



# Využití systému analýzy obrazu k objektivnímu hodnocení výsledků měření vybraných užitečných vlastností plošných textilií

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B3107 Textil

*Studijní obor:*

Výroba oděvů a management obchodu s oděvy

*Autor práce:*

**Anna Šturcová**

*Vedoucí práce:*

Ing. Renáta Nemčoková

Katedra oděvnictví





## Zadání bakalářské práce

# Využití systému analýzy obrazu k objektivnímu hodnocení výsledků měření vybraných užitečných vlastností plošných textilií

*Jméno a příjmení:* **Anna Šturcová**  
*Osobní číslo:* T16000313  
*Studijní program:* B3107 Textil  
*Studijní obor:* Výroba oděvů a management obchodu s oděvy  
*Zadávací katedra:* Katedra oděvnictví  
*Akademický rok:* **2018/2019**

### Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši týkající se testování užitečných vlastností plošných textilií.
2. Provedte testování vámi zvolených užitečných vlastností vybraných plošných textilií a navrhnete způsob hodnocení pomocí systému analýzy obrazu.
3. Vytvořte metodiku pro hodnocení dané užitečné vlastnosti pomocí systému analýzy obrazu.
4. Diskutujte využití systému analýzy obrazu k objektivnímu hodnocení výsledků měření.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

dle rozsahu dokumentace  
cca 40 stran  
tištěná  
Čeština



### **Seznam odborné literatury:**

- STANĚK, Jaroslav. Nauka o textilních materiálech. Díl I., Část 4., Vlastnosti délkových a plošných textilií. Skripta VŠST. Liberec, 1986.
- Platné normy ČSN ISO EN vztahující se k testování užitečných vlastností plošných textilií.
- RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. Oděvní materiály. Technická univerzita v Liberci. Textilní fakulta. Liberec, 2003. ISBN 8070836822 .

*Vedoucí práce:*

Ing. Renáta Nemčoková  
Katedra oděvnictví

*Datum zadání práce:*

14. prosince 2018

*Předpokládaný termín odevzdání:*

29. května 2020

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka

L.S.

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs  
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. prosince 2018

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

7. května 2020

Anna Šturcová

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá hodnocením vybraných užitných vlastností plošných textilií analýzou obrazu. Teoretická část práce je především seznámení s tematikou užitných vlastností plošných textilií, jejich obecným rozdělením a jednotlivými příklady. Zaměřuje se také na obeznámení se systémem analýzy obrazu a počítačovým programem NIS – Elements. Tato práce zahrnuje experimentální část, která se zabývá testováním zvolených užitných vlastností vybraných plošných textilií podle předepsané technické normy. A dále navržením způsobu hodnocení těchto užitných vlastností pomocí systému analýzy obrazu a zpracováním vhodné metodiky.

**Klíčová slova:** Obrazová analýza, NIS – Elements, žmolkovitost, mačkavost, metoda úhlu zotavení, metoda dutého válce

## **Annotation**

This bachelor thesis deals with evaluation of selected utility properties of fabrics by an image analysis system. Theoretical part of this work is especially about familiarization with utility properties of fabrics, its general dividing and individual examples. It also focuses on familiarization with image analysis system and computer program NIS – Elements. This work includes experimental part which deals with the measurement of chosen utility properties on selected fabrics according to a prescribed technical standart. Furthermore it designs a way to evaluate these chosen utility properties with utilization of image analysis system and forms a suitable methodology.

**Key Words:** Image Analysis, NIS – Elements, Fabric Pilling, Fabric Creasing, Angle Recovery Method, Hollow Cylinder Method

# Obsah

Úvod.....	8
1 Užitné vlastnosti plošných textilií.....	9
1.1 Obecné rozdělení užitečných vlastností.....	10
1.1.1 Trvanlivost textilií.....	10
1.1.2 Estetické vlastnosti.....	10
1.1.3 Fyziologické vlastnosti.....	11
1.1.4 Možnost údržby.....	11
1.1.5 Ostatní užité vlastnosti.....	12
1.2 Vybrané užité vlastnosti.....	13
1.2.1 Zjišťování užitečných vlastností textilií používáním.....	13
1.2.2 Žmolkovitost.....	14
1.2.2.1 Norma měření žmolkovitosti.....	14
1.2.3 Mačkovost.....	16
1.2.3.1 Norma měření mačkovosti pomocí úhlu zotavení.....	16
1.2.3.2 Norma měření mačkovosti pomocí dutého válce.....	18
2 Obrazová analýza v programu NIS – Elements.....	19
2.1 Měření v programu NIS-Elements.....	19
2.2 Systém analýzy obrazu.....	20
2.3 Typy obrazů.....	21
3 Výběr vzorků.....	22
4 Žmolkovitost.....	23
4.1 Výsledky měření pomocí technické normy.....	23
4.2 Návrh způsobu měření pomocí obrazové analýzy.....	24
4.3 Výsledky měření žmolkovitosti pomocí obrazové analýzy.....	28
4.5 Postup pro hodnocení žmolkovitosti pomocí obrazové analýzy.....	30
5 Mačkovost.....	31
5.1 Měření mačkovosti pomocí metody úhlu zotavení.....	31
5.1.1 Výsledky měření dle technické normy.....	31
5.1.2 Návrh způsobu měření pomocí obrazové analýzy.....	32
5.1.3 Výsledky měření úhlu zotavení pomocí obrazové analýzy.....	35
5.1.4 Postup pro hodnocení úhlu zotavení pomocí obrazové analýzy.....	36
5.2 Měření mačkovosti pomocí dutého válce.....	37
5.2.1 Výsledky měření dle technické normy.....	37
5.2.2 Návrh způsobu měření pomocí obrazové analýzy.....	38
5.2.3 Výsledky měření mačkovosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou –	

metoda 1 .....	42
5.2.5 Postup pro hodnocení mačkavosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 1 .....	44
5.2.7 Výsledky měření mačkavosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 2 .....	45
5.2.8 Postup pro hodnocení mačkavosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 2 .....	46
Závěr.....	47
Seznam použité literatury .....	49
Seznam obrázků .....	51
Seznam tabulek .....	52
Seznam rovnic .....	52
Přílohy .....	53

# Úvod

Pro testování užitných vlastností plošných textilií je sepsáno a předepsáno velké množství technických norem. Některé z těchto norem hodnotí výsledky testování užitných vlastností pomocí normovaných etalonů a tedy na základě subjektivního hodnocení zkoušejícího. Cílem této práce je navrhnout způsob hodnocení užitných vlastností plošných textilií objektivním způsobem pomocí systému analýzy obrazu.

Analýza obrazu je metoda zpracování obrazu používaná např. při posuzování jakosti a kvality výrobků, při níž se nahrazuje vizuální subjektivní hodnocení člověkem. Je to programový systém, který byl vyvinut pro pořizování a ukládání obrazů, interaktivní měření geometrických vlastností vláken, přízí a plošných textilií nebo jiných netextilních materiálů.

Tato bakalářská práce je rozdělena do dvou hlavních částí: část teoretická a experimentální. Cílem teoretické části práce je především seznámení s tematikou užitných vlastností plošných textilií, s jejich obecným rozdělením a jednotlivými příklady. Součástí je také představení užitných vlastností vybraných pro experimentální část, kterými jsou žmolkovitost a mačkovost. Tato část práce se věnuje jejich podrobnějšímu popisu, příčinám vzniku, metodám testování a vybraným technickým normám pro jejich testování. Předmětem teoretické části je také vysvětlení systému analýzy obrazu a počítačového programu NIS – Elements.

Pro experimentální část bylo vybráno celkem 5 vzorků plošných textilií různých materiálů, vazeb a zbarvení pro rozmanitost výsledků testování. Cílem experimentální části je nejprve otestovat a zhodnotit zvolené užitné vlastnosti těchto vybraných plošných textilií podle předepsané technické normy. Dále navrhnout způsob hodnocení těchto užitných vlastností pomocí systému analýzy obrazu a pro jejich evaluaci zpracovat vhodnou metodiku.



# 1 Užité vlastnosti plošných textilií

Užite vlastnosti musí být takové, aby oděvní výrobky zhotovené z oděvních materiálů plnily všechny funkce oděvu, a aby vyhovovaly požadavkům spotřebitele během užívání. Vlastnosti plošných textilií jsou závislé na vlastnostech délkových materiálů, ze kterých jsou plošné textilie konstruovány. Mezi takové vlastnosti patří například druh vlákna, dostava, vazba, jemnost přízí apod.

Na oděvy a oděvní materiály jsou kladeny určité požadavky. Dle těchto požadavků lze užité vlastnosti obecně rozdělit do několika základních skupin. Jsou to estetické vlastnosti, trvanlivost, možnost údržby, fyziologické vlastnosti a speciální požadavky. Tato skupina vlastností se podílí na splnění speciálních požadavků, které jsou kladeny pouze na určité druhy oděvů. Například u oděvů do deště je požadována nepromokavost, u oděvů, určených jako ochrana proti ohni, je požadována nehořlavost.

Užite vlastnosti textilií lze také hodnotit z hlediska funkčnosti a komfortu. Z hlediska funkčnosti se jedná například o vlastnosti jako odolnost v oděru, pevnost v tahu, ohybová tuhost, mačkavost, srážlivost apod. Jsou to takové vlastnosti, které jsou schopny odolávat poškození během jejich užívání. U hodnocení užitných vlastností z hlediska komfortu, se jedná o souhrn vjemů spotřebitele při užívání textilního výrobku. Do těchto vlastností patří stálobarevnost, omak výrobku nebo například paropropustnost.

Hlavním úkolem textilie, v oblasti užitných vlastností, je schopnost odolávat poškození a opotřebení během užívání. Oděvní výrobky jsou neustále ohýbány, natahovány, odírány, stlačovány a působí na ně vnější vlivy, jako je teplo, záření apod. Důsledkem se pak ze struktury textilie uvolňují jednotlivá vlákna, textilie se ztenčují a jsou méně odolné vůči dalšímu opotřebení. [13]

## **1.1 Obecné rozdělení užitných vlastností**

Užitné vlastnosti textilií lze rozdělit do několika základních skupin, jako je trvanlivost, estetické vlastnosti, fyziologické vlastnosti, možnost údržby a ostatní užitné vlastnosti neboli speciální požadavky.

### **1.1.1 Trvanlivost textilií**

Schopnost textilie odolávat vůči opotřebení a poškození se nazývá trvanlivost textilií. Během užívání textilií a při jejich údržbě (to znamená praní, čištění, kartáčování, atd.) na textilie a oděvy působí spousta vlivů. Textilie jsou ohýbány, natahovány, stlačovány, odírány, působí na ně světlo, teplo, pot a další vnější vlivy. Tím pádem se textilie stávají méně odolné vůči dalšímu opotřebení a zhoršuje se tím i jejich vzhled. Odolnost textilií vůči poškození a opotřebení je hodnocena pomocí laboratorních zkoušek. Mezi důležité trvanlivostní vlastnosti textilií a oděvů patří například pevnost v tahu a tažnost textilií, odolnost v oděru, odolnost proti posuvu nití ve švu a pevnost a tažnost švů. [13]

Odolnost v oděru je základní vlastností, která rozhoduje o trvanlivosti a funkčnosti výrobku. Při styku plochy textilie s textilií nebo drsným povrchem dochází k oděru. Při měření odolnosti v oděru se způsob namáhání plošné textilie na oděr napodobuje způsobu praktického nošení, kdy je textilie vystavena různým brusným povrchům. Tímto procesem se textilie poškozuje, klesá její užitná hodnota a dochází tak k postupnému opotřebení povrchu. [17]

### **1.1.2 Estetické vlastnosti**

Estetické vlastnosti mají vliv na emocionální stránku nositele. Velký důraz je kladen na subjektivní pocity nositele hotového oděvního výrobku. Jedná se například o moment, kdy si uživatel materiál vyzkouší a subjektivně ho ohodnotí slovy jako měkký, hebký, drsný apod. To samé také platí pro vzhled oděvních textilií. Tyto vlastnosti se dají ovlivnit druhem oděvního materiálu a jeho parametry. Mezi tyto parametry se především řadí materiálové složení, použité příze, vazba a konečná úprava. Na vzhledu se výrazně podílí i vybarvení materiálu. Pomocí laboratorních zkoušek lze hodnotit stálobarevnost, mačkavost, žmolkovitost, zátrhovost, splývavost nebo tuhost. [13,18]

### 1.1.3 Fyziologické vlastnosti

Fyziologické vlastnosti materiálů umožňují regulovat oděvní mikroklima, které podmiňuje subjektivní pocity člověka (jako je nálada a pracovní schopnost). Tyto vlastnosti mají velký význam pro hodnocení hygieničnosti oděvu. Fyziologické vlastnosti určují, zda oděv bude dobře odvádět pot, zda bude hřejivý nebo chladivý apod. Mezi takové vlastnosti se řadí prodyšnost, savost, tepelně-izolační vlastnosti, nasákavost nebo taky propustnost vodních par. [13]

Propustnost vzduchu neboli prodyšnost je schopnost textilie propouštět vzduch. Prodyšnost se hodnotí jako rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo definovanou plochou zkušebního vzorku při stanoveném tlakovém spádu a době. Princip měření propustnosti vzduchu je nasávání vzduchu a měření rychlosti proudu vzduchu procházejícího kolmo danou plochou zkušebního vzorku plošné textilie při stanoveném tlakovém spádu. [4]

### 1.1.4 Možnost údržby

Další skupinou obecného rozdělení užitných vlastností je možnost údržby textilie. U oděvních výrobků je vždy nutno ověřovat způsob údržby materiálů, jelikož oděvní výrobky jsou zhotoveny z více materiálů a vhodný způsob údržby musí být volen s ohledem na nejcitlivější z nich. U některých materiálů může nevhodná údržba způsobit nenapravitelné vady, jako jsou například lomy, nežádoucí lesk, apod. U možnosti údržby textilií se zkoumají vlastnosti jako srážlivost při praní, chemickém čištění, žehlení atd. Důležitou vlastností textilie je také stálobarevnost při praní nebo chemickém čištění. [13]

Stálobarevnost je velmi důležitým ukazatelem kvality textilních výrobků. Stálobarevnost výrobku se může měnit různými faktory: působením světla, při praní (domácím, komerčním), otěrem (mokrým, suchým), při žehlení, při chemickém čištění apod. Pro hodnocení barevné změny se využívají barevné etalony neboli stupnice. Prvním je šedá stupnice, která má 5 stupňů a hodnotí se změna odstínu zkoušeného materiálu. Druhým způsobem je modrá stupnice, která má 8 stupňů. U této stupnice se hodnotí pouze stálobarevnost na světle. [5]

### **1.1.5 Ostatní užité vlastnosti**

Ostatní užité vlastnosti zahrnují zvláštní požadavky, které jsou kladené pouze na určité druhy oděvů s ohledem na jejich použití. Mezi tyto požadavky patří například nepromokavost u oděvů určených do deště, nehořlavost u oděvů, které jsou předepsané jako ochrana proti ohni a vysokým teplotám a nepropustnost pro kyseliny a zásady u oděvů příslušným jako ochranné oděvy do chemických provozů. [13]

Například nepromokavost (vodoodpudivost) nebo smáčivost, je dána poměry povrchových napětí, které vznikají na rozhraní vzduchu, vody a textilie. Při hodnocení nepromokavosti textilie se využívá metoda umělého deště. Je to simulace chování textilie při smáčení proudem kapek vody. Poté se hodnotí vzhled mokré části textilie, množství vody, které protéklo textilií a množství vody absorbované textilií během zkoušky. [6]

## 1.2 Vybrané užité vlastnosti

Plošné i délkové oděvní materiály, jako součásti oděvů, jsou vystaveny účinkům jak vnějšího prostředí (teplota a vlhkost vzduchu, sluneční záření, déšť, nečistoty v ovzduší,...), tak vnitřního prostředí (vlhkost a teplo organismu, působení potu,...). Na oděv zároveň ještě působí vlivy silové, kdy je na oděv vystaveno určité zátěži při pohybu organismu, nebo například při jeho údržbě. Je nutné zjišťovat vlastnosti a parametry plošných i délkových textilií pomocí zkoušek (objektivních i subjektivních), aby bylo možné předvídat jejich chování v procesu zpracování i v procesu užívání. [13]

Tato bakalářská práce se v rámci využití hodnocení pomocí obrazové analýzy bude věnovat několika vybraným užitém vlastnostem plošných textilií. V této kapitole jsou vybrané charakteristiky popsány a u každé je rozepsán způsob jejího měření dle technických norem ČSN.

### 1.2.1 Zjišťování užité vlastností textilií používáním

Zjišťování užité vlastností textilií používáním se stanoví dle normy ČSN 80 0834, která byla schválena v roce 1985. Norma platí pro textilní výrobky, které jsou spotřebního charakteru a stanoví jejich užité vlastnosti používáním. Norma neplatí pro technické textilie, které se musí zkoušet speciálním způsobem.

Metody zjišťování užité vlastností textilií používáním jsou dvě. První metodou je metoda jedné varianty, kdy se zjišťují užité vlastnosti jedné varianty textilie. Tato metoda se použije, jestliže se u textilií sleduje, zda se při používání vyskytuje nějaká vlastnost či nikoliv. Počet zkušebních vzorků musí být volen tak, aby vzhledem k posuzované vlastnosti a druhu výrobku zajišťoval požadovanou statistickou jistotu výsledků provedených zkoušek.

Druhá metoda se nazývá komparativní. Jedná se o zjišťování užité vlastností textilie při srovnání dvou nebo více variant textilií, které jsou zkoušené za stejných podmínek používání. Cílem je určit rozdíly v jejich užité vlastnostech. [1]

## 1.2.2 Žmolkovitost

Žmolkovitost je charakterizována jako negativní vlastnost a je to proces samovolného vytahování vláken na povrch textilie. Na tomto procesu se podílí délka vláken, dostava, resp. hustota a dále například i stupeň a účinnost konečné úpravy textilie. K mechanismu vzniku žmolků přispívá i tření textilií po sobě, nebo jejich ohýbání. Při ohybu dochází mezi vlákny v přízi k vzájemnému pohybu, a odstávající vlákna, která jsou zakotvena malou relativní délkou v přízi, mají možnost se dostat nad povrch textilie.

Tím dochází k tomu, že vlákna v přízi se dostávají svými konci nad povrch. Způsobuje to jejich vysoká tuhost a tudíž nízká přizpůsobivost dynamickým podmínkám. Nad povrchem textilie z původních vyčnívajících konců vláken vzniká žmolek, který se po dalším procesu namáhání na ohyb ulomí a odpadne. Vlákna různých typů, zejména s ohledem na fyzikální charakteristiky mají různé sklony ke žmolkování.

Mezi metody měření žmolkování patří simulační metody, které napodobují skutečné podmínky tvorby žmolků při používání textilie. Plošné textilie jsou vůči sobě vystaveny plošnému otěru. Přístroj na testování žmolkovitosti textilií se skládá ze 2 částí: spodní kruhová čelist a horní kruhová čelist. Na spodní kruhové čelisti je upnutá textilie a vykonává krouživý pohyb. Horní čelist, na které je natažen druhý vzorek stejné textilie, je horizontálně pevná a je zatížena hmotností  $m$ . Horní čelist slouží k odklopení pro odečítání počtu žmolků v daných časových intervalech. Podle ČSN je stanovena doba, resp. počet otáček spodní čelisti, pro určení žmolkovitosti textilie stupněm. [17]

### 1.2.2.1 Norma měření žmolkovitosti

Pro měření žmolkovitosti byla vybrána norma ČSN 80 0846 – *Zjišťování odolnosti proti opotřebení přístroji typu MARTINDALE*. Tato norma stanoví zkušební metodu pro zjišťování odolnosti všech druhů plošných textilií proti žmolkování, rozvláknění a změně barevného odstínu při předepsaném plošném namáhání.

Podstatou zkoušky je, že se zkušební vzorky odírají standartní odírací tkaninou. Po stanoveném počtu otáček, nebo časových intervalech, se vizuálně hodnotí změna původního vzhledu textilie, a to samostatně z hlediska oděru, žmolkování, rozvláknění a barevného odstínu. Porovnání se provádí s normovanými etalony. [2]

Zkušební přístroj MARTINDALE se skládá ze základní desky, na které jsou umístěny žmolkovací stoly a pohonný mechanismus. Ten se skládá z jedné vnitřní a dvou vnějších pohonných jednotek, které způsobují, že vodící deska držáků vzorků sleduje Lissajousův obrazec. Vodící deska se pohybuje horizontálně pomocí pohonného mechanismu tak, že každý její bod sleduje stejný Lissajousův obrazec.

Vodící deska je opatřena tělesy ložisek a ložisky s nízkým třením, v nichž jsou uloženy čepy držáků vzorků. Spodní část každého čepu držáku vzorku je uložena v jeho příslušném tělese. Držák vzorku se skládá z tělesa, upínacího kroužku a volitelného zatěžovacího závaží. Přístroj je vybaven nastavitelným počítadlem, které zaznamenává každou otáčku jedné z vnějších pohonných jednotek. Každou otáčkou se rozumí žmolkovací otáčka a 16 otáček představuje úplný Lissajousův obrazec.

Lissajousův obrazec vzniká pohybem, který se mění z kružnice k postupně se zužujícím elipsám, až se nakonec stane přímkou, ze které vznikají postupně se rozšiřující elipsy v opačném úhlopříčném směru, až dojde k opakování obrazce. [7]



**Obrázek 1 Přístroj Martindale pro hodnocení žmolkovitosti**

### 1.2.3 Mačkavost

Mačkavost je prostorová deformace, neboli schopnost textilie odolávat vůči vytváření skladů a lomů a schopnost zotavení po odstranění zatížení. Mačkavost patří mezi estetické vlastnosti oděvních textilií. Její vysoká hodnota zpravidla snižuje užitnou hodnotu oděvního výrobku. Tendence látky ke zvrásnění závisí na několika faktorech. Obvykle to bývá hmotnost, vazba textilie, její materiálové složení a způsoby ošetření. Typ vazby textilie může určovat výši její tendence k mačkání při běžném užívání. Materiál oděvního výrobku je velmi důležitým faktorem. Oděvní výrobek, který je vyrobený z vlny, velmi dobře odolává pomačkání, zatímco 100% lněné nebo bavlněné/lněné směsi jsou náchylnější. Mezi syntetické materiály, které jsou odolné mačkavosti, patří například nylon. [19]

Mezi vizuální metody měření mačkavosti patří například metoda dutého válce, nebo metoda skládaného vzorku. Vzorek plošné textilie se zatíží na předepsanou dobu, poté se odlehčí a vyhodnotí se zotavení pomocí etalonů – stupeň odolnosti vůči pomačkání (1 – velmi silné pomačkání, 5 – zcela bez záhybů). [6]

Další možnou metodou je metoda optická, tedy metoda pomocí obrazové analýzy. První se naskenuje obraz měřené textilie. Z hloubky naskenovaného obrazu se získají dvě hlavní hodnoty, plocha stínu a plocha vrcholů, které jsou použity k naměření hloubky pomačkání a velikosti pomačkání. Procento pomačkání je definováno jako poměr plochy vrcholů a plochy vzorku. Čím vyšší procento pomačkání, tím větší mačkavost materiálu. [15]

Poslední metodou je měření pomocí úhlu zotavení. Proužek textilie je ohnut a zatížen závažím s určitou silou po určitou dobu, kterou si zvolí ten, kdo test provádí. Poté se proužek textilie odlehčí a narovná se o úhel  $\alpha$ . [6]

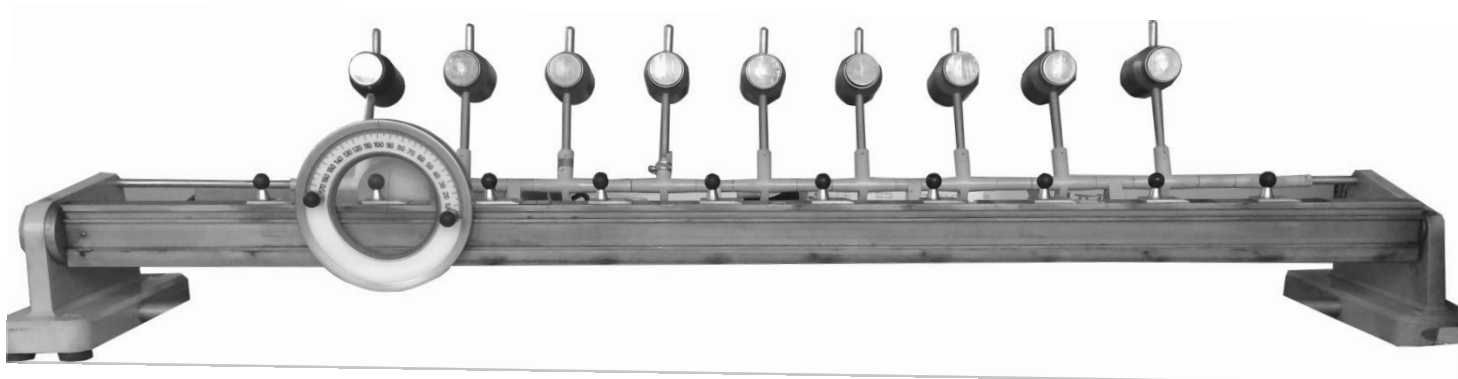
#### 1.2.3.1 Norma měření mačkavosti pomocí úhlu zotavení

Pro měření mačkavosti textilie byla vybrána evropská norma *ČSN EN 22313 - Plošné textilie-Zjišťování mačkavosti-schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení*. Velikost úhlu zotavení plošné textilie je schopnost plošné textilie se zotavit po náhodném pomačkání. Pomačkání plošné textilie se po odstranění zatížení zmenšuje různou rychlostí.

Podstatou zkoušky je připravený pravoúhlý vzorek o předepsaných rozměrech, který se pomocí vhodného zařízení po stanovenou dobu zatíží. Vzorek se po odstranění zatížení nechá během stanovené doby volně zotavit a pak se změří úhel zotavení. [3]



Pro měření mačkovosti byl vybrán přístroj UMAK, který je vhodný pro měření všech druhů plošných textilií. Na základovém nosníku jsou upínací čelisti pro 10 vzorků a pojízdná měřící hlava. Čelist se otevírá odpruženým knoflíkem, který je spojen s vrchní planžetou. Na každou čelist dosedá závaží, které se může pootočit ruční pákou o 90° pro měření vzorku ve svislé poloze. Pojízdná měřící hlava má kruhovou stupnici s dělením na stupně. Uprostřed stupnice je na skle vyznačena měřící ryska.



**Obrázek 2 Přístroj UMAK pro měření úhlu zotavení**

### 1.2.3.2 Norma měření mačkovosti pomocí dutého válce

Pro druhé měření mačkovosti textilie byla vybrána norma *ČSN 80 8071 – Stanovení mačkovosti pomocí dutého válce*. Tato metoda spočívá ve stanovení odolnosti proti tvoření skladů a lomů vlivem působení zatížení na elementární vzorek plošné textilie svinutý do tvaru dutého válce a v hodnocení jeho vnějšího vzhledu porovnáním s trojrozměrnými etalony. [20]



Obrázek 3 Přístroj pro měření mačkovosti pomocí metody dutého válce

## 2 Obrazová analýza v programu NIS – Elements

Metoda obrazové analýzy byla nejprve využívána ve vojenství např.: na topografii krajiny, dále byla využívána v metalografii a v biologii. Dnes je metoda obrazové analýzy rozšířena v mnoha dalších oblastech. Analýza obrazu se zabývá především obrazy, které mají vztah ke struktuře hmoty. Lze analyzovat obrazy mikroskopické i makroskopické. Obrazy lze získat nejen světelnou mikroskopií, ale například i rentgenograficky, tomograficky, fotograficky a elektronovou mikroskopií. [8]

Obrazová analýza je programový systém vyvinutý pro pořizování a ukládání obrazů, interaktivní měření geometrických vlastností vláken, přízí a plošných textilií nebo jiných netextilních materiálů. [16]

Systém NIS-Elements je obecný program pro obrazovou analýzu určený ke sledování, nasnímání a archivaci obrazů struktur a k ručnímu nebo automatizovanému měření vzorků. NIS-Elements firmy Laboratory Imaging, který zpracovává a analyzuje barevný obraz na základě matematické morfologie. Princip této matematické disciplíny a její aplikace v programu je pojetí analyzovaného objektu jako možných bodů. Program NIS-Elements rozeznává dva základní typy obrazů (binární a barevný). Šedé obrazy jsou odvozené. [12]

### 2.1 Měření v programu NIS-Elements

Systém rozeznává dva druhy měření: texturální měření a objektové měření. Proto je nutné před měřením zvolit jednu ze dvou variant. U objektového měření uživatel definuje prostor, ve kterém budou provedeny výpočty základních statistických veličin (příznaků) pro objekty pomocí měřicího rámečku. U měření texturálního uživatel definuje prostor, ve kterém budou provedeny výpočty základních statistických veličin (příznaků) pro textury.

V programu NIS-Elements lze provádět tři různá měření. Hrubé měření, které se provádí pomocí okulárových měřítok. Ta fungují jako nastavitelná plovoucí pravítka umístěná ve zvláštní vrstvě překrývající obraz a jsou simulací skutečných zařízení používaných v mikroskopii. Uživatel může měřítka pohybovat.

Dalším způsobem měření je manuální, které umožňuje na dokumentu ručně měřit veličiny jako délka, plocha, úhel, taxonomie, počty, poloměr anebo poloosy. Výsledky se zapisují do statistické tabulky. Následující měření je měření automatické a provádí se ve dvou vrstvách (binární a barevné) a může rozlišit dva typy automatizovaných měření (měření objektů a měření polí). [11]

## 2.2 Systém analýzy obrazu

Systém obrazové analýzy přetváří surová data do informace. Jeho součástí je zpracování obrazu, které ukládá, organizuje a obnovuje všechny obrazy a odpovídající data. Analýza obrazu probíhá v následujících krocích: snímání obrazu, transformace obrazu, segmentace obrazu, vlastní měření.

Prvním krokem je snímání potřebného obrazu a poté jeho následná transformace. Transformace obrazu se rozdělí do několika různých způsobů. Prvním způsobem je z hlediska algoritmů, transformace prováděné na barevném, šedotónovém nebo binárním obrazu. Druhým způsobem je z hlediska způsobu zpracování informace v kontextu (transformace bodové, lokální, vyššího stupně a globální). [8]

Segmentace obrazu je speciální transformace, která dává obrazu novou kvalitu. Obrazové pole se dělí do dvou nebo více fází na pozadí a studované objekty. Původní barevný nebo šedý obraz se převede na obraz binární nebo vícesložkový. Segmentace je zobrazení obrazu jako bodové množiny.

Existují dva typy měření obrazu. První je densitometrie, neboli pojetí obrazu jako funkce. Druhý typ je morfologie - pojetí obrazu jako bodové množiny. Densitometrie je založena na kvalifikaci intenzity světla ve vztahu k absorbující, či reflektující hmotě. V počítačové analýze obrazu nemá tak přísné nároky na měření intenzity světla a spokojuje se s relativními hodnotami. Morfologie je založena na kvantifikaci obrazových struktur a vypovídá o geometrických kvalitách, jako jsou délka, plocha, povrch apod. Na rozdíl od densitometrie vystačí morfologická měření se segmentovým obrazem.

Z hlediska měřících metod se rozlišuje individuální a texturní analýza. U texturní analýzy je textura protipólem částice a má nekonečnou variabilitu. Při klasifikaci textur se vychází z etalonů nebo modelů. U individuální (částicové) analýzy má každý objekt nějakou velikost, tvar a vnitřní strukturu. [8]

## 2.3 Typy obrazů

NIS – Elements rozeznává dva základní typy obrazů – binární a barevný obraz, kde každý šedý obraz je odvozený.

Binární obrazy se používají pro měření tvaru a velikosti. Často se o nich mluví jako o segmentových obrazech a to zejména v případech, kdy se zdůrazňuje jejich vazba na původní barevný obraz, ze kterého vznikly segmentací. Binární obrazy mají dvě možné hodnoty, 0 pro pozadí a maximální hodnotu 1 pro objekty a struktury.

Barevné obrazy se skládají ze tří složek RGB, které představují intenzitu červené, modré a zelené složky. Hodnoty pixelů pro každou složku se pohybují od 0 do 255. Použití například pro měření intenzity nebo odstínu obrazu. Pro systém NIS - Elements je to nejpřirozenější typ obrazu, převedený digitalizační kartou.

Šedé obrazy jsou obrazy odvozené. Šedé obrazy jsou speciálním případem barevných obrazů, a proto se na ně odvolává jako na obrazy barevné. Hodnoty obrazových bodů (pixelů) se mění od 0 do 255, ale jsou v každém pixelu stejné pro všechny tři složky. Šedé obrazy nejsou systému NIS – Elements vlastní, ale vytváří se několika transformacemi například separací složek z RGB reprezentace. [16]

### 3 Výběr vzorků

Pro testování zvolených užitných vlastností, tedy žmolkovitosti a mačkovitosti (pomocí metody úhlu zotavení a dutého válce), byly vybrány vzorky plošných textilií. Textilie byly vybrány na základě jejich předpokladů chování při nošení a na základě hodnocení užitných vlastností. Například je předpokladem, že bavlněné vzorky budou více odolné proti žmolkování než proti pomačkání. Naopak vybrané syntetické vzorky budou mít spíše větší sklon ke žmolkování. Cílem tedy bylo vybrat rozmanité vzorky, které při zkoušení dosáhnou různých výsledků, aby se tak mohlo otestovat jejich hodnocení pomocí obrazové analýzy.

Zároveň se při výběru vzorků bral ohled i na zbarvení textilie, které by při obrazové analýze mohlo být důležitým aspektem. Vybrané vzorky plošných textilií jsou v příloze č. 1 – 5 a jejich charakteristiky, jako je materiál, vazba, barva, plošná hmotnost, dostava osnovy a útku a tloušťka materiálu, jsou znázorněny v následující tabulce č. 1.

Tabulka 1 Charakteristika materiálů

	<b>Materiál</b>	<b>Vazba</b>	<b>Barva</b>	<b>Mp [g/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Dú [nitě/10cm]</b>	<b>Do [nitě/10cm]</b>	<b>h [mm]</b>
Vzorek č. 1	bavlna	Kepr	Tmavě modrá	248,2	170	100	0,624
Vzorek č. 2	bavlna	Kepr	Bílá	286,5	110	240	0,628
Vzorek č. 3	38% POP, 62% CO	Zátažná pletenina	Oranžová	196,4	-	-	1,04
Vzorek č. 4	35% POP, 32,5% bavlna, 32,5% Vs Verdi	Zátažná pletenina	Růžová	202,8	-	-	1,156
Vzorek č. 5	vlna	Plátno	Bílá	457,6	180	180	1,104

## 4 Žmolkovitost

Užitná vlastnost žmolkovitost byla měřena dle technické normy ČSN 80 0846 – *Zjišťování odolnosti proti opotřebení přístroji typu MARTINDALE*.

Pro vykonání zkoušky byly připraveny 4 kruhové vzorky o průměru 140 mm. Zkoušená textilie byla upnuta do držáků vzorků, a upevněna na pohyblivou desku přístroje a zatížena předepsaným závažím dle tabulky (viz příloha č. 6). Byl nastaven předem zvolený počet otáček (pro pleteniny 5000 otáček a pro tkaniny 7000 otáček). Rychlost přístroje je 47,5 otáček za minutu. Přístroj byl uveden do chodu. Po dosažení zvoleného počtu otáček se byl přístroj zastaven, držáky vzorků byly sejmuty z pohyblivé desky a byl ohodnocen vzhled zkoušených vzorků dle normovaných etalonů do 5 stupňů, viz tabulka č. 2.

Tabulka 2 Stupně žmolkovitosti

Stupeň	Charakter žmolkování
5	Beze změn.
4	Lehké rozvláknění povrchu a/nebo počátek tvorby žmolků.
3	Mírné rozvláknění povrchu a/nebo mírné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají částečně povrch vzorku.
2	Výrazné rozvláknění povrchu a/nebo výrazné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají značnou část povrchu vzorku.
1	Husté rozvláknění a/nebo silné žmolkování. Žmolky různé velikosti a hustoty pokrývají celý povrch vzorku.

### 4.1 Výsledky měření pomocí technické normy

Testováno bylo 5 vybraných vzorků a u každého byla provedena dvě měření, která jsou znázorněna v příloze č. 7. Vzhled otestovaných vzorků se hodnotil dle normovaných etalonů stupni 1 až 5 (viz tabulka č. 2).

Dle naměřených výsledků žmolkovitosti lze vyzorovat, že vzorky ze syntetických materiálů mají větší sklon ke žmolkování než ty z přírodních, které vykazovaly hodnocení spíše beze změn anebo lehké rozvláknění povrchu a počátek tvorby žmolků. Naopak vzorky ze syntetických materiálů dosáhly výsledků výrazného až hustého rozvláknění povrchu a tvorby žmolků, které pokrývají značnou část povrchu vzorku anebo jej pokrývají celý. Výsledky testování žmolkovitosti vykazují celé rozmezí hodnocení od stupně 1 až 5, z toho důvodu jsou výsledky této zkoušky pro další účel práce vyhovující.

## 4.2 Návrh způsobu měření pomocí obrazové analýzy

Pro zkoušku byly připraveny 4 kruhové vzorky o průměru 140 mm, které byly upnuty do držáků přístroje Martindale a dle technické normy ČSN 80 0846 otestovány. Výsledky testování byly poté zhodnoceny pomocí obrazové analýzy v programu NIS – Elements.

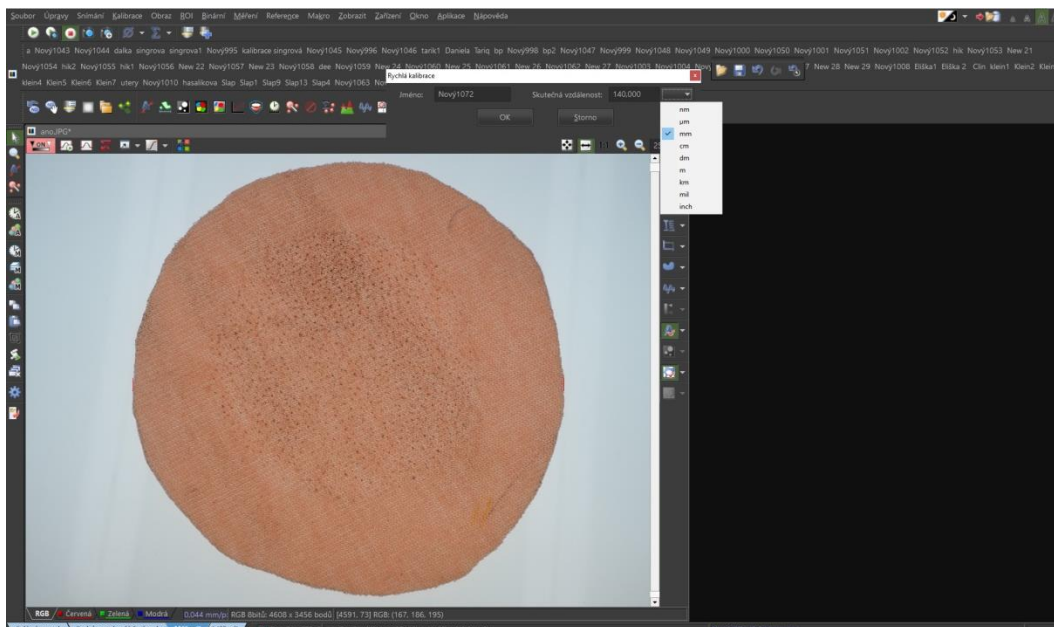
Pro možnost pracovat se vzorky v programu NIS – Elements, bylo potřeba nasnímat jejich obraz. V tomto případě byl obraz vzorku vyhotovený digitálním fotoaparátem OLYMPUS PEN E-PL9 pod umělým nasvícením. Poté byl obraz vložen do počítačového programu, viz obrázek č. 4. Před samotným vyhotovením obrazu vzorku, bylo nejprve potřeba zvýraznit samotné žmolky pro jejich snadnější detekování v programu. Toho bylo dosaženo pomocí propisovacího papíru a houbičky na nádobí. Houbička byla mírně obarvena propisovacím papírem. Barva byla přenesena na vzorek tak, aby byly obarveny pouze žmolky na povrchu plošné textilie.



Obrázek 4 Nasnímaný obraz otestovaného vzorku č. 3 na přístroji MARTINDALE

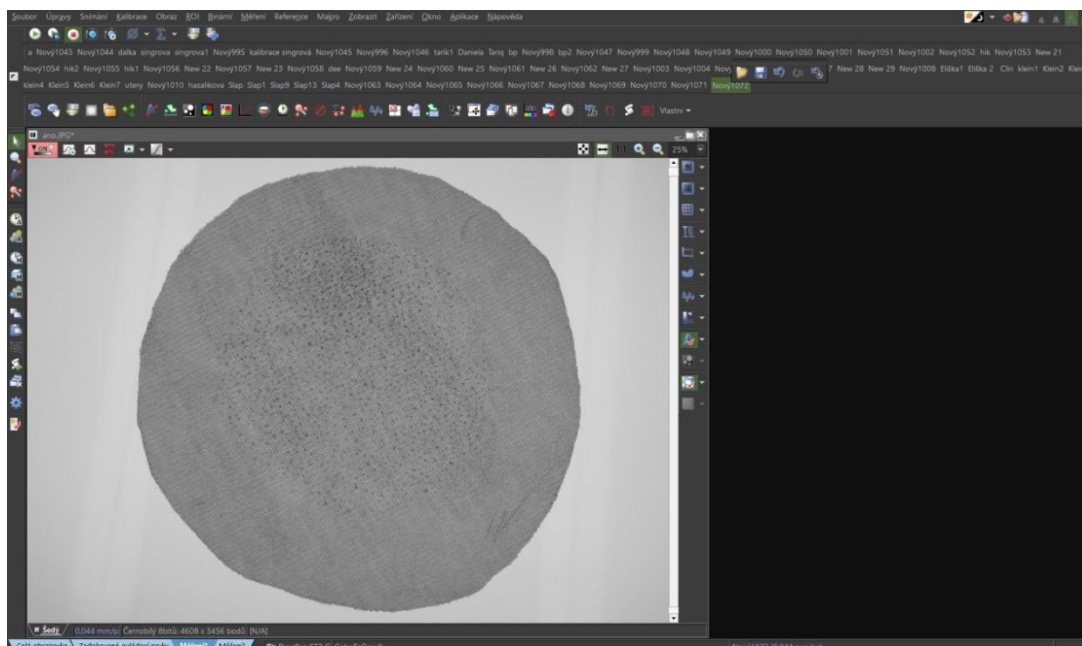


Po vložení nasnímaného obrazu otestovaného vzorku do programu počítače bylo potřeba provést kalibraci obrazu, tedy nastavit přesné rozměry zkoušeného vzorku (viz obrázek č. 5). Konkrétně v tomto případě bylo při kalibraci potřeba nastavit průměr vzorku 140 mm.



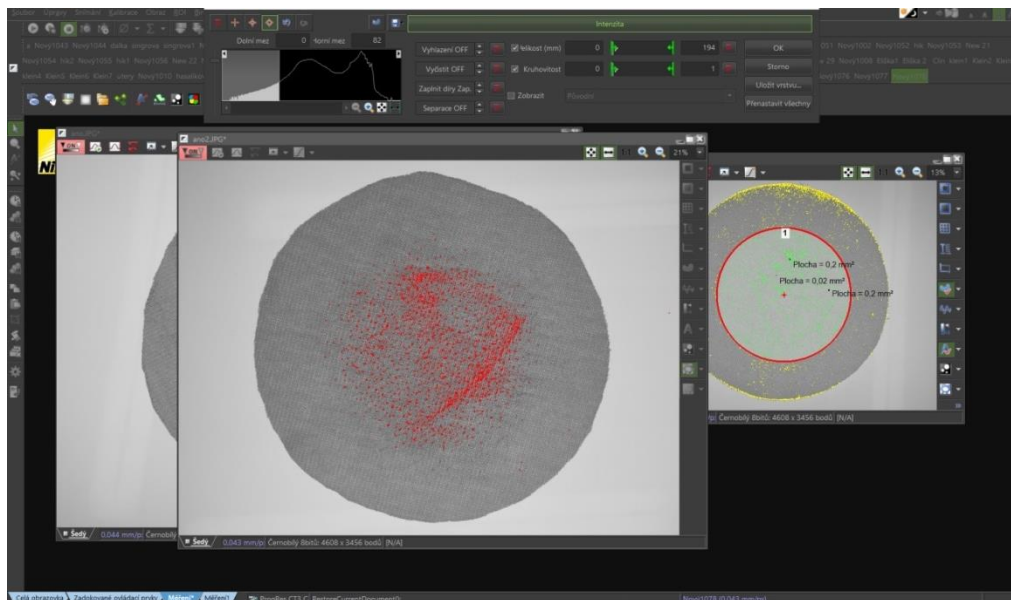
Obrázek 5 Kalibrace obrazu v programu NIS – Elements - žmolkovitost

Po kalibraci byl obraz transformovaný do šedotónového obrazu pro lepší zvýraznění měřených částí vzorku (žmolků – v tomto případě již tmavých měřitelných ploch na transformovaném obrazu), (viz obrázek č. 6).



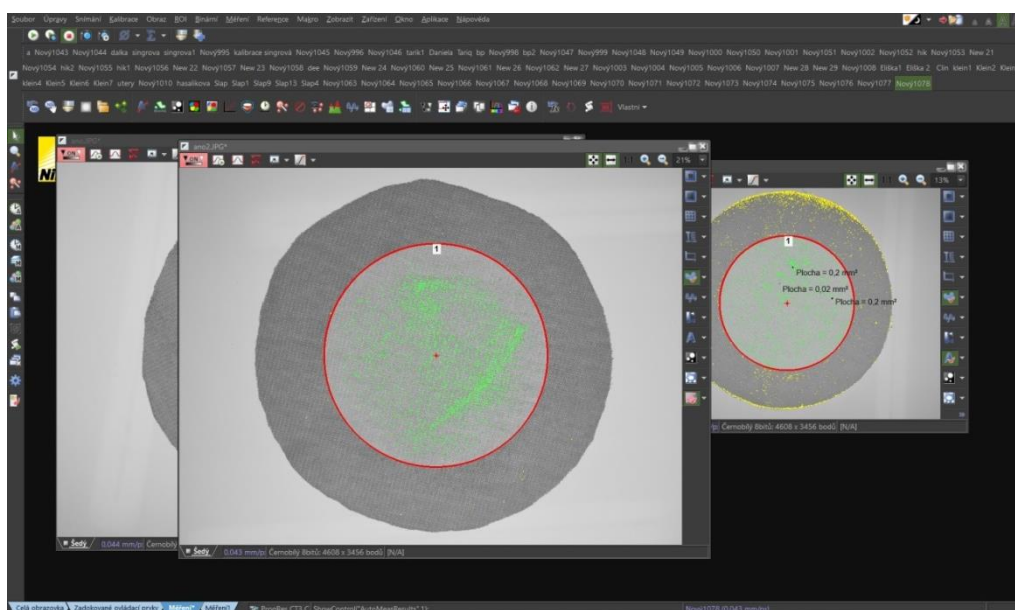
Obrázek 6 Transformace do šedotónového obrazu - žmolkovitost

Na obraz byla aplikována binární vrstva (definice prahování), která určila jaké objekty má program NIS – Elements přesně měřit. Funkcí binární vrstvy je zvýraznit pozadí nasnímaného obrazu, nebo oblast zájmu měření (viz obrázek č. 7). Proto bylo potřeba před nasnímáním obrazu zvýraznit žmolky propisovacím papírem, aby program detekoval tmavé objekty.



**Obrázek 7 Definice prahování - žmolkovitost**

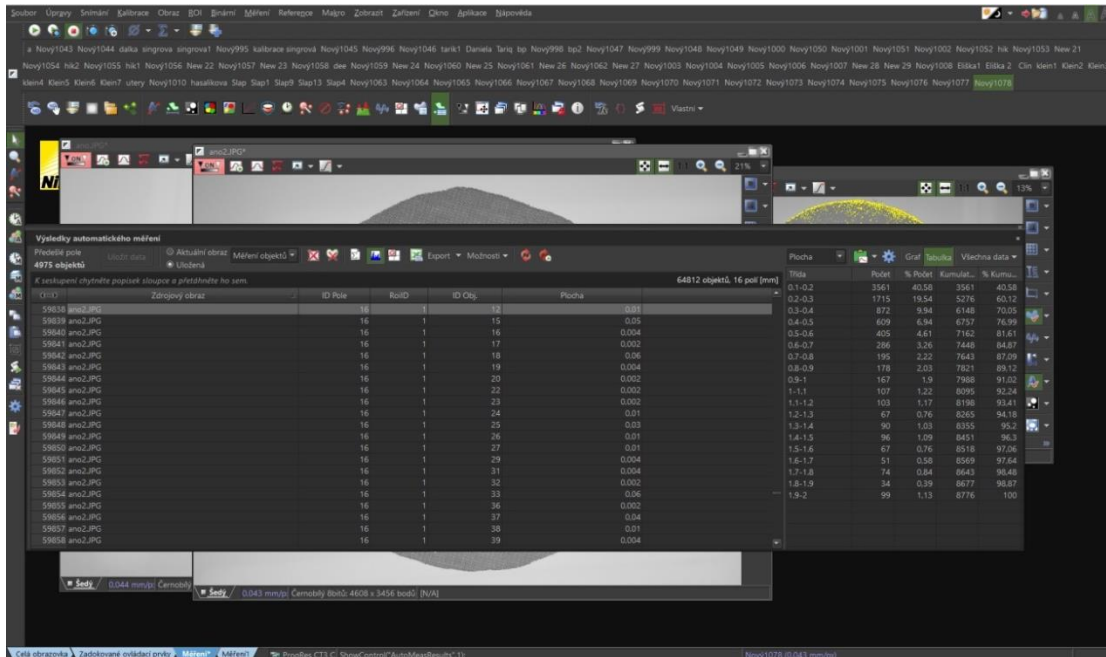
Poté se výběr ještě zúží a na obraz se aplikuje ROI (Region Of Interest) rámeček – pro tento konkrétní případ byl zvolen kruhový rámeček o průměru 90 mm (reálná velikost vzorku, která byla testována), (viz obrázek č. 8).



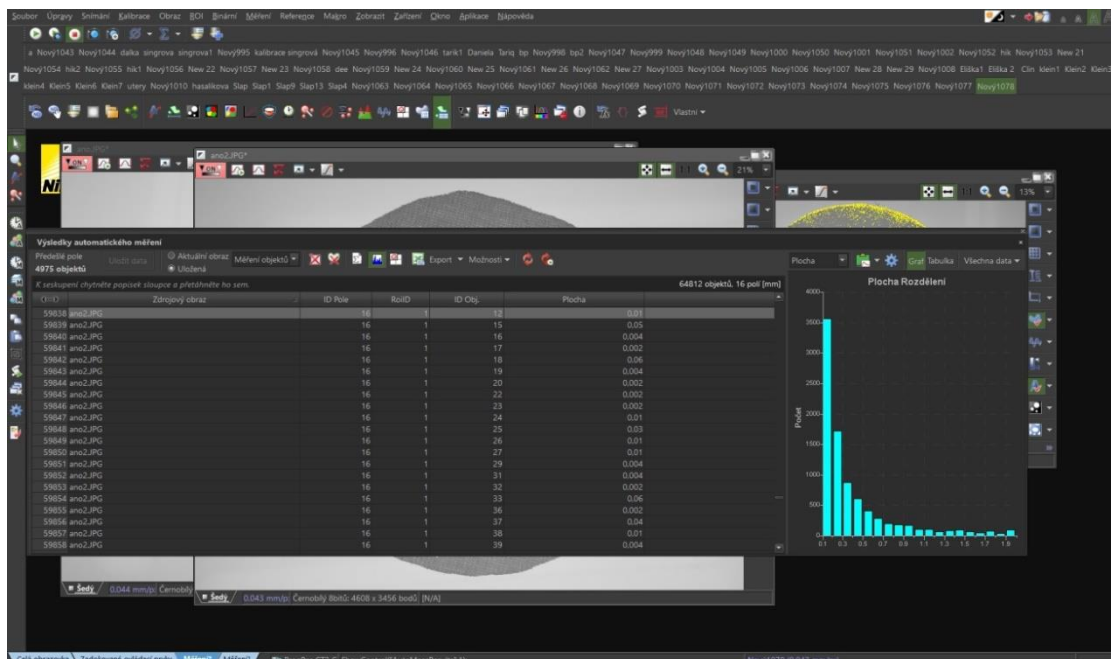
**Obrázek 8 Aplikace rámečku ROI - žmolkovitost**

Dalším krokem je provést měření. Program změří velikosti a počet ploch ve vybrané části obrazu, neboli v ROI rámečku. Program zobrazí tabulku s výsledky (viz obrázek č. 9), kde jsou rozdělené velikosti ploch a jejich počet v ROI rámečku. Program zároveň také umožňuje zobrazení histogramu výsledků (viz obrázek č. 10).

Tento postup hodnocení žmolkovitosti bude v kapitole 4.5 *Postup pro hodnocení žmolkovitosti pomocí obrazové analýzy* zobecněn.



Obrázek 9 Tabulka s výsledky měření - žmolkovitost



Obrázek 10 Tabulka s výsledky měření - histogram

### 4.3 Výsledky měření žmolkovitosti pomocí obrazové analýzy

V programu NIS – Elements lze nastavit parametry měření. Konkrétně pro měření žmolkovitosti byly zvoleny parametry měření ploch jednotlivých měřených objektů (žmolků) a jejich celkový počet. Po zkoumání několika otestovaných vzorků byla velikost naměřených ploch určena od 0,1 mm<sup>2</sup>. Kategorie 0 – 0,1 mm<sup>2</sup> byla vyřazena, protože objekty takových rozměrů jsou příliš malé a je to velmi početná skupina. Program pravděpodobně mohl změřit například světelné stopy na struktuře materiálu, mezivlákně oblasti apod.

Pro hodnocení výsledků žmolkovitosti pomocí obrazové analýzy byla vytvořena následující tabulka č. 3. Tato tabulka byla zformována kombinací výsledků hodnocení obrazovou analýzou a výsledků hodnocení žmolkovitosti technickou normou.

Tabulka 3 Tabulka pro hodnocení výsledků žmolkovitosti v obrazové analýze

Stupeň žmolkovitosti	Počet žmolků na ploše 64 cm <sup>2</sup>
5	0 – 1 000
4	1 001 – 5 000
3	5 001 – 8 000
2	8 001 – 10 000
1	> 10 001

Po vložení nasnímaného obrazu vzorku č. 1 (viz příloha č. 8) byly provedeny kroky úpravy obrazu dle návrhu způsobu měření žmolkovitosti v obrazové analýze. V kroku, kdy se má na obraz aplikovat definice prahování se vyskytl problém (viz příloha č. 9). Funkcí binární vrstvy je zvýraznit pozadí nasnímaného obrazu, nebo oblast zájmu měření. Vzorek plošné textilie se skládá z tmavých osnovních nití a světlých útkových nití. Program má tedy problém detekovat samotné žmolky, které v takto barevném provázání nejsou jasně čitelné.

U ostatních vzorků se nevyskytl žádný problém při zvýraznění oblasti zájmu. Úprava nasnímaných obrazů pokračovala definicí prahováním, aplikací ROI rámečku, a poté změřením vybraných objektů. Výsledky měření žmolkovitosti obrazovou analýzou jsou znázorněné v následující tabulce č. 4. V kolonce s počtem naměřených žmolků je spočítaná celková hodnota všech žmolků o velikostech 0,1 – 1 mm<sup>2</sup>. Výsledky měření počtu žmolků jednotlivých vzorků jsou znázorněny v přílohách č. 12, 15, 18 a 21.

Tabulka 4 Výsledky měření žmolkovitosti obrazovou analýzou

Vzorek č.	Počet naměřených žmolků	Stupeň žmolkovitosti podle obrazové analýzy	Stupeň žmolkovitosti podle ČSN
1	-	-	5
2	7 871	3	4 - 3
3	8 776	2	2
4	976	5	1
5	1 041	4	4

V tabulce výsledků č. 4 jsou pro porovnání znázorněny i výsledky testování žmolkovitosti podle technické normy pomocí normovaných etalonů. Z tabulky lze vyčíst, že hodnocení vzorku č. 2 (viz příloha č. 10, 11), vzorku č. 3 (viz příloha č. 13, 14) a vzorku č. 5 (viz příloha č. 19, 20) si jak obrazovou analýzou, tak podle technické normy, navzájem odpovídá. Avšak vzorek č. 4 (viz příloha č. 16 a 17) vykazuje přesně opačné výsledky. Důvodem pro chybné naměření počtu žmolků v tomto případě byla barva materiálu. Vzorek č. 4 má tmavé růžové zbarvení a detekování tmavě zbarvených žmolků mohl být problém. Pro program tedy nebyl dostatečně kontrastní rozdíl mezi barvou pozadí a barvou měřených objektů. Vzorky č. 2, 3 a 5 mají světlé barvy, z čehož vyplývá, že jsou pro hodnocení obrazovou analýzou nejvíce vyhovující.

## 4.5 Postup pro hodnocení žmolkovitosti pomocí obrazové analýzy

Pomůcky: kruhové vzorky o průměru 140 mm, propisovací papír, houbička

- 1) Pro vykonání zkoušky je třeba připravit 4 kruhové vzorky o průměru 140 mm.
- 2) Přípravené vzorky otestovat dle technické normy ČSN 80 0846 – *Zjišťování odolnosti proti opotřebení přístroji typu MARTINDALE*.
- 3) Pro zhodnocení výsledků zkoušky zabarvit žmolky na otestovaném vzorku houbičkou a propisovacím papírem.
- 4) Otevřít program NIS – Elements.
- 5) Nasnímat obraz do programu NIS – Elements pomocí fotoaparátu nebo kamerové sestavy. Pomocí fotoaparátu: SOUBOR → OTEVŘÍT, poté ve složce vybrat již hotovou fotografii otestovaného vzorku.
- 6) Po vložení nebo nasnímání obrazu, je potřeba v programu zkalibrovat obraz pomocí funkce na horní liště: KALIBROVAT → RYCHLÁ KALIBRACE. Je potřeba dát si pozor na délkové jednotky (mm, cm, dm...).
- 7) Následně obraz transformovat do šedotónového obrazu. Funkce na horní liště: OBRAZ → KONVERZE → PŘEVÉST DO ŠEDÉHO OBRAZU.
- 8) Poté provést definici prahování obrazu: BINÁRNÍ → DEFINICE PRAHOVÁNÍ. Po zobrazení tabulky pro definici prahování je potřeba určit horní a dolní mez pro vyhraničení objektů, které se budou měřit a poté potvrdit výběr tlačítkem OK.
- 9) Po dokončení prahování je potřeba aplikovat ROI rámeček na vybranou měřenou oblast pomocí funkce: ROI → KRESLIT KRUHOVÝ ROI. Ručně pak nakreslit požadovanou velikost rámečku a umístit ho na vybranou plochu měření.
- 10) Měření se zahájí: MĚŘENÍ → PROVÉST MĚŘENÍ a pro zobrazení tabulky výsledků: ZOBRAZIT → OVLÁDACÍ PRVKY ANALÝZY → VÝSLEDKY AUTOMATICKÉHO MĚŘENÍ.

## 5 Mačkavost

### 5.1 Měření mačkavosti pomocí metody úhlu zotavení

Pro zkoušku bylo připraveno 10 vzorků o rozměrech 50 x 20 mm, střižených ve směru osnovy (5 vzorků) a útku (5 vzorků). Byla označena lící a rubní strana a byla naznačena linie přehybu vzorku. Vzorek byl vložen pod planžetu měřicího stroje UMAK, poté byl přeložen přes planžetu o 180° a zatížen kilovým závažím na dobu 60 minut.

Po odstranění závaží byl naměřen úhel zotavení po 5 minutách (úhel vymrštění či okamžité deformace) a po 60 minutách byl změřen úhel trvalé deformace. Měření úhlu zotavení bylo prováděno mezi vodorovnou základnou a volným ramenem pomocí pojízdné měřicí hlavy. Vzorek po zotavení může mít různý tvar i sklon, proto se hodnoty odečetly jak na předním tak i na zadním kraji zkoušeného vzorku.

Pro vyhodnocení zkoušky byl určen koeficient nemačkavosti dle rovnice:

$$M = \frac{\alpha}{180} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

kde

$M$  koeficient nemačkavosti

$\alpha$  průměrný úhel zotavení jednotlivých vzorků

#### 5.1.1 Výsledky měření dle technické normy

Testováno bylo 5 vybraných vzorků textilií a u každého byla provedena dvě měření (jedno ve směru útku a druhé ve směru osnovy). Výsledky měření jsou znázorněna v příloze č. 22. Úhel zotavení otestovaných vzorků se hodnotil po době zotavení 5 minut a 60 minut. Poté se úhel ohodnotil pojízdnou měřicí hlavou, která je součástí přístroje UMAK, na změřený úhel zotavení. U naměřených výsledků byla také dopočítána statistická data, jako směrodatná odchylka, variabilní symbol, koeficient nemačkavosti a průměr. V dalších částech práce se průměr bude zpracovávat a porovnávat s výsledky hodnocení úhlu zotavení obrazovou analýzou. Výsledky měření jsou pro další účel práce vyhovující, jelikož v případě měření úhlu jde spíše o srovnání přesnosti obou způsobů.

### 5.1.2 Návrh způsobu měření pomocí obrazové analýzy

Pro zkoušku bylo připraveno od každého materiálu 10 obdélníkových vzorků o rozměrech 50 x 20 mm, které byly střiženy ve směru osnovy a útku. Vzorky byly otestovány na mačkavost metodou úhlu zotavení ČSN EN 22313 - *Plošné textilie-Zjišťování mačkavosti-schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení*.

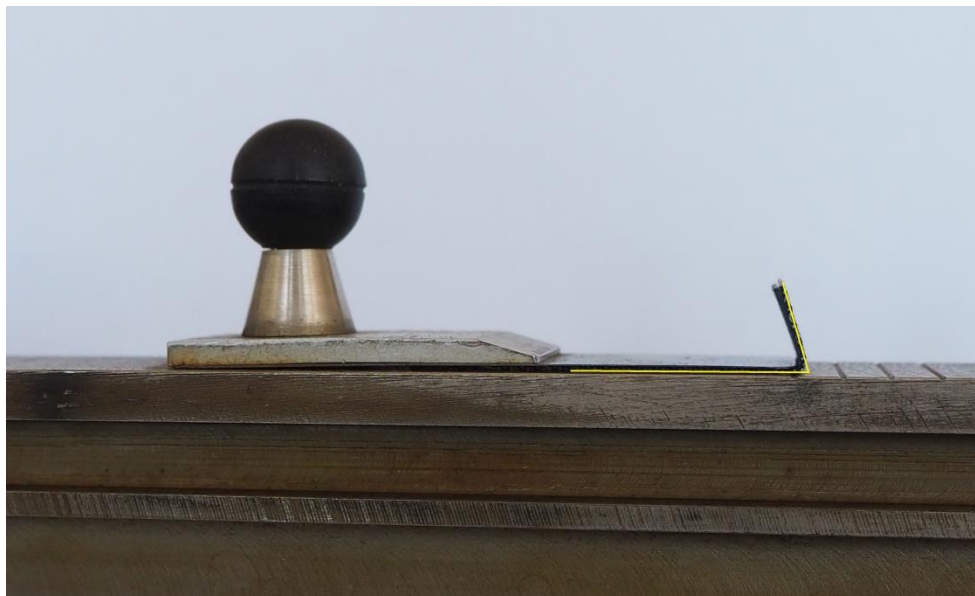
Pro nasnímání obrazu vzorků byl zvolen digitální fotoaparát OLYMPUS PEN E-PL9. Do pozadí pro vzorek byl zvolen obyčejný bílý papír, aby nasnímanou fotografií nerušily části přístroje a jiné pozadí, které se nachází za vzorkem. Otestované vzorky byly nasnímány ve dvou sekvencích. První sekvence proběhla po době zotavení 5 minut a druhá sekvence po době zotavení 60 minut (viz obrázek č. 11). Výsledky testování byly hodnoceny v programu NIS – Elements.



Obrázek 11 Nasnímaný obraz otestovaného vzorku – úhel zotavení

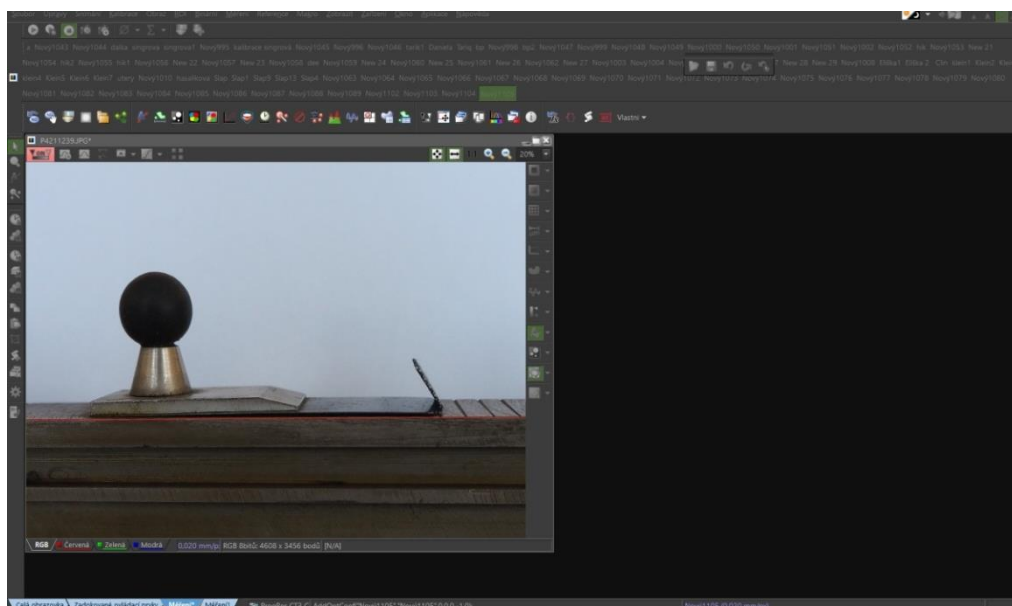


Následně byl zvýrazněn úhel, který se v programu bude měřit (viz obrázek č. 12). Pro konečné naměření úhlu zotavení není tento krok tolik důležitý, ale byl zvolen pro jeho přesnou a snadnější aplikaci. Jelikož samotné naměření úhlu v programu NIS – Elements se provádí ručně a ne automaticky.



Obrázek 12 Zvýraznění úhlu na nasnímaném obraze – úhel zotavení

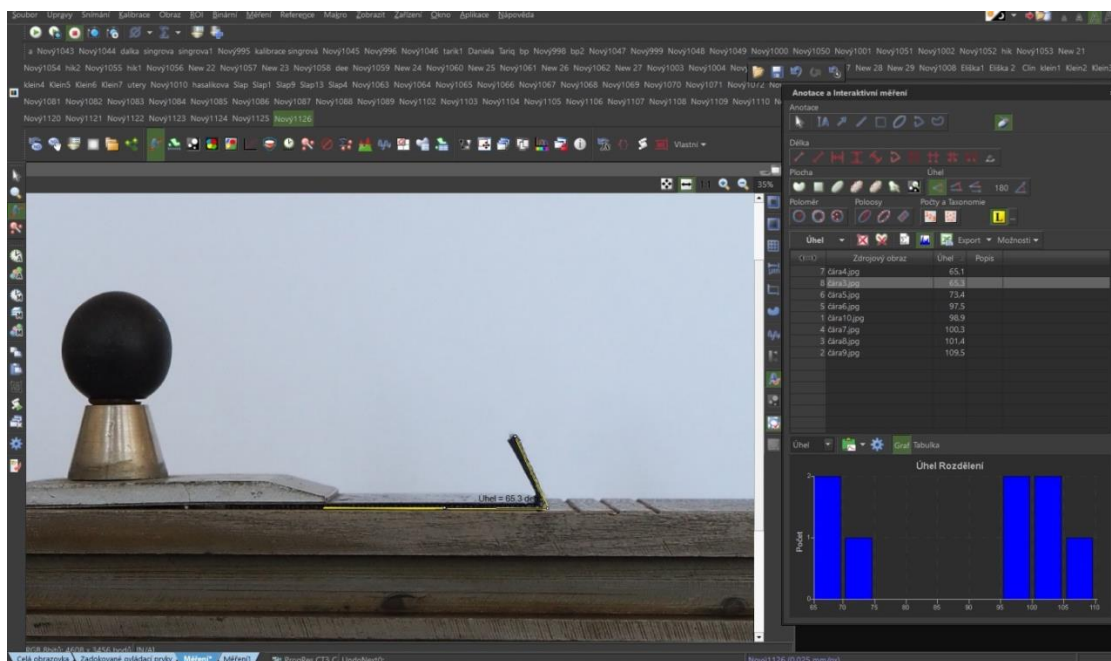
Dalším krokem byla kalibrace obrazu (viz obrázek č. 13). Vzorek je v tomto případě hůře měřitelný z důvodu jeho zakřivení v přístroji UMAK. Proto na tomto obraze posloužilo naměřit délku pomocných čar, které se nachází na přístroji těsně za planžetou, kde je to od jedné linie ke druhé 5 mm.



Obrázek 13 Kalibrace nasnímaného obrazu - úhel zotavení

Poté následovalo samotné měření úhlu zotavení. To se měřilo přes funkci MANUÁLNÍ MĚŘENÍ a funkci ÚHEL. Nejprve bylo potřeba nanést první část úhlu, tedy zvolit střed a natáhnout měřící šipku po jedné ze dvou stran měřeného úhlu. Odsouhlasit pravým tlačítkem myši. Druhá část úhlu se aplikovala stejně, jen se měřící šipka táhla od středu po druhé straně měřeného úhlu a výběr se odsouhlasil pravým tlačítkem myši. Program poté automaticky vypočítal velikost úhlu (viz obrázek č. 14).

Tento postup hodnocení žmolkovitosti bude v kapitole 5.1.4 *Postup pro hodnocení úhlu zotavení pomocí obrazové analýzy* zobecněn.



Obrázek 14 Změření úhlu zotavení

### 5.1.3 Výsledky měření úhlu zotavení pomocí obrazové analýzy

U hodnocení úhlu zotavení byly v obrazové analýze otestovány a hodnoceny pouze dva z pěti vybraných vzorků. Záměrem práce je prezentovat možný způsob měření obrazovou analýzou, a pro tuto zkoušku ukázka dvou vybraných měřených vzorků splňuje účel. Do programu NIS – Elements byly postupně vloženy nasnímané obrazy vyhotovené zkoušky, a u každého obrazu byl naměřený jeho úhel zotavení po 5 minutách (úhel okamžité deformace), a po 60 minutách (úhel trvalé deformace). Výsledky měření obou vzorků jsou rozepsané v tabulkách, viz příloha č. 23.

V tabulce č. 5 jsou zpracované výsledky průměrných hodnot měření podle technické normy a obrazové analýzy. Z tabulky lze vyčíst, že u vzorku č. 1 dosahují naměřené hodnoty téměř stejných hodnot s maximálním rozdílem  $1,28^\circ$ , který je naměřený u překladu útkových nití a doba zotavení je 60 minut. U vzorku č. 3 byly rozdíly ve výsledcích o něco větší. Maximální rozdíl je  $6,46^\circ$  u překladu osnovních nití po době zotavení 5 minut. Důvodem, proč mohlo dojít k takovým rozdílům, může být tvar a sklon vzorku po jeho zotavení (viz příloha č. 24). V takovém případě byl pak úhel měřený jak na předním tak i na zadním kraji zkoušeného vzorku a zapisovali se průměrné hodnoty.

Tabulka 5 Porovnání výsledků úhlu zotavení podle ČSN a obrazové analýzy

	Vzorek č. 1				Vzorek č. 3			
	Osnova		Útek		Osnova		Útek	
	5 min	60 min	5 min	60 min	5 min	60 min	5 min	60min
<b>Výsledky měření úhlu zotavení dle ČSN [°]</b>	61,2	70,2	95,4	102,8	67,4	78	124,2	135,8
<b>Výsledky měření úhlu zotavení obrazovou analýzou [°]</b>	61,88	69,2	95,16	101,52	73,86	76,09	125,32	136,31

Z těchto výsledků vyplývá, že obrazová analýza je na hodnocení měření úhlu zotavení vyhovující. Díky volbě pozadí (světlého, nebo tmavého) je vhodné měřit materiály a vzorky různých barev. V porovnání s měřením úhlu zotavení podle ČSN pojíždou měřící hlavou, je měření úhlu zotavení obrazovou analýzou časově náročnější.

#### 5.1.4 Postup pro hodnocení úhlu zotavení pomocí obrazové analýzy

- 1) Pro vykonání zkoušky je třeba připravit 10 obdélníkových vzorků o rozměrech 50 x 20 mm.
- 2) Připravené vzorky otestovat dle technické normy *ČSN EN 22313 - Plošné textilie- Zjišťování mačkovosti-schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení*.
- 3) Udělat fotografii otestovaného vzorku pomocí digitálního fotoaparátu. Vzorek zanechat upnutý v čelistech přístroje UMAK. Fotoaparát by měl být upevněný na stativu v rovině se spodní částí stroje UMAK, na které je vzorek upevněný.
- 4) Otevřít program NIS – Elements.
- 5) Nasnímat obraz do programu NIS – Elements pomocí fotoaparátu: SOUBOR → OTEVŘÍT, poté ve složce vybrat již hotovou fotografii otestovaného vzorku.
- 6) Po vložení nebo nasnímání obrazu, je potřeba v programu zkalibrovat obraz pomocí funkce na horní liště: KALIBROVAT → RYCHLÁ KALIBRACE. Je potřeba dát si pozor na délkové jednotky (mm, cm, dm...).
- 7) Následně vybrat funkci: MĚŘENÍ → MANUÁLNÍ MĚŘENÍ → ÚHEL. Ručně poté nakreslit od vrcholu úhlu podél prvního ramene úhlu, pravým tlačítkem myši odsouhlasit, nakreslit od vrcholu úhlu podél druhého ramene úhlu a pravým tlačítkem myši odsouhlasit. Program zobrazí změřený úhel.

## 5.2 Měření mačkavosti pomocí dutého válce

Pro zkoušku metodou dutého válce bylo nejprve nutné připravit vzorky obdélníkového tvaru o rozměrech 325 x 200 mm, které byly střiženy ve směru osnovy a útku. Kratší strana vzorku byla vždy rovnoběžná se zkoušeným směrem textilie. Horní deska přístroje byla uvedena do výchozí polohy a byla upevněna ve vzdálenosti 150 mm od spodní desky. Elementární vzorek byl upevněn pomocí vinutých pružin tak, aby nevytvořil sklady, označenou delší stranou dolů a lícem ven. Poté byl uvolněn zajišťovací šroub a vrchní deska byla spuštěna na spodní. Nakonec bylo přiloženo závaží o hmotnosti 1 kg po dobu 20 minut (viz příloha č. 25). Poté bylo sejmuto závaží, byla vysunuta horní deska nahoru, byly sejmuty vinuté pružiny a elementární vzorek byl uložen lícní stranou nahoru na stůl a po dobu 30 minut se vzorek nechal zotavit. Nakonec byla subjektivně ohodnocena mačkavost celým stupněm podle normovaných třírozměrných etalonů (viz příloha č. 26).

### 5.2.1 Výsledky měření dle technické normy

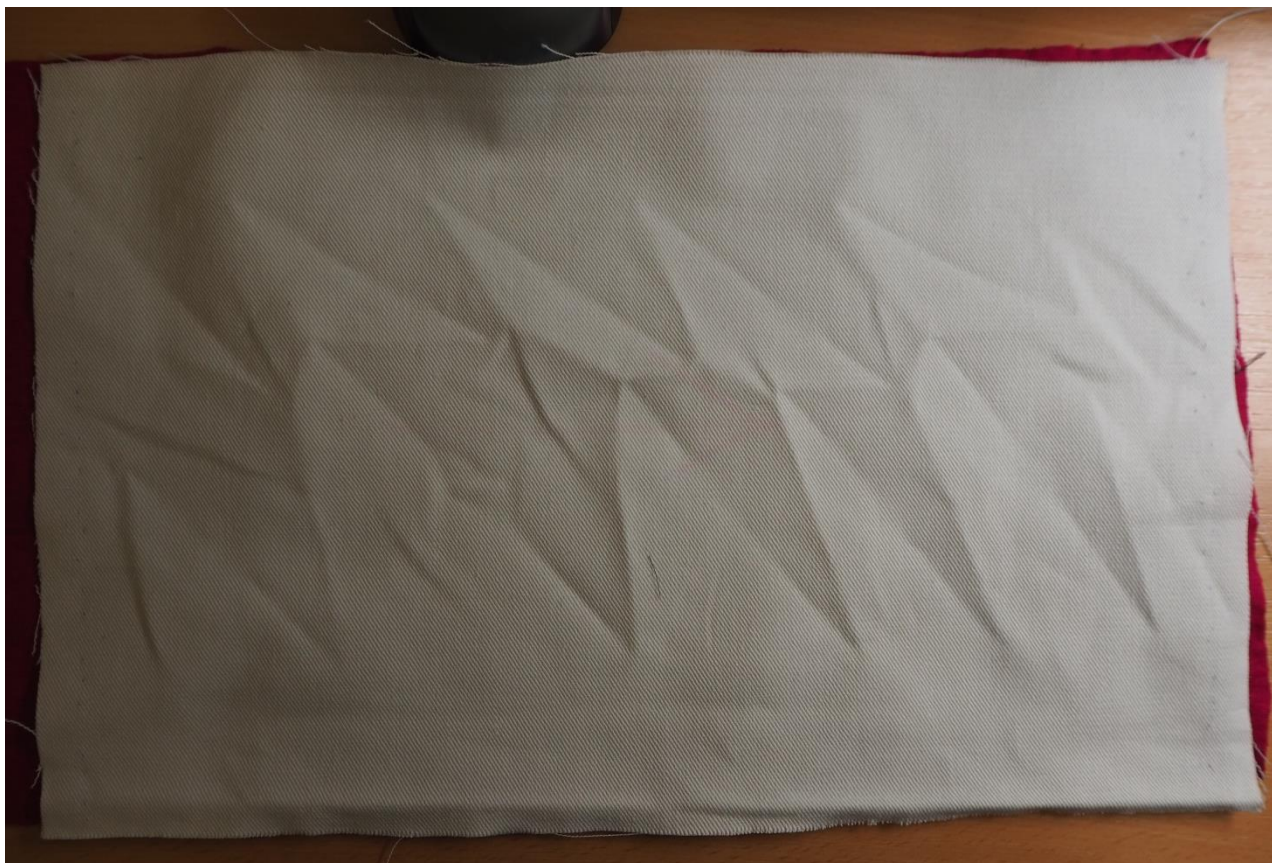
Testováno bylo 5 vybraných vzorků textilií a u každého materiálu byla provedena dvě měření (podle osnovy a podle útku), která jsou znázorněna v příloze č. 27. Vzhled otestovaných vzorků se hodnotil dle normovaných etalonů stupni 1 až 5 (viz příloha č. 26).

Z tabulky výsledků měření lze vypožorovat, že dle předpokladů, nejmenšího pomačkání dosáhl vzorek č. 5 stupněm etalonu 4 – vzorek vykazoval minimální pomačkání, a to při testování jak z osnovní, tak útkové strany. Čtyři ostatní vzorky prokazovaly větší míru mačkavosti a to ve stupních 2 a 3. Při tomto testování nedosáhly výsledky celého rozmezí hodnocení (žádné vzorky textilií nedosáhly stupňů 1 a 5, tedy nejvyššího pomačkání a nejnižšího pomačkání). Výsledky testování jsou však pro další účely práce vyhovující.

### 5.2.2 Návrh způsobu měření pomocí obrazové analýzy

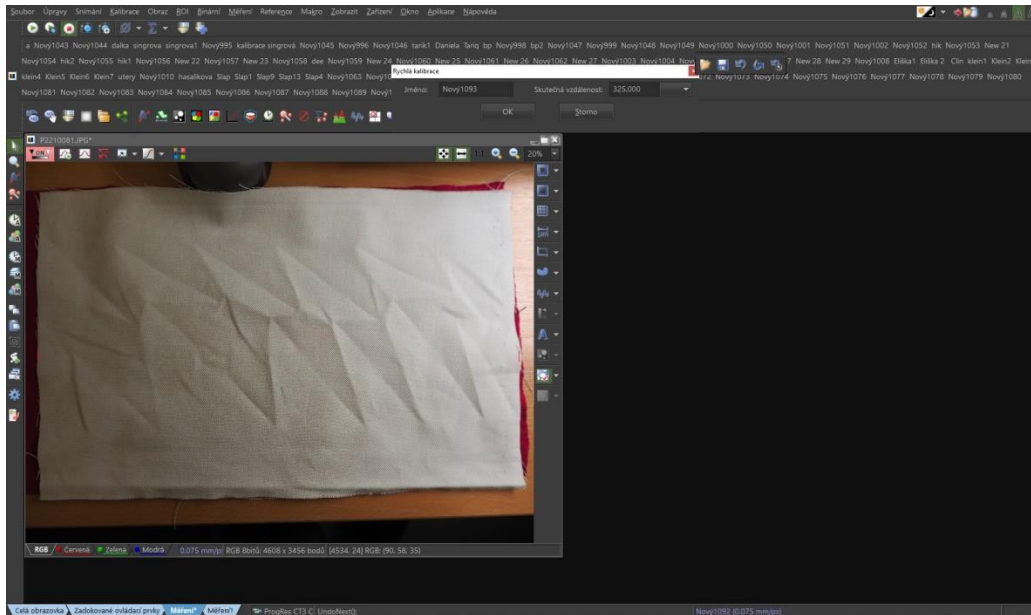
Pro zkoušku byly připraveny od každého materiálu 2 obdélníkové vzorky o rozměrech 325 x 200 mm, které byly střiženy ve směru osnovy a útku. Vzorky byly otestovány na mačkavost pomocí metody dutého válce dle ČSN 80 8071 – *Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce*. Po odebrání vzorků z přístroje proběhla doba zotavení 30 minut. Poté se výsledky testování ohodnotily v programu NIS – Elements.

Pro nasnímání obrazu vzorku byl zvolen digitální fotoaparát OLYMPUS PEN E-PL9 a obraz byl vložen do počítačového programu NIS – Elements (viz obrázek č. 15). V tomto případě bylo nafocení fotografií vhodnější pod světlem, které vytvářelo na materiálu stíny. Díky tomu bylo poté v programu NIS – Elements lépe rozeznatelné pomačkání textilie.



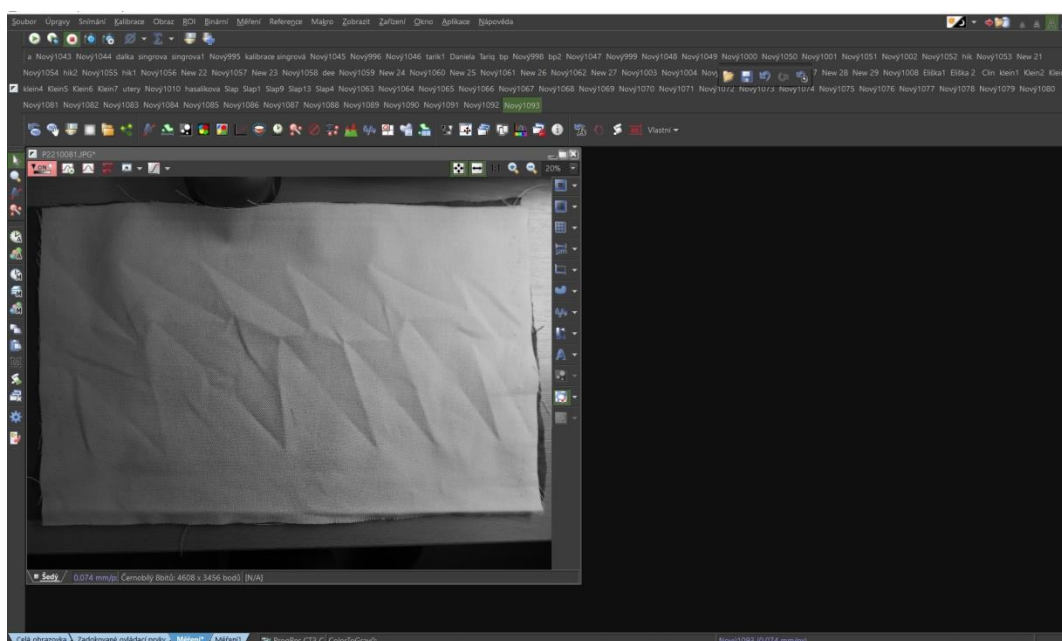
Obrázek 15 Nasnímaný obraz otestovaného vzorku – metoda pomocí dutého válce

Po vložení nasnímaného obrazu otestovaného vzorku do programu počítače bylo potřeba provést kalibraci obrazu, tedy nastavit známé rozměry zkušeneho vzorku (viz obrázek č. 16).



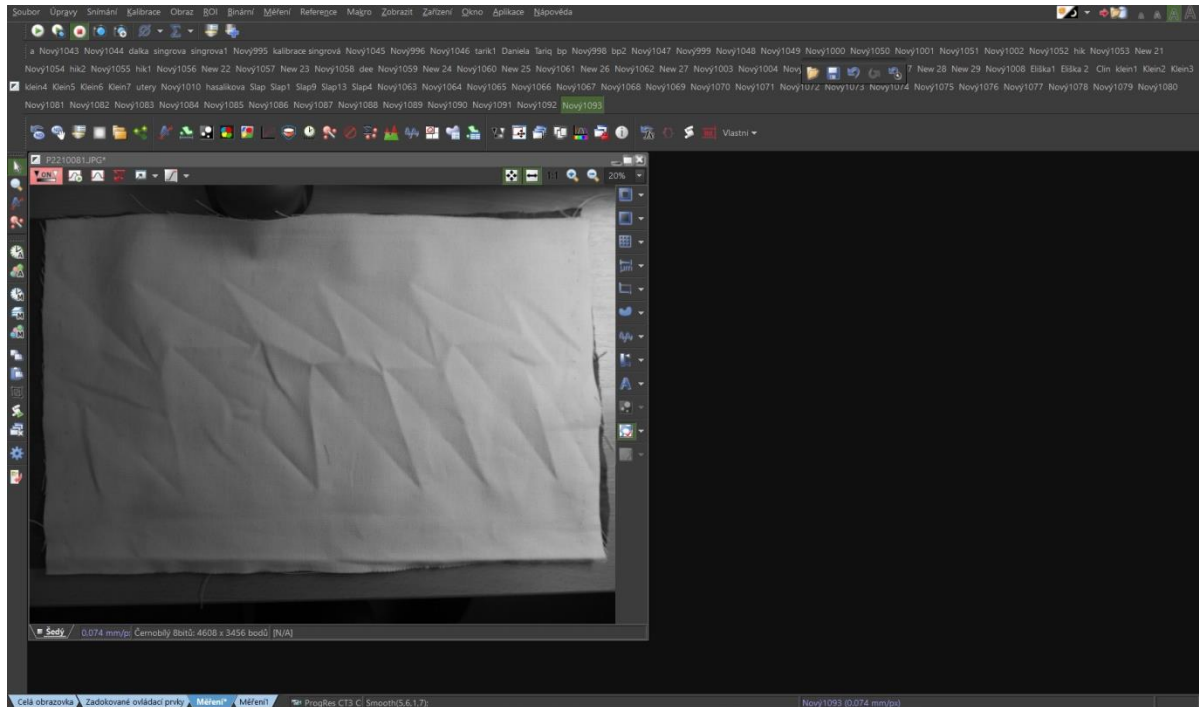
**Obrázek 16 Kalibrace nasnímaného obrazu v programu NIS – Elements – dutý válec**

Po dokončení kalibrace byl nasnímaný obraz transformovaný do šedotónového obrazu (viz obrázek č. 17) pro neutralizaci barev vzorku i pozadí. Tyto i následující kroky úpravy jsou důležité pro přípravu obrazu na měření.

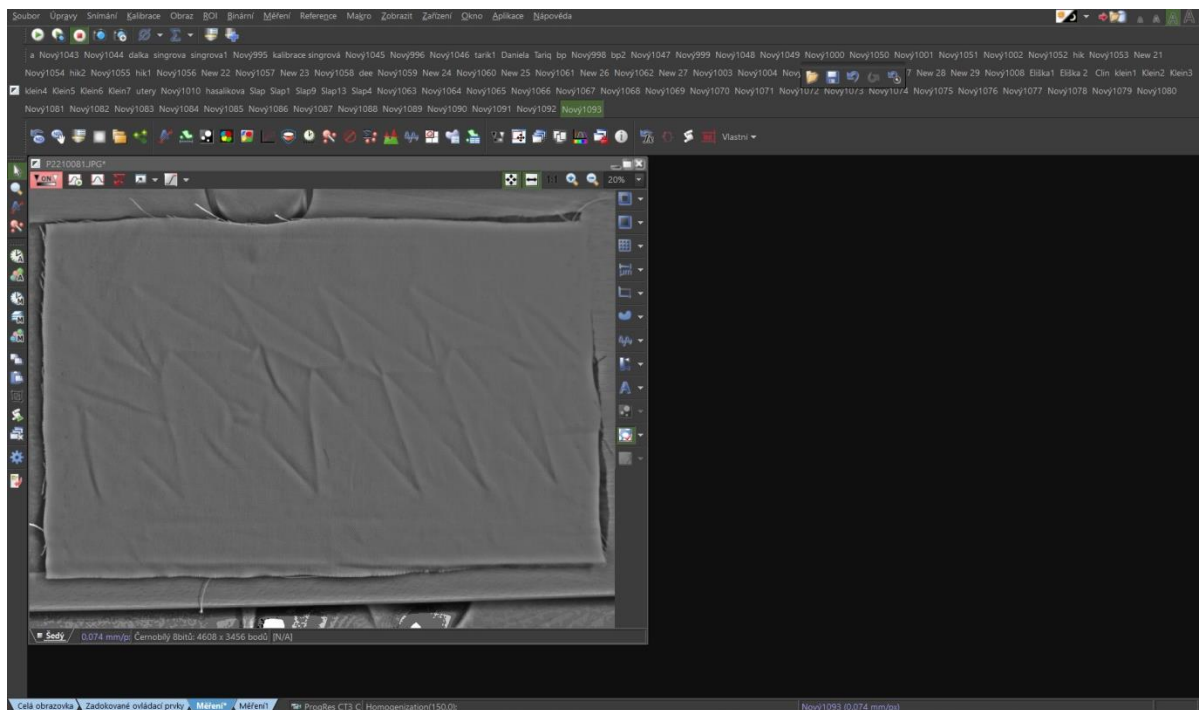


**Obrázek 17 Obraz předřený na šedotónový obraz – dutý válec**

Pro zviditelnění pomačkaných částí textilie na obrazu, bylo u obrazu provedeno vyhlazení struktury textilie (viz obrázek č. 18) a následná homogenizace obrazu z důvodu výrazných světelných rozdílů na nasnímaném obrazu (viz obrázek č. 19).



Obrázek 18 Vyhlazení obrazu – dutý válec

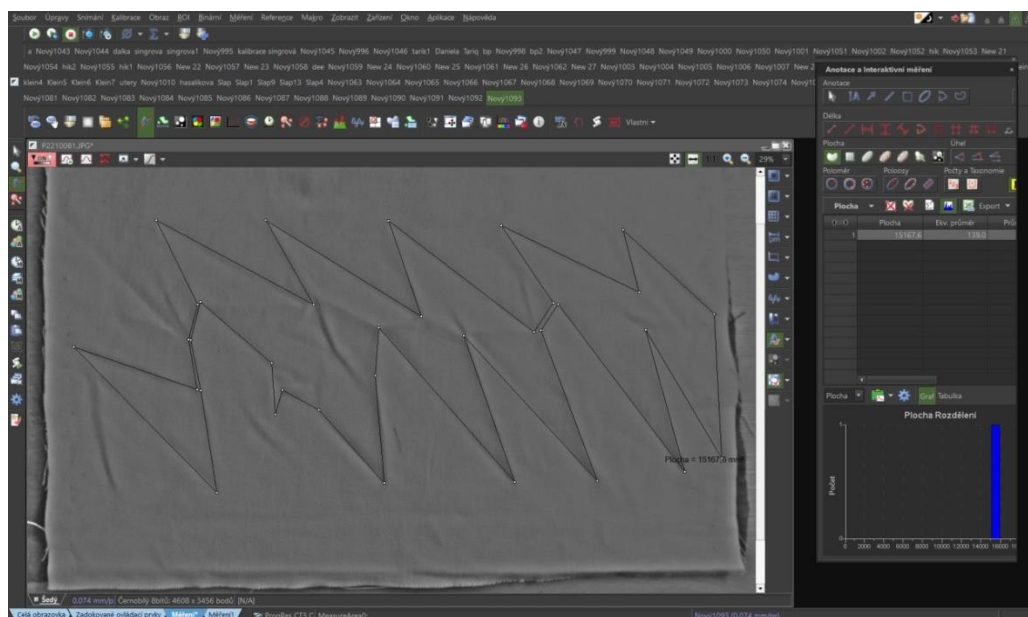


Obrázek 19 Homogenizace obrazu – dutý válec

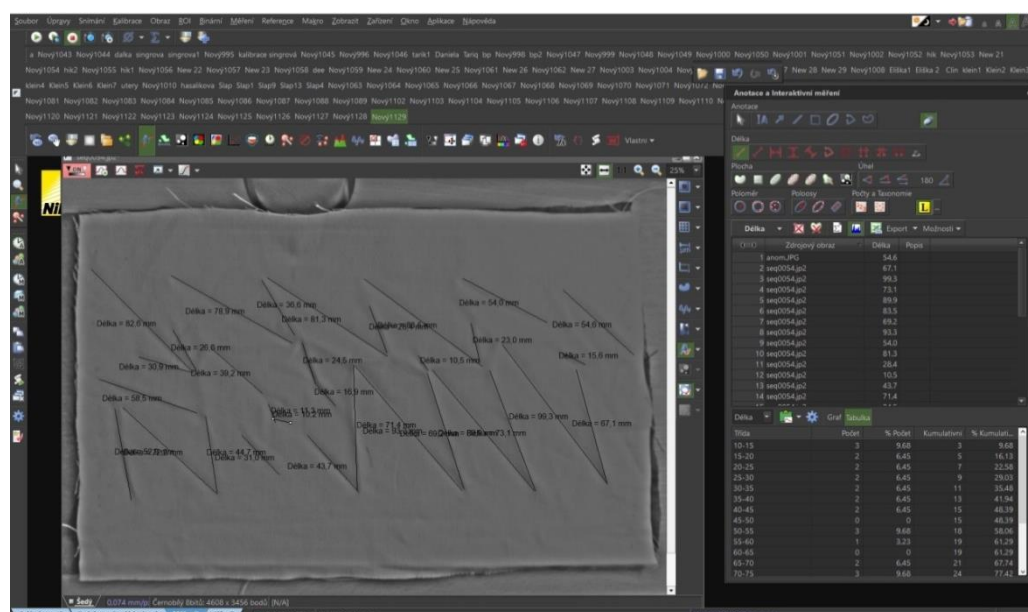


Program NIS – Elements nabízí velké množství funkcí a z toho důvodu byly pro hodnocení mačkavosti metodou dutého válce zvoleny dva způsoby hodnocení výsledků. Prvním způsobem je naměření celkové plochy pomačkaných částí (viz obrátek č. 20). Druhou variantou je naměření délek jednotlivých přehybů pomačkání textilie a jejich celkový počet (viz obrátek č. 21).

Tento postup hodnocení žmolkovitosti bude v kapitole 5.2.5 *Postup pro hodnocení mačkavosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 1* a v kapitole 5.2.8 *Postup pro hodnocení mačkavosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 2* zobecněn.



Obrázek 20 Měření plochy pomačkání vzorku - dutý válec



Obrázek 21 Měření délek pomačkání vzorku - dutý válec

### 5.2.3 Výsledky měření mačkavosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 1

Pro hodnocení mačkavosti textilie metodou dutého válce byly zvoleny dvě metody. První metodou je měření celkové plochy pomačkání otestované plošné textilie, přičemž byly měřeny pouze vnější přehyby pomačkání.

Pro její vyhodnocení byla vytvořena tabulka (viz tabulka č. 6) na základě výsledků měření mačkavosti dutým válcem a obrazovou analýzou. V tabulce je plocha pomačkání textilie pro hodnocení výsledků rozdělena do 5 stupňů z důvodu snadného porovnání výsledků s normovanými etalony podle ČSN. Jelikož při výsledcích zkoušky nebyly naměřeny hraniční hodnoty (stupeň pomačkání 1 a 5), byly tyto hodnoty plochy pomačkání odvozeny z naměřených hodnot stupně 2 a 4.

**Tabulka 6** Hodnocení plochy mačkavosti obrazovou analýzou

<b>Stupeň mačkavosti</b>	<b>Plocha pomačkání [mm<sup>2</sup>]</b>
5	0 – 5 000
4	5 001 – 7 000
3	7 001 – 12 000
2	12 001 - 16 000
1	➤ 16 001

Do programu NIS – Elements byly nasnímány obrazy vždy pouze jednoho ze čtyř měření vzorku. Konkrétně ten, který byl střižený ve směru osnovy (viz příloha č. 28 – 32). V tabulce č. 7 jsou vloženy výsledky měření mačkavosti obrazovou analýzou ve formě celkové naměřené plochy pomačkání. Ke každému vzorku je přiřazený stupeň pomačkání a pro porovnání i výsledky (stupně) technické normy.

Z tabulky č. 7 lze vyčíst, že hodnocení mačkavosti plošné textilie pomocí obrazové analýzy odpovídá výsledkům naměřeným podle ČSN. Barvy textilií, které byly pro tuto práci vybrány, v případě hodnocení mačkavosti nezpůsobovaly žádné potíže s měřením v programu NIS – Elements. Záleží však na správném zachycení jejich obrazu, aby přehyby na textiliích byly dobře čitelné. Závěrem lze tedy označit tento způsob měření mačkavosti textilie za vyhovující.

**Tabulka 7 Výsledky měření mačkavosti obrazovou analýzou - měření celkové plochy pomačkání**

<b>Vzorek č.</b>	<b>Celková plocha pomačkání [mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Hodnocení stupněm mačkavosti obrazovou analýzou</b>	<b>Hodnocení stupněm mačkavosti podle ČSN</b>
1	11 198,6	3	2 - 3
2	15 167,6	2	2
3	14 843	3	2 - 3
4	10 831,7	3	2 - 3
5	6 550,1	4	4

### 5.2.5 Postup pro hodnocení mačkovosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 1

- 1) Pro vykonání zkoušky je třeba připravit 2 obdélníkové vzorky o rozměrech 325 x 200 mm.
- 2) Připravené vzorky otestovat dle technické normy ČSN 80 8071 – *Stanovení mačkovosti pomocí dutého válce*.
- 3) Otevřít program NIS – Elements.
- 4) Nasnímat obraz do programu NIS – Elements pomocí fotoaparátu nebo kamerové sestavy. Pomocí fotoaparátu: SOUBOR → OTEVŘÍT, poté ve složce vybrat již hotovou fotografii otestovaného vzorku.
- 5) Po vložení nebo nasnímání obrazu, je potřeba v programu zkalibrovat obraz pomocí funkce na horní liště: KALIBROVAT → RYCHLÁ KALIBRACE. Je potřeba dát si pozor na délkové jednotky (mm, cm, dm...).
- 6) Následně obraz transformovat do šedotónového obrazu. Funkce na horní liště: OBRAZ → KONVERZE → PŘEVÉST DO ŠEDÉHO OBRAZU.
- 7) Poté provést vyhlazení obrazu: OBRAZ → VYHLAZENÍ OBRAZU a jeho homogenizaci: OBRAZ → HOMOGENIZACE.
- 8) Následně změření plochy pomačkání: MĚŘENÍ → MANUÁLNÍ MĚŘENÍ → PLOCHA. Ručně vybrat vnější záhyby pomačkání na obrazu. Pravým tlačítkem myši ukončit výběr a program zobrazí naměřenou ploch

### 5.2.7 Výsledky měření mačkovosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 2

Druhou metodou, pro měření mačkovosti obrazovou analýzou, je naměření délek a počtů jednotlivých přehybů a skladů, které se na testované textilii vytvořily při jejím zkoušení. Pro vyhodnocení výsledků byla vytvořena tabulka č. 8, která se skládá z celkem 5 stupňů pro hodnocení mačkovosti. Ke každému stupni je přiřazen interval součtu délek přehybů a interval počtu naměřených přehybů na textilii, které by si měly navzájem odpovídat.

Tabulka 8 Hodnocení délek přehybů mačkovosti obrazovou analýzou

Stupeň mačkovosti	Součet délek přehybů [mm <sup>2</sup> ]	Počet naměřených přehybů
5	0 – 500	0 - 10
4	501 – 1 000	11 - 20
3	1 001 – 1 300	21 - 27
2	1 301 - 1 600	28 - 35
1	➤ 1 601	➤ 35

Výsledky měření délek přehybů a jejich počtů jsou znázorněny v tabulce č. 9. Z tabulky lze vypočítat, že vzorky č. 2, 3, 4 a 5 (viz příloha č. 34 – 37) odpovídají naměřeným hodnotám podle technické normy. Pro vzorek č. 4 byl zvolen stupeň mačkovosti obrazovou analýzou 2 – 3, protože součet délek přehybů (s počtem 1 126,1 mm<sup>2</sup>) odpovídá stupni 3, ale počet naměřených přehybů (33) odpovídá druhému stupni. Z toho vyplývá, že vzorek č. 4 má větší množství přehybů, avšak krátkých.

Naopak vzorek č. 1 (viz příloha č. 33) se liší svým hodnocením obrazovou analýzou a hodnocením pomocí normovaných etalonů. Důvodem může být opět barva materiálu, nebo nasnímání obrazu vzorku, kde velkou roli hrají světelné podmínky. V tomto případě by bylo doporučeno vzorek č. 1 zkusit znovu změřit metodou dutého válce a nafotit jej při jiných světelných podmínkách. Z toho vyplývá, že hodnocení mačkovosti (délkami a počty přehybů) obrazovou analýzou je vyhovující, avšak je zapotřebí zdokonalit techniku nafocení materiálů, aby přehyby pomačkání byly dobře čitelné.

Tabulka 9 Výsledky měření mačkavosti obrazovou analýzou - měření délek a počtu přehybů pomačkání

Vzorek č.	Součet délek přehybů [mm <sup>2</sup> ]	Počet naměřených přehybů	Hodnocení stupněm mačkavosti obrazovou analýzou	Hodnocení stupněm mačkavosti podle ČSN
1	622,3	13	4	2 - 3
2	1 574,9	31	2	2
3	1 195,9	24	3	2 - 3
4	1 126,1	33	2 - 3	2 - 3
5	729, 9	17	4	4

### 5.2.8 Postup pro hodnocení mačkavosti pomocí dutého válce obrazovou analýzou – metoda 2

- 1) Pro vykonání zkoušky je třeba připravit 2 obdélníkové vzorky o rozměrech 325 x 200 mm.
- 2) Připravené vzorky otestovat dle technické normy ČSN 80 8071 – *Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce.*
- 3) Otevřít program NIS – Elements.
- 4) Nasnímat obraz do programu NIS – Elements pomocí fotoaparátu nebo kamerové sestavy. Pomocí fotoaparátu: SOUBOR → OTEVŘÍT, poté ve složce vybrat již hotovou fotografii otestovaného vzorku.
- 5) Po vložení nebo nasnímání obrazu, je potřeba v programu zkalibrovat obraz pomocí funkce na horní liště: KALIBROVAT → RYCHLÁ KALIBRACE. Je potřeba dát si pozor na délkové jednotky (mm, cm, dm...).
- 6) Následně obraz transformovat do šedotónového obrazu. Funkce na horní liště: OBRAZ → KONVERZE → PŘEVÉST DO ŠEDÉHO OBRAZU.
- 7) Poté provést vyhlazení obrazu: OBRAZ → VYHLAZENÍ OBRAZU a jeho homogenizaci: OBRAZ → HOMOGENIZACE.
- 8) Následně měření délek záhybů pomačkání: MĚŘENÍ → MANUÁLNÍ MĚŘENÍ → DÉLKY. Ručně poté vybrat záhyby pomačkání. Program NIS – Elements počítá délky a zároveň zobrazí i jejich celkový počet.

## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout způsob hodnocení vybraných užitných vlastností plošných textilií objektivním způsobem pomocí systému analýzy obrazu a vypracovat odpovídající metodiku.

V teoretické části bylo zpracované především seznámení s tematikou užitných vlastností plošných textilií a představení užitných vlastností vybraných pro experimentální část, kterými byly žmolkovitost a mačkavost (metoda úhlu zotavení a metoda dutého válce). Zároveň byl vysvětlen systém analýzy obrazu a počítačový program NIS – Elements, ve kterém byly obě užitné vlastnosti po testování hodnoceny.

Pro experimentální část bylo vybráno celkem 5 vzorků plošných textilií. Tyto vzorky byly otestovány a ohodnoceny dle vybraných technických norem. Současně byly vybrané textilie hodnoceny analýzou obrazu a proběhlo porovnání výsledků obou způsobů.

První byla měřena a hodnocena užitná vlastnost žmolkovitost. U jejího hodnocení byly problémem vzniklé žmolky, které program zcela nezvládl identifikovat a rozeznat od pozadí. Řešením bylo zvýraznění žmolků propisovacím papírem. U 3 z 5 vzorků, testovaných a hodnocených na žmolkovitost, se nevyskytl žádný problém a výsledky hodnocení obrazovou analýzou a hodnocení normovanými etalony si navzájem odpovídaly.

U vzorků č. 1 a 4 byl problém s barvou materiálu, která může být nevýhodou tohoto způsobu hodnocení žmolkovitosti. Například u vzorku č. 1 to byla různobarevná vazba, anebo u vzorku č. 4 příliš tmavé zbarvení materiálu a tedy nízký kontrast mezi pozadím a měřenými objekty (žmolky). Naopak výhodou analýzy obrazu je objektivní ohodnocení žmolkovitosti přesným naměřením počtu žmolků. Výsledek zkoušky tedy není ovlivněný subjektivní evaluací zkoušejícího.

Při hodnocení mačkavosti (metodou úhlu zotavení) si výsledky hodnocení jak obrazovou analýzou, tak podle technické normy odpovídaly. Z toho vyplývá, že obrazová analýza je na hodnocení měření úhlu zotavení vhodná. Její výhodou je, že dokáže naměřit přesnější výsledky než pojízdná hlava u měřicího přístroje UMAK. Naopak nevýhodou této metody je zdlouhavý proces hodnocení. Tím se rozumí nasnímání všech obrazů, které se musí do programu vložit, a naměření správného úhlu zotavení. Metodu hodnocení úhlu zotavení bych doporučila, pokud k jeho hodnocení chybí úhloměr a je k dispozici pouze závaží k jeho otestování.

Poslední byla měřena a hodnocena mačkavost metodou dutého válce. Pro její hodnocení obrazovou analýzou byly v této práci zpracovány dvě metody. První metoda je měření plochy pomačkání, kde jsou měřené pouze vnější přehyby na textilií. Druhou metodou je změření celkového součtu délek a počtu přehybů na testovaném vzorku. U obou těchto metod si výsledky hodnocení obrazovou analýzou a technickou normou navzájem odpovídaly.

Při hodnocení mačkavosti metodou dutého válce je potřeba dát si pozor na kvalitní nasnímání obrazu otestovaného vzorku, protože nekvalitní fotozáznam nemusí přesně zobrazovat všechny přehyby textilie. Naopak výhodou je, že pro tento typ hodnocení je barva plošné textilie nezávislá a nijak neovlivní výsledky.

Jedna z hlavních výhod využití systému analýzy obrazu při hodnocení vybraných užitečných vlastností je jejich objektivní ohodnocení. Při evaluaci užitečných vlastností podle technických norem a tedy podle normovaných etalonů, záleží především na subjektivním vnímání zkoušejícího. Mezi další výhody také patří možnost uložení nasnímaných obrazů otestovaných vzorků. Obzvláště například u zkoušek měření mačkavosti, kdy se vzorek časem zotaví a vrátí do původního stavu. Zároveň je výhodou, že program NIS – Elements pro všechna měření automaticky vytvoří Excelové tabulky s daty měření, které si lze vygenerovat a uložit do svého počítače.

Po získaných zkušenostech se zpracováváním tohoto tématu a měřením v programu NIS – Elements, bych doporučila použití měřítka při fotodokumentaci vybraných plošných textilií. Při měření v programu NIS – Elements byly zadány pouze známé rozměry vzorků. V takovém případě mohou být při jiných zkouškách výsledky zkreslené a nepřesné, například kvůli kvalitě fotografie, pomačkání textilie, jejím záhybům apod. V této práci nepřidané měřítko výrazným způsobem neovlivnilo její výsledky. Jednou z nevýhod hodnocení plošných textilií pomocí systému analýzy obrazu jsou barvy hodnoceného materiálu. Barva může výsledky negativním způsobem ovlivnit, nebo je program vůbec nezvládne zpracovat. V této práci je tomu příkladem měření žmolkovitosti.

Závěrem lze tedy říci, že systém analýzy obrazu je pro tyto vybrané užitečné vlastnosti vhodný a lze tímto způsobem dosáhnout odpovídajících výsledků.



## Seznam použité literatury

### Literární zdroje

[1] ČSN 80 0834 *Zjišťování užitných vlastností textilií používáním*. Praha: Český normalizační institut, 1985.

[2] ČSN 80 0838 *Zjišťování odolnosti plošných textilií proti žmolkování na komorovém žmolkovacím stroji*. Praha: Český normalizační institut, 1975.

[3] ČSN EN 22313 (80 0820) *Plošné textilie-Zjišťování mačkavosti-schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení*. Praha: Český normalizační institut, 1994.

[7] ČSN EN ISO 12947-1 *Textilie - Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale - Část 1: Přístroj Martindale*. 1999.

[8] JALŮVKOVÁ, Kateřina. *Obrazová analýza delaminačních trhlin v tkanině*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2001.

Svoboda, M., Homuta, L., Mikeš, J.: *Analýza obrazu počítačem*, Medsoft, DT ČSUTS, Praha, 1989

[13] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-682-2.

[14] SONG, Guowen. *Improving comfort in clothing*. Woodhead Publishing, 2011. ISBN 978-1-84569-539-2.

[15] FAN, J., W. YU a L. HUNTER. *Clothing Appearance and Fit: science and technology*. 2004. ISBN 978-1-85573-745-7.

[16] *Speciální technika a měření v oděvní výrobě: Obrazová analýza*. Liberec, 2010.

[17] STANĚK, Jaroslav. *Nauka o textilních materiálech*. sv. 1., Část 4. *Vlastnosti délkových a plošných textilií*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1988.

[20] ČSN 80 8071 – *Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce*. 1987.

## Internetové zdroje

[4] GLOMBÍKOVÁ, Viera. *Fyziologické vlastnosti II* [online prezentace]. Liberec, 2010 [cit. 2019-10-29].

[5] GLOMBÍKOVÁ, Viera. *Užitné vlastnosti oděvních materiálů* [online prezentace]. Liberec, 2010 [cit. 2019-10-29].

[6] GLOMBÍKOVÁ, Viera. *Zpracovatelské a užitné vlastnosti oděvních materiálů* [online prezentace]. Liberec, 2010 [cit. 2019-10-29].

[10] *Laboratoř speciální mikroskopie a obrazové analýzy* [online]. [cit. 2019-03-05].  
Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-materialoveho-inzenyrstvi-laboratore/laborator-specialni-mikroskopie-a-obrazove-analyzy>

[11] *NIS-Elements* [online]. [cit. 2019-07-06]. Dostupné z: [www.nis-elements.cz](http://www.nis-elements.cz)

[12] Program NIKON NIS-Elements. *HANYKO Praha s.r.o.* [online]. [cit. 2019-08-12].  
Dostupné z: <https://www.hanyko-praha.cz/produkty/metalografie/software-pro-hodnoceni-struktury/nikon-nis-elements/>

[18] Physical Properties and characteristics of Fabrics. *Textile School* [online]. [cit. 2019-12-11]. Dostupné z: <https://www.textileschool.com/199/physical-properties-and-characteristics-of-fabrics/>

[19] What Makes a Fabric Wrinkle Resistant? *PROPER CLOTH* [online]. [cit. 2019-12-11].  
Dostupné z: <https://propercloth.com/reference/what-makes-a-fabric-wrinkle-resistant/>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Přístroj Martindale pro hodnocení žmolkovitosti .....	15
Obrázek 2 Přístroj UMAK pro měření úhlu zotavení .....	17
Obrázek 3 Přístroj pro měření mačkavosti pomocí metody dutého válce.....	18
Obrázek 4 Nasnímaný obraz otestovaného vzorku č. 3 na přístroji MARTINDALE .....	24
Obrázek 5 Kalibrace obrazu v programu NIS – Elements - žmolkovitost.....	25
Obrázek 6 Transformace do šedotónového obrazu - žmolkovitost.....	25
Obrázek 7 Definice prahování - žmolkovitost .....	26
Obrázek 8 Aplikace rámečku ROI - žmolkovitost .....	26
Obrázek 9 Tabulka s výsledky měření - žmolkovitost .....	27
Obrázek 10 Tabulka s výsledky měření - histogram.....	27
Obrázek 11 Nasnímaný obraz otestovaného vzorku – úhel zotavení.....	32
Obrázek 12 Zvýraznění úhlu na nasnímaném obraze – úhel zotavení .....	33
Obrázek 13 Kalibrace nasnímaného obrazu - úhel zotavení .....	33
Obrázek 14 Změření úhlu zotavení .....	34
Obrázek 15 Nasnímaný obraz otestovaného vzorku – metoda pomocí dutého válce .....	38
Obrázek 16 Kalibrace nasnímaného obrazu v programu NIS – Elements – dutý válec .....	39
Obrázek 17 Obraz předemý na šedotónový obraz – dutý válec .....	39
Obrázek 18 Vyhlazení obrazu – dutý válec .....	40
Obrázek 19 Homogenizace obrazu – dutý válec .....	40
Obrázek 20 Měření plochy pomačkání vzorku - dutý válec .....	41
Obrázek 21 Měření délek pomačkání vzorku - dutý válec.....	41

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika materiálů .....	22
Tabulka 2 Stupně žmolkovitosti.....	23
Tabulka 3 Tabulka pro hodnocení výsledků žmolkovitosti v obrazové analýze .....	28
Tabulka 4 Výsledky měření žmolkovitosti obrazovou analýzou .....	29
Tabulka 5 Porovnání výsledků úhlu zotavení podle ČSN a obrazové analýzy.....	35
Tabulka 6 Hodnocení plochy mačkavosti obrazovou analýzou .....	42
Tabulka 7 Výsledky měření mačkavosti obrazovou analýzou - měření celkové plochy pomačkání .....	43
Tabulka 8 Hodnocení délek přehybů mačkavosti obrazovou analýzou .....	45
Tabulka 9 Výsledky měření mačkavosti obrazovou analýzou - měření délek a počtu přehybů pomačkání .....	46

## Seznam rovnic

Rovnice 1 .....	31
-----------------	----

## **Přílohy**

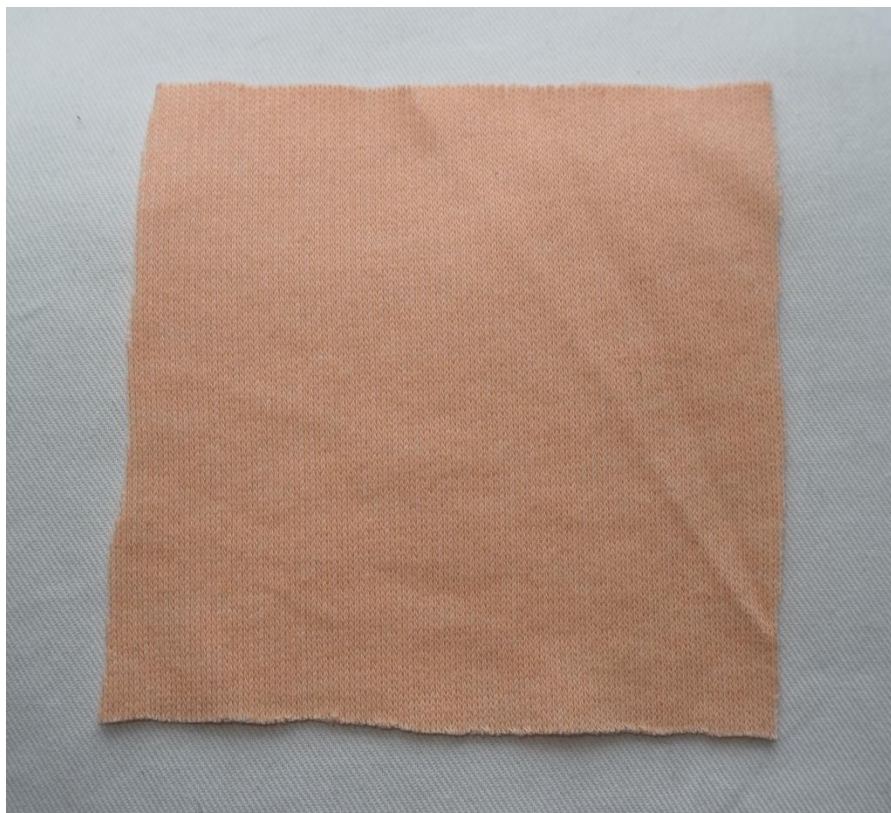
**Příloha č. 1 – Vybraný vzorek plošné textilie – vzorek č. 1.**



**Příloha č. 2 – Vybraný vzorek plošné textilie – vzorek č. 2.**



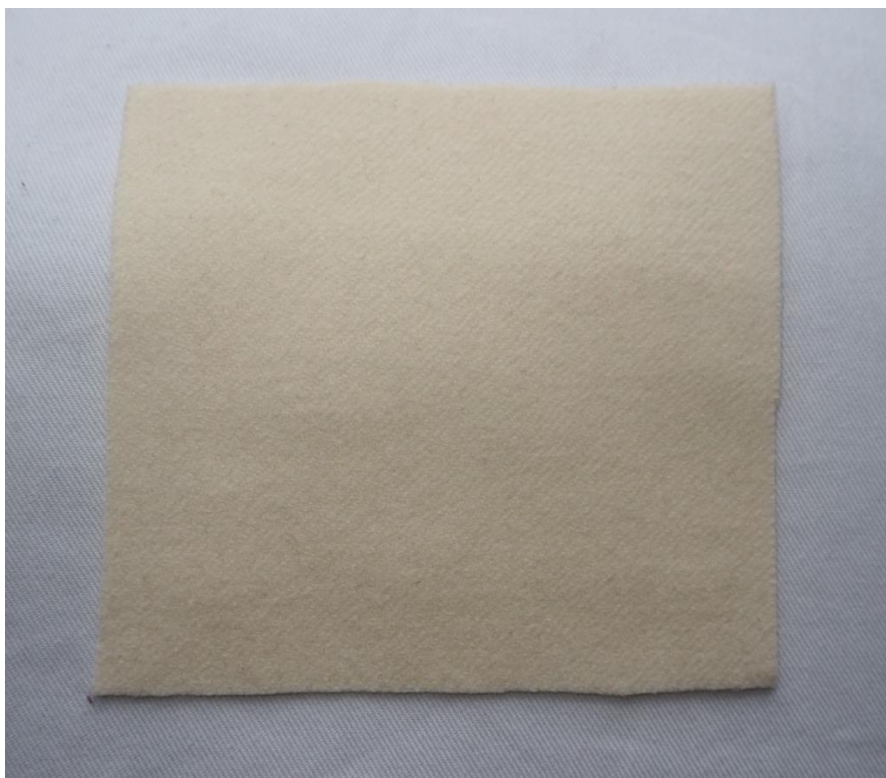
**Příloha č. 3 – Vybraný vzorek plošné textilie – vzorek č. 3.**



**Příloha č. 4 – Vybraný vzorek plošné textilie – vzorek č. 4.**



**Příloha č. 5 - Vybraný vzorek plošné textilie – vzorek č. 5.**



**Příloha č. 6 - Určení počtu otáček na přístroji MARTINDALE.**

Kategorie	Typ textilie	Typ odíracího materiálu	Závaží [g]	Stav posouzení	Počet oděrů
1	nábytkoviny	vlněná odírací tkanina	415 ± 2	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2	tkaniny mimo nábytkoviny	vlněná odírací tkanina ve stadiu zkoušení líc/líc nebo vlněná tkanina	415 ± 2	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
3	pleteniny (mimo nábytkoviny)	pletenina	155 ± 1	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000



**Příloha č. 7 – Výsledky měření žmolkovitosti dle technické normy.**

<b>Vzorek č./počet otáček</b>		<b>125</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>5000</b>	<b>7000</b>
1.	1. měření	5	5	5	5	5	5
	2. měření	5	5	5	5	5	5
2.	1. měření	5	5	4	4	4	4
	2. měření	5	4	4	4	4	3
3.	1. měření	3	3	2	2	2	-
	2. měření	3	3	3	2	2	-
4.	1. měření	4	3	2	1	1	-
	2. měření	4	2	2	1	1	-
5.	1. měření	5	4	4	4	4	4
	2. měření	4	4	4	4	4	4

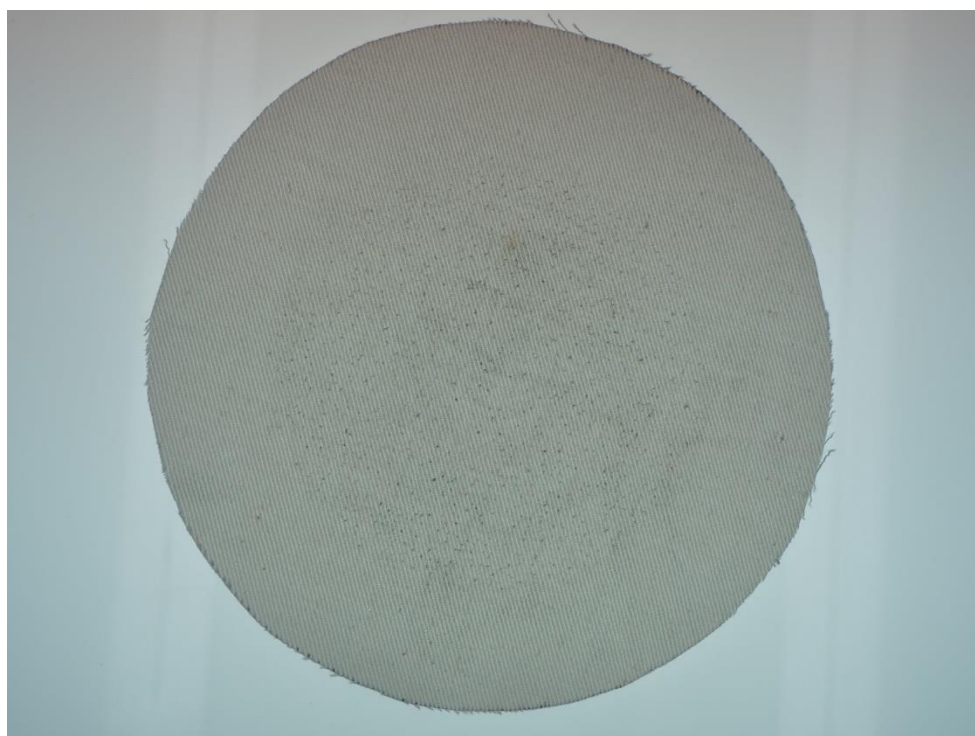
**Příloha č. 8 – Nasímaný obraz otestovaného vzorku č. 1 na přístroji MARTINDALE.**



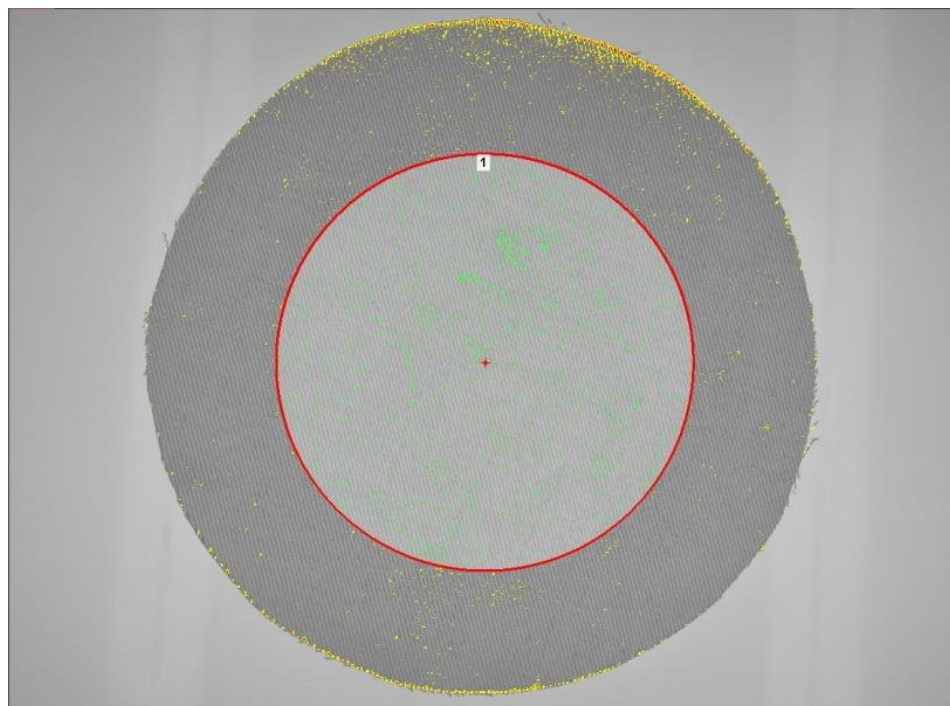
**Příloha č. 9 – Vzorek č. 1 po definici prahování.**



**Příloha č. 10 - Nasímaný obraz otestovaného vzorku č. 2 na přístroji MARTINDALE.**



Příloha č. 11 – Obrázek vzorku č. 2 připravený na měření v obrazové analýze.



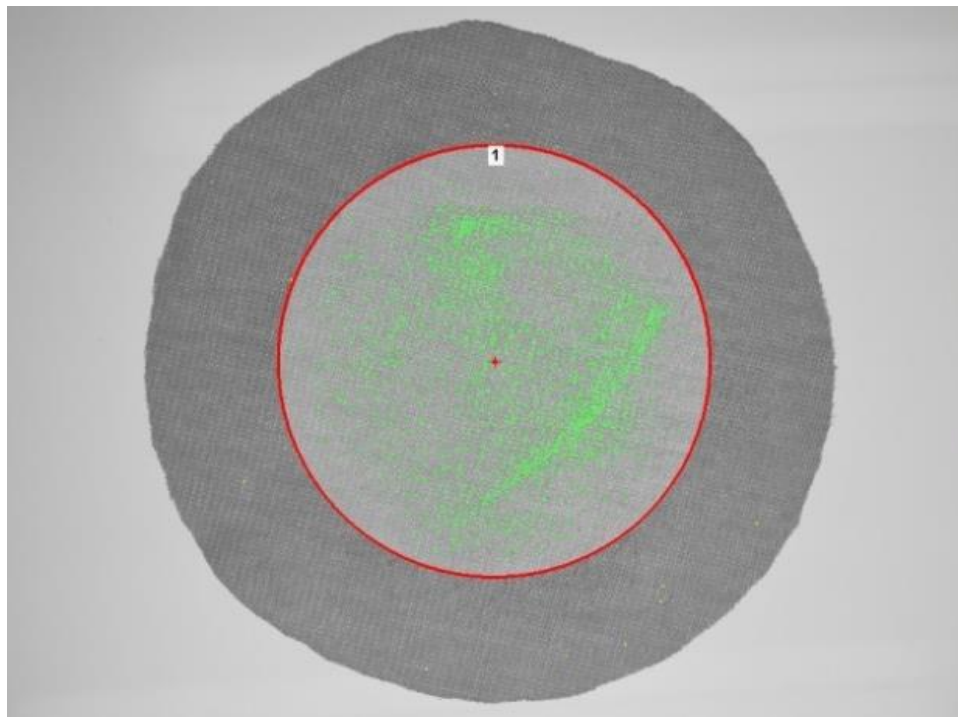
Příloha č. 12 - Výsledky hodnocení žmolkovitosti obrazovou analýzou vzorku č. 2.

Měřená plocha [mm <sup>2</sup> ]	Počet žmolků
0,1 – 0,2	3561
0,2 – 0,3	1715
0,3 – 0,4	872
0,4 - 0,5	609
0,5 – 0,6	405
0,6 - 0,7	286
0,7 – 0,8	195
0,8 – 0,9	178
0,9 – 1	167
1 – 1,1	107
1,1 – 1,2	103
1,2 – 1,3	67
1,3 – 1,4	90
1,4 – 1,5	96
1,5 – 1,6	67
1,6 – 1,7	51
1,7 – 1,8	74
1,8 – 1,9	34
1,9 - 2	99

**Příloha č. 13 - Nasnímaný obraz otestovaného vzorku č. 3 na přístroji MARTINDALE**



**Příloha č. 14 - Obraz vzorku č. 3 připravený na měření v obrazové analýze.**



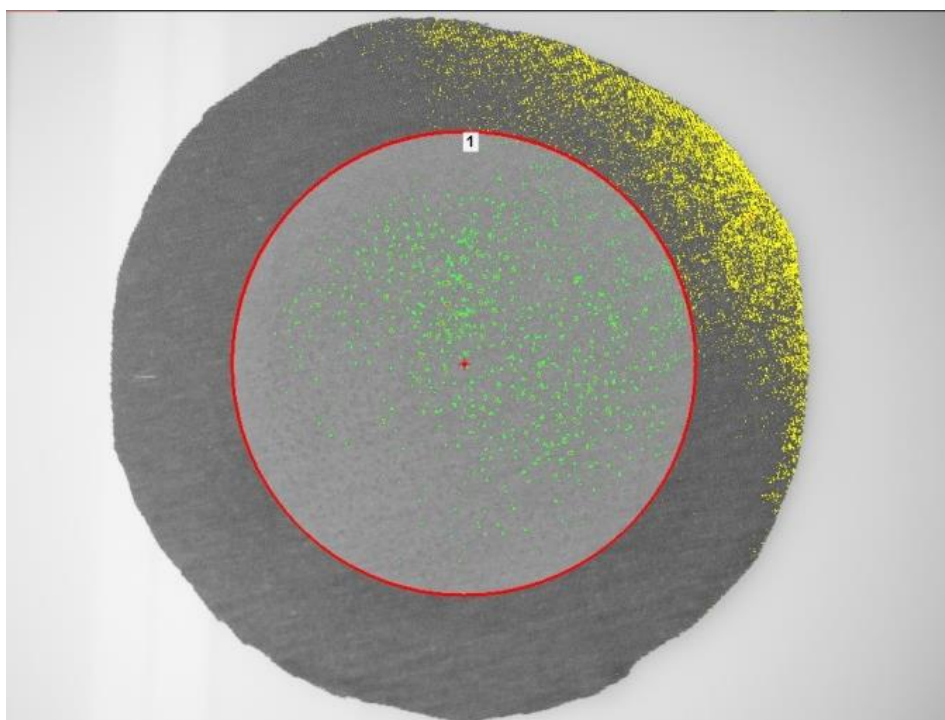
**Příloha č. 15 - Výsledky hodnocení žmolkovitosti obrazovou analýzou vzorku č. 3.**

<b>Měřená plocha [mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Počet žmolků</b>
0,1 – 0,2	2791
0,2 – 0,3	1620
0,3 – 0,4	849
0,4 - 0,5	601
0,5 – 0,6	399
0,6 - 0,7	284
0,7 – 0,8	195
0,8 – 0,9	178
0,9 – 1	167
1 – 1,1	106
1,1 – 1,2	103
1,2 – 1,3	67
1,3 – 1,4	90
1,4 – 1,5	96
1,5 – 1,6	67
1,6 – 1,7	51
1,7 – 1,8	74
1,8 – 1,9	34
1,9 - 2	99

**Příloha č. 16 - Nasnímaný obraz otestovaného vzorku č. 4 na přístroji MARTINDALE.**



Příloha č. 17 - Obrázek vzorku č. 4 připravený na měření v obrazové analýze.



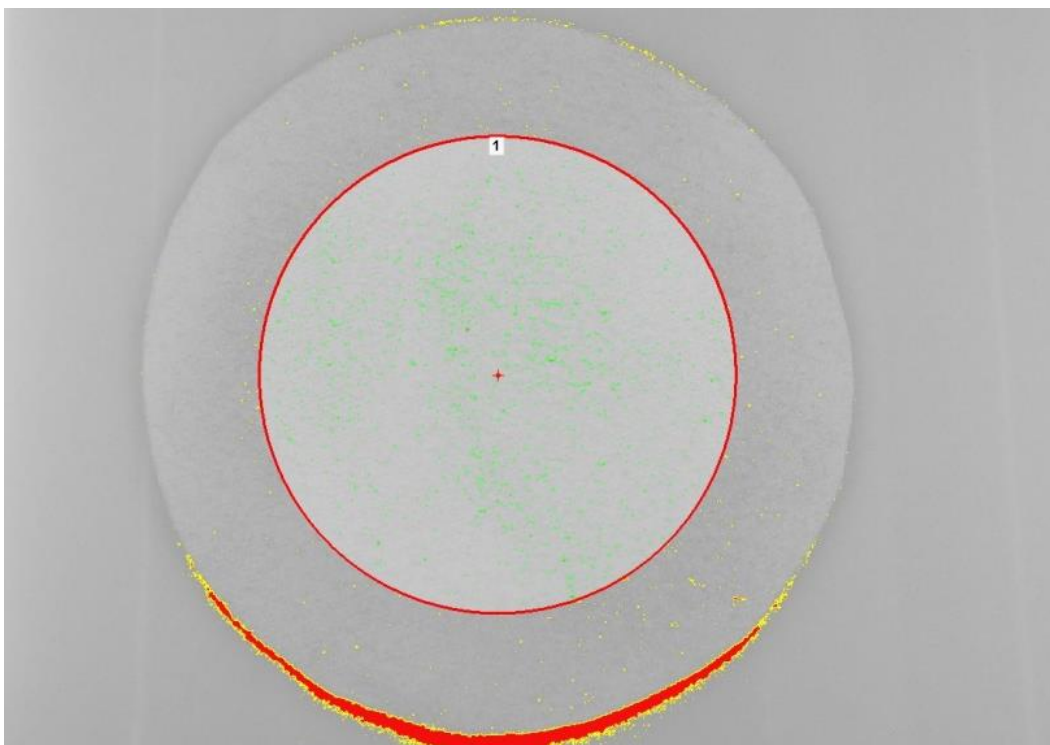
Příloha č. 18 – Výsledky hodnocení žmolkovitosti obrazovou analýzou vzorku č. 4.

Měřená plocha [mm <sup>2</sup> ]	Počet žmolků
0,1 – 0,2	559
0,2 – 0,3	220
0,3 – 0,4	96
0,4 - 0,5	50
0,5 – 0,6	32
0,6 - 0,7	10
0,7 – 0,8	6
0,8 – 0,9	0
0,9 – 1	2
1 – 1,1	1
1,1 – 1,2	0
1,2 – 1,3	0
1,3 – 1,4	0
1,4 – 1,5	0
1,5 – 1,6	0
1,6 – 1,7	0
1,7 – 1,8	0
1,8 – 1,9	0
1,9 - 2	0

**Příloha č. 19 - Nasnímaný obraz otestovaného vzorku č. 5 na přístroji MARTINDALE.**



**Příloha č. 20 - Obraz vzorku č. 5 připravený na měření v obrazové analýze.**



Příloha č. 21 – Výsledky hodnocení žmolkovitosti obrazovou analýzou vzorku č. 5.

Měřená plocha [mm <sup>2</sup> ]	Počet žmolků
0,1 – 0,2	613
0,2 – 0,3	226
0,3 – 0,4	101
0,4 - 0,5	50
0,5 – 0,6	32
0,6 - 0,7	10
0,7 – 0,8	6
0,8 – 0,9	0
0,9 – 1	2
1 – 1,1	1
1,1 – 1,2	0
1,2 – 1,3	0
1,3 – 1,4	0
1,4 – 1,5	0
1,5 – 1,6	0
1,6 – 1,7	0
1,7 – 1,8	0
1,8 – 1,9	0
1,9 - 2	0

Příloha č. 22 - Výsledky měření mačkavosti metodou úhlu zotavení.

Doba zotavení		Osnova		Útek	
		5 minut	60 minut	5 minut	60 minut
Vzorek č. 1	1	61	71	99	102
	2	65	71	91	100
	3	56	68	93	102
	4	57	66	101	110
	5	67	75	93	100
<b>Průměr [°]</b>		61,2	70,2	95,4	102,8
<b>s [°]</b>		4,31	3,06	3,88	3,71
<b>v [%]</b>		7,04	4,36	4,07	3,61
<b>M [%]</b>		34	39	53	57,12



		<b>Osnova</b>		<b>Útek</b>	
<b>Doba zotavení</b>		5 minut	60 minut	5 minut	60 minut
<b>Vzorek č. 2</b>	1	62	62	90	96
	2	62	66	101	104
	3	58	63	107	129
	4	57	57	104	131
	5	52	55	105	109
<b>Průměr [°]</b>		58,2	60,6	101,4	113,8
<b>s [°]</b>		4,15	4,51	6,73	15,51
<b>v [%]</b>		7,13	7,44	6,64	13,63
<b>M [%]</b>		32,34	33,67	56,34	63,24

		<b>Osnova</b>		<b>Útek</b>	
<b>Doba zotavení</b>		5 minut	60 minut	5 minut	60 minut
<b>Vzorek č. 3</b>	1	71	85	143	150
	2	75	87	112	125
	3	81	87	122	135
	4	55	58	128	140
	5	55	73	116	129
<b>Průměr [°]</b>		67,4	78	124,2	135,8
<b>s [°]</b>		10,61	11,28	10,85	8,75
<b>v [%]</b>		15,75	14,46	8,74	6,44
<b>M [%]</b>		37,45	43,34	69	74,45

		<b>Osnova</b>		<b>Útek</b>	
<b>Doba zotavení</b>		5 minut	60 minut	5 minut	60 minut
<b>Vzorek č. 4</b>	1	125	155	103	111
	2	138	128	93	112
	3	141	152	111	118
	4	122	146	105	107
	5	146	136	102	119
<b>Průměr [°]</b>		134,4	143,4	102,8	133,4
<b>s [°]</b>		9,31	10,07	5,81	4,5
<b>v [%]</b>		6,93	7,02	5,65	3,97
<b>M [%]</b>		74,67	79,67	57,12	63

		<b>Osnova</b>		<b>Útek</b>	
<b>Doba zotavení</b>		5 minut	60 minut	5 minut	60 minut
<b>Vzorek č. 5</b>	1	157	162	151	156
	2	154	156	152	157
	3	151	155	152	154
	4	151	155	153	159
	5	154	157	144	148
<b>Průměr [°]</b>		153,4	157	150,4	154,8
<b>s [°]</b>		2,25	2,61	3,26	3,76
<b>v [%]</b>		1,46	1,66	2,17	2,43
<b>M [%]</b>		85,23	87,23	83,56	86

Příloha č. 23 – Výsledky měření úhlu zotavení obrazovou analýzou

Doba zotavení		Osnova		Útek	
		5 minut	60 minut	5 minut	60 minut
Vzorek č. 1	1	61,9	68,8	95,5	97,5
	2	62,7	73,4	91,7	100,3
	3	57,9	65,3	94,9	101,4
	4	59,6	65,1	101,9	109,5
	5	67,3	73,4	91,8	98,9
<b>Průměr [°]</b>		61,88	69,2	95,16	101,52
<b>s [°]</b>		3,2	3,67	3,71	4,2
<b>v [%]</b>		5,17	5,31	3,9	4,14
<b>M [%]</b>		34,38	38,45	52,87	56,4

Doba zotavení		Osnova		Útek	
		5 minut	60 minut	5 minut	60 minut
Vzorek č. 3	1	95,25	80,8	141,2	151,05
	2	79,8	88,4	122,95	126,35
	3	79,8	85,55	124,15	134,8
	4	56,95	60,55	128,55	140,85
	5	57,5	65,15	119,75	128,5
<b>Průměr [°]</b>		73,86	76,09	125,32	136,31
<b>s [°]</b>		14,71	11,17	7,49	8,95
<b>v [%]</b>		19,91	14,69	5,98	6,56
<b>M [%]</b>		41,04	42,27	69,62	75,73

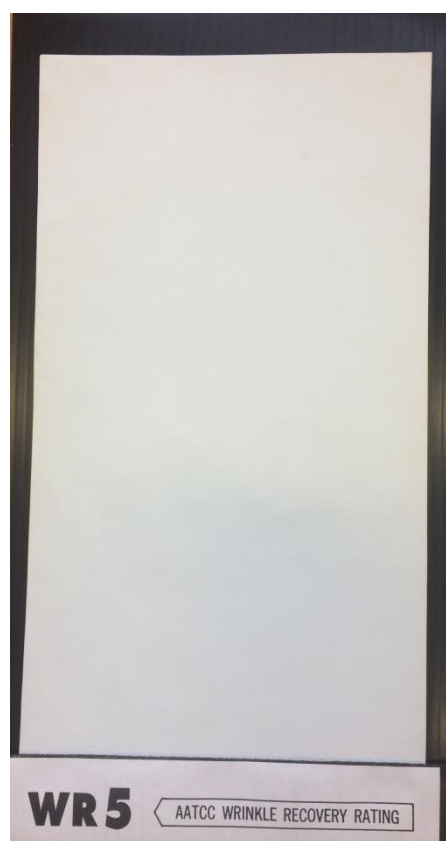
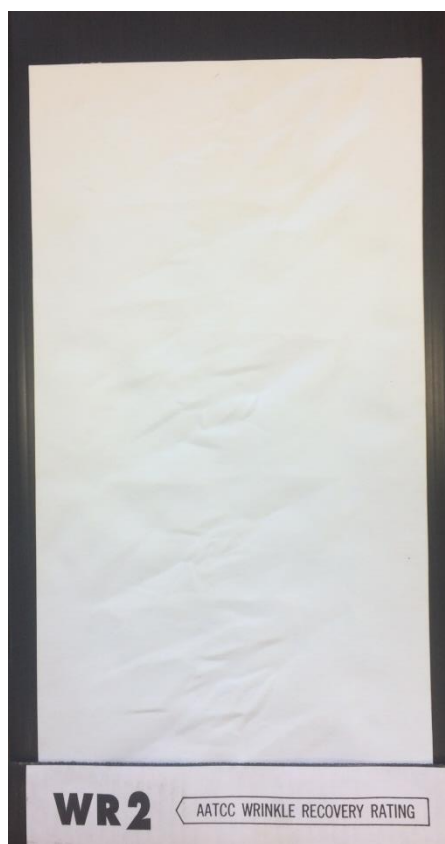
**Příloha č. 24 – Vzorek č. 3 – tvar a sklon otestovaného vzorku.**



**Příloha č. 25 - Vzorky upevněné v přístroji na měření pomocí dutého válce a zatížené závaží.**



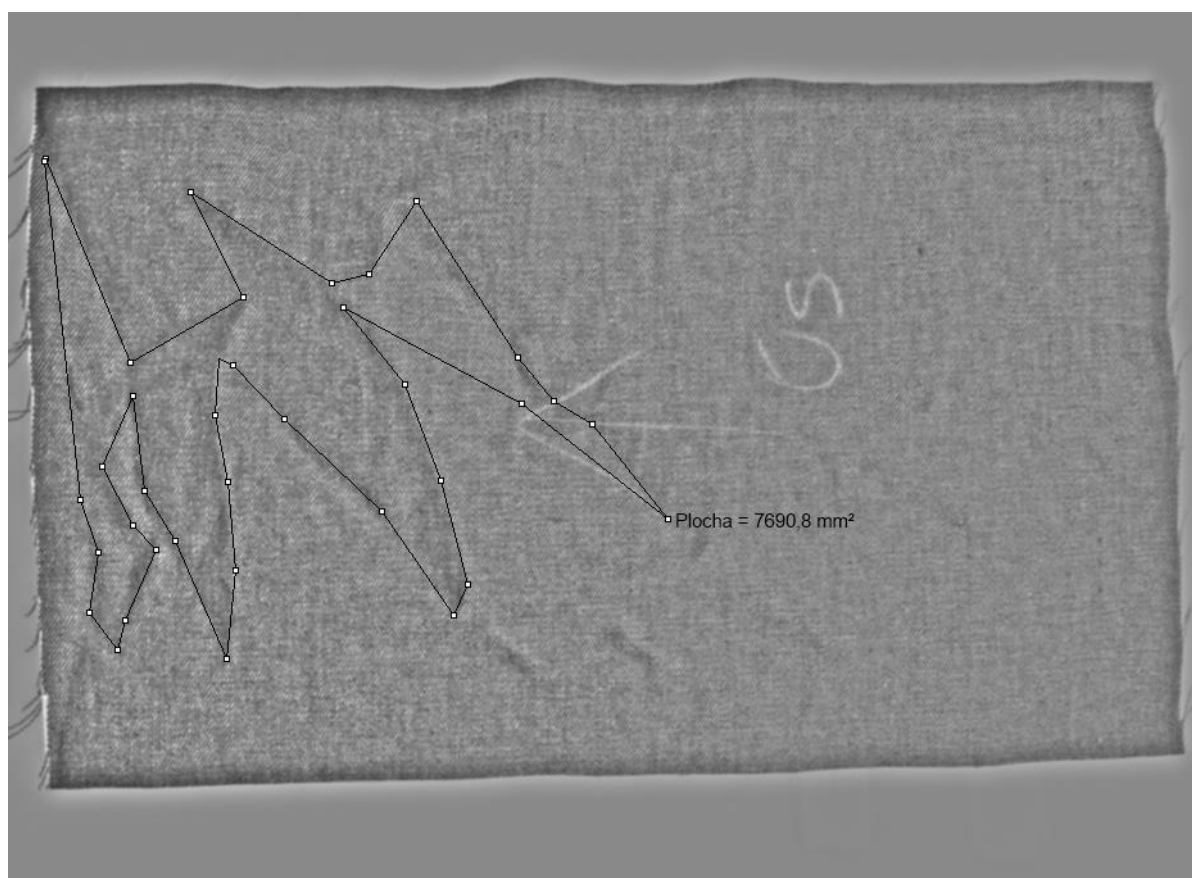
Příloha č. 26 - Normované etalony na hodnocení mačkavosti textilie metodou dutého válce.



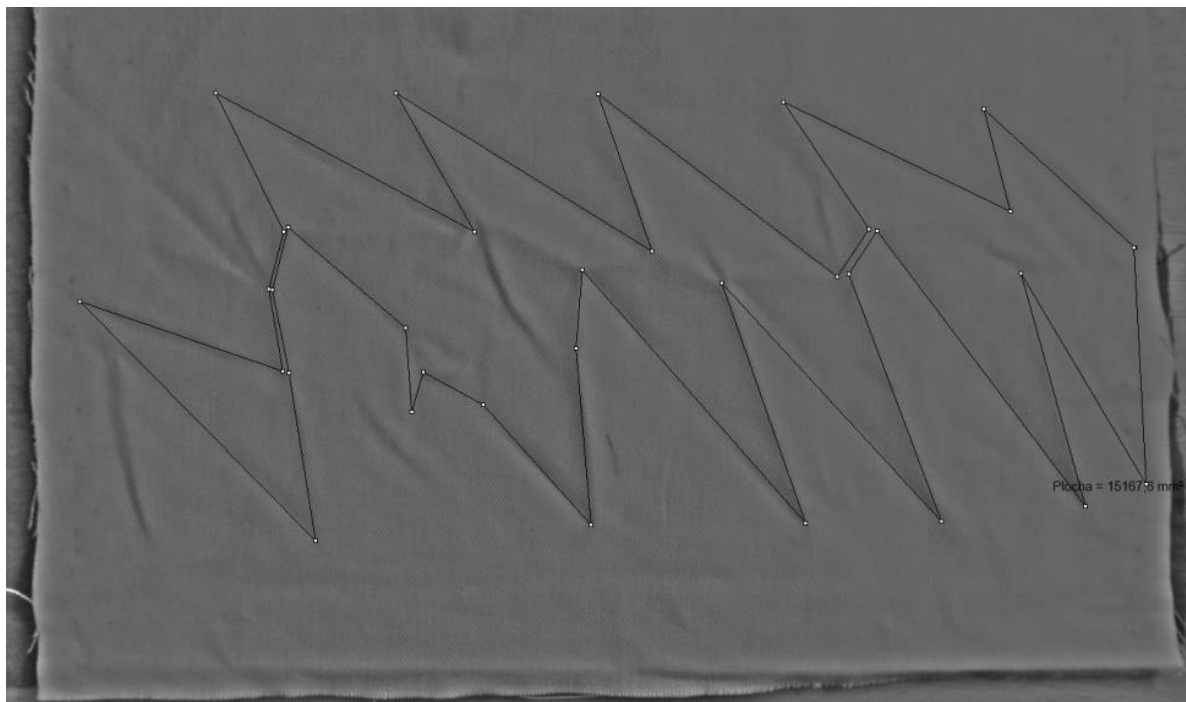
**Příloha č. 27 – Výsledky měření mačkovosti metodou dutého válce.**

	Podle osnovy		Podle útku	
	Měření č. 1	Měření č. 2	Měření č. 1	Měření č. 2
Vzorek č. 1	3	2	3	3
Vzorek č. 2	2	2	2	3
Vzorek č. 3	2	3	3	2
Vzorek č. 4	2	3	2	2
Vzorek č. 5	4	4	4	4

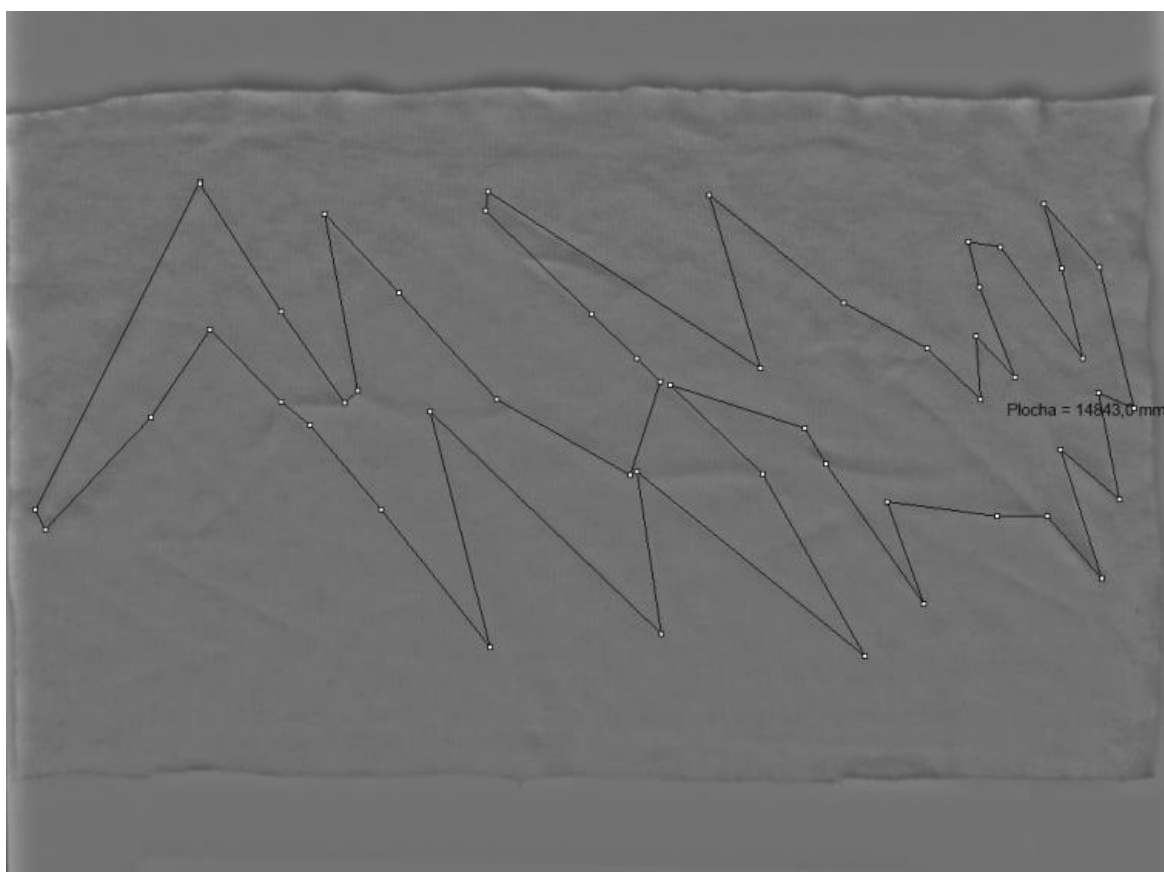
**Příloha č. 28 – Měření plochy pomačkání – vzorek č. 1**



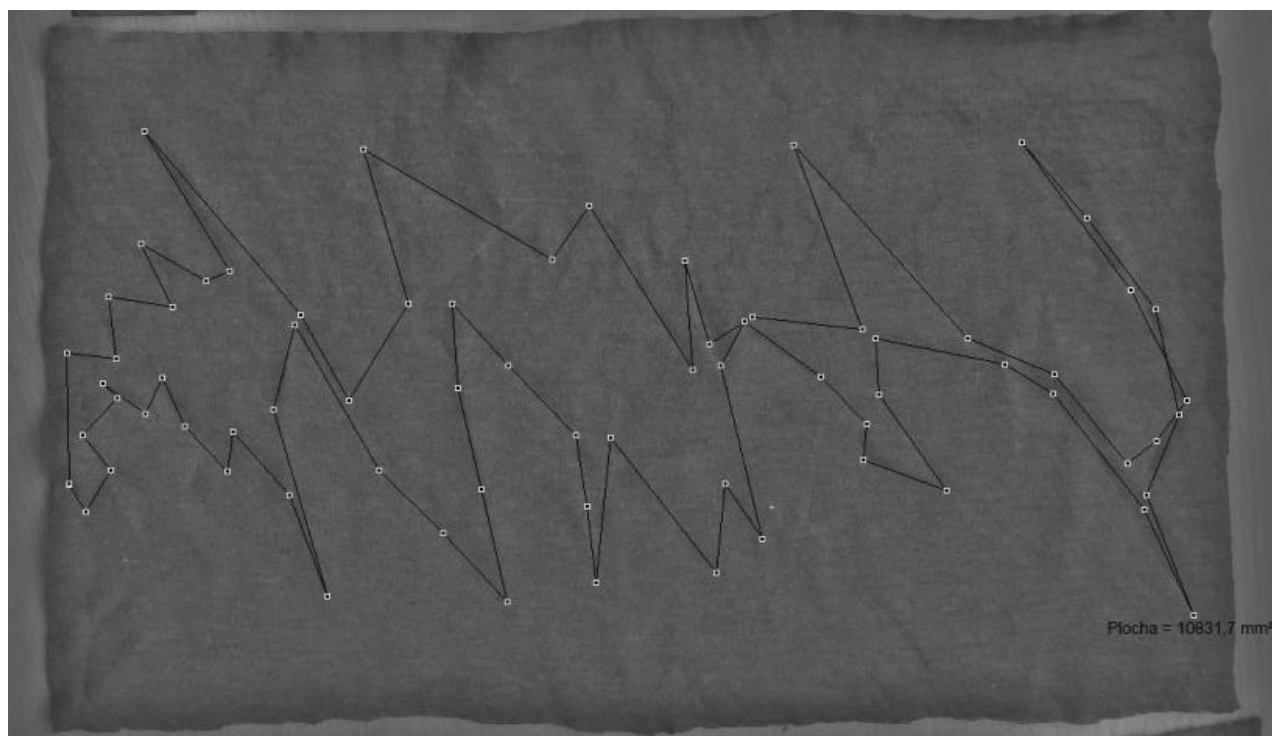
**Příloha č. 29 – Měření plochy pomačkání – vzorek č. 2**



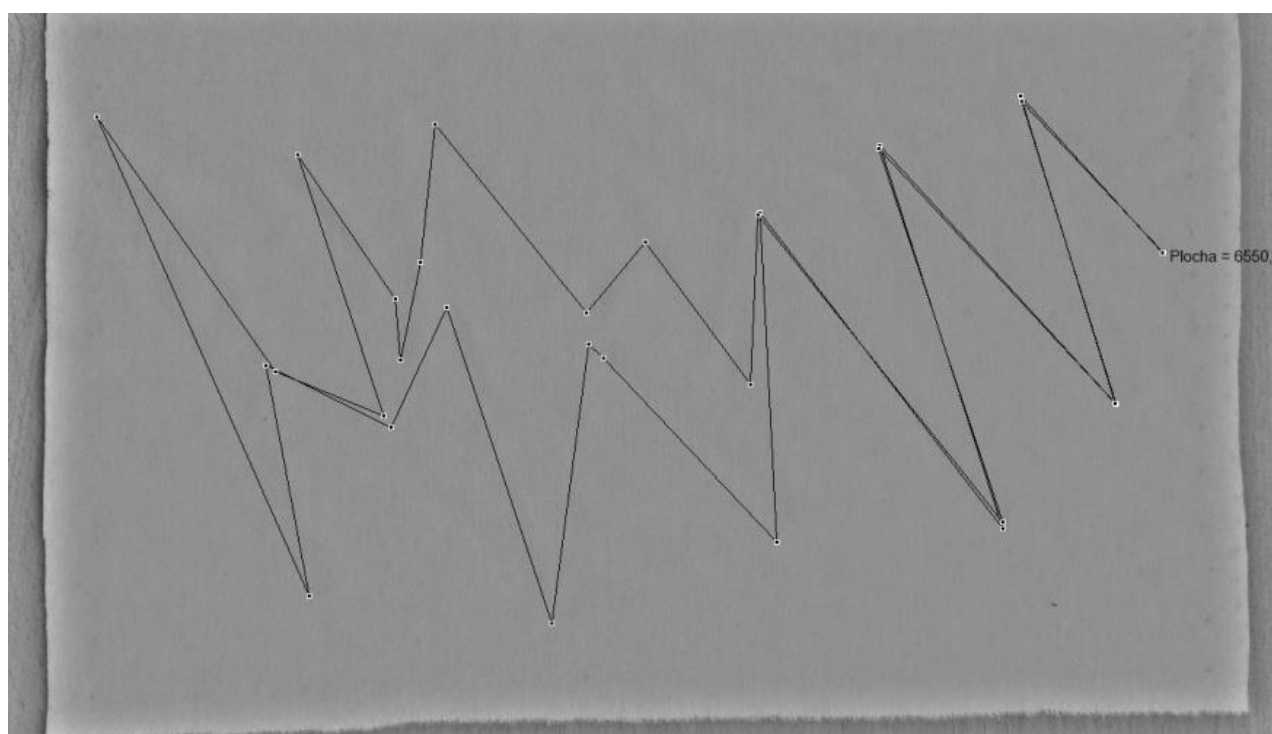
**Příloha č. 30 – Měření plochy pomačkání – vzorek č. 3**



**Příloha č. 31 – Měření plochy pomačkání – vzorek č. 4**

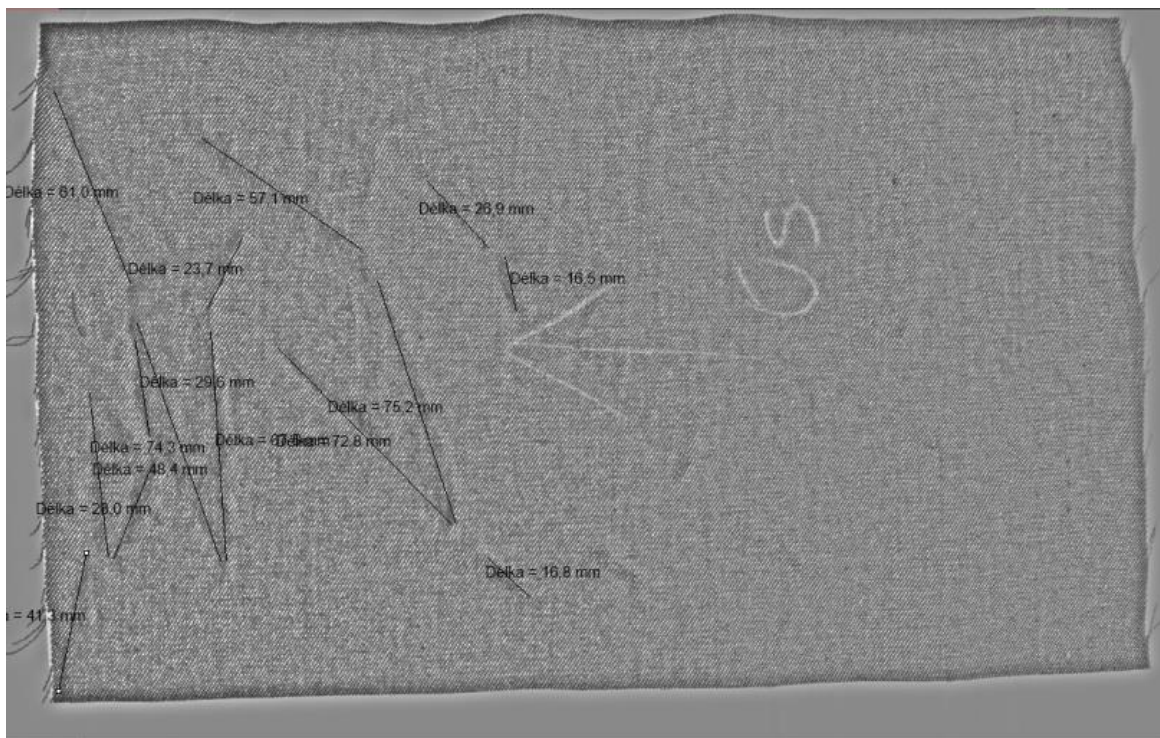


**Příloha č. 32 – Měření plochy pomačkání – vzorek č. 5**

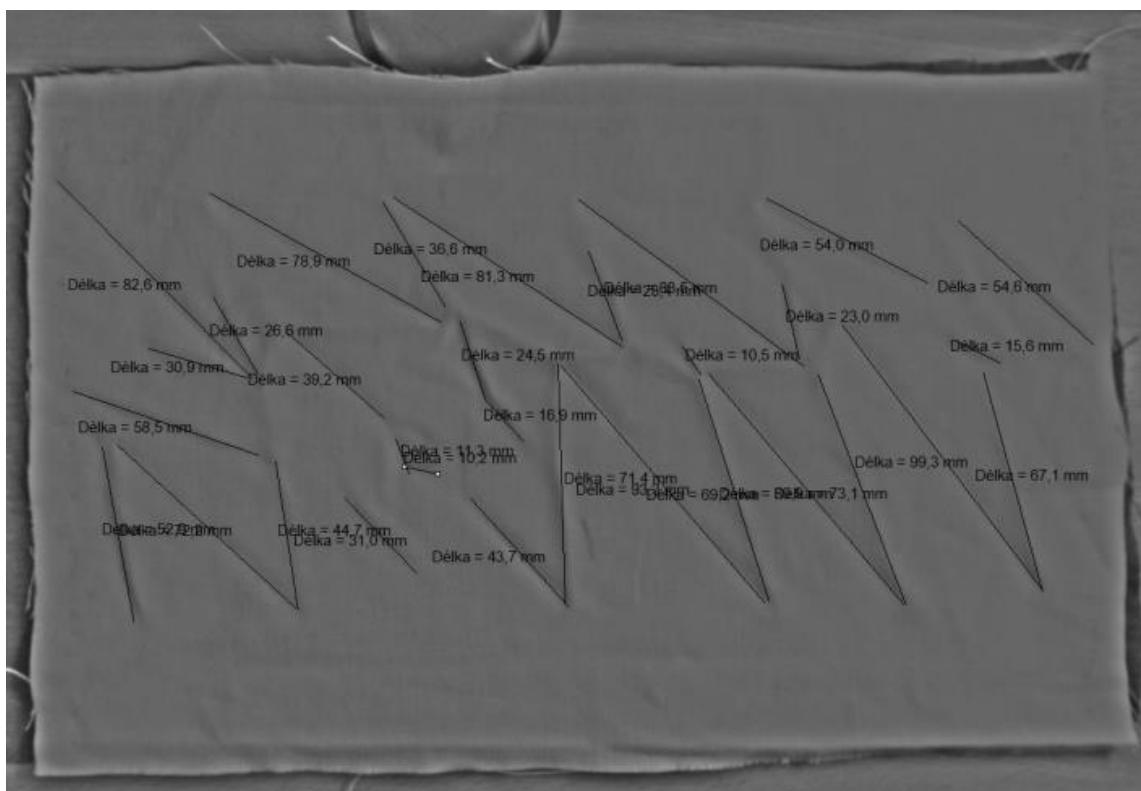




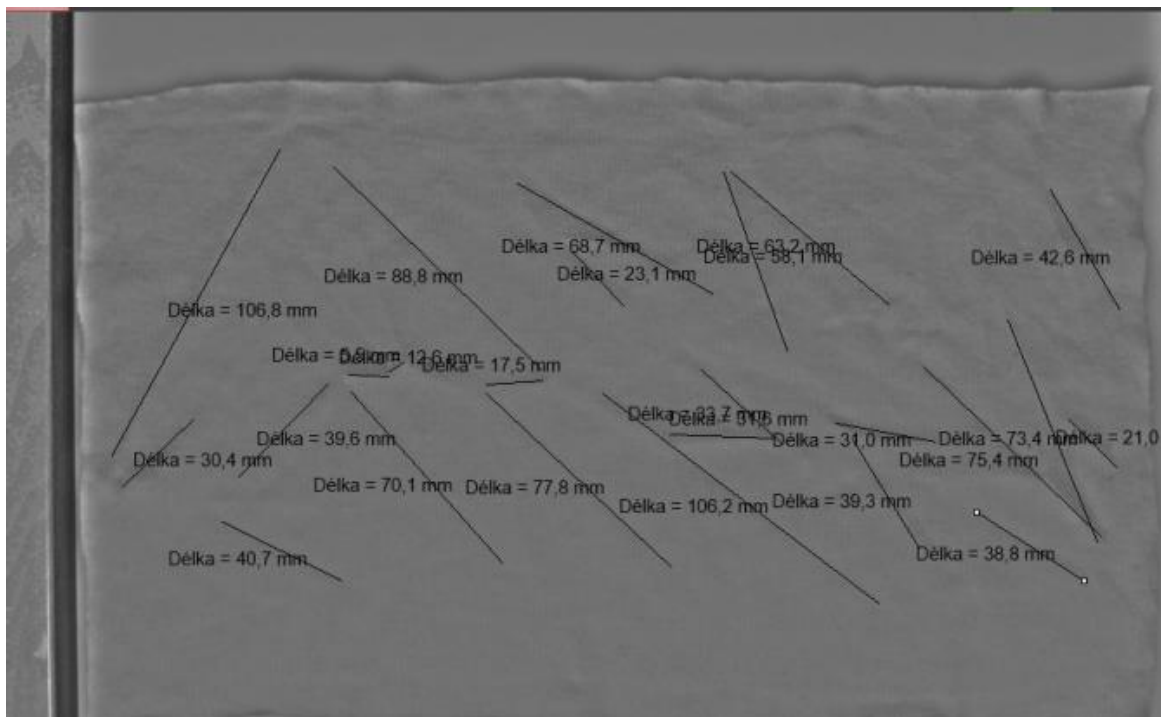
Příloha č. 33 – Naměřené délky přehybů v programu NIS - Elements – vzorek č. 1



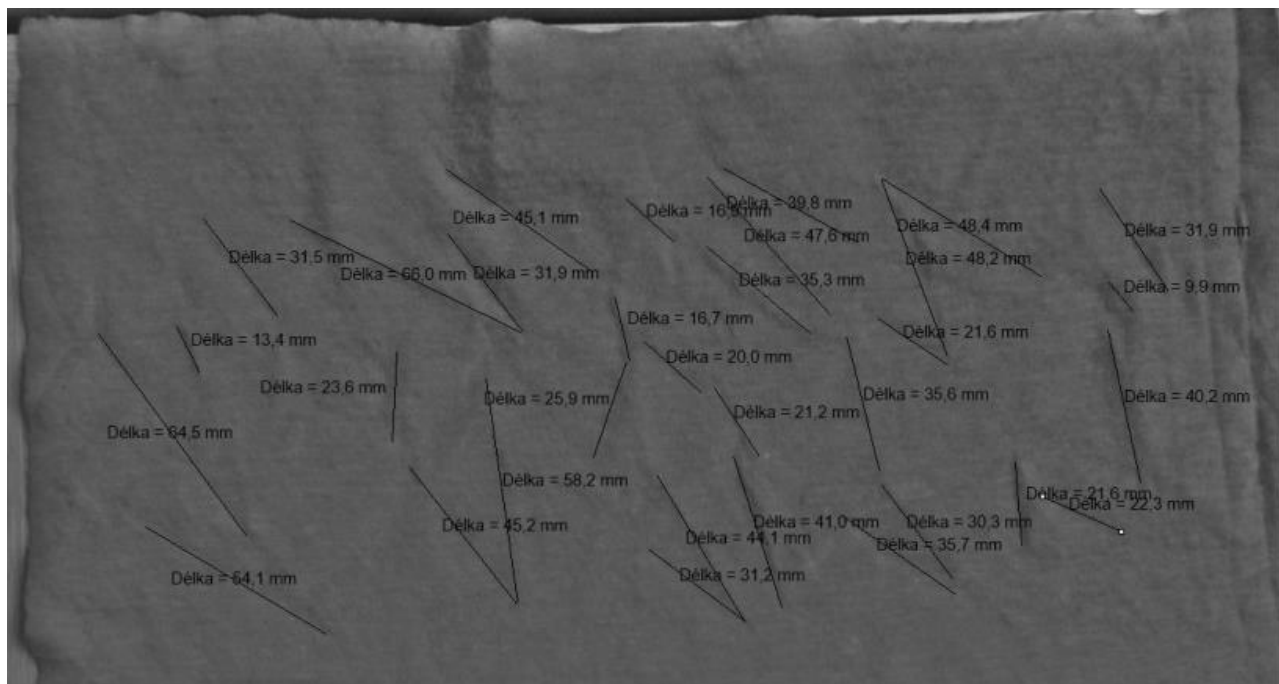
Příloha č. 34 – Naměřené délky přehybů v programu NIS - Elements – vzorek č. 2



Příloha č. 35 – Naměřené délky přehybů v programu NIS - Elements – vzorek č. 3



Příloha č. 36 – Naměřené délky přehybů v programu NIS - Elements – vzorek č. 4



Příloha č. 37 – Naměřené délky přehybů v programu NIS - Elements – vzorek č. 5

