



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

**Fakulta textilní**

**PŘÍPRAVA HYDROFOBNIÍCH TERMICKY POJENÝCH  
NETKANÝCH TEXTILIÍ**

**Bakalářská práce**

*Studijní program:* B3107 Textil

*Studijní obor:* Textilní marketing

*Autor práce:* **David Matějka**

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

Liberec 2015



**TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC**

**Fakulty of Textile Engineering**

**PREPARATION OF THE TERMIC-JOINED HYDROPHOBIC  
NON-WOWEN TEXTILES**

**Barhelor thesis**

*Study programme:* B1307 Textil

*Study branch:* Textilní marketing

*Author:* **David Matějka**

*Supervisor:* Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.

Liberec 2015

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David Matějka**  
Osobní číslo: **T12000316**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní marketing**  
Název tématu: **Příprava hydrofobních termicky pojených netkaných textilií**  
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

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

1. Vypracujte rešerši k zadanému tématu, zaměřte se na problematiku výroby termicky pojených netkaných textilií s možnou hydrofobní úpravou.
2. Připravte sérii vzorků lišících se materiálovým složením. Na připravené materiály aplikujte hydrofobní úpravu za pomoci hydrofobních prášků.
3. Na připravených materiálech testujte jejich chování při styku s vodou. Zpracujte a vyhodnoťte získané výsledky.
4. Diskutujte výsledky a porovnejte je s poznatky z rešeršní části práce.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

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

Seznam odborné literatury:

1. Jirsák, O., Wadsworth, L.C. Nonwoven Textiles, Carolina Academic Press, Durham, NC 1999, ISBN 0-89089-978-8
2. RUSSELL, Edited by S.J. Handbook of nonwovens. Boca Raton, Fla. [etc.] : Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.**

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Konzultant bakalářské práce:

**Ing. Tomáš Kalous**

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Datum zadání bakalářské práce:


**16. října 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**14. května 2015**

  
Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



  
doc. Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 16. října 2014

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na moji 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 potřeby TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití; v takovém případě má TUL právo požadovat ode mne náhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do její skutečné výše.

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

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

Datum:

Podpis:

## ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá hydrofobními vlastnostmi termicky spojených textilií. Práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část.

V teoretické části jsou prezentovány technologie výroby netkaných textilií se zaměřením na termické pojení. Dále je zde popsána teorie smáčení textilií. Jako poslední jsou popsány vlastnosti a možnosti využití hydrofobních prášků Aerosil.

Experimentální část popisuje výrobu netkaných textilií a jejich následné testování. Dále jsou zde prezentovány výsledky práce a jejich vyhodnocení. Vyrobené materiály se lišily poměrem směsí a typy základních vláken, plošnou hmotností, typem hydrofobního prášku a jeho gramáž na m<sup>2</sup>. Pro testování vzorků byla použita destilovaná voda.

Klíčová slova: netkaná textilie, termické pojení, bikomponentní vlákna, smáčení, prodyšnost, Young – Dupré rovnice, hydrofobní prášky.

## ANNOTATION

This bachelor's thesis concerns the hydrophobic characteristics of thermic-joined textiles. The thesis is split into theoretical and experimental part.

There are presented a production technologies of the non-woven textiles with a view to the thermic-joining in the theoretical part of the theses. Also the theory of textiles dipping is mentioned. In the end you can find the description of characteristic and potential of utilization of hydrophobic powder Aerosil.

The experimental part of the theses describes a production of non-woven textiles and their consequential testing. Furthermore there are presented a results of the theses and their evaluation in this part of theses. Materials, which had been made were differend in a rate of mixtures and in types of basic threads, in square weight, in type of hydrophobic powder and it's weight for m<sup>2</sup>. Destilated water was used for the sample's testing.

Key words: non-woven textiles, thermic-joining, bi-component threads, dipping, air permeability, Young- Dupré equation, hydrophobic powders.

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi během zpracování této bakalářské práce pomáhali a byli mi oporou. První poděkování patří vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. Děkuji za jeho ochotu, trpělivost a čas, který mi věnoval. Dále děkuji zaměstnancům Katedry hodnocení textilií (KHT) a zaměstnancům Katedry netkaných textilií a nanovlákných materiálů.

Důležité pro mne bylo i zázemí, a proto velké díky patří i mé rodině.

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1.1 Technologie výroby .....	10
1.1.1 Netkaná textilie .....	10
1.1.2 Rozdělení netkaných textilií podle technologie výroby .....	11
1.1.3 Rozdělení netkaných textilií podle použití .....	11
1.1.4 Příprava vláknenné pavučiny .....	12
1.1.5 Technologie vpichování .....	14
1.1.6 Termické způsoby zpevňování vláknenných vrstev .....	16
1.1.7 Pojení kalandrem .....	19
1.2 Vláknenný materiál .....	22
1.2.1 Syntetická vlákna .....	22
1.2.2 Polyesterová vlákna .....	22
1.2.3 Bikomponentní pojivá vlákna .....	24
1.3 Teorie smáčení .....	27
1.3.1 Smáčení .....	28
1.3.2 Povrchové napětí .....	28
1.3.3 Young – Dupte rovnice .....	28
1.3.4 Kontaktní úhel .....	29
1.3.5 Měření smáčení a kapalinové absorpce .....	30
1.4 Viskozita .....	31
1.4.1 Měření viskozity .....	32



1.5 Prodyšnost .....	33
1.5.1 Měření prodyšnosti .....	33
1.6 Aerosil .....	34
1.7 Možnosti využití vyrobené textilie .....	35
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	35
2.1 Parametry použitého materiálu a vzorků .....	35
2.1.1 Vláknový materiál .....	36
2.1.2 Jemnost, poměry vláken, plošná hmotnost vzorků .....	36
2.1.3 Druhy a plošná hmotnost hydrofobních prášků .....	36
2.2 Postup výroby vzorků .....	37
2.2.1 Vážení a směsování vláknového materiálu .....	38
2.2.2 Mykání .....	38
2.2.3 Předvpichování .....	38
2.2.4 Stříhání vzorků a aplikace hydrofobních prášků .....	39
2.2.5 Lisování a termické pojení .....	39
2.3 Měření .....	39
2.3.1 Pomůcky pro měření .....	39
2.3.2 Postup měření .....	40
2.3.3 Zápisy výsledků měření .....	41
2.4 Vyhodnocení .....	42
ZÁVĚR .....	50
LITERATURA .....	51

## ÚVOD

Netkané textilie jsou součástí našeho každodenního života. Obklopují nás v domácnosti, na veřejnosti, v automobilech, ve zdravotnictví a dokonce i v přírodě.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na netkané textilie pro technické využití ve stavebnictví. Na těchto textilích byla zkoumána jejich smáčivost a prodyšnost. Práce je rozdělena na dvě části.

Teoretická část vysvětluje pojmy týkající se tématu této práce, použitých technologií a materiálů. Kapitola 1.1 popisuje technologie výroby a zpevnění vlákenné vrstvy. Použitá technologie výroby a následná fixace vlákenné vrstvy je zásadní, protože tím předdefinujeme hlavní vlastnosti vyráběné textilie. V kapitole 1.2 následuje charakteristika základního a pojivého materiálu vhodného k termickému pojení. Dále v kapitole 1.3 je představena teorie smáčení a měření prodyšnosti textilií. Smáčení vlákenných útvarů je ovlivněno i viskozitou kapaliny, proto je zde zařazena kapitola 1.4, která objasní pojem viskozita a metody jejího měření. Možnosti využití takto vyrobené netkané textilie nalezneme v kapitole 1.7.

Druhá část, je část experimentální. Experimentální část začíná kapitolou 2.1, kde jsou představeny parametry použitých materiálů a vzorků. Následuje postup výroby, který byl popsán v kapitole 2.2. Kapitola 2.3 objasní metodu měření smáčecích vlastností textilie. V kapitole 2.3 nalezneme proces měření prodyšnosti textilie. Na závěr v kapitole 2.4 budou vyhodnoceny výsledky experimentů.

Cílem této práce bylo najít a posoudit vhodné parametry vzorku. Posuzovalo se vhodné materiálové složení a vliv gramáže hydrofobního prášku Aerosil. Jinými slovy, hledal se vzorek, který by odpuzoval vlhkost a zároveň byl prodyšný.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

V teoretické části byla popsána technologie výroby netkaných textilií se zaměřením na mechanickou technologii výroby vláknenné vrstvy – mykání. Na mechanickou technologii zpevňování vláknenné vrstvy – vpichování. A na termické technologie zpevňování vláknenné vrstvy, zvláště kalandrování. Dále byl představen použitý vláknenný materiál. Část této bakalářské práce se bude zabírat teorií smáčení a prodyšností. Následuje kapitola popisující viskozitu. V závěru této práce bylo popsáno možné využití testované netkané textilie.

## 1.1 Technologie výroby

Tato kapitola bude obsahovat objasnění pojmu netkaná textilie a bude zde uvedeno její základní rozdělení. Následně zde byla popsána mechanická technologie přípravy vláknenné vrstvy a její následné mechanické a termické pojení.

### 1.1.1 Netkaná textilie

Definice pro netkanou textilií zní, že netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených kohezí nebo adhezí mimo papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním.

Takto vzniklé netkané textilie je možno i povrstvovat a vzájemně vrstvit, čímž získáme buď vrstvené textilie, tzn. textilie vzniklé vrstvením alespoň jedné vláknenné vrstvy s jiným plošným textilním či netextilním útvarem. Vrstvy mohou být vzájemně mechanicky provázány nebo spojeny adhezivou. Nebo jednovrstvé netkané textilie, popsané viz. kapitola 1.1.2 [1]

## 1.1.2 Rozdělení netkaných textilií podle technologie výroby

Výroba vláknenné vrstvy

- Mokrú cestu
- Suchú cestu:
  - Mechanicky (vlákna orientovaná podélně, příčně a kolmo)
  - Aerodynamicky (nahodile orientovaná vlákna)
  - Přímou z polymeru ( spunbond, meltblown, elektrostatické zvlákňování )

Zpevnění vláknenné vrstvy

- Mechanicky:
  - Vpichování, spunlace, proplétání
- Chemicky:
  - Impregnací, pěnou, postřikem
- Termicky:
  - Teplovzdušně, kalandrem

## 1.1.3 Rozdělení netkaných textilií podle použití

Netkané textilie lze použít jako různé aplikace v mnoha oborech. Používají se například jako obalové textilie, geotextilie, bytové textilie, čisticí textilie, různé výplňkové materiály, vzduchové a kapalinové filtry, obuvnické textilie, zdravotnický materiál a textilie, elektro a brusné materiály, agrotexilie, oděvní textilie a také v automobilovém odvětví.

Výše popsané možnosti jsou odvětví, kde můžeme netkané textilie najít. Ale obory, které by se dnes už bez netkaných textilií neobešly jsou stavebnictví,

zdravotnictví, hygiena, automobilový průmysl, filtrace, zemědělství a také oblast, která vyrábí součásti interiérů domů.

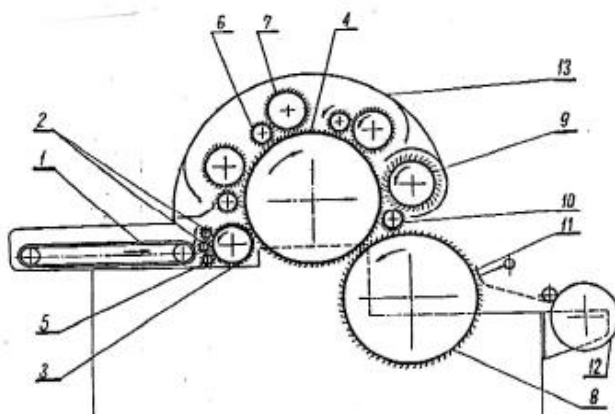
### 1.1.4 Příprava vlákně pavučiny

V této části bylo popsáno, jak mechanickým způsobem probíhá příprava vlákněných vrstev. Mechanické procesy spočívají v tvoření vlákněných pavučin a jejich vrstvení.

K přípravě vlákně pavučiny se využívá mykacích strojů nebo mykacích zařízení vyvinutých speciálně pro výrobu netkaných textilií.

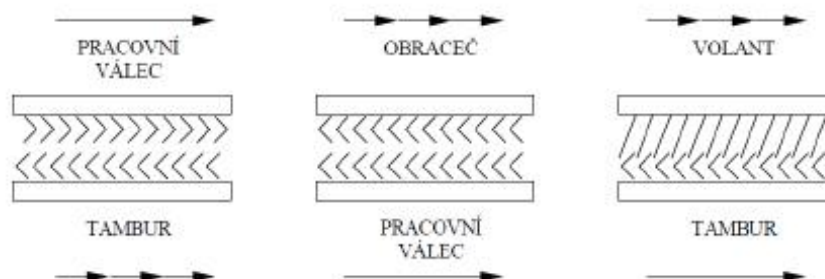
Zpravidla jsou využívány klasické mykací stroje válcové (vlnářské) nebo víčkové (bavlnářské). Častější využití pro netkané textilie je u vlnářských strojů, protože mají větší pracovní šíři a vyšší výkon. Řez válcového mykacího stroje je zobrazen na obrázku 1.

Válcový mykací stroj se skládá ze soustavy válců opatřených drátkovými nebo pilkovými pracovními povlaky. Drátky nebo hroty pilkových povlaků jsou na válcích ve vzájemném mykacím postavení (tambur – pracovní válec), na snímání (obraceč – pracovní válec) a povytažení (volant – tambur) viz obrázek 2 [1]



Obr. 1 Schéma válcového mykacího stroje: 1 – podávací pás, 2 – podávací ústrojí, 3 – přenosový válec, 4 – tambur, 5 – kryt, 6 – obraceč, 7 – pracovní válec, 8 –

snímací válec, 9 – volant, 10 – volantový snímač, 11 – sčesávací pilka, 12 – navíjecí válec, 13 – kryt mykacího stroje [4].



Obr. 2 Vzájemné postavení pracovních potahů mykacího stroje včetně vyznačení rychlostí [1].

Drátkové pracovní povlaky se vzájemně odlišují typem a tloušťkou drátků, jejich tvarem a počtem na jednotku plochy potahu. Pilkové povlaky se využívají ve stále větší míře pro svou vyšší životnost.

Účinek mykacího procesu je tím vyšší, čím je větší počet pracovních drátů nebo hrotů na pracovní plochu. Čím je větší rozdíl obvodových rychlostí tamburu a pracovních válců a čím těsnější je sesazení pracovních povrchů, o to více se proces stává výkonnější. Účinek je závislý i na typu povrchové úpravy vláken, na tvaru pracovních hrotů a řadě dalších okolností. Mykací zařízení se většinou sestavují a seřizují tak, aby účinek ve směru zpracování vzrůstal. To znamená, že mezery mezi povrchy jsou čím dále menší a pracovní hroty jemnější a hustší.

Jemnost mykacích povlaků souvisí zejména s jemností zpracovaných vláken. Zpracování jemných vláken hrubšími povlaky zapříčiní tvorbu nopků v pavučině. Naopak hrubá vlákna způsobují rychlejší poškození jemných povlaků.

Základem funkce klasického válcového mykacího stroje je postupné ojednocování vláken a jejich uspořádání převážně ve směru vystupující pavučiny. Takové uspořádání vláken je nazýváno anizotropické. Důsledkem tohoto uspořádání

jsou rozdílné vlastnosti pavučiny a vlákenné vrstvy vzniklé jejím vrstvením v různých směrech [1].

Současné mykací stroje pracují v pracovních šířích od 1500 mm do 3500 mm. Rychlost mykání se pohybuje kolem 20 – 55 m.min<sup>-1</sup>. Tambury dosahují průměrů 850 – 1500 mm [5].

### **1.1.5 Technologie vpichování**

Zde bude popsán jeden z nejdůležitějších mechanických způsobů zpeňování vlákenných vrstev.

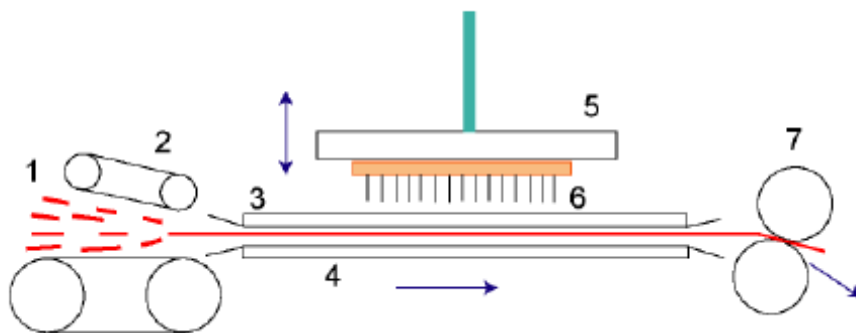
Vpichování je jedním z nejstarších a dosud nejrozšířenějším způsobem zpeňování vlákenných vrstev. Byl vyvinut už v minulém století jako náhrada plstění.

Podstata vpichování je v provazování vlákenné vrstvy svazky vláken, vzniklými změnou orientace části vláken za účinku průniku vpichovací jehly s ostny. Při procesu vpichování dochází také k podstatné redukci tloušťky vlákenné vrstvy, ke změnám délky a šířky útvaru a k výrazné přorientaci všech vláken.

Princip vpichování je zobrazen na obrázku 3. Vlákenná vrstva se přivádí vstupním zařízením mezi dva perforované rošty. Následně otvory v roštech periodicky pronikají vpichovací jehly umístěné v jehelné desce. Ostny jehel zachytávají skupiny vláken, přeorientoávají je kolmo k desce a protahují je vrstvou vláken. Vrstva je posunována odtahovými válci po spodním roštu, tzv. opěrném. Při vratném pohybu soustavy jehel zabezpečí vrchní, tzv. sběrací rošt, vysunutí jehel z vlákenné vrstvy [1].

Míra zpevnění vlákenné vrstvy vpichem souvisí mimo jiné s počtem vpichů na jednotku plochy vrstvy. Proto produkce stroje je tedy závislá na počtu jehel v jehelné desce a dosažitelné frekvence jehelné soustavy.

Přiváděcí zařízení je tvořeno buď dvojicí válců, dvojicí šikmých pásů nebo z vibrujícího roštu.



Obr. 3 Schéma vpichovacího stroje: 1 – vlákenná vrstva, 2 – vstupní ústrojí, 3 – sběrací rošt, 4 – opěrný koš, 5 – jehelná deska, 6 – vpichovací jehla, 7 – odtahové zařízení [6].

Pracovní část jehly má většinou průřez rovnostranného trojúhelníku. Na jedné, dvou, většinou však na všech třech hranách jsou vpichovací ostny.

Základní parametry procesu vpichování jsou:

- a) Počet vpichů na jednotku plochy textilie

$$V_p = afp / v \quad (1)$$

kde  $V_p$  – počet vpichů na  $m^2$ ,  $a$  – celkový počet jehel na 1 m vpichovací desky (ve všech řadách dohromady),  $f$  – frekvence desky ( $s^{-1}$ ),  $p$  – počet průchodů textilie strojem,  $v$  – rychlost odvádění textilie ( $m \cdot s^{-1}$ ).

- b) Hloubka vpichu

Je vzdálenost špičky jehly od pracovní plochy opěrného roštu v dolní úvrti pohybu jehel.

- c) Typ a způsob rozmístnění vpichovacích jehel

- d) Tahové vlastnosti, délka, jemnost a povrchové vlastnosti vláken, souvisí s typem a koncentrací preparace



Soudržnost vpichovaných textilií spočívá na tření mezi vlákny. Při deformaci textilie se vlákna přeorientovávají ve směru působící síly. Přitom se zvětšují jejich vzájemné třecí plochy a současně síla, kterou jsou k sobě přitlačovány. Vyplývá z toho typická tahová křivka vpichovaných textilií, vyznačující se nízkým počátečním modulem a poměrně vysokou trvalou deformací.

Technologií vpichování se vyrábí široký sortiment výrobků, jako geotextilie, papírenské odvodňovací plstěnce, základ pro výrobu syntetických ušní, filtrační vložky, dekorační materiály, oděvní a obuvnické vložkové materiály, podlahové krytiny a podobně. Typické plošné hmotnosti vpichovaných textilií se pohybují v mezích 100 – 2000 g.m<sup>2</sup> [1].

Technologie vpichování má v dnešní výrobě široký výběr parametrů. Například vpichovací šíře jsou v rozmezích od 2000 mm do 10000 mm. Frekvence vpichů může dosahovat až 1200 úderů za minutu. Na délku jednoho metru je možno mít 4000 až 7000 jehel. Mnoho dalších možností a parametrů nalezneme u vpichovací jehly a desky [7].

### **1.1.6 Termické způsoby zpevnování vlákněných vrstev**

V této kapitole bude popsán způsob zpevnování vlákněných vrstev pojivy formou pevných polymerů nebo kopolymerů.

Proces se stává z :

- Nanesení pojiva na pavučinu nebo vlákněnou vrstvu (prášek, pasta) nebo vrstvení vlákněné vrstvy s plošným pojivým útvarem (mřížka, folie), případně příprava vlákněné vrstvy směsí základních a pojivých vláken (nižším bodem tání nebo pomocí bikomponentních vláken).
- Tavení pojiva zvýšením teploty vrstvy.
- Formování pojivých míst.
- Zpevnění pojiva tlakem a ochlazením.

Jak je patrné z výše uvedeného, využívá se pojivých polymerů v různé formě:

- Prášky mají rozměry zrn obvykle 0,1 – 0,5 mm, připravující se nejčastěji mechanickým drcením granulátu ve speciálních mlýnech při teplotě pod  $T_g$ .
- Vlákna a bikomponentní pojivá vlákna se připravují zvláknováním.
- Folie se připravují kalandrováním nebo vytlačováním taveniny pomocí trysek tvaru mezikruží.
- Mřížky se vyrábějí zvláknováním pomocí speciálních zvláknovacích trysek, nebo prořezáním fólií a jejich následným roztažením do tvaru mřížky.

Z chemického hlediska se používají pojiva typů:

- Nízkotajících homopolymerů (polypropylen, polyamid)
- Kopolymerů (kopolyestery s teplotami tání mezi 110 – 260°C, kopolyamidy s teplotami tání mezi 110 – 200°C, polyvinilacetát, polvinylchlorid, ethylen – vinilacetát apod.).

Volba typu polymeru nebo kopolymeru je řízena požadavky na tepelnou a chemickou odolnost výrobků a na požadavky zpevnění, která je dána zejména adhezí pojiva k základním vláknům.

Obecně platí, že adheze mezi různými polymery je tím vyšší, čím jsou tyto polymery chemicky podobnější. Na pojení polyesterových vláken jsou proto výhodnější kopolyestery. Kopolyamidy mají dobrou adhezi pro většinu základních vláken díky přítomnosti polárních skupin. Ke zpevnění výrobků, které nejsou určeny k chemickému čištění či praní (stavební a průmyslové materiály), se obvykle používá levnější polypropylen.

Nejčastěji využívanou formou pojiva jsou nížetající monokomponentní nebo bikomponentní vlákna. Tato vlákna, hlavně pro technologii teplovzdušného pojení, musí mít určité specifické vlastnosti:

- a) Vhodnou teplotu tání vůči tepelné odolnosti základních vláken a vůči požadavkům na tepelnou odolnost výrobků

- b) Odolnost vůči tepelné a tepelně-oxidační degradaci při teplotě pojení
- c) Nízkou srážlivost za tepla. Vysoká srážlivost vede k zužování výrobku a vznikají nerovnoměrnosti
- d) Nízká viskozita taveniny je zajištěna volbou polymeru s nižší molekulovou hmotností a vyšším indexem toku. Vysoká viskozita zabraňuje přeformování taveniny do pojících míst
- e) Dobrou adhezi k základním vláknům
- f) Nízký a vhodný obsah povrchové preparace. Preparace obecně snižuje adhezi a její odpařování znečišťuje ovzduší

Tyto premisy platí přiměřeně i pro základní vlákna; hlavně co se týče tepelné odolnosti, srážlivosti a obsahu preparace. Míra znečištění povrchu může omezovat zpracovatelnost zejména u sekundárních vlákenných surovin [1].

#### Způsoby nanášení pojiv na vlákenné vrstvy – pojivá vlákna

Pojivá vlákna se mísí se základními vlákny v mísicích komorách, mykacích čechradlech a mykacích strojích. Přitom je nutno docílit vysokého stupně ojednocení základních a pojivých vláken za současného vzájemného promísení. Podobně jako je to při zpracování směsí vláken v mykacích přádelnách (viz přádelnictví). Pokud by tomu tak nebylo a ve vlákenné vrstvě zůstaly celé svazky vláken, došlo by k nižšímu využití pojiva a zpevnění textilie, ke zhoršení omaku výrobku. Tato operace je poměrně nákladná a spolu s cenou pojiv představuje nevýhodu v pojení termoplasty. Dostatečného ojednocení a promísení surovin se obvykle dosahuje zdvojením mykacích strojů, mezi nimiž je materiál transportován příčným kladečem.

#### Výhody a nevýhody pojení termoplasty

Mezi výhody pojení termoplasty patří ve srovnání s pojením

- Hygienická nezávadnost výrobků
- Ekologicky nižší závadnost výroby

- Jednodušší strojní zařízení
- Vyšší rychlost ohřevu – rychlost produkce
- Nižší spotřeba energií

Nevýhody jsou

- Ušlechtilější a dražší forma pojiv
- Vyšší náročnost mísení vláken s pojivem
- Nižší plocha styku vlákno – pojivo a větší problémy se stabilitou výrobku v průběhu údržby
- Snížení produkce výrobního zařízení – rounotvornotvorným zařízením prochází i pojivo ve formě vláken [1].

Některé další výhody termického pojení: Výrobky jsou relativně měkké a více připomínají textílii, toto záleží na složení směsi a na místě spoje. Je možno rovnoměrně pojit vysoko objemné výrobky po celé jejich tloušťce. Může být dosaženo 100% využití vláknenných komponentů [1].

### **1.1.7 Pojení kalandrem**

V průběhu zpevňování kalandrem prochází vláknenná vrstva s pojivem štěrbinou mezi dvojicí válců, z nichž jeden nebo oba jsou vyhřívány. Mezi válci dochází ke stlačení vrstvy a k jejímu zahřátí na požadovanou teplotu, kdy pojivo taje nebo je ve viskoelastickém stavu, což znamená deformovatelné za působení vnější síly. Vlivem tlaku dochází k formování pojiva do tvaru pojicích míst. Následné ochlazení způsobí zpevnění pojiva a tím i celé vláknenné vrstvy.

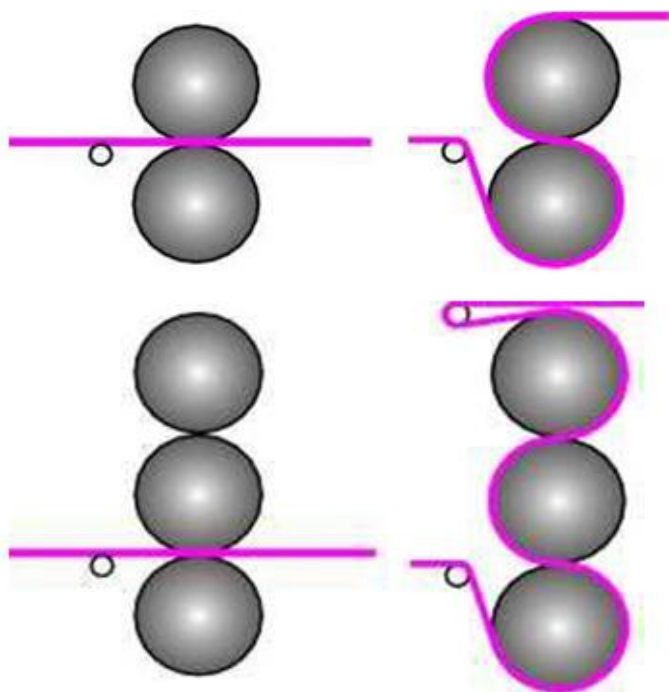
Kalandry jsou u výrob netkaných textilií nejčastěji dvouválcové s ocelovými válci o průměrech 150 – 300 mm. Válce jsou vyrobeny z tlustostěnných trubek z vysoce pevnostní a homogenní oceli, tím je zajištěn rovnoměrný rozvod tepla po celém povrchu válce a odolnost proti průhybu vlivem vloženého zatížení.

Kalandrové válce jsou vytápěny obvykle olejem, teplou vodou nebo jiným kapalným médiem uzavřeným či cirkulujícím uvnitř válce. Ohřev probíhá obvykle elektricky, parou nebo případně i jiným způsobem.

Pojiva bývají nejčastěji formou prášku naneseného na vrstvu, nebo pojivých vláken přimíchaných k základním vláknům. Dále to jsou folie nebo mřížky vložené mezi dvě vrstvy základních vláken.

Výrobní rychlost kalandrů je omezena malou plochou styku vlákenné vrstvy s válci a tloušťkou vlákenné vrstvy. Obvykle jsou pojeny vrstvy o plošných hmotnostech 10 – 100 g.m<sup>2</sup>. V případě pojení těžších vrstev je nutné použití kalandrů s přehřívacím infračerveným nebo horkovzdušným zařízením, popřípadě víceválcových kalandrů. Takové zařízení umožní pojení vrstev o plošných hmotnostech 1,5 – 3,0 kg.m<sup>2</sup>.

Typy válců jsou s hladkým nebo rastovaným povrchem. Mezi hladkými válci je vlákenná vrstva propojena v celé ploše, zatímco rastované válce pojí v místech požadovaných tvarů a rozměrů [1].

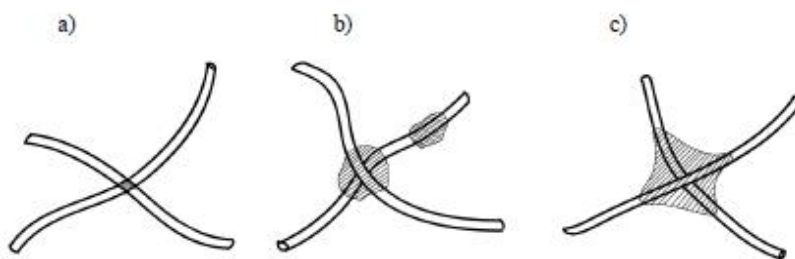


Obr. 4 Příklady vedení textilie [9].

Základní parametry procesu pojení kalandrem jsou:

- Typ a koncentrace pojiva
- Teplota
- Tlak
- Rychlost prostupu vlákenné vrstvy
- Plošná hmotnost vlákenné vrstvy

V závislosti na uvedených veličinách, dohází k roztékání pojiva a tvorbě spojů mezi základními vlákny. Vzniká obecně aglomerační struktura (obrázek 5) s různými stupni spojitosti částic pojiva.



*Obr. 5 Pojení termoplastickými vlákny – aglomerační struktura  
a) bikomponentními vlákny, b) monokomponentními vlákny, c) pojení za tlaku [1].*

Výrobky se vyznačují nízkou objemností a vysokou smykovou tuhostí, jejich vlastnosti se blíží papíru. Diskrétní rozmístnění pojiva v ploše formou pojících míst ponechává také plochy s volnými, neukotvenými a snadno pohyblivými úseky základních vláken. Toto vede ke zvýšení splývavosti, ohebnosti, pevnosti, prodyšnosti a ke zlepšení omaku.

Typickými výrobky pojenými kalandrem jsou textilie pro nemocnice, hygienické zboží, filtry, čistící textilie, různé typy textilií vyrobené pod tryskou atd. [1].

Kalandry umožní dosažení vysokých výrobních rychlostí až 1000 m.min<sup>-1</sup>, teplot až 250 °C a přítlaku více než 300 N.mm<sup>-1</sup>. Povrchy jsou hladké, rastované nebo embosované. Pracovní šířky mohou být až 6 m.

Z důvodu zachování rovnoměrného tlaku v celé šíři, teplot bez kolísání (nejlépe 1°C) a zajištění rovnoměrného přítlaku, byly vyvinuty tyto druhy kalandrů: 1. bombírováním jednoho z válců, 2. vyosením válců, 3. kompenzace tlaku pomocí kapalinové výplně.

Zájem opojení pomocí kalandru zvýšil i možnosti výběru samotného zařízení. Každý výrobce nabízí několik typů válců, a jejich možné kombinace sestavení viz obrázek 4. Dále široký výběr typů povrchů pro konkrétní použití s ohledem nefinální výrobek [9].

## **1.2 Vlákenný materiál**

Tato kapitola se bude zabývat vlákenným materiálem vhodným pro termické pojení. V úvodu budou uvedeny vlastnosti a složení polyesterových vláken. Dále budou vysvětleny pojmy bikomponentních vláken. U těchto vláken budou detailněji představeny jejich příčné průřezy bok po boku a jádro – plášť, které jsou pro termické technologie nejvíce využívány.

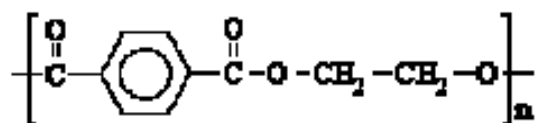
### **1.2.1 Syntetická vlákna**

U produkcí netkaných textilií vedou syntetická vlákna. Představují více než 90% z celkové produkce. Syntetická vlákna patří do 3 tříd: vlákna vyrobená z přírodních polymerů, ze syntetických polymerů a z organických polymerů. Světově nejpoužívanější vlákna pro produkci netkaných textilií jsou: polypropylen 63%, polyester 23%, viskózové hedvábí 8%, akryl 2%, polyamid 1,5%, a ostatní speciální vlákna jsou na 3% [8].

### **1.2.2 Polyesterová vlákna**

Polyesterová vlákna představují nejpoužívanější typ syntetických nebo umělých vláken. Vlákna jsou velmi univerzální a jsou používána pro výrobu různých oděvů,

textilie pro domácnost a průmyslové aplikace. Polyesterová vlákna vyrobená zvláknováním z taveniny, jsou na bázi kondenzačních polymerů, vyrobených z kyseliny tereftalové a dvojsytného alkoholu. Nejvíce využívaný polymer je polyetylentereftalát, vzorec na obrázku 6. Tvoří ho kyseliny tereftalové a ethylenglykolu. Z komerčního hlediska jsou využívány polyesterová vlákna na bázi kyseliny tereftalové a 1,4 – cyklohexandimethanolu a 1.3 – dihydroxypropanu [10].



Obr. 6 Chemický vzorec polyetylentereftalátu [11].

Kopolymerizace mají různé varianty, buď ve složce dvojsytných kyselin nebo složce dvojsytného alkoholu nebo s p – hydroxybenzoovou kyselinou se většinou používají k výrobě vláken se speciálními kombinacemi fyzikálních vlastností. Mezimolekulární třecí síly u polyesterových vláken jsou poměrně slabé a jejich dobré vláknotvorné vlastnosti vznikají především z důvodu tuhosti vlastních řetězců vyplývajících z částečně aromatické struktury. Alifatické polyestery tvořené z kyseliny adipiové a ethylen glykolu, mají nízký bod tání (pod 100°C) a nemají adekvátní mechanické vlastnosti. Naopak polyesterová vlákna, která mají složku dvojsytného alkoholu alespoň částečně aromatickou, jsou v popředí zájmu z pohledu jejich vysoké pevnosti a tuhosti. Tyto aromatické polyesterové polymery jsou schopné tvořit kapalné krystalické domény a vlastnosti příslušných vláken se zobrazují v jejich velmi řízené a orientované struktuře.

Polyesterová vlákna mohou být vysoce tažná, proto se využívají k výrobě plně orientované a vysoce krystalické struktuře. Vznik vláken s různou kombinací fyzikálních vlastností je dosaženo tak, že stupeň orientace se pohybuje v širokém rozmezí. Typické důležité hodnoty vlastností polyesterových vláken jsou ukázány v tabulce 1. Vlastnosti nízké sorpce vlhkosti polyesterových vláken jsou díky nedostatku sorpčních míst a pevné struktuře polymeru s omezenou pohyblivostí řetězce



a jeho přístupností. I přes tyto vlastnosti jsou polyesterová vlákna používána pro kapalinové savosti. Toto je dáno tím, že je možné vyrobit malopřůměrová (jemná) vlákna nebo vlákna s nepravidelným, nekruhovým tvarem příčného průřezu. Tyto průřezy vláken tvoří účinné mezivláknenné kapiláry ve vlákenné síti, které způsobují vysokou savost kapalin [10].

	65% RH	Za vlhka
Pevnost při přetrhu (gpd)	3,5 – 7	3,5 – 7
Prodloužení při přetrhu (%)	15 – 40	15 – 40
Modul pružnosti (gpd)	85 – 90	85 – 90
Měrná hmotnost (kg.m <sup>3</sup> )	1380	

*Tab. 1 Hodnoty vlastností polyesterových vláken [10].*

Mezi hlavní vlastnosti polyesterových vláken patří výborná schopnost zotavení, vysoká pružnost a objemnost, dobrá odolnost vůči chemikáliím včetně dlouhodobého účinku s výjimkou silných kyselin a zásad. Nevýhoda u těchto vláken je náročnější barvení a také žmolkování. Teplota tání je na 256°C, tepelná odolnost výrobku 180 – 200°C [1].

### **1.2.3 Bikomponentní pojivá vlákna**

Bikomponentní (bico) vlákna a filamenty se skládají z nejméně dvou rozdílných polymerních složek. Jedno z nejstarších komerčně používaných vláken je vlákno typu bok po boku, nazývané Cantrece vyvinuté firmou Dupont v polovině šedesátých let. Po té následovalo vlákno Monvel od firmy Monsanto. Toto vlákno bylo samoobloučkovací bikomponentní, používané v punčochovém průmyslu během sedmdesátých let. Ale ani jedno z těchto vláken nebylo komerčně úspěšné, protože měly složité a nákladné výrobní procesy. Později v roce 1986 bylo vyvinuto komerčně úspěšné bikomponentní spřádací zařízení od firmy Neumag, což je výrobce strojů pro syntetická vlákna. Využívání bikomponentních vláken se dramaticky zvýšilo počátkem devadesátých let.

Důvod byl, částečná nouze o stejnoměrné pojení v celé tloušťce netkaných textilií, které při své velké plošné hmotnosti nebylo možno pojít chemicky. Poslední dobou je trh bikomponentních vláken výrazně rozvíjen Japonskem a Koreou. V celosvětovém měřítku je jejich podíl ve výrobě bikomponentních vláken odhadován na 91 miliónů kilogramů za rok. Mezi nejčastější kombinace polymerů v bikomponentních vláknech jsou: PES jádro ( $T_m$  250 až 256°C) a coPES obal ( $T_m$  110 až 220°C); PES jádro ( $T_m$  250 až 256°C) a PE obal ( $T_m$  130°C); PP jádro ( $T_m$  175°C) a PE obal ( $T_m$  130°C).

Bikomponentní vlákna jsou důležitá v procesech výroby pavučin, které jsou následně termicky pojeny [8].

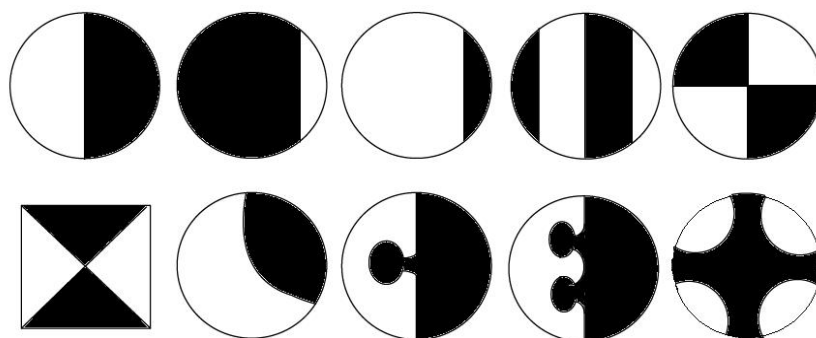
#### Klasifikace bikomponentních vláken

Bikomponentní vlákna jsou obvykle klasifikována dle průřezu, jako bok po boku, jádro – plášť, ostrovy v moři, nebo segmentový koláč. Pro termické pojení jsou relevantní typy bok po boku a jádro – plášť [8].

#### Bok po boku

Dvě složky těchto bikomponentních vláken jsou děleny dle jejich dílů v průřezu na dvě a více oblastí (obrázek 7). Tyto složky musí mít dobrou přilnavost, jinak se budou vytvářet dvě vlákna rozdílných složení. Dnes existuje několik způsobů výroby bikomponentních vláken typu bok po boku.

Geometrické uspořádání bikomponentních vláken typu bok po boku je asymetrické, což umožňuje dosáhnout dodatečného trojrozměrného obloučkování v průběhu termického pojení, díky rozdílu termického srážení těchto dvou složek. Tato skrytá obloučkování vedou ke zvýšení objemové stálosti a na omak měkčí textilií. Vlastnosti obloučkování stanovujeme dle faktorů, jako jsou vlastnosti polymeru, hmotnostního poměru dvou polymerů a strukturou pavučiny, která může být různá dle způsobu její tvorby. Při použití rozdílně termicky srážlivých vláken může nastat zvýšení úrovně obloučkování z 15% na 30% a zvýšení počtu obloučků na centimetr z 6,5 až na více než 22 [8].



Obr. 7 Příčné průřezy bikomponentních vláken typu bok po boku [12].

### Jádro - plášť

Pro bikomponentní vlákna typu jádro-plášť platí, že se skládají z jádra, které je zcela obklopeno další složkou – pláštěm. Uspořádání jádra bývá excentrické nebo koncentrické, typ uspořádání záleží na požadovaných vlastnostech výsledné textilie. Pokud je požadována vysoká pevnost textilie, je vybrána koncentrická forma vlákna. Proti tomu pokud je požadován objem, je použita excentrická forma. Přilnavost u vláken jádro-plášť není vždy nutná pro celistvost vláken. Členité rozhraní mezi jádrem a pláštěm poskytuje sevření, které dostatečně nahrazuje přilnavost ve vlákně (obrázek 8). Jedna z největších výhod vláken jádro-plášť je schopnost vytvářet povrch s požadovaným leskem, afinitou k barvivu a zpracovatelskými vlastnostmi. Zpracovatelské vlastnosti zaručuje jádro, kde převládají tahové vlastnosti. Struktury typu jádro-plášť poskytují také optimalizaci finančních nákladů, díky technologii a vzájemným poměrům dvou polymerních složek. Komerčně se používají typické poměry polymerních komponent 50 : 50 nebo 30 : 70, ale v některých případech je použit i poměr 10 : 90.

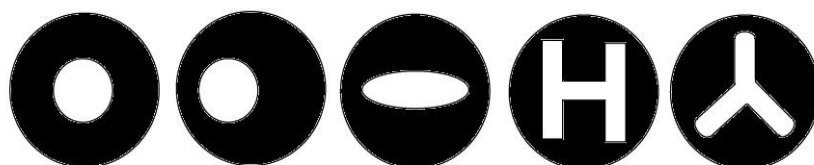
První průmyslově využívaná bikomponentní vlákna byla typů coPET/PET nebo PE/PP u hygienických výrobků jako je vícevrstvá vata, čistící textilie, zdravotnické tampony a filtry. Rozdíly v teplotách tání jádra-plášť PE/PP je okolo 40°C, u coPET/PET taje obal při 100 – 110°C, zatímco jádro při 250 – 256°C. Směsové poměry bikomponentních vláken 10 – 50%, toto záleží na aplikaci a parametrech procesu.

Bikomponentní vlákna typu coPET/PET mohou tvořit silné primární vazby samy mezi sebou, proto jsou využívány v rámci struktur se základními vlákny. Zde

závisí na typu základních vláken. Je také možno upravit vlákna tak, že mezi bikomponentními vlákny a základními jsou tvořeny sekundární vazby. Jako příklad jsou vlákna PE/PET vyráběné firmou Trevia. Velký rozdíl teplot tání vláken PE/PET (obal PE 125 – 135°C, jádro PET 250 – 256°C) přináší řadu výhod bikomponentních vláken pro termické pojení netkaných textilií. Jako výhodou je například veliký rozsah pojících teplot, které mohou být snášeny, dokud není jádro ovlivněno teplotou. Ale i k tomuto může nechtěně dojít během procesu pojení. Na rozdíl od dalších kombinací jádro-plášť, zde jádro zůstává stabilní při mechanickém namáhání až do vysokých teplot, kdy plášť roztaje, což usnadňuje výrobu vysoce kvalitních netkaných textilií.

Vhodným výběrem polymerního složení a geometrického průřezu vláken, je možné konstruovat struktury bikomponentních vláken s ekonomickou funkční efektivitou.

Nejvýznamnější producenti bikomponentních vláken a technologií v průmyslu netkaných textilií: Fibrevisions (Dánsko), Fibre Innovation Technology (USA), Wellman International (Irsko), Chisso Corporation (Japonsko) a Hills Incorporated (USA) [8].



Obr. 8 Příčné průřezy bikomponentních vláken jádro-plášť [12].

### 1.3 Teorie smáčení

V této kapitole bude popsáno smáčení vlákenných materiálů. Na toto téma navazuje teorie kontaktního úhlu a Zouny-Dupré rovnice. Na smáčení vlákenných útvarů má vliv povrchové napětí, které zde bude také představeno. Dále budou uvedeny metody smáčení a kapalinové absorpce.

### 1.3.1 Smáčení

Smáčení vlákenných materiálů ovlivňuje mnoho výrobních procesů, jakož to i následné využití použitých materiálů. Smáčení je celkem složitý proces, který ovlivňují další faktory jako struktura vlákenného útvaru (příze, tkané/netkané nebo pletené textilie).

Zde existuje rozdíl mezi dvěma termíny, které se občas vzájemně zaměňují, smáčení a snášivost. Smáčením pevného povrchu, rozumíme stav vyplývající z jeho styku s danou kapalinou za určitých podmínek. Smáčivost je potenciál povrchu umožňující vzájemné působení s kapalinou určitých vlastností. Smáčivost lze také popisovat tak, že je to počáteční chování textilie, příze nebo vláken ve chvíli, kdy přijdou do styku s kapalinou [13].

### 1.3.2 Povrchové napětí

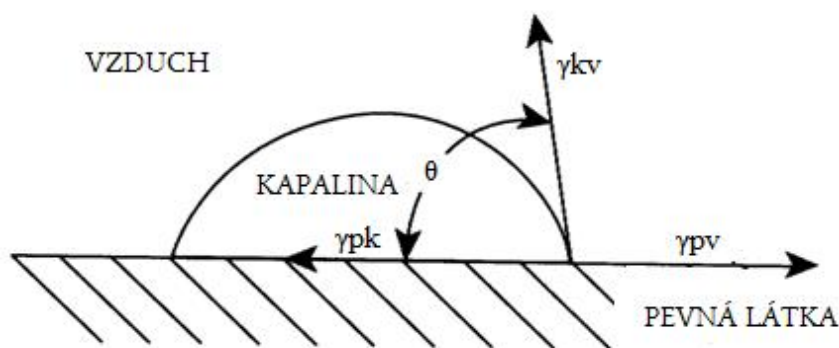
Kapaliny, které se pohybují ve vlákenném mediu, navlhčí před transportem povrchy vláken přes mezivláknenné póry, pomocí vztlínání. Zatímco vzájemné působení molekul v objemu tekutiny je rovno přitažlivé síle ve všech směrech, jsou molekuly na povrchu kapaliny v nerovnováze sil. Z tohoto důvodu je vzniklá volná energie přítomna na povrchu kapaliny. Přebytek energie je nazýván jako volná energie povrchu, která má tendenci udržovat minimální povrch kapaliny a zamezuje prostupu kapaliny do pevného povrchu. Pro kapaliny zcela smáčeující pevné látky nebo pevné látky ponořené v kapalině platí, že jejich pevné povrchy musí mít dostatečnou povrchovou energii k překonání volné povrchové energie kapaliny. Tato volná energie povrchu může být stanovena měřením energie na jednotku plochy. Tento stav je obvykle nazýván povrchovým napětím, které je stanoveno jako síla na délku  $\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$  nebo  $\text{dyn}\cdot\text{cm}^{-1}$  [13].

### 1.3.3 Young – Dupré rovnice

Síly se podílejí na rovnováze, existuje-li kapalina v kontaktu s pevným povrchem a vzduchem ve stejnou dobu a jsou-li dány dle následující (2) rovnice:

$$\gamma_{pv} - \gamma_{pk} = \gamma_{kv} \cos \theta \quad (2)$$

kde  $\gamma$  představuje mezifázové napětí, které existuje mezi různými kombinacemi pevné látky, kapaliny a vzduchu. Indexy  $p$ ,  $k$ ,  $v$  nahrazují pojmy pevná látka ( $p$ ), kapalina ( $k$ ), vzduch ( $v$ ), a  $\theta$  je rovnovážný stav s vyznačeným kontaktním úhlem (obrázek 9). Termín  $\gamma_{kv}$  označuje povrchové napětí kapaliny pro rozhraní kapalina – vzduch. Termín  $\gamma_{kv}\cos\theta$  se nazývá adhezni napětí nebo specifická snášivost. Rovnice (2) je platná pouze pro kapku spočívající v rovnováze na hladkém, homogenním, nepropustném a nedeformovaném povrchu. Tato rovnice je široce využívána pro vysvětlení jevů smáčení a smáčivosti. Kontaktní úhel  $\theta$ , je úhel mezi tečnou na rozhraní kapalina – vzduch a rozhraní pevná látka – kapalina [13].



Obr. 9 Rovnovážný stav s vyznačeným kontaktním úhlem [14].

### 1.3.4 Kontaktní úhel

Kontaktní úhel slouží jako nejvhodnější způsob vizualizace a popisu geometrie kontaktu pevná látka – kapalina. Záleží zde na třech povrchových napětích  $\gamma_{pv}$ ,  $\gamma_{pk}$  a  $\gamma_{kv}$ . Jestliže je  $\gamma_{pv}$  větší než  $\gamma_{pk}$ , tak je  $\cos\theta$  pozitivní a kontaktní úhel  $\theta$  musí být mezi  $0$  a  $90^\circ$ . Pokud je  $\gamma_{pv}$  menší než  $\gamma_{pk}$ , kontaktní úhel se musí nacházet mezi  $90^\circ$  a  $180^\circ$ . S rostoucí smáčivostí se kontaktní úhel snižuje a  $\cos\theta$  se zvyšuje. Úplné smáčení znamená, že je nulový kontaktní úhel, ale rovnítko mezi  $\theta = 0^\circ$  může vést nesprávnému závěru. Proto je lepší si představit, že pokud se kontaktní úhel blíží k nule, smáčivost má maximální limit. Velký kontaktní úhel pro styk voda a povrch znamená, že „voda bude po povrchu utíkat“. Proti tomu malý kontaktní úhel znamená, že voda bude materiál „smáčet“. Můžeme tedy najít teorii, že podmínky rovnováhy neexistují, je-li

kontaktní úhel nula, rovnice (2) tedy neplatí. Rozdíl mezi „nulovým a nenulovým“ kontaktním úhlem je rozdíl mezi „šířením a nešířením“ kapaliny skrz pevnou látku. Když kapalina přichází do styku s pevnou látkou, dochází ke smáčení a dále je možno pozorovat, zda se kapalina materiálem transportuje či nikoliv [13].

#### Faktory ovlivňující smáčení a snášivost vláken a vlákenných útvarů

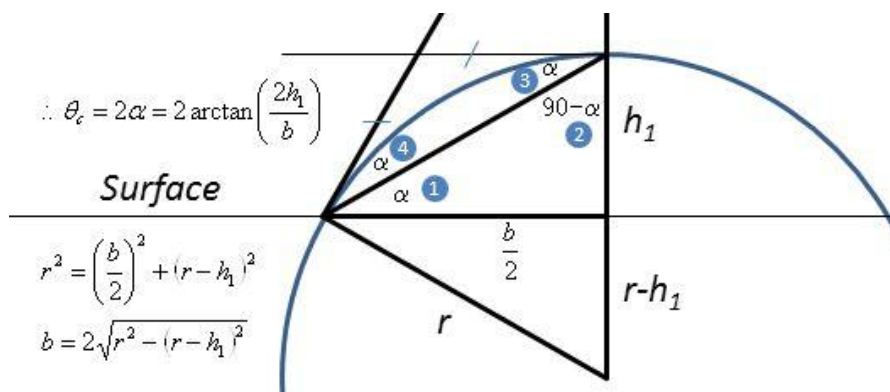
Faktory, které ovlivňují smáčení vláken jsou: typ vlákna, chemická čistota, orientace molekul, znečištění povrchu, úprava povrchu, tvar příčného řezu, drsnost povrchu, předmáčení, žíhání, argonový doutnavý výboj a korónové úpravy, přítomnost povrchově aktivních látek, alkalická hydrolyza, praní, bělení a mercerace.

Faktory, které ovlivňují smáčení textilie jsou: velikost, tvar a směr vláken, struktura příze konstrukční parametry textilie, pozice textilie ve vícevrstevném systému, odšlichtování, alkalická hydrolyza, enzymatické úpravy, plazmatické, UV a ozónové úpravy, vlastnosti kapaliny, povrchově aktivní látky, typ konečné úpravy, použití elektrolytů při disperzním barvení a praní bavlny [13].

### **1.3.5 Měření smáčení a kapalinové absorpce**

Hovoří se o dvou hlavních typech transportu kapalin v netkaných textiliích. Jedním je kapalinová absorpce, kterou ovlivňuje kapalinový tlak v porézním materiálu. Kapalina je vedena skrz negativní kapilární tlakový spád. Dalším typem je transport kapaliny s nuceným průtokem, kde je kapalina vedena skrz textilií externím tlakovým spádem. O kapalinové absorpci hovoříme, když je jeden okraj textilie máčen v kapalině tak, že je kapalina absorbována především v ploše textilie. Toto je potom označováno jako vzlínání. Pokud kapalina prostupuje textilií z jednoho líce na druhý líc textilie, hovoříme o savosti nebo spontánní absorpci.

Na textiliích měříme smáčivost a kontaktní úhel, rychlost sorpce kapaliny, savost kapalin, rychlost vzlínání kapaliny, rychlost a odvod kapaliny [8].



Obr. 10 Určení úhlu smáčení z průměru podstavy a výšky sférické kapky

## 1.4 Viskozita

Tato kapitola se zabývá viskozitou a principy jejího měření.

### Viskozita kapalin

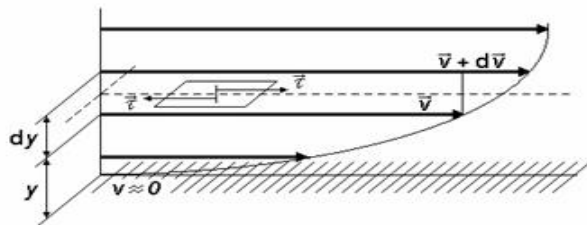
Kapaliny jsou látky, které se účinkem vnější síly trvale deformují – tečou. Rychlost toku kapaliny závisí na vnitřních a vnějších silách, na ně působících. Čím větší je vnější síla a čím menší je vnitřní síla působící proti toku, tím je rychlost kapaliny větší. Vnitřní síly (vnitřní tření) vznikají v kapalině důsledkem tepelného pohybu a mezimolekulárních přitažlivých sil. Při malých rychlostech proudění (laminárního proudění), se tok kapalin uskutečňuje jako smyková deformace, která charakterizuje změnu materiálu při smykovém (tečném) napětí. U laminárního proudění reálné tekutiny, vzniká v důsledku mezimolekulárních sil ve stykové ploše dvou vrstev pohybujících se různou rychlostí  $v$ , tečné napětí  $\tau$ , čímž rychlejší vrstva ovlivňuje (zrychluje) pomalejší vrstvu a ta naopak zpomaluje vrstvu rychlejší. Podle Newtona je toto tečné napětí přímo úměrné směru růstu (gradientu) rychlosti, tj. přírůstku rychlosti  $dv$  mezi dvěma přiléhajícími vrstvami dělenému vzdáleností vrstev  $dy$ . Proto platí:

$$\tau = \eta \cdot dv/dy \quad (3)$$

kde konstantou úměrnosti  $\eta$  se nazývá dynamická viskozita, jednotkou je Pa.s. V soustavě SI vyjadřuje dynamická viskozita sílu v Newtonech, která je zapotřebí, aby se vrstva o ploše  $1 \text{ m}^2$  posunula oproti stejné vrstvě ve vzdálenosti  $1 \text{ m}$  o  $1 \text{ m}$  v rovině vodorovné. Hlavní jednotka dynamické viskozity  $\eta$  je  $\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$ , hlavní jednotkou



kinematické viskozity je  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . V grafickém znázornění rozdělení rychlostí v příčném řezu proudící tekutinou, určuje rychlostní profil viz obrázek 11.



Obr. 11 Rychlostní profil v proudící kapalině [15].

Směrnice v každém bodu tohoto profilu udává gradient (směr vzrůstu) rychlosti, a také i tečné napětí  $\tau$ . U tekutin, kde platí přímá úměrnost ve vztahu (3) nazýváme newtonské, u ostatních nazýváme neneutonské. Tato toková chování neneutonských kapalin můžeme plně charakterizovat při určité teplotě, pouze na základě tokové křivky (reogramu), která popisuje tokové chování v závislosti na smykové rychlosti pro širší oblasti hodnot.

- ▶ Pseudoplastické a dilatantní – viskozita je závislá na smykové rychlosti
- ▶ Binghamské – kapaliny vykazují mez toku
- ▶ Tixotropní a reopexní – kapaliny s časově závislou viskozitou

U hydrodynamických rovnic se často používá ještě kinematická viskozita, která je definována vztahem:

$$\eta_r = \eta / \rho_k \quad (4)$$

kde  $\rho_k$  je hustota dané tekutiny.

### 1.4.1 Měření viskozity

Proměření viskozity se používají viskozimetry různých fyzikálních principů a konstrukcí:

- a) viskozimetry průtokové (kapilární)

b) viskozimetry tělískové

c) viskozimetry rotační

Ad a) Průtokové viskozimetry, založeny na principu měření tlakové ztráty v kapiláře při laminárním proudění kapilárou.

Ad b) Tělískové viskozimetry využívají Stokesova vztahu pro odpor kuličky o průměru  $d = 2r$ , která se pohybuje přímočaře rychlostí  $w$  v měřeném prostředí.

Ad c) Rotační viskozimetry na principu měření odporu, který klade v měřeném prostředí otáčivému pohybu vhodných těles – válce, kotouče apod. Měření viskozity lze převádět na měření momentu síly při konstantních otáčkách nebo opačně při měření otáček při konstantním momentu síly.

## 1.5 Prodyšnost

Prodyšnost je schopnost materiálu propouštět vzduch skrz plošnou textilií. Dříve byla prodyšnost udávána pomocí koeficientu, který stanovoval objem vzduchu procházejícího plošnou textilií na jednotku času. V současnosti se prodyšnost dle platné normy ČSN EN ISO 9237 charakterizuje jako rychlost vzduchu procházejícího skrz textilií při daných zkušebních podmínkách.

### Faktory ovlivňující prodyšnost

Mezi faktory, které ovlivňují prodyšnost, patří typ úpravy materiálu a strukturální vlastnosti materiálu. Mezi tyto vlastnosti patří tloušťka, tvar, objemová hmotnost příze a hustota protkaných nebo propletených přízí. Dalším faktorem je počet navrstvených textilií a tloušťka vzduchových mezer mezi nimi. Pokud se u těchto uvedených faktorů zvyšují hodnoty, působí to negativně na pórovitost textilie. Tím pádem je snižován počet průchozích pórů, který ovlivňuje průchod vzduchu [13].

### 1.5.1 Měření prodyšnosti

Podstatou zkoušky je měření množství vzduchu, který prochází textilií, vztažené k času a testované ploše, měřené při standardizovaném tlakovém spádu. Velikost

testovací plochy závisí na velikosti testovací hlavy přístroje. Velikost vzorku má být 20 – 50 cm<sup>2</sup>. Tlakový spád 196 Pa (20 mm H<sub>2</sub>O).

$$\text{Prodyšnost } W = 100 \cdot Q / 36 \cdot S \quad (5)$$

kde  $W$  je prodyšnost ( $l \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ ),  $Q$  je měřený průtok ( $l \cdot hod^{-1}$ ) a  $S$  je zkušební plocha ( $cm^2$ ).

$$\text{Porózita } p = Q / Q_0 \cdot 100 \% \quad (6)$$

kde  $p$  je porózita a  $Q_0$  je průtok měřený bez vzorku.

#### Přístroj METEFEM typ FF – 12/A

- Velikost měřených ploch: 10, 20, 50, 100 cm<sup>2</sup>
- Rozsah tlakoměru: 0 – 200 mm H<sub>2</sub>O
- Rozsah průtokoměrů:
  - A: 800 – 8000 l/hod
  - B: 120 – 1200 l/hod
  - C: 20 – 200 l/hod
  - D: 4 – 40 l/hod
- Tolerance průtokoměrů:  $\sigma = \pm 1,5 \%$

## 1.6 Aerosil ®

Byly použity hydrofobní prášky od německého výrobce Evonik Industries AG. Působí v chemickém průmyslu v oblastech vlasové kosmetiky, lepidel a tmelů, a také v produkci a vývoji materiálů budoucnosti. Oddělení strategických inovací Evonik vyvíjí technologie, které mají potenciál změnit náš každodenní život.

Prášky Aerosil R202 a R812 jsou hydrofobní silika velice jemné v podstatě prachové konzistence. Jejich využití je velice široké od kosmetiky přes lepidla a tmely, kabelové gely, epoxidové pryskyřice, zahušťovadla až po aditiva.

Aerosil R202, je pyrogenní oxid křemičitý s aftertreated polydimethylsiloxan. Jeho PH se pohybuje mezi 4,0 – 6,0. Doporučené dávkování výrobcem je  $100 \pm 20$  g/m<sup>2</sup>.

Aerosil R812, je pyrogenní oxid křemičitý aftertreated s HMDS na základech Aerosil 300. Jeho PH se pohybuje od 5,5 do 7,5. doporučené dávkování výrobcem je  $260 \pm 30$  g/m<sup>2</sup>.

Při dodržení doporučeného množství jsou zaručeny výborné hydrofobní vlastnosti [17].

## **1.7 Možnost využití vyrobené textilie**

Netkaná textilie vyrobená dle popisu v externí části jako stavební hydrofobní materiál. Například jako tepelná hydrofobní izolace konstrukcí s třech, jako hluková hydrofobní izolace. Nebo jako hydrofobní izolace zdiva, proti vlínání vlhkosti u historických budov.

- Izolační funkce: textilie je hydrofobní, ale prodyšná a má určité mechanické vlastnosti
- Funkce prodyšnosti a odvětrávání
- Izolační funkce

## **2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

V experimentální části budou popsány parametry použitého materiálu, postupy výroby vzorků, následné měření smáčecích vlastností a výsledky tohoto měření, měření prodyšnosti a výsledky tohoto měření. Výroba vzorků probíhala v poloprovoze netkaných textilií. Testování a měření vzorků bylo realizováno v laboratořích netkaných textilií.

## **2.1 Parametry použitého materiálu a vzorku**

Zde bude popsán výběr materiálů a jejich parametry. Použitím různých směsí materiálů, jejich poměru a plošných hmotností byla zajištěna široká škála různorodých vzorků pro testování. Dalším parametrem testování byly hydrofobní vlastnosti vzorků. Toto bylo docíleno použitím dvou typů hydrofobních prášků a použitím více poměrů gramáže ve vlákenných směsích.

### **2.1.1 Vlákenný materiál**

Jako vlákenný materiál byly vybrány směsi bikomponentních a základních vláken Wellbond / PES a Kosa / PES. Bikomponentní Wellbond – délky 55 mm, Kosa – délky 60 mm. Polyester StapleFibre (PES) délka 57 mm.

### **2.1.2 Jemnost, poměry vláken, plošná hmotnost vzorků**

K výrobě vzorků bylo použito dvou jemností vláken: Wellbond – 5,3 dtex, Kosa – 3,3 dtex, PES – 3,3 dtex. Vláknina byla směšována bikomponentní / základní v poměrech 80/20 a 20/80. Čímž vznikly čtyři různé skupiny směsí odlišných parametrů.

Pro všechny čtyři skupiny vzorků byly zvoleny dvě plošné hmotnosti. A to v plošné hmotnosti 150 g.m<sup>2</sup> a 300 g.m<sup>2</sup>.

### **2.1.3 Druhy a plošná hmotnost hydrofobních prášků**

K zajištění hydrofobních vlastností bylo použito dvou druhů hydrofobních prášků Aerosil R202 a R812S. Byly použity tři hmotnostní poměry prášku na plochu textilie, pro všechny skupiny. A to v poměrech 5,55 g/m<sup>2</sup>, 3,33 g/m<sup>2</sup> a 1,11 g/m<sup>2</sup>.

## 2.2 Postup výroby vzorků

Tato část popisuje technologii výroby vzorků. Dle výše popsanych parametrů bylo připraveno 48 různých vzorků, viz tabulka (2). Úhel smáčení byl měřen z obou stran vzorku a to v pěti měřeních na rub a líc vzorku. Prodyšnost byla měřena pětkrát z jedné strany každého vzorku.

č.	Materiál	Plošná hmotnost m <sup>2</sup>	Poměr směsi %	Prášek	Gramáž prášku/ m <sup>2</sup>	průměr úhel smáčení 1 strana	průměr úhel smáčení 2 strana	průměr průtoku vzduchu	přepočet dle vzorce prodyšnosti
1.	Well / PES	300g	20/80	R812	5,55g	132	137	5460	151667
2.	Well / PES	300g	20/80	R812	3,33g	134	134	3140	87222
3.	Well / PES	300g	20/80	R812	1,11g	124	133	2420	67222
4.	Well / PES	300g	20/80	R202	5,55g	134	135	2460	68333
5.	Well / PES	300g	20/80	R202	3,33g	134	129	2140	59444
6.	Well / PES	300g	20/80	R202	1,11g	136	133	3840	106667
7.	Well / PES	150g	20/80	R812	5,55g	133	135	2300	63889
8.	Well / PES	150g	20/80	R812	3,33g	128	130	2600	72222
9.	Well / PES	150g	20/80	R812	1,11g	127	128	6360	176667
10.	Well / PES	150g	20/80	R202	5,55g	120	124	2780	77222
11.	Well / PES	150g	20/80	R202	3,33g	121	119	5440	151111
12.	Well / PES	150g	20/80	R202	1,11g	125	126	4560	126667
13.	Well / PES	300g	80/20	R812	5,55g	131	114	3960	110000
14.	Well / PES	300g	80/20	R812	3,33g	133	126	3360	93333
15.	Well / PES	300g	80/20	R812	1,11g	128	106	4340	120556
16.	Well / PES	300g	80/20	R202	5,55g	113	119	4860	135000
17.	Well / PES	300g	80/20	R202	3,33g	113	112	4860	135000
18.	Well / PES	300g	80/20	R202	1,11g	122	117	5060	140556
19.	Well / PES	150g	80/20	R812	5,55g	122	122	9240	256667
20.	Well / PES	150g	80/20	R812	3,33g	122	125	11400	316667
21.	Well / PES	150g	80/20	R812	1,11g	120	122	15600	433333
22.	Well / PES	150g	80/20	R202	5,55g	123	127	10200	283333
23.	Well / PES	150g	80/20	R202	3,33g	125	126	9840	273333
24.	Well / PES	150g	80/20	R202	1,11g	124	126	10200	283333
25.	Kosa / PES	300g	20/80	R812	5,55g	127	124	548	15222
26.	Kosa / PES	300g	20/80	R812	3,33g	137	131	310	8611
27.	Kosa / PES	300g	20/80	R812	1,11g	134	125	1100	30555
28.	Kosa / PES	300g	20/80	R202	5,55g	133	121	580	16111
29.	Kosa / PES	300g	20/80	R202	3,33g	129	100	840	23333
30.	Kosa / PES	300g	20/80	R202	1,11g	129	113	735	20417
31.	Kosa / PES	150g	20/80	R812	5,55g	132	131	357	9917
32.	Kosa / PES	150g	20/80	R812	3,33g	129	131	1215	33750
33.	Kosa / PES	150g	20/80	R812	1,11g	126	128	2520	70000
34.	Kosa / PES	150g	20/80	R202	5,55g	124	120	2230	61944
35.	Kosa / PES	150g	20/80	R202	3,33g	119	123	1400	38889
36.	Kosa / PES	150g	20/80	R202	1,11g	129	126	2320	64444
37.	Kosa / PES	300g	80/20	R812	5,55g	125	88	842	23389
38.	Kosa / PES	300g	80/20	R812	3,33g	109	121	1600	44444
39.	Kosa / PES	300g	80/20	R812	1,11g	124	121	1700	47222
40.	Kosa / PES	300g	80/20	R202	5,55g	126	115	1450	40278
41.	Kosa / PES	300g	80/20	R202	3,33g	126	129	1135	31528
42.	Kosa / PES	300g	80/20	R202	1,11g	122	127	1340	37222
43.	Kosa / PES	150g	80/20	R812	5,55g	140	137	6420	178333
44.	Kosa / PES	150g	80/20	R812	3,33g	140	127	6120	170000
45.	Kosa / PES	150g	80/20	R812	1,11g	133	139	8450	234722
46.	Kosa / PES	150g	80/20	R202	5,55g	167	130	2500	69444
47.	Kosa / PES	150g	80/20	R202	3,33g	132	130	2400	66667
48.	Kosa / PES	150g	80/20	R202	1,11g	129	134	3900	108833

Tab. 2 Seznam vzorků a naměřených hodnot

### 2.2.1 Vážení a směsování vlákenného materiálu

Pro získání požadovaných poměrů bylo potřeba na digitální váze navážít množství bikomponentních a základních vláken. Například pro poměr 20/80 bylo naváženo 20% bikomponentních a 80% základních vláken. Pro poměr 80/20 to bylo přesně naopak. Tímto způsobem byl připraven potřebný počet směsí vláken, pro všechny typy vláken a poměrů směsí. Směsování vláken bylo provedeno ručně.

### 2.2.2 Mykání

Mykání proběhlo na válcovém mykacím stroji. Proces mykání byl proveden celkem dvakrát. Do zapnutého mykacího stroje bylo určité množství promísených vláken nepřetržitě vkládáno do vstupního zařízení stroje a mykáno. Po prvním průchodu válcovým mykacím strojem vzniklo na výstupu umykané rouno. Vzniklé rouno bylo do mykacího stroje vloženo znovu pro lepší promísení směsi a ojednocení vláken. Po druhém průchodu mykacím stroje bylo navinuto na válec a tím stimulováno podélné kladení. Materiál na válci byl podélně rozstřižen a sejmut. Vzniklo rovnoměrné promísené rouno. Tento postup byl pro každý požadovaný poměr směsi opakován a vzniklo 48 potřebných vzorků.

### 2.2.3 Předvpichování

Dalším procesem před termickým pojením bylo zpevnění rouna vpichováním. Hloubka vpichu byla nastavena na 5 mm. Počet vpichů  $1105301 \text{ m}^{-2}$  je vypočten ze vzorce (1).

$$V_p = a \cdot f \cdot p / v = 2200 \cdot 4,17 \cdot 1 / 0,0083 = 1105301 \text{ m}^{-2}$$

$$a = 2200 \text{ m}^{-1}, f = 250 \text{ min}^{-1} = 4,17 \text{ s}^{-1}, p = 1, v = 0,05 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1} = 0,0083 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

## **2.2.4 Stříhání vzorků a aplikace hydrofobních prášků**

Z vytvořených roun, která byla zpevněna vpichem, byly vystřiženy vzorky požadovaného rozměru 270 x 270 mm. Do těchto vzorků byl aplikován hydrofobní prášek v takových variacích aby se složení vzorků neopakovalo. Tímto bylo vytvořeno 48 originálních variant pro termické pojení.

## **2.2.5 Lisování a termické pojení**

Termické pojení vzorků bylo provedeno na lisovacím stroji. Vzorky byly pojeny každý samostatně po jednom. Teplota lisování byla nastavena na 130°C. Vzorek a distanční materiál byl vložen do předehřáté lisovací desky. Po zapnutí lisu došlo k sevření čelistí a stlačení dle požadovaného tlaku, pro všechny vzorky stejného. Po 2 minutách sevření byly čelisti otevřeny a vzorek vyjmut. Tímto způsobem byly termicky zpevněny všechny vzorky.

## **2.3 Měření**

V této kapitole budou popsány použité pomůcky pro měření, způsoby a postupy měření smáčivých a prodyšných vlastností výše popsaných vzorků. V závěru bude uveden zápis a vyhodnocení výsledků měření.

### **2.3.1 Pomůcky pro měření**

Smáčivost vzorků byla měřena pomocí Software programu See-systems od firmy ADVEX Instruments, viz obrázek (12). Jako medium bylo použito destilované vody, aplikované pomocí PIPETY v přesných dávkách 15 mikrolitru. Měření prodyšnosti bylo prováděno na měřícím přístroji METEFEM typ FF – 12/A.

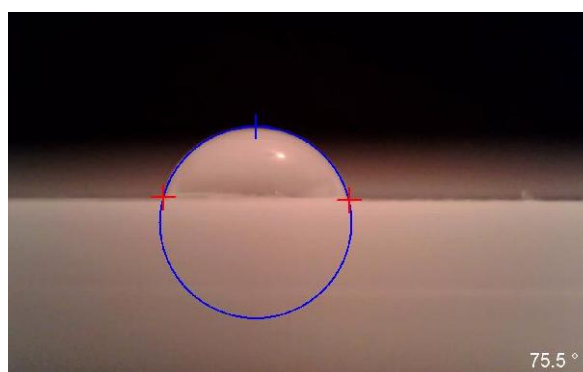




Obr. 12 See-systems, přístroj na měření úhlu smáčení [16]

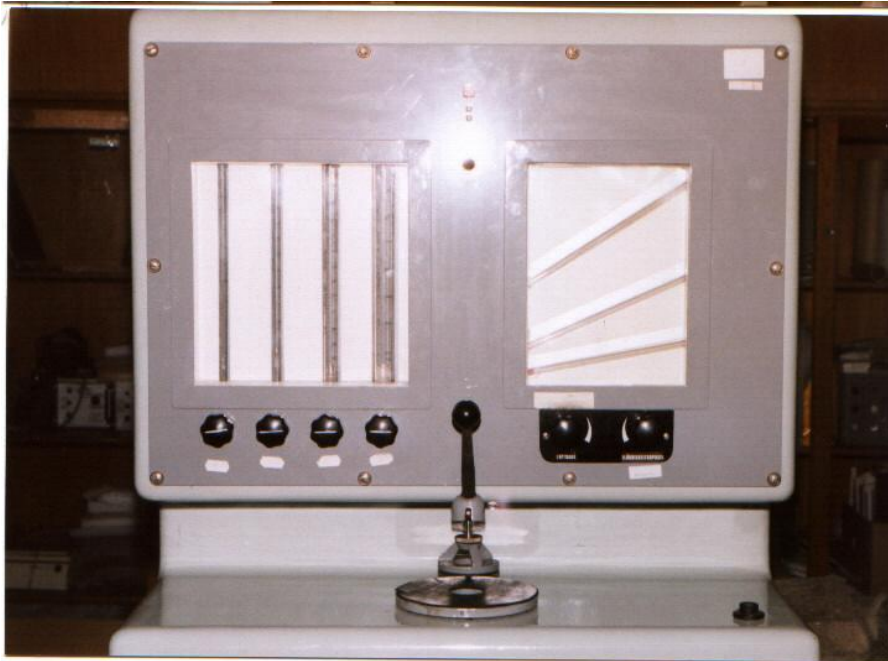
### 2.3.2 Postup měření

Smáčivost: vzorky byly umístěny do elektronického měřicího zařízení po jednom na měřicí desku. Na každou stranu vzorku bylo postupně aplikováno pipetou 15 mikrolitru destilované vody a změřen úhel smáčení. Při měření se postupovalo označením tří bodů kapky a to, dva body v rovině textilie (červené body) a jeden bod ve vrcholu kružnice (modrý) viz obrázek (13). A to v pěti pokusech pro každou stranu zvlášť.



Obr. 13 Zobrazení kapky při měření přístrojem See-systems [16]

Prodyšnost: vzorky byly umístěny na měřicí desku přístroje FF – 12/A a dle návodu k obsluze provedeno pro každý vzorek pět měření prodyšnosti. Měření bylo prováděno s přírubou o průměru 35 mm = plocha 10 cm<sup>2</sup>, 20 m vodního sloupce = 196 Pa tlakového spádu.



*Obr. 14 Metefem FF-12, přístroj na měření prodyšnosti*

### **2.3.3 Zápis výsledků měření**

Při každém měření byly zapisovány tyto hodnoty do tabulky:

- Úhel smáčení pro lícní stranu 5-krát ve °
- Úhel smáčení pro rubní stranu 5-krát ve °
- Prodyšnost 5-krát na vzorek v l / hod

Následně byla jednotlivá měření zprůměrována pro zpracování do grafu.

## 2.4 Vyhodnocení

Úhel smáčení – Jako první byly měřeny vzorky všech směsových poměrů 80/20, 20/80 a plošných hmotností bez aplikovaného hydrofobního prášku, Well/PES 300 g/m<sup>2</sup>, Well/PES 150 g/m<sup>2</sup> a KOSA/PES 300 g/m<sup>2</sup>, KOSA/PES 150 g/m<sup>2</sup>. Bylo zjištěno, že všechny typy vzorků jsou zcela hydrofilní a medium (destilovanou vodu) pohlít do 2 vteřin, proto není možno na těchto vzorcích smáčivost změřit a není v této práci uvedena.

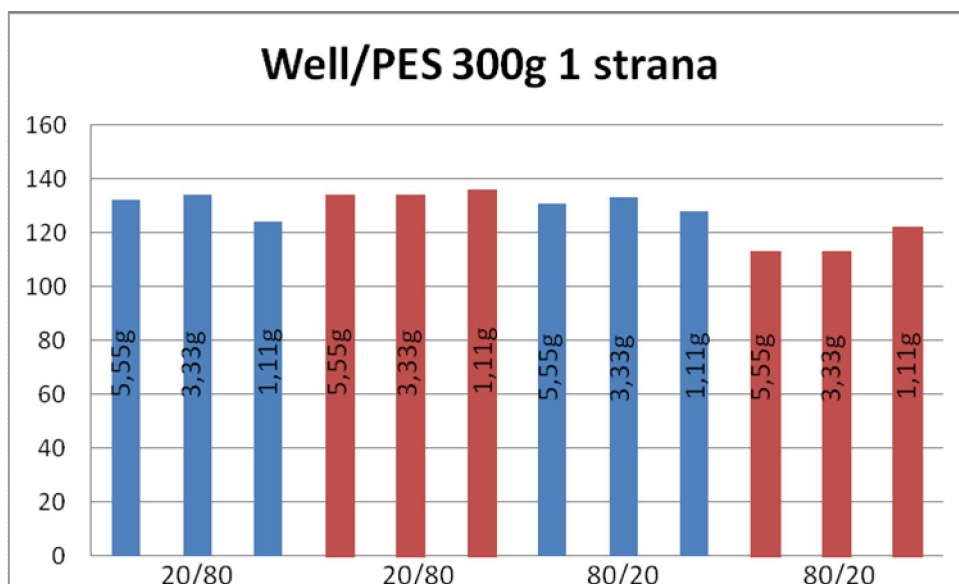
Grafy (1 až 8) ukázaly, jakým způsobem byla ovlivněna smáčivost textilie aplikací hydrofobních prášků. Zda byly ovlivněny hydrofobní vlastnosti plošnou hmotností textilie, směsovým poměrem vláken, bikomponentními vlákny nebo typem a plošnou hmotností prášku.

Měření úhlu smáčení ukázalo, že plošná hmotnost hydrofobní vlastnosti ovlivní, protože ve vzorcích 150 g/m<sup>2</sup> je prášek lépe aplikován a rozdíly mezi líc – rub jsou minimální. U vzorků plošné hmotnosti 300 g/m<sup>2</sup> byly výsledky lícni strany vyvážené a na rubní straně nerovnoměrné. Důvodem těchto rozdílů je aplikace prášku z lícni strany textilie. Rozdíl směsových poměrů vláken 20/80 a 80/20 ukázal, že poměr 20% bikomponentních a 80% základních vláken je pro rovnoměrnější aplikaci hydrofobního prášku v tloušťce textilie lepší a hydrofobní vlastnosti líc – rub jsou vyrovnané.

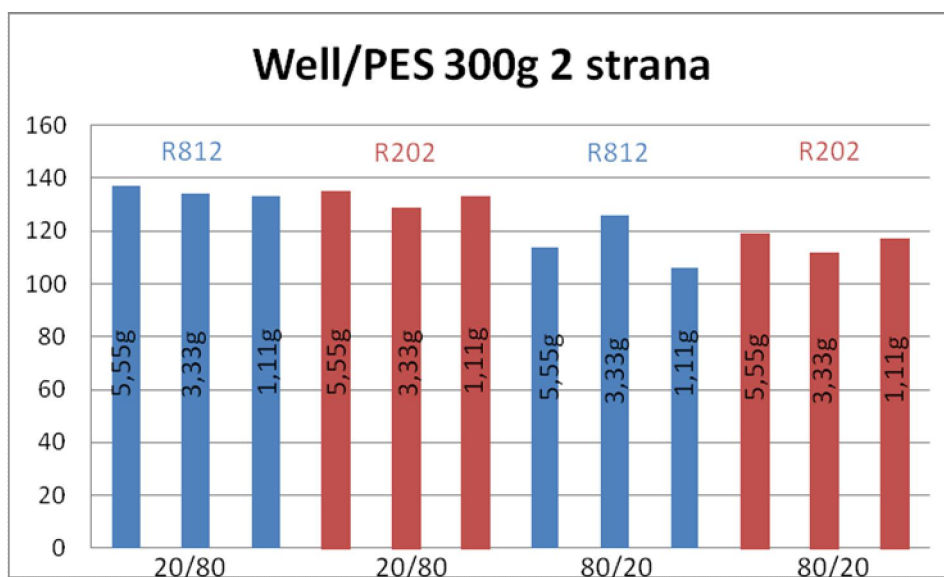
Měření ukázalo, že použití bikomponentních vláken typu Wellbon je pro aplikaci hydrofobních prášků vhodnější. S vlákny Wellbond byl prášek v textili rovnoměrněji aplikován, proto byly vlastnosti textilie vyrovnané. Bikomponentní vlákna KOSA na sebe hydrofobní prášek více vázala, a proto bylo u těchto vzorků zjištěno více rozdílů při měření smáčivosti.

Pokus ukázal, že hydrofobní vlastnosti budou optimálnější při nižší plošné hmotnosti a použití bikomponentního vlákna Wellbond.

## Úhel smáčení - Well/PES 300g/m<sup>2</sup> porovnání rub - líc



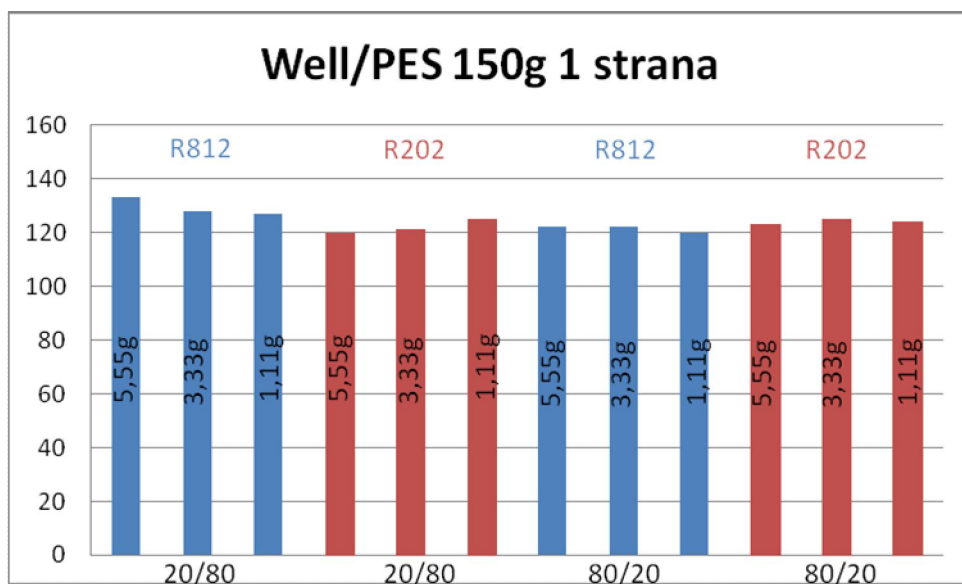
Graf 1. Výsledky měření smáčení lící strany Well/PES 300 g/m<sup>2</sup>



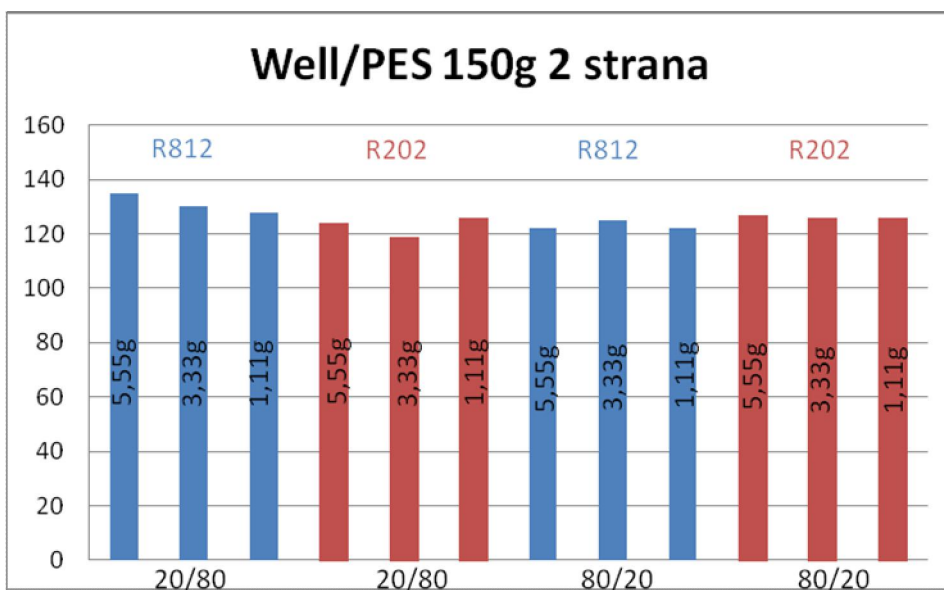
Graf 2. Výsledky měření smáčení rubní strany Well/PES 300 g/m<sup>2</sup>

Měření úhlu smáčení ukázalo, že pro plošnou hmotnost 300g/m<sup>2</sup> rub – líc je úhel smáčení nižší pro směsový poměr 80/20. Rozdíl stran rub – líc je nepatrný, ale ukázalo se, že na lící straně jsou hydrofobní vlastnosti vyvážené, protože zde byl aplikován prášek.

## Úhel smáčení - Well/PES 150g porovnání rub – líc



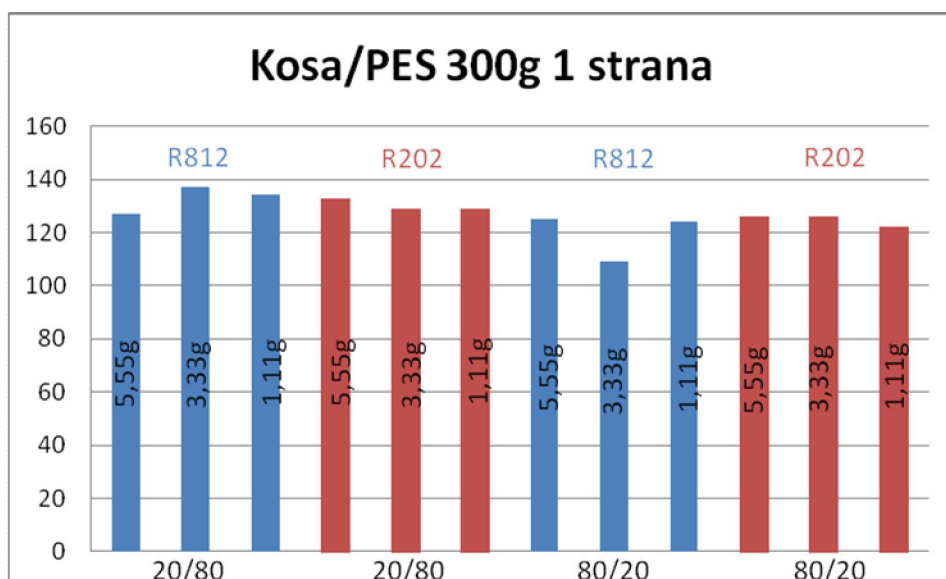
Graf 3. Výsledky měření smáčení lící strany Well/PES 150 g/m<sup>2</sup>



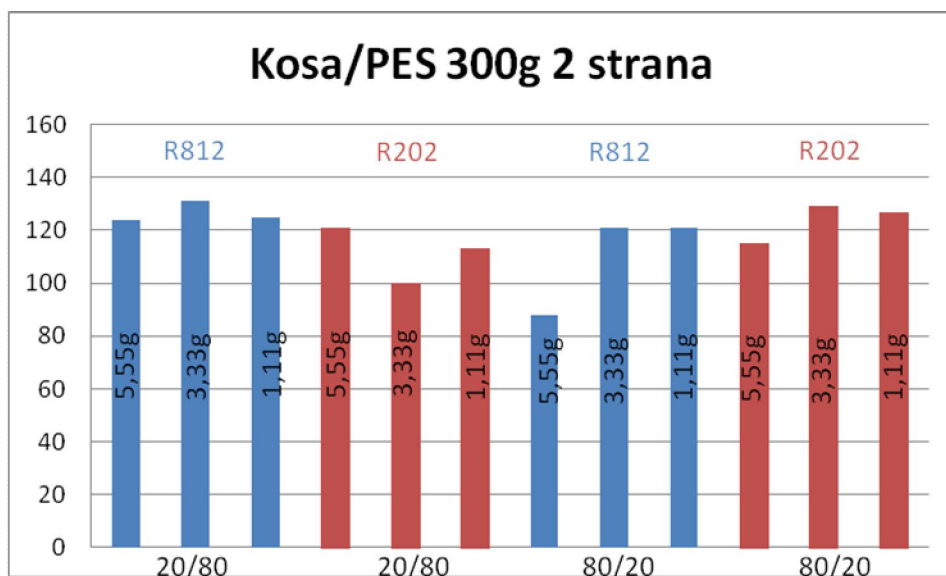
Graf 4. Výsledky měření smáčení rubní strany Well/PES 150 g/m<sup>2</sup>

Zde měření úhlu smáčení pro plošnou hmotnost 150g/m<sup>2</sup> rub – líc ukázalo, že úhel smáčení je pro směšové poměry a strany rub – líc velice vyrovnaný. Rozdíly vzhledem k ručním vzorkům nejsou žádné. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozsahu 128 – 137°. Pro tuto plošnou hmotnost nemá vliv ani směšový poměr vláken v textili.

## Úhel smáčení - KOSA/PES 300g porovnání rub – líc



Graf 5. Výsledky měření smáčení lící strany KOSA/PES 300 g/m<sup>2</sup>

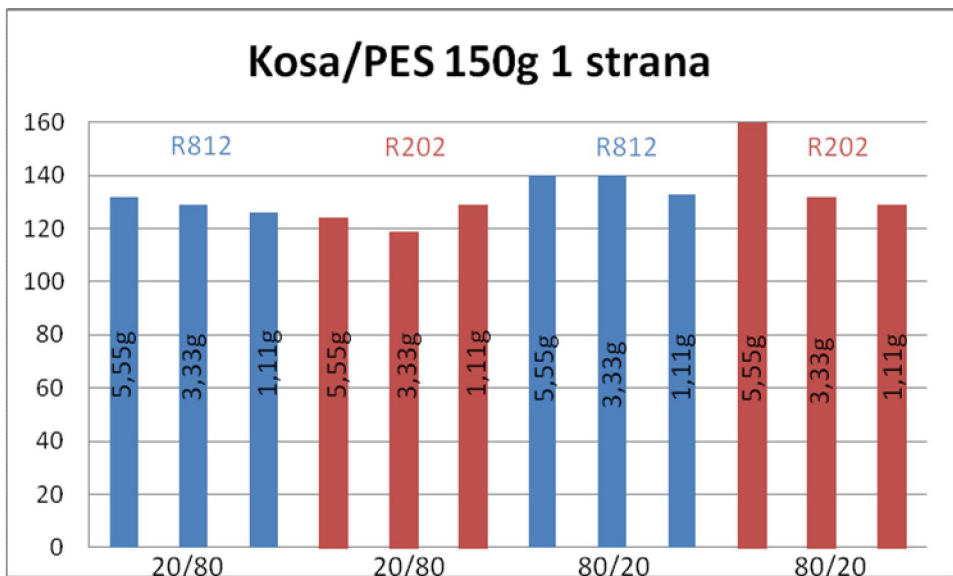


Graf 6. Výsledky měření smáčení rubní strany KOSA/PES 300 g/m<sup>2</sup>

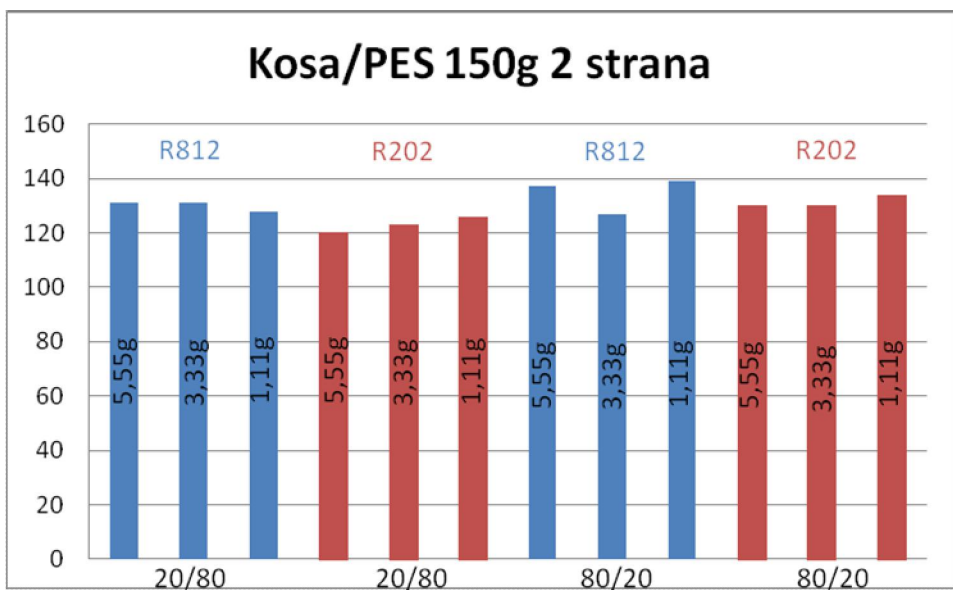
Měření úhlu smáčení pro plošnou hmotnost 300g/m<sup>2</sup> ukázalo, že úhel smáčení je nižší pro směsový poměr 80/20 jen na lící straně. Rozdíl stran rub – líc je, že na lící jsou hodnoty vyrovnané a pohybují se v rozmezí 120 – 140°. Rubní strana má hodnoty nižší a více rozptýlené. U plošné hmotnosti 300 g/m<sup>2</sup> se ukázalo, že hydrofobní prášek

není aplikován v celé tloušťce textilie a rubní strana má hydrofobní vlastnosti nerovnoměrné.

Úhel smáčení - KOSA/PES 150g porovnání rub – líc



Graf 7. Výsledky měření smáčení lící strany KOSA/PES 150 g/m<sup>2</sup>



Graf 8. Výsledky měření smáčení rubní strany KOSA/PES 150 g/m<sup>2</sup>

Měření úhlu smáčení pro plošnou hmotnost 150g/m<sup>2</sup> rub – líc ukázalo, že úhel smáčení je pro směšové poměry a strany rub – líc je opět vyrovnaný. Všechny hodnoty mimo jedné se pohybují v rozmezí 120 – 140°. Zde se opět ukázalo, že hydrofobní prášek je v textilií o plošné hmotnosti 150 g/m<sup>2</sup> rovnoměrněji aplikován a je lépe

navázán na bikomponentní vlákna, protože směsový poměr 80/20 ukázal lepší hydrofobní vlastnosti.

Prodyšnost – Měření prodyšnosti ukázalo, že naměřené hodnoty jsou velmi nevyrovnané, což vzhledem k ruční aplikaci vláken a výrobě není překvapivé, viz grafy (9 až 12). Bylo zjištěno, že materiály s plošnou hmotností 150 g/m<sup>2</sup>, jsou prodyšnější. U této plošné hmotnosti bylo naměřeno i 440000 l/hod pro materiálové složení Well/PES. Materiály s plošnou hmotností 300 g/m<sup>2</sup> vykazovaly hodnoty do 160000 l/hod, opět vyšší prodyšnost pro materiálové složení Well/PES. Měření ukázalo, že bikomponentní vlákno KOSA ovlivňuje prodyšnost více než vlákno Wellbond.

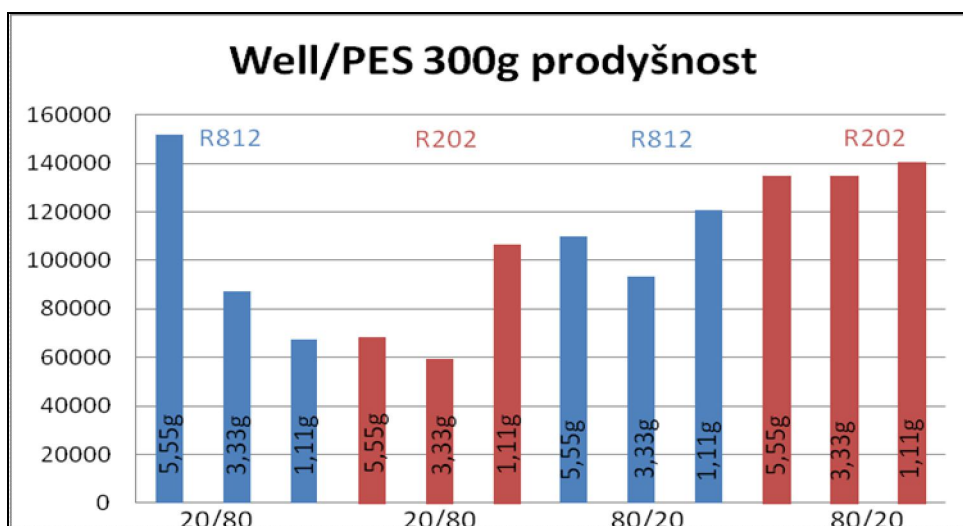
Z hodnot bylo zjištěno, že hydrofobní prášek prodyšnost neovlivňuje, ale tato vlastnost je ovlivněna bikomponentními vlákny.

Tato práce byla vytvořena s ohledem na hydrofobní vlastnosti netkaných textilií. Prodyšnost byla zjišťována jen v kontextu, zda hydrofobní prášky ovlivňují nebo neovlivňují tuto vlastnost. Měřením bylo zjištěno, že hydrofobní prášek prodyšnost neovlivňuje.

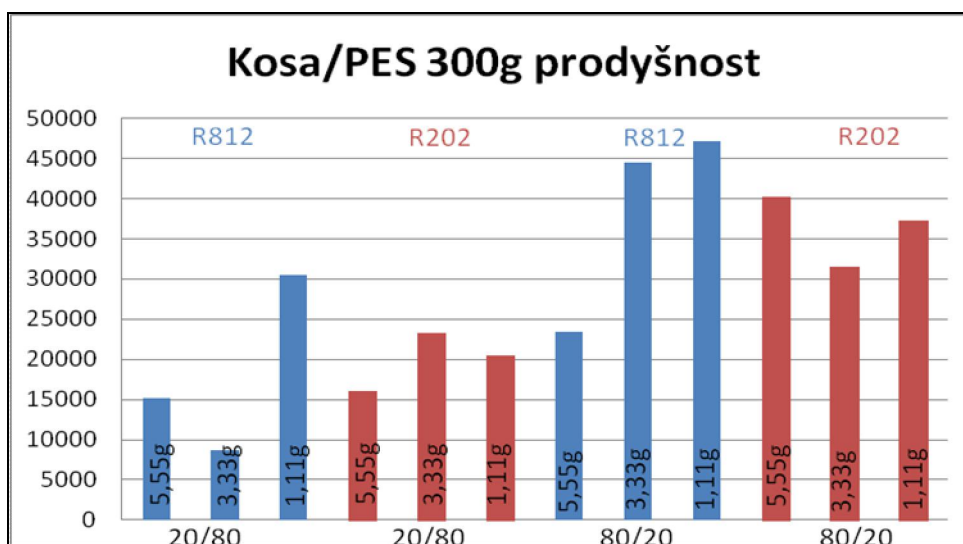
Pro účely této práce bylo měření a vyhodnocení prodyšnosti dostačující, ale pro důkladnější a podrobnější zkoumání by bylo potřeba se prodyšností více věnovat.



Prodyšnost: Plošná hmotnost 300 g/m<sup>2</sup>

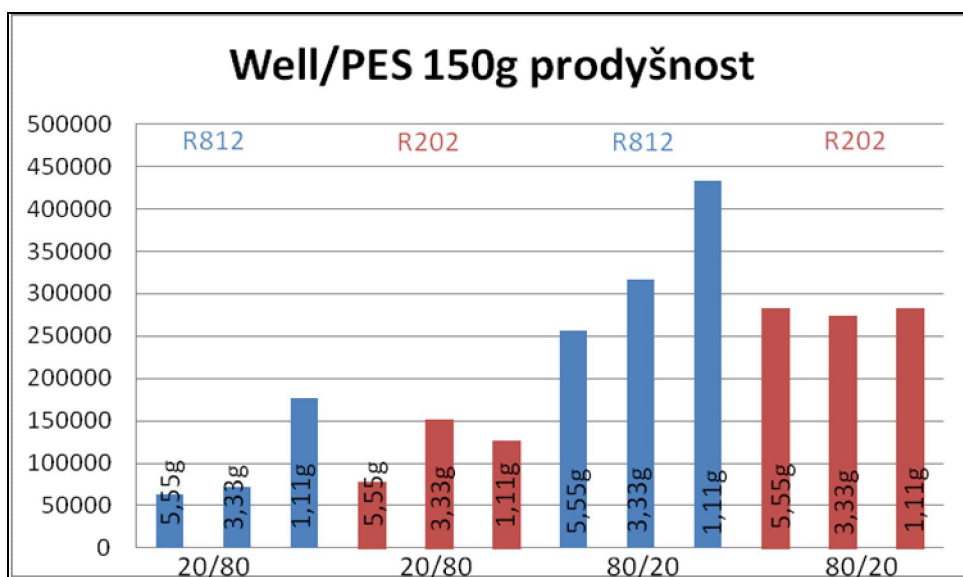


Graf 9. Výsledky měření prodyšnosti Well/PES 300 g/m<sup>2</sup>

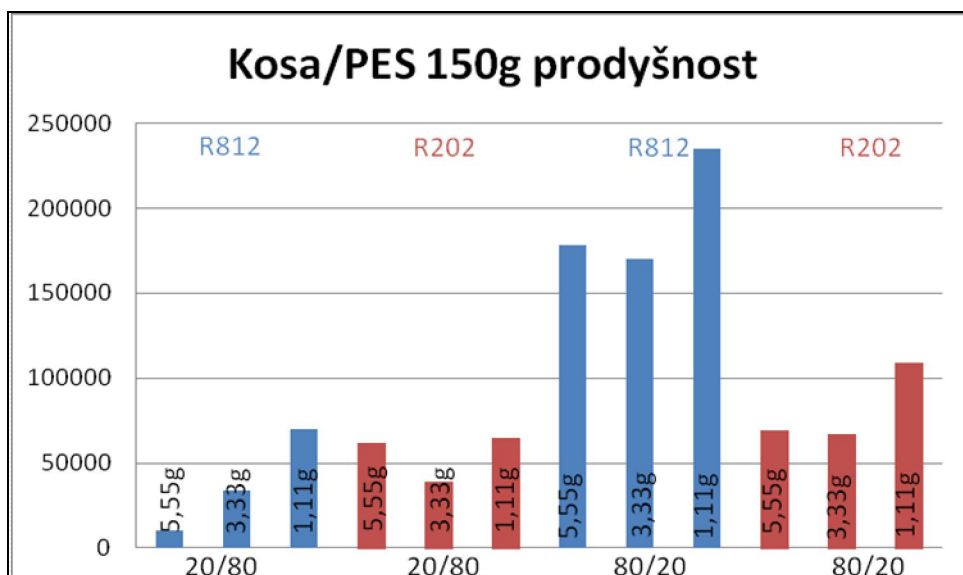


Graf 10. Výsledky měření prodyšnosti KOSA/PES 300 g/m<sup>2</sup>

Prodyšnost: Plošná hmotnost 150 g/m<sup>2</sup>



Graf 11. Výsledky měření prodyšnosti Well/PES 150 g/m<sup>2</sup>



Graf 12. Výsledky měření prodyšnosti KOSA/PES 150 g/m<sup>2</sup>

## ZÁVĚR

Jak bylo uvedeno v úvodu, cílem této práce bylo najít a vyzkoušet vhodné parametry vzorků, které budou mít hydrofobní vlastnosti a zároveň budou prodyšné. Pro měření smáčecích a prodyšných vlastností byl k dispozici široký výběr vzorků s parametry různých poměrů směsí vláken, plošné hmotnosti, druhů hydrofobních prášků a jejich gramáže v textilií.

Vyhodnocením výsledků prodyšnosti bylo zjištěno, že prodyšnost hydrofobními prášky ovlivněna není. Prodyšnost ovlivňuje materiálové složení a to tak, že je zásadní v kolika procentech a jakého typu jsou bikomponentní vlákna ve směsi zastoupena. Hodnoty ukázali, že bikomponentní vlákno typu KOSA póry více zalepí a textilie vykazuje menší prodyšnost než textilie s vlákny Wellbond.

Vyhodnocení výsledků úhlu smáčení bylo zjištěno, že typ hydrofobního prášku úhel smáčení neovlivňuje nijak zásadně. Výslednou hydrofobní funkci ovlivnila lícová strana, kde byl prášek na textilií aplikován. Na lícní straně vykazovaly naměřené hodnoty větší rovnoměrnost. Většina směsí vykazovala hodnoty v rozmezí 120 – 140°. Důležité zjištění bylo, že i malé množství hydrofobního prášku ovlivní výsledný hydrofobní efekt. Protože netkaná textilie bez těchto prášků a stejných směšových poměrů je plně hydrofilní, úhel smáčení není možno změřit. Kapka je ihned pohlcena textilií.

Žádná jiná textilie není z hlediska rychlosti, objemu a ceny výroby v podobných aplikacích rovna netkané textilií. Tato práce ukazuje, že je možno rychle vyrobit textilií, která bude mít hydrofobní vlastnosti. Přínosem práce je též vypracování postupu výroby textilie, postupu měření a vyhodnocení výsledků.

Výsledky této práce by mohly být podkladem pro další kvalifikační práci, protože použití hydrofobních prášků v textiliích bylo učiněno poprvé. Nabízí se možnost vyzkoušet aplikaci většího množství hydrofobního prášku, jiné plošné hmotnosti a poměru bikomponentních vláken.

## LITERATURA

[1] JIRSÁK, Oldřich a Klára Kalinová. *Netkané textilie*. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-708-3746-2.

[2] EDANA. News article. *Edana.org* [online]. [cit. 201404-01]. Dostupné z: <http://www.edana.org/newsroom/news-announcements/news-article/2014/03/31/nonwoven-production-exceeded-2-million-tons-in-2013-in-greaper-europe>

[3] MOODLE. Netkané textilie. *Moodle.fp.tul.cz* [online]. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: [http://moodle.fp.tul.cz/nano/pluginfile.php/1005/mod\\_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-%C3%BAvond%C3%AD%20p%C5%99edn%C3%A1%C5%A1kal.pdf](http://moodle.fp.tul.cz/nano/pluginfile.php/1005/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-%C3%BAvond%C3%AD%20p%C5%99edn%C3%A1%C5%A1kal.pdf)

[4] KNT. Dowload, Chaper 3 Carding. *Ft.tul.cz/depart/knt* [online]. © 2014 [cit. 2014-03-27] Dostupné z: [http://www.ft.tul.cz/depart/knt/web/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=51&dir=DESC&order=name&Itemid=36&limit=5&limitstart=5](http://www.ft.tul.cz/depart/knt/web/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=51&dir=DESC&order=name&Itemid=36&limit=5&limitstart=5)

[5] ALIBABA. Carding machine. *Alibaba.com* [online]. © 1999-2014 [cit.2014-04-06]. Dostupné z: [http://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product\\_en&CatId=41603&SearchText=carding+machine](http://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=41603&SearchText=carding+machine)

[6] MOODLE. Netkané textilie. *Moodle.fp.tul.cz* [online]. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: [http://moodle.fp.cz/nano/pluginfile.php/1008/mod\\_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-technologie1.pdf](http://moodle.fp.cz/nano/pluginfile.php/1008/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-technologie1.pdf)

[7] ALIBABA. Needle punching machine. *Alibaba.com* [online]. © 1999-2014 [cit.2014-04-06]. Dostupné z: [http://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product\\_en&CatId=41603&SearchText=needle+punching+machine](http://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=41603&SearchText=needle+punching+machine)

[8] RUSSELL, Edited by S.J. *Handbook of nonwovens*. Boca Raton, Fla. [ETA.] : Cambridge: CRS press; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.

[9]

[http://www.moodle.fp.tul.cz/nano/pluginfile.php/598/mod\\_resource/content/1/TTX3\\_%C3%9Apravy.pdf](http://www.moodle.fp.tul.cz/nano/pluginfile.php/598/mod_resource/content/1/TTX3_%C3%9Apravy.pdf)

[10] GUPTA, Edited by P.K. Chatterjee and B.S. *Absorbent technology*. Amsterdam: Elsevier Science, 2002. ISBN 978-044-4500-007.

[11] HUNOLD+KNOOP. Polyethylenterephthalat- *Hunold-Knoop.de* [online]. ©2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.hunold-knoop.de/wissen/die-kunststoffe/polaethylonterephthalat-pet.html>

[12] THE UNIVERSITY OF TENNESSEE. Bicomponent fibres. *Utk.edu* [online]. [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Bicomponent%20fibres.htm>

[13] PATNAIK. *Wetting and wicking in fibrous materials*. Abington, Cambridge: Woodhead Publ, 2006. ISBN 978-184-5691-493.

[14] QUICK PURE. ALAB Fine Bibble Diffusers. *Quickpure.com* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.quickpure.com/Diffusers.htm>

[15] VSCHT, Stanovení viskozity roztoků. *Vscht.cz* [online]. [cit. 2014-04-13].

Dostupné z: [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res\\_stanoveni\\_viskozity\\_roztoku/teorie.htm](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_stanoveni_viskozity_roztoku/teorie.htm)

[16] AVEX-INSTRUMENTS *SeeSystems*. Dostupné z: [http://www.advex-instruments.cz/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1&Itemid=26](http://www.advex-instruments.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=1&Itemid=26)

[17] EVONIK Industries *Aerosil*. Dostupné z: <http://www.aerosil.com/product/aerosil/en/Pages/default.aspx>

