



Možnosti hodnocení šíření nasákavosti plošné textilie

Possibilities of diffusion absorbability of sheet textiles assessment

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R015 Výroba oděvu a management obchodu s oděvy

Autor práce: Tereza Havlíčková

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Renáta Nemčoková



PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/200 Sb. O právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

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

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

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Renátě Nemčokové, která mi byla velmi nápomocna po celou dobu řešení mé bakalářské práce, také za její cenné rady a připomínky k této práci.

Dále bych ráda poděkovala svým blízkým a mé rodině, díky které jsem měla příležitost tuto školu studovat, za jejich podporu, trpělivost a poskytnutí veškerých prostředků po celou dobu studia

ANOTACE

Tato bakalářská práce řeší možnosti hodnocení nasákavosti plošné textilie. Mezi vybrané metody hodnocení měření nasákavosti plošných textilií byly zvoleny metody hodnocení pomocí termovizní techniky, foto techniky a nakonec metoda vážení absorpce kapaliny do struktury textilie. Rešeršní část se zabývá v počátku oděvním komfortem, dále transportem vlhkosti, tepla a vzduchu v textilií, základními informacemi o pleteninách a nakonec řeší termografie obecně. Experimentální část se pak zabývá přípravou pro měření zvolených metod, postupem měření a zpracováním dat pro hodnocení výsledků, zpracováním výsledků do tabulek a grafů a v závěru řeší samotné hodnocení celého experimentu.

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with possibilities of absorbability of sheet textiles assessment. Among the chosen methods of absorbability of sheet textiles assessment there were assessment by means of thermo vision equipment, photo equipment and finally the method of weighing of liquid absorption into the textile structure chosen. The research part deals with clothing comfort in the beginning, then with humidity, warmth and air transfer in textiles; it gives basic information on knitted fabrics and thermography in general in the end. The experimental part deals with preparation for measuring of chosen methods, techniques of measurement and data processing for results evaluation; processing results into charts and graphs; and in the end it deals with the whole experiment assessment.

KLÍČOVÁ SLOVA- KEY WORDS

Nasákavost	Absorbability
Termokamera	Thermocam
Fotoaparát	Camera
Termovize	Thermo vision
Pletenina	Knitted fabric
Vzorek	Sample

SEZNAM ZKRATEK

ČSN- Česká technická norma

aj. - a jiné

Obr. - Obrázek

Tzv. -takzvaný

Resp. - respektive

L – líc

R – rub

CO- bavlna

PP- polypropylen

PES- polyester

Min - minuta

s- sekunda

mm- milimetr

cm- centimetr

ml- mililitr

μl- mikrolitr

μm- mikrometr

mm²- milimetr čtvereční

cm²- centimetr čtvereční

bmp.- Windows Bitmap

Pa- Pascal

kPa-kilopascal

Obsah

ÚVOD.....	10
ŘEŠERŠNÍ ČÁST.....	11
1 Oděvní komfort.....	11
1.1 Funkční komfort.....	11
1.1.1 Fyziologický komfort.....	12
1.1.2 Senzorický komfort.....	13
1.1.3 Patofyzický komfort.....	14
1.2 Psychologický komfort.....	14
2 Transport tepla, vlhkosti a vzduchu.....	15
2.1 Odvody vlhkosti z povrchu lidského těla.....	16
2.1.1 Kapilární odvod potu (kapaliny).....	16
2.1.2 Migrační způsob odvodu potu (vody).....	17
2.1.3 Difúzní odvod potu.....	17
2.1.4 Sorpční odvod vlhkosti.....	17
2.2 Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů.....	18
2.2.1 Hydroskopičnost.....	18
2.2.2 Vzlínavost.....	19
2.2.3 Nasáklivost.....	19
2.2.4 Propustnost vodních par.....	20
2.3 Hodnocení propustnosti vody.....	20
2.3.1 Metody pro hodnocení nasákavosti, smáčivosti, vzlínání.....	21
3 Pleteniny.....	24
3.1 Vlastnosti pletenin.....	25
3.2 Rozdělení pletenin.....	25
4 Termografie.....	26
4.1 Infračervené záření (Spektrum).....	26
4.2 Termovizní kamera.....	27
4.3 Termogram.....	27
4.4 Základní princip termografie.....	28
4.4.1 Emisivita tělesa ϵ	29
4.4.2 Teplota atmosféry, vlhkost a vzdálenost.....	30
4.5 Experiment řešený na téma nasákavost.....	31

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	32
5 Charakteristika použitých materiálů.....	32
5.1 Plošná hmotnost textilie.....	33
5.2 Tloušťka materiálu	34
5.3 Hustota pletenin.....	34
5.4 Materiálové složení.....	35
6 Experiment	36
6.1 Příprava před měřením experimentu	36
6.1.1 Pipeta.....	37
6.1.2 Rozmístění zařízení pro měření termovizními kamerami	37
6.1.3 Rozmístění pro focení fotoaparátem	39
6.1.4 Příprava vzorků	39
6.2 Postup měření experimentu	40
6.2.1 Výstupní snímky	41
6.2.2 Zpracování snímků z termovizních kamer	42
6.2.3 Zpracování snímků z fotoaparátu.....	43
6.2.4 Zpracování v obrazové analýze NIS-Elements	44
7 Vyhodnocení naměřených dat.....	45
7.1 Výsledky měření s čistou vodou.....	45
7.2 Výsledky měření s vodou obarvenou modrým inkoustem	46
7.3 Výsledky měření na digitální váze	47
7.4 Porovnání naměřených hodnot z termovizních kamer a fotoaparátu	48
ZÁVĚR.....	52
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	56
SEZNAM TABULEK.....	57
SEZNAM GRAFŮ.....	58
SEZNAM PŘÍLOH.....	59
PŘÍLOHY.....	60

ÚVOD

V 21. století je sport velmi populární a moderní. Sportuje téměř každý druhý. Ať už jde o běh, posilování ve fitness centru, cyklistiku a mnoho dalších různých sportů, je pro každého z nás důležité cítit se pohodlně a v suchu. Z toho důvodu roste poptávka po funkčních oděvech a to v tuto chvíli rok od roku více. Mezi nejdůležitější funkční vlastnosti patří propustnost vodních par, voděodolnost, tepelně izolační vlastnosti a také odvod potu od pokožky.

Tato bakalářská práce řeší možnosti hodnocení šíření nasákavosti plošné textilie.

Ve své rešeršní části pojednává o oděvním komfortu, transportu vlhkosti a okrajově o pleteninách, termografii a termovizní technice.

Experimentální část řeší a porovnává zvolené metody možnosti hodnocení šíření nasákavosti plošné textilie. Mezi zvolené metody patří hodnocení pomocí digitálních vah, termovizní techniky a foto techniky.

Závěr vyhodnocuje získané výsledky ze samotného měření experimentu a subjektivně porovnává zvolené metody.

REŠERŠNÍ ČÁST

Teoretická část se ve svém počátku zaměřuje formou rešerše na oděvní komfort a jeho rozdělení. V další části se pak rešerše věnuje oblasti transportu vlhkosti, okrajově pleteninám, termografii a termovizní technice.

1 Oděvní komfort

Oděvní komfort lze charakterizovat jako souhrn všech vjemů lidského organismu, kdy okolí, včetně oděvu, nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Zjednodušeně lze oděvní komfort charakterizovat jako pocit pohodlí. Pokud komfort není zajištěn, mohou nastat nepříjemné pocity tepla a vlhka při zvýšené zátěži lidského organismu, či pocity chladu, které mohou nastat naopak při snížené zátěži lidského organismu při nízkých teplotách. Komfort je vnímán všemi lidskými smysly kromě chuti, v pořadí podle důležitosti je to hmat, zrak, sluch a čich. [10]

Oděvní komfort lze dělit:

- Funkční komfort
 - Fyziologický komfort
 - Senzorický komfort
 - Patofyziologický komfort
- Psychologický komfort

1.1 Funkční komfort

Funkční komfort zahrnuje fyziologický, senzorický a patofyziologický komfort.

1.1.1 Fyziologický komfort

Stav lidského organismu, v němž jsou fyziologické funkce v optimu, a který je subjektem vnímán jako pohodlí. Právě v tomto stavu může organismus setrvat neomezeně dlouho. Pocit pohodlí je určitá neměřitelná představa, je dán nepřítomností nepříjemného pocitu přílišného horka nebo zimy.

Ideální stav pro lidský organismus je tzv. stav bazálního metabolismu (základní látková výměna). Tento stav bazálního metabolismu nastává tehdy, je-li organismus zdravý, hladový a neoblečený, setrvává v naprosté nečinnosti ve vodorovné poloze, nevykonává žádnou činnost, leží v klimatických podmínkách ($T=20^{\circ}$, $\varphi=65\%$) a nepocítuje žádný pocit chladu nebo horka. Právě tehdy probíhá pouze minimální látková výměna potřebná k udržení funkce tělesných orgánů. Ve skutečnosti však organismus produkuje větší množství tepla a ani podmínky okolního prostředí neodpovídají ideálním podmínkám.

Oděv za určitých podmínek pomáhá tělu udržovat určitou tepelnou rovnováhu a dává pocit pohodlí, vytváří kolem těla určité mikroklima. Mikroklima je závislé na klimatických poměrech vnějšího prostředí a na vlastnostech oděvu jako je stříh, fyzikálně-chemické vlastnosti textilních materiálů a počtu vrstev.

[20]

Teplota a vlhkost vzduchu pod oděvem

Vlhkost vzduchu pod oděvem je v optimálních tepelných podmínkách v rozmezí 35-60%. Schopnost oděvu, vlivem stříhu a materiálu, odvádět pot od povrchu těla do okolního prostředí ovlivňuje právě dynamika vlhkosti vzduchu pod oděvem. V teplém prostředí je pak rovnováha zajišťována vypařováním V chladném prostředí dochází k zvýšené vlhkosti vzduchu pod oděvem nepřiměřeností tepelně izolačních vlastností oděvu při určitých podmínkách použití a nedostatečnou propustností vodních par. V každém případě, kdy oděv zvlhne, zhorší se jeho tepelně-izolační funkce.

Optimální teplota vzduchu pod oděvem je dána fyzickou aktivitou jedince a ukazuje přiměřenost oděvu v podmínkách použití. Například jedinec, který je ve stavu

klidu má v oblasti trupu optimální teplotu vzduchu 30-32°C, naopak při těžké fyzické práci je optimální teplota vzduchu pod oděvem 15°C.

[20]

Vlhkost a teplota pokožky

Vlhkost pokožky určuje fyzická námaha a klimatické podmínky a vyjadřuje ji množství vyloučené vody neboli potu. Pot se nachází v potních žlázách, které jsou různě velké, různě husté a nachází se na různých místech lidského těla. K ochlazování pokožky dochází při odpařování potu, může však zabraňovat dýchání pokožkou. Jedním z projevů fyziologického diskomfortu je nežádoucí pocit vlhka, vytvořený hromadící se vlhkostí na pokožce, která není přes materiál odvedena.

Teplota pokožky závisí na prokrvení měřené části těla. Vnitřní teplota organismu je vyšší než 37°C. Vnější nejvyšší teploty se měří v nejlépe prokrvených oblastech lidského těla jako je břicho, hrudník, hlava a v místě ledvin, teplota se zde pohybuje okolo 35-36°C. Na okrajových částech lidského těla teplota dosahuje pouze 29-31°C.

[20]

1.1.2 Senzorický komfort

Senzorický komfort určují vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a oděvu. Pocity při styku pokožky a vrstvy oděvu mohou být příjemné, jako je pocit měkkosti, splývavosti, nebo mohou být nepříjemné až dráždivé, jako je škrcení, kousání, škrábání, lepení či pocit vlhkosti aj.

Senzorický komfort lze dělit na komfort nošení a na omak.

Komfort nošení zahrnuje povrchovou strukturu použitých textilií, schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti. V tomto posledním bodě senzorický komfort souvisí s komfortem fyziologickým.

Omak je veličina značně subjektivní, založená na vjemech prostřednictvím jednoho ze smyslů, tedy hmatem pomocí prstů a dlaní. Dále ho lze charakterizovat vlastnostmi jako hladkost, tuhost, objemnost a tepelně-kontaktní vjem.

[10]

1.1.3 Patofyzický komfort

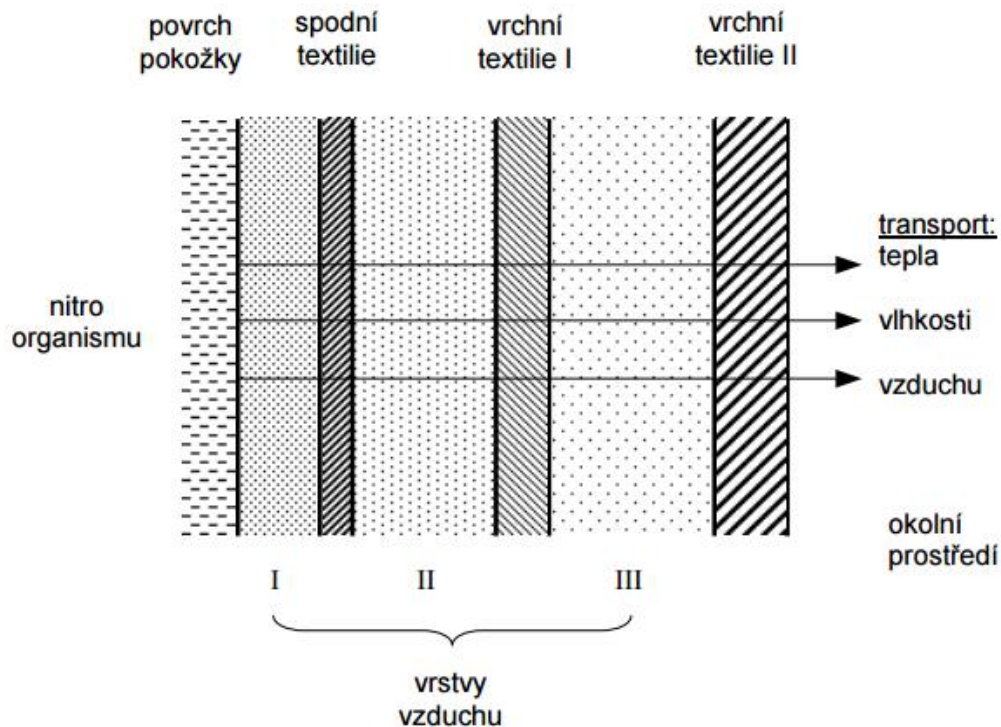
Patofyzický komfort bývá způsoben alergizujícími látkami přítomnými v textiliích. Za patofyziologické látky lze považovat například chemické látky v pracích prostředcích, bakterie nebo plísňe v textiliích. Přítomnost těchto patofyziologických látek může způsobit alergizující projevy pokožky. [20]

1.2 Psychologický komfort

Vyjadřuje individualitu zákazníka. Závisí na kulturní a sociální úrovni jedince. Mezi kulturní hlediska se řadí zvyky, tradice a náboženství (například ženy v zemích Islámu jsou zcela zakryté oděvem). Za sociální hlediska lze považovat věk, vzdělání a kvalifikaci, sociální třídu, postavení nebo pozici v této třídě. V případě oděvů pro každodenní nošení se často psychologický komfort dostává nad funkční komfort. U speciálních oděvů jako například u sportovních oděvů však stále zůstává funkční komfort vysoko nad psychologickým komfortem. Psychologický komfort tvoří převážně módnost, styl, konstrukční řešení, trendy, barva, lesk, pohodlnost a osobní preference. [10],[20]

2 Transport tepla, vlhkosti a vzduchu

Oděvní systém zahrnuje nitro organismu jako zdroj tepla a vlhkosti, povrch pokožky, jednu až tři oděvní mezivrstvy a oděvní mikroklima vytvořené kolem těla. Každá oděvní mezivrstva je jako elementární jednotka oděvního systému složena z vrstvy vzduchu, vrstvy textilie a z vrstvy vzduchu uzavřeného v textili. Tyto tři vrstvy nelze uvažovat nezávisle na sobě, jelikož se všechny účastní transportu tepla, vlhkosti a vzduchu. Stav a fyzikální vlastnosti jedné vrstvy ovlivňují stav a fyzikální vlastnosti vrstvy druhé, resp. třetí a opačně. Schéma oděvního systému viz Obr. 1 [11]



Obr. 1 Schéma oděvního systému [11]

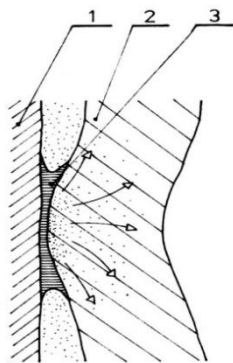
2.1 Odvody vlhkosti z povrchu lidského těla

Předpokladem je, aby okolní prostředí bylo schopno toto množství vodní páry přijmout, tj. aby rozdíl parciálních tlaků určujících rychlost odvodu vlhkosti byl co nejvyšší. Snižuje-li se tento rozdíl, odvod vlhkosti klesá a ochlazovací účinek mizí a to vše za předpokladu neoblečeného organismu. Situace u oblečeného organismu je pak složitější, tento systém pracuje podle jiných principů a vlhkost je z povrchu kůže odváděna několika způsoby. [21]

- Kapilárně
- Migračně
- Difuzí
- Sorpčně

2.1.1 Kapilární odvod potu (kapaliny)

Kapilární odvod potu spočívá v tom, že pot v kapalném stavu je odsáván první textilní vrstvou viz Obr. 2 a jejími kapilárními cestami vzlíná do její plochy všemi směry nebo je přenášen do dalších vrstev (tzv. knotový efekt). Kapilární odvod je dále závislý zejména na smáčecí schopnosti této textilie a vláken, na povrchovém napětí vláken a potu. V poslední době se objevují snahy pro zvýšení fyziologického komfortu při nošení oděvů ze syntetických vláken, jejichž schopnost v odnímání potu je omezena převážně na kapilární způsob. [21]



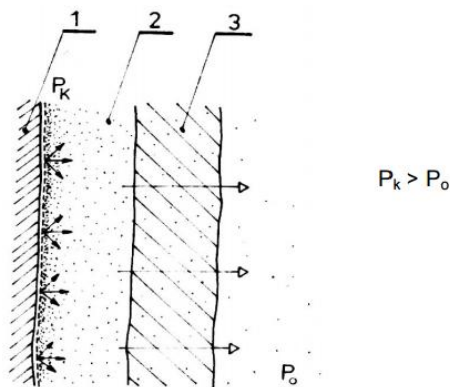
Obr. 2 Kapilární odvod potu- 1. pokožka, 2. textilní vrstva, 3. kapalný pot [21]

2.1.2 Migrační způsob odvodu potu (vody)

Migrace potu na povrchu vláken vzniká několika způsoby. Předně se oděv nachází ve většině případů v teplotním spádu mezi teplotou povrchu těla, resp. mikroklima a okolím. Za těchto podmínek pak může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu vláken. Tato voda je buďto odvedena do kapilárních prostor nebo migruje na povrchu vláken. K migraci však dochází zároveň u vody, která byla do textilie dopravena kapilaritou, tedy vodou kapalnou. [21]

2.1.3 Difúzní odvod potu

Difúzní prostup vlhkosti z povrchu kůže přes textílii je realizován prostřednictvím pórů, jež se svou velikostí a křivolakostí zúčastňují na kapilárním odvodu, viz Obr. 3. U oděvů, které jsou složeny z několika vrstev různých kvalit a druhů (nátělník, košile, podšívka, sako podšívka, plášť), tyto jednotlivé vrstvy nemají stejný difúzní odpor a dochází ke zbrzdění tohoto prostupu. [21]



Obr. 3 Difúzní odvod potu z povrchu lidského těla-1. pokožka, 2. mikroklima, 3. vrstva textilie [21]

2.1.4 Sorpční odvod vlhkosti

Sorpční proces předpokládá nejprve vnik vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následné navázání na

hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Proti předešlým způsobům je tento proces nejpomalejší a předpokládá, aby byla textilie alespoň částečně vyrobena ze sorpčních vláken. [21]

Všechny čtyři odvoody vlhkosti se na procesu zúčastňují současně. Způsob kapilární odvádí pot jako kapalinu, způsoby difúzní, migrační a sorpční jak jako kapalinu, tak vodní páru, jejíž hromadění v mikroklimatu způsobuje pocit diskomfortu v podobě smáčení pokožky množstvím neodváděného potu. [21]

Nejrychlejší z výše uvedených způsobů je kapilární odvod, dále pak migrační a difúzní, a jak již bylo výše zmíněno, nejpomalejší je sorpční způsob. Pro zajištění oděvního komfortu je nejvýhodnější kombinace difúzního a sorpčního způsobu. [21]

2.2 Hydromechanické vlastnosti textilních materiálů

Při sdílení tepla mezi člověkem a vnějším prostředím má mimořádně důležitý úkol přestup tepla odpařováním potu z povrchu těla. Při tomto ději stoupá vlhkost vzduchu pod oděvem, oděv vlhne a narušuje stav pohody. Úroveň přestupu tepla vypařováním značně závisí na hydromechanických vlastnostech materiálů: na navlhavosti, vzlínavosti, nasákavosti, propustnosti pro páry a vodu. Tyto vlastnosti umožňují regulovat oděvní mikroklima a v souvislosti s ním i podmiňují subjektivní pocity uživatele, protože úroveň přestupu tepla odpařováním značně závisí na těchto hydroskopických vlastnostech materiálů. [14],[11]

2.2.1 Hydroskopičnost

Hydroskopičnost je schopnost materiálů pohlcovat vlhkost ze vzduchu. Hydroskopičnost se zjišťuje z poměru hmotnosti vody pohlcené materiálem při určité teplotě a tlaku a relativní vlhkosti vzduchu k hmotnosti materiálu suchého a vyjadřuje se v procentech. Schopnost textilií pohlcovat vodu z ovzduší souvisí se sorpčními vlastnostmi textilních vláken i s jejich speciálními úpravami. Hydroskopičnost

textilních materiálů závisí na dostavě, tloušťce a na vlastnostech jejich vláken a značně ovlivňuje rychlost nasakování a vysychání textilie. Můžeme říct, že čím mají textilie větší tloušťku a hustotu, tím pomaleji nasávají i propouští vodu a tím lépe zajišťují stálost vlhkosti a tepla vzduchové vrstvy mezi oděvem a tělem. Rychlé pohlcování vody materiálem totiž vede k rychlé změně mikroklimatu pod oděvem. [14],[11]

2.2.2 Vzlínavost

Vzlínavost dle ČSN 80 0828 je schopnost plošné textilie přijímat vodu, která vniká do plošných textilií působením kapilárních sil. Udává se za časový úsek. U textilií to znamená odvádět vodu z prostoru pod oděvem (tzv. mikroklimatu) a je závislá na jejich pórovitosti, tj. na velikosti a tvaru pórů. Tato vlastnost může u některých textilních materiálů doplňovat hydroskopičnost. Je tomu tak např. u syntetických materiálů z tvarovaných přízí, které nemají dobré sorpční vlastnosti, ale mají dobrou vzlínavost, proto více vyhovují hygienickým požadavkům. Savost se vyjadřuje sací výškou h (cm/30 min).[14],[1]

2.2.3 Nasáklivost

Nasáklivost je dle ČSN 80 0831 schopnost plošné textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. Vyjadřuje se v procentech. [2]

Podstatou zkoušky je, že se klimatizované vzorky zváží a poté se ponoří za definovaných podmínek do destilované vody předepsané teploty. Po uplynutí stanovené doby se vzorky vyjmou, nechá se z nich okapat přebytečná voda a znovu se zváží. Z rozdílu obou hmotností se vypočítá nasákavost. [2]

Nasáklivost vzorku lze podle normy ČSN 80 0831 vypočítat:

$$N = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100[\%]$$

kde N ... nasáklivost vzorku [%]

m_1 ... hmotnost suchého vzorku [g]

m_2 ... hmotnost smočeného [g], odkapaného vzorku

2.2.4 Propustnost vodních par

Propustnost vodních par textilií je dle ČSN 80 0855 schopnost plošné textilie propouštět vlhkost ve formě vodní páry z prostoru uzavřeného textilií. Propustnost vodních par se udává v % a je to poměr přírůstku hmotnosti vysoušedla ve zkušební misce s textilií a přírůstku hmotnosti vysoušedla (silikagel) ve zkušební misce bez textilie.

Propustnost nám stanovuje míru schopnosti textilie neklást odpor unikání vlhkosti vznikající na povrchu lidského těla v podobě páry do okolního prostředí. [3]

Výpočet propustnosti vodních par:

$$P_{\bar{x}} = \frac{\sum \Delta m_v}{\sum \Delta m_s} \cdot 100[\%]$$

kde m_v - přírůstek hmotnosti vysoušedla s textilií [g]

m_s - přírůstek hmotnosti vysoušedla bez textilie [g]

2.3 Hodnocení propustnosti vody

Pro určení propustnosti vody se používají různé metody, u kterých se zkoumá: nasákavost, smáčivost (nepropustnost, vodoodpudivou), vzlínání.

2.3.1 Metody pro hodnocení nasákavosti, smáčivosti, vzlínání

Vzájemné působení vody nebo jiné kapaliny s plošnou textilií může být realizováno několika způsoby:

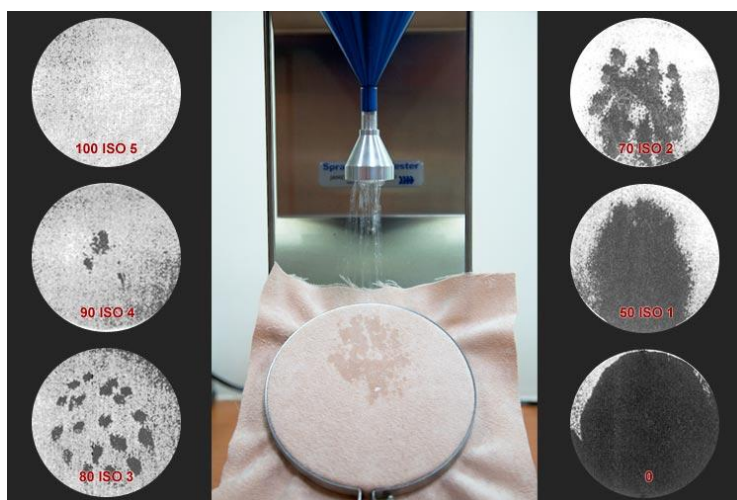
- voda je na povrchu textilie (textilie odpuzuje vodu)- smáčivost, nepromokavost
- vnik vody do struktury textilie- nasákavost, vzlínavost
- pronik vody přes textili- protlak vody

[21]

- **Metoda umělého deště- Spray test**

Spray test (stanovení nepromokavosti) simuluje chování textilního vzorku při smáčení proudem kapek vody. Vzorek o určitém rozměru se upevní do zkušební hlavy s vypínacím kroužkem pod úhlem 45°, přes skrápěcí zařízení s kovovou skrápěcí trubicí lijeme na vzorek odměřené množství destilované vody. Výsledky zkoušky jsou stanoveny podle normy ČSN EN 24920 na stupnici ISO pro hodnocení zkrápění na základě fotografické stupnice (fotoetalonů) pro hodnocení podle AATCC. Viz Obr. 4.

[2]



Obr. 4 Spray test s fotoetalony

- **Metoda umělého deště- Bundesmann**

Bundesmann (stanovení nepromokavosti), simulace chování textilie při smáčení proudem kapek vody. Vzorky se zváží s přesností na 0,01g, upevní se do zkušebních hlav a upevní se pomocí vypínacího kroužku. Zkušební zařízení se nasadí na hnací zařízení a spustí se spínačem. Výkyvná miska je vychýlena do krajní polohy a celou dobu se měří čas zkoušky pro zkrápění materiálu. Po uplynutí stanoveného času se vrátí miska do původní polohy. Zaznamená se stupeň odperlení podle fotoetalonů.

Spray test a Bundesmann nám stanovují množství proteklé vody skrz plošnou textilií, která je zachycena v nádobce [ml] a také stanovují množství vody absorbované textilií. Tento údaj je stanoven vážením.

- **Hodnocení pomocí úhlu smáčení**

Úhel smáčení je metoda, při níž se měří vlastnosti fázového rozhraní látka – kapalina - plyn. Je stanoven při přímém měření úhlu smáčení na přilnuté kapce viz Obr. 5. Kapka je pozorována mikroskopem vybaveným goniometrickým okulárem, což umožňuje přímo odečíst úhel smáčení nebo je úhel vyhodnocován z fotografie kapky. [24]



Obr. 5 Kapka při měření úhlu smáčení [24]

- **Kapková metoda**

Provádí se kapáním na textilií. Při metodě kapáním se na textilní vzorek kápne byretou přesně odměřená kapka vody, dále se měří přesný čas, než se kapka zcela vsákne do textilie. Celý děj se pozoruje pod zvětšovací optikou. Tato metoda se řadí mezi méně přesné, z důvodu subjektivního hodnocení.[15]

- **Metoda měření vzlínavost**

Metoda měření spočívá v ponoření jednoho konce vzorku do kapaliny o teplotě 20 ± 2 °C (pro bílé materiály kapalina obarvena barvivem) a sledování obarvené části vzorku. Hloubka ponoření konce vzorku je 2-5 mm. Měří se výška (sací výška h [mm]), které kapalina dosáhne v předepsaných časových intervalech (10,20,30,60s,30min). Sací výška zpočátku narůstá rychle, při delších časech však dojde k rovnovážnému stavu, kdy h se dále nemění. Dle ČSN 80 0828. [16],[1]

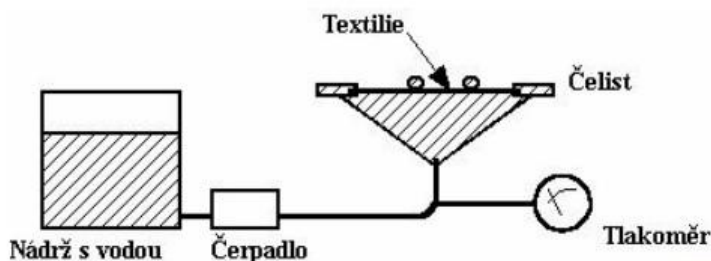
- **Prostup tlakové vody**

Používá se převážně u nepromokavých plošných textilií. Vzorek se upevní do kruhové čelisti o předepsané ploše, do které je čerpadlem tlačena voda ze zásobníku viz Obr. 6. Rychlost vody je regulovatelná a tlak je zaznamenáván tlakoměrem a je použit při výpočtu. Zkoušku lze vyhodnotit třemi způsoby:

1. Tlakem, který způsobí průnik prvních tří kapek vody na horní plochu textilie při zvyšujícím se tlaku
2. Časem, který uplyne do průniku prvních tří kapek vody při konstantní tlaku
3. Množstvím vody, které proteče textilií při konstantním tlaku za jednotku času

Dle ČSN EN 20811 (800818).

[16],[5]



Obr. 6 Prostup tlakové vody [16]

Podobně je řešena metoda dle ČSN EN ISO 9073-12 vyhodnocující nasákavost plošných textilií, kdy je jedna její strana ve styku s kapalinou a textilie je vystavena působení mechanického tlaku.

Zkušební vzorek se pokládá na stanovenou porézní desku, která je spojena vodní uzávěrkou s nádrží kapaliny. Úroveň hladiny v nádrži se nastaví pod horní plochu porézní desky. Požadovaná nasákavost se měří jako změna hmotnosti nádrže v závislosti na čase.[8]

Dle článku *Liquid Transport in Fabric Structures* z roku 1995, jehož autorem je You-Lo Hsieh, textilní materiály efektivně přenáší tekutinu za podmínky, že vlákno snadno a kompletně nasákne tekutinu, póry uvnitř vláken mají určité rozměry, aby vytvořili dostatečný kapilární tlak, a celkovou poréznost k zadržení tekutiny. Kapilární teorie ukazuje, že menší póry znamenají vyšší kapilární tlak a tedy i větší vzdálenost oblasti vzlínání tekutin. Pokud tedy chceme dosáhnout větší vzlínivosti materiálu, póry zmenšujeme. Větší póry pak zadrží více tekutiny, nasákavost je pomalejší, ale tekutinu udrží déle. Schopnost vlákenných materiálů však není určena pouze velikostí pórů, ale celkovou porézností. Rychlé šíření tekutiny ve vlákenných materiálech je tedy umožněno malými rovnoměrně rozmístěnými a pospojovanými póry, zatímco vysoká zadržitelnost se dosáhne velkým počtem těchto pórů.

V tomto článku porovnávali dva materiály, 100% bavlnu a polyester. Bylo zjištěno, že dva sobě podobné materiály s podobnou vazbou, váhou a tloušťkou, ale s různým obsahem vláken, vedou v případě 10-ti % rozdílu hustoty vláken k 18-ti % rozdílu počítané kapacity absorpce tekutin a k 23-ti % rozdílu měřené absorpce tekutin. [12]

3 Pleteniny

Pletenina neboli plošná textilie, vytvořena provázáním jedné nebo více nití. Niť je tvarována do kliček, provázáním těchto kliček vznikají očka. Mezi části oka patří jehelní oblouk, stvol, platinový oblouk. Nejpoužívanější materiály patří syntetické jako polyamid, polyester, polypropylen, které jsou řazeny mezi hydrofobní a tedy

neabsorbují molekuly vody. Z důvodu své hydrofobní vlastnosti jsou tyto materiály nejčastěji používány pro výrobu funkčních oděvů. [19]

3.1 Vlastnosti pletenin

Pleteniny mají mnoho vynikajících vlastností. Mezi tyto vlastnosti patří vysoká tažnost, která je dána tvarem oka, pružnost a měkkost. Tyto vlastnosti zajišťují příjemné nošení, volnost pohybu. Volná vazební struktura a nízký zákrut nití dodává pletenině měkkost a dobré hygienické vlastnosti-prodyšnost a nasákavost. Mezi geometrické vlastnosti pak patří délka nitě v oku, průměr nitě, rozteč sloupků, tloušťka pleteniny, hustota sloupků a řádků.

[19],[18]

3.2 Rozdělení pletenin

Pleteniny se tvoří vzájemným provázáním jedné nitě (zátažná pletenina), nebo jedné soustavy nití (osnovní pletenina). Osnovní a zátažné pleteniny se liší způsobem provázání oček, použitím rozdílných pletacích strojů.

Osnovní pleteniny jsou tvořeny podélným kladením soustavy nití. Tato soustava nití u osnovních pletenin je nazývána osnova. Osnovní nitě procházejí pleteninou podélně ve směru sloupků. Osnovní pleteniny jsou pleteny na osnovních pletařských strojích.

Zátažné pleteniny jsou tvořeny příčným kladením soustavy nití. U zátažných pletenin probíhají nitě pleteninou ve směru řádku. Tato skupina pletenin je vyráběna runě pomocí pletařských jehlic nebo strojově na zátažných pletacích stojících.

Dále se pleteniny dělí dle způsobu provázání nití pleteniny neboli vazby. Vazba je charakteristickým znakem každé textilie a určuje vnitřní strukturu textilie. Zátažné pleteniny jsou děleny podle vazby na zátažné jednolící, oboulící, obourubní a interlokové pleteniny. Osnovní pleteniny jsou děleny na osnovní jednolící a oboulící pleteniny.

[19]

4 Termografie

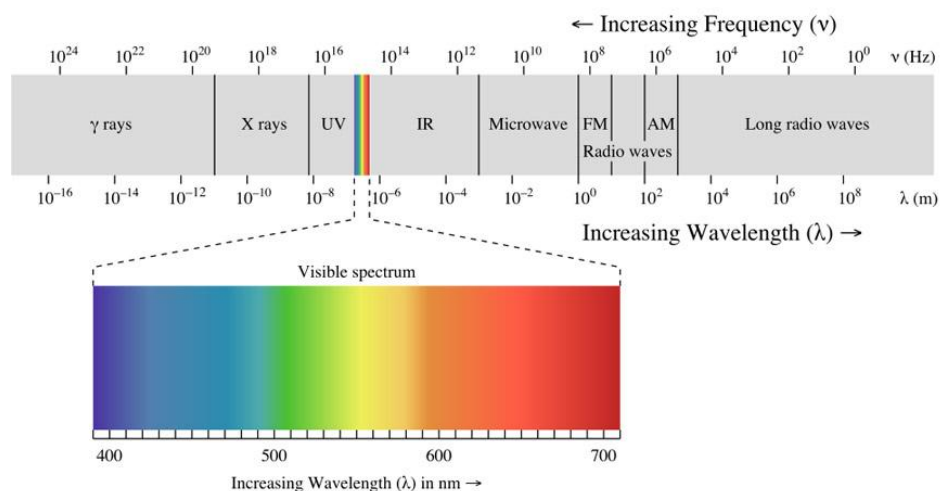
Pojem termografie zahrnuje metody pro zobrazení teplotních polí na povrchu snímaných těles (rozložení povrchových teplot), které je představováno energií a hustotou fotonů emitovaných z povrchu snímaného tělesa a jeho vyhodnocením.

Infračervená termografie je i názvem pro techniku, která je obecně určitým transformačním systémem, pomocí kterého je možné zobrazit neviditelné (pro lidské oko) infračervené záření vyzářované z objektů a to v závislosti na jejich tepelných stavech. Velice efektivním nástrojem nekontaktní infračervené termografie je technika zvaná termovize, obecně infratechnika. Na princip přišel německý fyzik Max Planck. [22]

4.1 Infračervené záření (Spektrum)

Infračervené záření je neviditelná část elektromagnetického spektra viz obr. 7, projevující se tepelnými účinky. Jedná se o záření s vlnovou délkou v intervalu přibližně 0,78 μm až 1mm, tedy nad viditelnou částí. Viditelné záření, odpovídající spektrální citlivosti lidského oka, leží v rozsahu vlnových délek cca 0,38 až 0,78 μm . [22]

Zdrojem infračerveného záření jsou všechna tělesa, jejichž teplota se nachází nad bodem absolutní nuly, přibližně -273°C . [13]



Obr. 7 Elektromagnetické záření

4.2 Termovizní kamera

Termovizní kamera (Thermovision®) je registrovaná výrobní a obchodní značka firmy FLIR Systems. Tato firma, produkující zobrazovací a detekční systémy pro nekontaktní termografii, vyrábí určité výrobky s tímto názvem. U nás je pojmem termovizní kamera obecně označována nekontaktní termografie, resp. jí používané infrazobrazovací systémy. Termovizní kamera se podobá videokameře, ale na rozdíl od kamery zobrazuje tepelné vyzařování objektů většinou ve standardní televizní obrazové frekvenci. [22]

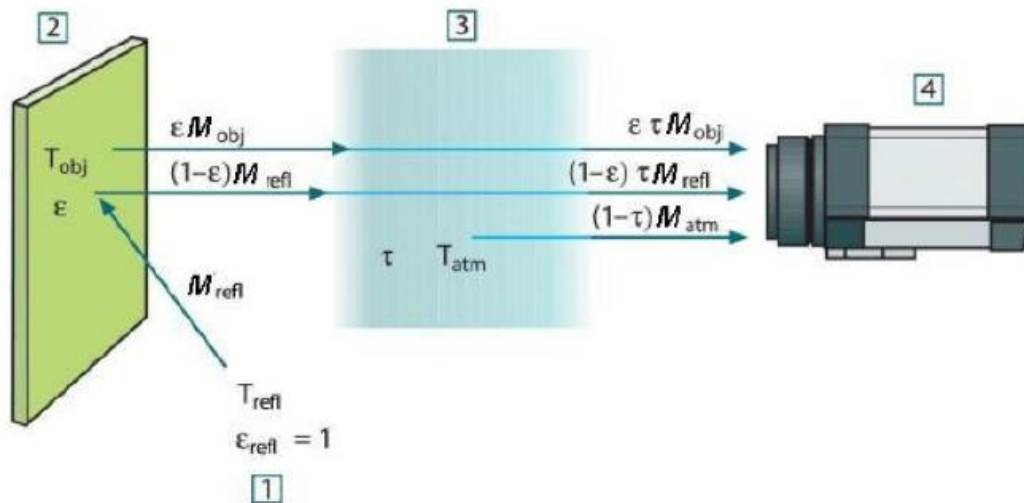
Výstupem z termovizní kamery je infračervený snímek, odborně termogram, resp. termovizní snímek. Radiometrické termovizní kamery pak uživateli umožní určit teplotu v jednotlivých bodech termogramu. Určení teploty však není snadné, protože závisí na několika parametrech. Jeden z hlavních parametrů je emisivita tělesa. Ideálně černé těleso má emisivitu 1, lesklá tělesa mají emisivitu velmi malou, až 0,1. Do měřeného zářivého toku tělesa totiž může značným způsobem vstoupit a ovlivnit ho zdánlivá odražená teplota. [14], [22]

4.3 Termogram

Jak bylo již výše zmíněno, výsledným produktem infračerveného zobrazovacího systému je termogram (termovizní snímek) - zobrazení teplotního pole na povrchu objektu. Termovizní snímky se zobrazují za použití okem viditelných palet, které přiřazují barvu různým teplotám (různému množství tepelného toku). Tyto barevné palety lze dle potřeby měnit v jinak barevnou škálu a zdůraznit tak pro nás potřebná místa. Mezi standardní palety se řadí iron a stupně šedi, mimo tyto nabízí program FLIR R&D software i mnoho jiných druhů palet. [13],[22]

4.4 Základní princip termografie

Základním úkolem termografie je v podstatě detekce zářivé energie vyzařované z měřeného tělesa, která reprezentuje teploty (teplotní pole) většinou na povrchu měřeného tělesa a dále její zobrazení a vyhodnocení teplotních polí. [22]



Obr. 8 Princip termografického měření [22]

- Legenda:*
- 1- Okolí (pozadí) měřeného tělesa
 - 2- Vlastní měřené těleso
 - 3- Atmosféra mezi měřeným tělesem a měřícím systémem
 - 4- Měřící systém

Při termografickém měření snímá termovizní kamera záření nejen samotného objektu, ale také odražené záření z okolí na jeho povrch viz obr. 8. Obě záření jsou do jisté míry zeslabována atmosférou mezi termovizní a měřeným objektem. Je třeba brát v úvahu i záření atmosféry. [22],[13]

Termovizní kamerou jsou přijaté tři následující složky záření:

1. Vyzařování z objektu $\varepsilon\tau M_{obj}$

kde ε ...emisivita tělesa
 τ ...propustnost atmosféry
 M_{obj} ...intenzita vyzařování objektu
 T_{obj} ...teplota objektu

2. Odražené záření z okolních zdrojů $(1 - \varepsilon)\tau M_{refl}$

kde $T_{refl}(1 - \varepsilon)$...odrazivost objektu: při předpokladu, že okolí zdroje mají stejnou teplotu
 τ ...propustnost atmosféry
 M_{refl} ...odražená intenzita vyzařování objektu

3. Emise z atmosféry $(1 - \tau) M_{atm}$

kde $T_{atm}(1 - \tau)$...odrazivost objektu: při předpokladu, že okolí zdroje mají stejnou teplotu
 M_{atm} ... intenzita vyzařování atmosféry

4.4.1 Emisivita tělesa ε

Důležitým parametrem pro měření teploty pomocí termovizní kamery je emisivita tělesa. Emisivita je relativní schopnost plochy vydávat elektromagnetické záření, odpovídající její teplotě. Nabývá tedy hodnot 0 - 1.

Emisivita ε je definována jako podíl intenzity vyzařování reálného tělesa k intenzitě vyzařování absolutně černého tělesa se stejnou teplotou.

Závisí na úhlu vyzařování a je pod každým úhlem jiná. Obecně platí, že obvykle je emisivita přibližně konstantní v úhlu do 60° od kolmice, u většiny materiálů dokonce do 45°. Pod většími úhly pak emisivita výrazně klesá a těleso má zdánlivě nižší povrchovou teplotu.

Jak bylo již výše zmíněno, absolutně černé těleso má emisivitu 1, povrchy běžných těles mají emisivitu menší než 1 a lesklá tělesa (např. kovové povrchy) mají emisivitu malou, až 0,1. Lidská pokožka má pak emisivitu blízkou jedné.

Intenzita vyzařování jednotlivých materiálů závisí na povrchové úpravě a teplotě, např. bavlněný materiál o teplotě 20°C má emisivitu 0,77, hedvábný materiál o teplotě 20°C má emisivitu 0,78, azbestová tkanina má pak při teplotě 93°C emisivitu 0,9.

[13], [22]

4.4.2 Teplota atmosféry, vlhkost a vzdálenost

Tyto parametry jsou používány pro kompenzaci vlivu toho, že záření objektu je částečně pohlcováno v atmosféře, která je mezi objektem a kamerou, a že propustnost atmosféry klesá s narůstající vzdáleností. Pokud je vysoká vlhkost vzduchu, velká vzdálenost a teplota objektu je přibližně stejná jako teplota atmosféry, je potom důležité nastavit tyto parametry a kompenzovat tak vliv atmosféry. Propustnost atmosféry poměrně závisí na relativní vlhkosti vzduchu. Proto je nutné zadat přesnou hodnotu parametru relativní vlhkosti. Pro malé vzdálenosti může být hodnota relativní vlhkosti ponechána na předvolených 50%. Pokud znáte lépe propustnost atmosféry než je její vypočtená hodnota, a kterou vypočítává interní software kamery na základě vloženého modelu přenosu, můžete potom použít vámi známé hodnoty přenosu. Vliv parametrů na přenos atmosférou, resp. výpočet propustnosti atmosféry, můžete zrušit tak, že zadáte do „odhadovaného přenosu“ hodnotu 1.0. [14]

4.5 Experiment řešený na téma nasákavost

V článku *Study on wicking measurement in thin layer textiles by processing digital images*, jehož autory jsou F. Memariyan a E. Ekhtiyari, se zabývají měřením vzlínivosti za použití digitálního zobrazení. Jako vzorky byly použity vzorky tkaných a netkaných textilií a elektricky spřádaný nylon. Za použití pipety bylo kápnuto 0,02g destilované vody na čtyři vzorečky o rozměru 4,5 cm² položených na černý povrch a digitální kamerou byly nasnímány obrázky. Dále pomocí programu MatLab 7.4 byly změřeny plochy nasáknutí tekutiny do materiálu. Kapka byla kápnuta ze vzdálenosti 6cm a snímací kamera byla ve vzdálenosti 20 cm. Oblast kapky byla osvětlena žárovkou. Měřil se čas od kápnutí až do zmizení kapky, čím kratší čas, tím nasákavější materiál. Jinou než tuto metodu nelze využít u tenkých materiálů.

Tato metoda určuje hodnotu nasákavosti materiálu a měří ji ve všech směrech a navíc je jako experiment horizontálního efektu a tudíž vliv gravitace není podstatný jako u vertikálního efektu. Popisovaná metoda se prokázala jako efektivní pro určování nasákavosti tkaných i netkaných materiálů různé tloušťky, umí měřit množství, rychlost a čas vzlínání zároveň. [9]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část se zabývá možnostmi hodnocení šíření nasákavosti plošné textilie. Dle užitého vzoru: „ *Podstatou způsobu měření je sledovat šíření kapalných vlhkosti plošnou textilií s využitím principu snímání infračerveného záření vystupujícího z měřeného objektu. Provedení způsobu měření se provádí infračervenou termografickou kamerou za účelem získání termogramu. Povrch textilie je smočen definovaným množstvím zkoušeného roztoku (syntetického potu), kapkovou metodou a jsou zaznamenány termogramy (jednotlivé snímky v daném časovém intervalu, nebo videozáznam).*“ [23]

První část experimentu řeší právě dvě metody hodnocení nasákavosti, a to hodnocení termovizní technikou značky FLIR a hodnocení foto technikou značky Canon. Experiment se dále člení na práci s čistou vodou (H₂O) a práci se zbarvenou vodou modrým inkoustem. Cílem porovnávání nasákavosti vodou zbarvenou inkoustem a čistou vodou je dokázání přesnějšího měření a zjednodušení zpracování snímku z fotoaparátu. Snímky z termovizní kamery jsou dále zpracovány v programu FLIR R&D software, snímky z fotoaparátu pak v programu Adobe Photoshop CS6. Ze zpracovaných snímků se vyhodnocuje velikost plochy (mm²) nasáknuté tekutinou za použití systému obrazové analýzy NIS-Elements. Výsledky velikosti nasáknutých ploch textilie jsou poté porovnávány a vyhodnocovány. Druhá část experimentu se zabývá metodou vážení absorpce kapaliny do struktury textilie.

5 Charakteristika použitých materiálů

Pro tuto bakalářskou práci bylo vybráno osm druhů pletenin s různým materiálovým složením a různou vazbou textilie. Pleteniny jsou tvořeny provázáním jedné nebo více nití, díky své struktuře mají pleteniny skvělé vlastnosti jako je vysoká tažnost, pružnost, savost, prodyšnost a tepelně izolační vlastnosti. Mezi konstrukční vlastnosti pletenin zjišťované pro tuto bakalářskou práci patří plošná hmotnost materiálu, tloušťka materiálu, hustota pleteniny (hustota sloupků, řádků a celková hustota), vazba a materiálové složení.

5.1 Plošná hmotnost textilie

Definice plošné hmotnosti malých vzorků textilie dle normy ČSN EN 12127 (800849) zní: „*Plošná hmotnost je hmotnost známé plochy plošné textilie, vztažená k této ploše, vyjádřena v gramech na čtvereční metr.*“ [6]

Pro zjištění plošné hmotnosti jsou využívány digitální váhy, v případě této bakalářské práce digitální váha AND GF-2000. Vzorky vybrané pro měření musí být klimatizované. Každý druh z osmi pletenin je změřen na pětkrát na vzorku o velikosti 100cm². Naměřené hodnoty viz Příloha 1. Průměrná plošná měrná hmotnost viz tabulka 1.

Výpočet dle vzorce:

$$M = \frac{m \cdot 10000}{A} [g/m^2]$$

kde $m[g]$...hmotnost zkušební vzorku

$A[cm^2]$...plocha stejného zkušební vzorku

Tabulka 1 Plošná měrná hmotnost vybraných vzorků

Číslo/Označení materiálu	Červená 1	Černá 2	Bílá 3	Vínová 4	Šedá 5	Bílá 6	Bílá 7	Černá 8
<i>Plošná měrná hmotnost [g/m²]</i>	<i>299,7</i>	<i>226,6</i>	<i>299,4</i>	<i>287,7</i>	<i>196</i>	<i>209,4</i>	<i>157,6</i>	<i>176,6</i>

5.2 Tloušťka materiálu

Definice zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků dle normy ČSN EN 5084 (800844) zní: „*Tloušťka textilie: kolmá vzdálenost mezi dvěma definovanými deskami, přičemž na textilii působí přítlak 1 kPa nebo nižší.*“ [7]

Tloušťka materiálu je měřena na digitálním tloušťkoměru SDL M034A, která má velikost přítlačné hlavice 20cm², a výměnnou hlavici 100cm² a lze na něm měřit tloušťku materiálu od 0,01mm do 50,00mm.

Pro toto měření jsou použity vzorky o velikosti 100cm², hlavice o velikosti 20cm² a síla přítlaku 1000 Pa tedy zátěž 200g. Průběh měření a zpracovávání výsledků je řízeno pomocí počítačového softwaru. Průměrné výsledky měření tloušťky materiálů jsou zaznamenány v následující tabulce č. 2. Všechny výsledky měření viz Příloha 2.

Tabulka 2 Průměrná tloušťka vybraných vzorků

Označení materiálu	Červená 1	Černá 2	Bílá 3	Vínová 4	Šedá 5	Bílá 6	Bílá 7	Černá 8
<i>Tloušťka materiálu [mm]</i>	<i>0,64</i>	<i>1,14</i>	<i>1,27</i>	<i>0,93</i>	<i>0,67</i>	<i>0,95</i>	<i>0,67</i>	<i>1,09</i>

Dle tabulky 2, mezi nejsilnější materiál patří Bílá 3. Předpokládáme, že tento materiál bude nejméně nasákavý a naopak nejslabší materiál Červená 1 by měl být nejvíce nasákavý, avšak záleží dále na materiálovém složení, hustotě a vazbě.

5.3 Hustota pletenin

Hustota pletenin je udávána počtem řádků a sloupců v dané pletenině na danou délku (v tomto případě 1x1cm), kde:

Řádek: soustava vedle sebe pokládaných oček obvykle z jedné nitě

Sloupek: soustava pod sebou vzájemně provázaných oček

Hustota řádku H_R : je dána počtem řádků na určitou jednotku délky

Hustota sloupků H_S : je dána počtem sloupků na určitou jednotku délky

Hustota celková H_C : udává celkový počet oček na jednotku délky

Platí, že $H_C = H_S H_R [cm^2]$

Zjištěná hustota vybraných vzorků, viz tabulka 3.

Tabulka 3 Hustota vybraných vzorků

Označení materiálu	Červená 1	Černá 2	Bílá 3	Vínová 4	Šedá 5	Bílá 6	Bílá 7	Černá 8
H_R [cm]	18	12	12	13	16	15	14	11
H_S [cm]	25	15	11	22	20	17	24	15
H_C [cm ²]	450	180	132	286	320	255	408	165

Dle tabulky 3, mezi materiály s nejvyšší hustotou patří Červená 1. Nejnižší hustotu má pak materiál Bílá 3.

5.4 Materiálové složení

Všechny vybrané materiály jsou řazeny mezi pleteniny (plošné textile) s různým materiálovým složením a různou vazbou viz tabulka 4. Materiály pro tuto bakalářskou práci poskytla Technická univerzita v Liberci.

Tabulka 4 Materiálové složení a vazba

Označení materiálu	Materiálové složení	Vazba pleteniny
Červená 1	95% Bambus, 5% Lycra	Zátažná jedolící hladká
Černá 2	52%, PETHermo°Cool, 42% PEMicro, 5% Elastan	Oboulicí dutinná s chytovými kličkami
Bílá 3	100% CO	Jedolící hladká zátažná s vlasem
Vínová 4	48% CO, 48% Modal, 4% Lycra	Zátažná oboulicí hladká
Šedá 5	56% PES Coolmax, 38% PESH, 6% Lycra	Zátažná jedolící hladká s podloženými kličkami
Bílá 6	52% Micromodal, 48%PP	Oboulicí dutinná
Bílá 7	100%PES Coolmax fresh	Oboulicí dutinná s chytovými kličkami
Černá 8	100% PP antibakteriální	Oboulicí dutinná s chytovými kličkami

6 Experiment

Měření probíhalo za pomoci dvou termovizních kamer, fotoaparátu, stativu, počítačové aparatury, zatemněné komory, mikro pipety s přesným měřením, digitální váhy vše na klimatizovaných vzorcích, při určité teplotě a vlhkosti v laboratorním prostředí měřené na dataloggeru ALMEMO 2590.

6.1 Příprava před měřením experimentu

Příprava před měřením se skládala z mnoho částí jako zvolení vhodné pipety, nastavení termovizních kamer, nastavení fotoaparátu, přípravy vzorků. Dále probíhala kontrola, zda-li inkoust obsažený ve vodě neovlivní zobrazení pod termovizní kamerou.

Dle přílohy 10. můžeme říci, že v poměru 5ml inkoustu:100ml vody neovlivní inkoust obsažený ve vodě zobrazení pod termovizní kamerou.

6.1.1 Pipeta

Před experimentem bylo nutné určit nejvhodnější nástroj pro kápnutí kapaliny. Metodou vážení se porovnávala velikost a spolehlivost kapky. Pro porovnání byly používány tyto nástroje- pipeta 1ml, pipeta 5ml, oční kapátko, injekční stříkačka, mikro pipeta s manuálním nastavením množství kapaliny.

Měření spolehlivosti kapky probíhalo na digitální váze AND GF-2000. První bylo vyřazeno oční kapátko z důvodu chybějící rysky označující množství kapaliny v kapátku. Další byla vyřazena injekční stříkačka díky nedostatečnému tlaku v ní, kvůli kterému zůstávalo určité množství kapaliny uvnitř.

Měřením byla zvolena jako nejspolehlivější mikro pipeta s přesným měřením a s nasazovacím plastovým hrotem. Plastový hrot této mikro pipety byl však na zvolené množství 50 μ l příliš dlouhý a při kápnutí kapky docházelo k dělení jedné kapky na dvě. Z tohoto důvodu byl hrot zkrácen o svou první část a poté obroušen jemným pilníkem, aby kraj hrotu nezachytával část tekutiny.

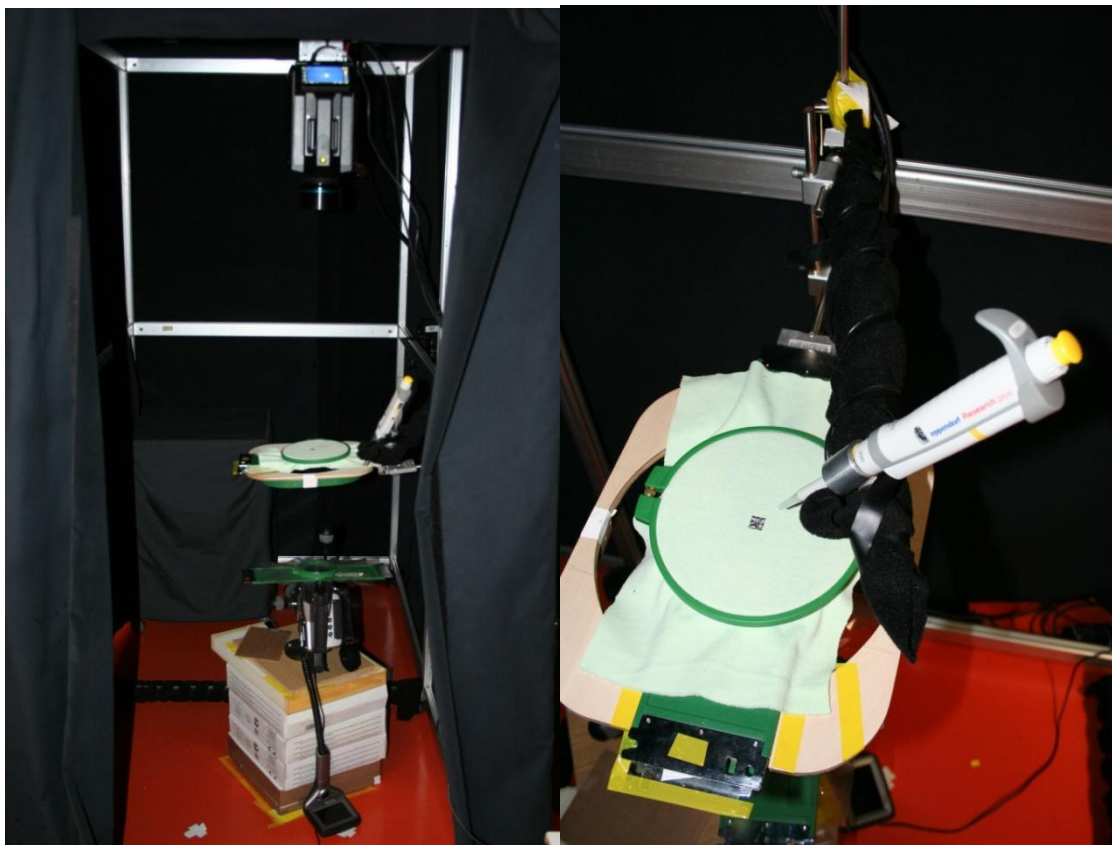
Dále byl proveden opět test spolehlivosti kapky (viz Příloha 3) vážením na digitální váze AND GF-2000, při kterém se zjistilo, že pro přesnější měření musí být z hrotu po každém kápnutí zbylé množství kapaliny vyfouknuto a vysušeno.

6.1.2 Rozmístění zařízení pro měření termovizními kamerami

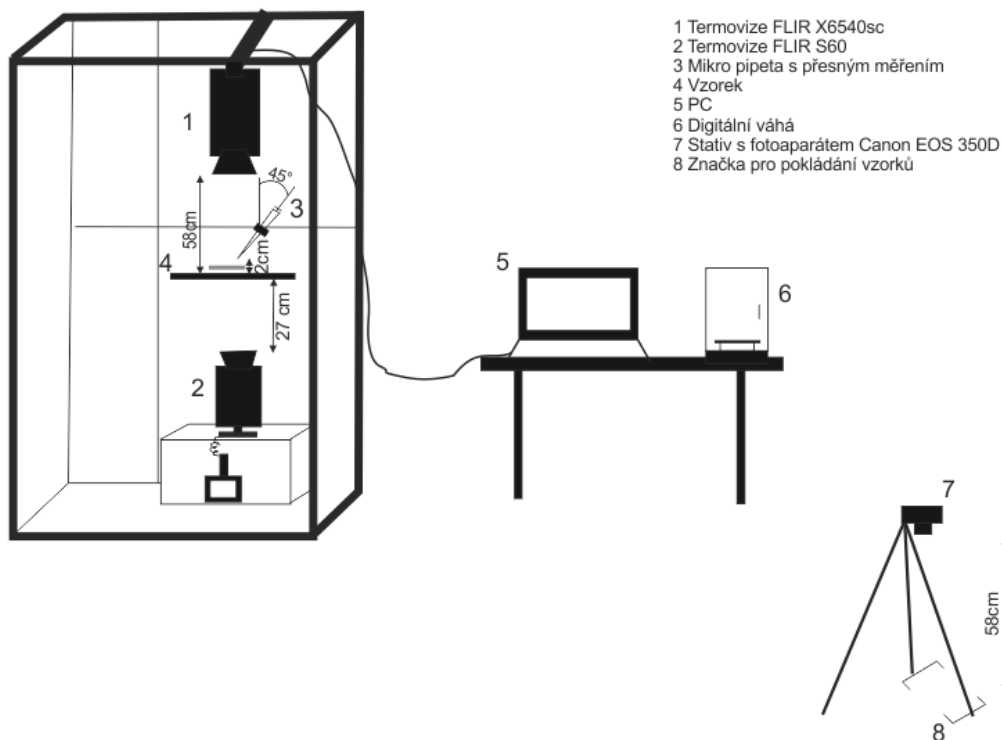
Měření probíhalo za pomoci středněvlnné termovizní kamery značky FLIR X6540sc a termovizní kamery dlouhovlnné též značky FLIR S60. Termovizní kamery jsou vždy připraveny na předem zvolené označené body.

Celý experiment s termovizními kamerami probíhal v zatemněné komoře. Termovizní kamera FLIRX6540 byla umístěna shora nad měřeným vzorkem, výška umístění kamery od vzorku byla 58cm. Kamera FLIR S60 zabírala měřený vzorek zdola a byla umístěna do vzdálenosti 27cm od vzorku. Viz obrázek 10 schéma a obrázek 9 levá část.

Vzorek napnutý ve vyšívacím rámu mezi termovizními kamerami byl pokládán na dodatečnou konstrukci v komoře. Pipeta byla vkládána do konstrukčního ramene s kroužkem upevněného ke konstrukci komory, pro pevnější zajištění byl mezi pipetu a upevňovací kroužek vložen kus vystřížené mycí houby. Hrot pipety se nacházel ve výšce 2cm, v úhlu 45° na středu měřeného vzorku. Viz obrázek 9 pravá část.



Obr. 9 Rozestavení měřící techniky



Obr. 10 Schéma rozestavení měřicí techniky

6.1.3 Rozmístění pro focení fotoaparátem

Jak bylo již výše zmíněno, pro měření foto technikou byl zvolen fotoaparát Canon EOS 350D. Pro upevnění fotoaparátu byl použit stativ.

Stativ byl nastaven do výšky 58cm. Fotoaparát byl přepnut z automatického nastavení do manuálního nastavení. Pro další měření byly na podlaze označeny body pro rozestavení vzdálenosti nohou stativu. Měřený vzorek byl pokládán v napínacím rámu vždy na stejné předem označené místo na podlaze. Viz obrázek 10.

6.1.4 Příprava vzorků

Osm vybraných materiálů bylo vypráno v pračce značky AEG Elekrolux typ Lavamat na 40°C s přidáním pracím gelem značky ARIEL whites+colors. Dále bylo nastříháno na velikost 30x30cm pět vzorků z každého materiálu. Pro napnutí textilie byl použit vyšívací kroužek o průměru 15cm a výšce rámu 2,5cm.

Materiály byly přineseny do laboratoře jeden měsíc před měřením z důvodu klimatizace těchto vzorků. Vzorky byly napínány do vyšívacího kroužku rubní stranou nahoru a osnovou na délku vyšívacího kroužku.

6.2 Postup měření experimentu

Měření se dělilo na dvě části, v první části bylo měření prováděno s čistou vodou a v druhé části probíhalo měření s vodou obarvenou modrým inkoustem. Voda obarvená inkoustem obsahovala 100ml čisté vody a 5ml modrého inkoustu. Každá část měření probíhala na pěti vzorcích každého materiálu. Zároveň také probíhalo měření metodou vážení.

Postup měření byl následující:

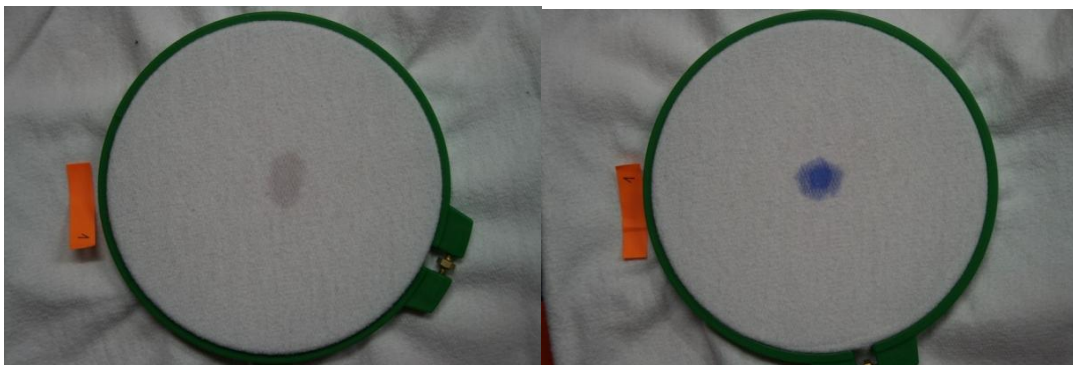
1. zapojení termovizní kamery FLIR X6540sc a FLIR S60, zapnutí fotoaparátu
2. zapnutí PC otevření programu FLIR R&D software-připojit kameru X6540
3. kalibrace: přiložit kartón k objektivu termovize, v programu zvolit „kalibrovat“
4. nastavení úložiště pro snímky
5. zaostření: pomocí zahřátého hliněného plíšku, v programu zvolit „automatické zaostření“
6. u videa nastavit časový interval záznamu 1s
7. měření teploty vlhkosti a teploty ovzduší pomocí dataloggeru ALMEMO 2590
8. měření teploty vody pomocí rtuťového teploměru
9. záznam materiálu s alobalem (1x1cm) pro kalibraci v programu NIS-Elements
10. vážení klimatizovaného suchého vzorku
11. napnout materiál do rámečku, připravit i druhý rámeček s materiálem
12. položit napnutý vzorek na určené body mezi termovizní kamery
13. zapsat aktuální čas, nastavit pipetu na určitý bod
14. spustit záznam kamery X6540sc, spustit stopky
15. spustit kameru S60-periodické ukládání
16. kápnout a odstranit pipetu ze záběru
17. zastavit záznam kamery X6540sc a vytvořit snímek, stopnout stopky

18. stopnout kameru S60
19. vytvořit snímek fotoaparátem Canon EOS 350D rubové a lícové strany
20. zvážit nasáknutý vzorek na digitální váze AND GF-2000
21. uložit naměřená data

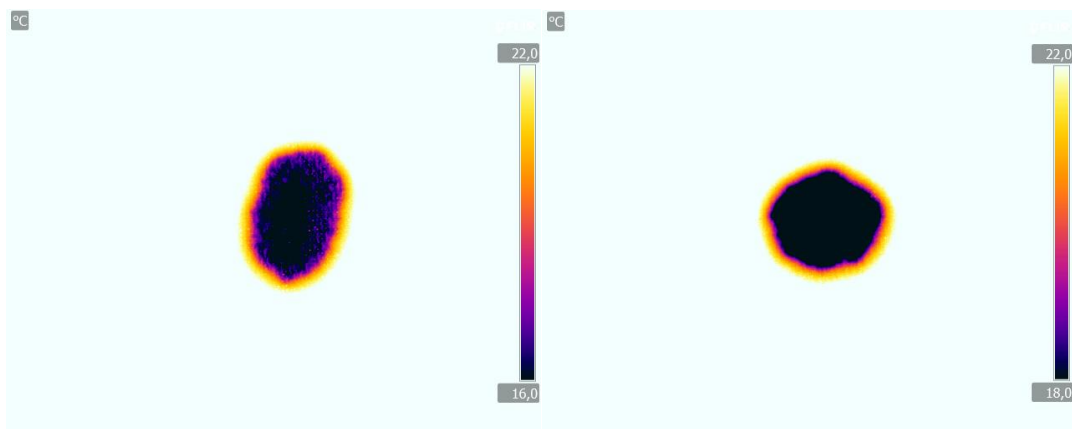
Získané snímky z obou termovizních kamer se dále zpracovávaly v programu FLIR R&D software, snímky z fotoaparátu byly upravovány v programu Adobe Photoshop CS6. Nakonec byly snímky z termovizních kamer i z fotoaparátu zpracovány v obrazové analýze programu NIS-Elements pro získání velikosti plochy nasákavosti textilie.

6.2.1 Výstupní snímky

Příklady získaných výstupních snímku z termovizních kamer X6540sc, S60 a fotoaparátu vis obr. 11- obr. 14. Každý snímek porovnává kápnutí čisté vody a obarvené vody inkoustem.



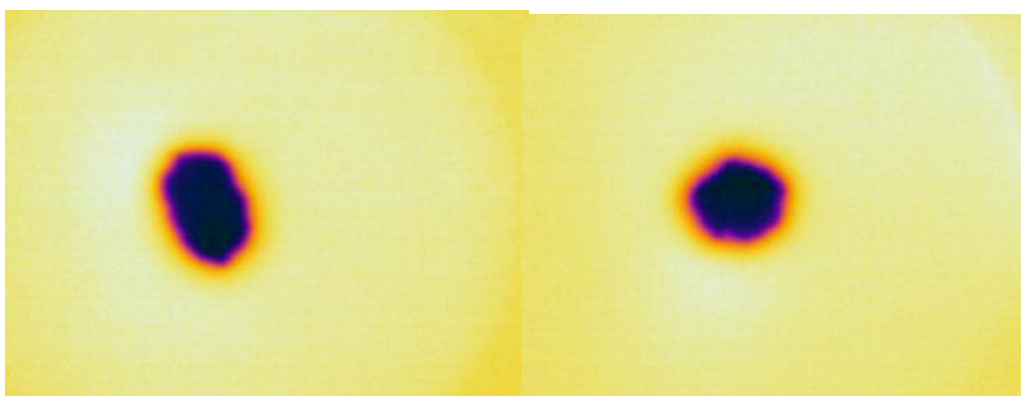
Obr. 11 Zleva- fotoaparát R čistá voda, obarvená voda



Obr. 12 Zleva- Termovizní kamera X6540sc- R čistá voda, obarvená voda



Obr. 13 Zleva- fotoaparát L čistá voda, obarvená voda

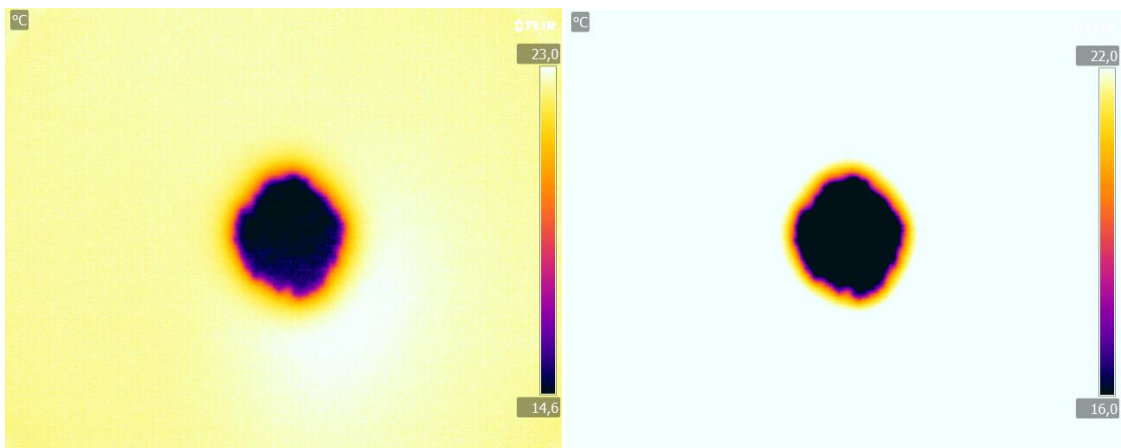


Obr. 14 Zleva- Termovizní kamera S60- L čistá voda, obarvená voda

6.2.2 Zpracování snímků z termovizních kamer

Snímky vytvořené po dvou minutách měření na termovizní kamery X6540sc byly vybrány a zpracovány v programu FLIR R&D software. U každého jednotlivého snímku se upravovala teplotní škála na subjektivně zvolenou škálu od minima 16°C do maxima 22°C. Pro přípravu do systému obrazové analýzy bylo nutné plochu kapky ze snímku vyznačit černou barvou. Pro určení černé plochy kapky u této střednělnné kamery bylo nastavení zvoleno tak, aby pro označení černé plochy byla všechna teplota byla po 16,8 °C. Viz obr. 15. Dále byl snímek exportován jako rastrový obrázek ve formátu bmp.

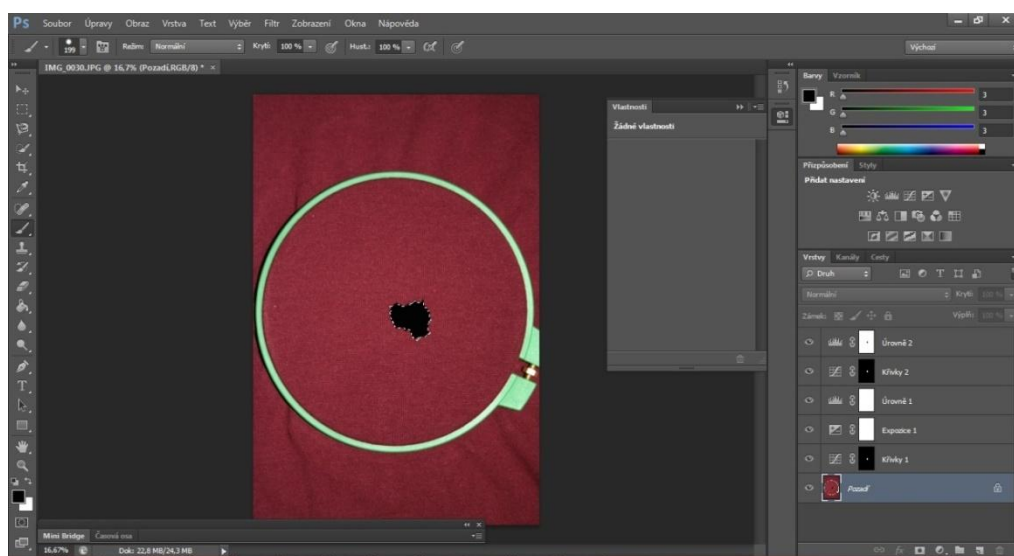
Celý postup se opakoval u termovizní kamery S60. Avšak pro tuto dlouhovlnnou kameru byla určena černá plocha nasákavosti pod teplotu 20°C.



Obr. 15 Zleva- Neupravený termogram, Termogram s upravenou teplotní škálou

6.2.3 Zpracování snímků z fotoaparátu

Snímky získané z fotoaparátu byly upravovány v programu Adobe Photoshop CS6 pro snadnější práci v systému obrazové analýzy. Ze snímku z fotoaparátu bylo též potřeba plochu nasáknutí vyznačit černou barvou. Bylo toho dosaženo za pomoci nástrojů v programu, jako změna jasu a sytosti, kontrastu, nastavení expozice, nastavení křivek, nastavení histogramu, pro zvýraznění plochy nasáknutí od suché plochy materiálu. Po zvolení nástroje kouzelná hůlka a její tolerance byla plocha nasáknutí vybrána a obarvena pomocí nástroje štětec, kde byla nastavena černá barva. Viz obr. 16.



Obr. 16 Záznam z Adobe Photoshopu

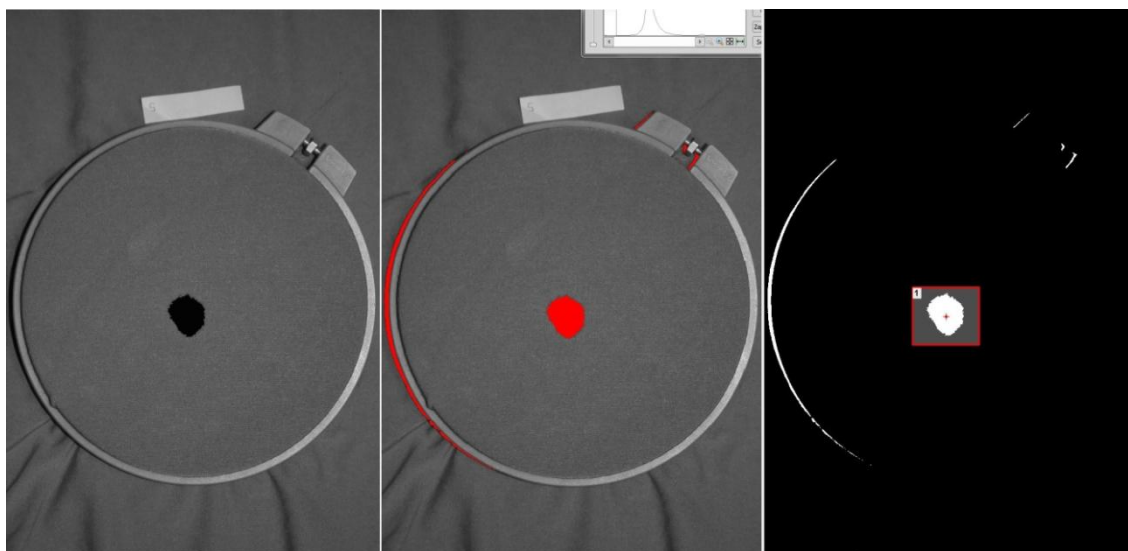
6.2.4 Zpracování v obrazové analýze NIS-Elements

Pro zjištění velikosti nasáknutí textilií je nutné snímky zpracovat v obrazové analýze v programu NIS-Elements od společnosti NIKON. Dále se porovnají zjištěné výsledky plochy nasáknutí kapaliny (v mm²) ze snímků z termovizních kamer a ze snímků z fotoaparátu.

V programu NIS-Elements byly snímky zpracovávány následovně. Viz obr. 17.

1. Import zvoleného snímku- nejdříve snímek alobalu pro kalibraci
2. Kalibrace- rychlá kalibrace- vzdálenost mezi vodíci čarami (velikost alobalu pro kalibraci-10,00mm)
3. Měření-příznaky měření objektů- plocha (mm²)
4. Převést na šedý obraz (Shift+R)
5. Prahování-Binární/Definice prahování (Shift+F)
6. Zobrazit binární obraz (Ctrl+B)
7. Definice oblasti zájmu ROI-kreslit obdélníkový ROI (vybrat měřenou plochu)
8. Měření (F5)
9. Exportovat výsledky do Excelové tabulky

[17]



Obr. 17 NIS-Elements- Zleva šedý obraz, prahování, definice oblasti zájmu ROI

7 Vyhodnocení naměřených dat

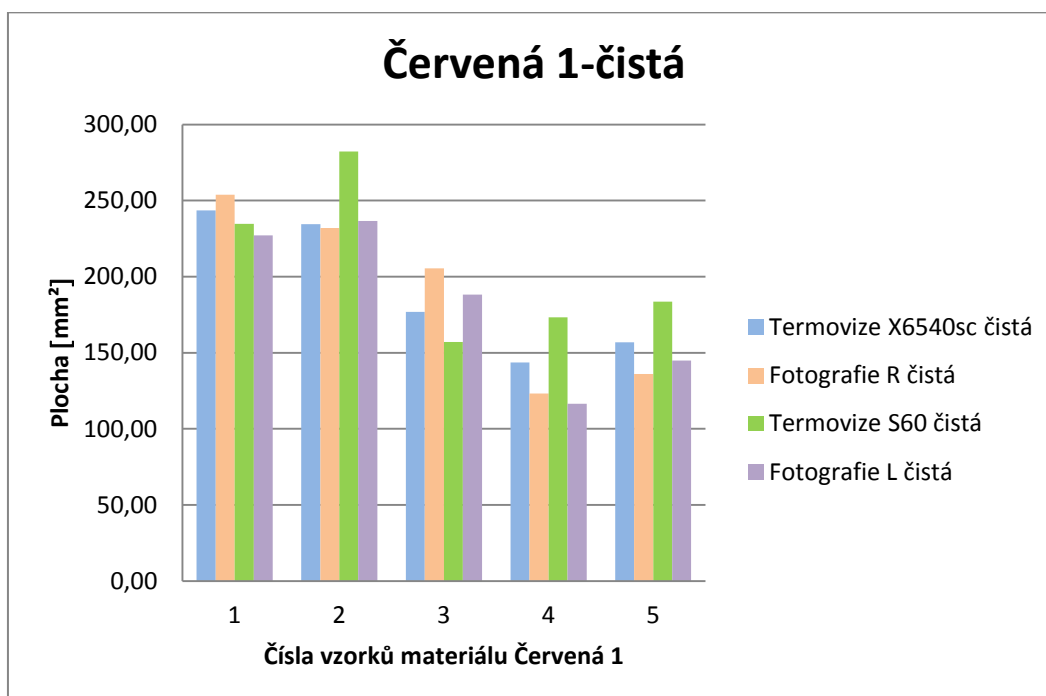
Vyhodnocující část se věnuje porovnání výsledků mezi metodikou měření nasákavosti plošných textilií pomocí termografické techniky a foto techniky. Také se zde vyhodnocují výsledky vážení na digitálních vahách, které potvrzují nárůst hmotnosti materiálu o množství nasáknuté tekutiny.

Nakonec se zde porovnává metoda usnadnění pro práci s foto technikou, kde se porovnává kapka čisté vody s kapkou obarvenou modrým inkoustem.

7.1 Výsledky měření s čistou vodou

Výsledky jsou uvedeny po 2min měření na termovizní kameře, bezprostředně poté probíhalo snímání materiálu fotoaparátem. Získané výsledky jsou zaznamenány v tabulce, viz Příloha 4, tyto výsledné hodnoty jsou zpracovány do grafů, viz Příloha 5 a grafu 1 uvedeného níže v textu. Graf 1 je zde uvedeným příkladem následujících grafů v Příloze 5. Tyto grafy nám ukazují velikosti nasáknuté plochy. Každý jednotlivý graf nám zobrazuje jeden určitý materiál nasáknutý čistou tekutinou, jsou zde všechny zaznamenané hodnoty pro všech pět měření daného materiálu, měřeného danou technikou. Hodnoty, které nelze naměřit, byly označeny písmenem x. Teplota vody byla 20°C. Laboratorní podmínky dosahovaly hodnot: teplota vzduchu 22,23°C a vlhkost vzduchu 29,1%.

Grafy 1 Výsledky měření s čistou vodou materiálu Červená 1

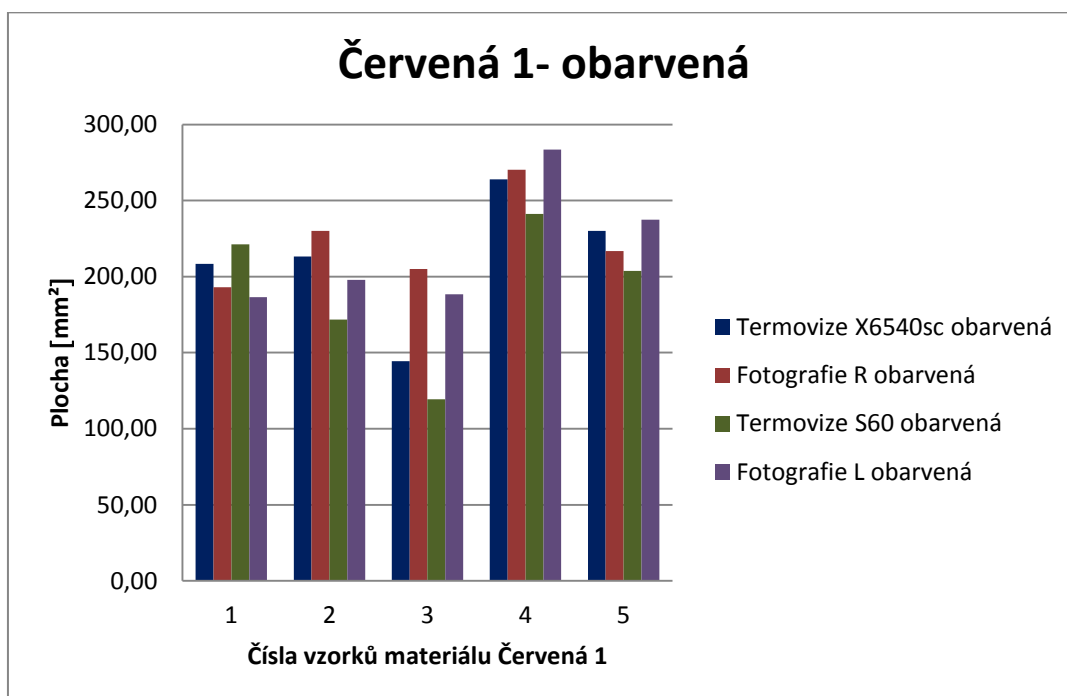


Při pohledu na graf 1 je patné, že u vzorku 4 nebylo vykápáno z pipety celé množství kapaliny. Podobně je tomu také u vzorku 3 a 5. Dále lze z grafu vyčíst, že mezi termovizemi a fotoaparátem nevzniká žádný rostoucí či klesající trend z důvodu rozlišení velikosti nasáknutých ploch.

7.2 Výsledky měření s vodou obarvenou modrým inkoustem

Výsledky jsou uvedeny po 2min měření na termovizní kameře, bezprostředně poté probíhalo snímání materiálu fotoaparátem. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce, viz Příloha 6, tyto výsledné hodnoty jsou zpracovány do Přílohy 7 a grafu 2 uvedeného níže v textu. Graf 2 je zde uvedeným příkladem následujících grafů v Příloze 7. Tyto grafy nám ukazují velikosti nasáknuté plochy. Každý jednotlivý graf nám zobrazuje jeden určitý materiál nasáknutý obarvenou tekutinou, jsou zde všechny zaznamenané hodnoty pro všech pět měření daného materiálu měřeného danou technikou. Hodnoty, které nelze naměřit byly označeny písmenem x. Teplota obarvené vody v poměru 5ml (inkoustu):100ml (čisté vody) byla 20°C. Laboratorní (klimatické) podmínky dosahovaly hodnot: teplota vzduchu 22,66°C a vlhkost vzduchu 27%.

Grafy 2 Výsledky měření s obarvenou vodou materiálu Červená 1



Při pohledu na graf 2 je patné, že u vzorku 3 nebylo vykápáno z pipety celé množství kapaliny. Dále lze z grafu též vyčíst, že mezi termovizemi a fotoaparátem opět nevzniká žádný rostoucí či klesající trend z důvodu rozlišení velikosti nasáknutých ploch.

7.3 Výsledky měření na digitální váze

Vážení probíhalo na začátku, kdy se změřil suchý vzorek 30cmx30cm před ostatním měření (termovizními kamerami, fotoaparátem). Druhá část vážení probíhala bezprostředně po snímání vzorků fotoaparátem přibližně 2,5min od kápnutí. Výsledky jsou zaznamenány v následující tabulce, viz Příloha 8. Tabulka 5 nám již ukazuje vypočítané průměry ze získaných výsledků.

Tabula 5 Průměrné výsledky měření vážením [g]

Materiál/číslo vzorku	Hmotnost- suchý, čistý	Hmotnost- nasáknutý, čistý	Rozdíl- čistý	Hmotnost- suchý, obarvený	Hmotnost- nasáknutý obarvený	Rozdíl- obarvený
Červená 1	27,02	27,08	0,06	26,95	27,03	0,08
Černá 2	20,39	20,46	0,07	20,38	20,44	0,06
Bílá 3	26,97	27,03	0,06	26,93	27	0,06
Vínová 4	26,42	26,48	0,07	26,38	26,45	0,07
Šedá 5	17,63	17,69	0,07	17,65	17,71	0,05
Bílá 6	18,85	18,91	0,05	18,84	18,89	0,06
Bílá 7	14,2	14,26	0,06	14,2	14,26	0,06
Černá 8	15,9	15,9	0	15,9	15,9	0

Při pohledu na rozdílné hmotnosti nasáknutých textilních materiálů v tabulce 5 je patrné, že kapka z mikro pipety nevykápala vždy v celém svém množství. Nevykápnutí celého množství kapky může být ovlivněno sklonem pipety, rychlostí stlačení a nedostatečnou pevností upevnění.

7.4 Porovnání naměřených hodnot z termovizních kamer a fotoaparátu

V tabulkách 6. a 7. jsou porovnávány průměrné výsledky nasáknutých ploch jednotlivých materiálů a jednotlivých metod. Písmenko x pak značí neměřitelné plochy.

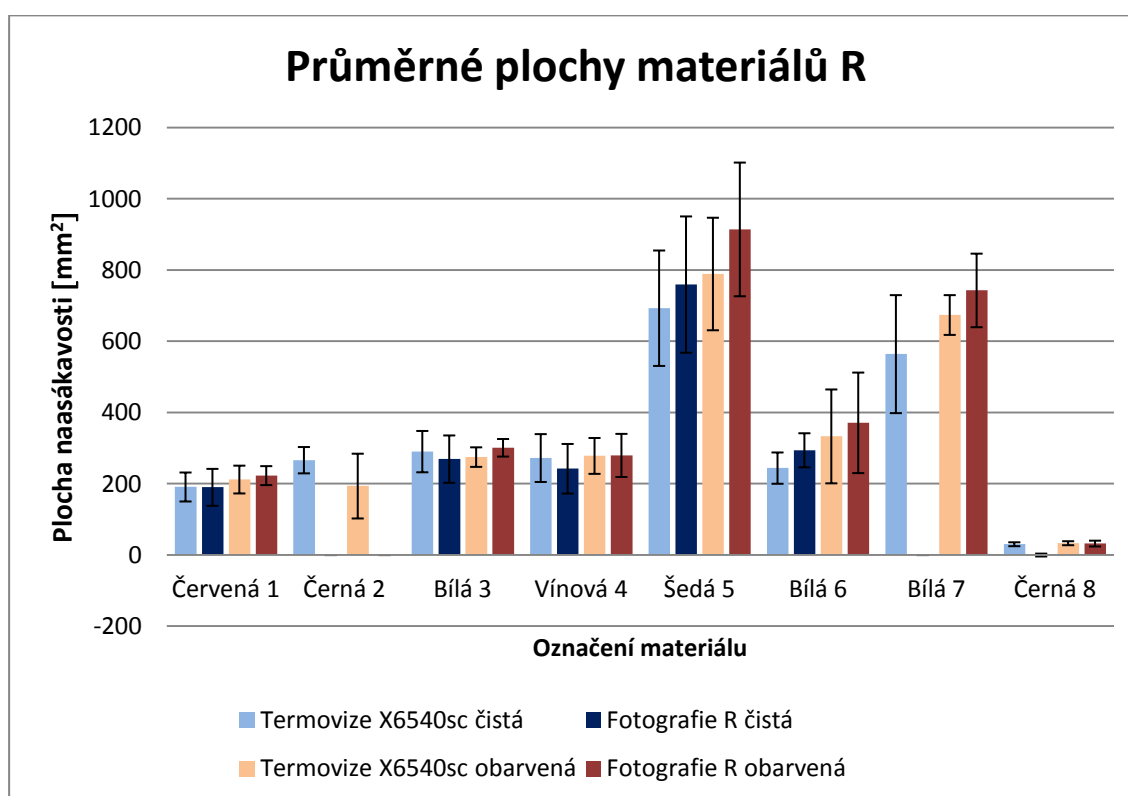
Tabulka 6. porovnává průměrné velikosti ploch nasáknutí materiálu z rubové strany, měřené termovizní kamerou X6540sc a fotoaparátem, jak obarvené tak čisté vody. Výsledky z tabulky 6. znázorněny v grafu 3 pro jednotlivé materiály s vyznačením směrodatné odchylky.

Tabulka 7. pak porovnává průměrné velikosti ploch nasáknutí materiálu z lící strany měřené termovizní kamerou S60 a fotoaparátem, jak obarvené tak čisté vody. Výsledky z tabulky 7. znázorněny v grafu 4 pro jednotlivé materiály s vyznačením směrodatné odchylky.

Tabulka 6 Průměrné plochy nasáknutí z rubové strany materiálu [mm²]

Materiál/metoda	Termovize X6540sc čistá	Fotografie R čistá	Termovize X6540sc obarvená	Fotografie R obarvená
Červená 1	191,08	190,07	211,97	223,03
Černá 2	266,32	x	193,63	x
Bílá 3	290,34	269,24	274,99	301,14
Vínová 4	272,31	242,26	278,28	279,65
Šedá 5	692,98	759,29	789,05	914,21
Bílá 6	244,06	294,13	333,12	371,19
Bílá 7	564,07	x	673,86	742,93
Černá 8	30,36	x	33,24	32,24

Graf 3 Průměrné nasáknuté plochy z rubové strany



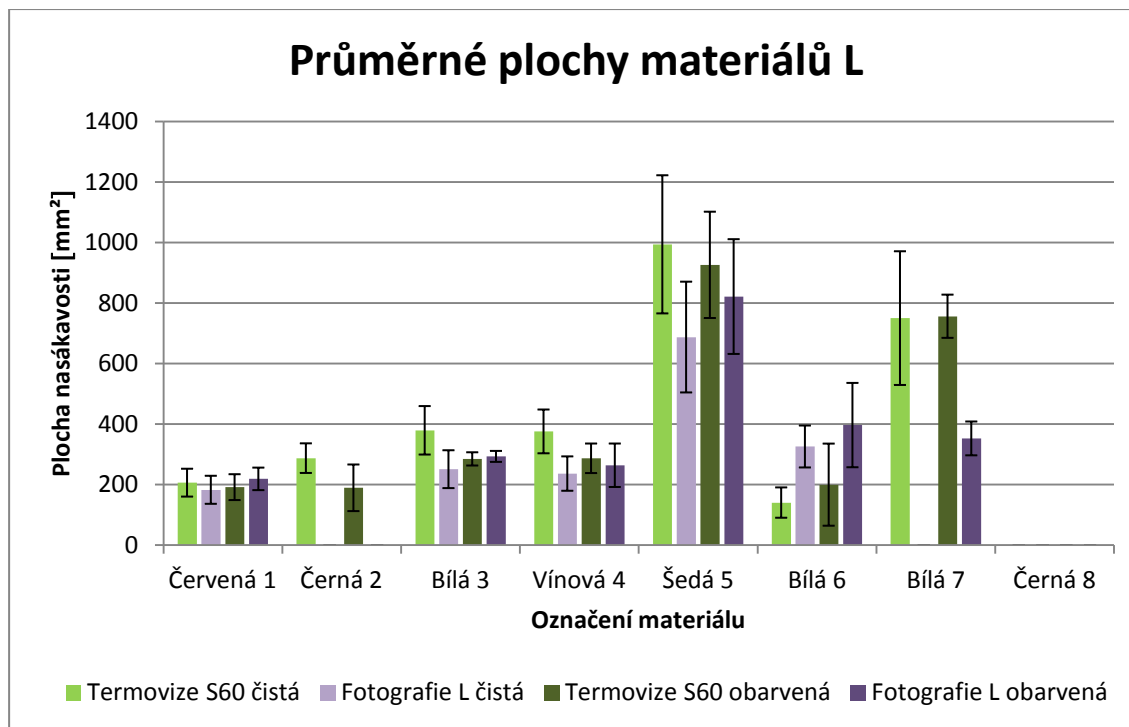
Z tabulky 6. lze vyčíst, že výsledky ploch nasákvosti s čistou kapalinou z fotoaparátu jsou převážně nižší než výsledky z termovizní kamery X6540sc. Výsledky barvených nasáknutých ploch jsou u fotoaparátu naopak vyšší než výsledky z termovizní kamery X6540sc. U obarvených ploch vzniká rostoucí trend pro velikosti nasáknutých ploch u snímku z fotoaparátu oproti velikostem ploch z termovizní kamery.

Z grafu 3. je patrné, že nejvyšší nasákavosti dosahuje materiál Šedá 5 (56% PESCoolmax, 38% PESH, 6% Lycra), druhou nejvyšší nasákavost má Bílá 7 materiál (100%PES Coolmax fresh), nejméně nasákavý materiál je pak materiál Černá 8 (100% PP antibakteriální). Velké odchylky vždy vznikají právě z důvodu nevykápnutí celého obsahu tekutiny z pipety. Dále z grafu 3a z grafu 4 lze vyčíst, že metoda měření foto technikou není vhodná pro tmavé materiály.

Tabulka 7 Průměrné plochy nasáknutí z lící strany materiálu [mm²]

Materiál/metoda	Termovize S60 čistá	Fotografie L čistá	Termovize S60 obarvená	Fotografie L obarvená
Červená 1	206,17	182,66	191,44	218,74
Černá 2	287,20	x	189,25	x
Bílá 3	379,20	250,76	284,72	293,01
Vínová 4	375,58	236,22	286,75	263,74
Šedá 5	993,62	687,27	925,84	821,08
Bílá 6	140,42	325,76	199,62	396,45
Bílá 7	749,82	x	756,02	352,42
Černá 8	x	x	x	x

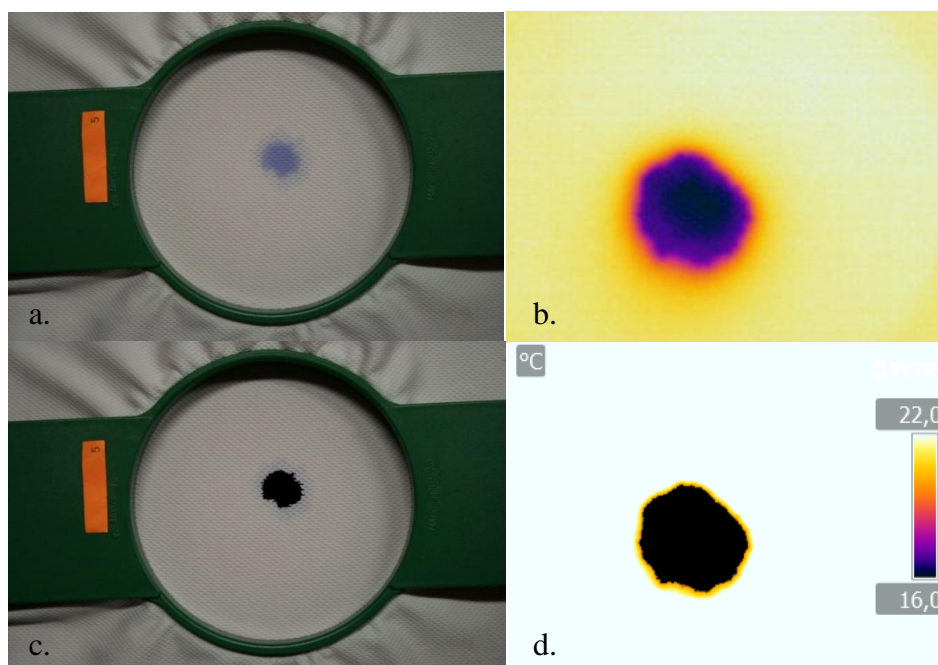
Graf 4 Průměrné nasáknuté plochy z lící strany



Výsledky z fotoaparátu pro čistou tekutinu jsou nižší než výsledky z termovizní kamery S60, mimo materiál Bílá 6. Tento vysoký rozdíl u materiálu Bílá 6 vznikl zřejmě při úpravě fotografie, kde se u bílého materiálu složitě určovala hranice nasáklé plochy čirou tekutinou. Mimo materiál Bílá 6 zde vzniká klesající trend pro nasáknuté plochy měřené fotoaparátem oproti plochám z termovizní kamery.

Pro obarvenou tekutinu jsou výsledky z fotoaparátu a termovizní kamery S60 velmi rozlišné proto zde nelze určit klesající nebo rostoucí trend mezi těmito metodami. Vysoký rozdíl mezi obarvenou plochou z termovizního snímku a snímku z fotoaparátu u materiálu Bílá 6 a Bílá 7 vznikl při úpravě snímku z fotoaparátu, kde jsem si zvolila jinou hranici nasáknuté plochy dle obarvení, než byla zvolena u snímku z termovizní kamery dle zvolené teploty. Obrázek 18. porovnává snímky stejného materiálu Bílá 7 vzorek 5 z L strany, z termovizní kamery S60 a z fotoaparátu. Z obrázku je zřejmé rozdílné zvolení okraje nasáknuté plochy.

Při porovnání nasákavosti materiálu z lící strany dosahuje nejvyšších hodnot opět materiál Šedá 5 (56% PESCoolmax, 38% PESH, 6% Lycra), materiál Černá 8 (100% PP antibakteriální) nelze z lící strany hodnotit z důvodu neprosáknutí tekutiny na lící stranu.



Obr. 18 Porovnání stejného materiálu Bílá 7 vzorek 5

- a. neupravený snímek z fotoaparátu
- b. neupravený termovizní kamera S60
- c. upravený snímek fotoaparát plocha 286,72 mm²
- d. upravený snímek termovizní kamera S60 plocha 702,84 mm².

ZÁVĚR

V tomto experimentu bylo hlavním cílem zjistit, která ze zvolených metod je nejvhodnější pro měření nasákavosti plošných materiálů. Pokud si položím tuto otázku: „Je možné nahradit termovizní techniku foto technikou?“, dle mého subjektivního úsudku a získaných výsledků bych zvolila odpověď, že každá metoda má své výhody a nevýhody.

U porovnání fotoaparátu a středněvlonné termovizní kamery X6540sc dochází k rozdílům velikosti nasáknutých ploch. Tyto rozdíly vznikají při zpracování snímku jak z termovizní kamery, tak z fotoaparátu. Při zpracování snímků z fotoaparátu ve Photoshopu dochází k možným chybám měření při subjektivním vyhodnocování okraje nasáknuté plochy. Během zpracování snímků z termovizní kamery je pak možné zvolit špatnou teplotní stupnici a velmi subjektivní je také zvolení teploty konkrétní hranice nasáknuté plochy od hranice, která již pouze vyznačuje teplotu vypařující se kapaliny.

Na otázku, zda zvolit kapalinu čistou či obarvenou, bych z vlastního pohledu zvolila kapalinu obarvenou. Mezi kapalinou čistou a obarvenou nebyl pod termovizní kamerou patrný žádný rozdíl zobrazení. Obarvená voda modrým inkoustem neovlivnila ani vlastnosti nasákavosti materiálů. Je však možné, že při zvolení jiného barviva či jiného množství by byl již rozdíl znatelný v obou směrech. Viditelný rozdíl mezi obarvenou kapalinou a čistou kapalinou byl při snímání foto technikou, kde obarvená kapalina velmi usnadňovala zpracování snímku ve Photoshopu, zvláště pak u bílých materiálů.

Další zřejmá chyba při porovnání mezi vzorky jednotlivých materiálů, a také znatelná v tabulce měření metodou vážení, vznikala při samotném kapání tekutiny. Kapka často nebyla vykápnuta celá a její část zůstala přilnutá k hrotu pipety nebo byla při vykápnutí roztržena na více menších kapek. Důvodem nevykápnutí celého množství kapaliny je podle mého názoru sklon pipety a také držák na pipetu, který nebyl dostatečně pevný. Dalším faktorem ovlivňujícím vykápnutí kapky je rozdílná rychlost vytlačení kapky z pipety. K tomuto odůvodnění docházím z výsledků zkoušky vážení kapky z mikro pipety, kde byla pipeta ve svislé poloze pevně držena pouze rukou, docházelo tak ke stejnoměrnějším výsledkům.

Měření s dlouhovlnnou termovizní kamerou S60 je též možné nahradit fotoaparátem, je však nutné dořešit jak subjektivně zvolit správnou hranici nasáknuté plochy. Při periodickém snímání doporučuji pořídit kalibrační snímek s kapkou také na periodickém snímání, nikoli manuálně. Snímek sejmutý manuálně má rozdílné rozlišení než snímek sejmutý v periodickém snímání, je téměř dvakrát větší.

Celkovým shrnutím bych tento experiment vyhodnotila tak, že za určitých podmínek se metoda měření nasákavosti termovizní kamerou X6540sc a S60 dá nahradit foto technikou, avšak metoda měření foto technikou není přesnější a ani nám neušetří čas. Též není měření foto technikou vhodné pro měření tmavých materiálů, z důvodu nedostatečné viditelnosti nasáknuté plochy. Jak je již výše zmíněno, je nutné dále řešit subjektivní zvolení hranice nasáknuté plochy jak u termogramů, tak i u fotografie. A nakonec metoda vážení nám dokazuje přítomnost kapaliny v plošné textilií a potvrzuje množství vykápnuté kapaliny. Chybu v množství vykápnuté kapaliny by bylo možné řešit automatizací vykápnuté kapaliny, kde by kapalina vykápla vždy v celém množství, ve stejný čas, stejném úhlu a pod stejným tlakem. Dále bych doporučovala více než pět měření pro jeden materiál z důvodu rovnoměrnějších výsledků při statistickém zpracování naměřených výsledků. Samozřejmě by se všechny zjištěné chyby dalším experimentováním daly eliminovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN 80 0828 (800828): *Plošné textilie. Stanovení savosti vůči vodě. Postup vztlínáním*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1992
- [2] ČSN 80 0831(800831): *Savost plošných textilií. Stanovení nasákavosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1992-2008
- [3] ČSN 80 0828 (800855): *Zjišťování relativní propustnosti vodních par plošnou textilií*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1977-2011
- [4] ČSN EN 24920 (800827): *Textilie- Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (zkrápěcí metoda)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1995-2013
- [5] ČSN EN 20811 (800818): *Textilie. Stanovení odolnosti proti pronikání vody. Zkouška tlakem vody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1994
- [6] ČSN EN 12127 (800849): *Textilie- Plošné textilie- Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998
- [7] ČSN EN ISO 5084 (800844): *Textilie –Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1998
- [8] ČSN EN ISO 9073-12 (806182): *Textilie- Metody zkoušení pro netkané textilie- Část 12: Požadovaná nasákavost*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005
- [9] EKHTIYARI,F. a MEMARIYAN, E. *STUDY ON WICKING MEASUREMENT IN THIN LAYER TEXTILES BY PROCESSING DIGITAL IMAGE*. Yazd,Iran: Yazd Univerzity 2009.
- [10] HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926
- [11] HORNÍČEK, Petr *Odvod vlhkosti a tepla z povrchu lidského těla*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002.
- [12] HSIEH, YOU-LO. *Liquid Transport in Fabric Structures*. Davis, California- USA : University of California, 1995.

- [13] HRDLIČKOVÁ, Zuzana. *Alternativní metoda hodnocení komfortu oděvních výrobků pomocí termovizní kamery*. Liberec. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, 2011
- [14] KOLÁŘOVÁ, Jitka. *Analýza šíření kapalně vlhkosti textilií*. Liberec. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, 2013.
- [15] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN80-7083-824-8
- [16] MILITKÝ, Jiří. *Katedra materiálového inženýrství* [online]. [vid. 9. 6. 2015]
Dostupné z: http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2015-04-09/11-47-50.pdf
- [17] NIS-Elements AR: *Uživatelská příručka*. Verze 4,10,032012
- [18] *Pleteniny*. [online]. [vid. 1. 5. 2016]
Dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/elerning/310/textilni-terminologie-zbozinalstvi/pleteniny/Vlastnosti-pletenin.html>
- [19] POUCHOVÁ, Tereza. *Alternativní metoda měření transportu kapalně vlhkosti u funkčních materiálů*. Liberec: Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, 2015.
- [20] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar. *Oděvní materiály*. Liberec . Technická univerzita v Liberci, 2003. ISBN 80-7083-682-2
- [21] STANĚK, Jaroslav a Milada KUBÍČKOVÁ. *Oděvní materiály*. Liberec : Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1986
- [22] SVOBODA, Jiří. *Termodiagnostika- učební texty*. Praha 4
- [23] Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ. Zařízení k měření šíření nasákavosti plošné textilie. Původce: Renáta Nemčoková, Zdeněk Kůs, Antonín Havelka. Užité vzor: CZ 29001 U1. Číslo přihlášky: 2015-31672. Přihlášeno: 21. 10. 2015. Zapsáno: 21. 12. 2015.
- [24] *Úhel smáčení*. [online]. [vid. 9. 6. 2015]
Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/mereni_uhlu_smaceni.html

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma oděvního systému [4].....	15
Obr. 2 Kapilární odvod potu- 1. pokožka, 2. textilní vrstva, 3. kapalný pot.....	16
Obr. 3 Difúzní odvod potu z povrchu lidského těla-1. pokožka, 2. mikroklima, 3. vrstva textilie[13]	17
Obr. 4 Spray test s fotoetalony	21
Obr. 5 Kapka při měření úhlu smáčení [15]	22
Obr. 6 Prostup tlakové vody [9].....	23
Obr. 7 Elektromagnetické záření	26
Obr. 8 Princip termografického měření [14]	28
Obr. 9 Rozestavění měřicí techniky.....	38
Obr. 10 Schéma rozestavění měřicí techniky	39
Obr. 11 Zleva- fotoaparát R čistá voda, obarvená voda.....	41
Obr. 12 Zleva- Termovizní kamera X6540sc- R čistá voda, obarvená voda.....	41
Obr. 13 Zleva- fotoaparát L čistá voda, obarvená voda.....	42
Obr. 14 Zleva- Termovizní kamera S60- L čistá voda, obarvená voda	42
Obr. 15 Zleva- Neupravený termogram, Termogram s upravenou teplotní škálou	43
Obr. 16 Záznam z Adobe Photoshopu.....	43
Obr. 17 NIS-Elements- Zleva šedý obraz, prahování, definice oblasti zajmu ROI.....	44
Obr. 18 Porovnání stejného materiálu Bílá 7 vzorek 5.....	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Plošná měrná hmotnost vybraných vzorků.....	33
Tabulka 2 Průměrná tloušťka vybraných vzorků.....	34
Tabulka 3 Hustota vybraných vzorků.....	35
Tabulka 4 Materiálové složení a vazba.....	36
Tabulka 5 Průměrné výsledky měření vážením [g]	48
Tabulka 6 Průměrné plochy nasáknutí z rubové strany materiálu [mm ²]	49
Tabulka 7 Průměrné plochy nasáknutí z lící strany materiálu [mm ²].....	50

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Výsledky měření s čistou vodou -Vzorek Červená 1 čistá	46
Graf 2 Výsledky měření s obarvenou vodou -Vzorek Červená 1 obarvená.....	47
Graf 3 Průměrné nasáknuté plochy z rubové strany	49
Graf 4 Průměrné nasáknuté plochy z lící strany.....	50

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1

Tabulka 1 Plošná měrná hmotnost [g] vybraných vzorků	60
--	----

Příloha 2

Tabulka 2 Tloušťka materiálu [mm]	61
---	----

Příloha 3

Tabulka 3 Zkouška spolehlivosti kapky.....	63
--	----

Příloha 4

Tabulka 4 Výsledky měření s čistou vodou	64
--	----

Příloha 5

Graf 1 Výsledky měření s čistou vodou Černá 2.....	66
--	----

Graf 2 Výsledky měření s čistou vodou Bílá 3.....	67
---	----

Graf 3 Výsledky měření s čistou vodou Vínová 4.....	67
---	----

Graf 4 Výsledky měření s čistou vodou Šedá 5.....	67
---	----

Graf 5 Výsledky měření s čistou vodou Bílá 6.....	68
---	----

Graf 6 Výsledky měření s čistou vodou Bílá 7.....	68
---	----

Graf 7 Výsledky měření s čistou vodou Černá 8.....	68
--	----

Příloha 6

Tabulka 5 Výsledky měření s obarvenou vodou modrým inkoustem.....	69
---	----

Příloha 7

Graf 8 Výsledky měření s obarvenou vodou Černá 2.....	71
---	----

Graf 9 Výsledky měření s obarvenou vodou Bílá 3	72
---	----

Graf 10 Výsledky měření s obarvenou vodou Vínová 4.....	72
---	----

Graf 11 Výsledky měření s obarvenou vodou Šedá 5.....	72
---	----

Graf 12 Výsledky měření s obarvenou vodou Bílá 6.....	73
---	----

Graf 13 Výsledky měření s obarvenou vodou Bílá 7.....	73
---	----

Graf 14 Výsledky měření s obarvenou vodou Černá 8.....	73
--	----

Příloha 8

Tabulka 6 Výsledky metody vážení na digitální váze, statistická data.....	74
---	----

Příloha 9

Obrázek 1 Porovnání kapky obarvené vody a čiré vody snímané termovizní.....	77
---	----

PŘÍLOHA 1

Tabulka 1 Plošná měrná hmotnost [g] vybraných vzorků o velikosti 10x10cm.

Číslo/ Označení materiálu	Červený 1	Černý 2	Bílý 3	Vínový 4	Šedý 5	Bílý 6	Bílý 7	Černý 8
Vzorek 1 [g/cm ²]	3,26	2,33	3,06	2,37	1,93	1,98	1,53	1,79
Vzorek 2 [g/cm ²]	2,84	2,25	3,09	2,88	2,01	2,08	1,58	1,75
Vzorek 3 [g/cm ²]	2,93	2,22	3,05	2,92	1,98	2,08	1,6	1,8
Vzorek 4 [g/cm ²]	2,97	2,36	2,88	3,01	1,97	2,16	1,56	1,75
Vzorek 5 [g/cm ²]	2,97	2,17	2,88	2,91	1,92	2,17	1,61	1,74
Vzorek 6 [g/cm ²]	3,27	2,33	3,07	2,93	1,93	1,98	1,53	1,79
Vzorek 7 [g/cm ²]	2,85	2,25	3,09	2,89	2,01	2,08	1,58	1,75
Vzorek 8 [g/cm ²]	2,94	2,22	3,06	2,93	1,98	2,08	1,6	1,74
Vzorek 9 [g/cm ²]	2,97	2,36	2,88	3,02	1,95	2,16	1,56	1,75
Vzorek 10 [g/cm ²]	2,97	2,17	2,88	2,91	1,92	2,17	1,61	1,8
Průměr[g/cm²]	2,997	2,266	2,994	2,877	1,96	2,094	1,576	1,766
Plošná měrná hmotnost [g/m²]	299,7	226,6	299,4	287,7	196	209,4	157,6	176,6

PŘÍLOHA 2

Tabulka 2 Tloušťka materiálu v mm, velikost vzorku 10x10cm.

Materiál/číslo vzorku	Tloušťka mm	Materiál/číslo vzorku	Tloušťka mm
Červená 1/1	0,65	Šedá 5/1	0,67
2	0,64	2	0,67
3	0,65	3	0,67
4	0,65	4	0,66
5	0,63	5	0,66
Průměr	0,644	Průměr	0,666
Směrodatná odchylka	0,008	Směrodatná odchylka	0,005
Maximum	0,650	Maximum	0,670
Minimum	0,630	Minimum	0,660
Medián	0,650	Medián	0,670
Modus	0,650	Modus	0,670
Černá 2/1	1,15	Bílá 6/1	0,95
2	1,14	2	0,96
3	1,15	3	0,96
4	1,14	4	0,95
5	1,14	5	0,95
Průměr	1,144	Průměr	0,954
Směrodatná odchylka	0,005	Směrodatná odchylka	0,005
Maximum	1,150	Maximum	0,960
Minimum	1,140	Minimum	0,950
Medián	1,140	Medián	0,950
Modus	1,140	Modus	0,950
Bílá 3/1	1,26	Bílá 7/1	0,68
2	1,23	2	0,68
3	1,28	3	0,68
4	1,30	4	0,68
5	1,26	5	0,68
Průměr	1,266	Průměr	0,680
Směrodatná odchylka	0,023	Směrodatná odchylka	0,000
Maximum	1,300	Maximum	0,680
Minimum	1,230	Minimum	0,680
Medián	1,260	Medián	0,680
Modus	1,260	Modus	0,680

Vínová 4/1	0,94	Černá 8/1	1,10
2	0,93	2	1,07
3	0,94	3	1,08
4	0,93	4	1,10
5	0,93	5	1,09
Průměr	0,934	Průměr	1,088
Směrodatná odchylka	0,005	Směrodatná odchylka	0,012
Maximum	0,940	Maximum	1,100
Minimum	0,930	Minimum	1,070
Medián	0,930	Medián	1,090
Modus	0,930	Modus	1,100

PŘÍLOHA 3

Tabulka 3 Zkouška spolehlivosti kapky-mikro pipeta s přesným měřením (kapka 50 μ l)

Měření	Čistá kapka g	Obarvená kapka g
1	0,09	0,07
2	0,09	0,09
3	0,09	0,08
4	0,08	0,08
5	0,07	0,09
6	0,09	0,08
7	0,09	0,08
8	0,08	0,09
9	0,09	0,08
10	0,09	0,09
11	0,09	0,09
12	0,07	0,08
13	0,09	0,09
14	0,09	0,08
15	0,09	0,08
16	0,09	0,09
17	0,08	0,09
18	0,08	0,09
19	0,08	0,09
20	0,08	0,08
Průměr	0,085	0,085
Směrodatná odchylka	0,007	0,006
Maximum	0,090	0,090
Minimum	0,070	0,070
Modus	0,090	0,090
Medián	0,090	0,085

PŘÍLOHA 4

Tabulka 4 Výsledky měření s čistou vodou

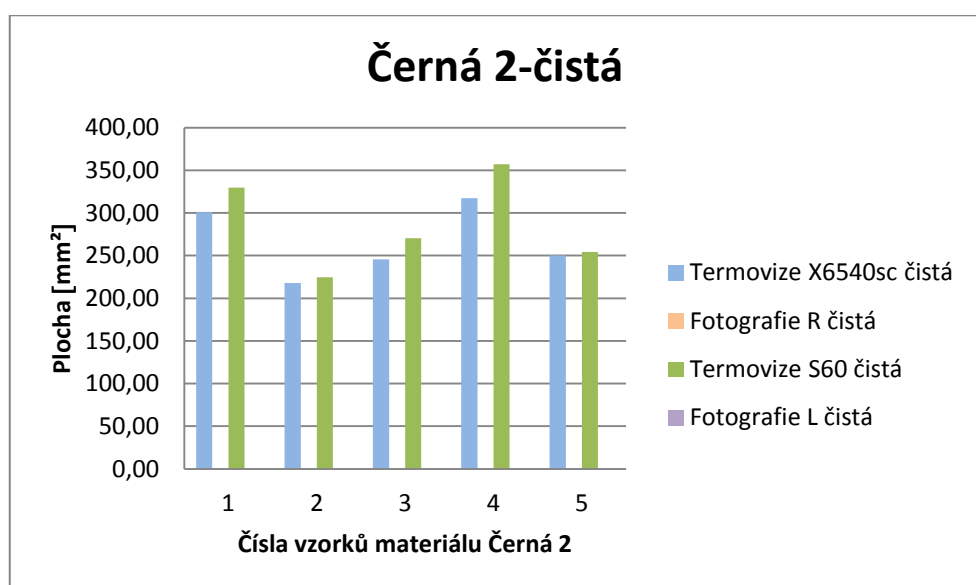
<i>Materiál/číslo vzorku</i>	<i>Termovize X6540sc čistá</i>	<i>Fotografie R čistá</i>	<i>Termovize S60 čistá</i>	<i>Fotografie L čistá</i>
Červená 1/1	243,52	253,80	234,68	227,04
2	234,59	231,97	282,16	236,59
3	176,87	205,43	157,08	188,31
4	143,62	123,12	173,28	116,39
5	156,78	136,05	183,64	144,95
Průměr	191,08	190,07	206,17	182,66
Směrodatná odchylka	40,68	51,87	46,01	46,31
Maximum	243,52	253,80	282,16	236,59
Minimum	143,62	123,12	157,08	116,39
Medián	176,87	205,43	183,64	188,31
Variační koef.	1654,79	2690,70	2117,30	2144,74
Černá 2/1	300,77	x	329,80	x
2	217,89	x	224,52	x
3	245,48	x	270,48	x
4	317,33	x	356,92	x
5	250,14	x	254,28	x
Průměr	266,32	x	287,20	x
Směrodatná odchylka	36,96	x	48,92	x
Maximum	317,33	x	356,92	x
Minimum	217,89	x	224,52	x
Medián	250,14	x	270,48	x
Variační koef.	1366,08	x	2393,54	x
Bílá 3/1	318,61	299,23	426,44	275,18
2	298,79	323,09	383,12	300,46
3	336,25	271,92	443,56	262,04
4	176,84	140,56	223,96	128,38
5	321,22	311,47	418,92	287,73
Průměr	290,34	269,25	379,20	250,76
Směrodatná odchylka	57,99	66,56	80,08	62,51
Maximum	336,25	323,09	443,56	300,46
Minimum	176,84	140,56	223,96	128,38
Medián	318,61	299,23	418,92	275,18
Variační koef.	3362,83	4429,66	6413,27	3907,46

Vínová 4/1	359,20	314,70	457,52	310,26
2	190,24	153,42	309,64	164,86
3	300,02	307,89	417,76	275,84
4	196,93	164,82	270,28	175,63
5	315,14	270,49	422,68	254,53
Průměr	272,31	242,26	375,58	236,22
Směrodatná odchylka	67,19	69,63	72,32	56,83
Maximum	359,20	314,70	457,52	310,26
Minimum	190,24	153,42	270,28	164,86
Medián	300,02	270,49	417,76	254,53
Variační koef.	4513,95	4848,26	5229,58	3230,06
Šedá 5/1	498,37	510,72	724,80	468,99
2	791,42	851,28	1136,16	731,98
3	814,95	863,78	1152,36	794,11
4	495,05	561,06	710,84	492,50
5	865,12	1009,61	1243,92	948,78
Průměr	692,98	759,29	993,62	687,27
Směrodatná odchylka	162,02	191,38	228,21	182,97
Maximum	865,12	1009,61	1243,92	948,78
Minimum	495,05	510,72	710,84	468,99
Medián	791,42	851,28	1136,16	731,98
Variační koef.	26249,73	36625,02	52078,97	33476,55
Bílá 6/1	230,53	287,06	160,48	267,50
2	187,44	257,28	45,04	288,86
3	320,84	387,46	193,12	460,80
4	227,54	262,91	155,60	295,53
5	253,95	275,92	147,84	316,11
Průměr	244,06	294,13	140,42	325,76
Směrodatná odchylka	43,94	47,80	50,12	69,28
Maximum	320,84	387,46	193,12	460,80
Minimum	187,44	257,28	45,04	267,50
Medián	230,53	275,92	155,60	295,53
Variační koef.	1930,96	2284,94	2512,51	4799,72

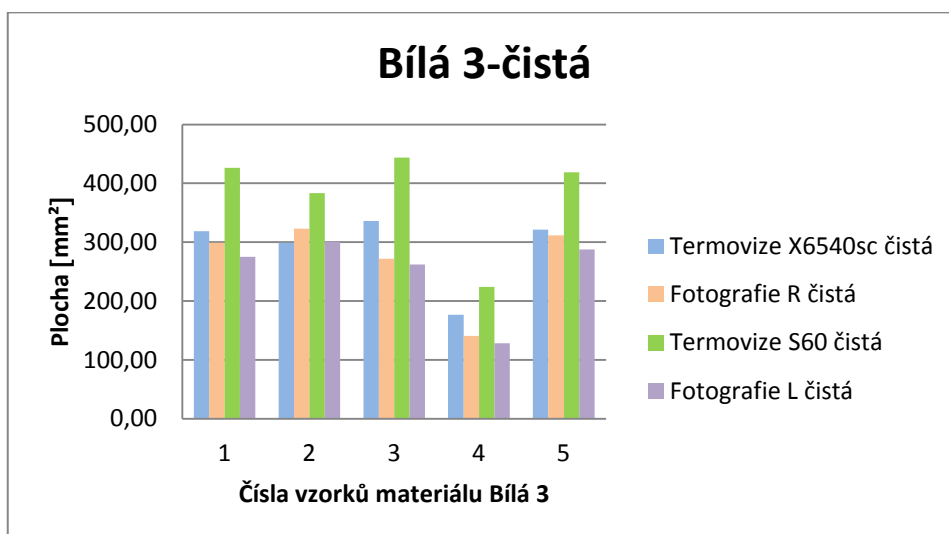
Bílá 7/1	758,77	x	1001,32	x
2	355,54	x	473,52	x
3	625,56	x	858,92	x
4	699,70	x	918,44	x
5	380,79	x	496,88	x
Průměr	564,07	x	749,82	x
Směrodatná odchylka	165,63	x	220,87	x
Maximum	758,77	x	1001,32	x
Minimum	355,54	x	473,52	x
Medián	625,56	x	858,92	x
Variační koef.	27432,19	x	48781,62	x
Černá 8/1	40,69	31,96	x	x
2	25,93	21,47	x	x
3	27,00	22,53	x	x
4	31,01	24,11	x	x
5	27,16	29,11	x	x
Průměr	30,36	25,84	x	x
Směrodatná odchylka	5,45	4,03	x	x
Maximum	40,69	31,96	x	x
Minimum	25,93	21,47	x	x
Medián	27,16	24,11	x	x
Variační koef.	29,66	16,24	x	x

PŘÍLOHA 5

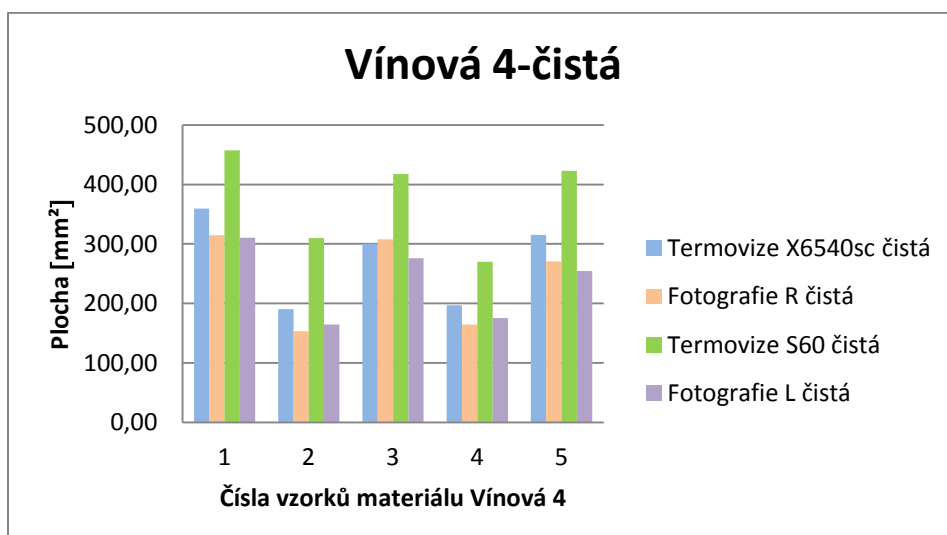
Graf 1 Výsledky měření s čistou vodou Černá 2



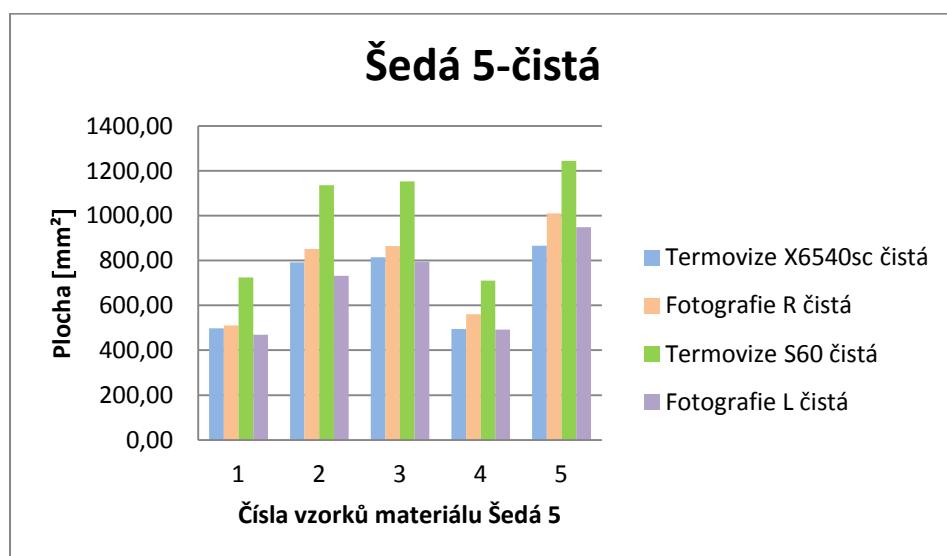
Graf 2 Výsledky měření s čistou vodou Bílá 3



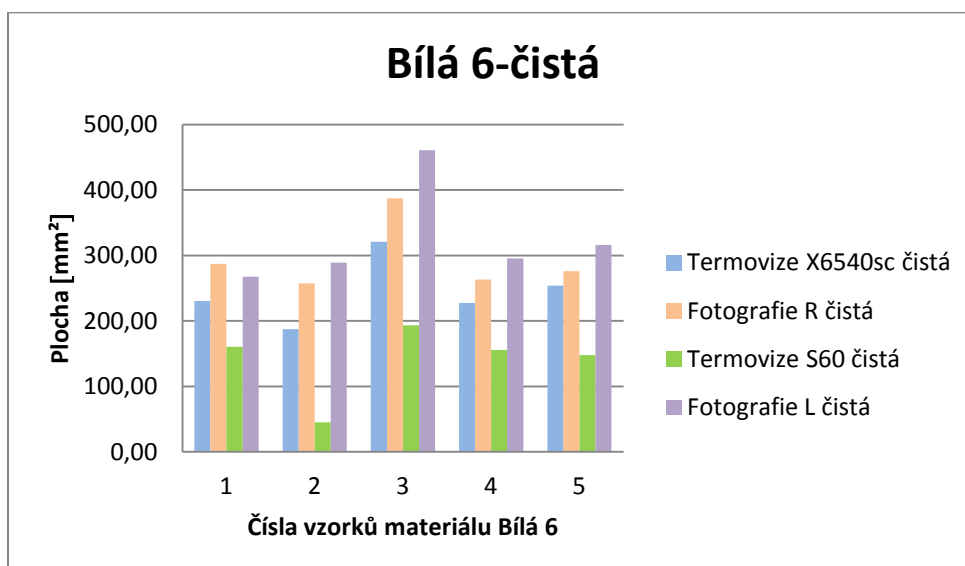
Graf 3 Výsledky měření s čistou vodou Vínová 4



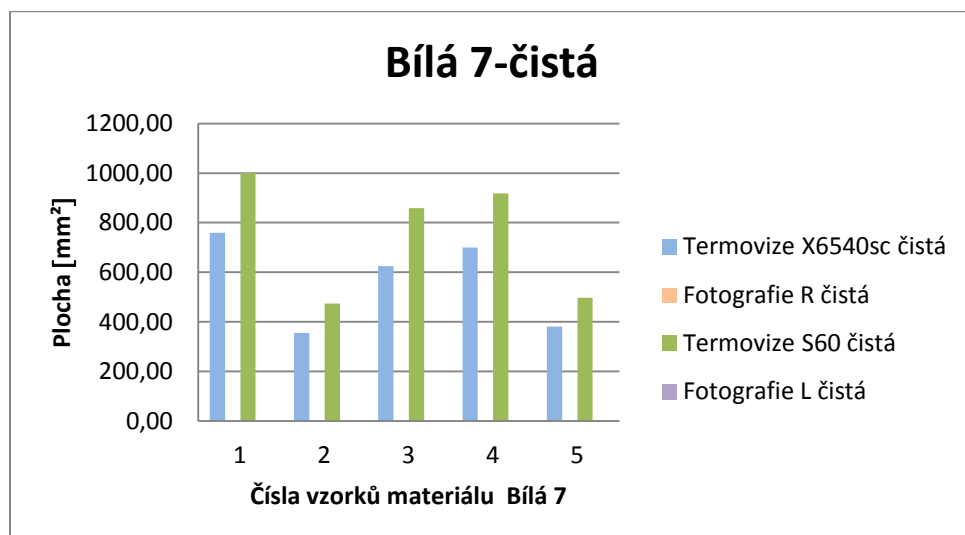
Graf 4 Výsledky měření s čistou vodou Šedá 5



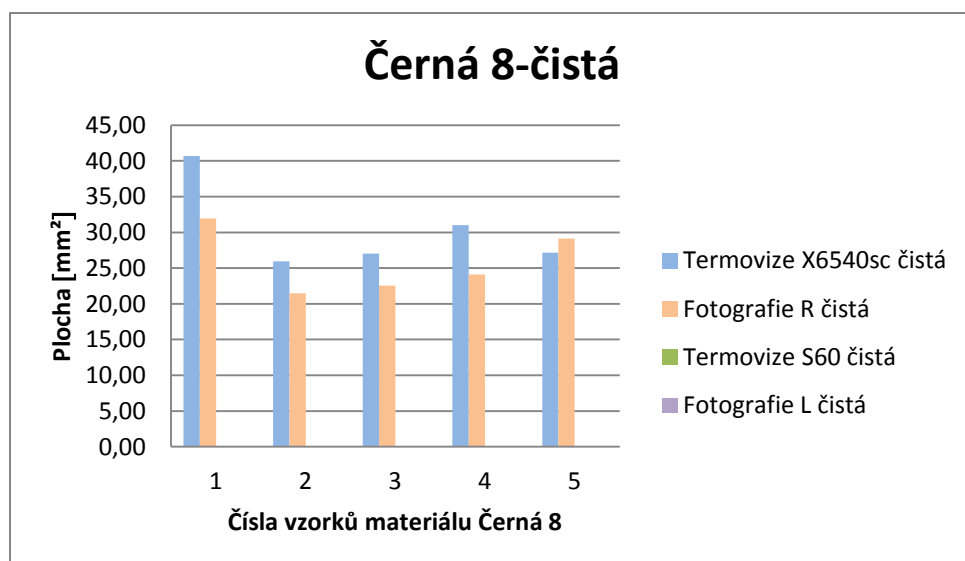
Graf 5 Výsledky měření s čistou vodou Bílá 6



Graf 6 Výsledky měření s čistou vodou Bílá 7



Graf 7 Výsledky měření s čistou vodou Černá 8



PŘÍLOHA 6

Tabulka 5 Výsledky měření s obarvenou vodou modrým inkoustem v poměru

5ml inkoustu: 100ml čisté vody

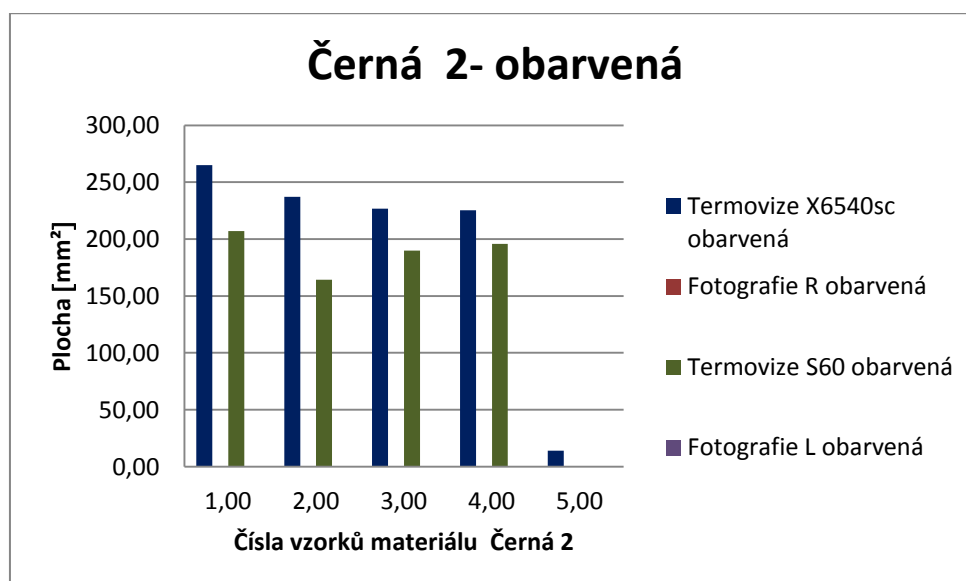
<i>Materiál/číslo vzorku</i>	<i>Termovize X6540sc obarvená</i>	<i>Fotografie R obarvená</i>	<i>Termovize S60 obarvená</i>	<i>Fotografie L obarvená</i>
Červená 1/1	208,29	193,03	221,24	186,57
2	213,23	230,14	171,72	197,86
3	144,34	204,93	119,32	188,47
4	263,87	270,16	241,20	283,43
5	230,14	216,89	203,72	237,39
Průměr	211,97	223,03	191,44	218,74
Směrodatná odchylka	39,02	26,60	42,67	37,20
Maximum	263,87	270,16	241,20	283,43
Minimum	144,34	193,03	119,32	186,57
Medián	213,23	216,89	203,72	197,86
Variační koef.	1522,54	707,42	1821,01	1383,95
Černá 2/1	264,88	x	207,00	x
2	237,08	x	164,36	x
3	226,72	x	189,76	x
4	225,43	x	195,88	x
5	14,06	x	x	x
Průměr	193,63	x	189,25	x
Směrodatná odchylka	90,90	x	15,64	x
Maximum	264,88	x	207,00	x
Minimum	14,06	x	164,36	x
Medián	226,72	x	192,82	x
Variační koef.	8263,21	x	244,70	x
Bílá 3/1	323,70	303,14	302,04	298,67
2	247,13	274,57	255,92	270,02
3	259,24	308,44	270,84	291,27
4	285,94	342,44	316,76	323,69
5	258,98	277,09	278,04	281,38
Průměr	275,00	301,14	284,72	293,01
Směrodatná odchylka	27,47	24,69	21,88	18,11
Maximum	323,70	342,44	316,76	323,69
Minimum	247,13	274,57	255,92	270,02
Medián	259,24	303,14	278,04	291,27
Variační koef.	754,63	609,47	478,65	328,02

Vínová 4/1	335,05	311,85	320,36	351,80
2	189,76	161,94	204,48	140,10
3	279,53	300,56	279,12	252,48
4	269,45	290,81	280,56	259,86
5	317,60	333,11	349,24	314,44
Průměr	278,28	279,65	286,75	263,74
Směrodatná odchylka	50,37	60,52	48,78	71,77
Maximum	335,05	333,11	349,24	351,80
Minimum	189,76	161,94	204,48	140,10
Medián	279,53	300,56	280,56	259,86
Variační koef.	2536,84	3662,45	2379,90	5150,75
Šedá 5/1	838,01	887,56	981,36	910,99
2	934,90	1165,12	1096,76	987,23
3	857,64	946,78	986,20	817,26
4	481,73	587,88	586,04	458,16
5	832,98	983,69	978,84	931,76
Průměr	789,05	914,21	925,84	821,08
Směrodatná odchylka	157,96	187,64	175,62	189,56
Maximum	934,90	1165,12	1096,76	987,23
Minimum	481,73	587,88	586,04	458,16
Medián	838,01	946,78	981,36	910,99
Variační koef.	24949,86	35209,12	30842,50	35933,04
Bílá 6/1	132,00	146,42	60,20	149,26
2	252,27	303,53	48,36	342,68
3	503,66	556,64	366,64	510,41
4	436,57	471,42	345,48	526,05
5	341,12	377,94	177,40	453,83
Průměr	333,12	371,19	199,62	396,45
Směrodatná odchylka	131,78	141,13	135,63	139,33
Maximum	503,66	556,64	366,64	526,05
Minimum	132,00	146,42	48,36	149,26
Medián	341,12	377,94	177,40	453,83
Variační koef.	17367,15	19916,55	18396,41	19413,92

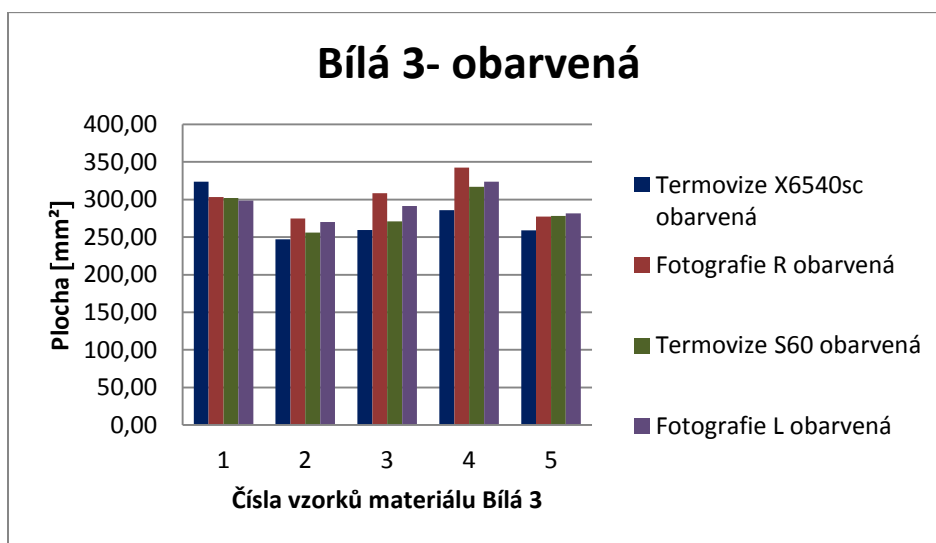
Bílá 7/1	641,03	611,79	714,36	344,19
2	755,70	886,09	858,72	421,90
3	613,73	696,70	680,28	298,08
4	724,91	679,66	823,92	411,23
5	633,94	840,40	702,84	286,72
Průměr	673,86	742,93	756,02	352,42
Směrodatná odchylka	55,84	103,28	71,36	55,90
Maximum	755,70	886,09	858,72	421,90
Minimum	613,73	611,79	680,28	286,72
Medián	641,03	696,70	714,36	344,19
Variační koef.	3118,18	10666,64	5091,58	3124,63
Černá 8/1	34,13	38,87	x	x
2	33,34	38,14	x	x
3	26,70	21,06	x	x
4	43,01	39,50	x	x
5	29,04	23,64	x	x
Průměr	33,24	32,24	x	x
Směrodatná odchylka	5,60	8,13	x	x
Maximum	43,01	39,50	x	x
Minimum	26,70	21,06	x	x
Medián	33,34	38,14	x	x
Variační koef.	31,33	66,09	x	x

PŘÍLOHA 7

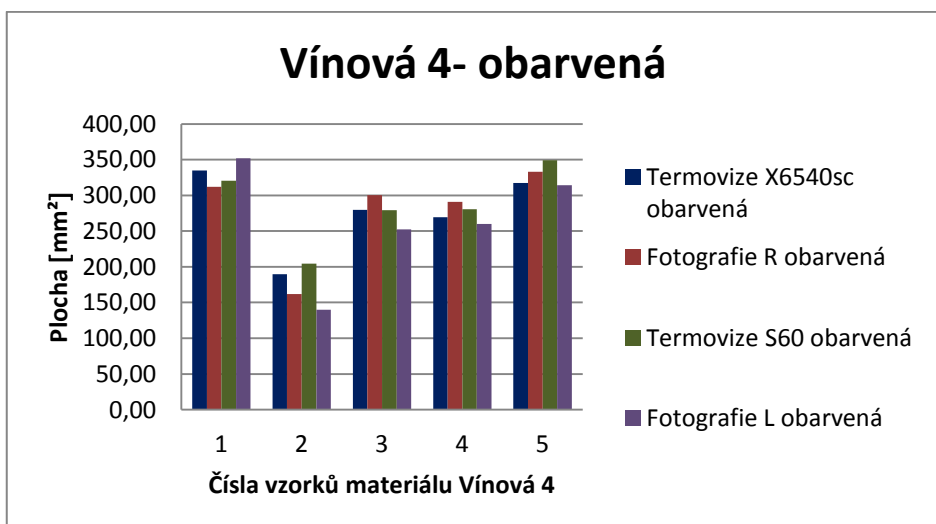
Graf 8 Výsledky měření s obarvenou vodou Černá 2



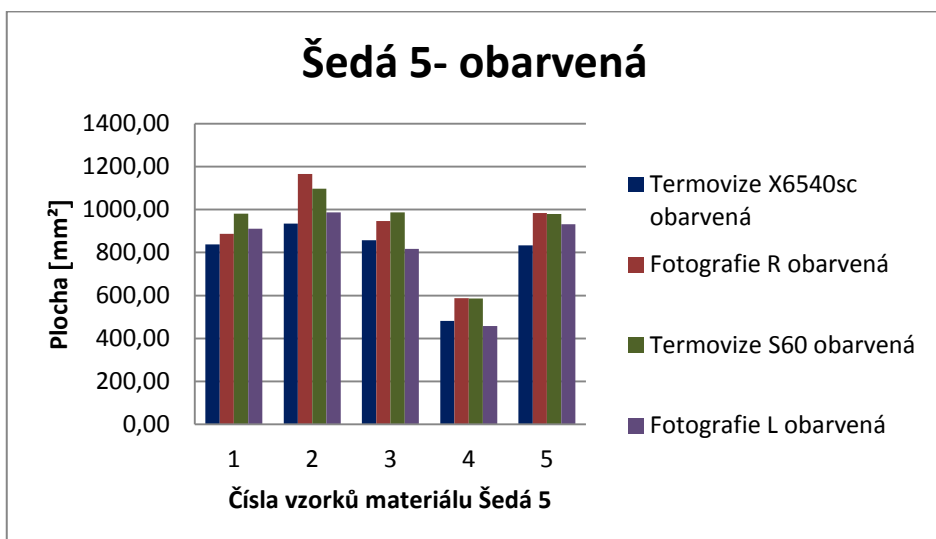
Graf 9 Výsledky měření s obarvenou vodou Bílá 3



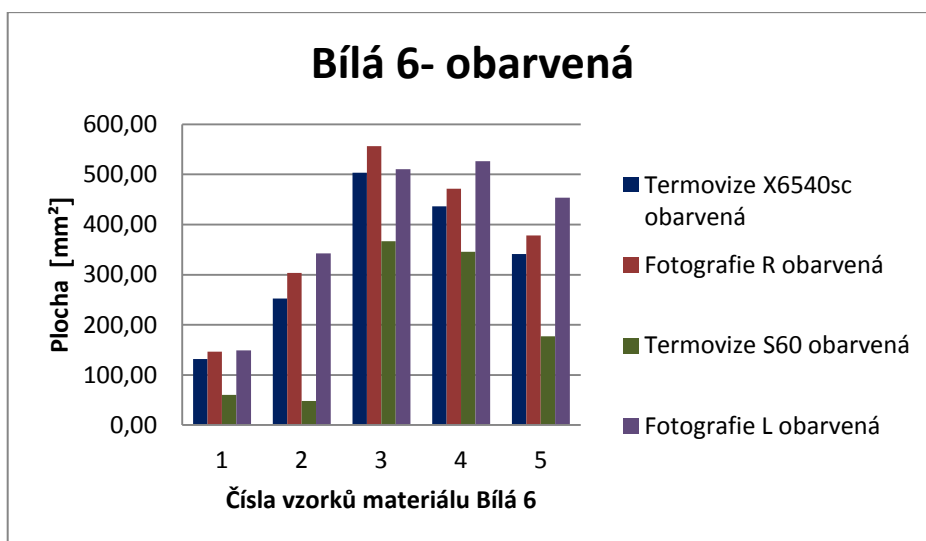
Graf 10 Výsledky měření s obarvenou vodou Vínová 4



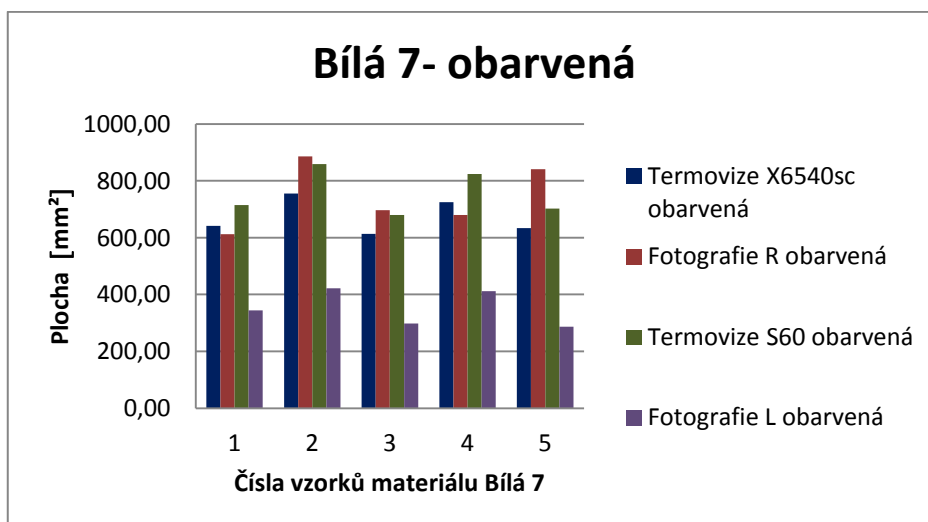
Graf 11 Výsledky měření s obarvenou vodou Šedá 5



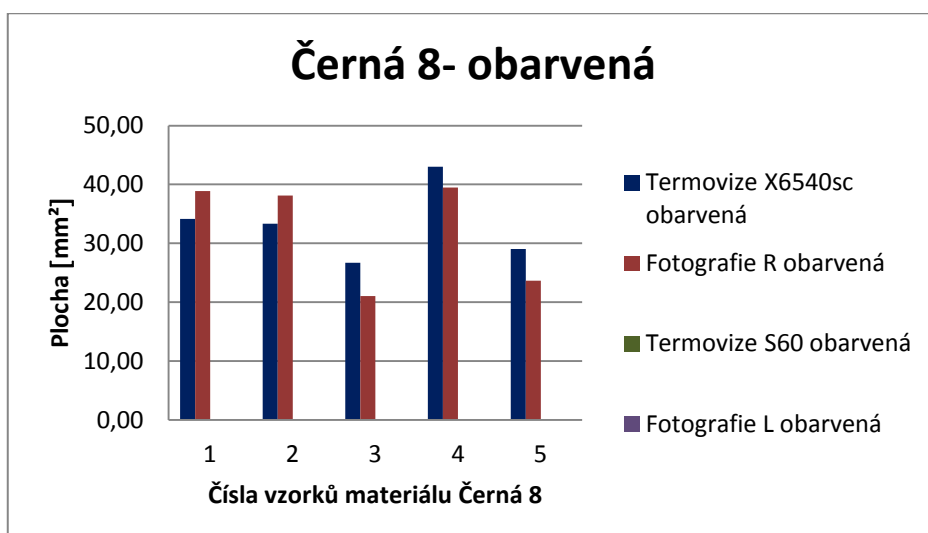
Graf 12 Výsledky měření s obarvenou vodou Bílá 6



Graf 13 Výsledky měření s obarvenou vodou Bílá 7



Graf 14 Výsledky měření s obarvenou vodou Černá 8



PŘÍLOHA 8

Tabulka 6 Výsledky metody vážení na digitální váze, statistická data

Materiál/číslo vzorku	Hmotnost- suchý, čistý	Hmotnost- nasáknutý, čistý	Rozdíl- čistý	Hmotnost- suchý, obarvený	Hmotnost- nasáknutý, obarvený	Rozdíl- obarvený
Červená 1/1	29,45	29,52	0,07	29,38	29,46	0,08
2	25,66	25,75	0,09	25,60	25,68	0,08
3	26,44	26,51	0,07	26,38	26,45	0,07
4	26,76	26,80	0,04	26,70	26,78	0,08
5	26,77	26,81	0,04	26,71	26,79	0,08
Průměr	27,02	27,08	0,06	26,95	27,03	0,08
Směrodatná odchylka	1,28	1,28	0,02	1,28	1,28	0,00
Maximum	29,45	29,52	0,09	29,38	29,46	0,08
Minimum	25,66	25,75	0,04	25,60	25,68	0,07
Median	26,76	26,80	0,07	26,70	26,78	0,08
Variační koef.	1,64	1,64	0,00	1,63	1,64	0,00
Černá 2/1	20,96	21,03	0,09	20,96	21,03	0,07
2	20,23	20,27	0,04	20,22	20,29	0,06
3	19,95	20,03	0,08	19,94	20,01	0,07
4	21,26	21,34	0,08	21,26	21,33	0,07
5	19,53	19,61	0,08	19,53	19,55	0,02
Průměr	20,39	20,46	0,07	20,38	20,44	0,06
Směrodatná odchylka	0,64	0,64	0,02	0,64	0,65	0,02
Maximum	21,26	21,34	0,09	21,26	21,33	0,07
Minimum	19,53	19,61	0,04	19,53	19,55	0,02
Median	20,23	20,27	0,08	20,22	20,29	0,07
Variační koef.	0,41	0,41	0,00	0,41	0,43	0,00
Bílá 3/1	27,60	27,65	0,05	27,56	27,62	0,06
2	27,85	27,92	0,07	27,82	27,88	0,06
3	27,50	27,57	0,07	27,46	27,53	0,07
4	25,94	25,98	0,04	25,91	25,97	0,06
5	25,96	26,02	0,06	25,92	25,99	0,07
Průměr	26,97	27,03	0,06	26,93	27,00	0,06
Směrodatná odchylka	0,84	0,85	0,01	0,84	0,84	0,00
Maximum	27,85	27,92	0,07	27,82	27,88	0,07
Minimum	25,94	25,98	0,04	25,91	25,97	0,06
Median	27,50	27,57	0,06	27,46	27,53	0,06
Variační koef.	0,71	0,72	0,00	0,71	0,70	0,00

Vínová 4/1	26,36	26,45	0,09	26,33	26,40	0,07
2	26,01	26,05	0,04	25,97	26,01	0,04
3	26,34	26,41	0,07	26,30	26,38	0,08
4	27,17	27,22	0,05	27,12	27,20	0,08
5	26,21	26,29	0,08	26,17	26,25	0,08
Průměr	26,42	26,48	0,07	26,38	26,45	0,07
Směrodatná odchylka	0,40	0,39	0,02	0,39	0,40	0,02
Maximum	27,17	27,22	0,09	27,12	27,20	0,08
Minimum	26,01	26,05	0,04	25,97	26,01	0,04
Median	26,34	26,41	0,07	26,30	26,38	0,08
Variační koef.	0,16	0,15	0,00	0,15	0,16	0,00
Šedá 5/1	17,39	17,43	0,04	17,40	17,46	0,06
2	18,11	18,18	0,07	18,11	18,17	0,06
3	17,78	17,84	0,06	17,78	17,83	0,05
4	17,55	17,65	0,10	17,69	17,73	0,04
5	17,30	17,36	0,06	17,29	17,34	0,05
Průměr	17,63	17,69	0,07	17,65	17,71	0,05
Směrodatná odchylka	0,29	0,30	0,02	0,29	0,29	0,01
Maximum	18,11	18,18	0,10	18,11	18,17	0,06
Minimum	17,30	17,36	0,04	17,29	17,34	0,04
Median	17,55	17,65	0,06	17,69	17,73	0,05
Variační koef.	0,09	0,09	0,00	0,08	0,09	0,00
Bílá 6/1	17,84	17,88	0,04	17,82	17,88	0,06
2	18,76	18,82	0,06	18,74	18,80	0,06
3	18,69	18,77	0,08	18,68	18,74	0,06
4	19,42	19,47	0,05	19,41	19,46	0,05
5	19,55	19,59	0,04	19,53	19,59	0,06
Průměr	18,85	18,91	0,05	18,84	18,89	0,06
Směrodatná odchylka	0,61	0,61	0,01	0,61	0,61	0,00
Maximum	19,55	19,59	0,08	19,53	19,59	0,06
Minimum	17,84	17,88	0,04	17,82	17,88	0,05
Median	18,76	18,82	0,05	18,74	18,80	0,06
Variační koef.	0,37	0,37	0,00	0,38	0,37	0,00

Bílá 7/1	13,81	13,89	0,08	13,81	13,87	0,06
2	14,24	14,28	0,04	14,24	14,30	0,06
3	14,41	14,49	0,08	14,40	14,47	0,07
4	14,04	14,12	0,08	14,04	14,10	0,06
5	14,49	14,53	0,04	14,49	14,54	0,05
Průměr	14,20	14,26	0,06	14,20	14,26	0,06
Směrodatná odchylka	0,25	0,24	0,02	0,25	0,25	0,01
Maximum	14,49	14,53	0,08	14,49	14,54	0,07
Minimum	13,81	13,89	0,04	13,81	13,87	0,05
Median	14,24	14,28	0,08	14,24	14,30	0,06
Variační koef.	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,00
Černá 8/1	16,13	16,13	0,00	16,12	16,12	0,00
2	15,76	15,76	0,00	15,76	15,76	0,00
3	15,67	15,67	0,00	16,22	16,22	0,00
4	15,75	15,75	0,00	15,75	15,75	0,00
5	16,21	16,21	0,00	15,67	15,67	0,00
Průměr	15,90	15,90	0,00	15,90	15,90	0,00
Směrodatná odchylka	0,22	0,22	0,00	0,22	0,22	0,00
Maximum	16,21	16,21	0,00	16,22	16,22	0,00
Minimum	15,67	15,67	0,00	15,67	15,67	0,00
Median	15,76	15,76	0,00	15,76	15,76	0,00
Variační koef.	0,05	0,05	0,00	0,05	0,05	0,00

PŘÍLOHA 9

Obrázek 1 Porovnání kapky: obarvené vody (spodní plocha) a čiré vody (horní kapky) snímané termovizní kamerou X6540sc. (Velikost kapky nebyla odměřena, bylo zjišťováno pouze, zda se pod termovizní kamerou zobrazí stejně obarvená i čirá kapka.)

