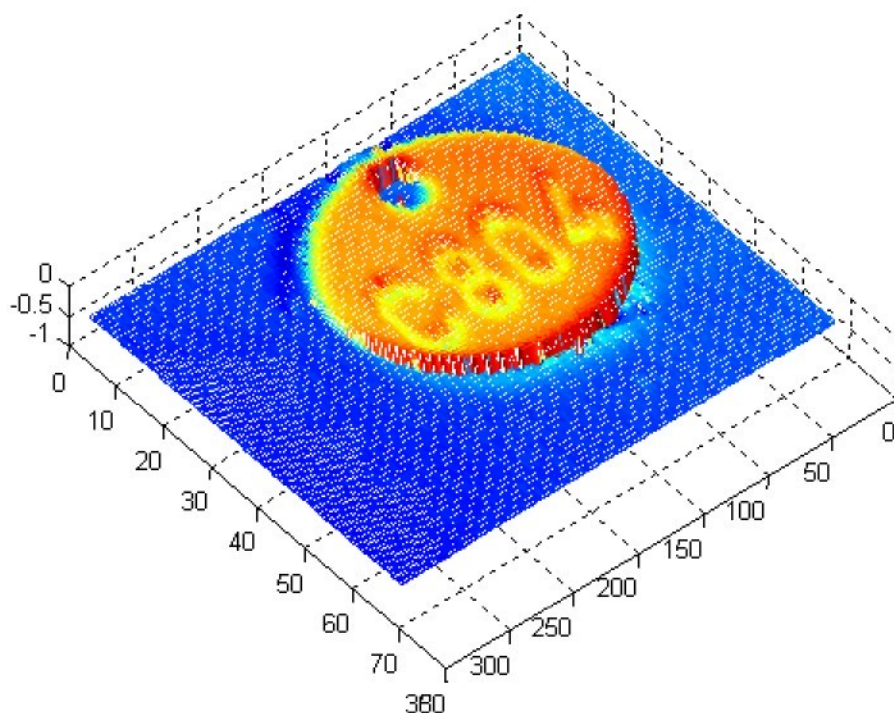
Pro větší názornost a lepší představu bylo provedeno snímání drobných předmětů, které jsou zobrazeny na následujících obrázcích.



Obr. č. 29: 3D zobrazení žiletky



Obr. č. 30: 3D zobrazení klíče

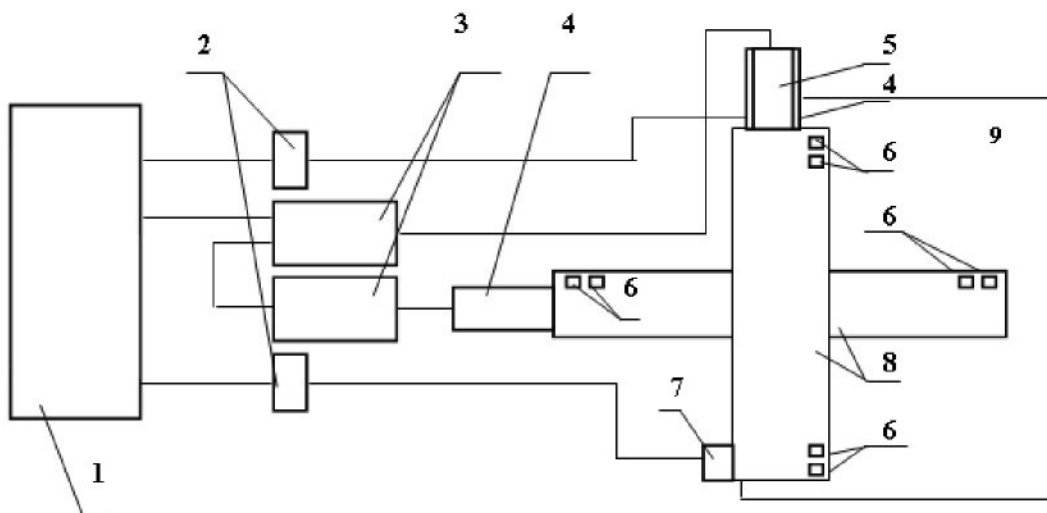


Obr. č. 31: 3D zobrazení přívěšku na klíče s vyraženým číslem

5.1 Uspořádání měřicího zařízení:

Měřicí zařízení pro bezkontaktní snímání se skládá z těchto částí: (Obr. č. 32)

PC s měřicí kartou (1), svorkovnice (2), desky pro řízení krokových motorů (3), krokové motory (4), snímač polohy a posuvu (5), mikrosplínače (6), snímač pro měření vzdálenosti (7), lineární posuvy (8), základní deska pro umístění měřeného vzorku (9).



Obr. č. 32: Schéma měřicího zařízení

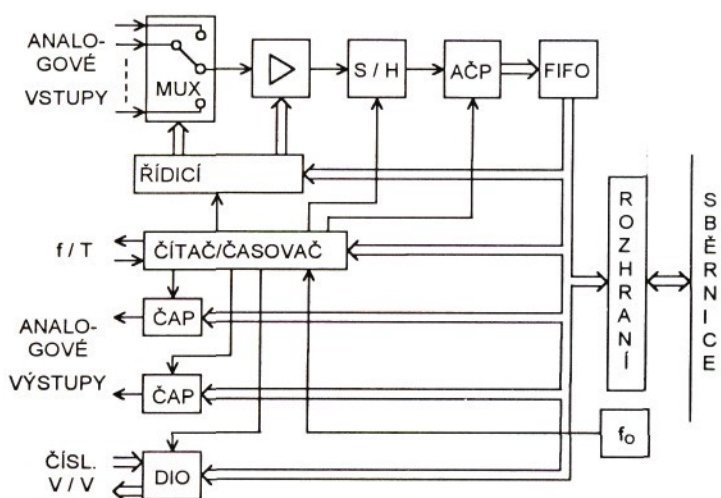
5.2 Popis funkce jednotlivých součástí

5.2.1 Měřicí karty

Měřicí karty do PC jsou zásuvné karty, které se instalují do PCI nebo ISA slotů počítače. Slouží ke sběru dat a řízení technologií, nebo nacházejí uplatnění při vytváření laboratorních měřicích systémů. Vstupní veličinou těchto karet je elektrické napětí. Výstupní veličinou může být elektrické napětí nebo proud. Dále se vstupy a výstupy dělí na analogové, digitální a čítačové. Analogové vstupy zpracovávají spojitou veličinu, digitální a čítačové vstupy zpracovávají veličinu diskrétní. Většina karet obsahuje různé kombinace analogových i digitálních vstupů a výstupů (Obr. č. 33).

Podle toho se karty dělí na měřicí, které obsahují analogové vstupy a karty vstupně výstupní, které analogové vstupy neobsahují. Zvláštní kategorií zásuvných karet do PC jsou karty zpracovávající vstupy z inkrementálních čidel a karty, které na základě těchto vstupů mohou řídit krokové motory nebo servomotory. Ke všem těmto kartám se dodává široký sortiment zakončovacích panelů se svorkovnicemi pro jednodušší připojení signálových vodičů ke kartám.

Pro náš případ byla použita karta MF614. Multifunkční vstupně-výstupní karta MF614 je navržena pro připojení počítače k signálům z reálného světa. Obsahuje 8 analogových vstupů s 12-bit A/D převodníkem, 4 nezávislé 12-bit D/A převodníky, 8 digitálních vstupů, 8 digitálních výstupů, 4 vstupy pro kvadraturní inkrementální snímače a 4 programovatelné čítače. Karta je navržena pro získávání dat a řídicí aplikace a optimalizována pro Real Time Toolbox pro Matlab. [20]



Obr. č. 33: Blokové schéma multifunkční karty pro PC

5.2.2 Svorkovnice

V přístroji je použita svorkovnice, do jejíhož jednoho konce připojíme plochý kabel a na druhé straně jsou svorky pro kabeláž. Svorkovnice jsou přechodem mezi řídicím systémem a okolím.

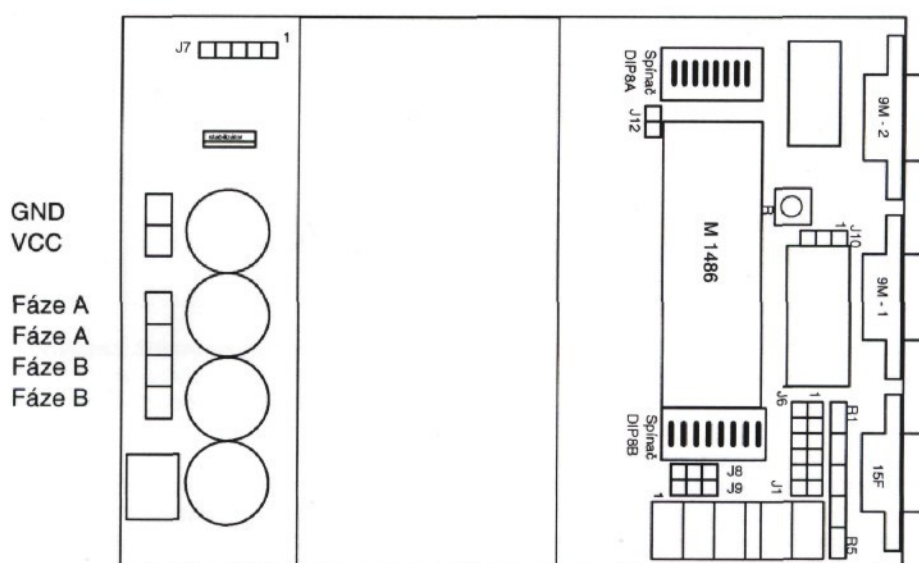
Byly použity svorkovnice ve dvojím provedení, přičemž jedna je určena pro snímání polohy a druhá pro snímání laserového měřicího snímače. [19]

5.2.3 Desky pro řízení krokových motorů

Řídicí desky typu CD obsahují část řídicí realizovanou kontrolerem M1486E1 a výkonový zesilovač s pulsní regulací proudu a s možností mikrokrokování.

Deska vykonává činnost dle nahraného povelového souboru, tzn. Je programovatelná. Lze ji připojit k PC také samostatně, tzn. jen jednou a po nahrání povelového souboru ji odpojíme a poté pracuje na základě stavů uživatelských vstupů.

Standardním vybavením je i konektor RS232 pro spojení s nadřazeným počítačem. Dále další konektor RS232 pro spojení s případným dalším kontrolerem M1486 (možno zřetěžit až 15 členů a uživatelský konektor pro pět vstupních a čtyři výstupní signály). Každá deska typu CD je doplněna spínacím tlačítkem pro restart kontroleru. [21]



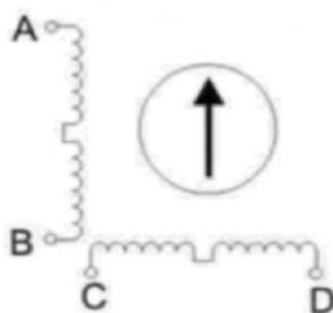
Obr. č. 34: Schéma desky pro řízení krokového motoru

5.2.4 Krokové motory a desky pro jejich řízení

Na rozdíl od ostatních typů motorů se krokové motory neotáčejí spojitě. Jejich poloha se mění v diskrétních úhlových přírůstcích - krocích. Obdobný charakter mají i jejich ovládací signály, jimiž jsou posloupnosti diskrétních pulsů. Jejich frekvence určuje rychlost otáčení a počet velikost pootočení. Tím je dána jedna ze základních výhod krokových motorů - možnost pracovat jako polohová případně i rychlostní serva v otevřené smyčce. K jejich dalším výhodám náleží i rychlá odezva na požadavek k rozběhu, zastavení či reverzaci a poměrně dobrá přesnost a opakovatelnost polohování. Chyba nastavení polohy se u kvalitních motorů pohybuje okolo 3-5% velikosti kroku a není kumulativní. Spolehlivost krokových motorů je poměrně vysoká, neboť stejně jako asynchronní motory nemají kartáče ani komutátor. Krokové motory jsou určeny pro malé výkony. Ty se pohybují od desetin W u nejmenších typů až k nanejvýše stovkám W.

Motor je složen ze statoru a rotoru. Stator krokového motoru je tvořen sadou cívek. Pólové nástavce statoru jsou vroubkovány se stejnou roztečí jako je rozteč magnetů na rotoru. Rotor je tvořen hřídelí usazenou na kuličkových ložiskách a prstencem permanentních magnetů. [22]

Pro náš projekt byly vybrány krokové motory bipolární se zapojením do série (Obr. č. 35). K nim firma Microcon dodává desky pro jejich řízení. Krokové motory jsou napájeny zdrojem o výstupním napětí 33 VDC s proudem 2A. [21]



Obr. č. 35: Bipolární zapojení sériové

Základním principem KM je pohyb rotoru o jeden krok. Krok je definován jako mechanická odezva rotoru KM na jeden řídicí impuls řídicí jednotky, při níž vykoná rotor pohyb z výchozí magnetické klidové polohy do nejbližší magnetické klidové polohy. Změna polohy se dosahuje změnou napájení vinutí jednotlivých fází statoru. Po sepnutí určité fáze se rotor snaží natočit tak, aby výsledný magnetický odpor byl minimální. U nezatíženého motoru se tedy sesouhlasí poloha zubů statoru a rotoru. V této poloze má motor nulový statický vazební moment a při vychýlení vnější zátěží moment stroje narůstá a maximální hodnota statického vazebního momentu odpovídá natočení o čtvrtinu kroku. Jedno mechanické otočení hřídele KM o 360° představuje určitý počet kroků, jejichž počet je dán konstrukcí motoru a způsobem řízení. Řídicí kmitočet je definován jako kmitočet řídicího signálu v Hz nebo v kHz.

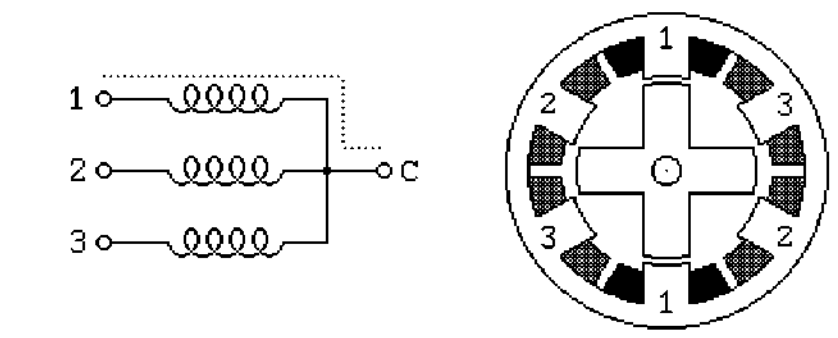
Počet otáček je definován:

$$n = \frac{60 \cdot f_z \cdot \alpha_z}{360} \quad (8)$$

Kde: f_z ...kmitočet kroku [Hz]

α_z ... úhel kroku [$^\circ$]

Princip je přehledně zobrazen na následujícím obrázku č. 36 [23] :



Obr. č. 36: Princip krokování

5.2.5 Snímač polohy a posuvu

Pro náš účel snímání bylo vybráno inkrementální rotační čidlo polohy a posuvu zkráceně IRC.

Díky vybranému rotačnímu inkrementálnímu čidlu 120/1000 od ZPA Kosíře jsme schopni získat pomocí signálů A a B vzdálenost, o kterou se posune jezdec na

vedlejším lineárním posuvu. Maximální počet mechanických otáček je 100 s^{-1} .

Princip IRC:

Na obr. č. 37 (z [24]) je zobrazen příklad kódového kotouče optického IRC snímače a jeho detail. Optické značky na obvodu kotouče tvoří vzor průhledných a neprůhledných plošek, které při otáčení kotouče přerušují světelný paprsek snímáný např. fotodiodou. Napětí diod je zpracováno komparátorem a signál je dále tvarován jednoduchou TTL logikou pro zlepšení strmosti hran. Údaj o poloze je relativní: počet detekovaných impulsů udává změnu polohy.

Narozdíl od absolutních senzorů polohy tedy IRC snímače nemohou poskytnout úplnou informaci okamžitě po zapnutí. Další nevýhodou je možnost postupné akumulace chyb v údaji o poloze, pokud dojde k chybnému přečtení některé značky (např. vinou elektromagnetického rušení). Proto je vhodné občas opakovat návrat do referenční polohy i během provozu senzoru. [25]



Obr.č. 37: Vzor snímacího kotouče

5.2.6 Mikrospínače

Ke každému lineárnímu posuvu náleží pomocná lišta, která slouží nejen pro přikrytí kabeláže ale také pro připevnění mikrospínačů. Tyto jsou připevněny na každé straně obou lineárních posuvů dva. Jeden pro softwarové ošetření a druhý jako pojistka proti zničení celého zařízení, který v případě sepnutí odpojí zdroj.

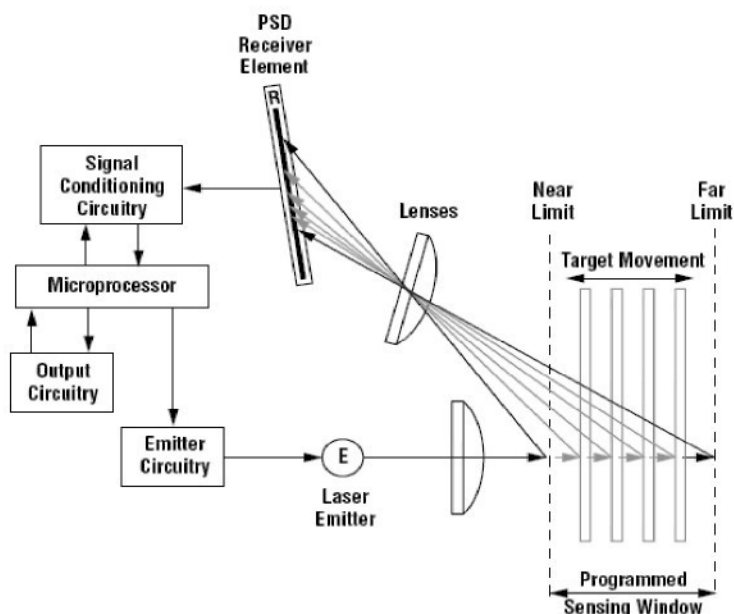
Použity byly mechanické spínače s páčkou a kladkou, jejichž podstatou je přesný mechanismus mžikového spínání s měděnou pružinou s obsahem berilia, který zajišťuje spolehlivou činnost spínače po celou dobu životnosti.

Mikrospínače jsou napájeny zdrojem o výstupním napětí 24V a 5A. [26]

5.2.7 Laserový snímač pro měření vzdálenosti

Zvolen byl laserový měřicí snímač LG5B65PI od firmy Banner. Jedná se o senzor pracující s viditelným laserovým světlem třídy 2, bez dalšího přídavného zařízení. Úzký paprsek je velmi účinný pro přesné měření vzdálenosti, výšky, šířky nebo jiné měřicí aplikace. Měří s rozlišením na 3 mikrony. Má snadné ovládání pomocí tlačítek, nebo jej lze ovládat i dálkově pomocí počítače.

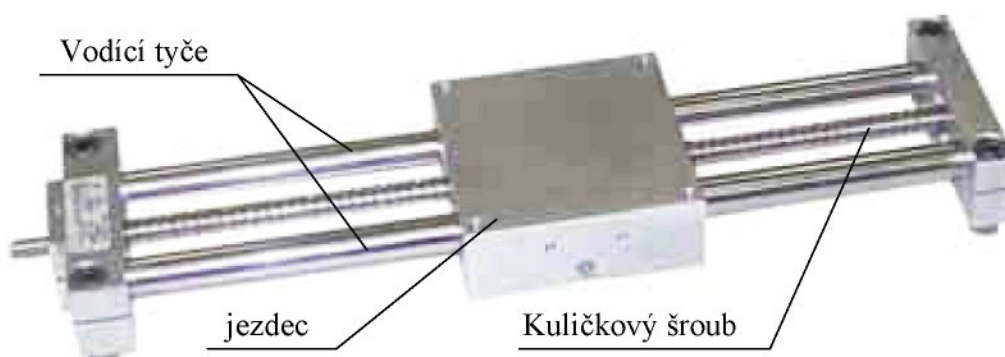
Výstupní odezva je programovatelná pro 3 rychlosti. Lze snímat buď diskrétní nebo analogový signál. L-Gage laser je založen na principu optického vyměřování (Obr.č.38.). Zářič přenáší viditelné laserové světlo skrz čočky na cíl. Paprsky laserového světla se odrazí od cíle a některé z nich se šíří přes jiné čočky do senzoru – přijímacího zařízení.[27]



Obr. č. 38: Schéma principu optického systému

5.2.8 Lineární posuvy

Pro tento projekt bylo zvoleno lineární vedení s vodícími tyčemi v provedení bez krytí a s tyčemi o průměru 16 mm. Dosahují příznivého poměru cena / výkon. Vedení jsou vhodná pro polohování lehkých a středě těžkých břemen. Krouticí moment krokového motoru je přiveden pomocí pružné spojky, která zároveň zajišťuje, aby zátěž a osa hřídele byly v jedné ose. [19]



Obr. č. 39: Lineární vedení s vodícími tyčemi

5.3 Nastavení jednotlivých součástí měřícího zařízení

5.3.1 Řízení krokových motorů

Krokové motory se obvykle řídí jednotkami řady CD, které se programují pomocí prostředí Inmotion Utility. To umožňuje vytvořit sadu povelových příkazů, připojit se přes sériovou linku a předat řídící desce potřebné informace. Ta je pak dle provedení vykonává s nadřazeným PC nebo bez něj.

V našem případě je vyžadována přímá a proměnlivá komunikace, proto nebylo využito vnitřní paměti řídící desky, která neustále opakuje cyklus příkazů. Tento způsob má výhodu v tom, že můžeme použít program s větším obsahem dat a nemusíme být v kontaktu s nadřazeným počítačem. Před nahráním do této paměti je nutné provést buď hardwarový nebo softwarový reset

Je-li řídících jednotek více, musí mít každá svou vlastní adresu o hodnotě 1 až F. Na řídících jednotkách se nastavují pomocí přepínačů DIP8A 1 až 4, přičemž DIP8A1 odpovídá adrese 0, DIP8A4 odpovídá adrese 3. Kontroler, do kterého potřebujeme dopravit danou část souboru určíme pomocí indexu. Pro označení hlavního pohybu bylo tedy použito adresy XF a pro vedlejší pohyb indexu X1. K použití všech řídících jednotek současně lze použít universální adresu XG.

5.3.2 Ošetření lineárních posuvů

Z bezpečnostních důvodů je nutné ošetřit krajní meze u lineárních posuvů. Kdyby byly tyto hranice opomenuty, mohlo by dojít k situaci, že jezdec bude dále posouván po kuličkovém šroubu a narážel by do koncových zarážek. Tímto by se mohlo celé měřicí zařízení zničit. Jako ukazatele konce byly zvoleny mechanické mikrospínače, které jsou pro větší spolehlivost zdvojené. Vnitřní z nich jsou ošetřeny softwarovým způsobem jako uživatelské vstupy.

Při zaregistrování nájezdné lišty připevněné na jezdcí lineárního posuvu kladkou mikrospínače je řídící desce dán impuls o krajní poloze. Tato na něj zareaguje buď ukončením, nebo změnou pohybu. Označení těchto spínačů bylo zvoleno pro směr vpřed jako vstup 1 a pro směr vzad jako vstup 2.

5.3.3 Kalibrace laserového snímače

Laserový snímač snímá předměty ve vzdálenosti 45-65 mm. Před měřením sady vzorků je třeba rozsah přístroje nakalibrovat. Senzor si nastavené hodnoty pamatuje až do dalšího přednastavení. Lze také nastavit, zda požadovanou veličinu snímat diskrétně nebo analogově.

Postup kalibrace je následující:

- Dlouhé kliknutí na tlačítko s požadovaným zobrazováním veličiny – zelené pro diskrétní výstup, červené pro analogový výstup
- Rozsvítí se LED s nápisem teach (červená při analogovém a zelená při diskrétním požadovaném výstupu)
- Senzor čeká na nastavení prvního limitu. Připravenost prokazuje rozsvícením dolních 3 LED pro signál, výstup a zapnutí
- Vložíme první limit a krátce klikneme na stejné kalibrační tlačítko jako na začátku
- LED s nápisem teach se rozbliká na znamení přijetí prvního limitu
- Vložení druhého limitu
- Potvrzení limitu opětovným kliknutím na kalibrační tlačítko

5.3.4 Sériová komunikace

Pro správnou komunikaci mezi PC a kontrolerem musí být nastaveny správné parametry pro jejich spolupráci. Tato je prováděna přes sériový port. Nezbytnou součástí tohoto nastavení je:

- zvolení kanálu
- rychlost přenosu
- počet datových bitů
- parita
- počet stop bitů

5.4 Software

Protože jak hlavní řídicí program, tak i podprogramy i vyhodnocování výsledků je prováděno v programu Matlab, budou se následující kapitoly věnovat právě jemu. Původní části hlavního řídicího programu a podprogramy vytvořené slečnou ing. Evou Klímovou vznikly v Matlabu verze 6.5. Pro svou práci jsem využila novější verze 7.1. Tyto jsou navzájem kompatibilní.

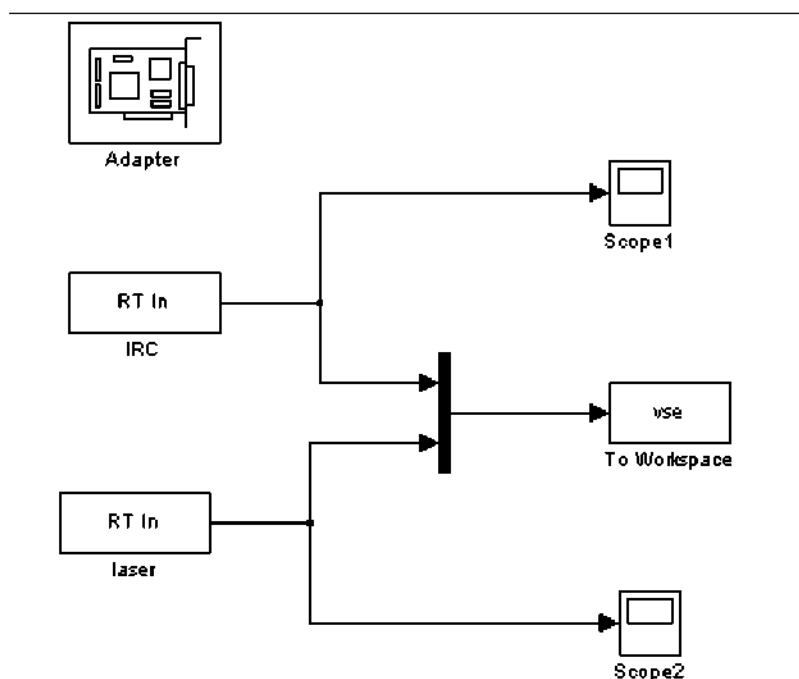
5.4.1 Programové prostředí Matlab 7.1

MATLAB® je špičkové integrované prostředí pro vědeckotechnické výpočty, modelování, návrhy algoritmů, simulace, analýzu a prezentaci dat, měření a zpracování signálů, návrhy řídicích a komunikačních systémů. MATLAB je nástroj jak pro pohodlnou interaktivní práci, tak pro vývoj širokého spektra aplikací. MATLAB poskytuje svým uživatelům nejen mocné grafické a výpočetní nástroje, ale i rozsáhlé knihovny funkcí spolu s výkonným programovacím jazykem čtvrté generace. Knihovny jsou svým rozsahem využitelné prakticky ve všech oblastech lidské činnosti. [28]

5.4.2 Blokové schéma zapojení IRC a laserového snímače

Jako speciální nadstavbu pro simulaci obsahuje MATLAB program SIMULINK. Spouští se jako běžný program v MATLABu, tedy napsáním slova SIMULINK. Po

spuštění se zobrazí grafické okno s jednotlivými ikonami obsahující bloky pro jednotlivé funkce - knihovna. Velkou výhodou je jednoduchost a především přehlednost.



Obr. č. 40: Blokové schéma zapojení IRC a laserového snímače

Popis jednotlivých bloků:

- **Adapter** – blok pro nastavení měřicí karty a jejích parametrů
- **Rt in** –ve schématu je použit dvakrát. Jednou pro snímání veličiny laserového snímače s názvem laser a podruhé pro snímání veličiny na výstupu inkrementálního snímače s názvem IRC.
- **Scope** –Zobrazuje hodnoty nasnímané pomocí bloků Rt in, ve schématu je umístěn pouze pro jednodušší kontrolu případných chyb při tvorbě programu.
- **To workspace** – tato komponenta ukládá naměřená data do námi nastavené proměnné, v našem případě do proměnné „vše“. Takto získáme matici o dvou sloupcích, z nichž jeden je výstup laserového a druhý inkrementálního snímače. Tyto hodnoty pak lze číst v hlavním programu.

5.4.3 Program pro řídicí jednotky

Program pro řídicí jednotky je v našem případě podprogram s názvem „motorky“. Cílem tohoto podprogramu je přesné řízení pohybu laserového snímače prostřednictvím krokových motorů a lineárních posuvů.

Kontroler - řídicí destička typu CD má vlastní povelový jazyk, poskytující výkonný soubor povelů pro řízení pohonů s krokovými motory včetně povelů pro větvení programu dle potřeby. Všechny povely jsou reprezentovány ASCII znaky. Tyto musí být uspořádány podle následující struktury:

- Povel
- Argument
- Oddělovací znak

Protože jsou jednotlivé soubory posílány standardním způsobem na rozhraní RS232, není bezpodmínečně nutné využívat doporučeného programu Inmotion Utilities, ale lze jej nahradit i jiným rozhraním. Vzhledem k tomu, že ostatní části programu jsou vytvořeny v prostředí Matlab 6.5, i tato část je převedena do tohoto jazyka. Jedinou podmínkou je dodržení požadované struktury pro kontrolery. [19]

5.4.4 Hlavní řídicí program

Hlavním úkolem tohoto programu je zpřístupnění funkcí jednotlivých podprogramů a dále zpracovává a upravuje data.

Hlavní program můžeme rozdělit na několik částí:

- Inicializace měřicí karty
- Výběr nastavení krokových motorků dle velikosti vzorku
- Spuštění krokových motorků
- Spuštění snímání laserového a inkrementálního snímače
- Zpracování naměřených dat
- Úprava dat pomocí filtru
- Vyhodnocení mačkovosti měřené textilie

V původním programu jsem provedla několik úprav a to především co se ukládání naměřených dat týče. Výsledkem původního programu bylo 3D zobrazení

snímaného předmětu. Ten si teď můžeme zobrazit po nasnímání dat vyvoláním samostatného programu a to napsáním jeho názvu „grafy“ do příkazového řádku komunikačního okna. Nebo jednoduše pomocí tlačítka v grafickém okně.

Mým úkolem však bylo zaměřit se na snímání reliéfu textilie a vytvořit vyhodnocovací systém její mačkavosti.

Hlavní program jsem rozšířila o část, kde si uživatel může zvolit velikost měřeného vzorku a využít tak několika variant přednastavených parametrů krokových motorů. Dále jsem jej rozšířila o poslední bod předchozího výčtu částí programu. Také jsem sestavila zcela nový program, který se na tento hlavní odvolává a rozšiřuje jej o část sloužící k ukládání dat a informací o měřeném vzorku. Především však díky němu odpadá složitější spouštění hlavního programu. Účel a postup jeho vzniku je popsán v následující kapitole popisující grafické rozhraní.

Zdrojový kód hlavního programu a také podprogramů je uveden v příloze č.2.

Dále se zaměříme na některé části hlavního programu podrobněji.

Výběr nastavení krokových motorků dle velikosti vzorku:

Metoda pro hodnocení mačkavosti popsána níže předepisuje vzorek o rozměrech 10x10 cm, přičemž skutečně snímaná plocha je 8x8 cm. Požadujeme-li pouze zobrazení grafu pro jinou práci s naměřenými grafy laserovým zařízením než je hodnocení mačkavosti, můžeme snímanou plochu měnit a to nastavením krokových motorků. Součástí hlavního programu je tedy výběr ze tří variant přednastavených velikostí vzorků. Jejich rozměry jsou 8x8, 4x8 nebo 4x4 cm. Pro tyto varianty měřených vzorků jsou upraveny 3 podprogramy pro seřízení motorků.

Základní zpracování naměřených dat:

Data vystupující z obou snímačů jsou získána pomocí bloku *To workspace* v simulačním schématu a jsou uložena jako proměnná ve formě matice. Tato je o dvou sloupcích a několika tisíc řádcích. Jednotlivé hodnoty však neumožňují zobrazení snímaného předmětu. Data je nutno nejdříve načíst, „rozsekat“ a uspořádat do matice, jejíž délka řádku odpovídá skutečné délce snímání. Poté je možno zobrazit je graficky tj. vykreslit do prostorového grafu.

Rekonstrukce dat je vyřešena kombinací podmínek, které ošetřují změnu polohy inkrementálního čidla. Při této změně je třeba vektor s výstupními daty laserového snímače vždy „rozříznout“ a posunout do dalšího řádku matice. Vzhledem k tomu, že směr snímání je prováděn ve dvou směrech, každou druhou řadu je nutné zrcadlově převrátit. Takto upravenou matici již lze zobrazit a porovnat s originálem. [19]

Úprava dat pomocí filtrů:

Při snímání dat dochází k nepřesnostem a zašumění snímané veličiny. Důvodů těchto výchylek v měření může být hned několik. Jedním z nejvýznamnějších je problém otřesů a rázů, které vznikají při posuvu krokových motorů. Chyby lze částečně odstranit filtry.

Pro náš případ byl vytvořen speciální filtr, který přepočítává klouzavý průměr přes tři po sobě jdoucí hodnoty. Kontrola se provádí ve dvou směrech – po řádcích a po sloupcích. Chyba, kterou tento filtr odstraňuje je nastavitelný parametr, který může uživatel určit dle své potřeby.

Každý filtr, který se používá, má hranici, kdy data vyhlazuje – minimální chyba, a hranici, kdy jsou křivky sice uhlazeny, ale také zkresleny. Matematicky byla chyba vyjádřena v rozmezí 0,015 – 0,089. Experimentálně bylo zjištěno, že optimální je parametr 0,05. U různých případů se však může měnit nejen rušení, ale i tato chyba.

Filtr si může uživatel zavolat i samostatně po proběhnutí programu o zvolené intenzitě příkazem:

```
f2 = filtr2(pr,a); figure; mesh(f2); grid on;
```

Přičemž místo parametru a zadá požadovanou intenzitu filtru. [19]

Vyhodnocení mačkavosti měřené textilie:

Pro vyhodnocení mačkavosti textilie bylo třeba naměřená data dále zpracovat. Prvním krokem je výpočet počtu tříd dle vzorce (8), do kterých jsou následně data zařazována.

$$k = 3,3 * \log(N) \quad (8)$$

Kde: kpočet tříd

Npočet naměřených hodnot

Dalším krokem, který program vykonává je vyhledání minima a maxima z daných dat. Rozdíl těchto hodnot dělen počtem tříd je další důležitou veličinou zvanou šířka intervalu viz (9).

$$i = \frac{(\max - \min)}{k} \quad (9)$$

Kde: išířka intervalu

$\max$největší hodnota

$\min$nejmenší hodnota

kpočet tříd

Dále jsou data zařazena dle své hodnoty do patřičných intervalů a je spočítána absolutní četnost dat v jednotlivých třídách. Na základě absolutní četnosti dat v jednotlivých třídách byl vytvořen hodnotící systém, zařazující textilií do jedné z následujících kategorií:

- **1 - vzorek je téměř nezmačkaný**
- **2 - vzorek je slabě zmačkaný**
- **3 - vzorek je středně zmačkaný**
- **4 - vzorek je značně zmačkaný**
- **5 - vzorek je velmi zmačkaný**

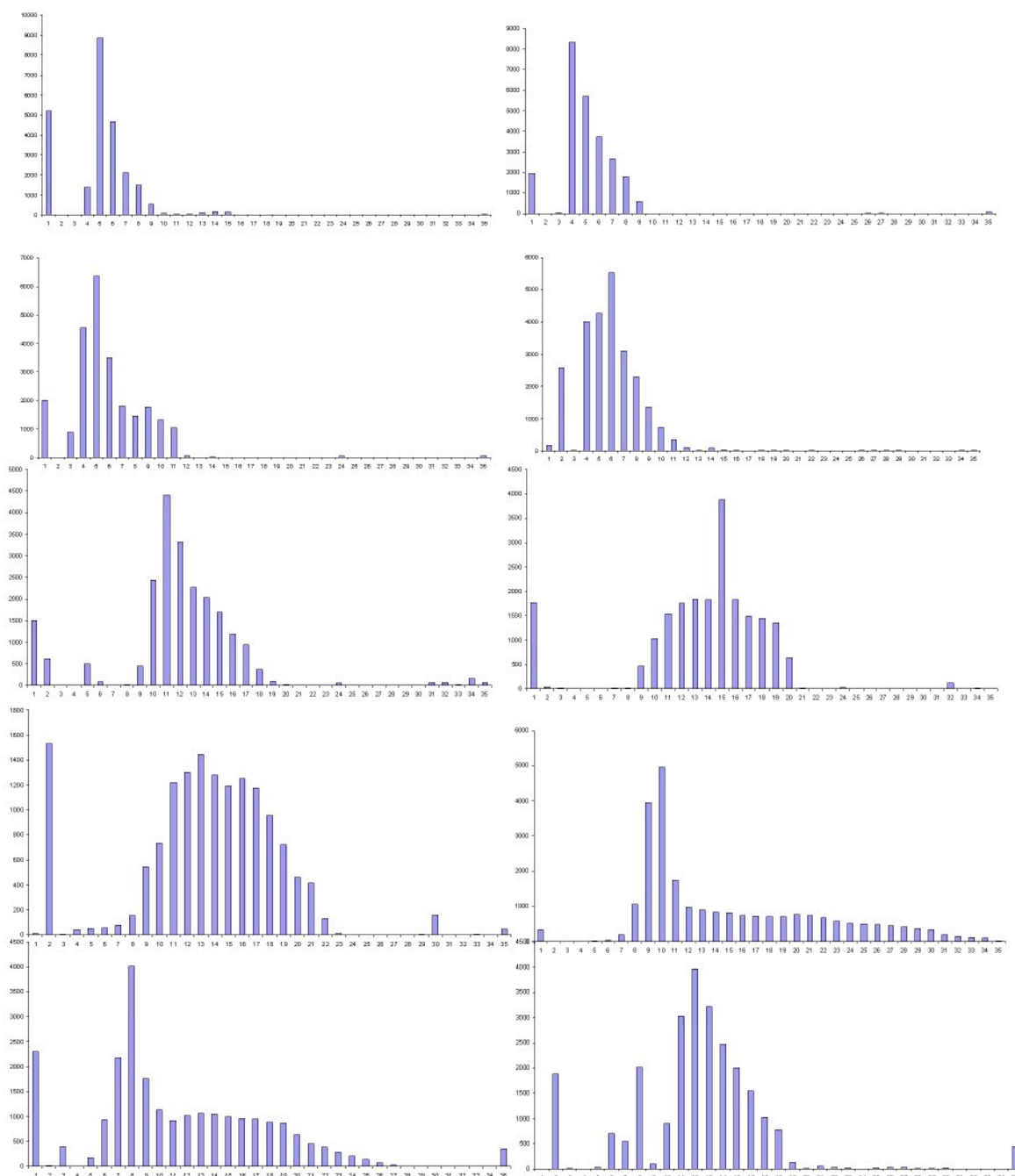
Ačkoliv se dalo očekávat, že četnost dat se bude s rostoucí mačkavostí zvyšovat ve třídách představujících větší hodnoty, nebylo tomu zcela tak. Téměř nezmačkané textilie byly snadno určitelné, četnost dat ve třídách 1-2 značně převyšovala třídy ostatní. Nejvíce zmačkané textilie zařazené do kategorie velmi zmačkaných naproti tomu vykazovaly vysoký počet dat ve třídách posledních, současně s tím však většina z nich spadala do rozmezí 6-18. Střední hodnoty mačkavosti však byly nejobtížněji stanovitelné, ale také mají své zákonitosti.

Hodnoty slabě zmačkaných textilií se nejčastěji vyskytují ve třídách 1 – 12, nejvíce však ve třídě 5 či 6.

Textilie z kategorie středně zmačkaných mají velké zastoupení dat ve třídách 10 – 20, přičemž maxima dosahuje četnost ve třídách 12-15.

Značně zmačkaný vzorek dosahuje maxima četností kolem třídy 10 a poté četnost pozvolna klesá až ke třídě 30 až 35.

Na následujícím obrázku č. 41 jsou zobrazeny histogramy četností sady deseti měřených vzorků srovnaných dle mačkovosti vzestupně stejně jak je tomu v tabulce č.5.



Obr. č. 41: Histogramy četností

Několik textilií však může spadat do stejné kategorie. Proto je dalším výsledkem koeficient k , který vyjadřuje stupeň pomačkání u textilií dané kategorie. Koeficient k nabývá hodnot 1 – 6, přičemž 1 znamená vzorek nejméně mačkavý v kategorii 1, tj. vzorek je téměř nezmačkaný. 6 je naopak maximální možná hodnota příslušející vzorku maximálně zmačkanému. Program prochází všechna naměřená data a jejich absolutní četnosti ve všech třídách. Textilie řadí do dané kategorie, odpovídají-li hodnoty četností dat předpisu výše. Při řazení vzorků do kategorií je jistá vůle, která dovoluje vybočení 2-4 hodnot. Odpovídají-li předpisu data všechna, pak je $k=(\text{kategorie}(\text{tj.1-5}))+1$. Naopak, odpovídá-li množství nejmenší možné je $k=(\text{kategorie})+0$. Koeficient při počtu hodnot četností mezi minimálním a maximálním možným je dále vypočítán dle vztahu

$$k = \text{kategorie} + (\max(\text{vysledek}(n,:)) - \text{vysledek}(n,:)/1000; \quad (10)$$

Kde: kategorie 1-5

$\text{vysledek}(n,:)$ hodnota četnosti na n -té pozici, blíže specifikováno ve zdrojovém kódu hlavního programu viz příloha č. 2

$\max(\text{vysledek}(n,:))$ maximální hodnota absolutní četnosti

Výpočet je prováděn řídicím programem. Popíšu-li jej ve stručnosti, jsou porovnávány hodnoty četností a srovnávány s jejich maximální hodnotou.

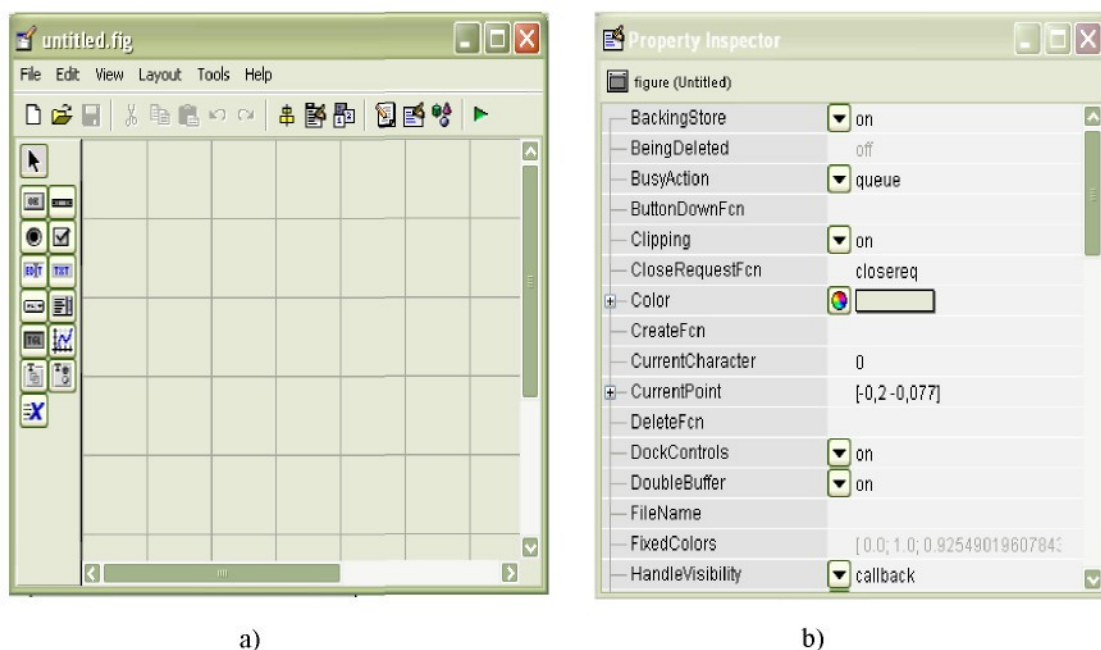
5.4.5 Grafické rozhraní GUI

Hodnoticí systém má sloužit i uživatelům, u kterých nepředpokládáme znalost práce s programem Matlab. Proto, aby byla obsluha přístroje co nejjednodušší, využila jsem pro přehlednost a jednoduchost grafické rozhraní. GUI- Graphical Users Interface – je nadstavbou programu Matlab7.1. Zadáním příkazu **guide** v Command Window se objeví grafické okno pro tvorbu nové aplikace (obr. č.42a), které nabízí řadu nástrojů a komponent. Pro jednodušší vizuální úpravy jednotlivých prvků slouží dvojitém kliknutím vyvolávané okno Property Inspector (obr.č.42b). Zde můžeme měnit například barvu, font písma, umístění, zarovnání atd. Jednotlivé funkce, jejichž plnění vyžadujeme například po stisknutí dané komponenty, programujeme v M-file. Zde se odkazujeme na hlavní program a v něm obsažené proměnné, ale také vytváříme

proměnné nové. Zdrojový kód sestává z několika částí. Jejich počet je přibližně dán počtem použitých komponent.

Využila jsem několik tlačítek „Push Button“, jedno pro spuštění programu, druhé pro zavření grafického okna, třetí pro zobrazení výsledných 3D grafů a poslední pro uložení zadaných informací prostřednictvím dialogového okna. Tyto informace jsou potřebné pro další zpracování a databázi, která eviduje všechny vzorky měřené na katedře oděvnictví na všech dostupných přístrojích. Mezi tyto údaje patří jméno uživatele, název vzorku, datum a naměřená data. První dva zadává uživatel sám do komponent zvaných edit. Datum je generováno automaticky příslušnou funkcí. Popisem grafického okna se budeme zabývat dále při popisu spuštění programu pro hodnocení.

Zdrojový kód pro GUI je uveden v příloze č.2.



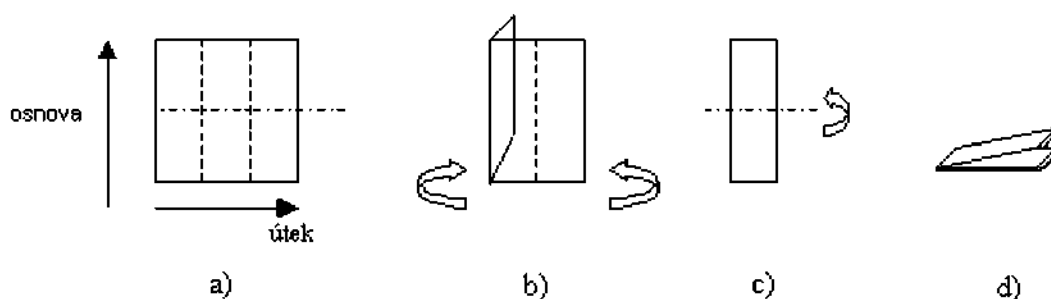
Obr. č. 42: a) grafické okno s paletou komponent
b) okno Property Inspector pro rychlou změnu vizuálních vlastností

6. Praktická zkouška mačkavosti alternativní bezkontaktní metodou

6.1 Příprava vzorků

Pro toto měření bylo použito 10 vzorků stejného materiálového složení jako při předchozí zkoušce, abychom měli možnost srovnání. Dalším krokem, který předchází samotnému měření je příprava vzorků.

Vzorky o rozměrech 10x10 cm (Obr. č. 43a) byly zmačkány a to přesně definovaným způsobem. Materiál položený licem na podložku byl přehnut 2x po ose ve dvou třetinách jeho šířky (Obr. č. 43b) a poté na polovinu v kolmém směru – po útku (Obr. č. 43c a d).



Obr. č. 43 : Příprava vzorku pro bezkontaktní měření

Takto připravený vzorek byl zatížen závažím o hmotnosti 1kg na dobu 60 minut. Po odlehčení závaží vzorky 60 minut relaxovaly. Po definované době zmíněné výše byly takto definovaně zdeformované vzorky zafixovány nalepením na tvrdou podložku rozměrů 10x10 cm a zalakovány, aby byl jejich tvar stabilní. Toto opatření bylo provedeno kvůli předpokladu, že snímání vzorků neproběhne napoprvé, protože v průběhu tvorby hodnotícího systému stále docházelo k úpravě programu pro spouštění snímání a seřizování krokových motorků. Zafixování není při běžném měření nutné.

6.2 Postup při měření

Přichystaný vzorek umístíme na základní desku do vyznačené měřené oblasti. Vzorek je vhodné upevnit, aby nedocházelo k jeho pohybu a tedy k následným nepřesnostem měření. Poté zapneme všechny přístroje včetně počítače.

Samotné snímání můžeme spustit dvojím způsobem. Je-li měřící osoba znalá

práce s programem Matlab a chce-li měnit některý z nastavených parametrů, nevyhne se spouštění přes příkazový řádek v Command Window . Je-li však předmětem měření zjištění mačkavosti dané textilie a uložení naměřených dat s příslušnými průvodními informacemi je vhodné spouštění snímání pomocí grafického okna.

6.2.1 Spouštění programu pro snímání v Matlab Command Windows

Pro ovládání celého zařízení je nutné otevřít prostředí programu Matlab. Dalším krokem je nastavení cesty k příslušnému adresáři, ve kterém je program pro snímání uložen. Poté do příkazového řádku komunikačního okna vložíme jméno hlavního řídicího programu **snimani** . Tímto je proces snímání spuštěn. Systém vyhodnotí vzorek a do komunikačního okna zapíše, o jaký vzorek se jedná z hlediska mačkavosti a jaká je číselná hodnota popisující jeho mačkavost, tj, koeficient k .

Požadujeme-li zobrazení reliéfu textilie například pro porovnání s měřeným vzorkem, je nutné spustit samostatný program. To probíhá stejným způsobem jako spouštění snímání, přičemž název, jež zapisujeme do příkazového řádku je „grafy“. Výsledkem jsou dva grafy, jeden vytvořený přímo z měřených dat, druhý z dat po úpravě filtrem.

6.2.2 Spouštění programu pro snímání pomocí grafického okna

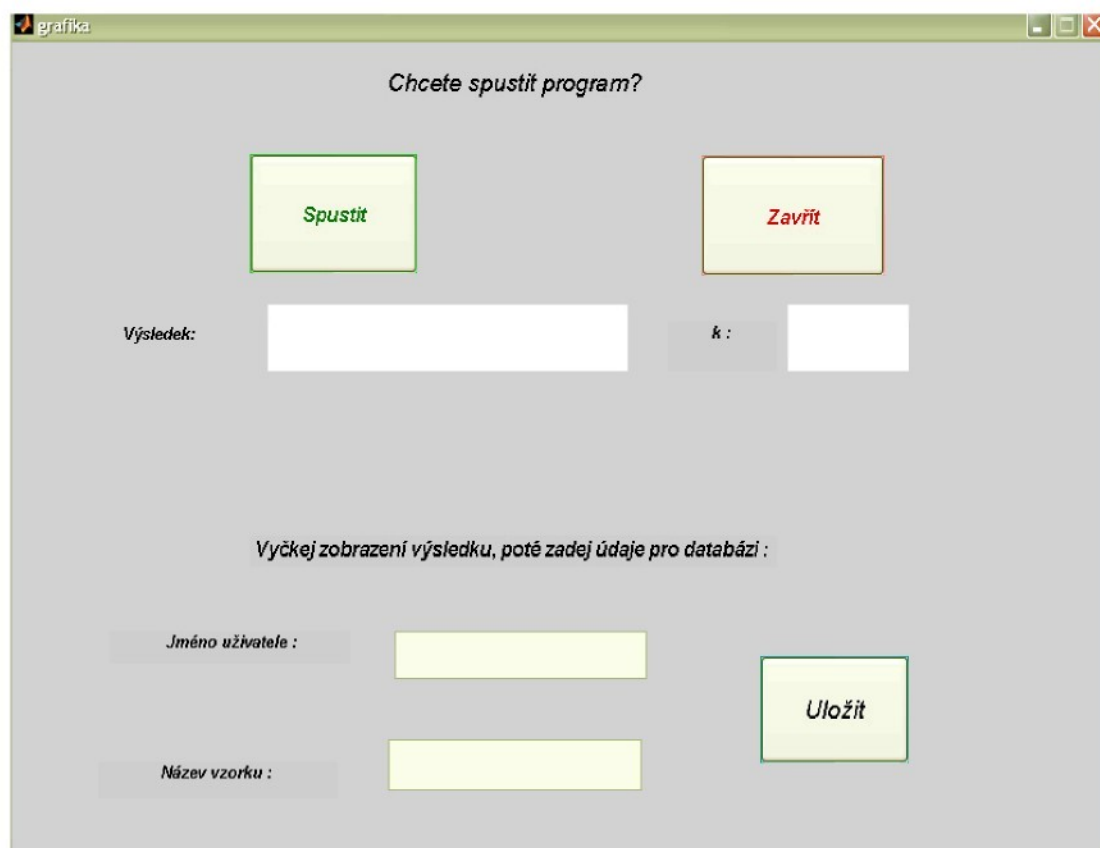
Jedná se o velmi jednoduchý proces, kdy uživatel pouze otevře program nazvaný „grafika“ s příponou .fig. Poté se zobrazí grafické okno.

To je možné vyvolat i jinými způsoby, například otevřením M-file se shodným názvem a stisknutím klávesy F5. Dalším možný způsob je otevírání přes příkazový řádek zapsáním „guide“ v Command Window a následným vyhledáním příslušného GUI. Grafické prostředí však bylo využito především pro jeho jednoduchost co se obsluhy týče, proto za nejlepší pro uživatele považují způsob první.

Na obrázku č. 44 je znázorněno grafické okno. Tlačítko „Spustit“ je naprogramováno na spouštění programu „snímání“ . Po ukončení snímání se v kolonce „výsledek“ zobrazí zařazení textilie do příslušné kategorie. Druhým výsledkem je pak koeficient k udávající číselné vyjádření mačkavosti dané textilie. Výpočet koeficientu je podrobně popsán výše.

Při stisknutí tlačítka „Spustit“ se také objeví do té doby neviditelné tlačítko

„Graf“. Využití této komponenty je zřejmé již z jejího názvu. Zobrazení grafu je časově poměrně náročné, proto je v okně umístěn label nabádající uživatele, aby vyčkal výsledku a teprve poté zadal údaje pro databázi do vymezených kolonek a uložil je příslušným tlačítkem. K zavření grafického okna slouží kromě standardního křížku v pravém rohu okna také pushbutton „Zavřít“ vyvolávající funkci close.



Obr. č. 44: Grafické okno „Grafika“

6.3 Seřazení měřených textilií dle mačkavosti

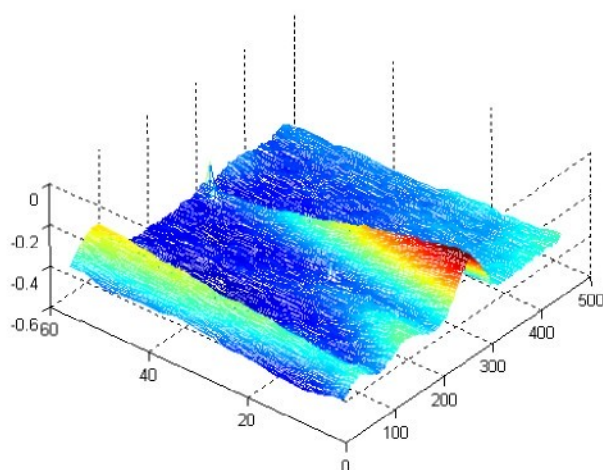
V následující tabulce jsou vzorky označené písmeny řazeny od nejnižší hodnoty mačkavosti po nejvyšší. Společně s tím je také uvedeno jejich zařazení do kategorie. Toto zařazení je uvedeno jak hodnotou číselnou (1-5), tak i vyjádřeno slovně (textilie je téměř nezmačkaná, slabě zmačkaná,...). Dalším údajem je koeficient k . Jedná se o číselnou hodnotu jež s rostoucí mačkavostí stoupá a díky níž můžeme vzorky seřazovat a porovnávat. Tento koeficient je tedy číselným vyjádřením mačkavosti textilie

hodnocené novou alternativní metodou. Jak je již uvedeno výše, jedná se o číslo bezrozměrné nabývající hodnot 1 až 6.

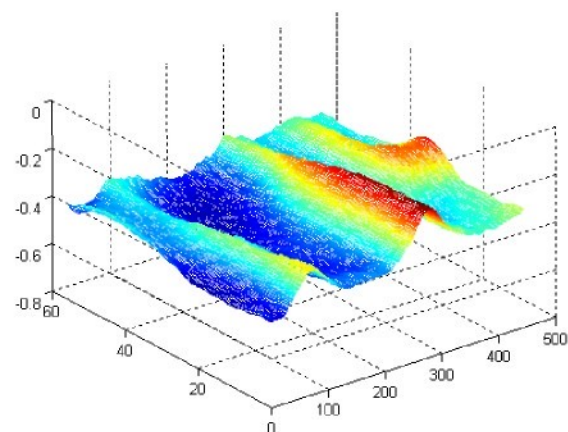
Označ. vzorku	Materiálové složení vzorku	Zařazení vzorku do kategorie mačkavosti		Koeficient k
		číselně	slovně	
D	100% CO	1	Vzorek je téměř nezmačkaný	1,304
E	75% PES, 25% CV	1	Vzorek je téměř nezmačkaný	1,869
J	55%CV , 45% LI	2	Vzorek je slabě zmačkaný	2,281
I	55% LI, 45% CV	2	Vzorek je slabě zmačkaný	2,999
H	58%WO, 42% PES	2	Vzorek je slabě zmačkaný	2,999
A	100% acetátové hedvábí	3	Vzorek je středně zmačkaný	3,552
C	73%CO, 25%PES, 2%spandex	3	Vzorek je středně zmačkaný	3,636
B	70% WO, 20% PA, 10% kaš.	4	Vzorek je značně zmačkaný	4,900
F	100% WO	5	Vzorek je velmi zmačkaný	5,122
G	90% PES, 10% lycra	5	Vzorek je velmi zmačkaný	5,330

Tab. č. 5: Seřazení vzorků dle mačkavosti

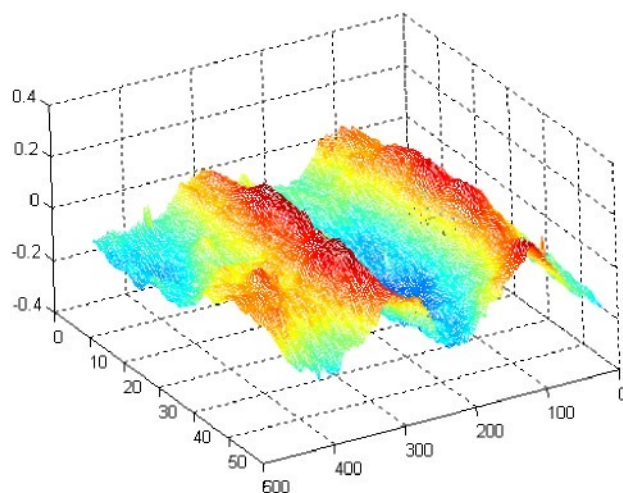
Výsledkem je mimo zařazení textilie do příslušné kategorie i její 3D zobrazení. Na následujících grafech je patrný rozdíl mezi textilií téměř nezmačkanou (Obr. č. 45a), středně zmačkanou (Obr. č. 45b) a velmi zmačkanou (Obr. č. 45c).



Obr. č. 45 a: Téměř nezmačkaná textilie



Obr. č. 45 b: Středně zmačkaná textilie



Obr. č. 45 c: Silně zmačkaná textilie

7. Diskuse výsledků

Výsledky získané alternativní metodou byly srovnávány s výsledky z přístroje UMAK. Pro přehlednost je v následující tabulce opět předloženo seřazení vzorků od nejnižší hodnoty mačkavosti po nejvyšší.

Metoda UMAK		Alternativní metoda	
Seřazení vzorku dle mačkavosti vzestupně	Čís.vyjádření mačkavosti (Úhel zotavení) [°]	Seřazení vzorku dle mačkavosti vzestupně	Čís.vyjádření mačkavosti (Koeff. k) [-]
D:100% CO	164,0	D:100% CO	1,304
E:75% PES, 25% CV	154,0	E:75% PES, 25% CV	1,869
J: 55%CV , 45% LI	143,8	J: 55%CV , 45% LI	2,281
I: 55% LI, 45% CV	142,2	I: 55% LI, 45% CV	2,999
A: 100% acetátové hedvábí	125,0	H: 58%WO, 42% PES	2,999
C: 73%CO, 25%PES, 2%spandex	104,0	A: 100% acetátové hedvábí	3,552
H: 58%WO, 42% PES	97,1	C: 73%CO, 25%PES, 2%spandex	3,636
B:70% WO, 20% PA, 10% kaš.	94,7	B: 70% WO, 20% PA, 10% kaš.	4,900
F: 100% WO	92,8	F: 100% WO	5,122
G: 90% PES, 10% lycra	77,5	G: 90% PES, 10% lycra	5,330

Tab. č. 6: Srovnání výsledků dvou testovaných metod

Podíváme-li se na číselné vyjádření mačkavosti u metody UMAK, hodnota úhlu zotavení klesá se zvyšující se mačkavostí. Naproti tomu u alternativní metody koeficient k, kterým mačkavost číselně vyjadřujeme, s touto vlastností roste.

Metody tedy z hlediska číselného vyjádření mačkavosti nejsou přímo srovnatelné. Přímě porovnávat však můžeme seřazení měřených textilií dle mačkavosti. V tomto případě se výsledky shodují téměř u všech vzorků pouze u materiálů středně mačkaných došlo k rozdílu. Diference v zařazení textilie s označením H lze lehce vysvětlit. Jedná se totiž o textilií vzorovanou (viz příloha 3). Součástí jejího vzoru jsou i nepatrné otvory, čímž vznikl nárůst nízkých hodnot při snímání laserem a vzorek je proto zařazen do slabě zmačkaných textilií. Z toho vyplývá, že tento hodnotící systém není vhodný pro textilie s plastickým či prostorovým vzorem.

Většina dosud známých metod hodnocení mačkavosti udává číselné vyjádření stejně jako metoda UMAK ve stupních představujících úhel zotavení. Tyto nejsou tedy přímo srovnatelné s navrženou metodou.

Další dostupné metody uvádí stupeň mačkavosti dle etalonu. Jedná se o celočíselné vyjádření mačkavosti. Stejný stupeň tedy může mít hned několik měřených textilií, přestože jejich mačkavost není zcela stejná.

Z toho vyplývá přínos navržené metody. Přestože několik textilií může být zařazeno do stejné kategorie (1-5), díky koeficientu k můžeme rozlišit mezi textilií méně a více zmačkanou v dané kategorii (viz tabulka č. 6).

Výsledky, máme-li na mysli číselné vyjádření mačkavosti, sice nejsou srovnatelné s jinými metodami, ale vzhledem ke schopnosti laserového snímače rozlišit i velmi malé rozměrové změny se dle mého názoru jedná o metodu přesnou.

K ověření správnosti měření byl připraven nový vzorek z materiálu, který byl již měřen dříve a jehož data byla uložena. Po snímání systém zařadil i tento nově přichystaný vzorek do stejné kategorie mačkavosti.

Dále byl použit materiál do té doby nehodnocený. Systém jej zařadil do textilií slabě zmačkaných, což odpovídalo také vizuálnímu stanovení mačkavosti.

Správnost měření je však třeba prověřit na větším počtu vzorků, což je také jedno z mých doporučení pro další vývoj a další práci.

8. Doporučení pro další vývoj

Při spuštění snímacího zařízení dochází k rázům, které mohou způsobit drobné nepřesnosti měření. K jejich odstranění by bylo vhodné zaměřit se na zesílení konstrukce základní desky.

Dalším z konstrukčních nedostatků, které lze vylepšit je upevňování vzorků. Základní měřicí deska je celokovová, v současné době je tedy zkoušený vzorek přichycen magnety ve vyznačené oblasti. Elegantnějším řešením by byly svorky či drobné čelisti.

Navržený hodnoticí systém byl vytvořen na základě dat získaných měřením sady vzorků. Vyzkoušen byl na stejné sadě textilií, dále pak na vzorku nově připraveném z již hodnocené textilie a nakonec také na vzorku dosud nesnímaném. Správnost hodnocení by bylo vhodné prověřit na větším počtu textilií, také na textiliích výrazně vzorovaných a to zejména s plastickým vzorem.

9. Závěr

Jedním z cílů této práce bylo provést rešerši zaměřenou na možnosti hodnocení mačkavosti plošných textilií. Jsou zde proto popsány dosud známé metody jejího hodnocení. Ty jsou děleny na základě několika kritérií, a to buď dle způsobu provádění měření nebo jedná-li se o metodu aplikovanou na definovaně (uspořádaně) či nedefinovaně (neuspořádaně) zmačkaný vzorek.

Dalším z dílčích úkolů bylo ověřit možnost využití laserového skenovacího zařízení dostupného na KOD pro snímání reliéfu zmačkané textilie a zařízení případně pro tento účel upravit. Zařízení jsem testovala na sadě vzorků jak textilních, tak i na drobných předmětech. Pro názornost, jak velké rozlišení použité laserové zařízení má, jsou v textu doloženy výsledné grafy získané snímáním těchto předmětů. Jedná se o žiletku, klíč a dále pak o přívěsek na klíče s vyraženým číslem. I takto nepatrné rozměrové změny byl přístroj schopen zachytit a prostřednictvím řídicího programu byly poté zaznamenány do trojrozměrných grafů.

Stěžejním úkolem byl návrh způsobu vyhodnocení mačkavosti z nasnímaného reliéfu tkaniny. To obnášelo v první řadě úpravu stávajícího programu, který sloužil ke spouštění snímacího zařízení. Dále byl rozšířen o část umožňující zpracování a vyhodnocení naměřených dat s následným zařazením textilie do příslušné kategorie mačkavosti a určení číselné hodnoty charakterizující míru této vlastnosti. Obsluha přístroje byla lépe přizpůsobena uživateli a značně zjednodušena. Komunikace mezi uživatelem a snímacím zařízením probíhá nyní pomocí grafického rozhraní GUI. Tento systém může využít kdokoli, ne jen člověk znalý programu Matlab, ve kterém jsou sestaveny řídicí programy. Data získaná snímáním jsou po zpracování vykreslena do 3D grafu a uložena s průvodními informacemi o uživateli a měření pro další možná zpracovávání a tvorbu databáze.

Pro ověření správnosti výsledků získaných měření vzorků alternativní metodou bylo zapotřebí určit mačkavost stejné sady textilií některou ze standardních metod. V našem případě měření na přístroji UMAK dostupném na KOD. Získané výsledky, máme-li na mysli číselné vyjádření mačkavosti, nejsou přímo srovnatelné. Ale přesto seřazení vzorků dle mačkavosti zjišťované na přístroji UMAK odpovídá seřazení stejných vzorků testovaných nově navrženou metodou, pomineme-li drobné výchyly. Lze tedy říci, že bezkontaktního skenovacího zařízení je možné využít pro hodnocení

mačkavosti textilie. Dokonce můžeme říci, že se jedná o měření velmi přesné vzhledem k vysoké schopnosti laserového snímače zaznamenat i nepatrné rozměrové změny. Výsledkem nového hodnotícího systému je jak zařazení textilie do příslušné kategorie vyjádřené slovně, tak i číselná hodnota vykazující její mačkavost. Tato hodnota není na rozdíl od dosud známých metod celočíselná, lze tedy rozlišit i mezi více či méně mačkavými textiliemi v rámci jedné kategorie. Především jde o metodu objektivní, nezátíženou chybou, kterou při subjektivním hodnocení způsobuje lidský faktor.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] Nosek, S.: Struktura a vlastnosti tkanin , Přednášky ve šk. roce 1998/99
- [2] Kovář, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií
- [3] Bajzík, V.: Disertační práce, Nevydáno
- [4] Staněk, J.: Nauka o textilních materiálech, díl 1. část 4. Skriptum VŠST. Liberec 1986.
- [5] Staněk, J.- Kubičková, M.: Oděvní materiály. Skriptum VŠST. Liberec 1986.
- [6] Norma ČSN 80 0871 Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce
- [7] Pecháček, F.- Janovský, J.: Zkoušení textilií pro 4. ročník SPŠ oděvních
- [8] Militký, J.: Textilní vlákna, Skriptum VŠST Liberec 1995
- [9] Hladík, V. a kol.: Textilní vlákna, SNTL Praha 1970
- [10] Odvárka, J.: Zušlechťování textilií.
- [11] Norma ČSN 80 0832 Zjišťování vzhledu plošných textilií po praní. Hladkost ploch, švů a stabilita puků
- [12] Norma ČSN 80 0820 Zjišťování mačkavosti. Schopnost zotavení horizontálně složeného proužku měřením úhlu zotavení
- [13] Sborník ze semináře. Zkoušení textilií. Technické museum v Brně
- [14] Drdlová, P.: Porovnání metod pro hodnocení mačkavosti textilií, DP VŠST Liberec 1993
- [15] Fleissig, J.-Pešová, Z.: Hodnocení mačkavosti textilií. VÚV Brno, Textil 1975
- [16] Wira. The Recovery of Wool Fabrics from Creasing. In Sborník odborných článků. Handbook 11. Section 4. 1974
- [17] Laird, W.- Weedall, P.J.: The Measurement of Creasing on Patterned Fabrics. Journal of The Textile Institute, 1994
- [18] Haasz, V.- Roztočil, J.-Novák, J.: Číslicové měřicí systémy. Skriptum ČVUT Praha 2000
- [19] Klímová Eva, Bezkontaktní metoda snímání deformace plošné textilie, DP TUL 2004
- [20] Humusoft s.r.o: MF614 multifunkční vstupně-výstupní karta:
<http://humusoft.cz/datacg/mf614cz.htm> [citováno dne 10.4.2006]
- [21] Microcon: Uživatelský manuál-Kontroler pro KM M1486. Dostupné z: www.microcon.cz [citováno dne 20.4.2006]

- [22] Hlava, J. : Prostředky automatického řízení II, Praha, Vydavatelství ČVUT. Dostupné z www.fsid.cvut.cz/cz/u20/par2/skripta-par.df [citováno dne 2.4.2006]
- [23] Krokové motory. Dostupné z <http://cs.uiowa.edu/~jones/step/index.html> [citováno dne 8.4.2006]
- [24] IRC: Prezentace firmy Gurley Precision Instruments. Dostupné z <http://www.gurley.com> [citováno dne 17.4.2006]
- [25] IRC. Dostupné z <http://measure.feld.cvut.cz> [citováno dne 17.4.2006]
- [26] Mikrospínače. Dostupné z <http://www.atecoom.cz/HSensing/mikroba.htm> [citováno dne 24.4.2006]
- [27] Laserový měřicí sensor L-GAGE, Banner: Uživatelský manuál
- [28] Manuál Matlab. Dostupné z <http://www.mathworks.com/products/> [citováno dne 17.4.2006]
- [29] Henselman, D.- Littlefield, B.: Mastering Matlab7, Department of Electrical and Engineering, University of Maine, 2005 Pearson Education, Inc.

Příloha č. 1

Zkouška na přístroji UMAK

-

Tabulky naměřených hodnot a výpočtů

	Hodnoty úhlů zotavení [°]							
Číslo vzorku	Délka				Šířka			
	líc		rub		líc		rub	
	5min	60min	5min	60min	5min	60min	5min	60min
1	79	93	83	107	92	108,5	87	105,5
	77,5	94	80	105	93	109	79,5	106
	79	94	82,5	103,5	93	108	84,5	104
	79	92,5	82,5	105	91,5	107,5	86	107
	76	95	82	105,5	93	108	85	105
2	86	94	89	94	86	94	87	99
	85,5	93,5	87	94	84,5	91,5	89,5	97,5
	86	94	86	93	82	90,5	86	101
	87,5	95	89	94,5	88	92	87	98,5
	85	93	85,5	94	85,5	93	85	98
3	131	139,5	112	115	114,5	117	121,5	126,5
	130,5	139	118	119,5	108	112,5	119	127
	131	140	116,5	117	111	115	123	128
	131,5	141	114	117,5	107,5	114,5	123,5	127
	129	138,5	113,5	116	109	110,5	118,5	126
4	142	145	155	163	162	169,5	157	164,5
	140,5	144	153	162	163	168	156	167
	143	144,5	152,5	161,5	160,5	170	156	32
	142	146	154	162,5	164	172	158,5	163,5
	141	145	155	163	162,5	169,5	156	166
5	155	156	156	158	170	179	158	162
	155,5	157	156	158,5	172	176,5	156,5	160
	156	156,5	157	158,5	172	178,5	159	163
	156	159	155,5	157	174	175,5	158	163,5
	154	155	157	159	172,5	174	157,5	162

6	66	77	68	76	66	76	68	79
	69	79	66	79	69	79	65	77,5
	65,5	75	67,5	78	65,5	75	64,5	79
	67	75,5	67	78,5	67	78,5	69	78,5
	67	77	68	76,5	67	78	66	77
7	83	91	87	92	85	92	83	93
	85	94	85	96,5	83	94	84,5	90,5
	84,5	92,5	84,5	94	85,5	91,5	86	92
	85,5	92,5	87,5	94,5	84	90,5	81	91,5
	82	93	87	95	83	93	82,5	93
8	87	96	89	98,5	89	96	88	99
	87	97	87	101	88	94,5	89,5	96,5
	87	93	86,5	99	87	97	91	94
	89	99	89	97	87	95	87	98
	88	97,5	91	98	88,5	97,5	88,5	98,5
9	139,5	142	139	148	138	144	138	143
	141	142	141	150	141	142	137,5	145
	138	145	135	147,5	139,5	143	138	146
	137,5	142	140	149	140	141	139	140
	140	138,5	139,5	147,5	139	140	137	142
10	132	139	136	149	132	139	130	135
	133,5	138	134	152	131	138	135	139
	131,5	139	134,5	150,5	133	137,5	131	136
	132	140	137	148	131,5	140,5	131	137
	133	138,5	135	148	133,5	140	132,5	138

	$\alpha_5[^\circ]$	Směrodatná odchylka[°]	Chyba průměru[°]	$\alpha_{60}[^\circ]$	Směrodatná odchylka[°]	Chyba průměru[°]
1	84,25	5,888814	1,316779	103,15	6,238239	1,394913
2	86,35	0,910014	0,203485	94,7	2,757943	0,616695
3	119,125	8,615892	1,926572	124,35	11,2123	2,507146
4	153,675	8,454427	1,890467	153,925	14,14377	3,162642
5	160,375	7,633551	1,706914	163,425	8,847802	1,978429
6	66,9	0,316228	0,070711	77,45	0,604669	0,135208
7	84,425	1,184206	0,264797	92,8	1,06066	0,237171
8	88,2	0,53033	0,118585	97,1	1,137431	0,254337
9	138,875	0,672565	0,15039	143,875	2,976339	0,66553
10	132,95	1,52991	0,342098	141,1	5,494884	1,228693

Příloha č. 2

Zdrojové kódy

Hlavní řídicí program – „snímání“

```
y=0; z=0; t=0; yy=0; m=0; v=0; t=0; g=0; L=0; VV=[]; S=[];
```

```
% pokud snímáme vzorek z jiného důvodu než pro hodnocení mačkovosti, následující  
% odstavec příkazů „odzávorkovat“
```

```
%disp('Vyber z nasledujících variant snimanych vzorku: 8x8 = v1, 4x8 = v2, 4x4 = v3 ')
```

```
% motor=input('Zvolena varianta','s');
```

```
% if motor == v1
```

```
%     motorky=motorky1;
```

```
% end;
```

```
% if motor == v2
```

```
%     motorky=motorky2;
```

```
% end;
```

```
% if motor == v3
```

```
%     motorky=motorky3;
```

```
% end;
```

```
% pokud zpracováváme data offline, následující odstavec příkazů „ozávorkujeme“
```

```
motorky;
```

```
sim('snim'); snim;
```

```
vzorek=input('zadej nazev: ','s');
```

```
save vzorek vse;
```

```
save vse vse
```

```
%zde závorkování pro práci offline končí
```

```
%load 3data.mat % příkaz funkční pro práci offline, jinak zazávorkovaný
```

```
z=vse(:,2);
```

```
y=vse(:,1);
```

```
N=length(z);
```

```
zz=z;
```

```

while t<=N
    t;
    if t>=10
        if (z(t) < z(t-1)) & (z(t-1) == z(t-2))           %podminka pohybu
            if ((z(t)-10)>z(t+2)) %& (z(t+3)>z(t+4))
                yy=y(1:t);
                y([1:(t-2)],:)=[];                         %odecteni pouzitych dat
                z([1:(t-2)],:)=[];
                yy=[];
                t=N+1;
            end
        end
    end
    t=t+1;
end
t=1;
aktualnipozice = 1;
while (t<=N) & (aktualnipozice <= N)
    t;
    if t>=30
        if ((z(t-1))-z(t)>50)                               %podminka pohybu
            if (abs(z(t)-z(t-1))>50)
                yy=y(1:t);
                t;
                L=L+1;
            end
            if L==2
                yy=flipud(yy);
                L=L-2;
            end,

            m=size(VV,2);                                   %velikost matice
            v=length(yy);                                   %velikost vektoru
            if m > 0
                if v >= m                                   %porovna a vyrovnava delky matice a vektoru

```

```

        yy=yy(1:m);
    elseif m > v
        VV=VV(:,1:v);
    end;
end;
VV=[VV;yy'];           %přidá řádek y k matici V
y([1:(t-2)],:)=[];     %odečtení použitých dat
z([1:(t-2)],:)=[];
yy=[];
t=2;
N=length(z);
if (N)<=m, break, end
end;
end;
end;
t=t+1;
aktualnipozice=aktualnipozice+1;
end;

VV=fliplr(VV);
save VV VV;    % uloží data pro práci v grafickém okně a pro samostatné vykreslení
               grafů

%vykreslení grafů – „zazávorkováno“, protože jej nyní spouštíme vyvoláním
               podprogramu grafy

%pr=prepocet(VV);
%figure;
%mesh(pr);grid on;title('namerena data');xlabel('mm'); %vykreslení naměřených hodnot
%f1=filt2(VV',0.05);
%f2=filt2(f1',0.05);
%figure;
%mesh(f2); grid on; title('filtrovany vzorek');    % vykreslení filtrovaných hodnot

```

%statistické zpracování a rozřídění dat

```
minimum=min(y);
maximum=max(y);
pocetrid=35;
velikosttridy=(maximum-minimum)/pocetrid;
prvky=y(:,:);
S1("");S2("");S3(""); S4("");S5("");

for j=0:34
    P=0;
    for i=1:length(y)
        if prvky(i,1)>=(minimum+j*velikosttridy) &
            prvky(i,1)<=(minimum+(j+1)*velikosttridy)
            P=P+1;
        end
    end
    vysledek((j+1),1)=P;
end;
```

% hodnotící systém- řazení vzorku do kategorie dle četnosti dat ve třídách

```
pocitadlo0=0;
for m=1:5
    if vysledek(m,1)>=8000
        pocitadlo0=pocitadlo0+1;
        k=0;
        disp('vzorek je temer nezmackany');
    end;
end;
if pocitadlo0>=1 & pocitadlo0<=5
    S1('vzorek je temer nezmackany');
end;
```

```

for m=1:5
    if vysledek(m,1)==8000
        k=1;
    end;
    if vysledek(m,1)>8000
        k=1+((vysledek(m,1)-8000)/1000);
    end;
end;
pocitadlo1=0;
for n=10:17
    if vysledek(n,1)>1000 & vysledek(n,1)<4000 & vysledek(35,1)<100
        maxik=max(vysledek(n,1));
        k=0;
        pocitadlo1=pocitadlo1+1;
        pocitadlo1;
    end;
end;
if pocitadlo1>=5
    disp('vzorek je slabe zmackany');
end;
if pocitadlo1>=5
    S2=('vzorek je slabe zmackany');
end;
if pocitadlo1==5
    k=2;
end;
if pocitadlo1>5 & pocitadlo1<8
    k=2+((4000-maxik)/10000);
end;
if pocitadlo1==8
    k=2,999;
end;

```

```

for o=1:5
    maxim=max(vysledek(:,:));
    if vysledek((4+o),1)==maxim & maxim>=5500 & maxim<=8000;
        disp('vzorek je stredne zmackany');
    end;
    if vysledek((4+o),1)==maxim & maxim>=5500 & maxim<=8000
        S3=('vzorek je stredne zmackany');
        k=0;
    end;
    if maxim==5500
        k=3;
    end;
    if maxim>5500 & maxim<8000
        k=3+(maxim/10000);
    end;
    if maxim==8000;
        k=3,999;
    end;
end;
pocitadlo3=0;
for p=13:32
    if vysledek(p,1)>vysledek((p+1),1) & vysledek(p,1)<1000 & vysledek(p,1)>100;
        pocitadlo3=pocitadlo3+1;
    end;
end;
if pocitadlo3>=13
    disp('vzorek je znacne zmackany');
    k=0;
end;
if pocitadlo3>=13
    S4=('vzorek je znacne zmackany');
end;
if pocitadlo3==13
    k=4;

```

```

end;
if pocitadlo3==20
    k=4,999;
end;
if pocitadlo3>13 &pocitadlo3<20
    k=4+(pocitadlo3/20);
end;
pocitadlo4=0;
if vysledek(35,1)>=100
    pocitadlo4=pocitadlo4+1;
    disp('vzorek je velmi zmacpany');
end;
if vysledek(35,1)>=100
    S5=('vzorek je velmi zmacpany');
    k=0;
end;
if vysledek(35,1)==100
    k=5;
end;
if vysledek(35,1)>100
    k=5+(vysledek(35,1)/1000);
end;

```

```
S=[S1 S2 S3 S4 S5];
```

```
% vypíše výsledek měření
```

```
save S S;
```

```
%ukládání proměnné pro práci v grafickém okně
```

```
k
```

```
save k k;
```

Funkce pro přepočet výšky vzorku na skutečné souřadnice v mm

```
function [souradnice] = prepocet(mat)
```

```
c = size(mat,1);
```

```
d = size(mat,2);
```

```
souradnice = zeros(c,d);
```

```
dif=min(mat)
```

```
odecet=min(dif)
```

```
for i = 1:c
```

```
    for j=1:d
```

```
        souradnice = mat - odecet;
```

```
    end
```

```
end
```

```
souradnice=souradnice*10
```


Funkce pro filtrování dat

```
function [result] = filtr2(matice,offset)
a = size(matice,1);
b = size(matice,2);
result = zeros(a,b);

i = 1;
while i <= a
    j = 1;
    while j <=b
        if j == 1
            old = matice(i,j+2);
        else
            old = matice(i,j-1);
        end
        if j < b
            next = matice(i,j+1);
        else
            next = matice(i,j-2);
        end

        if (abs (matice(i,j) - ((old+matice(i,j)+next)/3))<= offset)
            result(i,j) = ((old+matice(i,j)+next)/3);
        else
            result(i,j) = matice(i,j);
        end
        j=j+1;
    end
    i=i+1;
end
```

Podprogram pro řízení krokových motorů – „motorky“

```
%snímá vzorek cca 8x8 cm
com=xserial('Port','com1');
fopen(com);
set(com,'BaudRate', 4800,'Parity','even');
get(com);
get(com,'Open');
fwrite(com,'\')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'XG')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'S600')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'V600')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'A600')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'I')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'L50')          %ovlivňuje šířku - počet cyklů, kolikrát jede tam a zpět
% pro vzorek 4x8  a 4x4 fwrite(com,'L25')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'X1')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
```

```

fwrite(com,'B200000')          %ovlivňuje délku
% pro vzorek 4x4 fwrite(com,'B100000')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'R')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'C18')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'O3')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'I')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'T18')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'E')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'L49')              %ovlivňuje šířku - počet cyklů, druhý motor
% pro vzorek 4x8 a 4x4 fwrite(com,'L24')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'X2')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'O3')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'B2000')            % 128000 mikrokroků=5cm, %2560mikro kroků=1mm
fwrite(com,char(13))

```

```
pause(1)
fwrite(com,'R')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'C18')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'Z3')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'R')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'E')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'X1')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'B128000')
fwrite(com,char(13))
pause(1)
fwrite(com,'R')
fwrite(com,char(13))
fclose(com)
```

Podprogram pro vykreslení grafů

```
load VV VV;  
pr=prepocet(VV);  
figure;  
mesh(pr);grid on;title('namerena data');xlabel('mm');    %vykresleni namerenych hodnot  
f1=filtr2(VV',0.05);  
f2=filtr2(f1',0.05);  
figure;  
mesh(f2); grid on; title('filtrovany vzorek');
```

Program pro grafické okno – „Grafika“

```
function varargout = grafika(varargin)
% funkce vyvolané automaticky při přidání komponent v grafickém okně
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',    mfilename, ...
                  'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @grafika_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn', @grafika_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn', [] , ...
                  'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function grafika_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
function varargout = grafika_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

%funkce pro zavření grafickho okna
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
close

function text3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```

else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end

%funkce naprogramovaná na stisknutí tlačítka Snímání
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
snimani                                % spuštění hlavního programu Snimani
load S
set(handles.text3,'string',S);          % výpis výsledku
set(handles.pushbutton8,'Visible','on'); % zobrazení tlačítka Graf
load k
set(handles.text9,'string',k);          % výpis koeficientu k

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

%funkce naprogramovaná na stisknutí tlačítka Uložit
function pushbutton6_Callback(hObject, eventdata, handles)
jmeno = get(handles.edit2,'string');
nazev = get(handles.edit3,'string');
datum = date;
load vse;
[filename,pathname,filterindex]=uiputfile('* .mat','uloz jako');
% Příkaz 'uiputfile' volá standardní dialogové okno pro uložení souboru.
'uloz' je titulek dialogu. Funkce vrací hodnoty
                                % filename ... název souboru
                                % pathname ... cesta k souboru
                                % filterindex ... pokud je roven nule, uživatel
                                zvolil storno

```

```
if filterindex~=0      % Pokud uživatel nezvolil Storno, do zvoleného souboru jsou  
                        uloženy hodnoty 'vse','jmeno','nazev','datum' (viz výše)  
    save(filename,'vse','jmeno','nazev','datum');  
end;
```

```
%funkce naprogramovaná na tlačítko Graf, vyvolávání grafu  
function pushbutton8_Callback(hObject, eventdata, handles)  
grafy
```


Příloha č. 3

Vzorky hodnocených textilií