



Studium měření savosti netkaných textilií

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3106R016 – Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Autor práce: **Petr Váňa**
Vedoucí práce: Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Study of measuring absorbance whicking of luquid in nonwovens

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3106R016 – Textile Technologies, Materials and Nanomaterials

Author: **Petr Váňa**

Supervisor: Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr Váňa**
Osobní číslo: **T14000525**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní technologie, materiály a nanomateriály**
Název tématu: **Studium měření savosti netkaných textilií**
Zadávající katedra: **Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Seznamte se s problematikou měření savosti textilních materiálů, zaměřte se na studium různých metod měření.
2. Vytvořte sérii vzorků a navrhnete způsob testování vyrobených materiálů.
3. Stanovte postup měření pro různé materiály a proveďte samotné testování.
4. Vypracujte metodiku experimentu a jeho hodnocení.
5. Diskutujte výsledky a navrhnete další postupy řešení daného problému.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby dokumentace**

Rozsah pracovní zprávy: **30-40 dle potřeby**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **RUSSELL, Edited by S.J. Handbook of nonwovens. Boca Raton, Fla. [etc.] : Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.**
2. **de Genes, Brochard-Wyart, Quere: Capillarity and Wetting Phenomena, Drops, Bubbles, Pearls, Waves, Springer, New York, Berlin, ISBN 0-387-00592-7.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.**

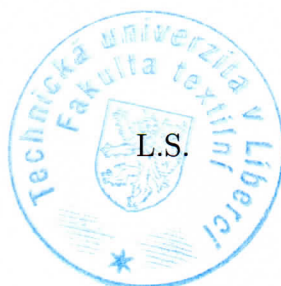
Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Datum zadání bakalářské práce: **8. června 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2017**

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.

děkanka



prof. RNDr. David Lukáš, CSc.

vedoucí katedry

V Liberci dne 8. června 2016

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, 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 (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 vědom 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 vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

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

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, informace a v neposlední řadě jeho volný čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl také poděkovat své rodině a blízkým přátelům za podporu, kterou mi věnovali během studia.

ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je navrhnout způsobu testování savosti a vytvoření metodiky pro vyrobenou sérii vzorků, kde byla jako vstupní surovina použita viskózní vlákna.

Teoretická část je zaměřena na způsoby výroby netkaných textilií a na základy smáčení a vzlínání. Dále se zabývá viskózními vlákny a normami týkajícími se této problematiky. Experimentální část obsahuje výrobu testovacích materiálů, samotný vývoj testovacího zařízení a metodiky a konečné vyhodnocení.

Klíčová slova

Smáčení, vzlínání, viskóza, savost materiálů, testovací metody

ANNOTATION

The aim of this bachelor's thesis is to draw up the system of testing of absorptivity and to create the methodology for the produced series of samples, where the viscous fibers were used as the entrance raw material.

The theoretical part is focused on the methods of production of nonwoven textiles and on the basis of soaking and capillary actions. Furthermore it deals with viscous fibres and standards relating to this issue. The experimental part contains the production of testing raw materials, the development of the testing device and methodology and finally the evaluation.

Key words

Wetting, capillary action, viscose, absorbency of materials, test methods

Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Teoretická část	10
2.1	Netkané textilie	10
2.1.1	Historie netkaných textilií	10
2.1.2	Způsoby výroby vláknenné vrstvy netkaných textilií	11
2.1.3	Způsoby zpevňování vláknenné vrstvy	15
2.2	Smáčení a vzlínání	17
2.2.1	Povrchové napětí	17
2.2.2	Úhel smáčení a Youngova rovnice.....	18
2.3	Hydrofilní a hydrofobní materiály	19
2.4	Kapilární elevace a deprese.....	20
2.5	Viskózová vlákna	21
2.5.1	Historie	21
2.5.2	Výroba	21
2.5.3	Vlastnosti.....	21
2.5.4	Použití.....	22
2.6	Zkušební metody a normy.....	22
2.6.1	Zkušební metoda pro absorpci netkaných textilií STANDARD TEST: WSP 010.1.R3 (12)	22
2.6.2	Čas průrazu tekutiny netkanou textilií EDANA 150.3 - 96	23
2.6.3	Zpětný průsak a průrazová rychlost kapaliny měřená pod zatížením u jednorázových dětských plen.....	23
2.6.4	Standardní testovací metoda pro netkané textilie – opakované kapalně stlačování po stanovenou dobu STANDARD TEST : WSP 070.7.R4 (12)	24

3.	Experimentální část.....	25
3.1	Výroba materiálu.....	25
3.2	Návrh zařízení a zkušební metodiky	25
3.3	Stanovení parametrů měření	28
3.4	Metodika	29
3.4.1	Návrh postupu měření	29
3.4.2	Návrh vyhodnocení měření	30
3.4.3	Přepočet z časového údaje absorpce na hmotnost absorbované kapaliny	30
3.5	Měření	30
3.5.1	Nezpevněné rouno z navážky 60 gramů.....	32
3.5.2	Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů typ č. 1.....	33
3.5.3	Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů, mykané ve stejném směru vláken při obou průchodech strojem, typ č. 2.....	34
3.5.4	Nezpevněné rouno z navážky 150 gramů.....	35
3.5.5	Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 2 mm.....	36
3.5.6	Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 5 mm.....	37
3.5.7	Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 8 mm.....	38
3.6	Vyhodnocení měření	39
3.6.1	Nezpevněné rouno	39
3.6.2	Vpichovaná textilie.....	40
4.	Závěr	42
5.	Literatura.....	44
6.	Seznam příloh	45

Seznam zkratk a symbolů

γ	povrchové napětí kapaliny
l	délka pohyblivého raménka
F	síla působící na jednotkovou délku
θ	úhel smáčení
γ	povrchové napětí kapaliny
γ_p	povrchové napětí pevné látky
γ_{pk}	povrchové napětí na rozhraní pevná látka – kapalina
h	výška kapalinového sloupce
STT	Strike-through time
h_h	výška hladiny
M_{VT}	hmotnost vody za 60s u hledané výšky hladiny h_h
M_V	hmotnost absorbované vody při měření
M_P	plošná hmotnost vzorku
V_p	počet vpichů
a	celkový počet jehel na 1m vpichovací desky
f	frekvence desky
p	počet průchodů textilie strojem
v	rychlost odvádění textilie
T	čas měření

1. Úvod

Cílem této práce je seznámení s problematikou měření savosti textilních materiálů a návržení a konstrukce zařízení pro měření savosti vyrobených materiálů.

Důvodem řešení byl požadavek na vytvoření metodiky testování savosti medicínských materiálů. Pro tento typ materiálů nevyhovují z různých důvodů stávající metody testování, proto bylo třeba vytvořit nový způsob měření.

Teoretická část obsahuje základní a nejpoužívanější způsoby výroby vlákněných vrstev. Dále zahrnuje pojmy z oblasti smáčení a vzlínání, jako je povrchové napětí či hydrofobní nebo hydrofilní chování materiálů, v neposlední řadě kapilární elevace a deprese. Tyto vlastnosti je velice důležité stanovit před samotným testováním, zda je materiál vhodný k testování. Závěr teoretické části obsahuje normy, ze kterých bylo vycházeno při vývoji metodiky a zařízení.

V následující kapitole je uveden experiment popisující výrobu vzorků pro měření. Dále je v experimentální části popsán vývoj zařízení pro měření s vytvořenou metodikou měření. Tato metodika je výhradně určena pro měření vyrobených vzorků. V poslední kapitole experimentu jsou uvedena všechna měření s konečným vyhodnocením výsledků měření.

Závěr práce obsahuje zhodnocení vývoje měřícího zařízení. Dále je zde také uvedeno jaké nedostatky zařízení má a jak je možné tyto nedostatky odstranit při dalším vývoji a vytváření zařízení na profesionálnější úrovni. Vytvořené zařízení je pouze laboratorní a není vhodné pro průmyslové použití. Zařízení bylo vyvinuto tak, aby se podle tohoto vzoru dal vytvořit profesionální a sofistikovanější přístroj, který bude mít lepší přesnost měření.

2. Teoretická část

V teoretické části se kapitola 2.1 věnuje historii, způsobům výroby a zpevňování netkaných textilií. Kapitola 2.2 se zabývá problematikou smáčení a vzlínání. Dále se zde také pojednává o povrchovém napětí. V kapitole 2.3 je popsána hydrofobita a hydrofilita. Kapitola 2.4 obsahuje popis kapilární elevace a deprese. Kapitola 2.5 se zabývá vlastnostmi a výrobou viskózního vlákna. V poslední kapitole 2.6 jsou uvedeny normy, ze kterých bylo vycházeno při vývoji testovacího zařízení.

2.1 Netkané textilie

Netkané textilie obsahují velké množství různých výrobků vyrobenými mnoha technologiemi, které ovlivňují strukturu textilie. V odvětví výroby netkaných textilií vznikají stále nové technologie, se kterými současně vznikají nové struktury výrobků.

Netkaná textilie je vrstva vláken, která jsou jednosměrně nebo nahodile orientovaná a propojená třením, kohezí a adhezí. Tyto síly se různě kombinují.

2.1.1 Historie netkaných textilií

Historie netkaných textilií se může rozdělovat na několik období.

Za první způsob výroby NT můžeme považovat plstění. Tento způsob spočívá ve spojení vláken ze zvířecích srstí pomocí tepla, vody a mechanického namáhání. Tato technologie byla využívána už v dávné historii a i dnes se využívá v moderní podobě.

V 19. století byla vyvinuta metoda vpichování. Vpichování je technologie zpevňování vrstvy vláken pomocí jehly, která svým průnikem do vrstvy propojí vlákna. K rozvoji této technologie vedla snaha zpracovat krátká vlákna, z kterých nelze vyrobit přízi. Vpichování umožnilo zpracovávat technologický odpad.

Ve 30. – 50. letech 20. století byla snaha vyvinout efektivnější a levnější technologie pro výrobu netkaných textilií, po kterých výrazně rostla poptávka. Nové metody vedly k přímé tvorbě vlákenné vrstvy a její zpevňování termicky či mechanicky.

Od druhé poloviny 20. století vznikají technologie, pomocí kterých dokážeme vyrábět materiály se zcela novými vlastnostmi. Jedná se například o filtry, jednorázové zdravotnické materiály, ochranné oděvy, materiály v automobilovém průmyslu, izolační materiály ve stavebnictví a mnoho dalších textilií [1].

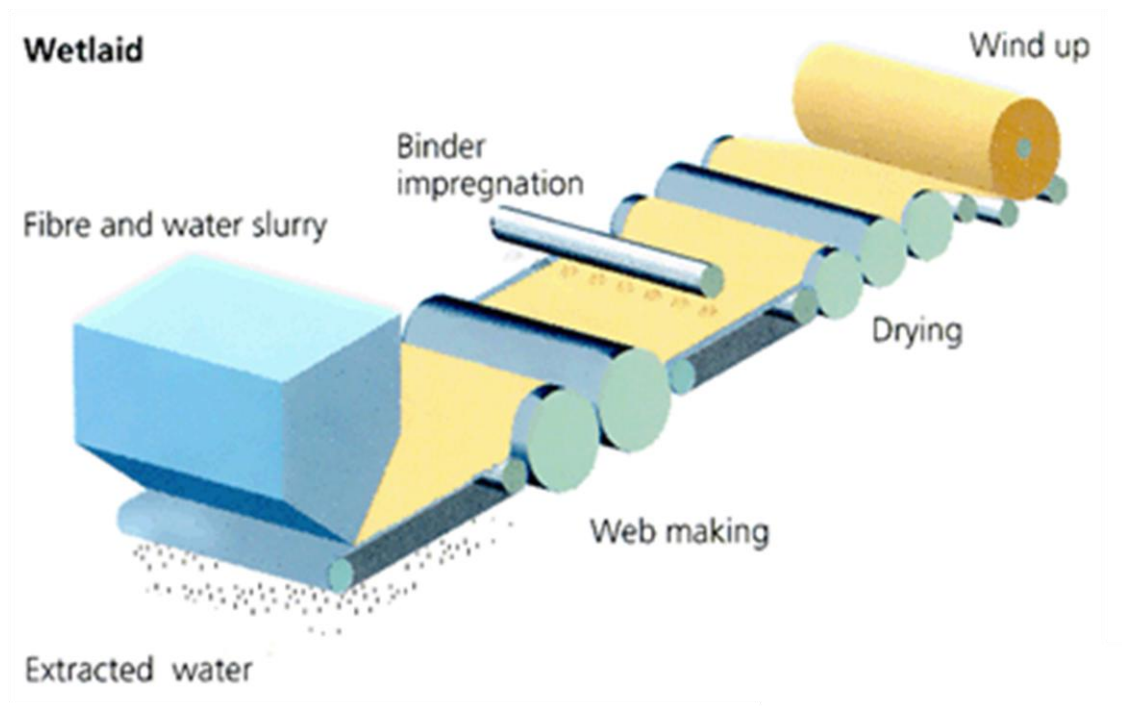
2.1.2 Způsoby výroby vlákněné vrstvy netkaných textilií

- Mokrý způsob
- Suchý způsob
 - Mechanicky - vlákna orientovaná podélně, příčně, kolmo
 - Aerodynamicky - vlákna orientovaná nahodile
 - Přímou z polymeru - Spunbond, Meltblown, Elektrostatické zvlákňování

2.1.2.1 Mokrý způsob

Výroba netkaných textilií mokrým způsobem je odvozena z postupu výroby papíru. Uspořádání vláken v textilií vyráběné mokrým způsobem je isotropní. Výrobky vyráběné touto cestou mají uplatnění například ve zdravotnictví. Dále je lze využít jako filtrační nebo obalový materiál.

Před samotným procesem se vytváří suspenze skládající se z vody a vláken. Tato suspenze se přivádí na síto, kde dochází k odsátí vody z vrstvy. Poté se vrstva ždímá a suší. Vlastnosti textilie ovlivňuje mnoho faktorů: druh technologie, procesní parametry, koncentrace suspenze, typ vláken, jemnost vláken a délka vláken [2].



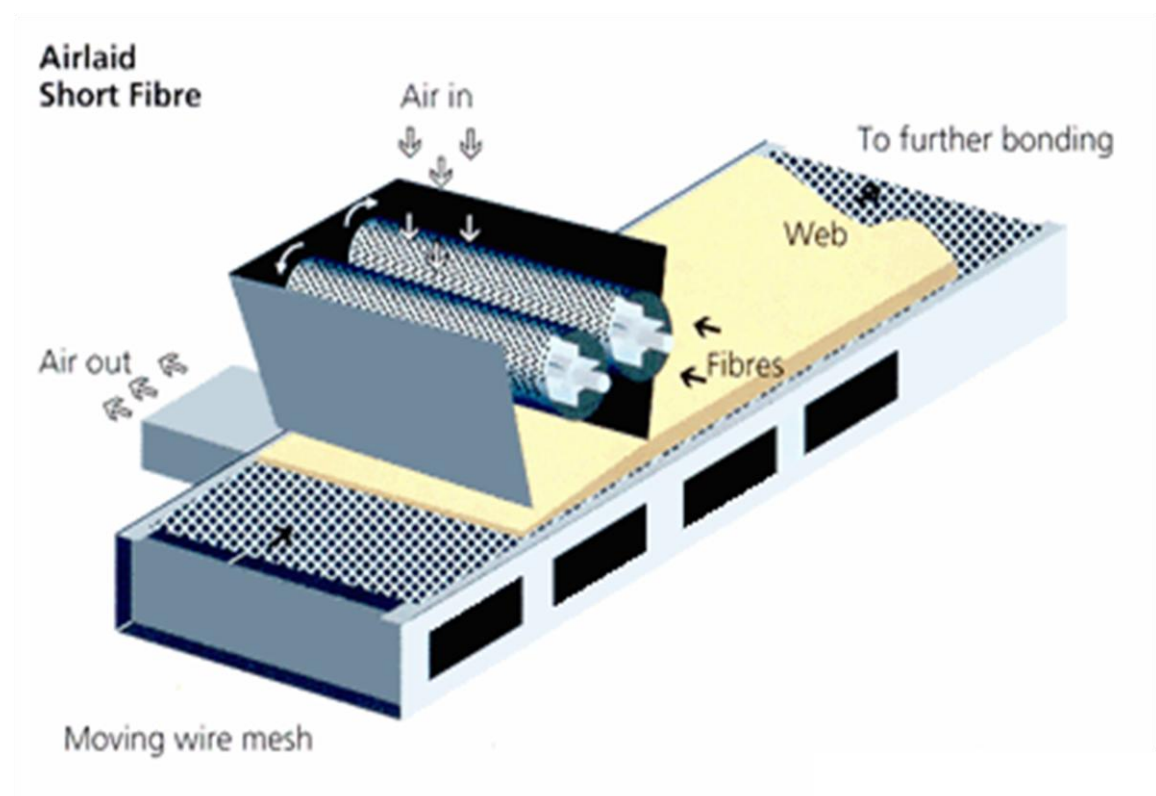
Obr. 1 Zařízení se šikmým sítem pro tvorbu vlákněné vrstvy za mokra [3].

2.1.2.2 Mechanická příprava vláknenné vrstvy

Mechanická příprava vláknenné vrstvy se provádí pomocí mykacího stroje. Mykací stroje se rozdělují na dva základní: víčkové (bavlnářské) a válcové (vlnářské). Mykáním rozvolňujeme chomáče vláken a tyto vlákna urovnáváme do podélného směru. Výstupem ze stroje je pavučina. Během mykání také odstraňujeme nečistoty a krátká vlákna. Po technologii mykání následuje vrstvení pavučiny pomocí různých kladečů [1].

2.1.2.3 Aerodynamická příprava vláknenné vrstvy

Aerodynamická příprava vláknenné vrstvy spočívá v rozvolnění vláknenné suroviny pomocí otáčejícího se škubacího válce. Vlákna jsou poté ze škubacího válce proudem vzduchu snímána a tímto proudem také ukládána na síťový dopravník. Tímto způsobem vzniká vrstva, ve které jsou vlákna uspořádána nahodile, což má za následek menší rozdíly ve vlastnostech v příčném a podélném směru. Touto technologií lze vyrábět objemné textilie [2].



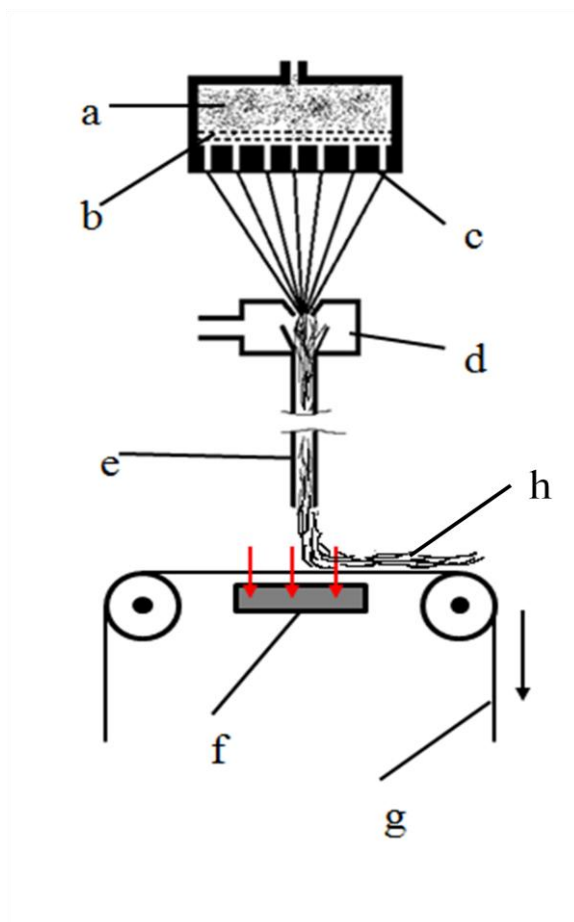
Obr. 2 Zařízení pro aerodynamickou tvorbu rouna [3].

Do přípravy vláknenné vrstvy přímo z polymeru patří tři základní technologie: melt-blown, spun-bond a elektrostatické zvlákňování.

2.1.2.4 Spun-bond

Spun-bond je název vycházející z anglických výrazů zvlákňování a pojení. Jedná se o vysoce produktivní technologii, která má vysoký podíl ve výrobě netkaných textilií.

Postup výroby technologií spun-bond se skládá z tavení polymeru, zvlákňování pomocí zvlákňovacích trysek, odtahu od hubice, rozkládání vláken na pohyblivý dopravník, zpevnění vláknenné vrstvy a na závěr z ořezání okrajů a navíjení. Nejpoužívanějším polymerem je polypropylen, vzhledem k jeho nízké ceně. Průměr vláken se pohybuje nejčastěji okolo 1-50 μm . technologií spun-bond jsou vyráběna nekonečná vlákna [2].

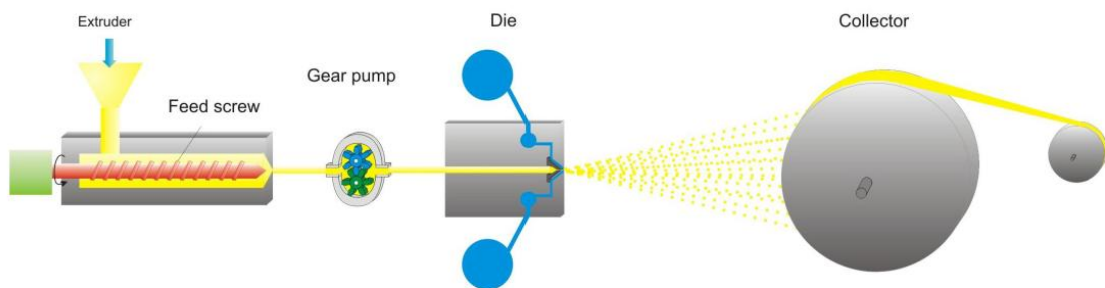


Obr. 3 Schéma výroby vláknenné vrstvy technologií spun-bond: a) tavenina polymeru, b) filtrační síto, c) tryška zvlákňovací hubice, d) odtahová vzduchová tryška, e) šachta, f) odsávání pod síťovým dopravníkem, g) síťový dopravník, h) vyrobená vláknenná vrstva

2.1.2.5 Melt-blown

Název melt-blown je složen z anglických slov melt – tavit a blown – foukat. Vlákna vyráběná touto technologií mají nejčastěji průměr 2 – 4 μm což vede k vysokému měrnému povrchu.

Základními operacemi výroby jsou: tavení polymeru, doprava taveniny ke vstřikovací hubici, formování vláken, strhávání a dlužení taveniny proudem vzduchu, formování vlákenné vrstvy na sběrném bubnu, pojení a konečné navíjení. Nejpoužívanějšími polymery jsou polypropylen, polyester, polyetylen a polyamid [2].

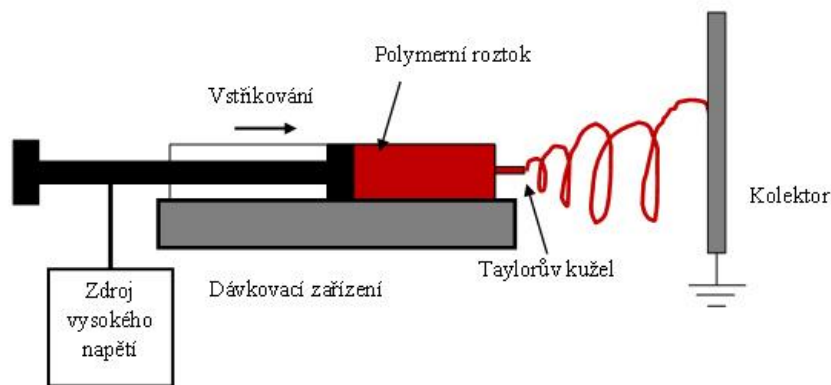


Obr. 4 Schéma technologie melt-blown

2.1.2.6 Elektrostatické zvlákňování

Elektrostatické zvlákňování je způsob výroby jemných vláken z roztoku polymeru. Průměr vláken se pohybuje okolo desítek nanometrů. Zvlákňovat lze jak syntetické, tak přírodní polymery. Při elektrostatickém zvlákňování je využito vysokého napětí k vytvoření elektricky nabitého proudu polymerního roztoku nebo taveniny. Zdroj vysokého napětí je spojen přímo s polymerním roztokem a protielektroda nazývaná kolektor je uzemněna.

Zdroj vysokého napětí vytváří elektrostatické pole, které formuje elektricky nabitý proud polymerního roztoku a ten je vypuzen z kapiláry. S rostoucí intenzitou elektrického pole vzniká Taylorův kužel. Během letu kapalinové trysky, který je nazývaný bičující nestabilita, se polymerní proud postupně napíná a dochází k vytvoření jemných vláken [4].



Obr. 5 Schéma principu elektrostatického zvlákňování [4].

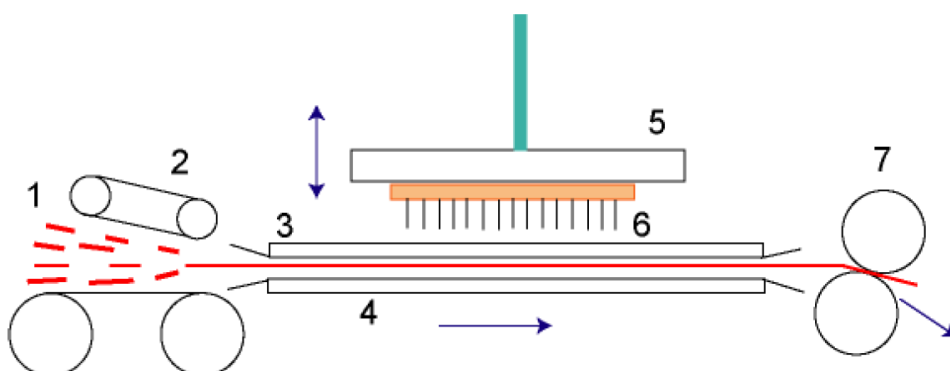
2.1.3 Způsoby zpevňování vlákně vrstvy

2.1.3.1 Technologie vpichování

Vpichování je mechanický způsob zpevňování vlákně vrstvy. Je jedním z nejstarších způsobů, jehož technologie byla vynalezena ve 20. století.

Technologie vpichování spočívá v provazování vlákně vrstvy svazky vláken, které vznikají průnikem jehel s různými ostny. Při technologii vpichování dochází k redukci tloušťky vrstvy a přeorientaci vláken.

Mezi dva perforované rošty je přiváděna vlákně vrstva, otvory v rostech pronikají jehly upnuté v jehelné desce. Tyto jehly zaplétají vlákna a následně zpevňují textilií. Míru zpevnění určuje počet jehel na jednotku plochy, rychlost průchodu textilie strojem, frekvence vpichování [1].



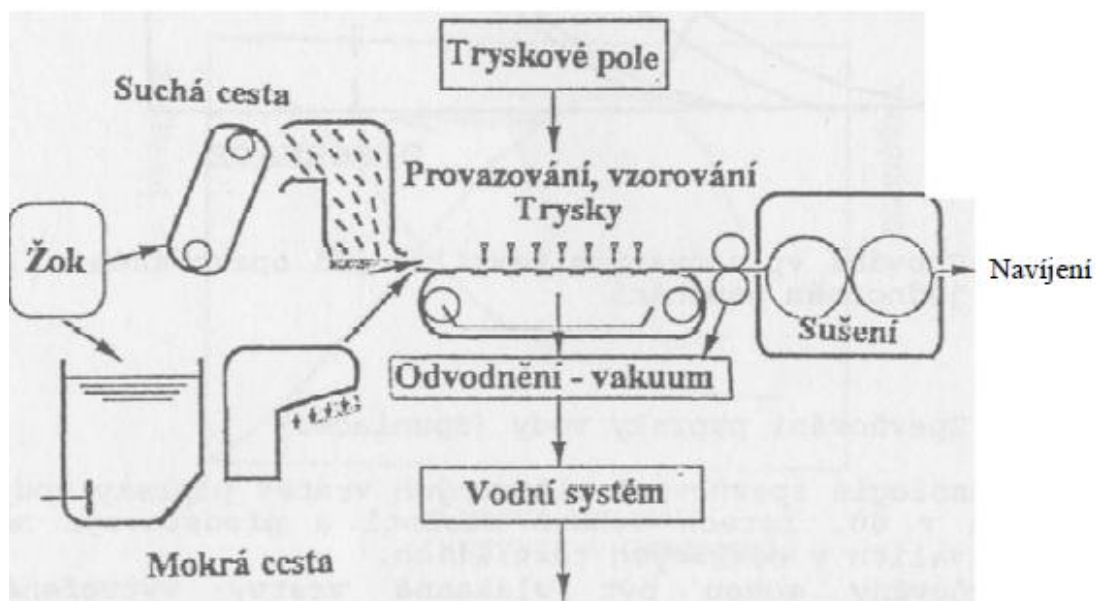
Obr. 6 Schéma vpichovacího stroje: 1 - vlákně vrstva, 2 - vstupní ústrojí, 3 stírací rošt, 4 - opěrný rošt, 5 - jehelná deska, 6 - vpichovací jehla, 7 – odváděcí válce

2.1.3.2 Zpevňování paprskem vody (spun-laced)

Tato technologie se rozšířila v 80. letech 20. století a vytvořila nové vlastnosti netkaných textilií.

Ke zpevnění vlákenné vrstvy metodou spun-laced je využíváno proudu vody, který provazuje jednotlivá vlákna rouna.

Technologie spun-laced se skládá z několika operací: přípravy vlákenné vrstvy, provázání vláken paprskem vody, ze sušení a konečné úpravy [2].



Obr. 7 Technologie spun-laced [1].

Výrobky vyráběné technologií spun-laced se vyznačují dobrou splývavostí, měkkým a příjemným omakem a také zdravotní nezávadností, protože nedochází ke kontaktu s chemikáliemi.

2.2 Smáčení a vzlínání

Smáčení je vzájemné působení kapaliny a pevného povrchu. Jedná se také o schopnost textilie transportovat a zadržovat kapalinu v prostorech mezi vlákny. Smáčení textilie je ovlivňováno mnoha faktory. Například povrchovou úpravou vláken, způsobem zpevnění vlákenné vrstvy, geometrií, orientací vláken atd.. Dále je ovlivněna i chemickým složením a vlastnostmi kapalné látky [5].

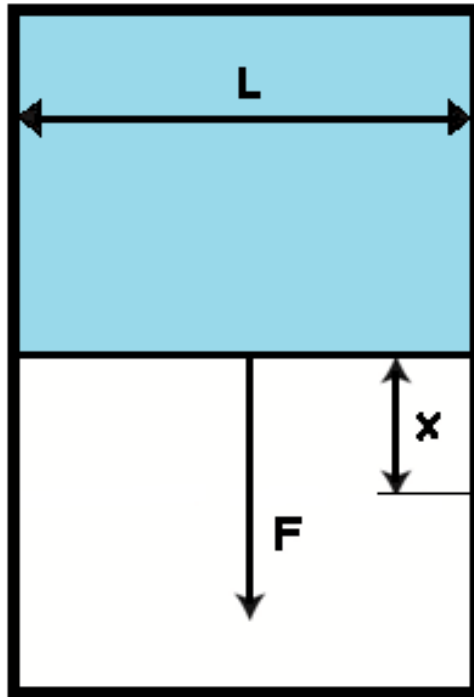
Smáčení je vlastnost, která je podmínkou pro vzlínání. Ke vzlínání může dojít tehdy, jestliže je povrch kapiláry kapalinou smáčen. Vzlinání je definováno jako proudění kapaliny do pórovitého systému za působení kapilárních sil.

2.2.1 Povrchové napětí

Povrchové napětí má velmi úzkou souvislost s povrchovou energií. Kapaliny se chovají, jakoby jejich povrch tvořila tenká vrstva, která stahuje kapalinu do nejmenšího možného plošného obsahu. Při nepůsobení vnějších sil na kapalinu, zaujímá kapalina kulový tvar z důvodu, že koule má ze všech těles stejného objemu nejmenší povrch. Působením vnějších sil se mění tvar povrchu. Vrstva na povrchu je velmi tenká, přibližně 10^{-9} m a fyzikální vlastnosti jsou rozdílné od vlastností vnitřní části kapaliny. V této vrstvě je napětí, které se nazývá povrchové napětí [6].

Hodnota povrchového napětí může být ovlivňována několika faktory. Jeden z nejdůležitějších je druh kapaliny. Dalším faktorem je prostředí v prostoru nad kapalinou. V neposlední řadě hodnotu povrchového napětí ovlivňuje přítomnost povrchově aktivních látek (tenzidů). Tenzidy jsou schopny se nahromadit na fázovém rozhraní a snížit mezifázovou energii soustavy [7].

Povrchové napětí kapaliny γ může být vysvětlováno na jednoduchém pokusu. Tento pokus se nazývá Maxwellův nebo Dupreho pokus. K provedení je potřeba drátěný rámeček s pohyblivým raménkem. Do tohoto rámu je vložena tenká vrstva kapaliny. Tenká vrstva je udržována v rovnováze silou F působící na pohyblivé raménko o délce l Obr. 8. Síla, která působí na raménko délky l dělená dvěma je rovna povrchovému napětí γ .



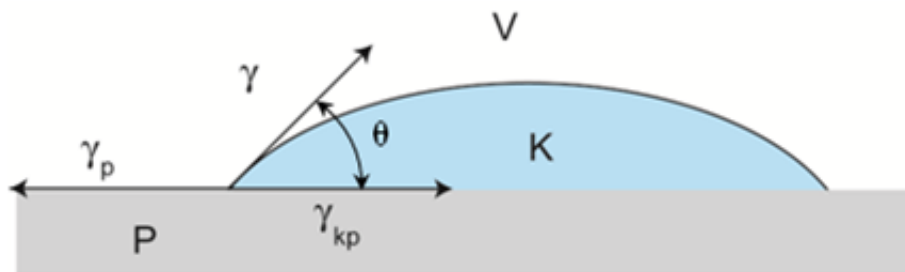
Obr. 8 Maxwellův pokus

Vyjádřené povrchové napětí γ pak lze napsat jako

$$\gamma = \frac{F}{2l} \quad (1)$$

2.2.2 Úhel smáčení a Youngova rovnice

Dalším důležitým pojmem v problematice smáčení je úhel smáčení θ . Podle tohoto úhlu lze určit, zda se testovaný materiál smáčí nebo nesmáčí. Při testování je na povrch umístěna kapka Obr. 8 [9].



Obr. 9 Na pevném podkladu **P** je umístěna kapka kapaliny **K**. **V** označuje plyn. Je zde také vyznačena rovnováha sil působících na obvodu smáčení.

V této soustavě existují tři stykové plochy, které jsou na rozhraní jednotlivých fází mezi pevnou látkou a kapalinou, pevnou látkou a plynem, kapalinou a plynem. Pro každé rozhraní přísluší povrchové napětí γ_p (pevná látka-plyn), γ (kapalina-plyn) a γ_{kp} (kapalina-pevná látka). Hranice, kde se stýkají všechny tři fáze, se nazývá linie smáčení. Uzavřená linie smáčení vytváří obvod smáčení. Úhel θ mezi rozhraním kapalina- plyn a pevná látka- kapalina se nazývá úhel smáčení [8].

Jestliže je povrch pevné látky zcela rovný a nedochází k pronikání kapaliny do pevné látky, lze tento stav povrchových napětí γ_p , γ , γ_{kp} popsat rovnicí, kterou nazýváme Youngova rovnice

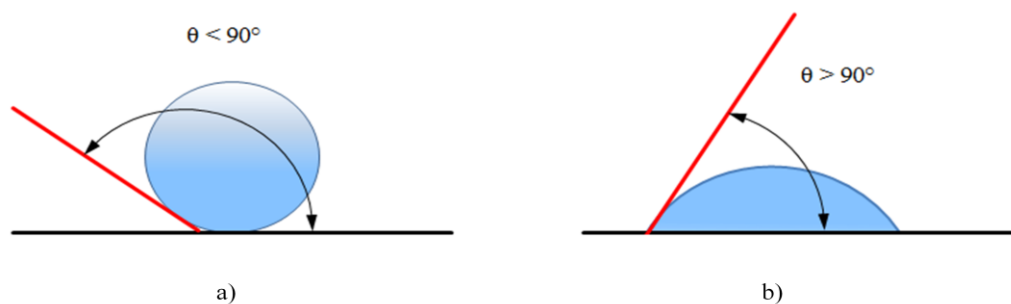
$$\gamma_p = \gamma_{kp} + \gamma \cos\theta, \quad (2)$$

ze které lze vyjádřit úhel smáčení jako

$$\cos\theta = \frac{\gamma_p - \gamma_{kp}}{\gamma} \quad (3)$$

2.3 Hydrofilní a hydrofobní materiály

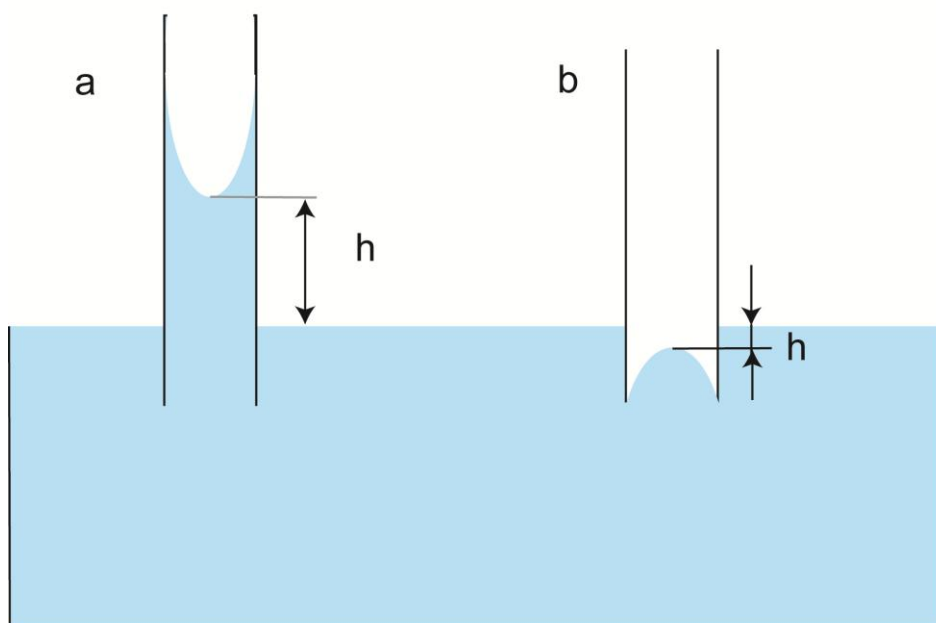
Hydrofilitu a hydrofobitu materiálu určuje úhel smáčení θ . Je-li $\theta < 90^\circ$, je kapalina schopna smočit povrch pevné látky a látka je nazývána jako hydrofobní *Obr.10a*. Pokud je $\theta > 90^\circ$, kapalina povrch pevné látky není schopna smočit, tudíž je pevná látka hydrofilní *Obr.10b*. Další možností je stav, který lze označit jako dokonalé smáčení. K tomuto stavu dochází tehdy, je-li úhel $\theta = 0^\circ$. Posledním stavem může být úhel $\theta = 90^\circ$. Je to stav, který odpovídá krajní podmínce, kdy ještě nedochází ke smáčení [9].



Obr. 10 Zobrazení hydrofilního a hydrofobního materiálu a) hydrofobní b) hydrofilní

2.4 Kapilární elevace a deprese

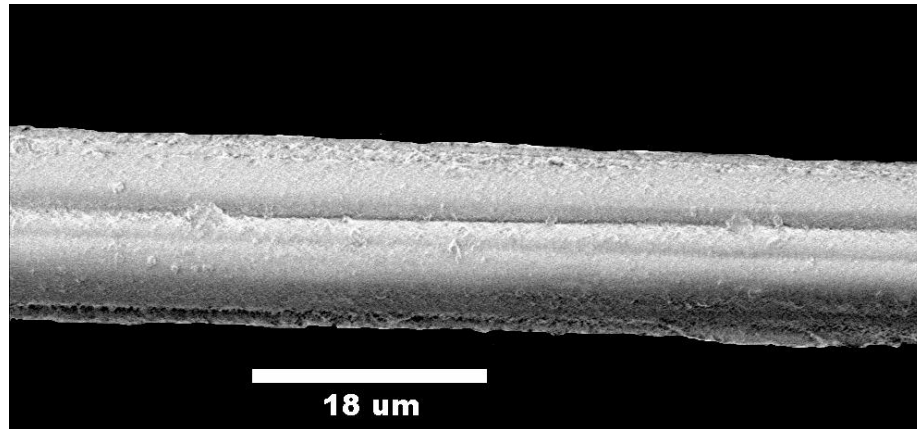
Mluvíme-li o kapilární elevaci a depresi, jedná se o třífázovou soustavu. Tato kapilární elevace a deprese závisí na zakřivení povrchu kapaliny, kde změna tlaku při průchodu povrchovým rozhraním je jiná než u rovinného povrchu. Ponoříme-li do vody úzkou trubici, bude se hladina vody zakřivovat a tvořit tzv. meniskus. Pokud je hladina vydutá, nazýváme jí konkávní. U konkávního menisku *Obr. 11a* vystupuje hladina vody v trubici výše než je hladina vody v okolí. O tomto stavu mluvíme jako o kapilární elevaci. Je-li hladina vody v trubici vypuklá, je označována jako konvexní *Obr. 11b*. Při konvexním zakřivení menisku je hladina vody v trubici níže než hladina v okolí a jedná se tak o kapilární depresi. Tyto jevy úzce souvisí s úhlem smáčení [6].



Obr. 11 a) Kapilární elevace b) deprese. Veličina h označuje výšku kapaliny v trubici od hladiny okolní vody

2.5 Viskózová vlákna

Pro výrobu viskózy je základní surovinou přírodní polymer celulóza. Viskóza je získávána regenerací celulózy. Celulózové vlákno je k vidění na Obr. 12 [10].



Obr. 12 Viskózové vlákno 2800 x zvětšené [10].

2.5.1 Historie

Viskózové textilní vlákno bylo poprvé vyrobeno v roce 1884 Hilaire de Chardonnetem. Na výrobní technologii obdržel patent a začal vlákna průmyslově vyrábět [10].

2.5.2 Výroba

K výrobě viskózového vlákna je používána celulóza, vyrobená nejčastěji z bukového nebo smrkového dřeva.

Textilní vlákno vzniká rozpouštěním celulózy v hydroxidu sodném, touto reakcí se vytvoří xantogenát, ze kterého po průchodu tryskou, ponořenou v lázni kyseliny sírové a síranu zinečnatého, vzniká nekonečné textilní vlákno. Vlákno může být dále dluženo a stříháno na požadovanou délku [10].

2.5.3 Vlastnosti

Vlákna se vyznačují vysokou sorpcí vody, která se pohybuje okolo (26-28%). Standardní vlákno bez různých modifikací má nízkou pevnost a vysokou tažnost za mokra. Při vyšších teplotách jsou vlákna sráživá a v neposlední řadě také hořlavá. Viskózová vlákna se snadno barví a bělí [1].

2.5.4 Použití

V oblasti netkaných textilií je viskóza využívána, z důvodu dobrých hygienických vlastností, především v oblasti zdravotnictví.

Dále se také viskóza uplatňuje v oděvnictví z důvodu dobré barvitelnosti, jak již bylo uvedeno ve vlastnostech. Viskóza se také velice často používá ve směsi s umělým vláknem [1].

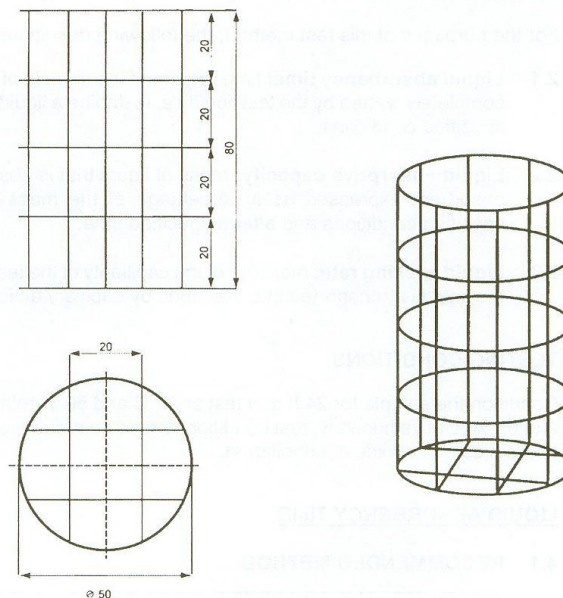
2.6 Zkušební metody a normy

2.6.1 Zkušební metoda pro absorpci netkaných textilií

STANDARD TEST: WSP 010.1.R3 (12)

Norma je určena pro testování schopnosti absorpce netkaných textilií a udává podmínky, při kterých má být testování prováděno.

Pro testování je potřebný drátěný košíček o rozměrech: výška (80 ± 1) mm a průměr 50 ± 1 mm. Košíček by měl být zhotovený z vhodného drátu, například z nerezového drátu o průměru 0,5 mm, aby měl hmotnost $(3 \pm 0,1)$ g. Mřížka by měla mít otvory přibližně 20 mm čtverečních a pájené spoje. Tyto spoje vytvoří dostatečně pevnou strukturu. Košíček je zobrazen na Obr. 13.



Obr. 13 Válcový drátkový koš (rozměr v mm) [11].

Při testování je do košíčku umístěn testovaný vzorek o rozměrech (100 ± 1) mm x (100 ± 1) mm. Pokud jednotlivé vzorky váží méně než 1 g, musí být na vzorek umístěn druhý, z důvodu aby hmotnost byla nejméně 1 g. V testu košíček se vzorkem spadne na povrch kapaliny z výšky 25 mm a je měřen čas potřebný pro úplné zvlhčení vzorku.

Metoda absorpční kapacity poskytuje měřítko množství kapaliny uchovávané v testovacím vzorku po stanovenou dobu ponoření a odtoku. Tato metoda měří kapalinu uloženou uvnitř zkušebního vzorku po odtoku ve vertikálním směru. Z praktických důvodů je doba odvodnění poměrně krátká. To je zvláště důležité, pokud se používají velmi těkavé kapaliny. V takovém případě může být nutné provést odhad ztráty odpařováním [11].

2.6.2 Čas průrazu tekutiny netkanou textilií EDANA 150.3 - 96

Tato norma je určena pro testování vrchních vrstev dětských jednorázových plen, které jsou vždy v kontaktu s absorpčním jádrem. Norma určuje podmínky pro měření času, který je potřebný k průrazu daného množství kapaliny netkanou textilií.

Absorpční jádro podle normy tvoří pět vrstev normovaného filtračního papíru (ERT FF3) o rozměrech (100 x 100) mm. Jako kapalina slouží syntetická moč, kterou tvoří 18 g NaCl ve 2 litrech destilované vody. Povrchové napětí kapaliny při 20 ± 2 °C by se mělo pohybovat v rozmezí 70 ± 2 mN/m. Dávkovací zařízení je vytvořeno z 25 mm vysokého plexiskla o rozměrech (125 x 125) mm. Ve středu plexiskla je otvor, který má tvar šesticípé hvězdy o průměru 19 mm. Do vrcholů otvoru jsou vyvedeny elektrody, které měří za pomoci časového spínače čas, který je potřebný k prostupu 5 ml syntetické moči netkanou textilií [11].

2.6.3 Zpětný průsak a průrazová rychlost kapaliny měřená pod zatížením u jednorázových dětských plen

Norma popisuje měření zpětného průsaku pod zatížením. Zatížení je normováno na 0,7 Psi a čas průrazu 80 ml 0,9 % roztoku NaCl do pleny. Při testování je na střed pleny umístěno dávkovací zařízení, nad kterým je pipeta s průtokem 7 ml/sec. Po nadávkování 80 ml do pipety se otevře kohout. Měří se čas do úplného pohlcení tekutiny textilií. Po deseti minutách od spuštění měření se testovací zařízení odstraní a na plenu se umístí svazek filtračních papírů a průměru 90 mm. Tento svazek se po dobu

2 minut zatíží závažím o hmotnosti 2,5 kg s průměrem 80 mm. Zvážením filtračních papírů zjistíme zpětný průsak. Cyklus se opakuje dvakrát až třikrát.

2.6.4 Standardní testovací metoda pro netkané textilie – opakované kapalně stlačování po stanovenou dobu

STANDARD TEST: WSP 070.7.R4 (12)

Tato testovací metoda měří dobu průniku kapaliny (STT) pro každou ze tří dávek kapaliny (syntetická moč), která je aplikována na povrch testované netkané textilie. Doba průniku kapaliny je definována jako doba potřebná pro průraz kapaliny netkanou textilií, která je v kontaktu s podkladovou absorpční vložkou. Zkušební metoda je určena pro kontrolu kvality a porovnání STT různých netkaných textilií [11].

3. Experimentální část

Experimentální část je zaměřena na návržení a zhotovení zařízení pro testování savosti různých materiálů. Celý experiment vychází z norem uvedených v teoretické části, avšak pro daný materiál z různých důvodů nevyhovují. Dalším úkolem bylo vytvořit metodiku měření a jeho hodnocení. Experiment byl uskutečňován v poloprovozu katedry netkaných textilií.

3.1 Výroba materiálu

Pro experiment se jako nejlepší materiál jevila viskóza. Viskóza je materiál, který se vyznačuje dobrou savostí vody a nenáročnou zpracovatelností.

Jako první bylo třeba vlákennou surovinu rozdělit a navážít na jednotlivé navážky pro výrobu vzorků s různými plošnými hmotnostmi. Vlákenné rouno bylo vyrobeno na válcovém mykacím stroji. Pro dobré ojednocení vláken a odstranění nečistot byl proces mykání proveden pro každou navážku dvakrát. Pro experiment byly vyráběny dva druhy netkané textilie. První vzorky o plošných hmotnostech, které jsou uvedené v tabulce pod textem, byly z nijak nezpevněného rouna a vystříhány na rozměr 10x10 cm. Druhý typ vzorků byl na rozdíl od prvního zpevněn technologií vpichování, která se následně dle předpokladů projevila na výsledcích měření savosti. Vpichovaná textilie byla také nastříhána na rozměr 10 x 10 cm. Druhy textilií s plošnými hmotnostmi jsou uvedeny v *Tab. 1*.

Nezpevněná netkaná textilie		Vpichovaná netkaná textilie		
	navážka [g]		navážka [g]	hloubka vpichu [mm]
1.	60	1.	100	2
2.	80	2.	100	5
3.	80 *	3.	100	8
4.	150	-	-	-

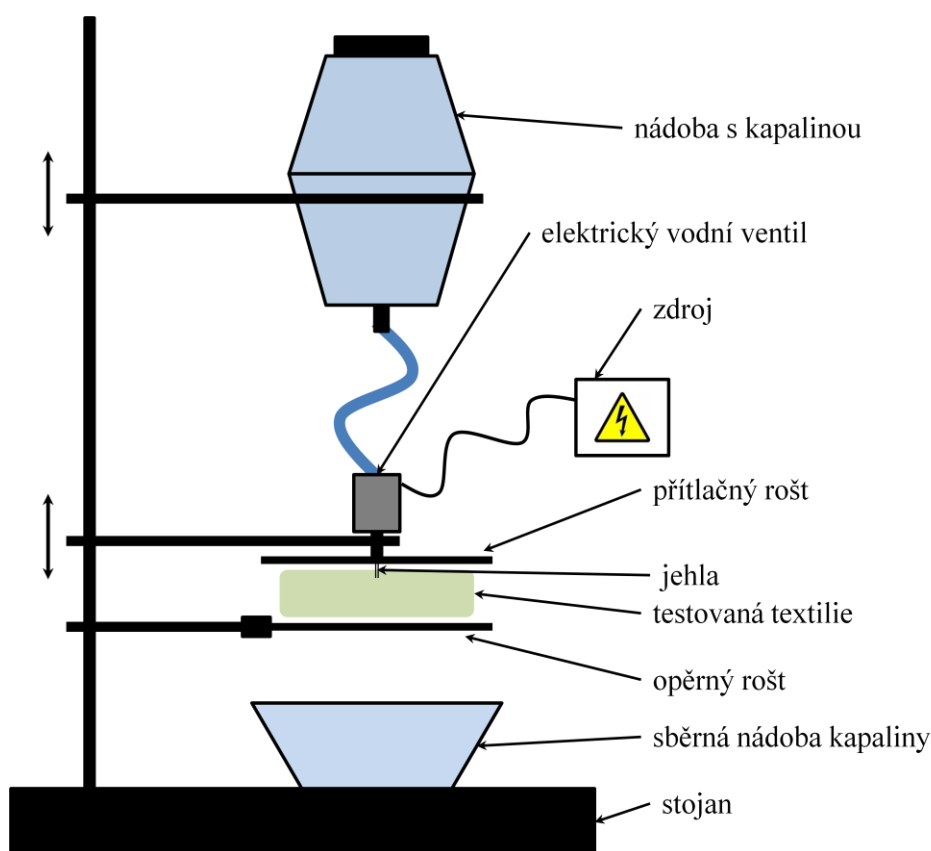
* Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů, mykané ve stejném směru vláken při obou průchodech strojem typ č. 2

Tab. 1 Druhy vyráběných netkaných textilií pro testování

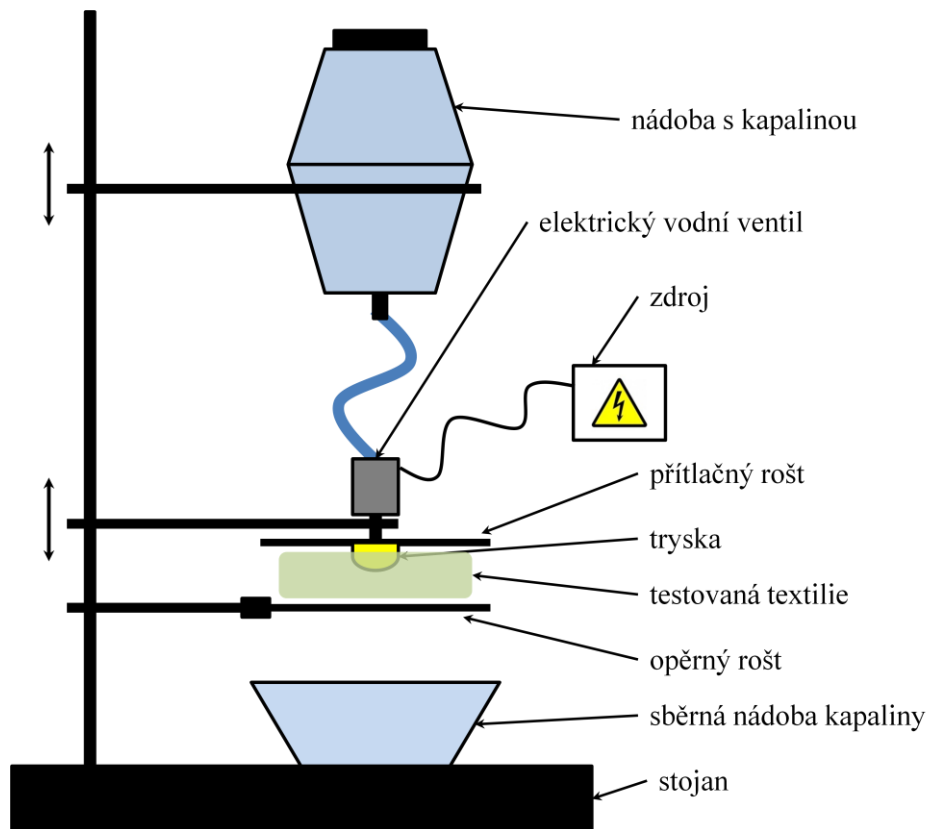
3.2 Návrh zařízení a zkušební metodiky

Při vývoji muselo být počítáno se skutečnostmi, pro které materiály bude testovací zařízení sloužit a přizpůsobit ho tomu. Vývoj probíhal na základě požadavků

průmyslového partnera testovat na navrženém zařízení textilie pro zdravotnické účely. Z důvodu těchto skutečností bylo jako první vyvinuto zařízení, které se skládá v první řadě ze stojanu, na který jsou namontovány ostatní části, dále zařízení obsahuje nádobu pro kapalinu. Na nádobu je napojen, pomocí hadičky elektricky ovládaný ventil se zdrojem. S ventilem je spojen přítlačný rošt s jehlou. Pod těmito součástmi je instalován opěrný rošt, který drží testovaný vzorek a v neposlední řadě je pod aparátem umístěna sběrná nádoba pro prosáklou kapalinu. Toto testovací zařízení obsahující jehlu je na *Obr. 14*. Při prvních pokusech mé práce se jehla pro objemnější materiál z viskózy neosvědčila. Jehla nedokázala zajistit takové množství vody, aby došlo k tzv. prokápnutí textilií. Textilie stíhala vodu absorbovat a rozvádět ji do mezivláčkových prostor, což bylo pro pokus nežádoucí. Z těchto důvodů bylo třeba vymyslet jiný způsob dodávání kapaliny do textilie. Jehla byla nahrazena tryskou, která dokáže zajistit dostatečný průtok pro námi testovaný materiál. Zařízení s tryskou je na *Obr.15*. Dalším úskalím byla možnost dodávku vody do textilie okamžitě zastavit a následně přesně dopočítat kolik vody byl testovaný vzorek schopen pohltit. Proto se před trysku umístil elektricky ovládaný ventil. Jako testovací kapalina byla zvolena destilovaná voda.



Obr. 14 Testovací zařízení savosti s jehlou



Obr. 15 Testovací zařízení savosti s tryskou



Obr. 16 Reálné laboratorní testovací zařízení

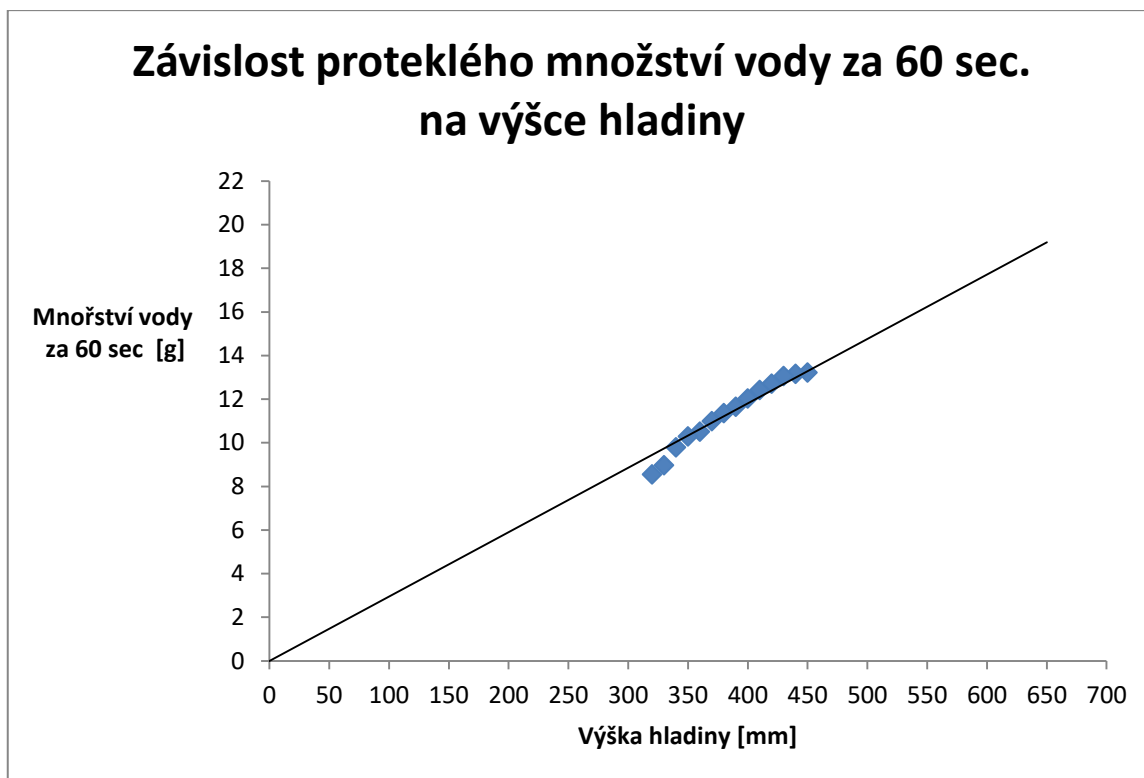
3.3 Stanovení parametrů měření

Před zahájením měření materiálů bylo třeba vyvinout metodiku měření a způsob jakým budou měněny parametry tak, aby se následně textilie mohly porovnávat. Jelikož se průtok kapaliny mění s výškou hladiny v nádobě, bylo třeba naměřit hodnoty průtoku při různých výškách hladiny *Tab. 2*.

výška hladiny od trysky [mm]	hmotnost vody za 1 minutu [g]
450	13,22
440	13,16
430	13,06
420	12,71
410	12,42
400	12,03
390	11,65
380	11,36
370	10,99
360	10,51
350	10,29
340	9,79
330	8,97
320	8,55

Tab. 2 Závislost výšky hladiny od trysky na průtoku vody tryskou

Z tabulky byl vytvořen graf (*Graf 1.*), ze kterého lze odečítat hodnoty množství vody, které při měření protéklo po dobu jedné minuty a následně jej přepočítat na čas, který byl naměřen. Hodnoty byly odečítány s předpokladem, že průtok s výškou hladiny roste či klesá lineárně.



Graf 1 Závislost proteklého množství vody za 60 sec. na výšce hladiny

3.4 Metodika

Po návrhu zařízení spolu se stanovením parametrů je možné navrhnout metodiku měření a způsob vyhodnocení měření.

3.4.1 Návrh postupu měření

Vzorky se nastříhají na rozměr 10x10 cm. Jednotlivé vzorky je zapotřebí jako první zvážit pro zjištění plošné hmotnosti. Dalším krokem je upnutí vzorku do zařízení. Textilie se umístí mezi dva opěrné rošty. Horním opěrným roštěm se přitlačí tak, aby tryska byla přitisknuta k textili. První vzorky jednotlivých plošných hmotností poslouží k seřízení přístroje tak, aby správně fungoval. Jedná se hlavně o seřízení výšky hladiny h_h . Ta se musí nastavit tak, aby kapalina prokápala ve středu vzorku pod tryskou a také v rozmezí času, který si zvolíme. Teplota vody a vzduchu by měla odpovídat standardním laboratorním teplotám (požadovaným teplotám). Ideální čas pro měření tohoto materiálu se pohybuje kolem 10 sekund. Tento čas se jeví jako nejlepší z hlediska náročnosti měření a je dostačující k projevení rozdílných savostí. Po stanovení parametrů lze přistoupit k samotnému měření. Měření spočívá ve společném

spuštění vodního ventilu (dodávky vody) a stopek pro měření času. Čas měříme do doby, než kapalina prokápne, jak již byl zmíněno výše, uprostřed pod tryskou. Měření tímto končí a lze přistoupit k dalšímu testování.

3.4.2 Návrh vyhodnocení měření

Po naměření všech vzorků přecházíme k vyhodnocování. Je určeno následujícím způsobem: po měření bylo třeba data uspořádat do tříd podle plošných hmotností, které se v tomto případě lišily z důvodu nepřesnosti výroby. Z takto uspořádaných dat provedeme základní statistiku. Průměry časů v jednotlivých třídách přepočítáme na množství, které textilie byla schopna absorbovat. Toto provedeme pomocí grafu závislosti hladiny vody a množství vody, která proteče za jednu minutu. Graf byl zmíněn v kapitole 3.3. Po přepočítání lze vytvořit graf se závislostí plošné hmotnosti na množství absorbované vody.

3.4.3 Přepočet z časového údaje absorpce na hmotnost absorbované kapaliny

Zde je uveden vytvořený vzorek, pomocí kterého lze přepočítat čas měření na hmotnost vody, kterou byl materiál schopný absorbovat. Díky tomuto přepočtu lze porovnávat vzorky s různými plošnými hmotnostmi. Hmotnostní údaj lépe zobrazuje chování testované textilie.

$$M_V = \frac{M_{VT} * T}{60} \text{ [g]}, \quad (4)$$

kde M_{VT} je hmotnost vody za 60 sec. u hledané výšky hladiny h_n , M_V je hmotnost absorbované vody při měření a T je čas měření.

3.5 Měření

V této kapitole jsou uvedena veškerá měření. Zprvu jsou uvedeny výsledky nezpěvněných textilií s různými plošnými hmotnostmi, poté následují vpichované textilie.

U vpichovaných textilií byla použita stejná navážka vláken. Jednotlivé vzorky se liší pouze hloubkou vpichování, která mění výslednou plošnou hmotnost.

Výpočet počtu vpichů na jednotku plochy textilie je

$$V_p = \frac{a f p}{v}, \quad (5)$$

kde,

- V_p je počet vpichů /m⁻²/
 a je celkový počet jehel na 1m vpichovací desky
 f je frekvence desky /s⁻¹/
 p je počet průchodů textilie strojem
 v je rychlost odvádění textilie /m.s⁻¹/

Počet vpichů na m⁻² u vytvořených vzorků v této práci je

$$V_p = \frac{2200 * 220 * 2}{0,35} = \mathbf{2\ 765\ 714}$$

3.5.1 Nezpevněné rouno z navážky 60 gramů

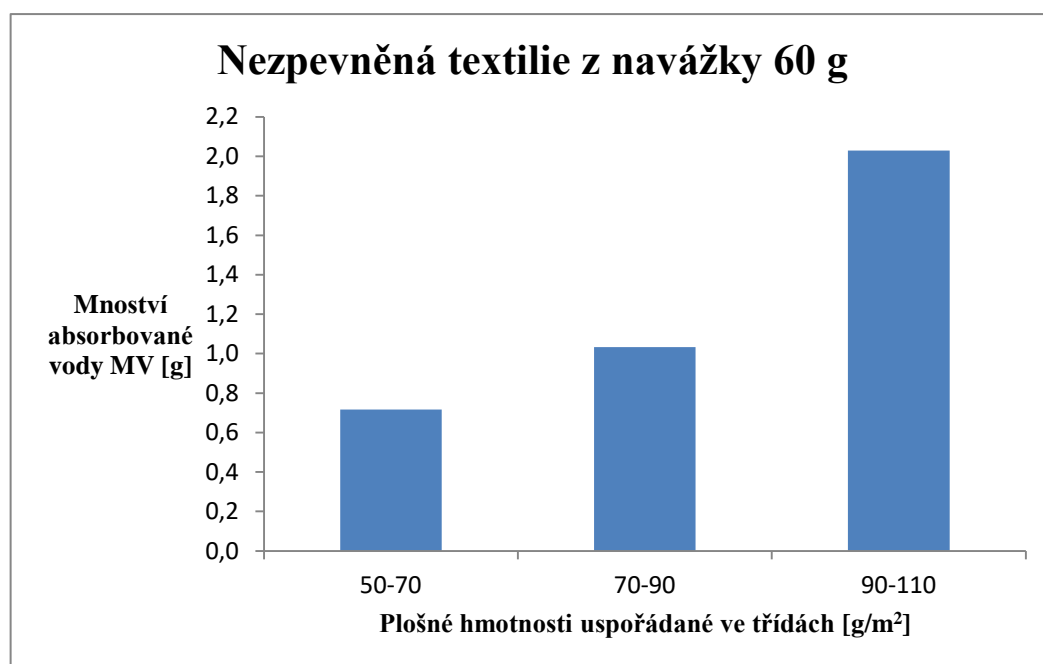
Po vyrobení vlákenného rouna z navážky 60 g byly vytvořeny vzorky 10 x 10 cm, které byly následně zváženy. Plošná hmotnost vzorků se pohybovala od 50 do 110 g/m². Výška hladiny vody h_h byla nastavena na 250 mm. Tato výška se jevila jako neoptimálnější z důvodu, že se čas měření pohyboval okolo 10 sekund.

Navážka [g]	h_h [mm]	M_{VT} [g]
60	250	7,4

Tab. 3 Tabulka s navážkou 60 g pro výrobu rouna a hodnoty pro nastavení testovacího zařízení

Třídy M_T [g/m ²]	\bar{M}_T [g/m ²]	\bar{M}_V [g]
50-70	66,233	0,716
70-90	79,542	1,034
90-110	98,333	2,030

Tab. 4 Tabulka s rozdělením vzorků do tříd z navážky 60 g a jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 2 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorků z navážky 60 g

Z grafu u textilie vyrobené z navážky 60 g po rozdělení do tříd, z důvodu nerovnoměrnosti vlákenné vrstvy, lze vidět, že množství absorbované vody roste lineárně s plošnou hmotností.

3.5.2 Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů typ č. 1

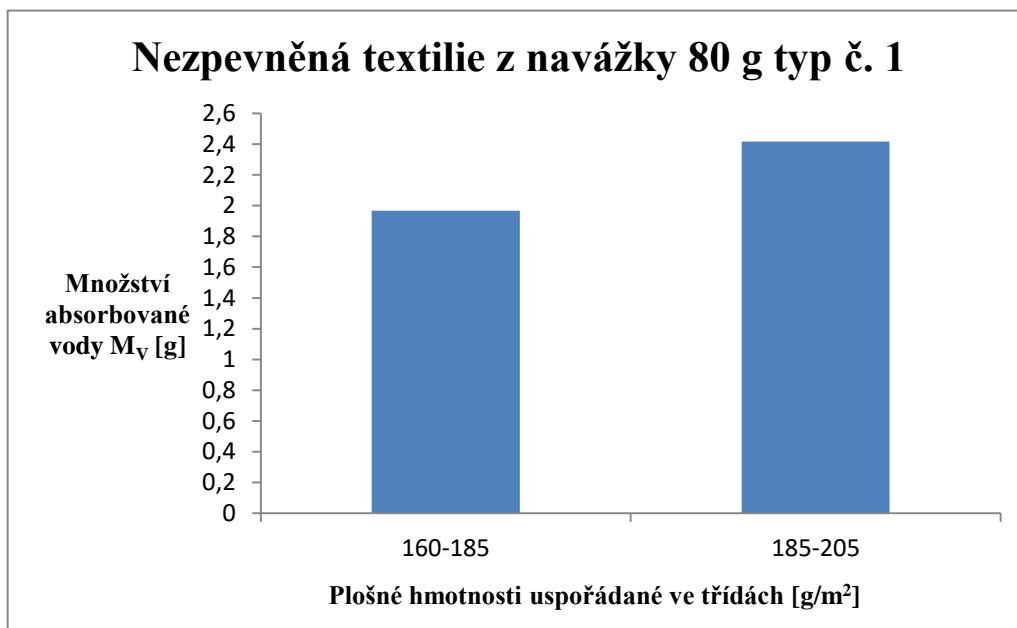
U vzorků z navážky 80 g se plošná hmotnost pohybovala od 160 do 205 g/m². Proto bylo třeba přenastavit výšku hladiny vody. Výška byla nastavena na 500 mm tak, aby se čas měření opět pohyboval okolo stanovených 10 s.

Navážka [g]	h_h [mm]	M_{VT} [g]
80	500	14,8

Tab. 5 Tabulka s navážkou pro výrobu rouna a hodnoty pro nastavení testovacího zařízení

Třídy M_T [g/m ²]	$\bar{O} M_T$ [g/m ²]	$\bar{O} M_V$ [g]
160-185	178,800	1,967
185-205	194,929	2,417

Tab. 6 Tabulka s rozdělením vzorků do tříd z navážky 80 g a jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 3 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorků z navážky 80 g

U textilie z navážky 80 g byly vzorky rozděleny do dvou tříd: 160-185 a 185-205 g/m². Rozdíl absorbované vody mezi třídami je přibližně 0,5 g. Tento rozdíl není zanedbatelný a poukazuje na funkčnost metody.

3.5.3 Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů, mykané ve stejném směru vláken při obou průchodech strojem, typ č. 2

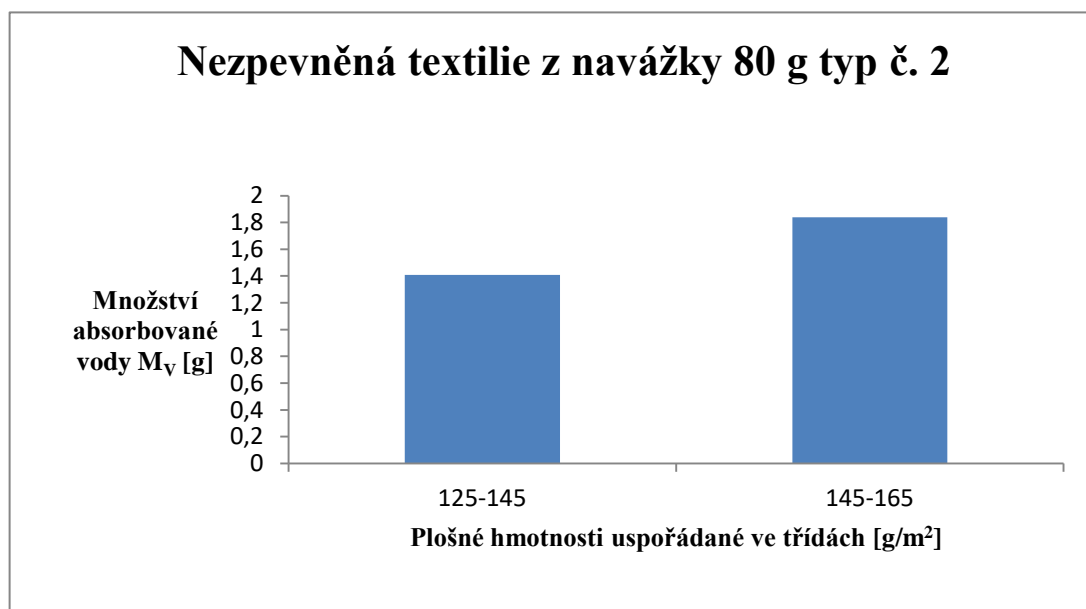
U toho rouna došlo k výrobní chybě. Při druhém průchodu mykacím strojem bylo rouno do mykacího stroje položeno ve stejném směru, jako ze stroje vyšlo po prvním mykání. Tudiž nedošlo ke správnému promykání. Tato chyba způsobila jinou plošnou hmotnost ze stejné navážky jako v předešlém případě. Plošné hmotnosti byly nižší oproti předchozí navážce, a to mezi 125 a 165 g/m².

Navážka [g]	h_h [mm]	M_{VT} [g]
80	500	15,1

Tab. 7 Tabulka s navážkou 80 g pro výrobu rouna a hodnoty pro nastavení testovacího zařízení

Třídy M_T [g/m ²]	$\bar{O} M_T$ [g/m ²]	$\bar{O} M_V$ [g]
125-145	138,091	1,408
145-165	154,048	1,839

Tab. 8 Tabulka s rozdělením vzorků do tříd z navážky 80 g a jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 4 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorku z navážky 80 g

U textilie z navážky 80 g, která byla mykána jiným způsobem než předchozí textilie, bylo způsobeno, že plošné hmotnosti se snížily. Zde se rozdíl v množství absorbované vody mezi třídami pohybuje okolo 0,4 g.

3.5.4 Nezpevněné rouno z navážky 150 gramů

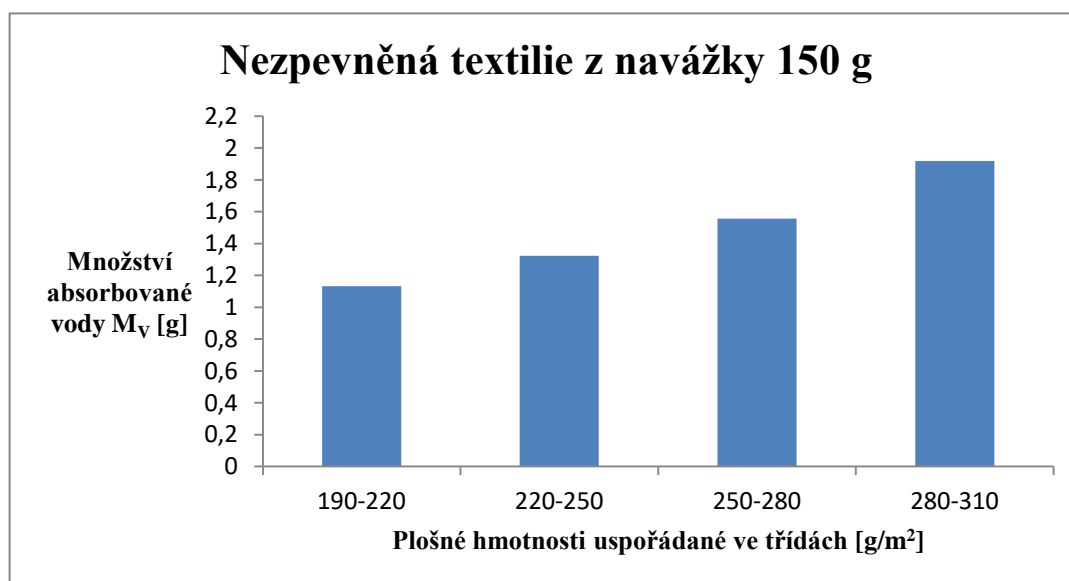
U posledního vzorku byla volena navážka vyšší tak, aby se prokázalo, že zařízení funguje i pro vyšší plošné hmotnosti. Plošné hmotnosti byly v rozmezí 190 až 310 g/m².

Navážka [g]	h_h [mm]	M_{VT} [g]
150	600	17,6

Tab. 9 Tabulka s navážkou 150 g pro výrobu rouna a hodnoty pro nastavení testovacího zařízení

Třídy M_T [g/m ²]	$\bar{O} M_T$ [g/m ²]	$\bar{O} M_V$ [g]
190-219	210,417	1,132
220-249	233,412	1,322
250-279	267,938	1,557
280-310	290,867	1,918

Tab. 10 Tabulka s rozdělením vzorků do tříd z navážky 150 g a jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 5 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorků z navážky 150 g

Po rozdělení dat do tříd lze opět vidět v grafu lineárně stoupající množství absorbované vody s plošnou hmotností. V třídě 190- 220 g/m² se množství absorbované vody pohybuje okolo hodnoty 1,1 g. Při pohledu na třídu 185-200 g/m² u vzorku Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů typ č. 1 je vidět, že se plošné hmotnosti

prolínají a průměrné množství absorbované vody je 2,4 g. Rozdíl je více než 1 g. Tento rozdíl je způsoben rozdílnou morfologií vláken ve vzorku.

3.5.5 Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 2 mm

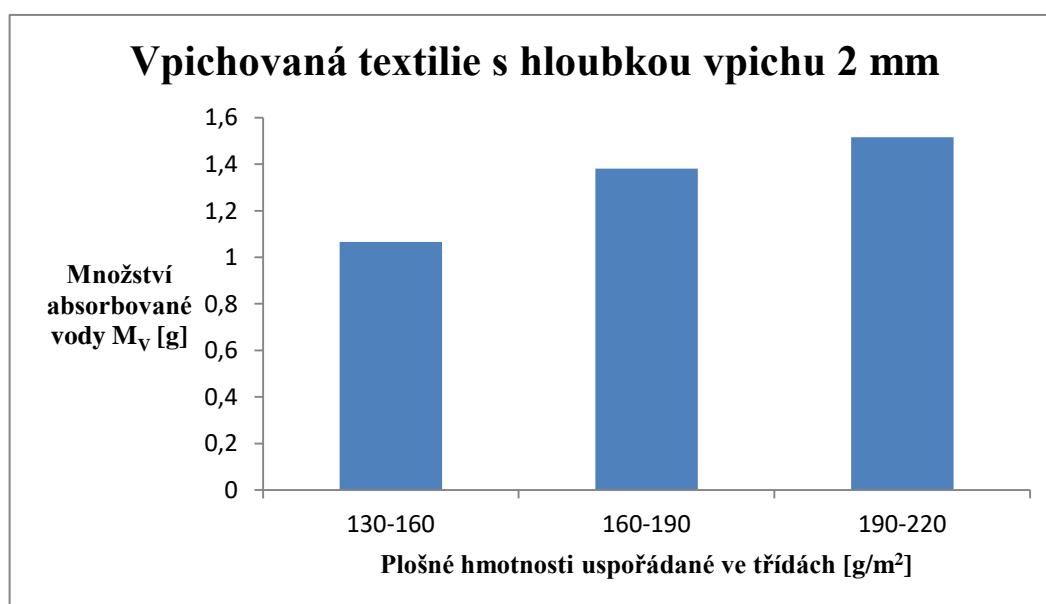
Hloubka vpichu velice ovlivňovala plošnou hmotnost textilie, která se u této hloubky vpichu pohybovala od 130 do 220 g/m².

Navážka [g]	h_h [mm]	M_{VT} [g]	Hloubka vpichu [mm]
100	450	13,4	2

Tab. 11 Tabulka s navážkou, hloubkou vpichu 2 mm pro výrobu textilie a hodnoty pro nastavení testovacího zařízení

Třídy M_T [g/m ²]	$\bar{O} M_T$ [g/m ²]	$\bar{O} M_V$ [g]
130-160	146,238	1,066
160-190	178,333	1,381
190-220	198,286	1,516

Tab. 12 Tabulka vzorku rozdělených do tříd při vpichu 2 mm, jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 6 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorků s hloubkou vpichu 2 mm

U této textilie byla použita nejmenší hloubka vpichu oproti následujícím textiliím a z dat je patrné, že hloubka vpichu 2 mm ovlivnila plošnou hmotnost nejméně a tudíž jí má největší výšku. V grafu lze opět vidět lineární průběh závislosti

absorbované vody na plošné hmotnosti jako u nezpevněných textilií v předchozích případech.

3.5.6 Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 5 mm

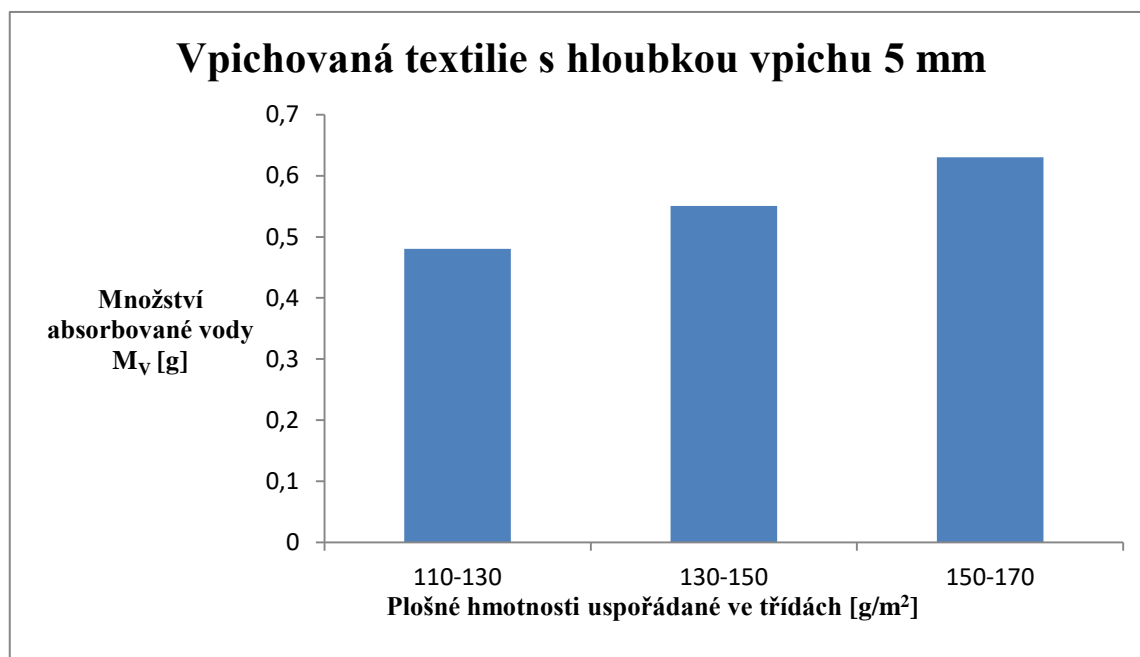
S přidáním hloubky vpichu se rozmezí plošné hmotnosti oproti předchozí textilii snížilo na rozmezí 110 a 170 g/m².

Navážka [g]	h_h [mm]	M_{VT} [g]	Hloubka vpichu [mm]
100	450	6,6	5

Tab. 13 Tabulka s navážkou, hloubkou vpichu 5 mm pro výrobu textilie a hodnoty pro nastavení testovacího zařízení

Třídy M_T [g/m ²]	\bar{M}_T [g/m ²]	\bar{M}_V [g]
110-129	120,111	0,481
130-149	139,524	0,551
150-170	156,667	0,630

Tab. 14 Tabulka vzorku rozdělených do tříd při vpichu 5 mm, jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 7 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorků s hloubkou vpichu 5 mm

Zde je vidět, že plošné hmotnosti vzorků s hloubkou vpichu klesají a s nimi i množství vody, které jsou vzorky schopny absorbovat. Podle posledního sloupce grafu

třídy 150-170 g/m² je patrné, že materiál je schopen absorbovat přibližně v průměru 0,6 g vody. Porovnáme-li tuto třídu s předchozí textilií s hloubkou vpichu 2 mm, je zde vidět, že okolo plošné hmotnosti 160 g/m² se množství absorbované vody pohybuje okolo 1,2 g. Tento rozdíl v množství absorbované vody u přibližně stejných plošných hmotností ukazuje závislost hloubky vpichu do textilie, která mění strukturu.

3.5.7 Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 8 mm

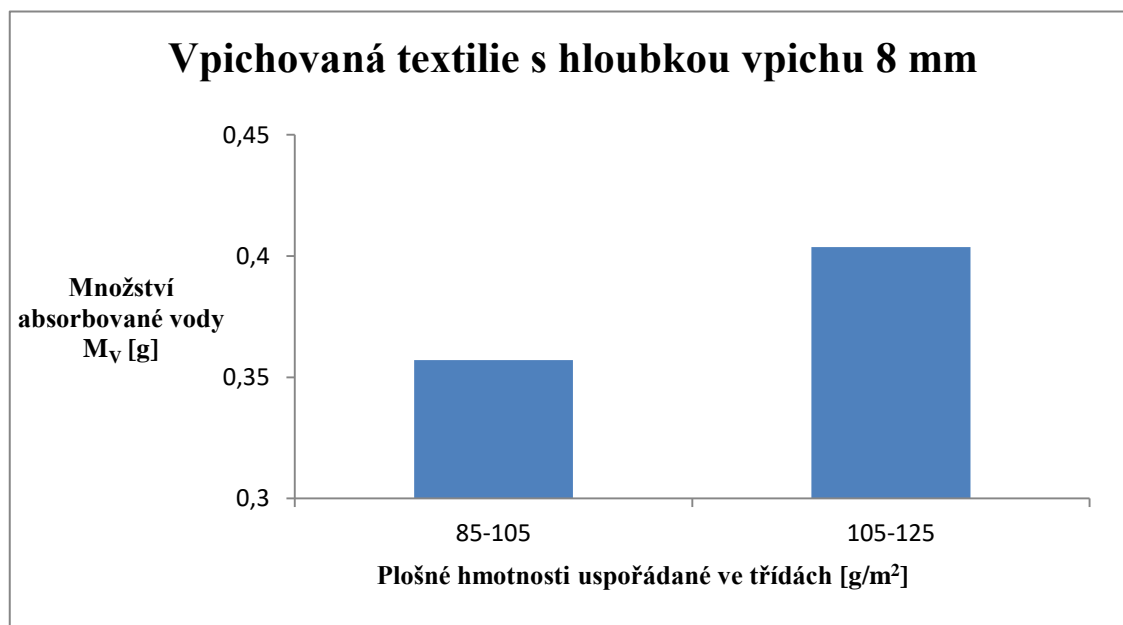
U textilie s hloubkou vpichu 8 mm se už plošná hmotnost změnila výrazněji. Vzorky se staly mnohem lehčími. Plošné hmotnosti byly v rozmezí 85-125 g/m².

Navážka [g]	h_h [mm]	M_{VT} [g]	Hloubka vpichu [mm]
100	450	3,2	8

Tab. 15 Tabulka s navážkou, hloubkou vpichu 8 mm pro výrobu textilie a hodnoty pro nastavení testovacího zařízení

Třídy M_T [g/m ²]	\bar{M}_T [g/m ²]	\bar{M}_V [g]
85-104	97,000	0,357
104-125	113,059	0,404

Tab. 16 Tabulka vzorku rozdělených do tříd při vpichu 8 mm, jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 8 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorků s hloubkou vpichu 8 mm

Zde hloubka vpichu 8 mm ovlivnila množství absorbované vody nejvíce. Materiál se stal řídkým. Tudíž nedokáže pohltit velké množství vody. Zde je vidět že zařízení funguje i u relativně mále plošné hmotnosti.

3.6 Vyhodnocení měření

Ze všech vytvořených grafů vyplývá, že s rostoucí plošnou hmotností roste množství absorbované vody, kterou materiál dokáže pohltit. Tato skutečnost dokazuje správně fungující zařízení, které bylo navrženo a zkonstruováno. Z grafů je patrné, že metoda funguje jak u nijak nezpevněného rouna, tak i u zpevněného technologií vpichování.

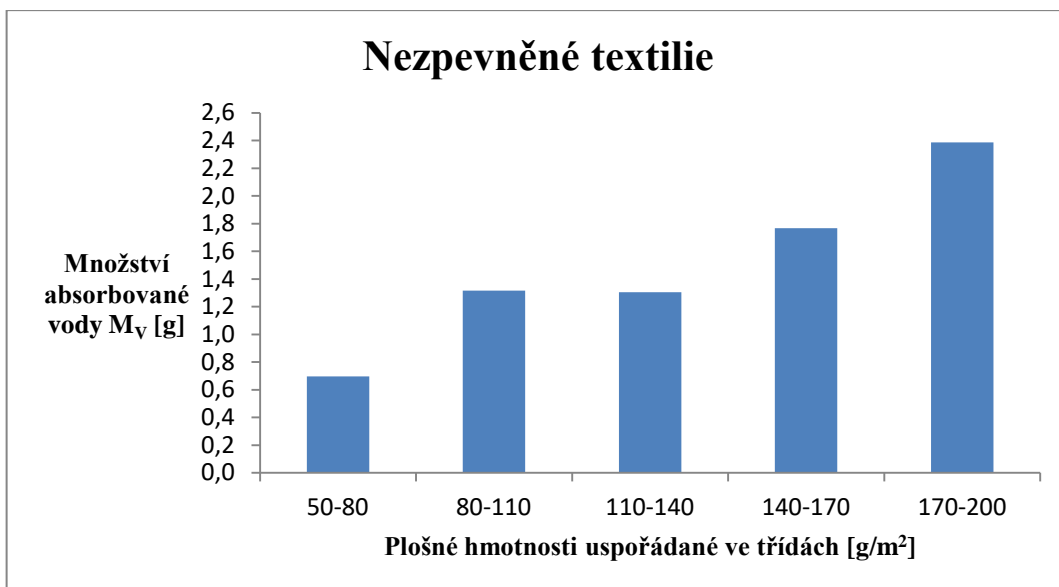
Při měření je důležité správné nastavení hladiny vody pro daný materiál. V průběhu měření se tato hladina musí stále udržovat na stejné výšce tak, aby tlak (průtok) byl stále stejný. Dalším faktorem, který ovlivňuje přesnost měření, je přítlak roštu. Při velkém či malém přítlaku se tekutina v textilií chová jinak než v námi definované pozici trysky pro objemné materiály.

3.6.1 Nezpevněné rouno

Jednotlivá měření byla vložena do jednoho grafu (Graf 9.) a rozdělena do tříd podle plošných hmotností. Z tohoto grafu vyplývá, že s plošnou hmotností lineárně roste množství vody, které dokáže absorbovat.

Třídy M_T [g/m ²]	\bar{M}_T [g/m ²]	\bar{M}_V [g]
50-80	70,404	0,698
80-110	90,750	1,317
110-140	133,500	1,305
140-170	152,370	1,768
170-200	186,737	2,387

Tab. 17 Tabulka s rozdělením vzorků do tříd a jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf 9 Závislost množství absorbované vody na plošné hmotnosti vzorků

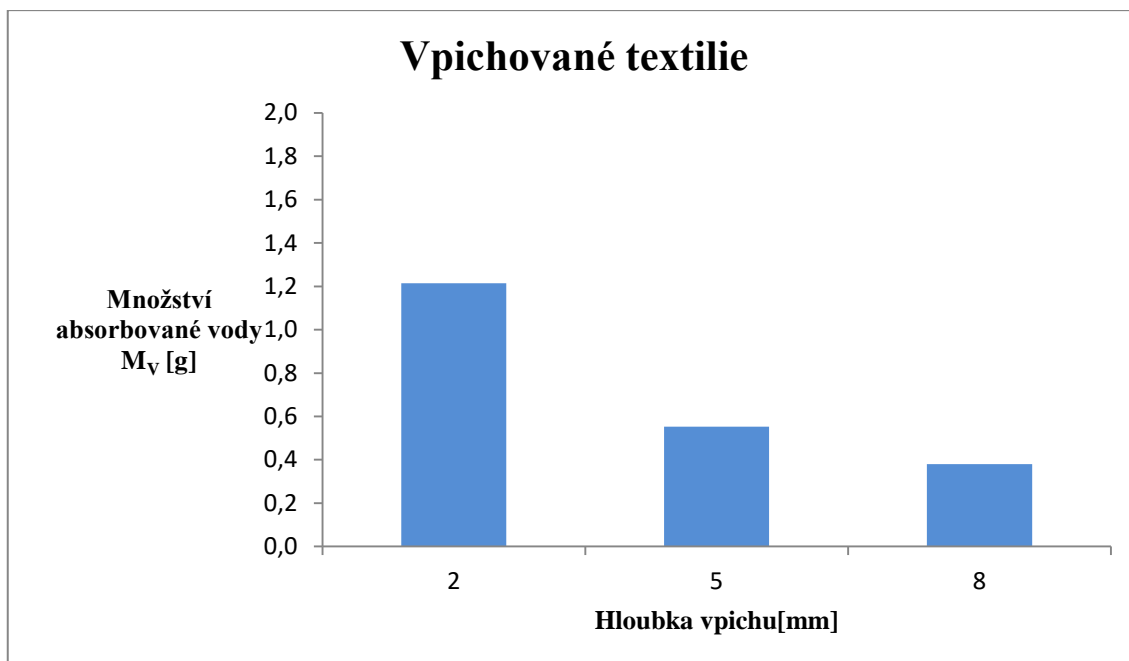
Zde byly vzorky rozděleny do tříd nezávisle na navážce, z které byly vyrobeny. V rozmezí od 80 do 140 g/m² je v grafu vidět, že zde plošná hmotnost neovlivňuje množství absorbované vody a pohybuje se okolo 1,3 g. Ve třídách od 140 g/m² lze vidět vzrůstající směr v množství absorbované vody.

3.6.2 Vpichovaná textilie

V tomto případě nebyly vzorky rozděleny do tříd podle plošných hmotností, ale jsou zde porovnávány jednotlivé hloubky vpichu.

hloubka vpichu [mm]	\bar{M}_T [g/m ²]	\bar{M}_V [g]
2	162,618	1,214
5	139,000	0,553
8	105,029	0,380

Tab. 18 Tabulka s rozdělením podle hloubky vpichu a jim odpovídající průměrné hodnoty plošné hmotnosti a množství absorbované vody



Graf. 10 Závislosti množství absorbované vody na hloubce vpichu

Hloubka vpichu razantně ovlivňuje strukturu textilie, tloušťku a zároveň i plošnou hmotnost. Z grafu je patrné klesající množství absorbované vody s přibývajícím hloubkou vpichu. Pravděpodobně je to způsobeno tím, že voda má větší prostor pro šíření v materiálu, který disponuje větší tloušťkou.

4. Závěr

Teoretická část je zaměřena na technologie a postupy výroby netkaných textilií. Dále obsahuje vysvětlení základních pojmů jako je smáčení a vzlínání. V závěru teoretické části jsou uvedeny normy, z kterých vycházel celý vývoj testovacího zařízení.

Cílem experimentální části bylo vyrobit sérii vzorků a navrhnout způsob testování. Následně zařízení sestavit a vytvořit metodiku měření. Na závěr bylo třeba provést samotné testování vyrobených vzorků.

V první části vývoje bylo vytvořeno zařízení, které dávkovalo tekutinu pomocí jehly. Toto řešení se neosvědčilo, protože docházelo velmi často k průrazu kapaliny jinde než přímo pod tryskou tak, jak bylo původně plánováno při vývoji. Testování s jehlou se ukázalo jako vhodné pro málo objemné textilie. Z těchto důvodů byla jehla nahrazena tryskou s opěrným roštem.

Po vyřešení technických problémů byla vypracována metodika měření pro vytvořené testovací vzorky. Dle předpokladů by vytvořená metodika měla fungovat pro objemnější textilie. Rozsah pro které materiály a plošné hmotnosti je tato metoda vhodná, nebyl zjištěn a ani nebyl předmětem této práce. Pro zjištění by bylo třeba delšího zkoumání. Metodika je tudíž funkční pro vytvořené vzorky. Vytvořený laboratorní přístroj spolu s metodikou měření může sloužit jako součást pro vývoj a vytvoření sofistikovanějšího zařízení, které bude na profesionální úrovni a vhodné pro průmyslové použití.

Při zpracování práce bylo zjištěno mnoho nedostatků, které by měření zpřesnily a pomohou případně dalšímu vývoji:

- Zajištění stálého tlaku vody, který je nastaven na začátku měření. Odstraněním tohoto problému odpadá neustálé hlídání a doplňování hladiny.
- Teplota vzduchu a kapaliny, při které je prováděno měření, by měla být totožná.
- Zhotovení vzorků o přesných rozměrech 10x10 cm je velice obtížné a bylo by vhodné vytvořit metodiku jejich formátování z důvodu následného vážení a zjišťování plošné hmotnosti.
- Zařízení by mělo být zkonstruováno tak, aby byl vzorek upevněn v absolutní rovině.

Vytvořený přístroj je vhodný pro zjišťování savosti zvolené kapaliny. Je využitelný pro zdravotnické materiály, kde je například potřebné zjistit jakou savost má obvazový materiál. Zařízení je všestranné a vhodné pro mnoho dalších materiálů.

5. Literatura

- [1] *Jirsák/Kalinová: Netkané textilie*, TU Liberec 2003, ISBN 80-7083-746-2,
- [2] RUSSELL, Edited by S.J. *Handbook of nonwovens*. Boca Raton, Fla. [etc.]
:Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.
- [3] *EDANA* [online]. Copyright © [cit. 27.04.2017]. Dostupné
z: http://www.edana.org/images/default-source/default-album/photo_nonwovens_howmade_wetlaid.gif
http://www.edana.org/images/default-source/default-album/photo_nonwovens_howmade_airlaid.gif
- [4] Nanopharma - Technologie. [online]. Copyright © 2015 nanopharma. Všechna práva vyhrazena. Realizace [cit. 27.04.2017]. Dostupné
z: <http://www.nanopharma.cz/cs/produkty-a-technologie/technologie>,
- [5] Lukáš,D.: *Materiálové inženýrství netkaných textilií*, skripta, Technická Univerzita v Liberci 2003
- [6] HORÁK, Z. – KRUPKA, F.: *Fyzika*, 3. vyd. Sv.2, SNTL, 1981
- [7] ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy a detergenty dnes*, *Chemické listy* 93, 421-427, 1999.
- [8] Ščukin E.D, Petrov A.V, Amenova E.A.: *Koloidní chemie*, Academia Praha, 1990
- [9] GENNES, Pierre-Gilles de, Françoise BROCHARD-WYART a David QUÉRÉ. *Capillarity and wetting phenomena: drops, bubbles, pearls, waves*. New York
- [10] Polynosic fiber [online]. CAMEO, 2017, [cit. 2017-02-22].
- [11] Copyright© 2012 INDA, Association of the Nonwoven Fabrics Industry and EDANA, International Association Serving the Nonwovens and Related Industries.

6. Seznam příloh

Zde jsou uvedena data z měření jednotlivých vzorků.

Nezpevněné rouno z navážky 60 gramů

$M_P [g/m^2]$	$T [sec]$	$M_V [g/m^2]$
54	5,04	0,622
61	5,39	0,665
63	7,89	0,973
63	3,51	0,433
63	5,19	0,640
64	3,37	0,416
65	8,43	1,040
65	3,62	0,446
65	5,19	0,640
66	6,61	0,815
66	4,09	0,504
66	5,65	0,697
66	5,84	0,720
67	5	0,617
67	8,5	1,048
67	8,57	1,057
67	4,03	0,497
67	4,2	0,518
67	4,89	0,603
68	7,44	0,918
68	7,69	0,948
68	3,78	0,466
68	4,43	0,546
69	8,46	1,043
69	6,65	0,820
69	6,99	0,862
69	4,86	0,599
70	8,24	1,016
70	2,82	0,348
70	7,87	0,971
71	8,86	1,093
71	7,17	0,884
71	7,96	0,982
72	3,37	0,416
73	6,78	0,836
73	7,79	0,961
73	7,7	0,950
73	7,33	0,904

73	9,43	1,163
73	7,82	0,964
74	3,85	0,475
74	4,85	0,598
74	7,94	0,979
75	8,02	0,989
75	2,86	0,353
75	8,03	0,990
76	8,93	1,101
76	4,29	0,529
77	8,78	1,083
77	7,74	0,955
77	8,78	1,083
77	7,73	0,953
78	5,94	0,733
79	8,81	1,087
79	9,29	1,146
80	9,93	1,225
80	8,77	1,082
81	7,01	0,865
81	8,5	1,048
81	7,81	0,963
82	9,13	1,126
82	8,49	1,047
83	9,87	1,217
83	7,28	0,898
84	4,6	0,567
85	9,33	1,151
85	11,03	1,360
85	6,49	0,800
86	9,14	1,127
87	10	1,233
87	12,45	1,536
87	8,7	1,073
88	12,41	1,531
88	7,86	0,969
89	10,77	1,328
89	18	2,220
89	10,67	1,316

90	14,07	1,735
91	16,47	2,031
91	21,04	2,595
91	8,59	1,059
92	25,66	3,165
93	16,32	2,013
94	24,37	3,006
96	22,49	2,774

97	14,1	1,739
97	14,19	1,750
100	16,48	2,033
104	14,23	1,755
106	14,07	1,735
106	14,15	1,745
108	12,01	1,481
109	12,69	1,565

Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů typ č. 1

$M_p [g/m^2]$	$T [sec]$	$M_v [g/m^2]$
161	5,61	1,384
177	13,38	3,300
177	9,03	2,227
178	5,87	1,448
179	5,99	1,478
181	9,99	2,464
182	6,77	1,670
183	14,03	3,461
185	8,37	2,065
185	8,04	1,983
186	11,62	2,866
187	10,09	2,489
188	12,75	3,145
189	9,69	2,390
189	6,48	1,598
190	9,84	2,427
192	7,99	1,971
200	8,26	2,037
200	11,3	2,787
200	7,22	1,781
201	15,53	3,831
202	8,94	2,205
202	7,13	1,759
203	12,14	2,995

Nezpevněné rouno z navážky 80 gramů, mykané ve stejném směru vláken při obou průchodech strojem, typ č. 2

$M_p [g/m^2]$	$T [sec]$	$M_v [g/m^2]$
125	6,58	1,108
134	7,24	1,219
134	7,51	1,264
135	9,01	1,517
136	8,04	1,353
137	8,12	1,367
142	8,88	1,495
143	9,29	1,564
144	9,65	1,624
144	9,02	1,518
145	8,7	1,465
146	12,59	2,119
147	10,41	1,752
148	11,88	2,000
148	9,63	1,621
149	11,17	1,880
150	7,62	1,283
150	13,61	2,291
151	10,13	1,705
151	10,08	1,697
154	10,14	1,707
154	9,43	1,587
155	9,83	1,655
155	11,03	1,857
156	12,58	2,118
156	11,69	1,968
156	14,49	2,439
158	10,99	1,850
162	10,25	1,725
162	11,63	1,958
163	11,62	1,956
164	8,69	1,463

Nezpevněné rouno z navážky 150 gramů

$M_P [g/m^2]$	$T [sec]$	$M_V [g/m^2]$
192	3,41	1,000
202	2,56	0,751
207	5,13	1,505
208	3,47	1,018
210	2,67	0,783
212	7,12	2,089
212	3,17	0,930
213	5,94	1,742
216	2,61	0,766
217	3,17	0,930
217	3,75	1,100
219	3,29	0,965
220	3,19	0,936
223	2,86	0,839
224	4,13	1,211
224	3,8	1,115
224	3,77	1,106
231	5,57	1,634
231	2,97	0,871
233	5,07	1,487
233	4,83	1,417
235	3,96	1,162
236	6,59	1,933
236	4,89	1,434
237	4,47	1,311
242	5,19	1,522
244	3,19	0,936
247	3,87	1,135
248	8,29	2,432
252	4,18	1,226

256	4,41	1,294
257	6,33	1,857
258	4,09	1,200
260	5,97	1,751
264	5,89	1,728
266	4,55	1,335
269	6,59	1,933
269	5,89	1,728
274	5,37	1,575
275	7,47	2,191
276	4,75	1,393
276	3,6	1,056
277	5,48	1,607
279	4,48	1,314
279	5,87	1,722
280	3,53	1,035
281	7,55	2,215
283	7,16	2,100
284	10,49	3,077
285	5,03	1,475
288	4,11	1,206
289	4,93	1,446
289	5,53	1,622
291	5,01	1,470
293	8,69	2,549
296	11	3,227
297	5,73	1,681
301	6,57	1,927
302	7,29	2,138
304	5,45	1,599

Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 2 mm

$M_P [g/m^2]$	$T [sec]$	$M_V [g/m^2]$
130	3,9	0,897
133	4,63	1,065
133	3,43	0,789
136	4,16	0,957
138	2,89	0,665
139	3,87	0,890
140	3,33	0,766
141	4,63	1,065
143	3,46	0,796
144	3,49	0,803
147	5,45	1,254
149	5,37	1,235
150	5,06	1,164
152	6,78	1,559
154	5,4	1,242
155	4,67	1,074
156	3,67	0,844
157	6,57	1,511
157	5,53	1,272
158	5,73	1,318
159	5,29	1,217
169	5,37	1,235
177	5,11	1,175
180	6,88	1,582
180	6,67	1,534
181	6,26	1,440
183	5,74	1,320
191	6,32	1,454
194	6,84	1,573
194	6,29	1,447
199	6,67	1,534
202	5,63	1,295
202	6,13	1,410
206	8,26	1,900

Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 5 mm

$M_P [g/m^2]$	$T [sec]$	$M_V [g/m^2]$
114	4,02	0,442
116	3,94	0,433
117	3,93	0,432
119	4,79	0,527
120	3,85	0,424
120	4,72	0,519
123	4,99	0,549
124	4,27	0,470
128	4,81	0,529
131	4,52	0,497
133	3,87	0,426
133	3,47	0,382
134	4,29	0,472
134	5,13	0,564
136	5,11	0,562
136	6,31	0,694
137	5,31	0,584
137	5,21	0,573
140	6,33	0,696
141	6,01	0,661
141	4,29	0,472
141	3,81	0,419
141	4,53	0,498
143	4,47	0,492
143	4,83	0,531
144	4,82	0,530
145	5,2	0,572
146	5,41	0,595
147	5,92	0,651
147	6,3	0,693
150	4,05	0,446
150	4,56	0,502
152	5,63	0,619
153	4,77	0,525
154	5,58	0,614
156	5,09	0,560
158	6,79	0,747
168	8,15	0,897
169	6,93	0,762

Vpichovaná textilie s hloubkou vpichu 8 mm

$M_P [g/m^2]$	$T [sec]$	$M_V [g/m^2]$
85	7,63	0,407
86	7,25	0,387
91	6,91	0,369
92	6,91	0,369
94	6,59	0,351
97	6,3	0,336
97	5,17	0,276
98	5,03	0,268
98	2,69	0,143
99	3,4	0,181
99	13,05	0,696
100	6,85	0,365
100	4,37	0,233
102	5,17	0,276
103	7,19	0,383
104	7,07	0,377
104	12,26	0,654
105	3,13	0,167
108	5,13	0,274
108	7,05	0,376
108	6,59	0,351
109	7,68	0,410
110	7,18	0,383
110	3,35	0,179
110	6,67	0,356
111	4,69	0,250
112	4,07	0,217
113	7,85	0,419
117	8,65	0,461
118	13,68	0,730
118	7,19	0,383
120	10,73	0,572
122	10,16	0,542
123	14,89	0,794