



Textilní kolektory pro záchyt vodní mlhy

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3106R016 – Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Autor práce: **Tomasz Riwoń**
Vedoucí práce: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.
Katedra materiálového inženýrství





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Textile collectors for catching water mist

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3106R016 – Textile Technologies, Materials and Nanomaterials
Author: **Tomasz Riwoń**
Supervisor: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.
Department of Material Engineering



Zadání bakalářské práce

Textilní kolektory pro záchyt mlhy

Jméno a příjmení: **Bc. Tomasz Riwoń**
Osobní číslo: T16000344
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní technologie, materiály a nanomateriály
Zadávající katedra: Katedra technologií a struktur
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši na téma záchytu vodní mlhy ze vzduchu.
2. Navrhněte a realizujte sběrače mlhy tvořené ze dvou textilních struktur, přičemž záchyt mlhy provede netkaná textilie a odvod zachycené vody zajistí osnovní pletenina nebo jiný vlákenný materiál s vysokou porozitou a nízkou plošnou hmotností.
3. Vlákenné struktury ze syntetických vláken dle potřeby hydrofilizujte chemickými úpravami.
4. Funkčnost systému ověřte za reálných podmínek.
5. Výsledky diskutujte.



Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran
Formazpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: Čeština



Seznam odborné literatury:

- [1] Jirsák, O., Kalinová, K. Netkané textilie. Skripta TUL.
- [2] Russell, S.J. Handbook of nonwovens. Woodhead Publishing Ltd, 2007.
- [3] Daněk, V. Stroje a technologie osnovního pletení, VŠST Liberec 1984.

Vedoucí práce: prof. Ing. Jakub Wiener,
Ph.D. Katedra
materiálového inženýrství

Datum zadání práce: 11. října 2018
Předpokládaný termín odevzdání: 10. srpna 2020

Prohlášení

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

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

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

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

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

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

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

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Především bych chtěl poděkovat vedoucímu práce prof. Ing. Jakobovi Wienerovi Ph.D. za odbornou pomoc, ochotu a trpělivost. Dále děkuji panu Petrovi Čermákovi z firmy TEBO, a.s., za poskytnutí materiálu a velkou pomoc během celého studia. Rád bych poděkovala panu Ing. Tomášovi Sacherovi ze společnosti Rudolf Group za poskytnuté materiály. Rád bych také poděkoval své manželce, která mi vyšla vstříc a neustále mě podporuje.

Anotace

Tato bakalářská práce je zaměřena na vývoj materiálu, který by byl vhodný na záchyt vodní mlhy ze vzduchu. V rešeršní části je popsána vlhkost vzduchu, kondenzace, vzduchové hmoty, smáčení, vliv struktury vláken na sorpci, vybrané finální úpravy a sběr mlhy.

V další části je popsána technologie výroby vzorků, následuje popis měření vlhkosti vyrobených vzorků. Výsledky provedených měření jsou uvedeny v tabulkách a grafech.

V závěru práce je vyhodnocení výsledků provedených měření.

Klíčová slova

Mlha

Vzduch

Pletenina

Netkaná textilie

Záchyt mlhy

Anotation

This bachelor thesis is focused on the development of a material that would be suitable for capturing water mist from the air. The research part describes air humidity, condensation, air masses, wetting, the effect of fiber structure on sorption, selected final treatments and mist collection.

The next part describes the technology of sample production, followed by a description of measuring the humidity of the samples produced. The results of the performed measurements are given in tables and graphs.

At the end of the work is the evaluation of the results of measurements.

Keywords

Fog

Air

Knitwear

Nonwovens

Fog harvesting

Obsah

1	ÚVOD	12
2	REŠERŠNÍ ČÁST	13
2.1	VODA V ATMOSFÉŘE	13
2.1.1	Vlhkost vzduchu	13
2.1.2	Kondenzace	14
2.2	VZDUCHOVÉ HMOTY	17
2.2.1	Rozdělení vzduchových hmot.....	18
2.3	SMÁČENÍ.....	18
2.3.1	Fázové rozhraní	18
2.3.1.1	Kapka kapaliny na povrchu tuhé látky.....	19
2.4	VELIKOST KAPEK MLHY	21
2.5	SORPCE	22
2.6	VLIV STRUKTURY VLÁKEN NA SORPCI.....	23
2.7	CHOVÁNÍ TEKUTINY V TEXTILII	23
2.8	HYDROFOBNÍ ÚPRAVA.....	25
2.9	VÝROBA MLHY.....	26
2.10	SBĚR MLHY	27
2.11	STATISTICKÉ PARAMETRY POTŘEBNÉ K VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POTŘEBNÝCH MĚŘENÍ	29
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	31
3.1	MATERIÁL PRO VÝROBU VZORKŮ	31
3.1.1	Netkaná textilie.....	31
3.1.2	Osnovní pletenina	33
3.1.3	Polyethylentereftalát	33
3.2	VÝROBA VZORKŮ.....	34
3.2.1	Modifikace textilních materiálů.....	34
3.3	VÝROBA VZORKŮ SAMOTNÝCH.....	37
3.4	TESTOVÁNÍ	39
3.4.1	Kapkový test.....	39
3.4.2	Testování zvlhčovačem vzduchu	42
3.5	VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ.....	48
3.5.1	Výsledky kapkového testu	48
3.5.2	Test 1 – časová změna hmotnosti vzorku	49
3.5.3	Výsledky měření testů 2, provedeném na zvlhčovači vzduchu	52
	ZÁVĚR	54
	REFERENČNÍ SEZNAM	55
	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
	SEZNAM TABULEK	58
	SEZNAM GRAFŮ	59
	SEZNAM PŘÍLOH	60

Seznam symbolů a zkratek

$\%$	procento
$^{\circ}\text{C}$	stupeň celsia
r	relativní vlhkost vzduchu
e	napětí vodních par
E	napětí nasycení
cm	centimetr
cm^2	centimetr čtvereční
cm^3	centimetr krychlový
m	metr
km	kilometr
m^2	metr čtvereční
m^3	metr krychlový
g	gram
mg	miligram
s	sekunda
μm	mikrometr
s_g	faze pevné látky
l_s	faze kapalina
g_l	faze plny
l	litr
ml	mililitr
\bar{x}	aritmetický průměr
π	Ludolfovo číslo

γ povrchová energie

zk zkouška

1 ÚVOD

Původ vody na zemi je doposud nevysvětlenou záhadou, ale existuje mnoho teorií. Voda je všude, kam se jen podíváme, jedná se tedy o jednu z nejdůležitějších podmínek pro existenci života na Zemi. Na vodě jsou závislé všechny formy života, vodu k životu potřebuje fauna i flóra. Zemský povrch je tvořen ze dvou třetin vodou, zbylou třetinu tvoří souš. Naše planeta má z vesmíru modrobílou barvu, modrou barvu tvoří oceány, bílou vodní páry. Vodní obal Země se nazývá hydrosféra. Voda v atmosféře se vyskytuje ve třech skupenstvích, pevné – sníh, jínovatka, sněhové vločky, led, plynné – vodní páry a kapalné – voda.

Voda hrála od počátku lidstva nemalou roli při osídlování. Od nepaměti si lidé budovali svá obydlí v blízkosti vodních toků a ploch. „U velkých řek, jako je Tigris, Eufrat, Nil a Ganga, vznikaly první civilizace. V našich klimatických podmínkách nedostatek vody příliš nevnímáme, ale ne všude mají takové štěstí. Sběr mlhy se realizuje sběrem vody mlhy za použití velkých vertikálních ok sítě tak, aby kapky stékaly směrem k žlabu níže. Tomuto zařízení se říká mlha plot, mlha kolektor nebo mlhová síť. Prostřednictvím kondenzaci v atmosféře vodní páry ze vzduchu kondenzují na studených površích do kapiček vody známého jako rosa. Tento jev je nejvíce pozorovatelný na tenkých, plochých, exponovaných objektech včetně listů rostlin a stébel trávy. Jakmile exponovaný povrch vychladne vyzařováním svého tepla do nebe, atmosférická vlhkost kondenzuje rychlostí vyšší, než je rychlost, ze které se může odpařit, což vede k tvorbě kapiček vody.[1]

Myšlenka jak využít vodu kondenzací se objevuje v celé historii, jedná se například o rosné rybníky, které byly vytvořeny zemědělci ve Velké Británii, aby poskytly pitnou vodu pro hospodářská zvířata, historie rosných rybníků sahá až do doby bronzové.[2]

2 REŠERŠNÍ ČÁST

2.1 Voda v atmosféře

V zemské atmosféře je voda přítomna vždy nejméně v jednom ze tří možných skupenství (pevné, kapalné nebo plynné). Voda v atmosféře je nezbytná pro celou krajinnou sféru a je na ní závislý život na Zemi. Až 99 % vodních par obsahuje troposféra, do výšky 1,5 km se nachází 50 % vodních par. Do atmosféry se voda dostává prakticky nepřetržitě výparem ve formě vodních par. Typickou vlastností vody je možný přechod z jednoho skupenství do druhého (tzv. fázový přechod). Kondenzace představuje přechod z plynného do kapalného skupenství (opakem je vypařování). Přechod z pevného skupenství do kapalného je tání (opakem je mrznutí). Sublimace je proces, při kterém se pevná látka (voda) mění na přímo plyn (páru), aniž by došlo k jejímu tání. Opakem je desublimace. Výpar (evaporace) je fyzikální proces a vyjadřuje množství vody, které se vypaří za určitou dobu do ovzduší z povrchu půdy a z volné vodní plochy. Transpirace je výpar vody z rostlinných orgánů do ovzduší a považujeme ji za fyziologický proces. Celkový výpar z rostlin a půdy se označuje termínem evapotranspirace. V našich zeměpisných šířkách převažuje transpirace nad evaporací.[5]

2.1.1 Vlhkost vzduchu

Charakteristiky vlhkosti vzduchu vyjadřuje množství vodních par ve vzduchu. Za normálních podmínek vlhkost vzduchu s výškou klesá. V případě kdy vlhkost vzduchu roste s výškou, mluvíme o vlhkostní inverzi. Základní charakteristikou vlhkosti vzduchu je napětí (tlak) vodní páry. Udává dílčí tlak vodní páry ve vzduchu. Vyjadřuje se v hPa. V případě nasycení vzduchu vodními parami nahrazuje tuto charakteristiku napětí nasycení E . Tato hodnota je přímo úměrná teplotě vzduchu.

Poměrná (relativní) vlhkost vzduchu (r) - vyjadřuje poměr skutečného napětí vodních par e k maximálně možnému napětí nasycení E při dané teplotě. Udává se v % objemu.[5]

$$r = \frac{e}{E} \times (100\%)$$

Sytostní doplněk, též deficit vlhkosti (d) - vyjadřuje rozdíl mezi maximálním tlakem (napětím) vodních par E při dané teplotě a skutečným napětím vodních par e. Jednotkou je hPa.

2.1.2 Kondenzace

Kondenzace se projevuje vytvářením mikroskopických vodních kapek. Nastává při dosažení stavu nasycení, nejčastěji při poklesu teploty. Pro vznik vodních kapek v ovzduší je nezbytná přítomnost hygroskopických a podchlazených kondenzačních jader v atmosféře. Nacházejí se v počtu od 1000 v cm³ do 1.000.000 v cm³. Mikroskopické kapky se shlukují do větších oblačných kapek nebo ledových krystalků o poloměru 1-10 μm. Při jejich nahromadění vznikají oblaka. Vzestupné proudy v atmosféře udržují kapky vody v určité výšce. Do nízkých výšek, kde teplota neklesá pod -4 °C, tj. hladiny kondenzace, oblak tvoří jen vodní kapky. Od výšky, která odpovídá teplotní hladině -12 °C (hladina ledových jader), obsahují oblaka výhradně ledová jádra. Vodní obsah oblaků je poměrně nízký, na 1 m³ připadá 0,2-5,0 g vody. Pokud se produkty kondenzace hromadí těsně nad zemským povrchem, vytváří se mlha.

Mlhy a jejich klasifikace Mlhy řadíme mezi hydrometeory. Tvoří ji velmi malé vodní kapičky nebo ledové krystalky rozptýlené ve vzduchu. Začínají se tvořit při poměrné vlhkosti vzduchu 90-95 %, kdy ještě teplota vzduchu nedosahuje rosného bodu. Mlha je stav, kdy je dohlednost snížena v jednom směru na méně než 1000 metrů. Podle dohlednosti rozlišujeme čtyři stupně intenzity mlhy: 1. slabá (dohlednost 500-1000 m), 2. mírná (dohlednost 200-500 m), 3. silná (dohlednost 50-200 m), 4. velmi silná (dohlednost < 50m).[5]

2.1.2.1 Vznik mlhy

Základním předpokladem pro vznik mlhy je nasycení nebo dokonce přesycení ovzduší vodní parou, a také přítomnost kondenzačních jader. V závislosti na aktivitě kondenzačních jader může mlha vznikat už při nasycení ovzduší vodní parou menší než 100 %. Všeobecně, existují tři různé procesy, které vedou k vzniku mlhy – ochlazování vzduchu na teplotu rosného bodu, vypařování vody do relativně chladnějšího prostředí a promíchávání vzduchových mas. [3]

Teplota rosného bodu je teplota, při níž vodní pára kondenzuje ve viditelné kapičky. Teplota rosného bodu je proměnlivá, závisí na množství vodní páry v ovzduší. Ochlazování vzduchu na teplotu rosného bodu může být adiabatické nebo neadiabatické. Přízemní vrstva vzduchu se ochlazuje neadiabatickým procesem od chladnějšího zemského povrchu. Takovéto ochlazení může vzniknout dvěma způsoby – prouděním teplého vzduchu nad chladným povrchem země či vody anebo vyzařováním tepla zemského povrchu do okolního prostoru.[3]

Vypařování vody do relativně chladnějšího prostředí probíhá v závislosti na velikosti sytostního doplnku, což je rozdíl mezi tlakem nasycené vodní páry nad vodní plochou a tlakem vodní páry obsažené ve vzduchu. Sytostní doplněk je tím větší, čím je větší rozdíl mezi teplotou vzduchu a teplotou vody, která se vypařuje.

Při vypařování vody z vodní plochy je ke vzniku mlhy zapotřebí většího rozdílu mezi teplotou vzduchu a teplotou vypařující se vody. [3]

Při promíchávání dvou vzduchových mas může mlha vzniknout pouze za předpokladu, že tyto vzduchové masy byly již před promícháním téměř nasyceny vodní parou a že jejich teplota byla rozdílná. V přízemní vrstvě ovzduší k procesu promíchávání vzduchových mas prakticky nedochází.[3]

2.1.2.2 Radiační mlha

Radiační mlha vzniká následkem nočního ochlazování vzduchu přiléhajícího k zemskému povrchu. Toto podloží se ochlazuje důsledkem dlouhovělného vyzařování. Pro vznik mlhy je potřebné, aby ochlazování vzduchu od podloží nebylo narušováno silnějším prouděním. Ideální rychlost proudění je 1 - 3 m/s. [4]

Při silnějším proudění by se promíchávala mocnější vrstva vzduchu a nedošlo by tak k jejímu dostatečnému ochlazení. Takto by se vzduch nenasytil vodnými parami a mlha by nevznikla. Tato mlha se tvoří většinou v druhé polovině noci. V létě tvoří jen tenoučkou vrstvu nad podložím a rozpadává se brzy po východu slunce. Na podzim je to vrstva silná 100 - 200 m a rozpadává se dopoledne, anebo zmetamorfózuje na oblačnost druhu Stratus, se základnou ve výšce 100 - 300 m. V zimě pak může tato mlha trvat v závislosti na vnějších meteorologických podmínkách i celý den. [4]

2.1.2.3 Advekční mlha

Tento druh mlhy se tvoří v případě, kdy se vlhký teplý vzduch přemísťuje nad studené zemské podloží. Při svém pohybu se od podloží ochlazují přiléhající vzduchové vrstvy až do stavu nasycení vodnými parami. Při vyšší rychlosti proudění se mlha při zemi neudrží, zdvihne se do výšky a vytvoří se Stratus. Advekční mlhy zabírají velké prostory, mohou vzniknout v kterékoliv denní době, obvykle však na podzim a v zimě, kdy se nad naše území dostávají teplé a vlhké vzduchové hmoty od oceánu, který je v tomto období teplejší než pevnina. Jsou spojené s mrholením, v nočních hodinách obvykle silicím vlivem radiačního efektu. Vertikálně vždy přesahují 20 m a mohou být mocné i několik stovek metrů. Mají dlouhé trvání a rozpadávají se především vlivem změny synoptické situace. [4]

2.1.2.4 Předfrontální mlha

Vzniká tehdy, když studeným vzduchem před frontou propadávají relativně teplé vodní kapky, které se vypařují a touto vlhkostí nasycují vzduch. Nejčastěji vznikají před teplými frontami v pásmu 100 - 200 km před vlastní frontální čarou. [4]

2.1.2.5 Zafrontální mlha

Je podmíněná advekcí teplého a vlhkého vzduchu nad studené podloží za teplou frontou anebo teplou okluzí. Má velkou rozlohu a je spojená s frontální oblačností.

2.1.2.6 Frontální mlha

Tento typ mlhy je v podstatě frontální oblačnost, která dosahuje svou spodní základnou až na zemský povrch. [4]

2.1.2.7 Městská mlha

Tento typ mlh je znám spíše pod označením smog. Smog je směs především vodního aerosolu, prachu, kouře a exhalací z dopravy, které smogu propůjčují jeho specifický namodralý až našedlý nádech. Kondenzace vodních par v městském prostředí je díky značné prašnosti i exhalacím o to snazší, zvláště s ohledem na fakt, že brzy po ránu, kdy jsou všeobecně podmínky pro vznik mlh nejpříznivější, sílí dopravní špička a je zvýšená produkce kouře z lokálních topenišť. Rozlišujeme smog Londýnského typu (na vzniku smogu se podílí především proudění vlhkého vzduchu od moře) a Los Angeleského typu (hlavní spouštěč je doprava). [4]

2.2 Vzduchové hmoty

Objemy vzduchu v troposféře plošně porovnatelné s plochami moří a pevnin se označují jako vzduchové hmoty. Rozměry v horizontálním směru jsou značné (2-3 tisíce km). Vertikálně často zasahují od zemského povrchu až po tropopauzu. Někdy jsou jednotlivé vzduchové hmoty uloženy nad sebou a to tak, že se zpravidla teplejší vzduchová hmota nachází nad studenou. Mají přibližně stejné fyzikální vlastnosti a pohybují se podle zákonitostí všeobecné cirkulace atmosféry. Vzduchové hmoty si dostatečně dlouho zachovávají svoje původní vlastnosti i po přemístění do jiné geografické oblasti. Typické vlastnosti vzduchových hmot, především teplota a vlhkost, charakterizují meteorologické poměry oblasti svého vzniku. Výrazně mohou ovlivňovat ráz počasí místa. Geografické kritérium klasifikace podle místa vzniku obsahuje 4 základní typy:

- arktická nebo antarktická
- polární
- používá se i označení vzduch mírných šířek

- tropická
- ekvatoriální

S výjimkou ekvatoriální vzduchové hmoty lze u každého typu hovořit jako o mořské (m) nebo kontinentální (c) vzduchové hmotě. Vzduchové hmoty se přemísťují, dochází ke změně jejich vlastností, k tzv. transformaci vzduchové hmoty.

2.2.1 Rozdělení vzduchových hmot

Vzduchové hmoty lze dělit podle jejich termodynamických a termických vlastností (termodynamická klasifikace):

- Teplá vzduchová hmota (stabilní a nestabilní). Přemísťuje se z oblasti teplé do oblasti chladnější, nejčastěji od jihu k severu.
- Studená vzduchová hmota (stabilní a nestabilní). Vzduchová hmota, která se přemísťuje z oblasti chladné do oblasti teplejší, nejčastěji od severu k jihu.
- Místní vzduchová hmota (stabilní a nestabilní). Setrvává delší dobu v dané oblasti a podstatně nemění svoje vlastnosti.[5]

2.3 Smáčení

Lze definovat jako vlastnost kapaliny přilnout k povrchu některých pevných látek. Jedná se o schopnost udržovat kontakt s pevným povrchem, která je výsledkem intermolekulárních interakcí. Smáčení se zabývá třemi skupenstvími materiálu: pevným, kapalným a plynným. V současné době smáčení pomáhá při vývoji nanotechnologií, kvůli příchodu mnoha nanomateriálů (např. uhlíková nanotrubička).[6]

2.3.1 Fázové rozhraní

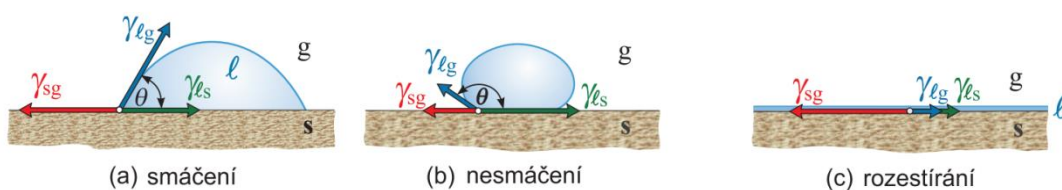
Je definováno jako určitá část objemu zkoumaného systému, ve které jsou vlastnosti konstantní nebo se spojitě mění v prostoru. Jednotlivé fáze jsou odděleny fázovým rozhraním. Z makroskopického hlediska fázovým rozhraním rozumíme plochu, na které se jedna nebo více vlastností systému mění skokem.

Z mikroskopického, molekulárního hlediska, mají fázová rozhraní určitou tloušťku (minimálně jeden, ale většinou několik molekulárních průměrů), a tedy i určitý objem. Vlastnosti fázového rozhraní jsou ovlivňovány vlastnostmi obou stýkajících se fází. Fázová rozhraní bývají rozdělována podle skupenského stavu objemových fází:

- kapalina/plyn (povrch) (l_g/g_l)
- kapalina/kapalina (l_{s1}/l_{s2})
- tuhá látka/plyn (povrch) (s_g/g_l)
- tuhá látka/kapalina (s_g/l_s)
- tuhá látka/tuhá látka (s_{g1}/s_{g2})

Různé typy rozhraní mají některé společné vlastnosti, v řadě vlastností se však podstatně liší. Hlavní rozdíly spočívají v charakteru povrchu kapaliny a povrchu pevné látky. Rozhraní mezi kapalinou a plynem nebo mezi dvěma kapalnými fázemi (tzv. mobilní rozhraní) lze označit jako homogenní, případné nehomogenity mají vlivem velké pohyblivosti částic kapaliny velmi krátkou životnost. V případě rozhraní, kdy jedna z fází je pevná, je situace složitější. Povaha povrchů pevných látek může být značně rozdílná. Pevné látky bývají studovány při pokojových teplotách – tedy obvykle hluboko pod bodem tání. Za těchto podmínek jsou povrchové atomy relativně nepohyblivé. Povrch je nehomogenní a na rozdíl od kapalin většinou nerovný v mikroměřítku a často i v makroměřítku.

2.3.1.1 Kapka kapaliny na povrchu tuhé látky



Obrázek 1 Chování kapky kapaliny na povrchu tuhé látky

O chování kapky na povrchu tuhé nerozpustné látky rozhodují hodnoty mezifázových energií (vzhledem k tuhosti podložky neuvažujeme vliv gravitace). Je-li umístěno malé množství kapaliny na rovinný povrch tuhé látky, pak buď zůstane ve tvaru na obr. 1 bod a) b) kapky nebo se rozestře do souvislé vrstvy (viz bod. c).

Je-li povrchová energie tuhé látky menší než součet povrchové energie kapaliny a mezifázové energie tuhá látka – kapalina,

$$\gamma_{sg} < \gamma_{ls} + \gamma_{lg} \quad (2.1)$$

Zaujme-li kapka kapaliny na povrchu tuhé látky určitý tvar, charakterizovaný úhlem smáčení (kontaktní úhel) θ , jehož velikost je dána rovnovážnou podmínkou, známou jako Youngova rovnice: součet vektorů mezifázových napětí je nulový

$$\gamma_{sg} = \gamma_{ls} + \gamma_{lg} \cos \theta \quad (2.2)$$

Pro úhel smáčení z Youngovy rovnice plyne

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{sg} - \gamma_{ls}}{\gamma_{lg}} \quad (2.3)$$

Podle velikosti smáčecího úhlu jsou rozlišovány kapaliny, které tuhý povrch

a) smáčejí, tj. vytvářejí ostrý úhel smáčení, $0 < \theta < 90^\circ$ ($0 < \cos \theta < 1$), jak ukazuje (obr. a); v tomto případě je $\gamma_{sg} > \gamma_{ls}$, a

b) nesmáčejí, tj. vytvářejí tupý úhel smáčení, $90^\circ < \theta < 180^\circ$ ($0 > \cos \theta > -1$), (obr. b), je-li $\gamma_{sg} < \gamma_{ls}$.

Povrchy smáčené kapalinami se nazývají lyofilní, (z řeckého lyos = kapalina, filo = miluji) v případě vody hydrofilní, povrchy nesmáčené kapalinami lyofobní (fobo = nenávidím) v případě vody hydrofobní.

Je-li povrchová energie tuhé látky větší než součet povrchové energie kapaliny a mezifázové energie tuhá látka-kapalina,

$$\gamma_{sg} > \gamma_{ls} + \gamma_{lg} \quad (2.4)$$

nemůže být rovnovážná podmínka splněna za žádných fyzikálně reálných podmínek (pro $\cos \theta$ vychází z Youngovy rovnice hodnota větší než jedna), rovnováha se nemůže ustavit a kapka vytvoří na povrchu tuhé látky souvislou vrstvu (obr. c) – nastává rozestírání kapaliny. Rozhraní tuhá látka/plyn je přitom nahrazeno dvěma rozhraními: rozhraním tuhá látka/kapalina a rozhraním kapalina/plyn; součet jejich energií je menší než energie původního rozhraní. Mezní případ smáčení ($\theta = 0^\circ$, $\gamma_{sg} = \gamma_{ls} + \gamma_{lg}$) se nazývá dokonalé smáčení, mezní případ nesmáčení ($\theta = 180^\circ$) je označován jako dokonalé nesmáčení. Obdobné výsledky dostaneme také pro případ, že plynnou fázi nahradíme druhou kapalinou, která je nemísitelná s kapalinou tvořící kapku.[7]

2.4 Velikost kapek mlhy

Když mluvíme o kapičkách vody, neexistuje obecná klasifikace. Jako „mlhová inženýři“ jsme je klasifikovali na základě průměru kapiček postřiku měřených metodou ponorového vzorkování. Velikost kapičky vody se liší v závislosti na metodě měření.

Jak důležitá je velikost kapičky vody? Kapka vody 10 μm (jemná mlha) nebo 1 mm (slabý déšť) má velký vliv na dopad a vlhkost. V závislosti na aplikaci je vyžadována různá velikost kapiček vody. Například, pokud chcete účinnou aplikaci mytí, nebudete používat jemnou mlhu, která se vypařuje ve vzduchu před dosažením povrchu, který chcete vyčistit. A naopak, pokud potřebujete zchladit místnost bez smáčení, nebudete stříkat průměr kapiček lehkého deště, protože celou místnost namočíte a vytvoříte na podlaze vodní louže.

K měření průměru kapiček lze použít několik metod:

1. Metoda ponořením vzorku. Kapky se shromažďují na skleněné desce potažené silikonovým olejem a okamžitě se fotografují při velkém zvětšení pro následné skenování. Při této metodě se sebrané kapičky rychle usazují v silikonovém oleji a při fotografování se neodpařují ani pod silným světlem. Jsou uvíznuty v silikonovém oleji a jsou měřeny jako dokonalé koule.

Avšak velmi jemné kapičky, příliš malé na to, aby přerušily povrchové napětí oleje a lepidla, se vypařují. Velikost kapiček jemné a ultrajemné mlhy stanovená metodou vzorkování ponořením je tedy větší než skutečné hodnoty.

2. Laserový analyzátor: Fraunhoferova difrakční metoda. V této metodě se používá princip difrakce laserovým paprskem. Když se kapičky dostanou do cesty laserovému paprsku, rozptýlí směr laserových paprsků a vytvoří difrakční obrazec (Fraunhoferova difrakce). Difrakční obrazec závisí na velikosti kapiček a jejich distribuci. Tato metoda může současně měřit všechny kapičky, které interferují s laserovým paprskem. Pokud je však koncentrace kapiček ve spreji příliš vysoká, může být způsoben jev, který se nazývá vícenásobná disperze, ve kterém může být paprsek difraktovaný kapkou znovu rozptýlen z další kapky. To měří měření tím, že měření je menší než skutečná velikost kapiček.
3. Laserová Dopplerova metoda. Tato metoda je založena na vytvoření paprsku, kde dva laserové paprsky interferují. Když kapička prochází tímto paprskem, detekují dva nebo více senzorů umístěných v určité vzdálenosti fázový rozdíl rozptýleného světla určením velikosti kapičky. Výhoda této metody spočívá v tom, že neovlivňuje rozsah koncentrace spreje ve spreji, protože měří velikost kapiček jeden po druhém a také měří rychlost kapiček současně. Měření se však provádí pouze v jednom bodě postřiku.

Metoda ponořování a laserový analyzátor se používají jako průmyslové metody měření velikosti kapiček spreje.[8]

2.5 Sorpce

Sorpce je proces, při kterém dochází jak k adsorpci, tak k absorpci, popř. také k chemické reakci nebo jinému vázání sorbentu. Při absorpci je jedna z fází zachycena nejen na povrchu pevné fáze, ale také proniká do celého objemu. Na rozhraní vzájemného styku pevné fáze s kapalnou či plynnou fází vzniká specifická oblast tzv. fázového rozhraní. V této oblasti může dojít ke zvýšení koncentrace kapalně či plynné fáze, hovoříme tedy o adsorpci.[9]

2.6 Vliv struktury vláken na sorpci

Rozdíly mezi teoreticky možnou sorpcí vody, vypočítanou na základě množství aktivních center a skutečně naměřenou, podmínily úvahy o tom, že ne všechna centra jsou schopna sorbovat vodu. Kromě tohoto různé množství sorbované vody při stejných podmínkách vláken stejného složení, jako i různé intenzity projevu správných jevů sorpce dokázaly, že nad molekulová struktura vláken je důležitým faktorem ovlivňujícím sorpci vláken. Nad molekulová struktura vláken ovlivňuje celkové množství i rychlost sorpce v takové míře, že sorpce vody, jódu a barviv se často používá jako jedna z metod pozorování nad molekulové struktury vláken. Všeobecní platí, že sorpce se především uskutečňuje v amorfních oblastech a na povrchu krystalů. V krystalických oblastech vláken jsou molekuly vázány silnými mezi molekulovými vazbami do pravidelných krystalů.

Aktivní skupiny tvoří mezi molekulové vazby formou vodíkových můstků v celulóze, vlně, polyamidech, nebo disperzní síly v polyesterech. Pro molekuly sorbantu je tedy těžké se dostat do krystalických oblastí. Sorpce se může uskutečnit v takovém případě, kdy jsou aktivní skupiny volné.[10]

2.7 Chování tekutiny v textiliích

Chování tekutin v textilu a jiných vyrobených materiálech je důležité pro výkon produktu během výrobních procesů a konečného použití. Vlastnosti přenosu vody přes suroviny použité pro výrobu textilií jsou silně ovlivněny absorpčními vlastnostmi kapaliny, metodou výroby příze, technikou povrchového tváření a strukturálními parametry textilie, jakož i dokončovacími procesy aplikovanými na látku, pohodlím oděvu a některé technické textilní aplikace (lékařské textilie, geotextilie, agrotexilie atd.) je funkce, kterou je třeba zvážit. Souběžně s vývojem textilu a dalších technologií se zvýšila životní úroveň lidí a zvýšila se kritéria pro výběr oblečení a očekávání od oblečení, které používají jak v práci, tak ve svém volném čase. Mezi těmito očekáváními je tepelný prvek pohodlí v popředí přímo spojen s přenosovými vlastnostmi tkanin vytvářejících oděv a je žádoucí odstranit pot vytvořený v těle v krátkém čase, zejména během intenzivní činnosti.

Proto byla v posledních letech, zejména ve funkčním oděvu (sportovní, vojenské, ochranné atd.), zavedena výroba tkanin s různými vlastnostmi tkaniny, aby se změnila schopnost přenosu tekutin (kapalina absorbující nebo odpuzující kapalina).

Vlastnosti tekutých transferů produktů jsou důležitým faktorem ovlivňujícím jejich výkon v mnoha technických textilních oborech, jejichž vývoj se v posledních letech zrychlil. Očekává se, že technické textilie, jako jsou obvazy, potahy pro chirurgické soupravy, geotextilie a agrotexilie, které přicházejí do styku s půdou, a obalové materiály používané v medicíně, kromě oděvů, budou mít v závislosti na použití v terénu vlastnosti pohlcující nebo odpuzující tekutinu a prodyšnost. K dosažení těchto vlastností lze dosáhnout specifických cílů pomocí výrobních parametrů a procesů vybraných ze surovin ve výrobních procesech, zejména v dokončovacím procesu. Absorpční teorie, které hrají rozhodující roli v komunikaci textilu s tekutinou, jsou shrnuty níže.

Tento test se vztahuje na tkaniny, které vyžadují vysokou absorpci vody. Například jako lékařské textilie, spodní prádlo, froté tkaniny.

Testuje se dvěma způsoby;

- 1: Stanovení absorpce vody ponořením do vody.
- 2: Stanovení doby pádu kapkou vody.

Stanovení stupně absorpce vody (absorpce vody)

Stanovení absorpční kapacity vody výškou

Měření rychlosti šíření vody

Dopad hydrofilních skupin

Při absorpci molekuly vody interagují s vláknitou strukturou, takže přírodní vlákna (včetně regenerovaných vláken přírodního původu) s hydrofilními skupinami, které interagují s vodou, absorbují kapalinu, protože absorbují vodu, a syntetická vlákna interagují s malým množstvím vody, absorpční kapacita kapaliny je velmi nízká.

Přímé a nepřímé molekuly vody vázány

Během první interakce mezi textilním materiálem a vodou se voda nejprve drží na hydrofilních skupinách. Molekuly vody se pak připojí k hydrofilním skupinám nebo se připojí k dříve navázaným molekulám vody a vytvoří novou vrstvu. Molekuly vody vázané přímo na hydrofilní skupiny jsou pevně vázány a mají omezený pohyb. Nepřímo spojené molekuly vody, jejichž molekulární sedimenty jsou nepravidelnější, mají volnější strukturu a snadněji se pohybují.

Absorpce do krystalických a amorfních oblastí

V krystalických oblastech textilních materiálů jsou vláknité částice pevně zabalené a pravidelné. Aktivní skupiny vytvořily spojení mezi molekulami. Proto pronikání molekul vody do krystalické oblasti není snadné, a aby se absorbovala voda, musí být přerušeny některé křížové vazby mezi aktivními skupinami. Absorpce vlhkosti materiálu poskytuje představu o poměru krystalické a amorfní plochy struktury.

2.8 Hydrofobní úprava

Touto úpravou se potlačuje smáčivost textlie a propůjčuje se jí vodoodpudivost.

Rozlišujeme úpravy:

- Méně prodyšnou – vodotěsnou – textlie musí odolat určitému tlaku vodního sloupce, takto upravené tkaniny jsou málo prodyšné, proto je úprava vhodná především pro technické tkaniny.
- Prodyšnou – odperlující efekt – jednotlivá vlákna jsou obalena tenkým hydrofobním filmem, takže do nich nemůže proniknout voda, ale propustnost pro vzduch mezi vlákny je zachována.

Pro zajištění vodoodpudivosti je třeba vybrat vhodnou konstrukci textlie s ohledem na minimalizaci jejich porozity. Opět se tato úprava používá především pro bavlnu a celulózu materiály. Tradičním prostředkem pro vodoodpudivou úpravu je směs

vosků. Problém je zde velmi nízká odolnost vůči praní a čištění. Další možností je použití chromových solí vyšších mastných kyselin.[11]

Moderní prostředky pro vodoodpudivou úpravu jsou fluorované uhlovodíky, což jsou estery polyakrylové kyseliny a perfluorovaného hexanolu. Z dalších prostředků pro vodoodpudivou úpravu se používají ještě reaktivní pryskyřice, piridinové soli atd. Některé z těchto látek se vážou na celulózu přes esterové nebo éterové můstky obvykle jako postranní řetězce. Také pro vodoodpudivé úpravy je možné použít různých typů zátěrových úprav.

Úpravu je možné provádět dvěma způsoby:

Zaplněním pórů tkaniny nebo pleteniny filmotvornými látkami (nánosování)

Nanesením látek s nízkým povrchovým napětím.

Povrch textilie může být smáčen kapalinou, pouze pokud má textilie vyšší povrchové napětí než kapalina. Povrchové napětí destilované vody při 20 C je 72 mN.m⁻¹. [11]

2.9 Výroba mlhy

Mlhu lze vyrobit několika způsoby, jedním z nejznámějších je vytváření páry varem vody a následnou kondenzací v jemnou mlhu, tento způsob je však velmi energicky nevýhodný. Dalším způsobem výroby mlhy je použitím ultrazvuku za mnohem menší spotřeby energie. Ultrazvuková vlna procházející kapalinou rozkmitá její hladinu. Při dostatečně rychlých kmitech s dostatečně velkou amplitudou se pak na hladině kapaliny odtrhávají malé kapky. Jsou tak vytvořeny přímo, bez fázového přechodu látky a díky tomu za mnohem menší spotřeby energie. Vzniká jemná „mlha“ kapaliny o teplotě okolního prostředí. Drobné kapičky se pak dále vypařují a vytvářejí plynné skupenství látky - páru. Kapičky odnímají teplo z okolí tím, že se dále vypařují. Díky svému velkému povrchu se vypařují mnohem rychleji než voda z volného povrchu kapaliny v nádobě.[12]

2.10 Sběr mlhy

Na naší planetě jsou oblasti, kde srážky jsou extrémně vzácné, nebo vůbec neexistují, i na těchto místech však žijí rostliny a hmyz, s vyvinutými vlastnostmi, umožňujícími přežití v těchto nehostinných podmínkách. V některých případech jsou schopné zajistit potřebné množství vody k životu ze vzduchu, přesněji z mlhy, vznikající nad hladinou blízkých teplých moří. Jak již bylo zmíněno v úvodu bakalářské práce, jedním z těchto živočichů je namibijský brouk *Onymacrys unguicularis*. Tento brouk je neobvyklé stvoření, které den co den cestuje na vrchol duny, kde své tělo obrací proti větru, narovná zadní nohy a sníží hlavu, tímto postojem zajistí potřebné množství vzácné tekutiny navzdory nemalé vzdálenosti od nejbližšího vodního zdroje. Krovky brouka mají specifický hydrofobní povrch, na kterém se kapky vody shromažďují, hromadí a následně stékají. Řada vědců je inspirována k vývoji technologií zabývajících se záchytem mlhy ze vzduchu, kteří se snaží napodobit krovky brouka ve větším měřítku.



Obrázek 2 Namibijský brouk *Onymacrys unguicularis*

Technologie zaměřená na sběr mlhy je zkoumána více než třicet let a v současné době je úspěšně využívána například v horských pobřežních oblastech Chile, Ekvádoru, Mexiku a Peru. V těchto suchých oblastech se často vyskytují mlhy camanchacas, které mohou být za určitých podmínek zdrojem sladké vody. Jedná se o poměrně jednoduché konektory, různých velikostí, vyrobené z jemné polypropylenové nebo polyamidové pleteniny. Tyto konektory jsou postaveny kolmo proti větru a technologie je založena na skutečnosti, že voda se shromažďuje na síti, jemné kapičky se spojují a tvoří větší kapky, které jsou vlivem gravitace odváděny do okapu na dolním okraji sítě a následně do skladovacích nádrží. Tato voda může být použita pro různé účely, jako voda pitná, zavlažovací, na domácí aplikace.

Pro záchyt mlhy jsou klíčové zejména parametry, jako je velikost vláken v síti, velikost otvorů v síti a povlaky použitých vláken. Vědci zjistili, že řízením velikosti a struktury ok a chemického složení vláknitého povlaku je možné výrazně zvýšit účinnost shromažďování vody z mlhy. Podrobné testy a výpočty ukázaly, že neoptimálnější volbou je tkaná síťovina vyrobená z vláken z nerezové oceli, třikrát nebo čtyřikrát větší než je tloušťka lidského vlasu, a vzdálenost mezi vlákny je dvojnásobkem jejich tloušťky. Síť je navíc potažena roztokem, který má za následek hysterezi kontaktního úhlu, což umožňuje snadnější odvod kapiček do nádrží. Systémy jsou v současné době rozmístěny v pobřežních horách na okraji pouště Atacama a jsou schopny získat několik litrů pitné vody denně za každý metr čtvereční oka a v určitých obdobích roku, kdy je mlha silnější, může výsledek dosáhnout 12 litrů denně.

Údržba konektorů je minimální, není složitá a nenáročná na pracovní sílu, většinou spočívá v rutinních kontrolách, čištění sítě a trubek, odstranění prachu, řas a podobně. Pořizovací náklady nejsou vysoké, provoz nevyžaduje energii, voda je obecně čistá, neobsahuje škodlivé mikroorganismy, v řadě případů bylo prokázáno, že splňuje standardy Světové zdravotnické organizace. S přihlédnutím k uvedeným skutečnostem se jedná o poměrně levný zdroj získávání sladké vody. Může tak z velké části přispět k obnovení přirozené vegetace a jako podpora zemědělství.

Úkolem této práce je navrhnout a vyrobit konektor, který by co nejefektivněji mlhu zachytával. Jednalo by se o konektor složený ze dvou textilií, osnovní pleteniny a netkané textilie. Očka osnovní pleteniny je nutné vyrobit o takové velikosti, aby přes ně voda neprotékla, ale aby nebyli příliš malé a neucpávaly se z důvodu povrchového napětí.

2.11 Statistické parametry potřebné k vyhodnocení výsledků potřebných měření

Analýza malých výběrů

Analýza malých výběrů je vždy nepřesná a závěry jsou vždy zatíženy značnou mírou nejistoty, malých rozsahů výběru by mělo být užíváno jen tam, kde není z experimentálních důvodů možné zvýšit počet měření. Pro $4 \leq n \leq 20$ navrhuje Hornův postup založený na pořádkových statistikách, kdy vychází z hloubek pivotů odpovídajících přibližně výběrovým kvartilům (písmeno F)

Hloubka pivotu

$$H = \frac{\left(\text{int}\left(\frac{n+1}{2}\right)\right)}{2} \text{ nebo } H = \frac{\left(\text{int}\left(\frac{n+1}{2}\right)+1\right)}{2} \quad (2.5)$$

Vzorec je nutné zvolit tak, aby hloubka pivotu byla celé číslo.

Dolní a horní pivot

$$x_D = x_{(H)}; x_H = x_{(n+1-H)} \quad (2.6)$$

Pivotová polosuma – odhad parametru polohy

$$P_L = \frac{x_D - x_H}{2} \quad (2.7)$$

Pivotové rozpětí

$$R_L = x_D - x_H \quad (2.8)$$

95 % interval spolehlivosti

$$P_L - R_L t_{L,0,975}(n) \leq \mu \leq P_L + R_L t_{L,0,975}(n) \quad (2.9)$$

Variační koeficient

$$V = \frac{R_L}{P_L} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

[13]

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Materiál pro výrobu vzorků

3.1.1 Netkaná textilie

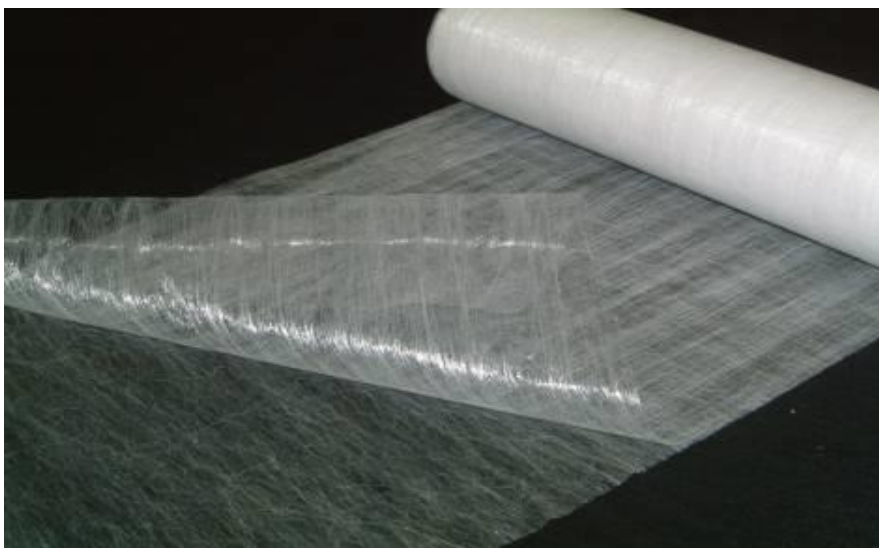
Netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením a/nebo kohezí a/nebo adhezí s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním. [14]

Milife

Jedná se o netkanou textilií, která je vyrobena ze 100% polyesteru, kombinací technologií orientaci vláken a technologií spřádání. Vyrobena v pokročilém patentovaném procesu, poskytuje hedvábný povrch a jedinečný vzhled a dojem.[15]

Hlavními vlastnostmi milife je jedinečná struktura díky které má netkaná velmi jemný povrch, je tenká a má nízkou hmotnost. Díky své různobarevnosti, flexibilitě a zároveň vynikající rozměrové stabilitě a vyvážené pevnosti v tahu se může aplikovat v místech, které vyžadují vizuální efekty, jako je interiér, dekorativní balení a textilie. Můžeme použít pro tištěné banery, interiérové tapety nebo žaluzie.

Využívá se, také jako dekorativní lepicí pásy, dekorace u balení nebo jako dekorace v textilním průmyslu.

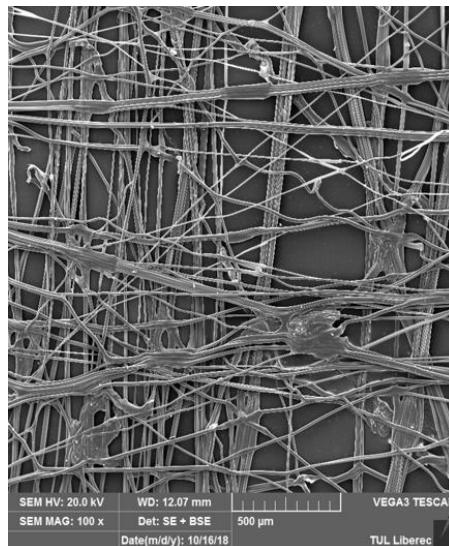


Obrázek 3 Netkaná textilie Milife



Obrázek 4 Milife použita jako banery

K experimentu byla použita Milife o hmotnosti 10g/m^2 . Tloušťka: přibližně $70\ \mu\text{m}$. Ve srovnání s jinými netkanými textiliemi umožňuje technologie Milife výrobu velmi tenkých materiálů s relativně vysokou pevností. [15]



Obrázek 5 Elektronová mikroskopie Milife

3.1.2 *Osnovní pletenina*

Řádek osnovní pleteniny vzniká ze soustavy rovnoběžně položených nití, které nazýváme podobně jako u tkaní osnovou, na rozdíl od pletení zátažného, kdy řádek vzniká z jedné soustavy nití. Osnovní pletenina prochází ve směru sloupků pleteninou. Z každé niti osnovy jsou tvořena oka, která se vzájemně spojují v řádcích a sloupcích. Způsob provázání jednotlivých oček je dán vazební technikou. Vyrábí se na osnovních pletařských strojích. Převážně se vytváří na strojích s jehlami háčkovými i jazýčkovými.

Filetová pletenina

Jedná se o speciální osnovní vazbu, pomocí které vznikají v pletenině otvory (filety). Používají se různé nebo stejné vazby kladené proti sobě. Nepropletením sousedních sloupků oček vznikají otvory. Pro tento experiment byla použita filetová pletenina s plošnou hmotností 92g/m^2 , vyrobená společností Tebo a.s.

3.1.3 *Polyethylentereftalát*

V následujícím odstavci je popsán materiál, z něhož byly vzorky vyrobeny. S volbou tohoto materiálu bylo přihlédnuto vzhledem k jeho sorpčním schopnostem.

Polykondenzát kyseliny tereftalové a ethylenglykolu. V současné době se jedná o nejvýznamnější z termoplastických polyesterů. Jeho výroba je převážně dvoufázová. V první fázi se dimethyltereftalát tzv. transesterifikuje ethylenglykolem za uvolnění methylalkoholu. Ve druhé pak teprve vzniká polymer za vydestilování přebytečného ethylenglykolu.

Polyethylentereftalátové vlákno (PET)

pro nějž se podobně ne zcela správně používá zkratka PES (zřejmě z obecného označení polyester). Vlákna se vyrábějí z taveniny, jsou méně mačková než vlna, méně navlhavá a rychleji schnou než vlákna polyamidová. Májí také větší stálost na světle než polyamid, ale menší než polyakrylonitril. Velmi dobře odolává dlouhodobému zahřívání, i na vzduchu. Dostí stálé je v prostředí zředěných roztoků kyselin a

hydroxidů, neodolává koncentrovaným roztokům amoniaku. Obtížně se však vybarvuje, protože nebobtná ve vodě. U polyethylentereftalátové stříže se uplatňuje pružnost a omak podobné vlněné stříži a navíc nemačkovost a rychlé schnutí.[16]

V dalších kapitolách bude stručně popsána výroba vzorků potřebných k experimentu. Následně bude popsán experiment (měření).

3.2 Výroba vzorků

Vzorky byly vyrobeny ze tří vrstev textilií. Jednalo se o úplet, netkanou textilii a síť, která spojí uvedené materiály.

3.2.1 Modifikace textilních materiálů

Pro zlepšení vlastností, a hlavně snášlivosti textilního materiálu v experimentální části, byly použity dvě různé textilní úpravy. Byla použita hydrofilní a hydrofobní úprava. Pro vyzkoušení všech možných kombinací byly chemické úpravy aplikované jak na úplet, tak na netkanou textilii.

Hydrofobní úprava

Pro hydrofobní úpravu byla použita kombinace RUCO GUARD AFB6 a RUCO LINK XCR. RUCO GUARD AFB6 je ekologicky optimalizované činidlo pro povrchovou úpravu odpuzující vodu, olej a půdu látek vyrobených z celulózových vláken nebo jejich směsí se syntetickými vlákny. Poskytuje trvalé efekty v kombinaci s posilovací látkou, jakou je RUCO-LINK XCR. [17]

Výhody ®RUCO-GUARD AFB CONC6 + ®RUCO-GUARD XCR na první pohled:

- Vynikající účinky odpuzující vodu a olej
- Vysoká stálost
- Flexibilní nastavení jednotlivých komponent
- Úspora nákladů ve formulaci

Oblast použití ®RUCO-GUARD AFB6 CONC + ®RUCO-GUARD XCR

- Materiál kalhot / bundy
- Ubrus
- Vojenské oděvy / pracovní oděvy
- Markýzy
- Plachty

Použití RUCO GUARD AFB6 + RUCO LINK XCR:

Byla vytvořena lázeň, která obsahovala 30 g/l RUCO GUARD AFB6, RUCO LINK XCR 15 g/l a 0,5 ml/l kyseliny octové a 0,5 ml/l kyseliny octové 35%, ta se doplnila destilovanou vodou na 200 ml. Vzorek úpletu byl smáčen v lázni a následně sušen na stroji Mathis LabDryer při 105°C po dobu 2 minut. Následně byla textilie fixována při 175 °C po dobu 1 minuty. Vzorek Milife byl smáčen v lázni a následně sušen na stroji Mathis LabDryer při 105°C po dobu 1 minuty. Následně byla textilie fixovaná při 170 °C po dobu 1 minuty.



Obrázek 6 Laboratorní fouldard Mathis



Obrázek 7 Laboratorní sušička Mathis LabDryer

Hydrofilní úprava

Pro hydrofilní modifikace vláken byla použita chemikálie FERAN ICS která patří mezi textilní pomocné přípravky pro úpravu vláken. FERAN ICS dodává polyesteru efektivní funkce. Je navržen tak, aby se během finální úpravy trvale kombinoval s povrchy polyesterových vláken. Funkční koncové skupiny FERAN ICS zajišťují konzistentní absorpci vlhkosti na povrchu textilie, její rychlý transport pryč a šíření po velkém povrchu. FERAN ICS tak vyvíjí své odlišné hydrofilní účinky, které má za následek rychlé odpařování vlhkosti.[18]

Použití FERAN ICS

Byla vytvořena lázeň, která obsahovala 40 g/l FERAN ICS, ta se doplnila destilovanou vodou na 200 ml. Vzorek úpletu byl smáčen v lázni a následně sušen na stroji Mathis LabDryer při teplotě 105 °C po dobu 2 minut. Následně byla textilie fixována při 175 °C po dobu 1 minuty. Vzorek Milife byl smáčen v lázni a následně sušen na stroji Mathis LabDryer při 105 °C po dobu 1 minuty. Následně byla textilie fixovaná při 170 °C po dobu 1 minuty. Takto upravené vzorky byly připraveny k následnému pojení.

3.3 Výroba vzorků samotných

Jak již bylo uvedeno, textilie z pleteniny byla na vzorky použita bez úpravy, dále byla část opatřena hydrofilní a část hydrofobní úpravou. Stejným způsobem byla opatřena i netkaná textilie. Dalším úkolem nutné vytipovat nejvhodnější pojící síť. Bylo vyzkoušeno pět různých sítí od společnosti Protetika. Pojení netkané textilie a pleteniny bylo provedeno na elektrickém tepelném lisu při teplotě 130 °C po dobu 30 vteřin. Zkoušením tak byla zvolena nejvhodnější síť, která spojila materiály konstantně.



Obrázek 8 Elektrický tepelný lis



Obrázek 9 Elektrický tepelný lis

Z textilií vyrobených z uvedených tří vrstev a kombinací různých úprav bylo následně vyrobeno devět druhů vzorků.

Vzorek	Milife			Úplet		
	Bez úprav	Hydrofilní	Hydrofobní	Bez úprav	Hydrofilní	Hydrofobní
1	■			■		
2	■					■
3			■	■		
4			■			■
5	■				■	
6		■		■		
7		■			■	
8		■				■
9			■		■	

Tabulka 1 Rozdělení vzorků dle kombinace úprav

Z každého druhu uvedených devíti vzorků bylo vystřiženo po dvou vzorkách o velikosti 20 x 30 cm. Takto vyrobené vzorky byly připravené ke konečnému zkoušení.

3.4 Testování

3.4.1 Kapkový test

Ke zjištění schopnosti materiálu absorbovat vodu byl zvolen kapkový test. Provedení tohoto testu mi bylo umožněno na katedře materiálového inženýrství fakulty textilní TUL. Principem tohoto testu bylo zjistit, jak rychle vytvořené vzorky absorbují vodu. Na povrch úpletu každého vzorku byla aplikována kapka vody o objemu 0,1 ml. Následně byl měřen čas za jaký, nebo jestli se vůbec kapka vody vsákne se do materiálu. Pro každý vzorek bylo provedeno 10 měření a průměr jak i časy jednotlivých měření ukazují uvedené tabulky.

Vzorek č. 1:

Vzorek je vyroben z filetové pleteniny a netkané textilie milife, které nebyly opatřeny žádnou finální úpravou. Pokud byla kapka aplikována ze strany filetové pleteniny, průměrný čas do celkového vsáknutí kapky z deseti měření nám vyšel 20,37 s. Průměrný čas vsáknutí ze strany milife byl 14,68 s.

Vzorek č. 2:

Tento vzorek byl vyroben z filetové pleteniny opatřené hydrofobní úpravou a netkané textilie milife bez veškerých úprav. Při aplikaci z obou stran se kapka nevsákla a po celou dobu držela svůj původní tvar. Měření proběhlo po dobu 5 min.

Vzorek č. 3:

U vzorku, který je vyrobený z filetové pleteniny bez úpravy a netkané textilie milife opatřené hydrofobní úpravou, kapka aplikována ze strany filetové pleteniny se vsákla v průměru za 3,05 s. V opačném případě, tedy při aplikaci kapky ze strany milife se kapka nevsákla vůbec a držela svůj původní tvar po celou dobu měření, která byla 5 minut.

Vzorek č. 4:

Tento vzorek je vyroben z filetové pleteniny s hydrofobní úpravou a netkané textilie milife s hydrofobní úpravou. Při aplikaci kapky jak ze strany filetové pleteniny, tak ze strany netkané textilie milife se po dobu 5 minut kapka nevsákla vůbec a držela svůj původní tvar.

Vzorek č. 5:

Z tohoto vzorku, vyrobeného z filetové pleteniny opatřené hydrofilní úpravou a netkané textilie milife, která nebyla upravená, došlo po aplikaci kapky k okamžitému vsáknutí kapaliny do materiálu z obou stran.

Vzorek č. 6:

Na zmíněný vzorek byla použita filetová pletenina bez úpravy a netkaná textilie milife s hydrofilní úpravou. Při aplikaci kapky ze strany pleteniny byl průměrný čas vsáknutí celé kapky 1,6 s. Při aplikaci ze strany milife došlo k okamžitému vsáknutí kapky.

Vzorek č. 7:

Vzorek opatřený filetovou pleteninou s hydrofilní úpravou a netkanou textilií milife s hydrofilní úpravou, kdy byla kapka aplikována z obou stran, došlo vždy k okamžitému vsáknutí do materiálu.

Vzorek č. 8:

Vzorek z filetové pleteniny s hydrofobní úpravou a netkané textilie milife opatřené hydrofilní úpravou, na který byla kapka aplikovaná ze strany úpletu, došlo ke vsáknutí celé kapky v průměru za 3,19 s. Při aplikaci ze strany milife se kapka vody po dobu pěti minut nevsákla, nedržela však původní tvar, byla plochá.

Vzorek č. 9:

Poslední vzorek, který je kombinací filetové pleteniny s hydrofobní úpravou a netkané textilie milife s hydrofilní úpravou došlo při aplikaci kapky ze strany úpletu k vsáknutí za 3,3 s v průměru a ze strany milife za 1,17 s v průměru.



Obrázek 10 Kapky vody, které udržely původní tvar po dobu měření 5 minut

3.4.2 Testování zvlhčovačem vzduchu

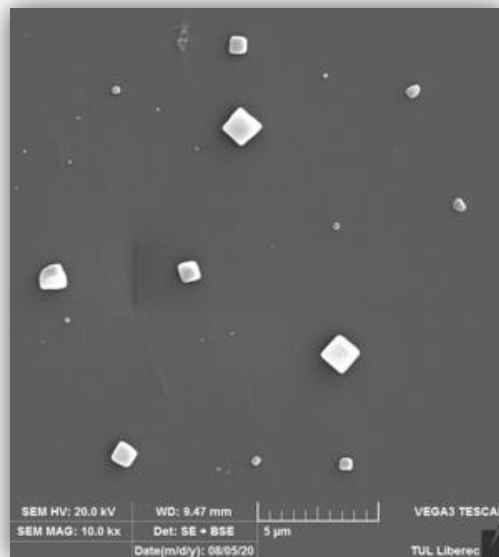
K tomuto měření byl použit zvlhčovač vzduchu Airbi Twin. Zvlhčovač vzduchu je jednoduché elektrické zařízení, které pomáhá k dosažení optimálních klimatických podmínek v místnosti. Ke zvýšení relativní vlhkosti můžeme použít různé zvlhčovače. Principem fungování je odpaření vody do vzduchu z vestavené nádržky. Podle způsobu odpařování je možné zvlhčovače rozdělit na parní zvlhčovače a ultrazvukové zvlhčovače vzduchu.[19]

- U parního zvlhčovače vzduchu je technologie postavená na odpařování vody pomocí topného tělesa. Takto vyrobená pára je bez bakterií a je čista ale cenou vyšší spotřebě energie.
- Ultrazvukový zvlhčovač poskytuje vysoký zvlhčovací výkon a nízkou spotřebu energie. Pomocí vysokofrekvenčního ultrazvukového oscilátoru z vody vytváří extrémně jemnou mlhu kapiček o průměru kolem jednoho mikronu, která se rychle vypařuje do proudu vody. Z přístroje vychází jemná, rovnoměrná a jasně viditelná mlha.

Pro účely experimentu byl zvolen ultrazvukový zvlhčovač vzduchu pro jeho možnost udržet konstantní podmínky při testování vzorků. Do nádoby byla umístěna destilovaná voda, která obsahuje méně minerálních látek, které mohou ovlivňovat výsledky testu.

Pro upřesnění bylo měřením zjištěno, že průměr trubice u zvlhčovače, přes který mlha vycházela, je 5 cm, tedy s plochou průřezu trubice $19,6 \text{ cm}^2$. Rychlost proudění nám vyšla $0,185 \text{ m/s}$ a množství produkované mlhy je $364 \text{ cm}^3/\text{s}$. To znamená, že za hodinu zvlhčovač vyrobí $1,31 \text{ m}^3$ mlhy. Během hodiny zvlhčovač vzduchu spotřeboval 330 g vody. Mlha vyráběná zvlhčovačem vzduchu obsahovala 252 g vody v jednom metru krychlovém. Rychlost proudění $0,185 \text{ m/s}$ odpovídá bezvětří, záměrem bylo napodobit podmínky, které odpovídají podmínkám v přírodě, ve které by byly kolektory využívány.

Pro analýzu velikosti částic mlhy byl proveden experiment. Byl připraven roztok vody obsahující 10 g chloridu sodného v 1000ml vody. Následně byl roztok přelit do zvlhčovače vzduchu. Principem testu bylo zachytit na povrch folie částice mlhy, které tvořila voda a sůl. Po odpaření vody nám zůstala částice soli, která určovala velikost kapky mlhy. Velikost částic byla měřena na elektronovém mikroskopu na Katedře materiálového inženýrství. Pod mikroskopem byly naměřené kapky v poloměru 2,3 mikrometru, co odpovídá velikosti částic mlhy. Obrazová analýza snímku z elektronové mikroskopie ukázala, že průměrná velikost hrany krachle částice je 0,61 mikrometru.



Obrázek 11 Elektronová mikroskopie částic soli

Hrana krychle v mikrometrech
0,29
0,39
0,41
0,71
0,33
0,45
0,55
0,22
1,08
0,82
0,46
0,7
0,95
1,05
0,96
0,63
0,59
0,39
0,64
Průměr 0,61
Směrodatná odchylka 0,25

Tabulka 2 Velikost hran částic soli

TEST 1 - časová studě změny hmotnosti materiálu

Podmínky pro testování:

- zajištění stabilních podmínek v laboratoři – jedná se o vnější podmínky jako je teplota a průvan v místnosti, které by mohly ovlivnit testování
- velikost vzorku je 9 cm x 9 cm – velikost je zvolena tak, aby pasovala na držák
- experiment probíhá na nádobě, která je připevněna na zvlhčovač vzduchu

- vzorek je připevněn k nádobě gumičkou, cílem je udržet vzorek v napnutém stavu během experimentu.

Popis experimentu:

Experimenty byly prováděny na vzorcích z filetové pleteniny a netkané textilie milife . Bylo použito 5 různých vzorků, kdy každý představoval vzorek buď bez úpravy, s hydrofobní nebo hydrofilní úpravou.

Po splnění všech podmínek, došlo k samotnému experimentu. U každého experimentu byl použit suchý vzorek. V první řadě byl vzorek zvážen a pak přidělán gumičkou k nádobě. Potom byl vzorek přidělán k zvlhčovači vzduchu a proběhl samotný experiment. Neprodleně po dokončení experimentu, byl vzorek sejmut ze zvlhčovače vzduchu a umístěn na elektronické váze. Následně byl vzorek znovu přidělán gumičkou k nádobě a nastalo další měření. Měření proběhalo v intervalu 5 sekund zvlhčování – vážení a to do doby 40 sekund pak byl čas zvlhčování 30 sekund. Cílem experimentu bylo vyhodnotit časovou změnu hmotnosti vzorku.

TEST 2

Podmínky pro testování:

- zajištění stabilních podmínek v laboratoři – jedná se o vnější podmínky jako je teplota a průvan v místnosti, které by mohly ovlivnit testování
- velikost vzorku je 9 cm x 9 cm – velikost je zvolena tak, aby pasovala na držák
- experiment probíhá na nádobě, která je připevněna na zvlhčovač vzduchu
- vzorek je připevněn k nádobě gumičkou, cílem je udržet vzorek v napnutém stavu během experimentu.

Popis experimentu:

Experimenty byly prováděny na dříve připravených vzorcích. Bylo použito 9 různých vzorků, kdy každý představoval jinou kombinaci chemických úprav.

Po splnění všech podmínek, došlo k samotnému experimentu. U každého experimentu byl použit suchý vzorek. V první řadě byl vzorek zvážen a pak přidělán gumičkou k nádobě. Potom byl vzorek přidělán k zvlhčovači vzduchu a proběhl samotný experiment. Neprodleně po dokončení experimentu byl vzorek sejmут ze zvlhčovače vzduchu a umístěn na elektronické váze. Po zvážení a zapsání hmotnosti byl sušen v sušičce při teplotě 40 °C. Tímto stejným způsobem bylo otestováno všech 9 vzorků, po 10 měření na každý vzorek. Plošná hmotnost každého vzorku se před experimentem a po experimentu odečetly, čímž se zjistila skutečně nabraná vlhkost textilie.



Obrázek 12 Experiment zvlhčování vzorku



Obrázek 13 Experiment zvlhčování vzorku



Obrázek 14 Vážení vzorku po experimentu

3.5 Výsledky a vyhodnocení

3.5.1 Výsledky kapkového testu

Z výše uvedených výsledků lze jednoznačně vyhodnotit, že vzorek č. 1 můžeme vyloučit pro naše potřeby z důvodu příliš pomalého vsáknutí kapky vody. Vzorky č. 2, č. 3, dále pak vzorek č. 4 a č. 8, je nutné taktéž vyloučit a to vzhledem ke skutečnosti, že se kapka vůbec nevsákla.

Jako nejvhodnější pro výrobu konektorů sloužících k záchytu vody vyšly vzorky číslo 5 a 7, kdy v obou případech měla filetová pletenina hydrofilní úpravu a u vzorku 5 byla netkaná textilie milife bez úpravy, dále u vzorku č. 7 měla milife úpravu hydrofilní. Díky této úpravě bylo vidět, jak se voda rychleji rozprostírá po struktuře úpletu, přičemž u těchto vzorků docházelo k rychlejšímu a snadnějšímu odvádění vody. U těchto vzorků docházelo k okamžitému vsáknutí vody. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce a grafu níže. Vzorky kde se kapka vůbec nevsákla, nejsou záměrně v grafu uvedeny. Kapkový test byl vždy proveden z každé strany jednotlivého vzorku.

Číslo vzorku	1		2		3		4		5	
Strana, ze které byla kapka aplikována	Úplet	Milife	Úplet	Milife	Úplet	Milife	Úplet	Milife	Úplet	Milife
1	21,16	20,03	kapka se nevsákla	kapka se nevsákla	3,19	kapka se nevsákla	kapka se nevsákla	kapka se nevsákla	0	0
2	12,65	13,94			3,3				0	0
3	15	8,44			3,25				0	0
4	18,72	19,97			2,54				0	0
5	19,9	9,44			3,14				0	0
6	24,71	22,34			2,98				0	0
7	26,57	8,2			3,35				0	0
8	28,22	9,72			2,57				0	0
9	16,87	19,06			2,29				0	0
10	19,87	15,65			3,85				0	0
Průměr	20,37	14,68			3,046				0	0
Dolní pivot XD	16,87	9,44			2,57				0	0
Horní pivot XH	24,71	19,97			3,3				0	0
Pivotová polosuma PL	29,23	19,43			4,22				0	0
Pivotové rozpětí RL	7,84	10,53			0,73				0	0
Variační koeficient	26,83%	54,21%			17,30%				0	0
Dolní mez IS	25,12	13,92			3,838				0	0
Horní mez IS	33,33	24,93			4,602				0	0

Tabulka 3 Výsledky kapkového testu I.

Číslo vzorku	6		7		8		9	
Strana, ze které byla kapka aplikována	Úplet	Milife	Úplet	Milife	Úplet	Milife	Úplet	Milife
1	1,35	0	0	0	1,53	Kapka se nevsákla	3,06	1,31
2	1,09	0	0	0	4,9		4,25	0,93
3	1,62	0	0	0	1,88		2,15	1,22
4	2,19	0	0	0	1,85		2,25	0,88
5	1,62	0	0	0	4,94		2,84	1,5
6	1,66	0	0	0	1,53		3,53	1,16
7	1,66	0	0	0	4,25		3,78	1,31
8	1,59	0	0	0	3,63		3,53	1,06
9	1,49	0	0	0	4,56		3,94	1,1
10	1,75	0	0	0	2,84		3,68	1,25
Průměr	1,602	0	0	0	3,191		3,301	1,172
Dolní pivot XD	1,49	0	0	0	1,85		2,84	1,06
Horní pivot XH	1,66	0	0	0	4,56		3,78	1,31
Pivotová polosuma PL	2,32	0	0	0	4,13		4,73	1,715
Pivotové rozpětí RL	0,17	0	0	0	2,71		0,94	0,25
Variační koeficient	7,33%	0	0	0	65,62%		19,87%	14,58%
Dolní mez IS	2,231	0	0	0	2,713		4,238	1,584
Horní mez IS	2,409	0	0	0	5,547		5,222	1,846

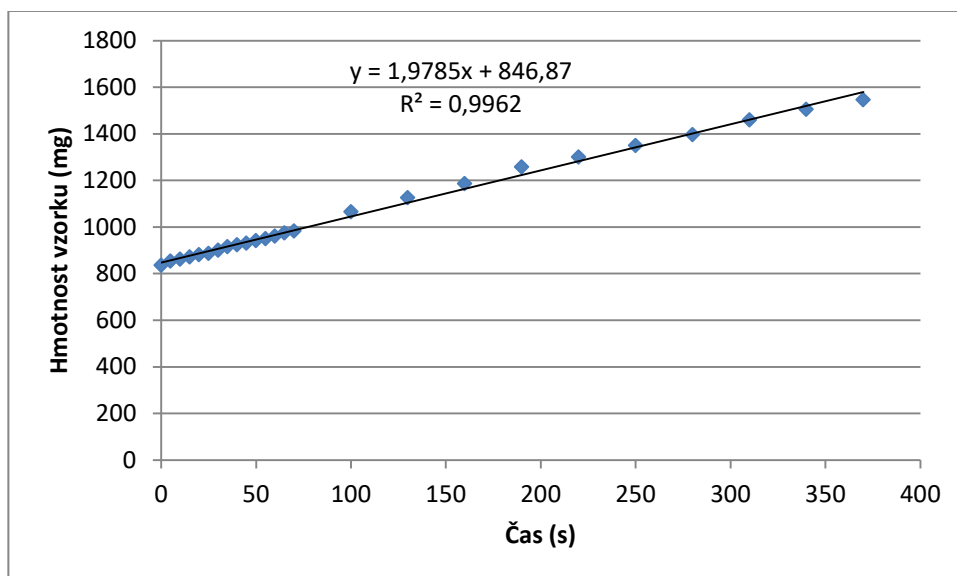
Tabulka 4 Výsledky kapkového testu II.

3.5.2 Test 1 – časová změna hmotnosti vzorku

Z výsledku tohoto testu je patrné, že poměr času do přírůstku hmotnosti vzorku úpletu je konstantní. To znamená, že vzorek úpletu po celou dobu expozici na zvlhčovači vzduchu nabíral vodu z mlhy stejnoměrně do doby úplného smáčení. Díky experimentu mohli jsme taky zjistit o kolik vody je schopný do sebe pojmout neupravený filetový úplet. Je z toho zřejmé, že díky svoji struktuře a použití polyesterového vlákna úplet je schopen pojmout vodu a zvýšit tím svoji plošnou hmotnost až o 185%.

Časová změna hmotnosti vzorku úpletu			
Čas	Váha vzorku v g	Čas	Váha vzorku v g
0	0,836	65	0,974
5	0,853	70	0,983
10	0,862	100	1,065
15	0,872	130	1,126
20	0,881	160	1,186
25	0,887	190	1,258
30	0,900	220	1,300
35	0,915	250	1,349
40	0,923	280	1,396
45	0,931	310	1,460
50	0,942	340	1,504
55	0,950	370	1,546
60	0,961		

Tabulka 5 Časová změna hmotnosti vzorku úpletu

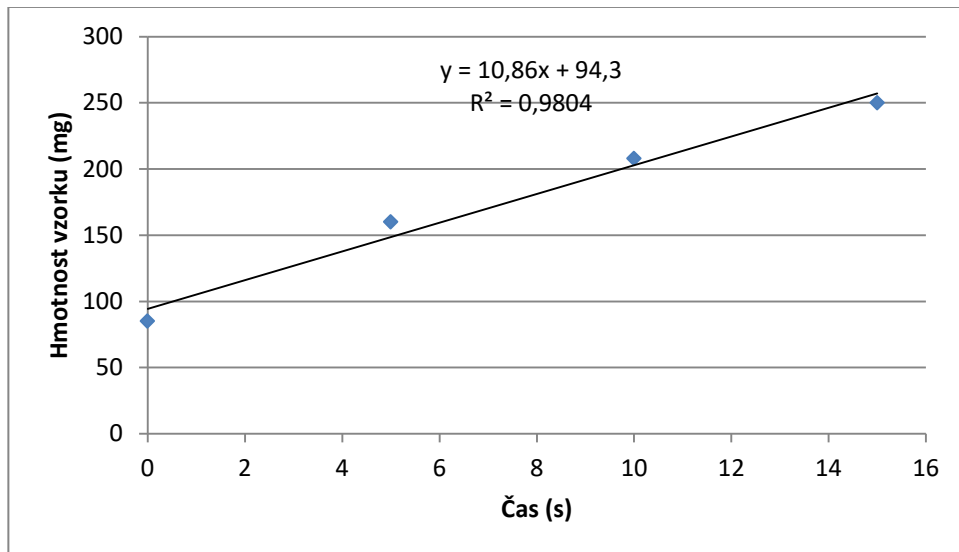


Graf 1 Časová změna hmotnosti vzorku úpletu

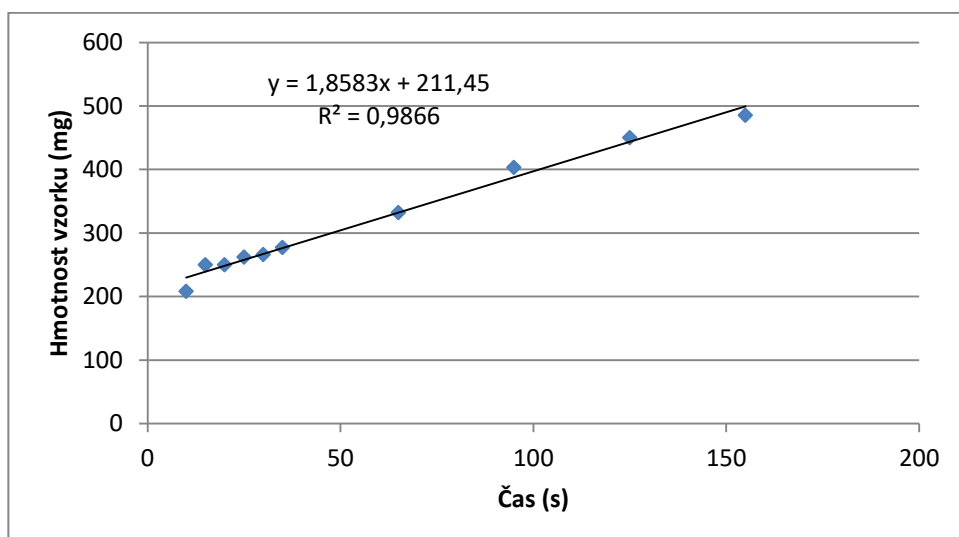
Měření záchytu vody v čase na materiálu milife ukázalo, že netkaná textilie zachycuje nejvíce vody během prvních sekund měření. Její efektivnost v záchytu vody se snižuje už po 15 sekundách. Přírůst hmotnosti je po 15 sekundách konstantní ale už ne tak vysoký jak na začátku. Do úplného smáčení u milife došlo už po 155 sekundách, kde u úpletu potřebovali jsme dobu 370 sekund. Celkový narůst hmotnosti vzorku byl o 570 %. Experiment na výhodu v tom, že nám ukazuje maximální množství vody, kterou může zachytit

Časová změna hmotnosti vzorku milife	
Čas	Váha vzorku v g
0	0,085
5	0,160
10	0,205
15	0,250
20	0,250
25	0,262
30	0,266
35	0,277
65	0,332
95	0,403
125	0,450
155	0,485

Tabulka 6 Časová změna hmotnosti vzorku Milife



Graf 2 Časová změna hmotnosti vzorku Milife



Graf 3 Časová změna hmotnosti vzorku Milife

Výnosem tohoto experimentu bylo zjištění, že milife má mnohem větší sorpční schopnosti vody v % do hmotnosti vzorku než úplet. Tím pádem má smysl kombinovat tyto dva materiály, kde milife plní hlavně roly materiálu který zachycuje vodu a úplet kromě záchytu vody plní roly odváděcí.

Experiment dále ukázal, že nejlepší doba sorpce při použití dvou materiálu jakými jsou milife a úplet je do 15 sekund od začátku testování. Proto pro test 2 byl zvolen čas expozice vzorku 10 sekund. Delší čas ne měl by vliv na procentuální změnu hmotnosti vzorku.

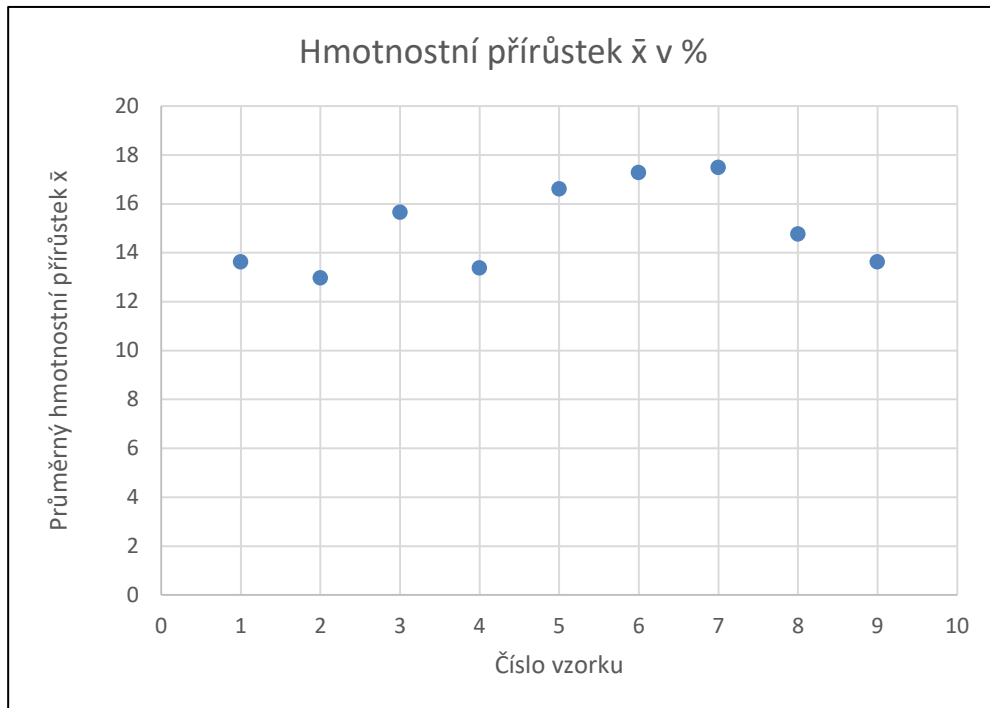
3.5.3 Výsledky měření testů 2, provedeném na zvlhčovači vzduchu

Pro hodnocení záchytu mlhy jsem vycházel z toho, že zvlhčovač vzduchu vyráběl během jedné sekundy 364 cm³ mlhy, která obsahovala 0,092g vody, a sledoval jsem hmotnost, kterou vzorek nabral během 10 sekund testu. Hlavním kritériem hodnocení byl procentuální poměr hmotnosti vzorku po experimentu k hmotnosti suchého vzorku před experimentem.

Z výsledků tohoto testu je zřejmé, že vzorky č. 1, 2, 4 a 9 mají nárůst hmotnosti do 14%, z čehož lze vyvodit, že nejsou pro výrobu kolektoru použitelné. Dále vzorky č. 3, 5, a 8 mají přírůstek hmotnosti do 17%, což není pro výrobu konektorů nejvhodnější. V tomto testu byly jako ideální vyhodnoceny vzorky číslo 6 a 7, kdy u vzorku č. 6 je přírůstek hmotnosti 17,3% a u vzorku č. 7 je 17,5%.

Vzorek	Hmotnostní přírůstek \bar{x}	Průměrná hodnota zachyceného množství vody v gramech
Vzorek č. 1	13,62	0,159
Vzorek č. 2	12,96	0,153
Vzorek č. 3	15,64	0,177
Vzorek č. 4	13,37	0,155
Vzorek č. 5	16,6	0,193
Vzorek č. 6	17,27	0,194
Vzorek č. 7	17,48	0,197
Vzorek č. 8	14,75	0,182
Vzorek č. 9	13,62	0,156

Tabulka 7 Výsledky testu u zvlhčovače vzduchu



Graf 4 Přírůstek hmotnosti v procentech

Zvlhčovač vzduchu během 10 sekund experimentu vyráběl mlhu, která obsahovala 0,92g vody. Tabulka představuje poměr zachycené vody z mlhy, který je definován jako hmotnost zachycené vody podělená množstvím vody v mlze vytvořené zvlhčovačem vzduchu vyjádřeny v procentech.

Vzorek	Poměr zachycené vody z mlhy v procentech
Vzorek č. 1	17,3
Vzorek č. 2	16,6
Vzorek č. 3	19,2
Vzorek č. 4	16,8
Vzorek č. 5	21,0
Vzorek č. 6	21,1
Vzorek č. 7	21,4
Vzorek č. 8	19,8
Vzorek č. 9	17

Tabulka 8 Poměr zachycené vody z mlhy

ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem plnil zadání, které sestávalo z několika částí. V rešeršní části je obecné seznámení s vodou v atmosféře, dále obsahuje popis vzduchových hmot, ve stručnosti je zde také popsáno smáčení, velikost kapek mlhy, sorpce, vliv struktury vláken na sorpci, chování tekutiny v textilií. Jsou zde popsány úpravy textilií, výroba mlhy, sběr mlhy a vybrané statistické parametry pro výsledná vyhodnocení.

Experimentální část je zaměřena na volbu materiálu, jeho následnou modifikaci, jeho stručný popis a výrobu vzorků. V další části je popsán kapkový test a zkouška pomocí zvlhčovače vzduchu. Tato část práce také obsahuje statistické vyhodnocení a okomentování výsledků.

Z vyhodnocených výsledků je vidět, že chemická úprava má velký vliv na smáčenlivost materiálu. Pokud se podíváme na tuto situaci z praktického hlediska, tak vzorky z hydrofilní úpravou nejlépe splňují podmínky pro výrobu materiálu na záchyt vody z mlhy. Díky experimentům se také splnil předpoklad, že filetový úplet díky své struktuře bude plnit výbornou roly materiálu odvádějícího vodu z kolektoru. Pokud by se v práci mělo pokračovat, bylo by potřeba další vzorky vyrobit již průmyslovým způsobem.

REFERENČNÍ SEZNAM

- [1]. Fog collections. In. Wikipedie [online]. © 2020, [vid. 2020-04-04].
Dostupné z https://en.wikipedia.org/wiki/Fog_collection
- [2]. Water Scarcity [online]. © 2020, [vid. 2020-02-15]. Dostupné z
<https://www.unwater.org/water-facts/scarcity/>
- [3]. NEDELKA, M. *Prehľad leteckej meteorológie*. 1. vyd. Bratislava:
ALFA, 1984, 222 s.
- [4]. Mlha [online], © 2020 [vid. 2020-06-15] Dostupné z
https://cs.wikipedia.org/wiki/Mlha#Front%C3%A1ln%C3%AD_mlha
- [5]. VYSOUDIL, M. *Základy fyzické geografie I Meteorologie a
klimatologie*, skripta Miroslav Vysoudil, Univerzita Palackého v Olomouci
- [6]. Wetting. Fluid mechanics. In. Wikipedie [online]. © 2020, [vid. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wetting>
- [7]. NOVÁK, J a kolektiv. *Fyzikální chemie, bakalářský a magisterský kurz*,
1 vyd.2008. ISBN 978-80-7080-675-3
- [8]. Droplet size: what to understand about the measuring methods. [online].
© 2020.[vid. 2020-02-16].
Dostupné z: <https://www.ikeuchi.eu/news/measurement-of-droplet-size/>
- [9]. BARTOVSKÁ,L. ŠIŠKOVÁ, M. *Co je co v povrchové a koloidní
chemii*, 5 vyd. VŠCHT, Praha, 2005. ISBN 80-7080-579-X
- [10]. BLAŽEJ, A.ŠUTÁ, Š. *Vlastnosti textilních vláken*, Alfa
Bratislava, 1982

- [11]. DEMBICKÝ, J. KRYŠTŮFEK J, MACHAŇOVÁ D, ODVÁRKA J, PRÁŠIL, M. a WIENER, J. *Zušlechťování textilií*. Liberec: Technická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7372-321-7
- [12]. Rozprašování kapalin [online]. © 2020, [vid. 2020-06-15]. Dostupné z [\[https://www.3pol.cz/cz/rubriky/fyzika-a-klasicka-energetika/678-ultrazvukove-rozprasovani-kapalin\]](https://www.3pol.cz/cz/rubriky/fyzika-a-klasicka-energetika/678-ultrazvukove-rozprasovani-kapalin)
- [13]. MELOUN, M. MILITKÝ, *Statistická analýza experimentálních dat*. 2004. ISBN 80-200-1254-0
- [14]. JIRSÁK, O. KALINOVÁ, K. *Netkané textilie*. 1 vyd. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-7083-746-2
- [15]. Milife [online]. © 2020, [vid. 2020-06-29]. Dostupné z <http://www.claf.com/english/milife/>
- [16]. DUCHÁČEK, V. *Polymery, výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2 vyd. Praha 2006. ISBN 80-7080-617-6
- [17]. RUCO GUARD AFB6. RUDOLF CHEMIE [online]. © 2020, [vid. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.rudolf.de/en/products/product-brochures-archive/details/ruco-guardr-afb6-conc-rucor-guard-xcr/>
- [18]. FERAN ICS RUDOLF CHEMIE [online]. © 2020, [vid. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.rudolf.de/en/products/product-brochures-archive/details/feranr-ics/>
- [19]. Zvlhčovač vzduchu [online]. © 2020, [vid. 2020-07-20]. Dostupné z <http://www.zvlhcovac-vzduchu.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Chování kapky kapaliny na povrchu tuhé látky	19
Obrázek 2 Namibijský brouk <i>Onymacrys unguicularis</i>	27
Obrázek 3 Netkaná textilie Milife.....	31
Obrázek 4 Milife použita jako banery	32
Obrázek 5 Elektronová mikroskopie Milife	32
Obrázek 6 Laboratorní foulard Mathis	35
Obrázek 7 Laboratorní sušička Mathis LabDryer.....	36
Obrázek 8 Elektricky tepelný lis	37
Obrázek 9 Elektricky tepelný lis	38
Obrázek 10 Kapky vody, které udržely původní tvar po dobu měření 5 minut.....	41
Obrázek 11 Elektronová mikroskopie částic soli.....	43
Obrázek 12 Experiment zvlhčování vzorku.....	46
Obrázek 13 Experiment zvlhčování vzorku.....	47
Obrázek 14 Vážení vzorku po experimentu.....	47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozdělení vzorků dle kombinace úprav.....	39
Tabulka 2 Velikost hran částic soli	44
Tabulka 3 Výsledky kapkového testu I.....	48
Tabulka 4 Výsledky kapkového testu II.	49
Tabulka 5 Časová změna hmotnosti vzorku úpletu	49
Tabulka 6 Časová změna hmotnosti vzorku Milife	50
Tabulka 7 Výsledky testu u zvlhčovače vzduchu	52
Tabulka 8 Poměr zachycené vody z mlhy	53

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Časová změna hmotnosti vzorku úpletu.....	50
Graf 2 Časová změna hmotnosti vzorku Milife.....	51
Graf 3 Časová změna hmotnosti vzorku Milife.....	51
Graf 4 Přírůstek hmotnosti v procentech	53

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 tabulky

Příloha č. 1

Výsledky měření kapkovou metodou:

Vzorek		Výsledky měření										\bar{x}
Vzorek č. 1	Úplet	21,16	12,65	15	18,72	19,9	24,71	26,57	28,22	16,87	19,87	20,37
	Milife	20,03	13,94	8,44	19,97	9,44	22,34	8,2	9,72	19,06	15,65	14,68
Vzorek č. 2	Úplet	Kapka se nevsákla vůbec										
	Milife	Kapka se nevsákla vůbec										
Vzorek č. 3	Úplet	3,19	3,3	3,25	2,54	3,14	2,98	3,35	2,57	2,29	3,85	3,046
	Milife	Kapka se nevsákla vůbec										
Vzorek č. 4	Úplet	Kapka se nevsákla vůbec										
	Milife	Kapka se nevsákla vůbec										
Vzorek č. 5	Úplet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Milife	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vzorek č. 6	Úplet	1,35	1,09	1,62	2,19	1,62	1,66	1,66	1,59	1,49	1,75	1,602
	Milife	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vzorek č. 7	Úplet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Milife	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vzorek č. 8	Úplet	1,53	4,9	1,88	1,85	4,94	1,53	4,25	3,63	4,56	2,84	3,191
	Milife	Kapka se nevsákla vůbec										
Vzorek č. 9	Úplet	3,06	4,25	2,15	2,25	2,84	3,53	3,78	3,53	3,94	3,68	3,301
	Milife	1,31	0,93	1,22	0,88	1,5	1,16	1,31	1,06	1,1	1,25	1,172

Výsledky měření na zvlhčovači vzduchu:

1. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
		1,1672	1,34	1,34	1,33	1,32	1,32	1,34	1,32	1,32	1,32	1,31	1,33
Přírůstek hmotnosti v %		15,04	14,44	13,82	12,88	13,19	14,99	12,66	13,45	13,10	12,65	13,6	

2. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
		1,1777	1,34	1,31	1,33	1,32	1,33	1,35	1,34	1,33	1,32	1,33	1,33
Přírůstek hmotnosti v %		13,36	11,23	13,10	12,17	13,03	14,46	13,90	13,10	12,43	12,80	13	

3. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
		1,1312	1,31	1,3	1,3	1,3	1,32	1,3	1,32	1,32	1,31	1,31	1,31
Přírůstek hmotnosti v %		16,04	15,01	14,89	15,13	16,40	14,82	16,79	16,32	15,50	15,51	15,6	

4. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
		1,1561	1,32	1,32	1,31	1,31	1,31	1,3	1,32	1,32	1,31	1,3	1,31
Přírůstek hmotnosti v %		14,19	13,77	13,15	12,97	13,29	12,79	14,29	13,81	13,18	12,31	13,4	

5. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
	1,1616	1,36	1,34	1,35	1,34	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,34	1,35
Přírůstek hmotnosti v %	17,12	15,62	16,63	15,63	17,25	16,91	17,18	16,99	17,17	15,50	16,6		

6. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
	1,1258	1,33	1,3	1,32	1,3	1,33	1,32	1,33	1,33	1,32	1,31	1,32	
Přírůstek hmotnosti v %	17,88	15,86	17,21	15,84	18,14	17,61	18,55	17,73	17,15	16,78	17,3		

7. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
	1,1268	1,34	1,3	1,3	1,33	1,34	1,32	1,31	1,33	1,33	1,33	1,32	
Přírůstek hmotnosti v %	18,48	15,67	15,80	18,46	18,83	17,27	16,52	17,63	18,13	18,00	17,5		

8. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
	1,235	1,39	1,44	1,41	1,4	1,42	1,41	1,43	1,43	1,44	1,42	1,42	
Přírůstek hmotnosti v %	12,57	16,45	14,49	13,00	14,66	13,77	16,11	15,45	16,33	14,70	14,8		

9. vzorek	Hmotnost před zk.	Měření											\bar{x}
	1,1483	1,3	1,31	1,29	1,3	1,32	1,31	1,29	1,3	1,31	1,31	1,3	
Přírůstek hmotnosti v %	13,17	14,31	12,34	13,16	15,00	14,33	12,40	13,42	13,74	14,33	13,6		