

Vliv materiálového složení na vlastnosti plošných textilií určených do zavazadlového prostoru osobních automobilů

Bakalářská práce

Studijní program:

B3107 Textil

Studijní obor:

Textilní marketing

Autor práce:

Michal Žemlička

Vedoucí práce:

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.

Katedra hodnocení textilií





Zadání bakalářské práce

Vliv materiálového složení na vlastnosti plošných textilií určených do zavazadlového prostoru osobních automobilů

<i>Jméno a příjmení:</i>	Michal Žemlička
<i>Osobní číslo:</i>	T16000389
<i>Studijní program:</i>	B3107 Textil
<i>Studijní obor:</i>	Textilní marketing
<i>Zadávací katedra:</i>	Katedra hodnocení textilií
<i>Akademický rok:</i>	2018/2019

Zásady pro vypracování:

- 1) Provedte rešerši ohledně využití textilních vláken v automobilech
- 2) Na základě rešerše provedte návrh experimentu
- 3) Experiment provedte a získané výsledky analyzujte a vyhodnoťte

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

30 – 40 stran
tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

HLADÍK, Vladimír. Textilní vlákna. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1970.

MILITKÝ, Jiří. Textilní vlákna: klasická a speciální. [2. vydání]. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.

Vedoucí práce:

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání práce:

16. října 2018

Předpokládaný termín odevzdání:

18. dubna 2019

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

L.S.

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

V Liberci dne 28. března 2019

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci 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.

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

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS/STAG se shodují.

17. října 2019

Michal Žemlička

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a vstřícnost při zpracování této práce. Děkuji také prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc., Dr.h.c. za podnětné připomínky k mé práci.

Mé poděkování patří též Ing. Miroslavu Musilovi a Ing. Janě Kadlecové, Ph.D. za jejich ochotu, trpělivost a čas, který mi věnovali. Rovněž děkuji za poskytnutí materiálů a spolupráci panu Romanu Pechovi a Ing. Davidu Macounovi.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá textilními materiály používanými v automobilovém průmyslu a jejich vlastnostmi. Předmětem zkoumání jsou konkrétní netkané textilie, určené pro základní podlahu zavazadlového prostoru osobních automobilů, porovnávají se tři různé materiály z pohledu vybraných vlastností.

První část práce poukazuje na význam textilií v automobilovém průmyslu, uvádí textilie používané v jednotlivých dílech automobilu obecně a popisuje textilie, které se uplatňují ve zkoumaných materiálech.

Praktická část práce se zaměřuje na zjišťování a porovnání vlastností nově vyvíjených a stávajících textilních materiálů, uplatňovaných v zavazadlovém prostoru osobních automobilů a uvádí hodnocení výsledků jednotlivých měření.

Klíčová slova: netkané textilie, autotextilie, bikomponentní vlákna, termoizolační vlastnosti, management vlhkosti

Annotation

The bachelor thesis deals with textile materials used in automotive industry and their properties. The subject of the research are nonwovens structures designed for the base floor of the luggage compartment of passenger cars. Three different materials were chosen for comparison with respect of the area of their application.

The first part of the thesis points out the importance of textiles in the automotive industry, introduces textiles used in individual parts of the car in general and describes textiles that are used in the examined materials.

The practical part of the thesis is focused on detecting and comparing the properties of newly developed and existing textile materials applied in the luggage compartment of passenger cars and provides an evaluation of the results of particular measurements.

Key words: nonwovens, automotive textile, bicomponent fibres, thermal insulation properties, moisture management

Obsah

Seznam symbolů a zkratk	9
Úvod	11
1 Textilie v automobilovém průmyslu	12
1.1 Automobily a textilní průmysl	12
1.2 Technické textilie	13
1.3 Vlastnosti a materiálové složení textilií v automobilech	16
1.4 Oblasti použití textilií v osobních automobilech	17
1.4.1 Autosedačky	17
1.4.2 Stropní a dveřní panely	18
1.4.3 Palubní (přístrojová) deska	18
1.4.4 Autokoberce	18
1.4.5 Zavazadlový prostor	19
1.4.6 Airbagy	20
1.4.7 Bezpečnostní pásy	20
1.4.8 Volant	21
1.4.9 Sluneční clony	21
1.4.10 Kryt kapoty	21
1.4.11 Pneumatiky	21
1.4.12 Filtry	22
1.4.13 Hadice a pásy	23
1.4.14 Odkládací prostor nad palubní deskou	23
2 Textilní materiály	23
2.1 Vlastnosti textilních vláken	23
2.1.1 Základní vlastnosti vláken	23
2.1.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti vláken	24
2.2 Typy textilních vláken	26
2.2.1 Dutá vlákna	26
2.2.2 Bikomponentní vlákna	27
2.3 Polyesterová vlákna	28
2.3.1 Polyetylentereftalát	28
2.3.2 Vlastnosti polyesterových vláken	29
2.3.3 Modifikovaná polyesterová vlákna	30
2.3.4 Výroba polyesterových vláken	31
2.3.5 Společnost SILON s.r.o.	31
2.4 Plošné textilie	32
2.5 Netkané textilie	33
2.6 Použití netkaných textilií v osobním automobilu	33
2.6.1 Společnosti vyrábějící netkané textilie	35
2.6.2 Společnost RETEX a.s	35
3 Testování materiálů	36
3.1 Testování vlastností produktů a polotovarů	36

3.2 Polotovary a vzorky pro testování.....	38
3.3 Snímky použitých netkaných textilií.....	39
3.4 Předpokládané a reálné vlastnosti materiálů	41
4 Měření a testování vzorků na přístrojích	41
4.1 Termoizolační vlastnosti	42
4.1.1 Definice veličin.....	42
4.1.2 Přístroj Alambeta	44
4.1.3 Měření zkoumaných vzorků	46
4.1.4 Výsledky měření	46
4.1.5 Grafické porovnání termoizolačních vlastností	47
4.1.6 Shrnutí a závěr	48
4.2 Relativní úbytek vlhkosti	49
4.2.1 Podstata a postup experimentu	49
4.2.2 Výsledky měření	49
4.2.3 Shrnutí a závěr	50
4.3 Měření pronikání a šíření vlhkosti na přístroji MMT	51
4.3.1 Podstata a postup zkoušky	51
4.3.2 Výsledky měření	52
4.3.3 Shrnutí a závěr	56
5 Doporučení na další měření a hodnocení určitých vlastností	56
5.1 Doporučení na další výzkum v souvislosti s polotovary.....	57
5.2 Doporučení pro odběratele	58
Závěr	59
Seznam literatury	61
Seznam tabulek	63
Seznam obrázků.....	64
Seznam příloh	66

Seznam symbolů a zkratk

°C	stupeň celsia, jednotka teploty
ABS	akrylonitrilbutadienstyren
AMR	Allied Market Research
-CO-	skupina atomu uhlíku a kyslíku
dtex	decitex, jednotka jemnosti délkové textilie
g	gram, jednotka hmotnosti
h	hodina, jednotka času
ICI	Investment Company Institute
J	joule, jednotka energie
K	kelvin, jednotka termodynamické teploty
LOI	Limiting Oxygen Index, Limitní kyslíkové číslo
m	metr, jednotka délky
MMT	Moisture Management Tester
N	newton, jednotka síly
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles
PC	personal computer
PES	polyester
PET	polyetylentereftalát
PP	polypropylen
PVC	polyvinylchlorid
R ₁	zbytek karboxylové kyseliny
R ₂	zbytek alkoholu
s	sekunda, jednotka času
UV	ultrafialové
W	watt, jednotka výkonu
μ	koeficient tření

Fyzikální veličiny

<i>a</i>	měrná teplotní vodivost [$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$]
<i>b</i>	tepelná jímavost [$\text{W m}^{-2} \text{s}^{1/2} \text{K}^{-1}$]
<i>c</i>	měrná tepelná kapacita [$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$]
<i>grad T</i>	gradient teploty [K m^{-1}]
<i>h</i>	tloušťka materiálu [m]

m	hmotnost [kg]
p	poměr maximálního a ustáleného toku
Q	teplo [J]
ΔQ	tepelná výměna [J]
q	hustota tepelného toku [W m^{-2}]
q_{max}	maximální tepelný tok [W m^{-2}]
q_s	ustálený tepelný tok [W m^{-2}]
r	tepelný odpor [$\text{m}^2 \text{K W}^{-1}$]
S	plocha [m^2]
T	jemnost délkové textilie [tex]
t	teplota [K], [$^{\circ}\text{C}$]
Δt	rozdíl teplot [K], [$^{\circ}\text{C}$]
λ	měrná tepelná vodivost [$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$]
ρ	hustota [kg m^{-3}]
τ	čas [s]

Úvod

Bakalářská práce se zabývá zkoumáním vlastností textilií, které se používají v interiéru osobních automobilů, konkrétně jsou to netkané textilie určené pro základní podlahu zavazadlového prostoru osobních automobilů.

Cílem této práce je zhodnotit vybrané vlastnosti nově vyvíjených textilních materiálů a porovnat je se stávajícími materiály. Na základě měření a zpracování dat potom posoudit, zda jsou nově vyvíjené materiály výhodnější z pohledu vybraných vlastností a z pohledu uživatele ve srovnání s již používanými materiály, případně doporučit změny nebo další měření pro zlepšení jejich užitečných vlastností. Porovnávají se tři různé materiály.

V první části práce jsou podrobněji popsány části osobního automobilu z hlediska použitých textilií. Je zde také uveden podíl textilií v automobilovém průmyslu, jako významné složky technických textilií. Vzhledem k použitým textilním materiálům ve zkoumaných vzorcích, jsou v této části práce informace o netkaných textiliích. Práce se zabývá také vlastnostmi a některými typy vláken, které souvisí se zkoumanými materiály.

V další části bakalářské práce jsou provedeny experimenty, měření a zjišťování vlastností vzorků textilií. Výsledky měření jsou zaznamenány a porovnány v příslušných grafech. Pro výrobu zkoumaných materiálů v podobě netkané textilie byla použita výhradně polyesterová vlákna o různých jemnostech a v několika různých modifikacích a to plná vlákna (solid), dutá vlákna (hollow) a bikomponentní vlákna.

Měřené vzorky pochází od společnosti RETEX a.s., Moravský Krumlov. Tato společnost již dodává obdobné produkty do sériové výroby v automobilovém průmyslu.

Bakalářská práce je zaměřena na zkoumání těchto vlastností:

1. Termoizolační vlastnost textilie
2. Relativní úbytek vlhkosti po navlhčení textilie
3. Pronikání a šíření vlhkosti textilií

V závěrečné části práce je uvedeno hodnocení vlastností zkoumaných textilních materiálů a jsou popsány možnosti pro případné další experimenty a testování.

1 Textilie v automobilovém průmyslu

Textilie v automobilech tvoří jednu ze skupin technických textilií, nazývanou mobiltech a zahrnují všechny typy textilních součástí vyskytující se v osobních nebo nákladních automobilech, ale i v dalších dopravních prostředcích jako jsou vlaky, letadla, lodě a další.

1.1 Automobily a textilní průmysl

Automobilový průmysl patří bezpochyby k nejdůležitějším segmentům světové ekonomiky a tvorby pracovních míst. Odhaduje se, že v roce 2011 bylo celosvětově vyrobeno asi 75 miliónů motorových vozidel, z toho 60 miliónů byly osobní automobily. I přes snahy a různá opatření ekologů na snižování automobilové dopravy pro udržitelnost životního prostředí se doba strávená v autě zvyšuje. V současnosti je automobil nezbytným prostředkem pro každodenní život, lidé často dojíždějí za prací na různě velké vzdálenosti, běžně jezdí autem na nákupy, zábavou, na dovolené nebo jsou nuceni čekat v dopravních zácpách. Trvale se zvyšující trend v počtu vyrobených aut ilustrují údaje v tabulce 1.

Tabulka 1. Produkce automobilů ve vybraných státech z roku 2017 [1]

Stát	Osobní auta	Užitková vozidla	Celkový počet
Svět	73 456 531	23 846 003	97 302 534
Austrálie	88 195	10 437	98 632
Brazílie	2 269 468	430 204	2 699 672
Česká republika	1 413 881	6 112	1 419 993
Čína	24 806 687	4 208 747	29 015 434
Francie	1 748 000	479 000	2 227 000
Německo	5 645 581	0	5 645 581
Indie	3 952 550	830 346	4 782 896
Irán	1 418 550	96 846	1 515 396
Itálie	742 642	399 568	1 142 210
Japonsko	8 347 836	1 345 910	9 693 746
Jižní Korea	3 735 399	379 514	4 114 913
Kanada	749 458	1 450 331	2 199 789
Mexiko	1 900 029	2 168 386	4 068 415
Rusko	1 348 029	203 264	1 551 293
Slovensko	1 001 520	0	1 001 520
Spojené království	1 671 166	78 219	1 749 385
Španělsko	2 291 492	556 843	2 848 335
Švédsko	226 000	0	226 000
USA	3 033 216	8 156 769	11 189 985

Vedle tohoto kvantitativního pohledu na rozvoj automobilového průmyslu je neméně důležitý i aspekt kvalitativní. S neustále rostoucí životní úrovní se kladou čím dál vyšší nároky nejen na jízdní a bezpečnostní vlastnosti automobilu, ale také na komfort při sezení v interiéru auta, spojený s vnímáním textilních materiálů, kterými je vybaven.

S rozvojem automobilového průmyslu úzce souvisí vysoká spotřeba textilního materiálu, tzv. technických textilií (kapitola 1.2). Odhaduje se, že textilie v autě představují asi 2,2 % jeho celkové hmotnosti. Vzhledem k počtu vyrobených aut a odhadované průměrné spotřebě 20 kg textilií na jedno auto lze odhadovat celkovou celosvětovou roční spotřebu asi 1,9 miliónu tun textilií. Tím se oblast textilního průmyslu, zabývajícího se výrobou technických textilií včetně textilií v automobilech, dostává do stavu udržitelného růstu a schopnosti konkurovat oproti tradičním výrobcům textilu zabývajících výrobou oděvního nebo bytového textilu.

1.2 Technické textilie

Jak již bylo uvedeno v úvodu kapitoly 1, textilie uplatňované v automobilovém průmyslu tvoří významnou skupinu technických textilií označované mobiltech, která je jedním z hlavních proudů technických textilií.

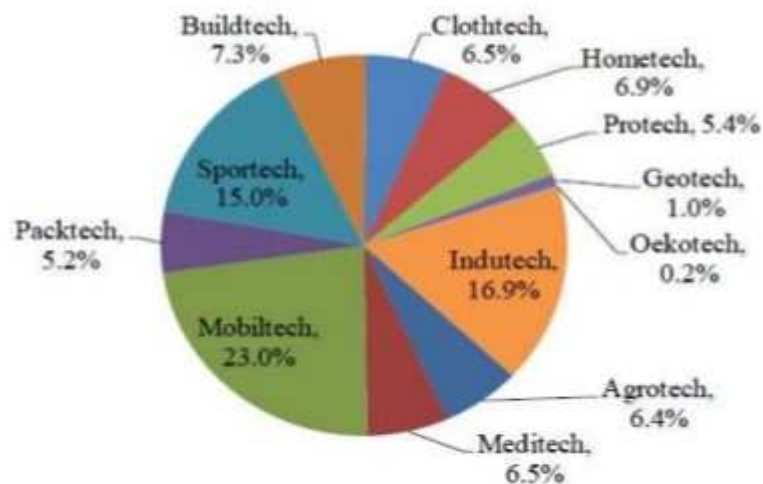
Pojem technické textilie není přesně definován, většinou je souhrnným označením pro textilní materiály a výrobky, jejichž hlavním účelem je plnění určité technické a výkonové funkce, vlastnosti estetické nebo dekorativní nejsou primární, ale jsou také důležité. V řadě případů se používá pojmů jako výkonné textilie, funkcionální textilie, inženýrské textilie nebo „hig-tech“ textilie. V 80. letech minulého století bylo definováno 12 kategorií technických textilií podle oblastí použití a dodnes se tento způsob klasifikace technických textilií používá [2]. Názvy kategorií a příklady použití jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Kategorie technických textilií [3]

	Název kategorie	Oblasti použití	Příklady použití
1	Agrotech	zemědělství zahradnictví lesnictví	ochrana proti plevelům, urychlení růstu rostlin, rybářské sítě a vlasce, kontejnery na vodu
2	Buildtech	stavby konstrukce	izolace, výztuže betonu, nafukovací haly, podklady pod střešní krytiny, pletivo pod omítky, výstelky kanálů

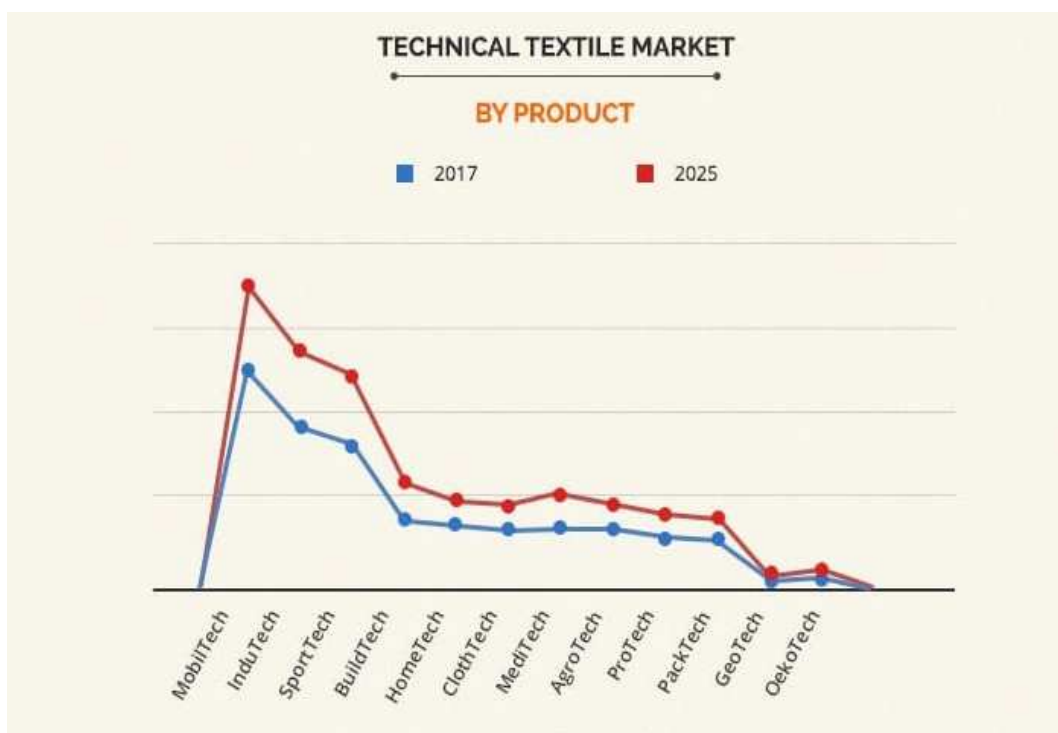
	Název kategorie	Oblasti použití	Příklady použití
3	Clothtech	technické složky obuvi a oděvů	výstelky a tkaničky do bot, podšívky, vycpávky, suché zipy, přezky, poutka
4	Geotech	geotextilie stavebnictví	textilie pro úpravy terénu, zpevňování hrází, říčních břehů nebo komunikací
5	Homotech	textilie pro domácnost podlahové krytiny nábytkářské textilie	koberce, matrace, závěsy, potahové materiály, výplně příkrývek a polštářů, filtry do vysavačů
6	Indutech	filtrace čištění přeprava	průmyslové filtry, dopravníkové pásy, lana, izolace kabelů, těsnění, nosiče katalyzátorů
7	Medtech	hygiena medicína	medicínské oděvy, bandáže, protézy, obvazové materiály, umělé cévy
8	Mobiltech	automobily, vlaky lodě, letadla kosmické rakety	čalounění aut, krytiny podlah, airbagy, lana, bezpečnostní pásy, pneumatikové kordy, výztuže
9	Oekotech	ochrana životního prostředí	„neprůstřelné“ vesty, filtry a izolace k ochraně životního prostředí
10	Pactech	obalové materiály	pytle, vaky, obalové plachty, lana, přepravní vaky
11	Protech	ochrana osob a zařízení	obličejové masky, reflexní vesty, bariérové textilie proti prachu, hluku, teple nebo chemikáliím
12	Sporttech	sport volný čas	lodní plachty, padáky, umělý trávník, spací pytle, horolezecká lana

Jednotlivé kategorie jsou různě zastoupené z hlediska množství vyrobených textilií, největší podíl má jednoznačně kategorie mobiltech, jak ilustruje obrázek 1., znázorňující procentuální zastoupení jednotlivých kategorií v celosvětové produkci technických textilií v roce 2017.



Obrázek 1. Výroba technických textilií v roce 2017 [4]

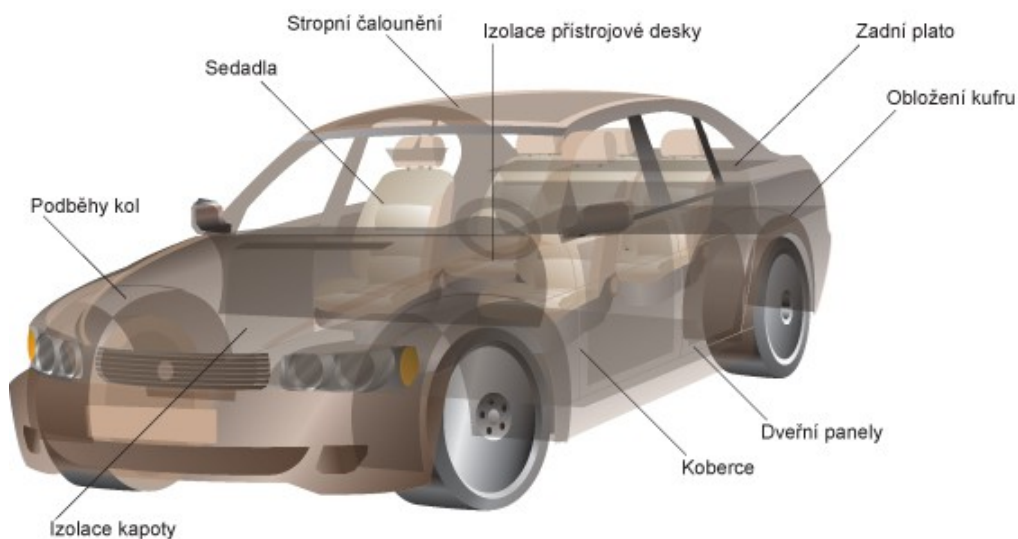
Z předcházejícího obrázku je zřejmé, že textilní kategorie mobiltech měla v roce 2017 dominantní podíl a očekává se, že i v dalším období bude mít vedoucí pozici. Předpokládaný vývoj zastoupení této kategorie vyjadřuje obrázek 2.



Obrázek 2. Současnost a prognóza prodeje technických textilií [4]

1.3 Vlastnosti a materiálové složení textilií v automobilech

Po stručném přehledu technických textilií a kategorie mobiltech budou uvedeny typy textilních součástí, které se používají v osobních automobilech. Některé z nich jsou viditelné, např. čalounění sedadel, obložení střechy nebo zavazadlového prostoru, bezpečnostní pásy, podlahové koberce, sluneční clony nebo odkládací police. Další textilní struktury se uplatňují při výrobě airbagů, filtrů, hadic, pneumatik a dalších jako části neviditelné [5]. Na obrázku 3. jsou znázorněné některé části auta, kde se textilie vyskytují.



Obrázek 3. Textilie v osobním automobilu [6]

V interiéru automobilu je celá řada textilií různých druhů, které se liší použitým materiálem i technologií výroby. Jsou zde tkaniny, netkané textilie nebo pleteniny vyrobené z přírodních i syntetických vláken. Na textilie do automobilů se klade celá řada speciálních, někdy i protichůdných požadavků, které vyplývají z jejich funkcí, např. komfort a bezpečnost, omezené špinění, izolace proti hluku a teple, schopnost odvodu statického náboje, dostatečná rozměrová stabilita, schopnost tvarování, nehořlavost nebo pohlcování pachů [2].

Vysoké nároky na tyto textilie vyplývají také z toho, že jsou v přímém kontaktu s osádkou auta a zároveň musí odolávat často například náročným tepelným podmínkám. Vyžaduje se odolnost vůči teplotám, chemikáliím různého druhu, UV záření nebo mechanickému poškození. Z textilního materiálu se při vyšších teplotách mohou uvolňovat různé složky, jako jsou stabilizátory, změkčovadla, zpomalovače hoření nebo monomery vzniklé depolymerací polymerů [5].

Další skupina požadovaných vlastností vyplývá z technologických podmínek, které jsou důležité při jejich aplikacích do jednotlivých částí automobilu.

1.4 Oblasti použití textilií v osobních automobilech

Následuje popis jednotlivých částí osobního automobilu, ve kterých jsou použity textilie. Jsou uvedeny základní funkce těchto částí automobilu a příslušné textilní materiály, které se zde uplatňují a vlastnosti těchto materiálů. Při zpracovávání popisu částí automobilu a použitých textilií byla použita publikace [5].

1.4.1 Autosedačky

Autosedačky jsou důležitým prvkem z hlediska bezpečnosti, mají také výrazný vliv na pocit pohodlí při jízdě a celkovému komfortu. Základní konstrukce všech autosedaček je v podstatě totožná, liší se v použití vrchního materiálu, jeho uchycením a způsobem šití jednotlivých částí. Základní požadavky pro čalounický materiál jsou odolnost vůči UV záření, pohodlí a atraktivní vzhled. Má tři vrstvy - vnější, distanční a podšívkovou.

Vnější vrstva je ve většině případů tkanina vyrobena ze syntetických vláken, polyesteru, polypropylenu nebo polyamidu 6.6. Nejpevnějším potahovým materiálem je Alcantara, složená z 68 % polyesteru a 32 % polyuretanu. Tento cenově náročný materiál se používá v luxusních autech podobně jako přírodní usně, nejčastěji se používá hovězína. Dalším materiálem je PVC, který se používá zejména v tzv. pracovních automobilech.

Distanční vrstva tvoří přechod mezi podšívkou a vrchní vrstvou. Pro svoji měkkost zaručuje pohodlí, je vyrobena z polyuretanu.

Podšívková vrstva je nejčastěji v podobě osnovní pleteniny z polyesterových přízí. Levnější variantou jsou podšívky z netkaných textilií a to na bázi polypropylenových a polyesterových vláken.

Přídavné autopotahy se používají k ochraně čalounění sedadel před znečištěním nebo mechanickým poškozením. Materiálové složení a technologické postupy jsou zpravidla shodné s materiály a postupy používanými při výrobě originálního čalounění. Nejpoužívanějším materiálem je stoprocentní polyester nebo polyester s viskózou, polyamidem nebo přírodními vlákny.

1.4.2 Stropní a dveřní panely

Stropní i dveřní panely se podílí na zvukové izolaci automobilu. V stropních panelech může být až sedm vrstev z různých materiálů, kterými jsou: netkané textilie, krepový papír potažený polyuretanovou fólií, skelná rohož a skelná vlákna, polyuretanová deska, dekorační vrstva-laminovaná pěna s pleteninou, tkaninou nebo netkanou textilií. Každá vrstva zajišťuje požadované vlastnosti, tj. zvukovou izolaci, estetický dojem, snadnou údržbu a celkovou tuhost.

Základem dveřních výplní je vrstvená polyuretanová pěna opatřená textilním povrchem s příměsí PVC, dřeva nebo ABS (akrylonitrilbutadienstyren). Potah vnější vrstvy dveřních panelů se volí tak, aby vytvářel s dalšími prvky interiéru auta jednotný design.

1.4.3 Palubní (přístrojová) deska

Přístrojová deska společně se středovým panelem je nejkompexnější částí interiéru auta. Jsou na ní kladeny vysoké požadavky jak na funkčnost, estetiku a kvalitu zpracování, tak na komfort a bezpečnost. Základním používaným materiálem je polypropylen, případně polypropylen vyztužený skelnými vlákny. Levnější přístrojové desky jsou tvrdé vstříkované odlitky, u luxusněji vybavených aut se používají plasty s měkkým povrchem.

1.4.4 Autokoberce

Hlavní funkcí autokoberců je protihluková izolace, mezi další funkce se řadí odolnost v oděru, nehořlavost, rozměrová stálost vůči změnám teplot a vlhkosti, zdravotní nezávadnost, stálobarevnost, ochrana interiéru auta před znečištěním a zároveň jsou dekoračním prvkem interiéru auta.

Podle materiálu mohou být autokoberce gumové nebo textilní. Textilní koberce se vyrábějí metodami výroby netkaných textilií, tj. všíváním a vpichováním. Oba dva zmiňované druhy koberců bývají na rubové straně opatřeny latexovým nástřikem, který fixuje kobercová vlákna a brání jejich párání. Na rub se přidává a následně lisuje vrstva síranu barnatého, která má schopnost absorbovat zvuk.

Výroba autokoberců je poměrně komplikovaná, protože se musí zohlednit členitost podlahy auta, mezery potřebnými pro elektroinstalaci, montáž sedadel nebo ovládacích konzol.

Vpichované koberce tvoří asi dvě třetiny celkové produkce, jsou lépe tvarovatelné než koberce všívané. Na jejich výrobu se nejčastěji používají polyesterová a polypropylenová vlákna. Vpichované netkané textilie jsou převážnou částí výroby jmenované společnosti RETEX a.s. (kapitola 2.6.2).

Všívané koberce jsou odolnější vůči opotřebení a roztržení. Podkladová textilie vytváří nosný prvek koberce a nejčastěji se vyrábí z polypropylenu nebo juty. Při strojním všívání je příze všívána do podkladové textilie, používají se polyamidová nebo polypropylenová vlákna. Polyamidové koberce mají proti polypropylenovým delší životnost a lepší užitné vlastnosti. Polyesterové vlákno se u všívaných koberců nepoužívá vzhledem k jeho horší kompresní odolnosti.

Dalším typem autokoberců jsou gumové koberce, tvořené kaučukovými směsmi. Zadní strana bývá opatřena protiskluzovou úpravou a nášlapná plocha je proti ostatním částem zesílena, čímž se zvyšuje delší životnost koberce.

Gumotextilní koberce jsou kombinací polyesterové textilie s gumovým kobercem, mají lepší užitné vlastnosti než koberce gumové. Novým typem koberců jsou tzv. gumotaftové koberce. Jejich vrchní strana je tvořena polyamidovým kobercem s vysokým vlasem, do rubové strany jsou zalisovány řapíky zajišťující protiskluzovou úpravu [7].

Prostor podlahy auta je izolován tzv. sendvičovou strukturou, která je složena z vrstvy asfaltové tlumící fólie a k ní připevněného autokoberce. Další využití této struktury je v zavazadlovém prostoru (kapitola 1.4.5), kde je připevněna ke karoserii pod koberec.

Pod autokobercem se používá speciální protihluková a protivibrační izolace z absorpční pěny. V místech, kde se koberec aplikuje v blízkosti motorového prostoru, musí mít ještě tepelně izolační vrstvu.

1.4.5 Zavazadlový prostor

Při otevření zavazadlového prostoru nebo při sklopení zadních sedadel lze zavazadlový prostor vnímat jako prodloužení interiéru automobilu. Hlavní požadavky na materiál této části automobilu jsou: zvuková izolace, dobrá tvarovatelnost, vzhled, nízká hmotnost a nízká cena. Další vlastnosti, které by měl splňovat použitý materiál, budou uvedeny v kapitole 3.4. Materiál zavazadlového prostoru představuje asi 4 m² textilie, je zhotoven technologií výroby netkaných textilií, vpichováním vlákenné vrstvy

z polyesterových nebo polypropylenových vláken, někdy se k výrobě používají také přírodní vlákna jako konopí, sisal nebo vlákna získaná z odpadu.

1.4.6 Airbagy

Airbagy jsou vzduchové vaky a společně s bezpečnostními pásy tvoří pasivní bezpečnost osádky automobilu. V případě nárazu při rychlosti nad $35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ dojde v řádu milisekund k nafouknutí airbagů. Předpokladem jejich ochrany je současné použití bezpečnostních pásů.

Airbagy se dělí na přední, boční, kolenní a hlavové. Celkem může být auto vybaveno až dvanácti airbagy.

Materiály používané na výrobu airbagů musí mít specifické vlastnosti. Textilní vak musí být odolný vůči vysoké teplotě a síle při nafukování airbagu. Důležité je, aby plyn plnící airbag nepronikl textilií a nezpůsobil popáleniny cestujících. Z tohoto důvodu se na výrobu airbagů nepoužívá polyester, vzhledem k jeho menší tepelné odolnosti. Vhodnějším materiálem je polyamid 6.6, jeho tepelná odolnost je o 40 % vyšší než u polyesteru. Další přednosti polyamidu 6.6 je výborná odolnost v rázu, houževnatost, dobrý poměr pevnosti a tažnosti, dlouhodobá stabilita. Materiál airbagového polštáře by měl stoprocentně splňovat tyto vlastnosti po dobu 10 až 15 let.

Použití polyamidu 6.6 s malým přídavkem polyamidu 6 může snížit riziko oděru kůže od airbagu, protože je tento materiál jemnější.

Airbagové polštáře musí být ošetřeny proti plísním a nesmí se barvit. Pro ochranu vnitřní části airbagu se používá silikonový zátěr, tím se zvyšuje jeho schopnost propouštět méně vzduchu během nafukování. Zápornou stránkou této úpravy je však nárůst hmotnosti a snížení ohebnosti materiálu.

1.4.7 Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pásy jsou jedním z hlavních bezpečnostních prvků v autě, tvoří jej hladký vrstvený popruh o šířce 4,6 cm a váze 250 g, celkem asi 14 metrů. Jsou tkány z polyesterových přízí ve vysoké dostavě keprovou nebo plátnovou vazbou. Výsledná tkanina je pevná a dobře odolává oděru. Polyester nahradil dříve používaný polyamid, který má v porovnání s polyesterem nižší odolnost proti UV záření.

Bezpečnostní pásy musí být hladké a jemné, musí být ohebné v podélném směru, aby kopírovaly tvar lidského těla a naopak neohebné ve směru příčném, aby

nedošlo k překřížení či shrnutí pásu. Odolnost vůči UV záření musí být zachována po celou dobu životnosti auta.

1.4.8 Volant

Volant je zřejmě ovládacím prvkem automobilu, zpravidla bývá do něj zabudován airbag, tlačítka pro ovládání klaksonu a dalších vybavení automobilu.

Kostrы moderních volantů jsou nejčastěji z nelegované oceli. Na kostru je aplikován povlak z polyuretanové pěny. Tento materiál se snadno zpracovává, je trvanlivý a odolný proti poškození. Někdy lze volant dovybavit textilním či vinylovým potahem, u luxusních aut bývá volant obšit usní nebo alcantrou.

1.4.9 Sluneční clony

Sluneční clony musí odolávat UV a tepelnému záření po celou dobu životnosti automobilu. Dříve se vyráběly z PVC, dnes je základem clony kovový rám, pro zajištění požadovaného tvaru je aplikována tuhá pěna a na povrchu je pletenina případně netkaná textilie.

1.4.10 Kryt kapoty

Hlavní funkcí krytu kapoty je pohlcovat a tlumit hluk motoru. Krycí strana směřující k motoru musí být odolná k provozním kapalinám, tj. k palivu nebo oleji. Zpravidla se vyrábí z laminátového materiálu, jehož hlavní složkou je fenolová pryskyřičná odpadová textilie nebo skleněná vlákna. Laminování je na obou stranách pomocí netkané textilie, používají se polypropylenová nebo polyesterová vlákna. Lepidla používaná při laminování musí být odolná vůči provozním kapalinám a vysokým teplotám, musí mít dlouhou životnost.

1.4.11 Pneumatiky

Pneumatiky jsou vzduchem plněné pružné části kol automobilu. Zajišťují přenos sil, které pohánějí i brzdí auto a zároveň nesou jeho váhu, působí také jako primární odpružení.

Výchozími materiály k výrobě pneumatik jsou kaučuky přírodní nebo syntetické, přísady do směsí s kaučuky, kordy z přírodních i syntetických vláken a ocelové patní lanko.

Pneumatikové kordy jsou vyráběny z vysoce pevných látek, jako např. polyamid 6, polyamid 6.6, polyester, případně viskóza. Tyto materiály se používají v plášťové konstrukci pneumatik. Kordy, tvořící ramenní výplň a nárazník se vyrábějí z vláken s vysokým modulem, nejčastěji p-aramid (např. Kevlar), ze skelných vláken nebo oceli. V současnosti se většina plášťů pneumatik vyztužuje vlákny z polyesteru, která hlavně zajišťují pevnost a rozměrovou stálost.

1.4.12 Filtry

Existují tři základní způsoby, jak filtry fungují. První způsob spočívá v mechanickém zachytávání pevných částic prostřednictvím jemných pórů v netkané textilii. Podstatou druhého způsobu je udělení elektrostatického náboje vláknu, které potom přitahuje pevné částice. Třetí způsob je založen na použití aktivního uhlíku, který absorbuje škodlivé plyny a odstraňuje nepříjemné pachy. V současnosti se často používají filtry, ve kterých se kombinují všechny tři zmíněné metody.

Automobil obsahuje různé druhy filtrů - kabinový, vzduchový, palivový a olejový. Liší se svou funkcí, konstrukcí a materiálovým složením.

Kabinový filtr (pylový filtr, filtr klimatizace) má za hlavní úkol zajištění ochrany cestujících před výfukovými zplodinami i průnikem prachu a pylů do kabiny auta. Filtračním prvkem je porézní filtrační papír s přesně formovanou vláknennou strukturou a se syntetickými mikrovlákny impregnovanými epoxidovými pryskyřicemi.

Vzduchový filtr zajišťuje ochranu motoru před drobnými nečistotami, nacházející se ve vzduchu. Filtrační vložka vzduchového filtru bývá zpravidla zhotovena z papíru na bázi celulózoového vlákna, opatřeného impregnační fenolovými nebo akrylovými pryskyřicemi.

Palivový filtr se používá k zachycení nečistot obsažených v pohonné hmotě. U starších typů aut se jako filtrační materiál používaly netkané textilie z polyesteru, pro současně vyráběná auta byly vyvinuty vícevrstvé polysyntetické a syntetické materiály.

Olejový filtr slouží na čištění oleje a zabezpečuje konstantní přítomnost malého množství oleje v systému v případě, že je motor vypnutý. Plášť filtru bývá zpravidla celokovový, filtračním médiem je papír nebo pryskyřičí impregnovaný netkaný textilie vrstvená mokrou cestou. V těsnící jednotce se nejčastěji vyskytuje teflon.

1.4.13 Hadice a pásy

Na jejich výrobu se používají různé textilní materiály, v současnosti jsou to nejčastěji speciální polyesterové příze. Na tyto materiály se kladou tyto obecné požadavky: rozměrová stálost, odolnost vůči olejům a chemikáliím, tepelná odolnost, pružnost a dobrá přilnavost k pryži.

1.4.14 Odkládací prostor nad palubní deskou

Tato část interiéru automobilu je pokryta netkanou textilií vyráběnou vpichováním hlavně z polypropylenu nebo polyesteru.

2 Textilní materiály

Následující kapitoly se věnují vlastnostem a principem výroby některých typů textilií s ohledem na složení vzorků netkaných textilií, které jsou předmětem zkoumání v praktické části bakalářské práce (kapitola 3.2). Jsou zde uvedeny základní a fyzikálně-chemické vlastnosti textilních vláken (kapitoly 2.1.1 a 2.1.2), některá speciální vlákna, konkrétně vlákna dutá a bikomponentní (kapitoly 2.2.1 a 2.2.2). Zvláštní pozornost je věnována polyesterovému vláknu (kapitola 2.3), protože tento typ vlákna je často používaným vláknem v automobilových textiliích. Další části se zabývají netkanými a plošnými textiliemi a jejich využitím v osobních automobilech.

2.1 Vlastnosti textilních vláken

Vlastnosti vláken jsou závislé především na jejich chemické struktuře a na fyzikálních podmínkách při zpracování. Chemická struktura má vliv na základní vlastnosti, jako jsou pevnost, bod měknutí, modul pružnosti, elasticita, absorpce vodní páry a barvitelnost. Podmiňují jejich technologické zpracování, užitnost, rozměrovou stabilitu nebo trvanlivost, oblast použití a projevují se ve vlastnostech příslušných textilií [8].

2.1.1 Základní vlastnosti vláken

Vlastnosti textilních vláken lze posuzovat podle různých kritérií, např. podle původu, geometrických rozměrů, chemického složení nebo způsobu zpracování. Z pohledu technologie výroby textilií jsou důležité základní charakteristiky vláken.

a) **Lineární hmotnost vláken.** Běžné jsou vlákenné materiály s lineární hmotností 1,3-20 dtex. Pro speciální účely se vyrábějí i vlákna jemnější, 0,5 dtex nebo extrémně hrubá, až 200 dtex.

b) **Délka řezu stříže.** Nejčastější jsou hodnoty 38-85 mm pro mechanické procesy, 2-30 mm pro technologii naplavování a pod 5 mm pro technologii nanášení vláken v elektrostatickém poli. Při tvorbě vrstvy z kapalně nebo vzdušné disperze je délka vláken omezena nebezpečím vzájemného zaplétání vláken, tvorby shluků a tím vyšší mírou nerovnoměrnosti výrobku.

c) **Stupeň zkadeření výrobku.** Vyjadřuje se obvykle počtem obloučků vlákna na 10 mm jeho délky. Středně tvarované stříže mají 3-5 obloučků na 10 mm. Speciální vysoce tvarované stříže s počtem obloučků až 15 na 10 mm délky vlákna se používají k výrobě vysoce objemných a vysoce elastických textilií.

d) **Typ a obsah aviváže.** Aviváž (lubrikace, preparace), je základní součástí každé vlákenné suroviny. Aviváž je nanesena na povrchu vlákna a určuje jeho povrchové vlastnosti, zejména hladkost, koeficient tření, soudržnost fibril, smáčivost vodou, oleji a pojivy, sklon k tvorbě elektrostatického náboje a tím v podstatné míře zpracovatelnost i vlastnosti výrobku.

e) **Sráživost vláken** je jejich zkracování působením tepla. Je složitým jevem charakterizovaným mírou srážení, srážecí silou a kinetikou srážení. Výrobci vláken proto vlákna dluží při zvolených režimech a následně fixují, aby sráživost snížili [9].

2.1.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti textilních vláken

a) **Mechanické vlastnosti.** Tato rozsáhlá skupina vlastností je výsledkem vztahu mezi působící silou a deformací vlákna. Mechanické vlastnosti textilních vláken jsou závislé na jejich chemické i fyzikální struktuře, na teplotě, vlhkosti, na způsobu a rychlosti namáhání apod. Souvisejí také s vlastnostmi optickými, elektrickými nebo tepelnými. Pro hodnocení kvality textilních vláken i jejich využití mají význam zejména: pevnost a tažnost, odolnost v oděru a proti skluzu vláken, únava vláken při opakovaném namáhání, sráživost a mačkavost.

b) **Sorpční vlastnosti.** Vlákna přijímají vlhkost svého okolí tak dlouho, až se ustaví rovnováha mezi obsahem vody ve vláknech a obsahem vody v okolním prostředí. Vlhkost vláken má vliv nejen na jejich zpracovatelnost, ale i na jejich vlastnosti, např. pevnost a tažnost. Určení vlhkosti vlákna je důležitou charakteristikou z pohledu obchodování. Cena vlákna se vztahuje na určitou vlhkost, tzv. uzanční vlhkost.

c) **Geometrické vlastnosti** vláken se někdy označují jako vlastnosti základní. Jsou dány jejich strukturou a současně ovlivňují mnohé vlastností vláken, jako velikost povrchu, způsob použití nebo technologii zpracování. Do této skupiny náleží: délka a tvar příčného řezu, jemnost a ohebnost, povrch a objemnost.

d) **Optické vlastnosti** jsou charakterizovány jevy, ke kterým dochází při interakci vlákna se zářením určité vlnové délky. Jedná se o jevy difrakční, absorpční v oblasti viditelného a infračerveného světla a geometricko-optické.

e) **Elektrické vlastnosti.** U přírodních vláken je vliv elektrostatického náboje menší jako u vláken syntetických. Elektrický náboj působí řadu potíží při technologickém zpracování, problémy mohou nastat také u finálního produktu. Pro technologii vláken mají důležitost elektrostatické vlastnosti, statický náboj, elektrická vodivost, izolační schopnosti a dielektrické chování.

f) **Tepelné vlastnosti** vláken jsou výrazně ovlivněny jejich celkovou strukturou, molekulární i nemolekulární. Tvar jednotlivých molekul a jejich vzájemné uspořádání, amorfni nebo krystalické, má vliv zejména na tepelnou roztažnost, měrné teplo a tepelnou vodivost těchto látek. Teplo může vyvolat různé strukturální změny, způsobit urychlení chemických dějů (např. oxidaci, depolymeraci) a tím způsobit změny v dalších vlastnostech vláken. Tepelné vlastnosti lze posuzovat podle několika hledisek: odolnost vlákna vůči různým teplotám, tepelně izolační vlastnosti nebo změny struktury působením tepla. Hodnotí se následující tepelné vlastnosti: bod tání, měrné teplo, tepelná vodivost a tepelná roztažnost, přechodové teploty nebo zesklenní.

g) **Rozpustnost vláken.** Rozpouštění vláken je z technologického hlediska většinou nežádoucím jevem, používá se ho ale často pro analytické účely. Přitom se vychází z toho, že makromolekuly vláken se při styku s kapalinou chovají jinak než nízkomolekulární látky, kde se dobře definuje rovnováha mezi pevnou látkou a látkou v nasyceném roztoku. Rozpouštění a chování makromolekul v roztoku je daleko složitější. Rozpustnost vláken je závislá zejména na použitém rozpouštědle a podmínkách rozpouštění ale také na jejich chemické a fyzikální struktuře a na jeho rozměrech.

h) **Povrchové vlastnosti** souvisí s dalšími vlastnostmi, zejména geometrickými, elektrickými nebo mechanickými. Povrch vláken je důležitý pro řadu jejich vlastností. Pro chemická vlákna je povrch ovlivněn technologickými podmínkami přípravy. Úprava povrchových vlastností je důležitá pro zpracovatelské, ale i užité vlastnosti vláken. Velikost povrchu je závislá především na průměru vlákna, ale lze ho ovlivnit

i tvarem příčného řezu. Povrch vláken má vliv na tyto vlastnosti: tření mezi vlákny, tření mezi vláknem a jiným materiálem, absorpce a adsorpce, dielektrické vlastnosti a vodivost, adheze k jiným materiálům, oděr a abraze, omak, koloristické vlastnosti, lesk a špinivost [8].

2.2 Typy textilních vláken

Podle geometrických rozměrů lze vlákna rozdělit na nekonečná a staplová a ta pak podle jemnosti a délky řezu. Rozlišují se tyto skupiny vláken:

a) **nano-vlákna** mají tloušťku 50-500 nm, vyznačují se extrémně velikou povrchovou plochou, jsou perspektivním typem pro nové technologické postupy a využití

b) **vlákna pro kompozitní materiály** mají tloušťku 1 μm a délku 0,1 mm, jsou vhodná pro speciální techniky přípravy netkaných textilií

c) **staplová vlákna** mají tloušťku 10-20 μm a délku 3-10 cm, u chemických vláken se délky dosahuje řezáním nebo trháním, používají se pro oděvní odvětví

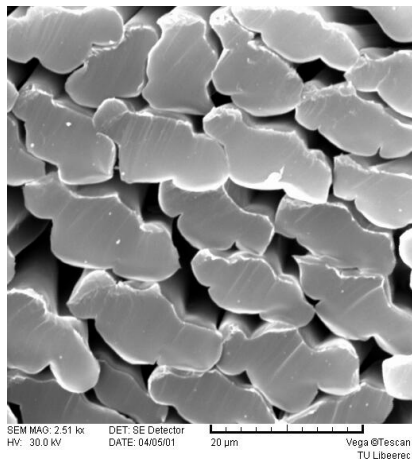
d) **nekonečná vlákna** mohou mít různou délku, hedvábí má jemnost 2-2000 dtex, kabílky až 10 000 dtex. Nekonečná syntetická vlákna se uplatňují zejména v oblasti technických textilií.

2.2.1 Dutá vlákna

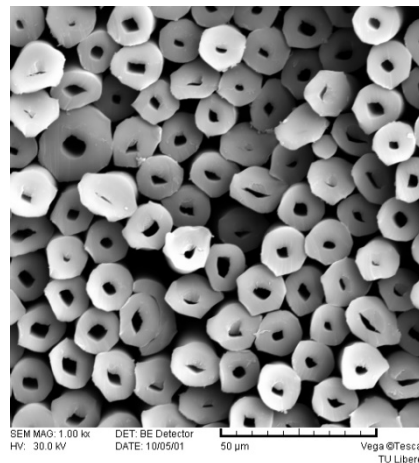
Dutá textilní vlákna mají vnitřní dutinu, která vzniká s pomocí trysek s jádrem nebo se zvláštním profilem. Vlákno je tvořeno pláštěm a dutým jádrem. Souvislá dutina snižuje hmotnost vlákna, vzduch v ní působí jako izolant. Tím se zvyšují tepelně izolační vlastnosti vláken. Na výrobu dutých vláken se používají zejména vlákna polyesterová. Všechny typy dutých vláken se uplatňují při výrobě koberců a používají se jako speciální výplňkový materiál. V současnosti jsou velmi populární náplně do polštářů a přikrývek. Dutá vlákna, ve kterých objem dutiny zaujímá více než 15 % plochy příčného řezu, mají měkký omak. Oproti vláknům bez dutin mají temnější odstín [2].

Dutá vlákna mají mnohostranné použití, nejznámější je použití do výplně polštářů nebo prošíváných přikrývek. Dalšími aplikacemi jsou například čalounické výrobky, oděvy, podlahové krytiny nebo koberce. Výroba dutých vláken je asi o třetinu dražší, než výroba klasických vláken.

Dnes jsou známa polyesterová vlákna až se čtyřmi nebo šesti dutinami. Názvy některých dutých vláken jsou např. Coolmax, Coolplus, Termocool, Thermolite nebo Thermicfibre 6. Příklady dutých vláken jsou na obrázcích 4. a 5.



Obrázek 4. Vláknó Colmax [9]



Obrázek 5. Vláknó Thermocool [9]

2.2.2 Bikomponentní vlákna

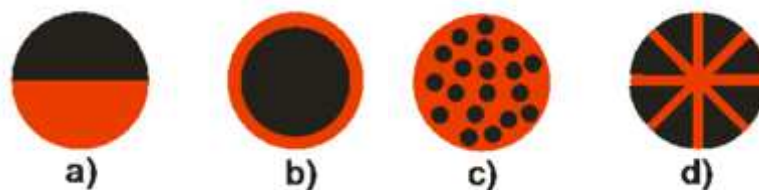
Jsou to syntetická vlákna, která jsou při zvlákňování procesu složena se dvou částí, komponent. Existují v podstatě tři typy bikomponentních vláken, které se liší uspořádáním obou komponent. Podle způsobu spojení v průřezu vlákna se rozlišují typy:

a) **Vlákna typu S/S** (side by side, strana ke straně, zvlnění) se vyrábějí spojením dvou proudů taveniny ve zvlákňovací trysce nebo těsně pod ní. Složky mají různou sráživost a bobtnání. Tato vlákna jsou trvale zkadeřená.

b) **Vlákna typu C/S** (core/sheath, jádro/obal) jsou z komponent s rozdílnou tavitelností. Vyrábějí se speciálními tryskami umožňujícími obklopení proudů taveniny (jádra) proudem taveniny tvořící plášť vlákna. Zvlákňují se přes prstencovou trysku s odděleným přívodem obou polymerních složek. Vlákna s jádrem z polyethyltereftalátu a nízkotavitelným pláštěm z polyethylenu se doporučují pro výrobu netkaných textilií pojených termoplasticky.

c) **Bikonstituentní vlákna** typu M/F (matrix/fibril, matrice/vláknina) se vyrábějí z taveniny, která vznikla mechanickým mísením dvou tavenin nebo rozptýlením fibrilek jednoho polymeru v tavenině druhého. Do matrice vniknou krátká nebo i velmi dlouhá vlákenka. U tohoto typu vláken se změni vlastnosti obou komponent, např. afinita

k barvivům [2]. Další druhy bikomponentních vláken jsou odvozeny od předcházejících, např. MR (multiple radial), MS/S (multiple side by side) nebo MC (multi core). Na nákrese obrázku 4. je znázorněn průřez a) S/S, b) C/S, c) M/F d) MR.



Obrázek 6. Schéma průřezu hlavních druhů bikomponentních vláken [10]

Bikomponentní (dvousložková) vlákna se řadí mezi vlákna speciální, jejich použitím lze funkční vlastnosti obou složek využít v jednom vláknu a tím docílit specifických vlastností. Jejich výroba je nákladnější než u vláken klasických.

2.3 Polyesterová vlákna

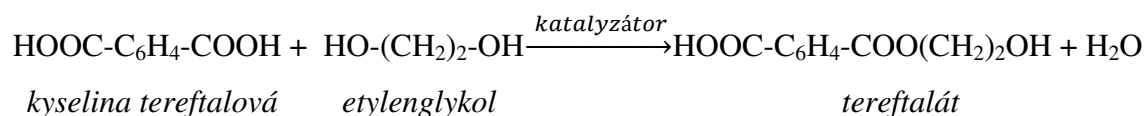
Názvem polyester se původně označoval reakční produkt vícesytných karboxylových kyselin a vícesytných alkoholů. Později se pod tento název zařadily produkty obsahující esterové skupiny v hlavních, souvislých řetězcích. Základem jejich struktury je esterová vazba $R_1 - CO - O - R_2$, R_1 je zbytek karboxylové kyseliny, R_2 je zbytek alkoholu.

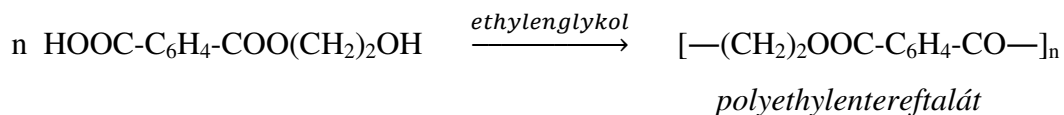
První syntetický polyester byl připraven už v roce 1833, ale až pozdější přípravy vedly k jejich praktickému použití a v dnešní době tvoří nejvýznamnější skupinu syntetických makromolekulárních látek.

2.3.1 Polyethylentereftalát PET

Nejdůležitějším a nejvíce používaným polyesterovým vláknem je vlákno vyrobené z polyethylentereftalátu (PET). V textilním průmyslu se často ztotožňují pojmy polyesterové vlákno a vlákno polyethylentereftalátové.

Polyethylentereftalát lze chemicky definovat jako polyester kyseliny tereftalové (1,4-benzendikarboxylové) a ethylenglykolu (1,2-ethandiolu). Jeho vznik vyjadřuje následující schéma:





Tato přímá metoda přípravy polyesteru se v průmyslovém měřítku neuplatnila, protože vlastnosti kyseliny tereftalové byly příčinou mnohých nežádoucích jevů (např. pomalý průběh esterifikace, omezení možnosti zvyšovat polymerační stupeň, vznik různých nežádoucích meziproduktů). Samotná kyselina tereftalová se obtížně čistí a při esterifikaci činí potíže její nízká rozpustnost v reakční směsi. Proto se jako výchozí monomer pro přípravu polyethylentereftalátu častěji používá dimethylester kyseliny tereftalové.

Na výrobu vláken se používá PET o relativní molekulové hmotnosti 15 000 až 25 000. Vlákno se zpracovává z taveniny, granulovaný polyester se taví na vyhřívaném roštu a tavenina se čerpadlem podává do zvlákňovací hubice s tryskami. Při výrobě polyesterového hedvábí se vlákna vytlačují menším počtem trysek, nedloužené vlákno se navíjí na cylindrické cívky a pak se dluží nad teplotou 72 až 81 °C, čímž se zvyšuje jeho pevnost v tahu a snižuje se průtažnost. Polyesterová stříž se dluží v podobě kabelu na dlužících linkách, pak se za vlhka kadeří mezi rýhovanými válci, a nakonec se kadeření stabilizuje rychlým průchodem sušárnou při 200 °C. Následuje řezání vláken na vhodnou délku, aviváž a sušení [11].

2.3.2 Vlastnosti polyesterových vláken

Vlákno z polyethylentereftalátu i další polyesterová vlákna v porovnání s jinými syntetickými vlákny se vyznačuje především větší schopností krystalovat. To je důsledkem jeho struktury, zejména přítomností vodíkových vazeb mezi skupinou C=O a vodíkem benzenového kruhu řetězce. Symetrické a pravidelné uspořádání benzenových jader v makromolekule je příčinou malé ohebnosti řetězce. Vlákna se vyznačují vnitřní tuhostí, a tím odolností proti pohybu a schopností rychlého návratu do původního stavu. Tato vlastnost velmi příznivě ovlivňuje tvarovou stálostí finálních textilních výrobků.

Polyesterová vlákna mají výbornou schopnost zotavení, vysokou pružnost a objemnost, dobrou odolnost vůči zředěným kyselinám a hydroxidům při normální teplotě, v koncentrovaných kyselinách, zásadách nebo amoniaku se rozkládají. Jsou málo navlhavé a poměrně rychle schnou. Při 65% vlhkosti vzduchu jsou schopny udržet pouze 0,4 % vlhkosti. Obtížně se barví, protože nebobtnají ve vodě a tím těžko přijímají

barviva. Polyesterová vlákna se dají snadno kadeřit, což umožňuje přípravu objemových přízí a textilních výrobků. Polyesterová stříž se vyznačuje hlavně nemačkavostí a pružností. Má jemný a teplý omak, rychlé schnutí a malý účinek vody na deformovatelnost vlákna [12].

Vlákna mají nízký koeficient tření ($\mu = 0,174$), jsou dobrým elektrickým izolantem, s velkou náchylností k tvorbě elektrostatického náboje. Teplota měknutí je 230 °C, teplota tání je 258 °C, při teplotě 120-130 °C je pevnost beze změny, při teplotě 180 °C pevnost klesá na 50 % (za několik dní). Mají nízkou tepelnou vodivost a specifické teplo, hořlavost LOI = 0,206. Mechanické vlastnosti jsou obecně velmi dobré. Mají vysoký modul pružnosti, 1300 cN/tex (tuhý omak), pevnost 3,8-7,2 cN/dtex, tažnost 50-70 % [2].

Následující kapitola uvádí možnosti úprav polyesterových vláken s cílem zdokonalit jejich vlastnosti.

2.3.3 Modifikovaná polyesterová vlákna

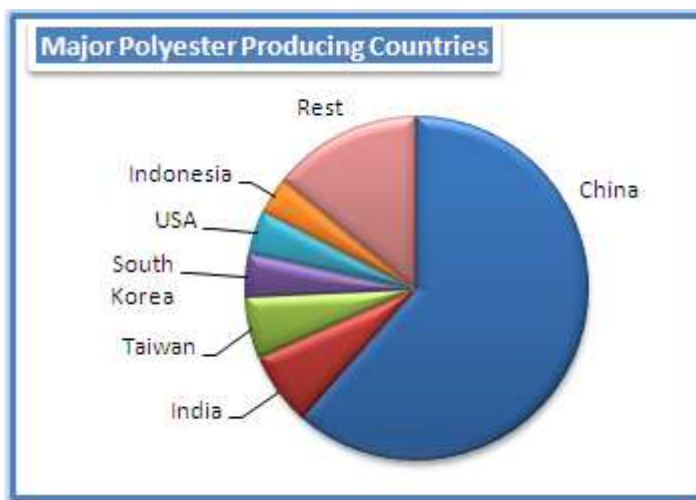
Od prvních příprav polyesterových vláken až po současnost jsou snahy o zdokonalení jejich vlastností, o jejich zušlechťování. Existuje celá řada principů, postupu a patentů pro modifikace polyesterových vláken. Polyesterová vlákna se dají snadno modifikovat a tvarovat. Je možné záměrně měnit elasticitu, sráživost, žmolkovitost a barvitelnost.

Polyesterová vlákna mají malou sorpční schopnost, vysokou žmolkovitost a jsou náchylná k tvorbě elektrostatického náboje. Cílem modifikace může být potlačení negativních vlastností, zvýraznění pozitivních vlastností, např. odolnosti vůči působení ultrafialového záření, zvýšení pevnosti nebo získání nových vlastností, např. nehořlavosti nebo lepší barvitelnosti. Existuje mnoho různých způsobů modifikace, lze je například rozlišit podle toho, v jakém stadiu zpracování se provádějí.

V dnešní, již třetí generaci modifikovaných vláken, se výrobci snaží o přípravu vláken „na míru“ podle předem určených vlastností (fibreengineering). Vztahy mezi strukturou vláken a jejich vlastnostmi jsou poměrně komplikované, nelze kvantifikovat jednoznačnou závislost a v podstatě jde pouze o určení korelace mezi strukturou vláken a jejich vlastnostmi [13].

2.3.4 Výroba polyesterových vláken

Průmyslová výroba polyesterových vláken byla zahájena v USA v roce 1953 ve firmě E. I. du Pont pod názvem Dacron. V Evropě začala vlákna vyrábět firma ICI v roce 1955 jako Terylen. Poté nastal rychlý rozvoj výroby. V roce 1960 se polyesterová vlákna podílela na celkovém objemu výroby syntetických vláken ve světě 17 %, v roce 1974 41 % a v roce 1980 již 50 % [13]. Podíl některých států ve výrobě polyesteru uvádí obrázek 7.



Obrázek 7. Producenti polyesteru [9]

V České republice se začalo s výrobou polyesterových vláken ve společnosti SILON s.r.o. v Plané nad Lužnicí, první partie byla vyrobena v roce 1959. Pod označením Tesil 12 se zde vyráběla nemodifikovaná polyesterová stříž. Od roku 1971 se společnost zaměřila na výrobu polyesterových vláken pro netkané textilie a po roce 2002 se pro výrobu vláken začaly uplatňovat technologie zaměřené na využití drtě z PET lahví [12]. Dodnes je společnost významným výrobcem polyesterového vlákna.

2.3.5 Společnost SILON s.r.o.

Společnost SILON s.r.o. v Plané nad Lužnicí vyrábí polyesterová vlákna a kompaundy (plastové směsi) na bázi polyolefinů. Produkty mají široké uplatnění zejména v automobilovém, stavebním a zpracovatelském průmyslu a v odvětvích hygieny a osobní péče.

Od roku 2002 jsou polyesterová vlákna TESIL vyráběna výhradně z kvalitní recyklované PET drtě ("flakes") a vyznačují se mimořádnou kvalitou výrobku. Vlákna

lze upravit nebo změnit podle různých požadovaných vlastností, např. lze zvolit rozsah jemnosti vláken od 1,7 dtex až po 17 dtex.

Speciálně vyvinutá polyesterová vlákna jsou určena k výrobě netkaných textilií a jsou vhodná pro všechny technologie jejich výroby. Produkty vyrobené z těchto vláken jsou po použití vhodné k následné recyklaci.

Tesilová vlákna jsou používána téměř všemi důležitými evropskými výrobci automobilů, uplatňují se např. v čalounění stropu, v kobercovém systému na podlaze, v izolaci vnitřního prostoru, ve výstelce zavazadlového prostoru nebo jsou součástí podběhu kol automobilů [14].

Pro ilustraci je dále uveden jeden z materiálových listů produkce společnosti.

Tabulka 3. Materiálový list produkce společnosti SILON s.r.o.[14]

TESIL FIBERS – Product range

AUTOMOTIVE INDUSTRY							
product	cross section	type	dtex	cut length (mm)	crimp (CPI)	finish type	colour
NONWOVENS ISOLATION WHEEL HOUSING	solid	staple fiber	3,3/4,4/6,7 11/13/17	38,40,57,60,80	5-15	dry, antistatic	wide range of black, grey,beige colours

Snímky některých použitých polyesterových vláken dodané společností SILON s.r.o. jsou uvedeny v příloze 4.

2.4 Plošné textilie

Plošné textilie jsou předmětem zkoumání v experimentální části bakalářské práce, proto je v dalším uvedeno základní vymezení tohoto typu textilií.

Plošná textilie je souhrnné označení pro textilní útvary, jejichž tloušťka je řádově menší než šířka a délka. Patří sem zejména tkaniny, pleteniny, netkané textilie, háčkové textilie, sítě, splétané textilie, krajky, vázané a všívané koberce. Nachází uplatnění zejména jako oděvní, bytové a technické textilie.

Podle [15] se na výrobu plošných textilií spotřebovává až 95 % textilních surovin.

2.5 Netkané textilie

Netkaná textilie je vlákenná vrstva, vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, zpevněná mechanicky, chemicky nebo termicky, nebo kombinací těchto principů. Vlákennou vrstvu je možno kombinovat s plošnými textiliemi (tkaniny, pleteniny) nebo netextilními plošnými útvary (fólie z plastických hmot, z kovů).

Postup výroby netkaných textilií probíhá v těchto základních etapách:

1. příprava vlákenných surovin
2. příprava a zpevnění vlákenných vrstev
3. úpravy a zušlechťování netkaných textilií
4. konečné zpracování netkaných textilií

Při výrobě netkaných textilií se používají textilní vlákna běžně zpracovávaná v textilním průmyslu, jako jsou vlákna přírodní i vlákna z přírodních a syntetických polymerů.

Velmi často používanými syntetickým vlákny jsou vlákna polyesterová nebo polypropylenová. Zpracovávají se i některé textilní odpady nebo druhotné textilní suroviny. Používají se některá speciální vlákna, tzn. vlákna různě modifikovaná, štěpená z fólie, dutá nebo bikomponentní (kapitoly 2.2.1 a 2.2.2). Na výrobu netkaných textilií specifických vlastností lze použít další skupinu vláken, např. vlákna skleněná, čedičová, křemíková, uhlíková nebo kovová a další [16].

Podle použitých materiálů a technologického postupu výroby lze získat široké spektrum typů netkaných textilií. Proto se výrobky z netkaných textilií uplatňují v mnoha oblastech, jako jsou technické, bytové nebo oděvní textilie nebo různé hygienické, čistící a úklidové prostředky.

Produkce netkaných textilií se neustále zvyšuje, současný rychlý rozvoj jejich výroby je spojen s vývojem dalších technologických postupů a zjišťováním potřeb trhu.

2.6 Použití netkaných textilií v osobním automobilu

V současnosti jsou netkané textilie velmi používaným materiálem v textilní výbavě automobilu. Mají dobré izolační a filtrační vlastnosti, mohou snížit riziko požáru a zvýšit voděodolnost, nebo odolnost proti oděru či vysokým teplotám. Jejich rozsáhlé uplatnění je dáno také snadnou manipulovatelností při montáži nebo poměrně nízkými náklady na jejich výrobu.

V automobilu se může vyskytovat ke čtyřiceti dílů vyrobených z netkaných textilií, kromě jiných i obložení zavazadlového prostoru [17]. Na obrázku 8. jsou znázorněny možnosti použití netkaných textilií v osobním automobilu.



Obrázek 8. Uplatnění netkaných textilií v osobním automobilu [17]

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. potah slunečních clon | 20. ozdobné tkaniny |
| 2. výplň slunečních clon | 21. polyuretanem potažený podklad |
| 3. výplň sloupků | 22. uchycení potahů sedadel |
| 4. dvevní výplně | 23. výztuže pneumatik |
| 5. palivové filtry | 24. kryt podlahy kufru |
| 6. olejové filtry | 25. vložky kufru |
| 7. těsnící vložka kapoty | 26. tlumení výfuku |
| 8. zvuková izolace | 27. lisovaná palivová nádrž |
| 9. separátory baterií | 28. části karoserie |
| 10. kabinové vzduchové filtry | 29. plata zavazadlového prostoru |
| 11. kryty reproduktorů | 30. rámy oken |
| 12. potahy sedadel | 31. stropní čalounění |
| 13. tunel řadicí páky | 32. podklad čalounění |
| 14. koberce | 33. uložení reproduktorů |
| 15. autorohože | 34. střešní okno |
| 16. vinylový podklad potahů | 35. střešní panely |
| 17. podklad prošívaných koberců | 36. izolační materiály |
| 18. kryt ukotvení bezpečnostních pásů | 37. výztuhy stropního čalounění |
| 19. krytí bezpečnostních pásů | |

2.6.1 Společnosti vyrábějící netkané textilie

Rozvoj výroby netkaných textilií je celosvětovým trendem, v České republice se produkce tohoto materiálu zvýšila ze 78 915 tun v roce 2005 na 172 860 tun v roce 2015, téměř o 120 % [18]. Předpokládá se, že tento trend bude pokračovat.

Výrobou netkaných textilií v České republice se zabývá více společností. Většina z nich produkuje textilie pro automobilový průmysl. Jsou to například společnosti: Auria Solutions- AAH Czech s.r.o., Nové Zákupy

Borgers CS spol. s.r.o.

Fibertex Nonwovens, a.s., Svitavy

JILANA a.s., Malý Beranov

JUTA a.s., Dvůr Králové

Netex, spol. s.r.o., Děčín

Neotex, spol. s.r.o., Bučovice

Polytex, s.r.o., Malé Svatoňovice

RETEX a.s., Moravský Krumlov

Vzorky netkaných textilií, jejichž vlastnosti jsou předmětem zkoumání této práce, jsou produktem společnosti RETEX a.s., Moravský Krumlov.

2.6.2 Společnost RETEX a.s.

RETEX a.s., Moravský Krumlov je společnost se zaměřením na vývoj a výrobu netkaných textilií. Její produkty jsou určeny zejména pro výrobu komponent pro automobilový průmysl, stavebnictví nebo nábytkářský průmysl. Klíčové jsou výrobky určené pro automobilový průmysl, který patří k nejnáročnějším z hlediska požadavků na dlouhodobou spolehlivost a kvalitu. K výrobě netkaných textilií společnost používá syntetická a přírodní vlákna, jako jsou např. polyesterová vlákna PES, polypropylenová vlákna PP, směsi syntetických a přírodních vláken a recyklovaná vlákna – přírodní a syntetická.

Převážnou část výroby tvoří vpichované netkané textilie pro automobilový průmysl, používají se např. na podběhy blatníků, spodní kryt motorového prostoru, odhlučnění celé podlahy auta z vnější strany, potahy pro autosedačky, obložení zavazadlového prostoru nebo zadní plata automobilů.

Firma dodává netkané textilie do automobilových závodů VW, Škoda, Kia, Suzuki, Seat, Porsche, Ford, Volvo, Daimler a dalších [19].

3 Testování materiálů

Předmětem testování a zkoumání vlastností jsou textilní materiály určené pro zavazadlový prostor osobního automobilu. Zkoumají se konkrétní netkané textilie dodané společností RETEX a.s., Moravský Krumlov. V této firmě se ve spolupráci s firmami ŠKODA AUTO a.s. a SILON s.r.o. vyrobilo několik vzorků koberce s dutými vlákny. Testování má prokázat, zda vyrobené koberce splňují stanovené požadavky. Na základě zjištěných vlastností zkoumaných vzorků se posoudí vhodnost jednotlivých materiálů pro aplikaci v základní podlaze zavazadlového prostoru, případně se navrhnou možnosti pro zlepšení užitných vlastností.

3.1 Testování vlastností produktů a polotovarů

Cesta k finálnímu produktu je náročná, doba trvání takového procesu v automobilovém průmyslu bývá obvykle v rozmezí dvou až čtyř let a provádí se v několika fázích, včetně fáze, kdy jsou vzorky testovány. Dodavatelé vyrábějí také tzv. polotovary, které jsou testovány z pohledu několika různých vlastností. Bakalářská práce se zabývá produkty z oblasti netkané textilie ve formě koberců, které jsou určeny pro osobní automobily v oblasti zavazadlového prostoru.

Tyto produkty mohou být použity samostatně nebo spojeny (např. nalepením) na ostatní materiálové podklady (podkladová vrstva, respektive nosič je trvale spojen s rubovou stranou koberce). Podkladová vrstva může být např. z papírové voštiny, textilie s obsahem skleněných vláken apod., v některých částech se také stále používají i nosiče z překližky.

U plošných textilií, které jsou určeny pro zavazadlový prostor osobních automobilů, se hodnotí tyto vlastnosti:

a) **Termoizolační schopnosti plošné textilie.** Tato vlastnost nemusí být sice v současné době nejvíce prioritní, ale pro budoucnost bude zřejmě důležitá. S rozvíjejícím se segmentem elektromobility narůstají mimo jiné požadavky na tepelnou izolaci kabiny automobilu.

b) **Akustické tlumení.** To je velmi důležitá vlastnost, protože plošné textilie se podílí na celkovém akustickém odhlučnění automobilu, včetně kabiny posádky vozidla. Bez přítomnosti materiálu pro akustické odhlučení by se stala jízda autem velmi nekomfortní už např. při rychlostech přesahující 80 km.h⁻¹.

c) **Optimální sorpce kapalin a odolnost materiálu vůči degradaci.** Požadavek je na nízkou sorpci kapalin. Zde hrozí např. riziko nechtěného rozlití vody, nápojů nebo drogistického zboží, které je uloženo v zavazadlovém prostoru. Na komfort přepravy nakoupeného zboží, zejména potravin, může mít vliv použitá technologie chemického zpevnění netkané textilie za pomoci latexu, hrozí riziko zápachů nebo tvorby plísní nebo bakterií.

d) **Odolnost materiálu při cíleném čištění a údržby vozu při použití nejen vody, ale také při působení běžných domácích nebo profesionálních čisticích prostředků.**

e) **Prodyšnost a paropropustnost.** Toto není nejvyšší priorita, ale je žádoucí, aby materiál byl paropropustný. Zde opět záleží na tom, jestli plošná textilie bude v autě použita samostatně nebo jako součást dvou materiálů spojených např. lepením.

f) **Mechanická odolnost.** Zde není obvyklé namáhání tlakem či tahem a opět velmi záleží na tom, jestli plošná textilie bude v autě použita samostatně nebo jako součást dvou materiálů spojených např. lepením. Více prioritní je mechanická odolnost v kolmém směru vůči textilií na lícni straně koberce vůči tzv. stuhovému uzávěru (suchý zip). Materiál má však také na určitých místech v automobilu také funkci snížení či tlumení pohybu tzv. klepání (např. zadní plata automobilů).

g) **Odolnost materiálu vůči degradaci při působení světla a UV záření.** Vzhledem k tomu, že automobily jsou provozovány v exteriéru, ale také velmi často v exteriéru i parkují a někdy i trvale po dobu několika let nelze zanedbat ani tuto vlastnost.

h) **Odolnost vůči vznícení materiálu.** V letních měsících může uvnitř automobilu zaparkovaného na přímém slunci teplota přesáhnout i 70 °C. To je hodnota výrazně pod teplotou tání a teplotou vznícení materiálu jako je polyester a při běžném použití textilie riziko nepředstavuje. Při nestandardní události, jak je např. požár automobilu (který vznikne často vlivem závady na elektroinstalaci automobilu), potom textilie přispívají k jeho dalšímu šíření.

i) **Tuhost.** Materiál koberce musí být splývavý (měkký, ohebný). Tato vlastnost je předpokladem pro snadnou manipulovatelnost při aplikaci na podklad (nosič), koberec se musí přes tento nosič snadno ohýbat.

j) **Odolnost vůči oděru.** Je to základní požadovaná vlastnost, která rozhoduje o trvanlivosti textilního výrobku, u koberců velmi důležitá.

3.2 Polotovary a vzorky pro testování

Vlastnosti finálního produktu může také silně ovlivnit nejen použitý materiál a vzájemný poměr použitých vláken ale také struktura materiálu. V experimentální části se testují některé vlastnosti vzorků textilií, polotovarů, pomocí stávající a dostupné měřicí techniky případně pomocí experimentu. Cílem měření je zjištění závislosti vlastností zkoumaných materiálů na jejich materiálovém složení a struktuře.

Polotovary a jejich vzorky jsou výhradně netkané textilie. Jedná se o polotovary netkané textilie ve formě koberců o velikosti 105x120 cm nebo 50x35 cm, ze kterých se zhotoví vzorky vhodné pro měřicí přístroje. Aktuálně jsou k dispozici 3 polotovary netkané textilie:

1. koberec Koffermatte WR9, o plošné hmotnosti 730 g.m^{-2} , 105x120 cm. Tato netkaná textilie je zpevněna primárně mechanicky technologií vpichováním, dále je sekundárně zpevněna chemicky latexovým zátěrem. Použitá vlákna jsou výhradně polyesterová vyrobená pomocí recyklace PET lahví, typu solid (plná vlákna bez štěrbin) o jemnostech 17 dtex a 13 dtex, výrobce si přeje přesný procentuální podíl vláken ponechat jako know-how. Tento materiál se již používá v sériové výrobě.

2. koberec Koffermatte DS + WR9 o plošné hmotnosti 730 g.m^{-2} , 105x120 cm. Tato netkaná textilie je zpevněna primárně mechanicky technologií vpichováním, sekundárně je zpevněna chemicky latexovým zátěrem. Použitá vlákna jsou výhradně polyesterová, vyrobená pomocí recyklace PET lahví, typu solid (plná vlákna bez štěrbin) + typu hollow (dutá vlákna s jednou štěrbinou) o jemnostech 13 dtex, 17 dtex a dutá vlákna 6,7 dtex, výrobce si přeje přesný procentuální podíl vláken ponechat jako know-how. Jedná se o nově vyvíjený materiál.

3. koberec Bico plošné hmotnosti 420 g.m^{-2} , 50x35 cm. Tato netkaná textilie je zpevněna primárně mechanicky technologií vpichováním a sekundárně je zpevněna termicky pomocí bikomponentních vláken. Použitá vlákna jsou výhradně polyesterová typu solid (plná vlákna bez štěrbin) + bikomponentní vlákna, výrobce si přeje přesný procentuální podíl vláken ponechat jako know-how. Je to nově vyvíjený materiál.

3.3 Snímky použitých netkaných textilií

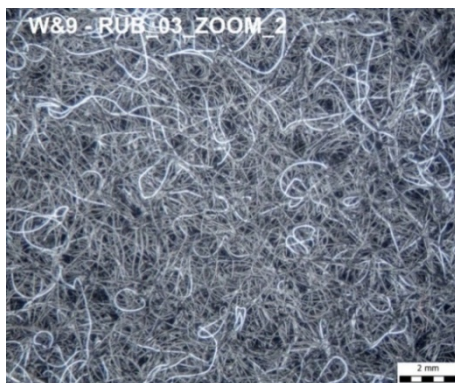
1. Vzorek WR9



Obrázek 9. Vzorek WR9, lící strana, dvojnásobné přiblížení



Obrázek 10. Vzorek WR9, lící strana, pětinásobné přiblížení

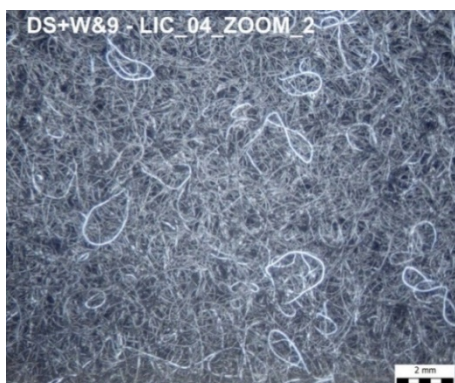


Obrázek 11. Vzorek WR9, rubová strana, dvojnásobné přiblížení

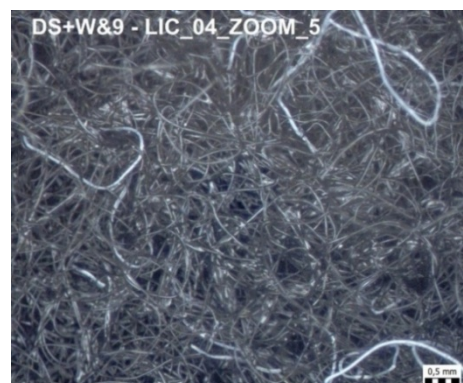


Obrázek 12. Vzorek WR9, rubová strana, pětinásobné přiblížení

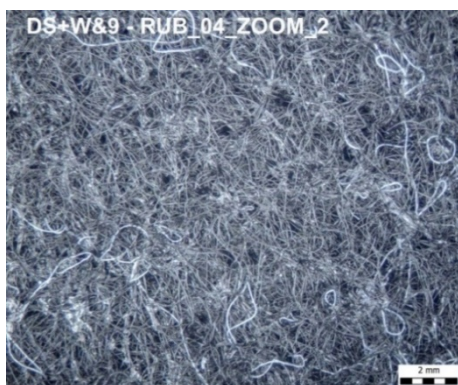
2. Vzorek DS+WR9



Obrázek 13. Vzorek DS+WR9, lící strana, dvojnásobné přiblížení



Obrázek 14. Vzorek DS+WR9, lící strana, pětinásobné přiblížení

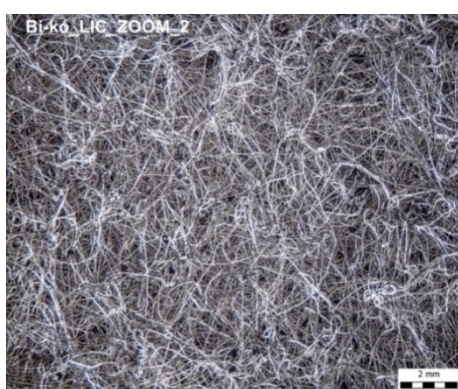


Obrázek 15. Vzorek DS+WR9, rubová strana, dvojnásobné přiblížení



Obrázek 16. Vzorek DS+WR9, rubová strana, pětinásobné přiblížení

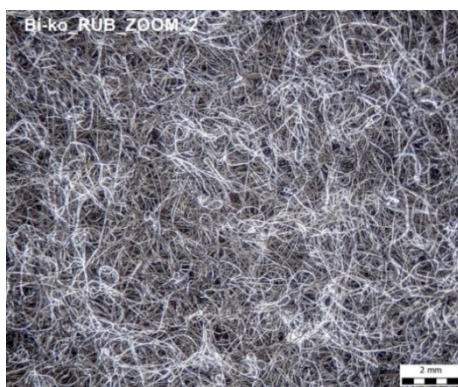
3. Vzorek Bico



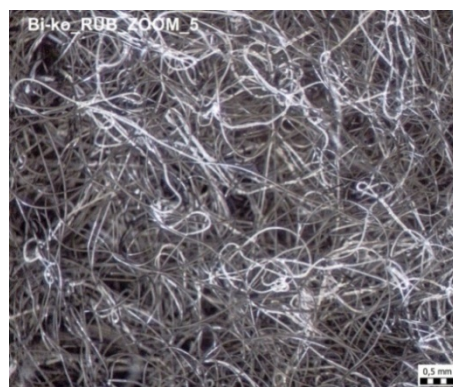
Obrázek 17. Vzorek Bico, lící strana, dvojnásobné přiblížení



Obrázek 18. Vzorek Bico, lící strana, pětinásobné přiblížení



Obrázek 19. Vzorek Bico, rubová strana, dvojnásobné přiblížení



Obrázek 20. Vzorek Bico, rubová strana, pětinásobné přiblížení

U netkaných textilií je kromě vlákně struktury zřetelné také mechanické zpevnování, v tomto případě pomocí vpichování, zpravidla penetrace jehel prochází nejprve rubovou stranou. U netkané textilie WR9 a zároveň DS+WR9, která je kromě mechanického vpichování sekundárně zpevněna chemicky pomocí latexového zátěru, jsou v určitých místech patrné chemické spoje vláken (laicky možno označit jako

slepené). U netkané textilie Bico, která je kromě vpichování sekundárně zpevněna termicky, jsou v určitých místech patrné termické spoje vláken z polymeru (laicky možno označit výrazem roztečené, spečené).

3.4 Předpokládané a reálné vlastnosti zkoumaných textilií

1. koberec Koffermatte WR9, o plošné hmotnosti 730 g.m^{-2} . Jedná se materiál dlouhodobě používaný a prověřený. Potíže může způsobovat zátěr latexu jako sekundární chemické zpevnění, při navlhčení a vysychání může tento materiál způsobovat určitý zápach.

2. koberec Koffermatte DS + WR9 o plošné hmotnosti 730 g.m^{-2} . Je to nově zaváděný materiál, předpokladem jsou lepší vlastnosti finálního produktu z pohledu akustického tlumení a zároveň v rámci lepších termoizolačních vlastností. Potíže může způsobovat zátěr latexu jako sekundární chemické zpevnění, při navlhčení a vysychání může tento materiál způsobovat určitý zápach, dále zde vzniká větší problém při tzv. koagulaci (zasychání) latexu, vznikající výpary v plynné podobě mohou pronikat do úzkých štěrbin dutých vláken a mohou zvyšovat úroveň zápachu.

3. koberec Bico o plošné hmotnosti 420 g.m^{-2} . Bikomponentní vlákna pomocí následného termického zpevnění nahrazují chemické zpevnění latexovým zátěrem a z tohoto důvodu bylo chemické zpevnění latexovým zátěrem vyřazeno. Absence latexu by měla výrazně omezit výpary a tím snížit možnost tvorby zápachu, což je žádoucí jev. Avšak vyřazení zpevňovací vrstvy pomocí latexového zátěru může snížit mechanickou odolnost materiálu při použití vůči tzv. stuhovému uzávěru.

4 Měření a testování vzorků na přístrojích

Volba následujících měření a experimentů byla výsledkem diskusí ve společnosti ŠKODA AUTO a.s k požadovaným užitným vlastnostem textilií, které jsou určené pro zavazadlový prostor osobních automobilů.

1. Měření termoizolačních vlastností (přístroj Alambeta)
2. Experimentální měření navlhčení a vysoušení materiálu
3. Měření pronikání a šíření vlhkosti na přístroji MMT

Měření a experimenty proběhly v souladu s normou TL 52094, kterou uvádí společnost ŠKODA AUTO a.s pro zavazadlový prostor osobních automobilů.

4.1 Termoizolační vlastnosti

Termoizolační vlastnosti materiálu jsou charakterizovány tepelnou vodivostí, tzn. schopností materiálu vést teplo. Pro hodnocení termoizolačních vlastností textilií není nejdůležitější tepelná vodivost, ale tepelný odpor, který tyto vlastnosti ovlivňuje. Kromě těchto dvou veličin zahrnují termoizolační vlastnosti i teplotní vodivost, tepelnou jímavost, měrnou tepelnou kapacitu a tepelný tok. Přitom jsou termoizolační vlastnosti textilních materiálů ovlivňovány počtem vzduchových pórů v plošné textilii [20].

V dalším textu je uveden přehled a popis zmiňovaných termoizolačních vlastností s důrazem na jejich vzájemnost a význam.

4.1.1 Definice veličin

Tepelná vodivost je definována jako schopnost látky vést a přenášet teplo, představuje rychlost, jakou se teplo šíří a přenáší materiálem. Tepelnou vodivost daného materiálu charakterizuje součinitel tepelné vodivosti. Součinitel tepelné vodivosti je také definován jako měrná tepelná vodivost. Představuje množství tepla, které za jednotku času projde jednotkou plochy (1 m^2) homogenní desky jednotkové tloušťky (1 m), jejíž stěny mají stejnou teplotu a je-li mezi nimi udržován jednotkový teplotní rozdíl (1 K) [21].

Měrná tepelná vodivost se značí λ a její základní jednotkou je [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]. Vztah mezi teplem a měrnou tepelnou vodivostí vyjadřuje fyzikální vzorec:

$$Q = \lambda S \frac{t_2 - t_1}{h} \tau \quad (1)$$

Výraz $\frac{t_2 - t_1}{h}$ je gradient teploty, *grad t*.

Ze vzorce (1) lze odvodit vztah pro vyjádření součinitele tepelné vodivosti:

$$\lambda = \frac{Q h}{S (t_2 - t_1) \tau} \quad (2)$$

Látky s vysokou rychlostí vedení tepla a velkým součinitelem tepelné vodivosti se označují jako tepelné vodiče, tepelné izolátory jsou látky s nízkou rychlostí vedení tepla a malým součinitelem tepelné vodivosti.

Nejmenší tepelnou vodivost mají materiály z velmi jemných vláken. Průměr vláken a tloušťka tepelnou vodivost zvyšují [22].

Tepelná vodivost je veličina, která vyjadřuje schopnost látky vyrovnávat teplotní rozdíly při neustálém vedení tepla. Označuje se jako součinitel teplotní vodivosti, resp. měrná teplotní vodivost. Značí se symbolem a , její základní jednotkou je $[\text{m}^2\text{s}^{-1}]$. Čím je hodnota a vyšší, tím látka rychleji vyrovnává teplotu (při nestacionárním procesu).

Tepelná vodivost je závislá na tepelné vodivosti, měrné tepelné kapacitě a hustotě látky. Vztah mezi uvedenými veličinami vyjadřuje vzorec:

$$a = \frac{\lambda}{c \rho} \quad (3)$$

Měrná tepelná kapacita je množství tepla potřebného k ohřátí 1 kg látky o 1 teplotní stupeň (1 K). Označuje se c a její jednotkou je $[\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}]$. Tuto definici lze matematicky vyjádřit vzorcem:

$$c = \frac{\Delta Q}{m \Delta t} \quad (4)$$

Tepelný odpor je fyzikální veličina, vyjadřující schopnost materiálu zadržet teplo, je závislá na tloušťce materiálu a tepelné vodivosti. Tepelný odpor je označován r , jeho jednotkou je $[\text{m}^2\text{K W}^{-1}]$. Vztah mezi tepelným odporem a tepelnou vodivostí upřesňuje vzorec (5). Z tohoto vztahu je zřejmé, že tepelný odpor roste s tloušťkou materiálu a klesá s rostoucí hodnotou měrné tepelné vodivosti. Tepelné izolanty jsou látky s vysokým tepelným odporem. Tyto látky se vyznačují nízkými hodnotami měrné tepelné vodivosti a delší dobou přechodu tepla.

$$r = \frac{h}{\lambda} \quad (5)$$

Tepelná jímavost je veličina, která udává množství tepla, které proteče jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu, při rozdílu teplot 1 K. Tato veličina se značí b a má rozměr $[\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}]$. Její závislost na tepelné vodivosti, hustotě a měrné tepelné kapacitě vyjadřuje vzorec:

$$b = \sqrt{\lambda \rho c} \quad (6)$$

Tepelná jímavost je jediná vlastnost materiálu, která charakterizuje tepelný omak. Jako chladnější je pocíťován hmatem ten materiál, který má větší absorpční schopnost (vyšší hodnota b).

Tepelný tok je teplo procházející plochou. Množství tepla, které projde plochou za daný čas je hustota tepelného toku. Pro sdílení tepla v homogenním prostředí platí Fourierův zákon, podle něhož je hustota tepelného toku q úměrná teplotnímu gradientu a má opačný směr. Záporné znaménko ve vztahu (7) vyjadřuje, že tepelný tok jako vektorová veličina má opačný směr než růst teploty (teplotní gradient).

$$q = -\lambda \text{grad } t \quad (7)$$

Podle [22] je tepelný tok q množství tepla šířící se z ruky (hlavice přístroje) o teplotě t_2 do textilie o počáteční teplotě t_1 za jednotku času. Pro krátkou dobu kontaktu přibližně platí:

$$q = b \frac{t_2 - t_1}{\sqrt{\pi \cdot \tau}} \quad (8)$$

Přístroj Alambeta, který je popsán v kapitole 4.1.2 vyhodnocuje také poměr maximálního a ustáleného tepelného toku:

$$p = \frac{q_{max}}{q_s} \quad (9)$$

4.1.2 Přístroj Alambeta

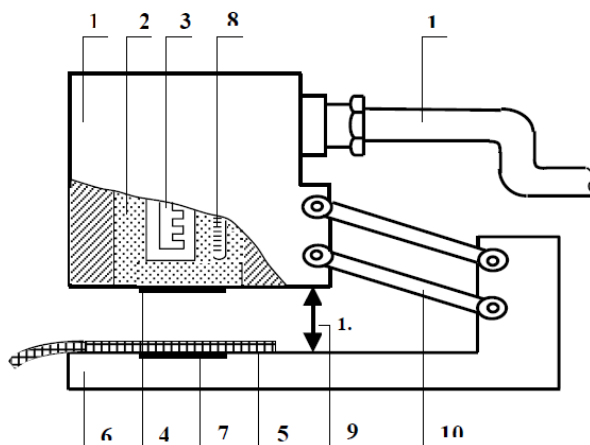
Tento přístroj byl vyvinut na Technické univerzitě v Liberci profesorem Hesem a docentem Doležalem pro měření termofyzikálních parametrů textilií a to jak izolačních vlastností (tepelný odpor, tepelná vodivost), tak i vlastností dynamických (tepelná jímavost, tepelný tok). Pomocí přístroje Alambeta je možno měřit vlastnosti textilií, jako je tepelná vodivost λ , tepelná jímavost b , tepelný odpor r , tloušťka materiálu h , teplotní vodivost a , maximální tepelný tok q nebo poměr maximálního a ustáleného tepelného toku p [22]. V předcházející kapitole 4.1.1 jsou tyto vlastnosti popsány, pozornost je věnována i vztahům mezi veličinami, charakterizující uváděné vlastnosti.

Podstata zkoušky

Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta spočívá v průchodu tepelných toků $q_1(t)$ a $q_2(t)$ povrchy vzorku od neustáleného stavu k ustálenému (t_1 - teplota měřící hlavice, t_2 - teplota vzorku, základny přístroje). Přístroj Alambeta je počítačem řízený poloautomat, který vypočítá všechny statistické parametry měření a obsahuje autodiagnostický program, který zabráňuje chybným operacím přístroje.

Popis přístroje

Na základnu přístroje 6 (spodní část), který je vyhříván na teplotu okolí, se položí měřený vzorek 5. Hlavice 1, která je vyhřívána na teplotu o cca 10 °C vyšší (obvykle 33 °C, tj. teplota kůže lidského těla) než je teplota okolí, se spustí a snímače tepelného toku 4 a 7 měří tepelné toky mezi jednotlivými povrchy. Současně je změřena i tloušťka materiálu h jako vzdálenost měřících hlav. Součástí základny přístroje je termostat a teploměr, součástí měřící hlavice je tepelná izolace, termostat 2, topné těleso 3 a teploměr 8. Popisované části přístroje jsou schematicky znázorněny na obrázku 21.



Obrázek 21. Schéma přístroje Alambeta [23]

Před vlastním měřením je důležité nechat nejprve klesnout měřící hlavici bez vložení vzorku, kdy si přístroj nastaví tloušťku $h_0 = 0$. Hodnoty některých veličin je nutné dělit 10^3 nebo 10^6 . Důvodem je malý displej, který pak nezobrazí větší počet desetinných míst příslušné naměřené veličiny.

Výpočet a vyjádření výsledků

Měřená data jsou zpracována počítačem. Pro statistické zpracování je minimální počet měření 3 a maximální počet 20. Vypočítává se aritmetický průměr z jednotlivých měření, variační koeficient (na nejbližší 0,1 %), dále je možné uvést směrodatnou

odchylku a interval spolehlivosti při 95% hladině významnosti (tyto hodnoty už počítač přístroje nevypočítává). Hodnoty se zobrazí na displeji přístroje [23].

4.1.3 Měření zkoumaných vzorků

Ze tří různých materiálů, plošných netkaných textilií (viz kapitolu 3.2), bylo nutno připravit menší vzorky o velikosti 20x20 cm. Z prvního materiálu WR9 i druhého materiálu DS+WR9 bylo připraveno 7 vzorků, ze třetího materiálu Bico bylo připraveno 6 vzorků. V další fázi byly postupně měřeny vzorky (počty měření) s tím že pro validitu měření byl každý vzorek použit vždy pouze jedenkrát (v opačném případě by byly hodnoty zkreslené). Byly zaznamenány okolní podmínky prostředí, tzn. teplota a relativní vlhkost v místnosti, jsou uvedeny v přílohách 1 až 3.

4.1.4 Výsledky měření

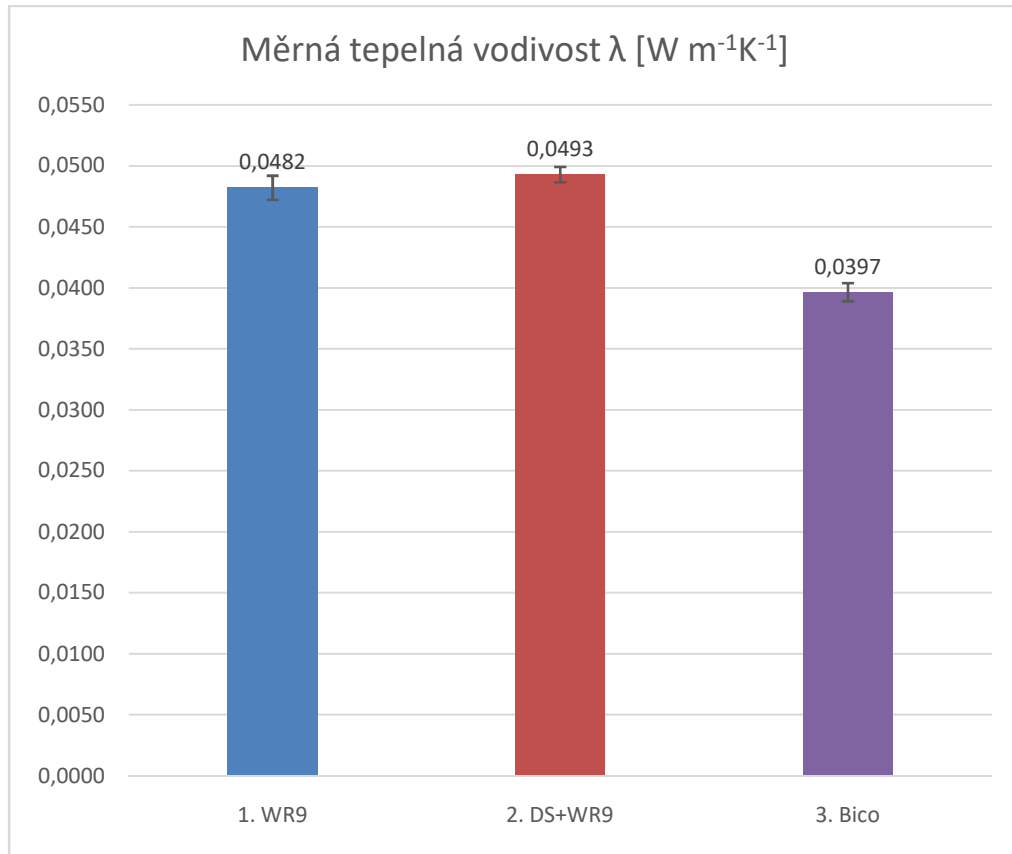
Výsledky zkoušky a hodnoty měření termoizolačních vlastností na přístroji Alambeta jsou uvedeny v následující tabulce. V této tabulce jsou uvedeny aritmetické průměry naměřených veličin, pro přehlednost je uveden variační koeficient a 95% interval spolehlivosti. Jednotlivé hodnoty naměřených veličin jsou zaznamenány v tabulkách příloh 1. až 3.

Tabulka 4. Hodnoty termoizolačních vlastností

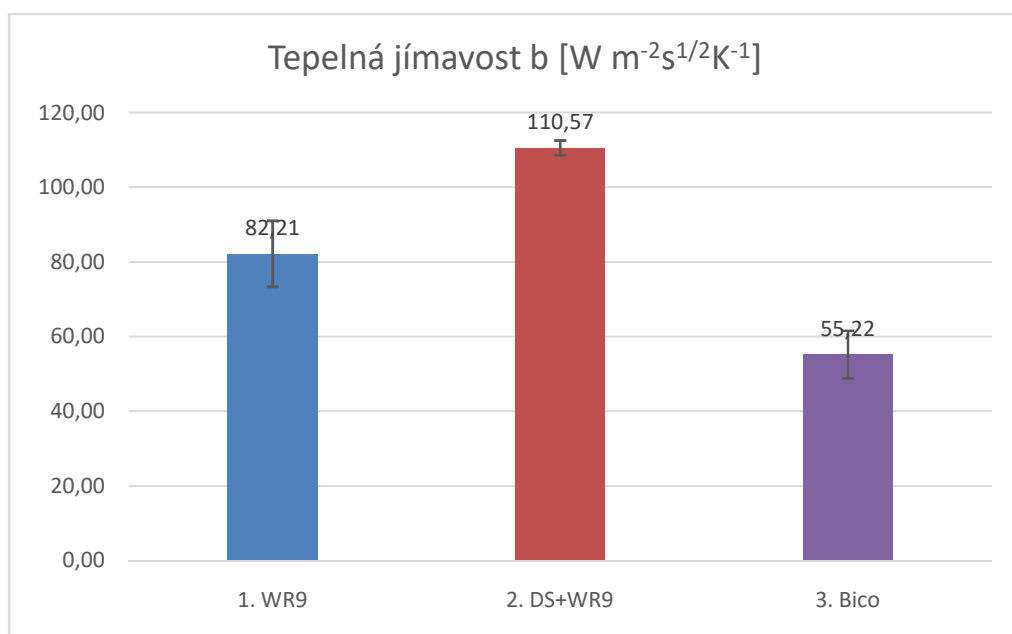
vzorek měřeného materiálu č.	měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]	tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	tloušťka materiálu h [mm]	plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2 \text{K W}^{-1}$]
1. WR9	0,0482	82,214	5,05	0,105
2. DS+WR9	0,0493	110,571	5,06	0,103
3. Bico	0,0397	55,217	4,08	0,103
variační koeficient v [%]	pro měrnou tepelnou vodivost λ	pro tepelnou jímavost b	pro tloušťku materiálu h	pro plošný odpor vedení tepla r
1. WR9	2,2	11,6	2,7	1,5
2. DS+WR9	1,4	1,9	3,5	2,6
3. Bico	1,7	11,0	2,1	2,2
95% interval spolehlivosti	pro měrnou tepelnou vodivost λ	pro tepelnou jímavost b	pro tloušťku materiálu h	pro plošný odpor vedení tepla r
1. WR9	(0,047 - 0,049)	(73,375 - 91,053)	(4,926 - 5,177)	(0,103 - 0,106)
2. DS+WR9	(0,049 - 0,050)	(108,583 - 112,559)	(4,895 - 5,228)	(0,100 - 0,105)
3. Bico	(0,039 - 0,040)	(48,847 - 61,587)	(3,989 - 4,164)	(0,101 - 0,106)

4.1.5 Grafické porovnání termoizolačních vlastností

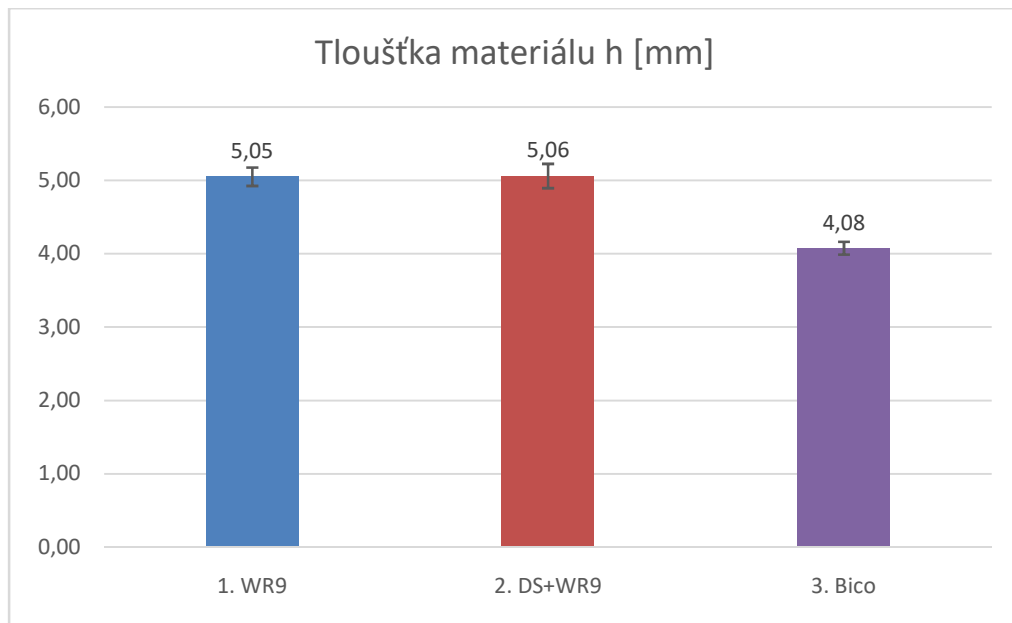
Hodnoty z tabulky 4. jsou přeneseny do grafů, ve kterých je u každé měřené veličiny a každého měřeného vzorku znázorněn příslušný interval spolehlivosti.



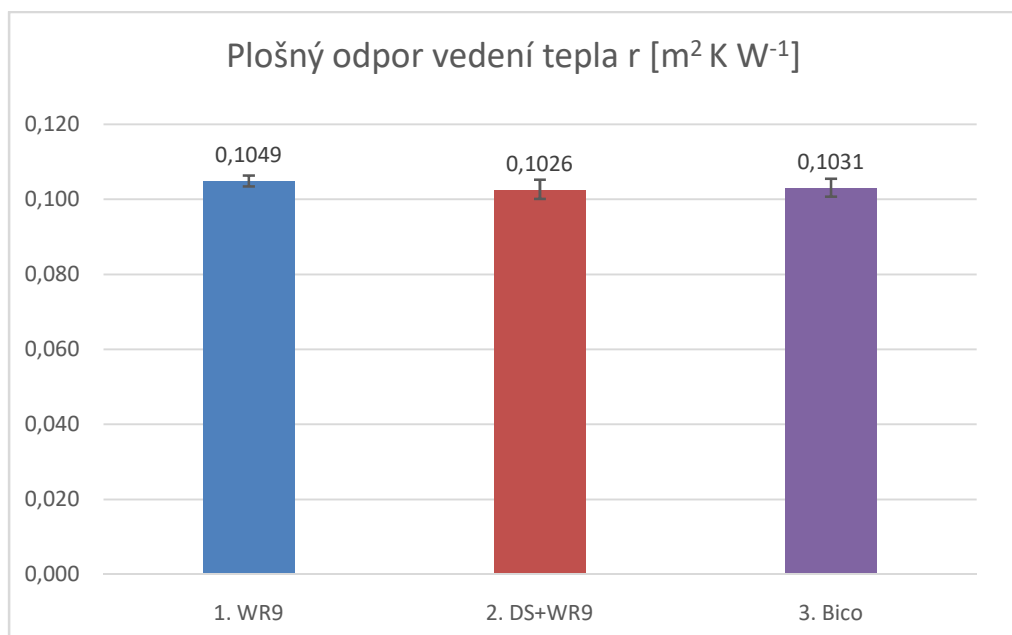
Obrázek 22. Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$], intervaly spolehlivosti



Obrázek 23. Tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$], intervaly spolehlivosti



Obrázek 24. Tloušťka materiálu h [mm], intervaly spolehlivosti



Obrázek 25. Plošný odpor vedení tepla r [m² K W⁻¹], intervaly spolehlivosti

4.1.6 Shrnutí a závěr

Vzhledem k tomu, že první dva materiály mají jinou tloušťku oproti třetímu materiálu, je směřodlatné vyhodnocovat plošný odpor vedení tepla (viz úvod kapitoly 4.1). Jak vyplývá z tabulky 4., jsou rozdíly hodnot plošného odporu pro jednotlivé vzorky téměř zanedbatelné, což potvrzuje porovnání 95% intervalů spolehlivosti.

Protože se jednotlivé 95% intervaly spolehlivosti vzájemně překrývají, lze konstatovat, že změna vlastností je statisticky nevýznamná.

Z pohledu variačního koeficientu, tento je nejnižší pro materiál WR9. To znamená, že tento materiál má nejméně měnící se hodnoty napříč několika měřeními a naopak tomu je u materiálu DS+WR9, rozdíl však není statisticky významný.

Na závěr je možné konstatovat, že všechny tři materiály mají prakticky shodný plošný tepelný odpor a mají tedy shodnou schopnost izolovat tepelnou energii.

4.2 Relativní úbytek vlhkosti

Další experiment je zaměřen na zjišťování relativního úbytku vlhkosti v testovaných vzorcích materiálů.

4.2.1 Podstata a postup experimentu

Zkoumané vzorky se navlhčily tak, aby přijaly do své struktury co největší množství vody, a po určitých časových úsecích se zjišťovala jejich hmotnost. Sledoval se úbytek hmotnosti až do původní hodnoty před navlhčením. Zjištěný úbytek hmotnosti byl přepočten na relativní úbytek v procentech. Tímto experimentem se určuje, který materiál vysychá rychleji nebo naopak pomaleji. Experiment probíhal v následujících krocích:

- a) Z prvního materiálu WR9 bylo připraveno šest vzorků, z druhého materiálu DS+WR9 pět vzorků a ze třetího materiálu Bico čtyři vzorky. Označené vzorky těchto tří různých materiálů byly navlhčeny, respektive ponořeny do vody po dobu tří dnů.
- b) Po této době se vzorky z vody vybraly a nechaly okapat po dobu asi jedné minuty, aby přebytečná voda, která nebyla vsáknuta do vzorků volně стекла do nádoby.
- c) Vzorky byly zváženy pomocí elektronické váhy s přesností na 0,1 gramu a následně umístěny do sušárny. Podmínky v laboratoři byly: teplota 22 °C, relativní vlhkost 33 %.
- d) Vážení se opakovalo po 2 hodinách, 3 hodinách, 22,5 hodinách a po týdnu.

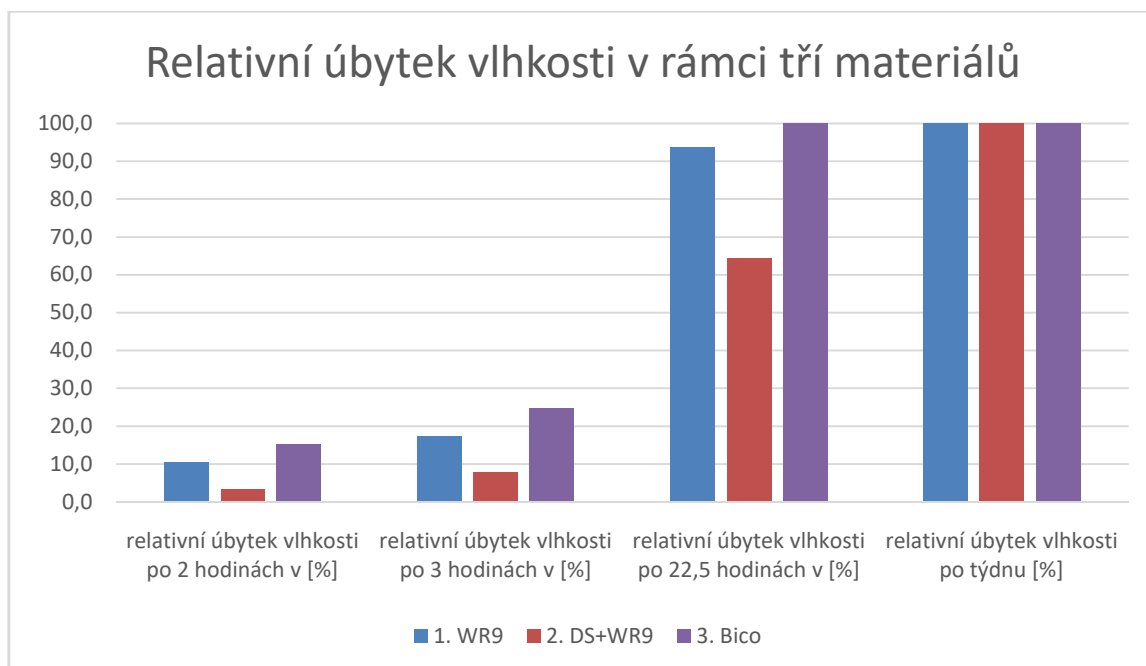
4.2.2 Výsledky měření

V následující tabulce 5. jsou zapsány naměřené hodnoty z určeného počtu vzorků všech zkoumaných materiálů a zpracovaná data pro porovnání jejich relativních úbytků vlhkosti. V první části tabulky jsou uvedeny aritmetické průměry naměřených hodnot, ve druhé části je vypočítaný variační koeficient. Grafické zpracování hodnot z tabulky 5. je znázorněno na obrázku 26.

Tabulka 5. Hodnoty relativních úbytků vlhkosti

vzorek měřeného materiálu č.	relativní úbytek vlhkosti po 2 hodinách v [%]	relativní úbytek vlhkosti po 3 hodinách v [%]	relativní úbytek vlhkosti po 22,5 hodinách v [%]	relativní úbytek vlhkosti po týdnu v [%]
1. WR9	10,4	17,2	93,8	100,0
2. DS+WR9	3,3	7,9	64,4	100,0
3. Bico	15,3	24,8	100,0	100,0
variační koeficient v [%]	pro relativní úbytek vlhkosti po 2 hodinách	pro relativní úbytek vlhkosti po 3 hodinách	pro relativní úbytek vlhkosti po 22,5 hodinách	pro relativní úbytek vlhkosti po týdnu
1. WR9	24,0	9,5	6,8	0,0
2. DS+WR9	91,1	34,6	15,4	0,0
3. Bico	30,1	17,9	0,0	0,0

Grafické porovnání relativních úbytků vlhkosti



Obrázek 26. Relativní úbytek vlhkosti pro tři materiály

4.2.3 Shrnutí a závěr

Během prvních časových úseků nejlépe (nejrychleji) vysychá materiál Bico, potom WR9 a nejpomaleji materiál DS+WR9. Vzhledem k tomu že relativní úbytek mezi prvním a posledním časovým úsekem je největší u materiálu DS+WR9 lze tento materiál označit jako materiál, který vysychá nejdéle (nejpomaleji).

Z pohledu variačního koeficientu, tento je nejnižší pro materiál WR9. Lze tak konstatovat, že tento materiál má nejméně měnicí se hodnoty napříč několika měřeními a naopak tomu je u materiálu DS+WR9, rozdíl je poměrně velký.

4.3 Měření pronikání a šíření vlhkosti na přístroji MMT

Schopnost tkaniny přenášet vlhkost ve více dimenzích, odborně nazývaná schopnost managementu vlhkosti, má významný vliv na vnímání vlhkosti lidským uživatelem tkaniny.

Některé normy a zkušební metody lze využít pro vyhodnocení jednoduché savosti a nasákavosti tkaniny, dobu průniku kapaliny netkanými textiliemi pak lze testovat dle normy ISO 9073-8. Stávající normy nicméně neumožňují změřit parametry dynamického přenosu vlhkosti v tkanině. Přístroj Moisture Management Tester (MMT) slouží k měření dynamického šíření vlhkosti v textilních materiálech, například v pleteninách a tkaninách, ve třech rozměrech:

- Savost – doba pohlcování vlhkosti tkaninou z rubové i lící strany
- Schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti – jednosměrný přenos vlhkosti z rubové na lící stranu textilie
- Rychlost šíření / vysychání – rychlost šíření vlhkosti na rubové i lící straně textilie

4.3.1 Podstata a postup zkoušky

Princip činnosti přístroje

Přístroj Moisture Management Tester (MMT) slouží ke zkoušení vlastností managementu vlhkosti u textilií, např. u tkanin a pletenin. Přístroj se skládá z horních a dolních soustředně umístěných čidel vlhkosti, mezi něž se vkládá testovaná textilie.

Předem stanovené množství zkušební roztoku (syntetický pot) se aplikuje na horní stranu textilie, poté se sleduje šíření roztoku materiálem ve třech směrech:

- Šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na horní straně textilie
- Přenos roztoku tkaninou z horní strany na spodní
- Šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na spodní straně textilie

Přístroj MMT je navržen pro sledování, měření a zaznamenávání šíření kapaliny textilií ve více směrech. Z řad naměřených hodnot se následně vypočítá charakteristická schopnost managementu vlhkosti testovaného textilního vzorku [24].

Detailnější informace k podstatě hodnocení zkoušky a klasifikace jsou v příloze 5.

Postup zkoušky

Zkouška materiálů probíhala v těchto krocích:

- a) Byly zaznamenány podmínky v místnosti laboratoře: teplota 22 °C, relativní vlhkost 33 %. Pro každý materiál bylo stanoveno pět měření (pět různých vzorků z jednoho materiálu, kdy každý vzorek byl použit pouze jedenkrát).
- b) Příklad byl uveden do provozního stavu včetně synchronizace s PC a včetně použití správného roztoku, který byl čerpadlem natlakován a přiveden k čidlům, což bylo vyzkoušeno na jiné pomocné textilií tak, aby následné měření bylo směrodatné.
- c) Vzorek byl vložen do přístroje a po stanovenou dobu (120 s) bylo provedeno měření šíření a pronikání vlhkosti, následně byly zpracovány výstupné hodnoty v podobě tabulek a grafů. Měřily se následující indexy:
 - Doba navlhčení horní strany (líc)
 - Savost horní strany (líc)
 - Rychlost šíření kapaliny

4.3.2 Výsledky měření

Naměřené hodnoty z určeného počtu vzorků a zpracovaná data pro porovnání vlastností zkoumaných polotovarů jsou zapsány v tabulce 6., pro přehlednost je uveden nejprve aritmetický průměr, následuje variační koeficient.

Tabulka 6. Hodnoty šíření vlhkosti

vzorek měřeného materiálu č.	doba navlhčení horní strany (líc) [s]	savost horní strany (líc) [%]	rychlost šíření kapaliny [mm.s ⁻¹]
1. WR9	7,0	49,0	1,0
2. DS+WR9	7,5	24,1	1,0
3. Bico	14,2	310,8	0,4
variační koeficient v [%]	pro dobu navlhčení horní strany (líc)	pro savost horní strany (líc)	pro rychlost šíření kapaliny
1. WR9	9,7	7,1	15,5
2. DS+WR9	17,8	29,0	35,2
3. Bico	14,7	32,2	15,8

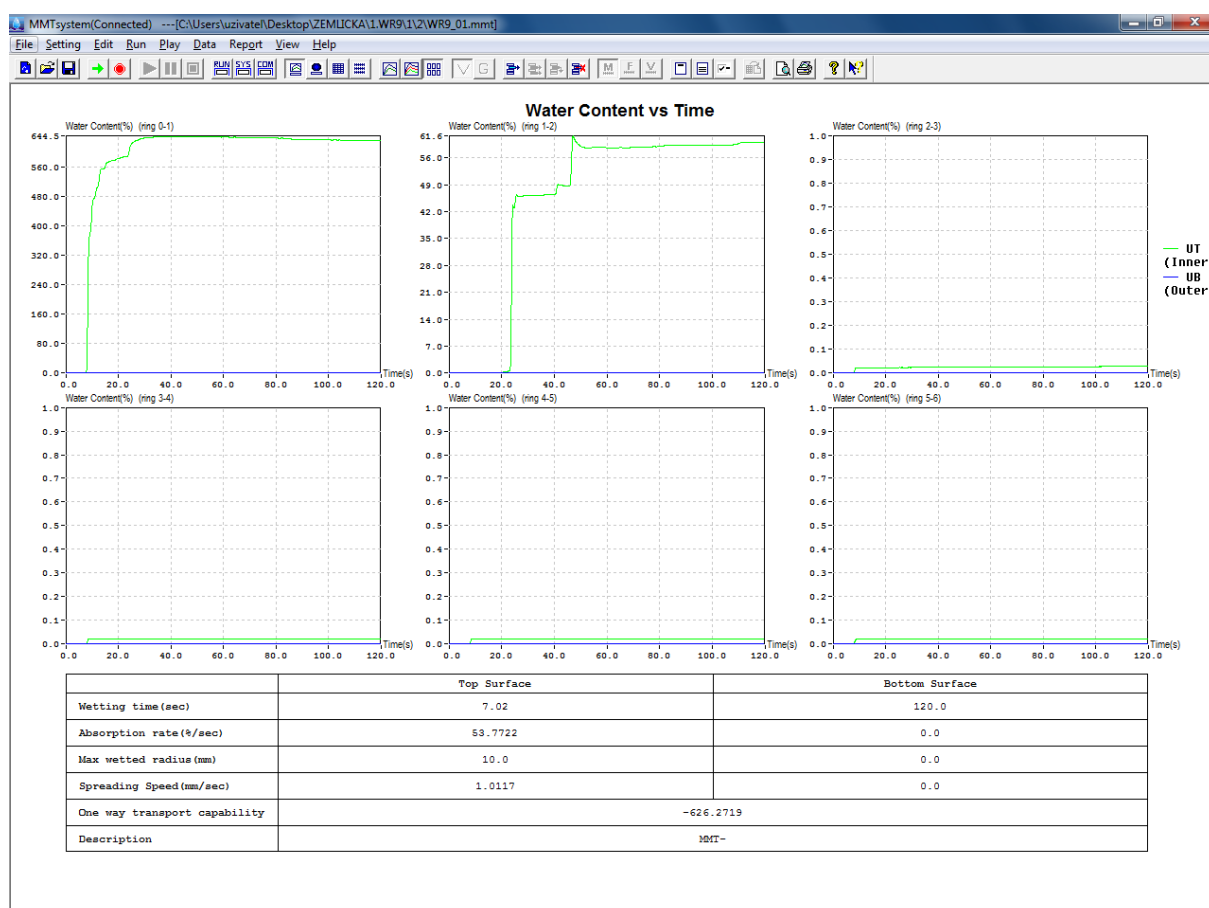
Vyhodnocení výsledků u měřených materiálů se provedlo na základě porovnání hodnot z předcházející tabulky (tabulka 6.) s hodnotami v tabulce klasifikací materiálů podle šíření vlhkosti (příloha 5). Vyhodnocení je zpracováno do tabulky 7.

Tabulka 7. Vyhodnocení šíření vlhkosti

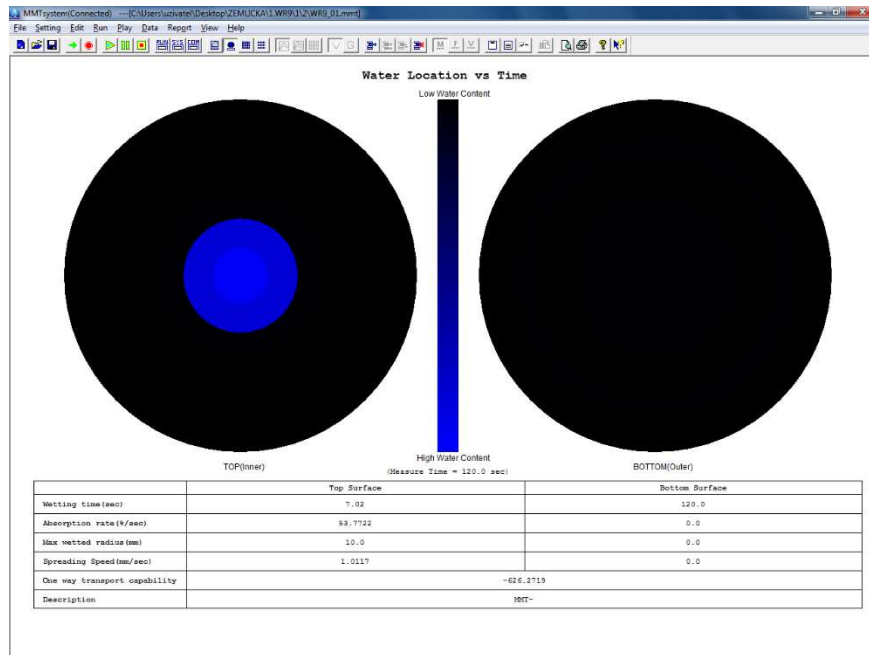
vzorek měřeného materiálu č.	měřené indexy		
	doba navlhčení horní strany (líc) [s]	savost horní strany (líc) [%]	rychlost šíření kapaliny [mm.s ⁻¹]
1. WR9	střední	střední	velmi pomalá
2. DS+WR9	střední	pomalá	velmi pomalá
3. Bico	střední	velmi rychlá	velmi pomalá

Následující obrázky (27. až 32.) znázorňují savost a dobu navlhčení a také oblasti vlhčení pro jednotlivé materiály. Při jejich postupném porovnání s klasifikací textilií, uvedenou v návodu k přístroji MMT (obrázky 57. až 62. v příloze 5), lze vyhodnotit charakteristické vlastnosti měřených materiálů z hlediska odolnosti vůči vlhkosti. Tyto vlastnosti jsou popsány v kapitole 4.3.3.

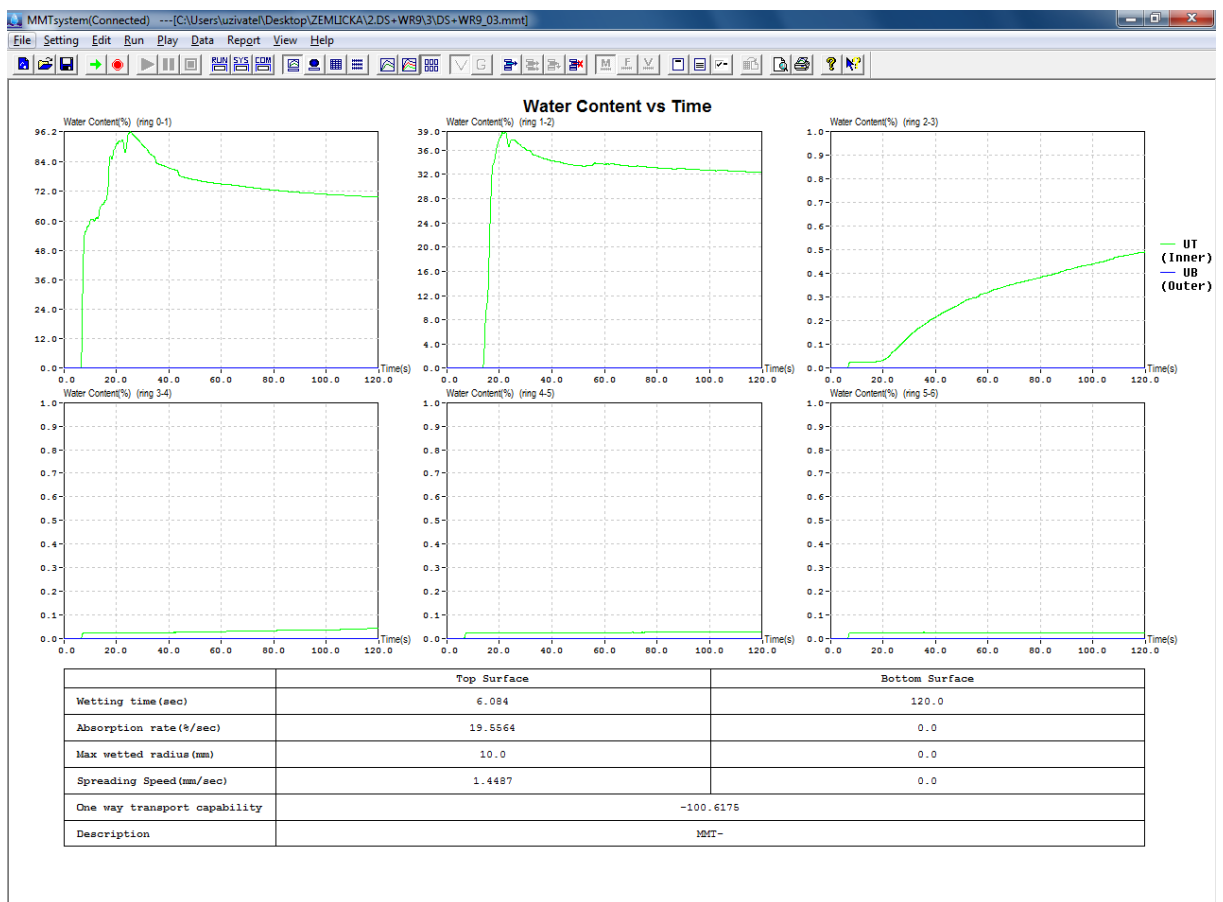
Klasifikace



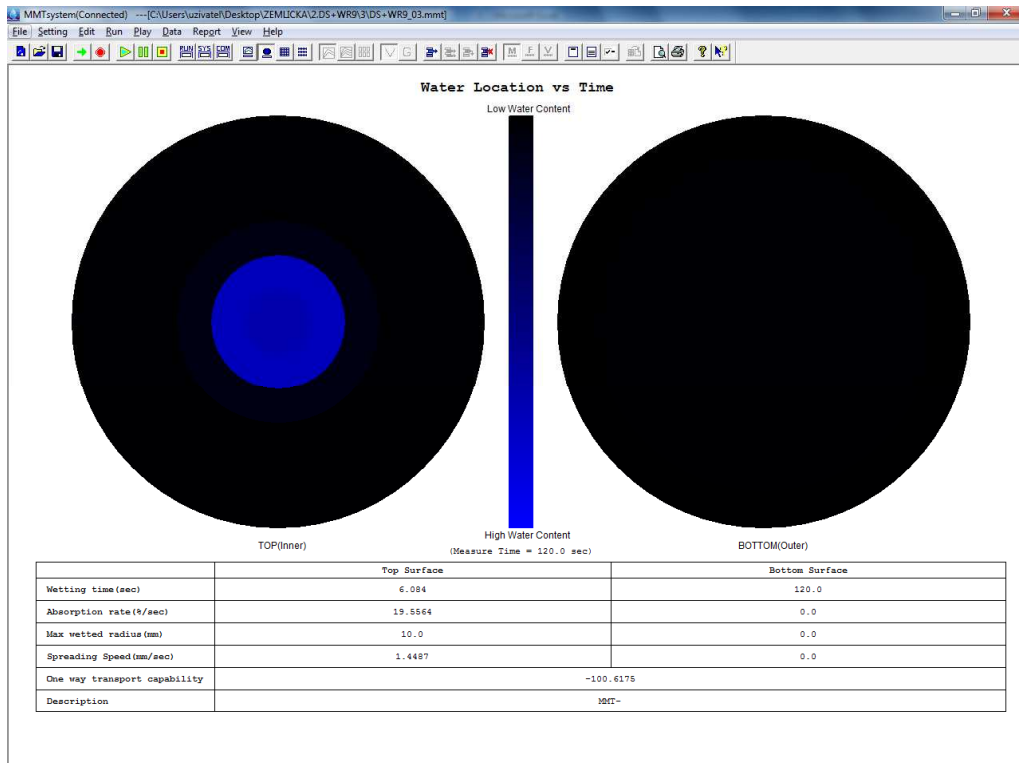
Obrázek 27. WR9: Savost a doba navlhčení



Obrázek 28. WR9: Oblasti vlhčení



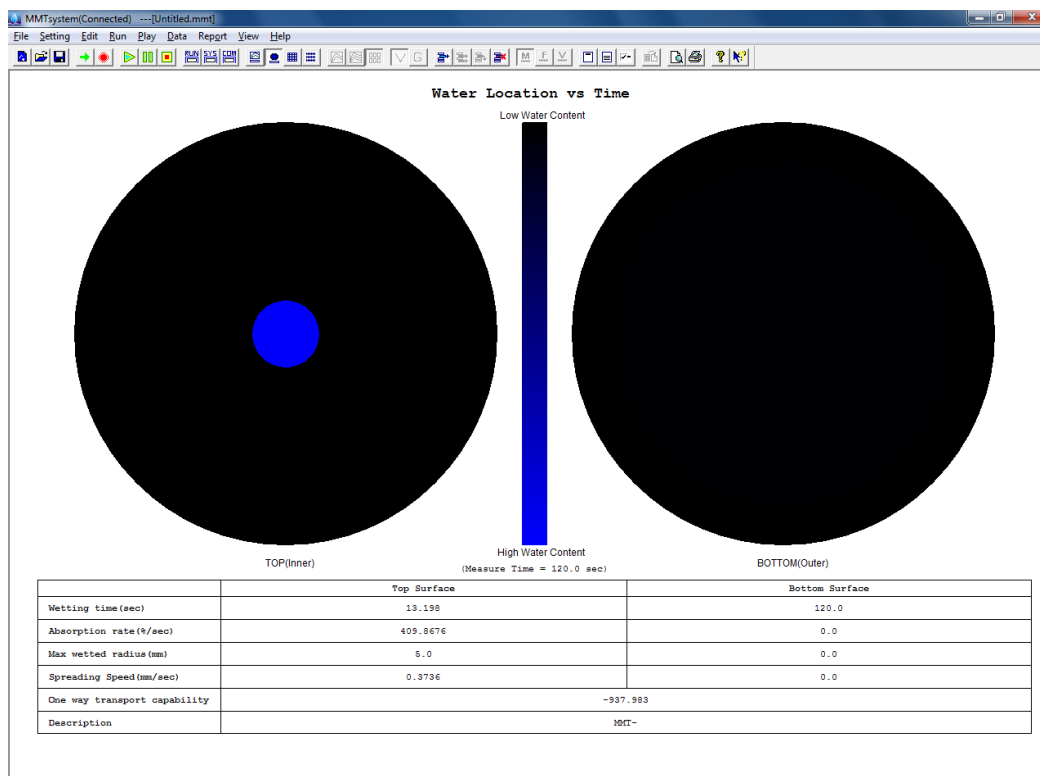
Obrázek 29. DS+WR9: Savost a doba navlhčení



Obrázek 30. DS+WR9: Oblasti vlhčení



Obrázek 31. Bico: Savost a doba navlhčení



Obrázek 32. Bico: Oblasti vlhčení

4.3.3 Shrnutí a závěr

Přístroj MMT dokáže rozlišit sedm hlavních typů textilií z hlediska schopnosti přenášet vlhkost (viz příloha č. 5.) Porovnáním příslušné klasifikace s výsledky měření lze pro jednotlivé zkoumané textilní materiály určit jejich typ.

Všechny tři zkoumané materiály mohou být klasifikovány jako tzv. voděodolné textilie. Z naměřených hodnot a z grafů dále také vyplývá, že latexový zátěr ovlivňuje šíření vlhkosti. U materiálu z bikomponentních vláken je šíření vlhkosti ještě nižší.

Z pohledu variačního koeficientu, tento je nejnižší pro materiál WR9 a lze konstatovat, že tento materiál má nejméně měnící se hodnoty napříč několika měřeními a naopak tomu je u materiálu DS+WR9, rozdíl je poměrně velký.

Lze konstatovat, že všechny zkoumané materiály vyhovují požadavkům z hlediska odolnosti vůči vlhkosti.

5 Doporučení na další měření a hodnocení určitých vlastností

Z pohledu dalších důležitých vlastností by bylo vhodné hodnotit vzorky polotovaru dále také na mechanickou odolnost v kolmém směru vůči textilii na lícni straně koberce vůči tzv. stuhovému uzávěru (laicky označovaný jako suchý zip).

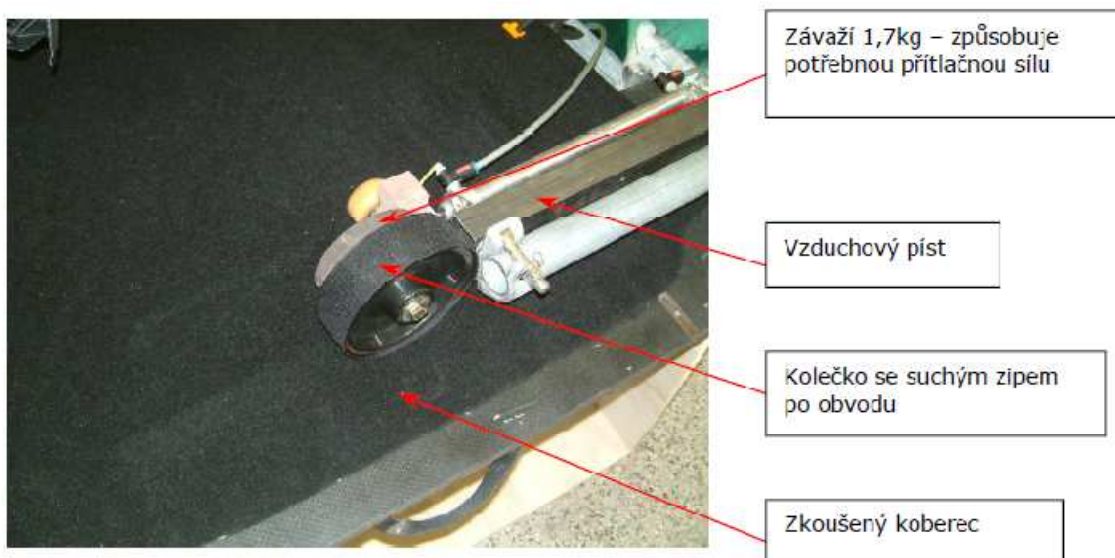
V oblasti oděvního průmyslu jsou pro stuhové uzávěry hodnotícími kritérii počet cyklů (spojení a odtržení obou protikusů), síla na odtržení (soudržnost). Konkrétně se potom vyhodnocují tyto parametry:

Pevnost ve smyku ($\text{N}\cdot\text{cm}^{-2}$). Pevnost ve smyku stuhového uzávěru se stanoví zatěžováním vzorků uzávěru silou vyvozenou zatěžovacím zařízením zkušebního trhacího stroje.

Soudržnost ($\text{N}\cdot\text{cm}^{-1}$). Soudržnost stuhového uzávěru se testuje pomocí závaží. Pro jednotlivé šíře stuhového uzávěru je předepsaná příslušná hmotnost závaží.

Trvanlivost (počet cyklů). Trvanlivost stuhového uzávěru se zkouší na cykloměru, který umožňuje opakovaně uzávěr zapínat a rozepínat pod příslušným přítlakem. Po 2000 cyklech se provedou zkoušky pevnosti ve smyku a soudržnosti.

Zkoušení odolnosti koberce vůči stuhovému uzávěru (suchému zipu) je v detailu znázorněno na následujícím obrázku 33. V požadavcích zkoušky se uvádí, že koberec musí vydržet odlepení a přilepení suchého zipu v 1000 cyklech, přičemž maximální ztráta přídržné síly je možná do 50 % z původní síly při prvním použití [19].



Obrázek 33. Test odolnosti koberce vůči stuhovému uzávěru [19]

5.1 Doporučení na další výzkum v souvislosti s polotovary

Při konzultacích k této bakalářské práci byl ze strany odběratele vznesen dotaz na existenci matematických (aproximačních) modelů, které by pro zlepšení finálního produktu z pohledu určitých vlastností napomohly k nasměrování změny, např. vzájemného poměru dutých (hollow) či plných vláken, nebo změny velikosti štěrbin (procentuální poměr velikosti štěrbin v rámci průřezu vlákna).

U konvenčních technologií pro výrobu textilií jako je tkalcovství a pletářství jsou produkty obvykle snáze matematicky popsitelné v rámci aproximačních modelů, protože struktura se velmi podobně opakuje (vazné body se pravidelně opakují podle požadované vazby apod.). U tkanin je pravidelnost struktury dosažena např. dostavou osnovy či útku, střídá a použité vazby, u pletenin potom v rámci klíčků (patrony), hustoty řádků či sloupků. Tuto strukturu lze popsat pomocí geometrie cca 80-95 % reálné struktury.

U netkaných textilií je však tato problematika výrazně komplikovanější. Vzhledem k tomu, že netkané textilie nemají pravidelně opakující se vazné body, vzájemnou soudržnost struktury způsobují jiné síly. Dále orientace vláken v rámci netkaných textilií je více různorodá a není obvykle zcela pravidelná (izotropie versus anizotropie). Přesto již určité možnosti existují a toto může být je také otevřeným tématem pro spolupráci mezi ŠKODA AUTO a.s. a Technickou univerzitou v Liberci (Fakulta textilní, Katedra hodnocení textilií).

5.2 Doporučení pro odběratele

Pokud bude mít odběratel záměr používat produkty vyrobené z netkaných textilií, kde budou použita dutá vlákna nebo jejich určitý poměr, potom by z pohledu termoizolačních vlastností bylo vhodné použití dutých vláken, kde místo jedné centrální štěrbinou budou tři až čtyři štěrbinou. Tím by se mohlo dosáhnout lepších termoizolačních vlastností netkaných textilií. Neméně důležitým faktorem pro rozhodování, zda takový materiál použít, je jeho cenová náročnost.

Závěr

V předložené práci jsou uvedeny výsledky zkoumání vlastností nově vyvíjených materiálů, netkaných textilií, které byly vyrobeny ve společnosti RETEX a.s. za spolupráce se společnostmi ŠKODA AUTO, a.s. a SILON s.r.o. Předmětné netkané textilie mají být používány na čalounění základní podlahy zavazadlového prostoru osobních automobilů. Mělo se prokázat, zda vyrobené textilie splňují požadavky na určité vlastnosti a to termoizolační vlastnosti, savost kapaliny, šíření a úbytek vlhkosti následující po maximálním nasáknutí materiálu. Ostatní vlastnosti potom zmíněné společnosti zkoumají v rámci jiných prací či experimentů.

V první části bakalářské práce jsou předloženy informace o významu textilií v automobilovém průmyslu a jeho podílu na vývoji textilního průmyslu. Podrobněji jsou popsány oblasti použití textilií v osobním automobilu a některé textilie, které souvisí se zkoumanými materiály. Větší pozornost je věnována plošným a netkaným textiliím a jsou zde i základní poznatky o vláknech, včetně vlastností a principu výroby polyesterových vláken. Uvedena je také společnost SILON s.r.o., která vyrábí kromě jiného, vlákna z recyklovaného plastu a společnost RETEX a.s.

Předmětem testování byly tři vzorky polotovarů netkaných textilií, označené jako Koffermatte WR9, Koffermatte DS+WR9 a Bico. U každého materiálu se testovaly termoizolační vlastnosti, měřil se úbytek vlhkosti po navlhčení a zkoumalo se pronikání a šíření vlhkosti textilií. Jednotlivé výsledky měření byly statisticky vyhodnoceny, provedly se příslušné výpočty a grafické porovnání. Následně se provedla analýza předpokládaných a skutečných vlastností.

Nejvýznamnější veličinou pro porovnání termoizolačních vlastností je plošný odpor vedení tepla. Rozdíly v hodnotách této veličiny pro tři zkoumané materiály jsou však velmi malé, což potvrzují 95% intervaly spolehlivosti. Tyto se vzájemně překrývají, to znamená, že změna vlastnosti je statisticky nevýznamná. Variační koeficient je nejnižší pro materiál WR9, lze tak konstatovat, že tento materiál má nejméně měnící se hodnoty napříč několika měřeními a naopak tomu je u materiálu DS+WR9, rozdíl je však statisticky nevýznamný. Veškeré experimenty byly testovány na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Při porovnávání vlastností materiálů bylo nutné zohlednit jejich tloušťku, materiály typu WR9 a DS+WR9 mají tloušťku přibližně 5 mm, zatímco materiál Bico má tloušťku přibližně 4 mm. S tím také souvisí plošná hmotnost, schopnost vyplnění

materiálu neproudícím vzduchem (v rámci struktury materiálu), který sám o sobě izoluje teplo.

Ve skupině měření úbytku vlhkosti po navlhčení textilie vykazují jednotlivé materiály větší rozdíly. Nejrychleji vysychá materiál Bico, potom WR9 a nejpomaleji materiál DS+WR9.

Podle výsledků testů na pronikání a měření vlhkosti lze konstatovat, že všechny tři zkoumané materiály mohou být klasifikovány jako tzv. voděodolné textilie. Vyhovují požadavkům na vlastnosti koberců, kde není příliš žádoucí šíření vlhkosti. Z naměřených hodnot vyplývá, což potvrzují i příslušné grafy, že latexový zátěr ovlivňuje šíření vlhkosti. U materiálu z bikomponentních vláken je šíření vlhkosti ještě nižší vzhledem k absenci latexového zátěru. Je poměrně velký rozdíl v hodnotách variačního koeficientu, nejnižší je u materiálu WR9 a nejvyšší u DS+WR9.

Všechny naměřené hodnoty, charakterizující stanovené vlastnosti zkoumaných materiálů vedou k závěru, že mezi jednotlivými materiály není tak výrazný rozdíl, jak se původně očekávalo.

Pro případné další ověrování by bylo vhodné provést testování na hořlavost, oděr, akustické vlastnosti nebo odolnost materiálu vůči stuhovému uzávěru.

Seznam literatury

- [1] Statistiky produkce, OICA [online], [cit. 2019-05-06], dostupné z: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- [2] MILITKÝ, Jiří. *Textilní vlákna: klasická a speciální*. [2. vydání]. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [3] Technické textilie [online], Wikipedie, [cit. 2019-05-06], dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Technick%C3%A9_textilie
- [4] Global Technical Textile Market, AMR 2019 [online], [cit. 2019-05-10], dostupné z: <https://www.alliedmarketresearch.com/technical-textile-market>
- [5] Textiles in Automotive Engineering [online], [cit. 2019-05-10], dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/50337736/Textiles-in-Automotive-Engineering>
- [6] Netkané textilie pro automotive [online], [cit. 2019-05-12], dostupné z: <https://www.nemec-cz.cz/automotive/>
- [7] ŠOLTYSOVÁ, Veronika. *Textilní a vlákenné materiály používané v automobilovém průmyslu. Textile and fibrous materials used in the automotive industry*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014. Bakalářské práce. Technická univerzita v Liberci.
- [8] HLADÍK, Vladimír. *Textilní vlákna*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1970.
- [9] OCHERETNA, Larysa a Hana ŠTOČKOVÁ. *Textilní zboží ze syntetických vláken. Textilní zbožíznalectví 1, TZ 1* [online], [cit. 2019-05-15], dostupné z: <https://elearning.tul.cz/>
- [10] Bikomponentní vlákna [online], Wikipedie, [cit. 2019-05-17], dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bikomponentní_vlákna
- [11] MLEZIVA, Josef. *Polymery: výroba, struktura, vlastnosti a použití*. Praha: Sobotáles, 1993. ISBN 80-901570-4-1.
- [12] MLEZIVA, Josef. *Polyestery, jejich výroba a zpracování*. 2. přepracované a rozšířené vydání Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1978.
- [13] MILITKÝ, Jiří. *Modifikovaná polyesterová vlákna*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- [14] Produkty [online], [cit. 2019-06-07], dostupné z: <http://www.silon.eu/cz/produkty/>

- [15] Plošná textilie [online], Wikipedie, [cit. 2019-06-12], dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Plo%C5%A1n%C3%A1_textilie
- [16] DOSTALOVÁ, Mirka a Mária KŘIVÁNKOVÁ. *Základy textilní a oděvní výroby*. Liberec: Technická univerzita, Textilní fakulta, 2004. ISBN 80-7083-831-0.
- [17] The nonwovens car [online], [cit. 2019-06-12], dostupné z:
<https://www.edana.org/discover-nonwovens/products-applications/automotive>
- [18] Netkané textilie [online], Wikipedie, [cit. 2019-06-16], dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Netkan%C3%A9_textilie
- [19] RETEX-automotive [online], [cit. 2019-06-16], dostupné z:
<https://www.retex.cz/automotive/>
- [20] SITTEOVÁ, Jitka. *Metodika měření tepelné vodivosti plošných textilií: Methodology measurement of thermal conductivity of flat textiles*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. Diplomové práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Miroslava Maršálková.
- [21] Vedení tepla [online], Wikipedie, [cit. 2019-06-16], dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Veden%C3%AD_tepla
- [22] HES, Luboš a Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita, 2005. ISBN 80-7083-926-0.
- [23] Interní norma č. 23-304-02/01. Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Výzkumné centrum Textil, Sekce B – Textilní materiály a konstrukce textilních výrobků.
- [24] MOISTURE MANAGEMENT TESTER. SDL ATLAS. 2010, DOI: M290 MMT.

Seznam tabulek

Tabulka 1. Produkce automobilů ve vybraných státech z roku 2017 [1]	12
Tabulka 2. Kategorie technických textilií [3]	13
Tabulka 3. Materiálový list produkce společnosti SILON s.r.o. [14].....	32
Tabulka 4. Hodnoty termoizolačních vlastností	46
Tabulka 5. Hodnoty relativních úbytků vlhkosti	50
Tabulka 6. Hodnoty šíření vlhkosti	52
Tabulka 7. Vyhodnocení šíření vlhkosti	53

Seznam obrázků

Obrázek 1. Výroba technických textilií v roce 2017 [4]	15
Obrázek 2. Současnost a prognóza prodeje technických textilií [4]	15
Obrázek 3. Textilie v osobním automobilu [6]	16
Obrázek 4. Vlákno Colmax [9]	27
Obrázek 5. Vlákno Thermocool [9]	27
Obrázek 6. Schéma průřezu hlavních druhů bikomponentních vláken [10]	28
Obrázek 7. Producenti polyesteru [9].....	31
Obrázek 8. Uplatnění netkaných textilií v osobním automobilu [17]	34
Obrázek 9. Vzorek WR9, lící strana, dvojnásobné přiblížení	39
Obrázek 10. Vzorek WR9, lící strana, pětinásobné přiblížení	39
Obrázek 11. Vzorek WR9, rubová strana, dvojnásobné přiblížení	39
Obrázek 12. Vzorek WR9, rubová strana, pětinásobné přiblížení	39
Obrázek 13. Vzorek DS+WR9, lící strana, dvojnásobné přiblížení	39
Obrázek 14. Vzorek DS+WR9, lící strana, pětinásobné přiblížení.....	39
Obrázek 15. Vzorek DS+WR9, rubová strana, dvojnásobné přiblížení	40
Obrázek 16. Vzorek DS+WR9, rubová strana, pětinásobné přiblížení	40
Obrázek 17. Vzorek Bico, lící strana, dvojnásobné přiblížení	40
Obrázek 18. Vzorek Bico, lící strana, pětinásobné přiblížení	40
Obrázek 19. Vzorek Bico, rubová strana, dvojnásobné přiblížení	40
Obrázek 20. Vzorek Bico, rubová strana, pětinásobné přiblížení	40
Obrázek 21. Schéma přístroje Alambeta [23]	45
Obrázek 22. Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$], intervaly spolehlivosti	47
Obrázek 23. Tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$], intervaly spolehlivosti.....	47
Obrázek 24. Tloušťka materiálu h [mm], intervaly spolehlivosti	48
Obrázek 25. Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2\text{K W}^{-1}$], intervaly spolehlivosti	48
Obrázek 26. Relativní úbytek vlhkosti pro tři materiály	50
Obrázek 27. WR9: Savost a doba navlhčení.....	53
Obrázek 28. WR9: Oblasti vlhčení	54
Obrázek 29. DS+WR9: Savost a doba navlhčení.....	54
Obrázek 30. DS+WR9: Oblasti vlhčení	55
Obrázek 31. Bico: Savost a doba navlhčení.....	55
Obrázek 32. Bico: Oblasti vlhčení	56
Obrázek 33. Test odolnosti vůči stuhovému uzávěru [19].....	57
Obrázek 34. WR9: Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]	68
Obrázek 35. WR9: Tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$].....	68

Obrázek 36. WR9: Tloušťka materiálu h [mm]	69
Obrázek 37. WR9: Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2\text{K W}^{-1}$]	69
Obrázek 38. DS+WR9: Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]	71
Obrázek 39. DS+WR9: Tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	71
Obrázek 40. DS+WR9: Tloušťka materiálu h [mm]	72
Obrázek 41. DS+WR9: Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2\text{K W}^{-1}$]	72
Obrázek 42. Bico: Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]	74
Obrázek 43. Bico: Tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]	74
Obrázek 44. Bico: Tloušťka materiálu h [mm]	75
Obrázek 45. Bico: Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2\text{K W}^{-1}$]	75
Obrázek 46. Polyesterové tmavé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbinou)	76
Obrázek 47. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou štěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 10násobné přiblížení	76
Obrázek 48. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou štěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 50násobné přiblížení	77
Obrázek 49. Polyesterové tmavé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbinou), 10násobné přiblížení	77
Obrázek 50. Polyesterové tmavé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbinou, 50násobné přiblížení)	78
Obrázek 51. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou štěrbinou) o jemnosti 13dtex, podélný pohled, 10násobné přiblížení	78
Obrázek 52. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou štěrbinou) o jemnosti 13 dtex, podélný pohled, 50násobné přiblížení	79
Obrázek 53. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 10násobné přiblížení	79
Obrázek 54. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 50násobné přiblížení	80
Obrázek 55. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, příčný řez, 10násobné přiblížení	80
Obrázek 56. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, příčný řez, 50násobné přiblížení	81
Obrázek 57. Voděodolné textilie [24]	83
Obrázek 58. Vodu odpuzující textilie [24]	83
Obrázek 59. Pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie [24]	84
Obrázek 60. Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie [24]	84
Obrázek 61. Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie [24]	85
Obrázek 62. Vodě propustné textilie [24]	85

Seznam příloh

Příloha 1 Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta, vzorky WR9	67
Příloha 2 Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta, vzorky DS+WR9.....	70
Příloha 3 Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta, vzorky Bico	73
Příloha 4 Snímky použitých polyesterových vláken.....	76
Příloha 5 Detaily ke klasifikaci hodnot šíření vlhkosti.....	82

Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta, vzorky WR9

Podmínky v laboratoři: teplota 22 °C, relativní vlhkost 33 %. Výsledky měření jsou zaznamenány v následujících tabulkách a grafech.

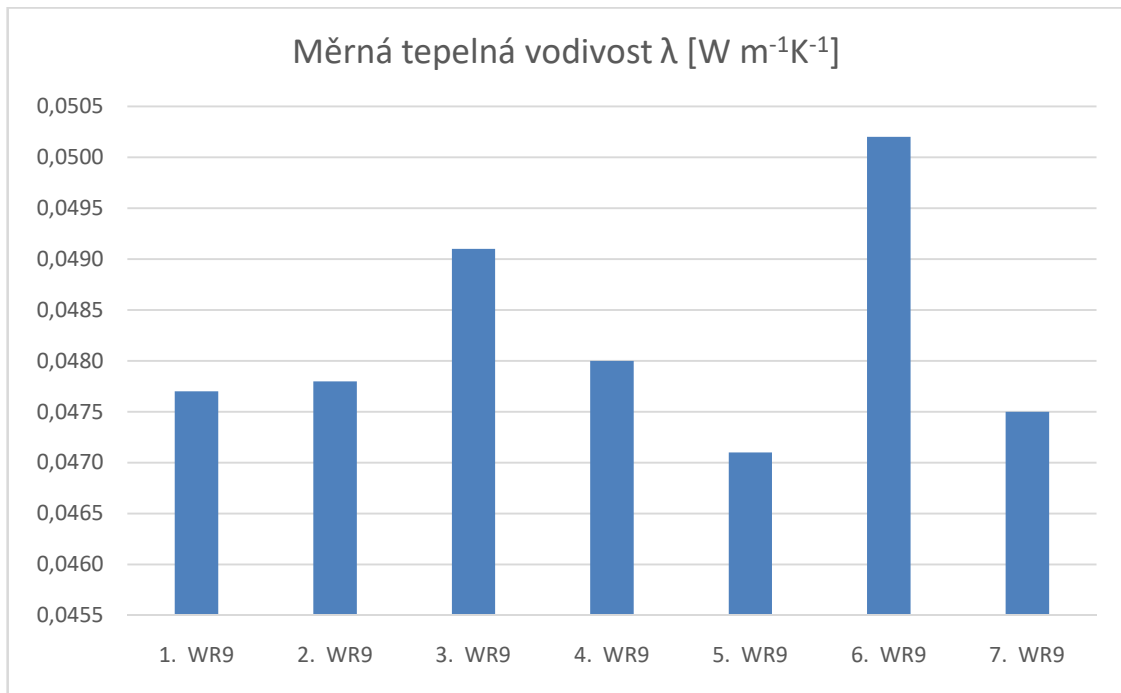
Hodnoty z měření vzorků polotovaru WR9, 1. část

vzorek měřeného materiálu č.	naměřená hodnota λ	měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]	naměřená hodnota a	měrná teplotní vodivost a [m^2s^{-1}]	tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]
1. WR9	47,7	0,0477	388	0,000388	76,6
2. WR9	47,8	0,0478	353	0,000353	80,5
3. WR9	49,1	0,0491	323	0,000323	86,3
4. WR9	48,0	0,0480	411	0,000411	74,9
5. WR9	47,1	0,0471	461	0,000461	69,3
6. WR9	50,2	0,0502	280	0,000280	94,7
7. WR9	47,5	0,0475	260	0,000260	93,2
aritmetický průměr \bar{x}		0,0482		0,0004	82,2143
směrodatná odchylka σ		0,00108		0,00007	9,55692
variační koeficient v %		2,2		20,4	11,6

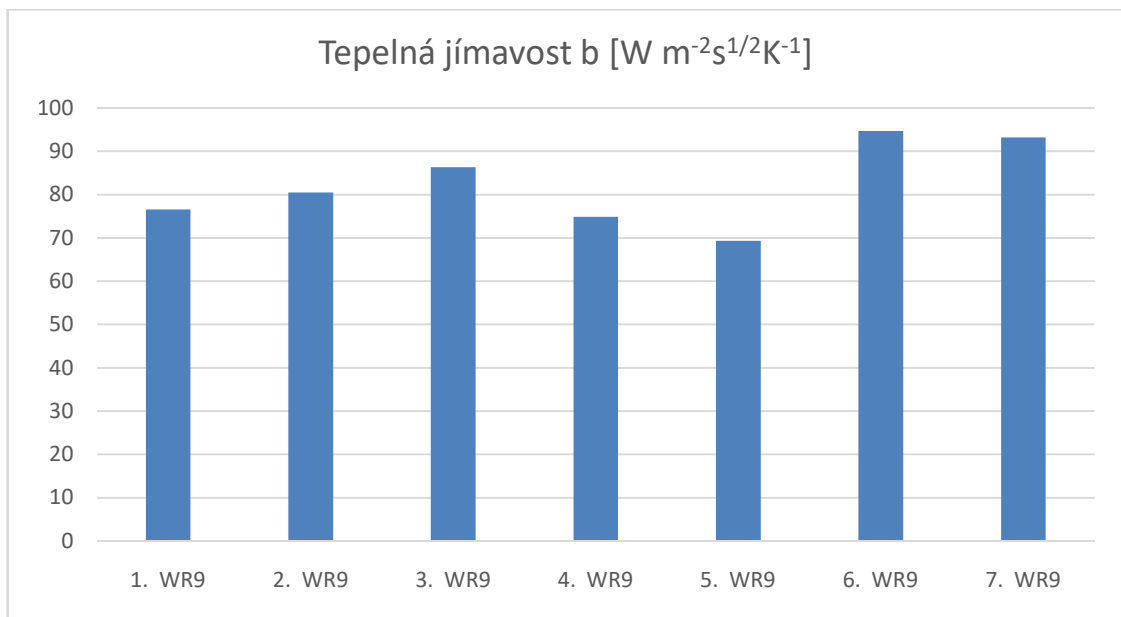
Hodnoty z měření vzorků polotovaru WR9, 2. část

vzorek měřeného materiálu č.	tloušťka materiálu h [mm]	naměřená hodnota q	poměr max. a ustáleného tepelného toku p	naměřená hodnota r	plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2\text{K W}^{-1}$]
1. WR9	5,11	134	2,82	107	0,107
2. WR9	5,10	117	2,49	107	0,107
3. WR9	5,09	147	3,02	104	0,104
4. WR9	4,98	131	2,69	104	0,104
5. WR9	4,91	126	2,64	104	0,104
6. WR9	5,28	163	3,35	105	0,105
7. WR9	4,89	162	3,24	103	0,103
aritmetický průměr \bar{x}	5,05		2,89	104,86	0,105
směrodatná odchylka σ	0,136		0,32	1,57	0,00157
variační koeficient v %	2,7		11,1	1,5	1,5

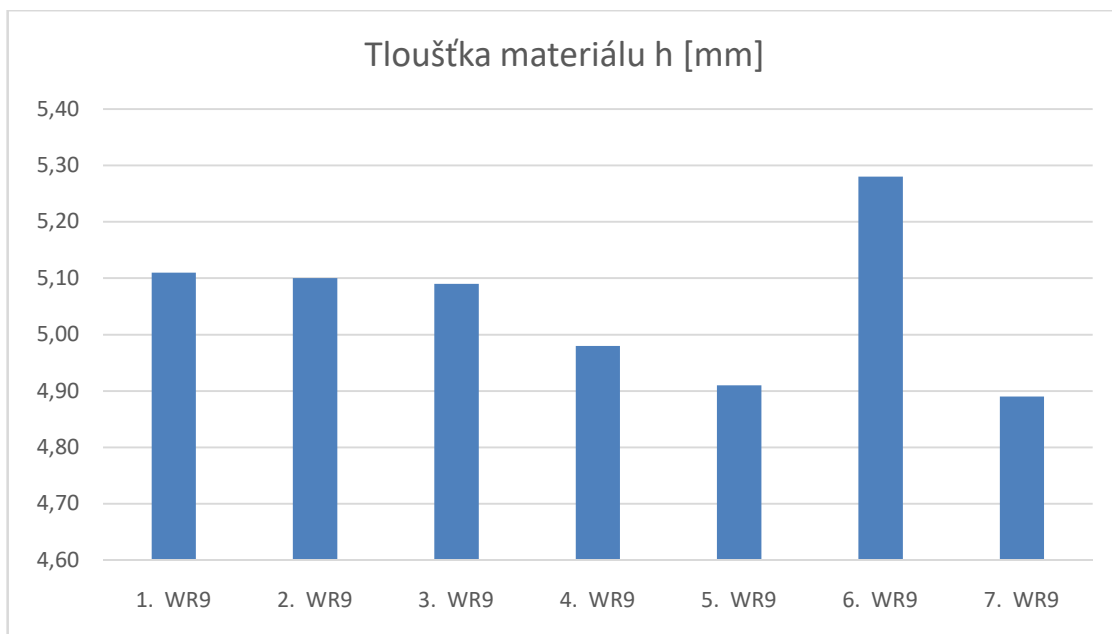
Grafy z měření vzorků polotovaru WR9



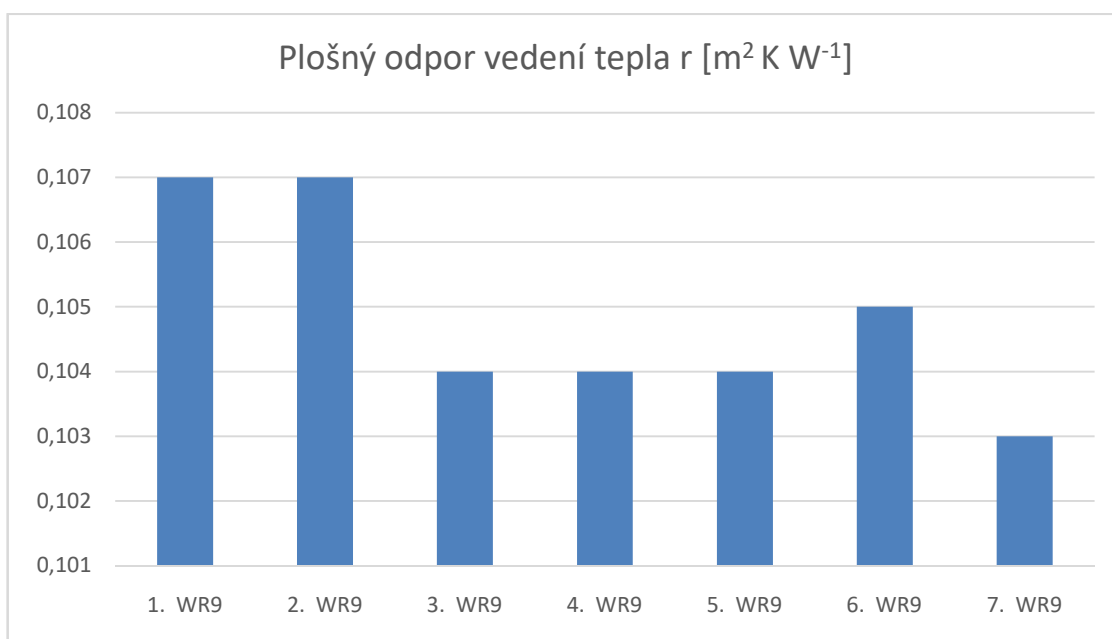
Obrázek 34. WR9: Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]



Obrázek 35. WR9: Tepelná jínavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]



Obrázek 36. WR9: Tloušťka materiálu h [mm]



Obrázek 37. WR9: Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2 \text{K W}^{-1}$]

Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta, vzorky DS+WR9

Podmínky v laboratoři: teplota 22 °C, relativní vlhkost 33 %. Výsledky měření jsou zaznamenány v následujících tabulkách a grafech.

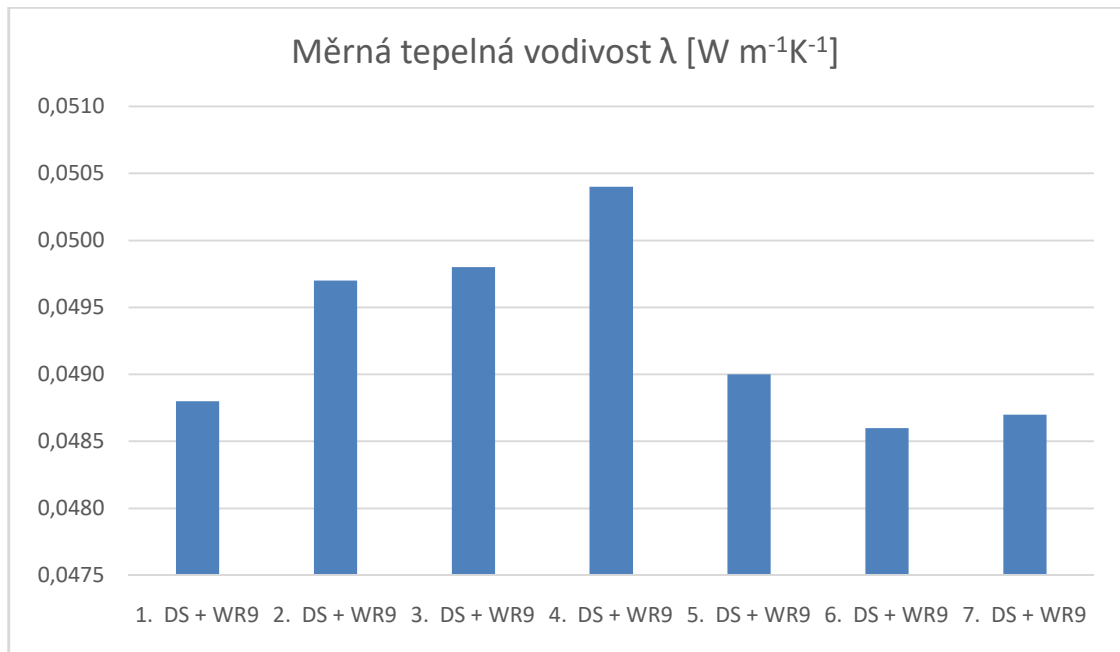
Hodnoty z měření vzorků polotovaru DS+WR9, 1. část

vzorek měřeného materiálu č.	naměřená hodnota λ	měrná tepelná vodivost λ [W m ⁻¹ K ⁻¹]	naměřená hodnota a	měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	tepelná jímavost b [W m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]
1. DS + WR9	48,8	0,0488	207	0,000207	107
2. DS + WR9	49,7	0,0497	201	0,000201	111
3. DS + WR9	49,8	0,0498	201	0,000201	111
4. DS + WR9	50,4	0,0504	197	0,000197	114
5. DS + WR9	49,0	0,0490	195	0,000195	111
6. DS + WR9	48,6	0,0486	192	0,000192	111
7. DS + WR9	48,7	0,0487	201	0,000201	109
aritmetický průměr \bar{x}		0,0493		0,0002	110,6
směrodatná odchylka σ		0,00068		0,00000	2,15
variační koeficient v %		1,4		2,5	1,9

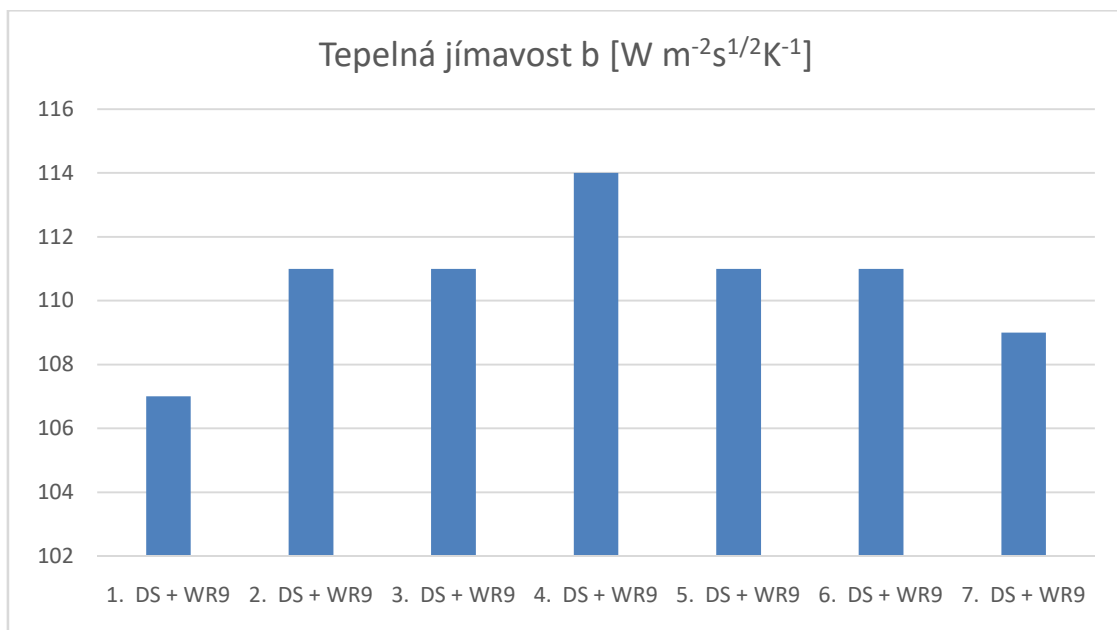
Hodnoty z měření vzorků polotovaru DS+WR9, 2. část

vzorek měřeného materiálu č.	tloušťka materiálu h [mm]	naměřená hodnota q	poměr max. a ustáleného tepelného toku p	naměřená hodnota r	plošný odpor vedení tepla r [m ² K W ⁻¹]
1. DS + WR9	5,02	154	3,12	103	0,103
2. DS + WR9	5,15	153	3,1	104	0,104
3. DS + WR9	5,14	134	2,77	103	0,103
4. DS + WR9	5,26	210	4,27	104	0,104
5. DS + WR9	5,16	195	4,11	105	0,105
6. DS + WR9	4,71	203	3,92	96,9	0,0969
7. DS + WR9	4,99	215	4,39	102	0,102
aritmetický průměr \bar{x}	5,06		3,67		0,1026
směrodatná odchylka σ	0,180		0,65		0,0027
variační koeficient v %	3,5		17,8		2,6

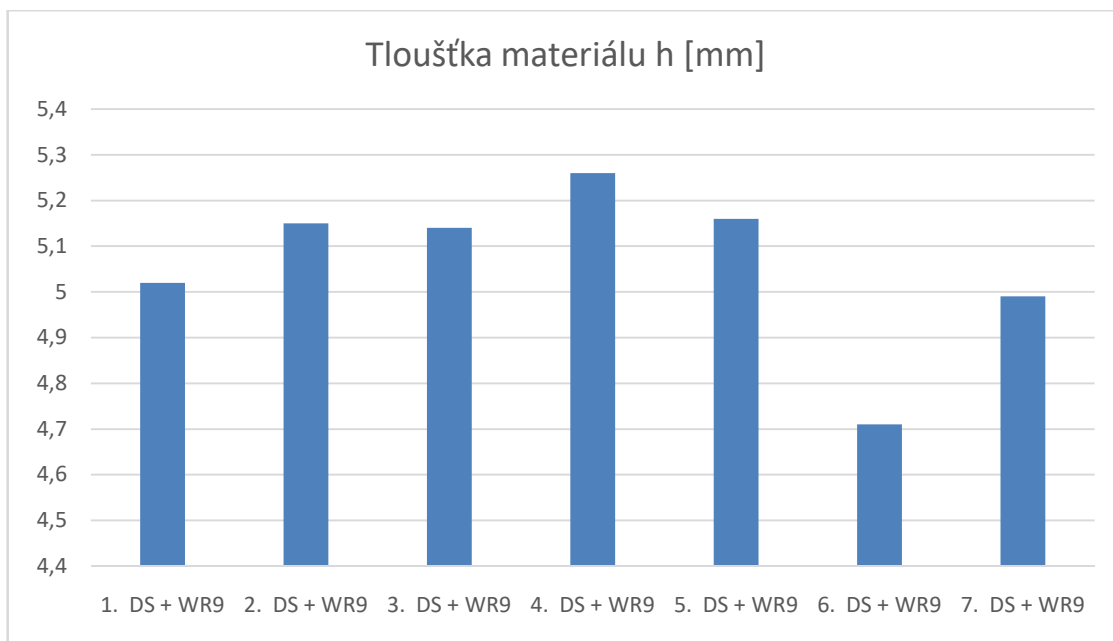
Grafy z měření vzorků polotovaru DS+WR9



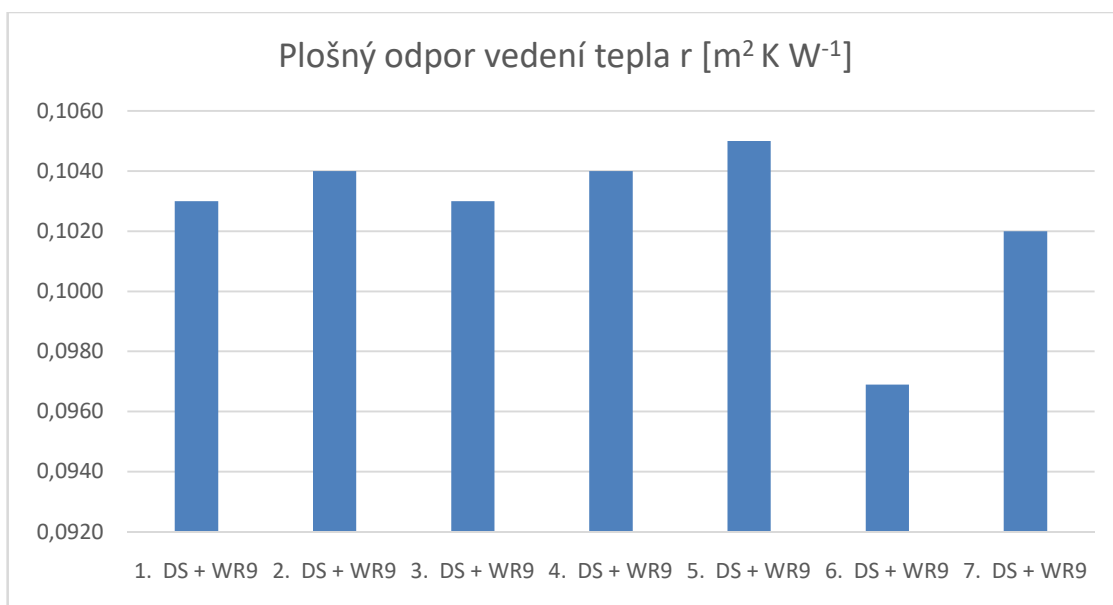
Obrázek 38. DS+WR 9: Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]



Obrázek 39. DS+WR9: Tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]



Obrázek 40. DS+WR9: Tloušťka materiálu h [mm]



Obrázek 41. DS+WR9: Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2 \text{K W}^{-1}$]

Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta, vzorky Bico

Podmínky v laboratoři: teplota 22 °C, relativní vlhkost 33%. Výsledky měření jsou zaznamenány v následujících tabulkách a grafech.

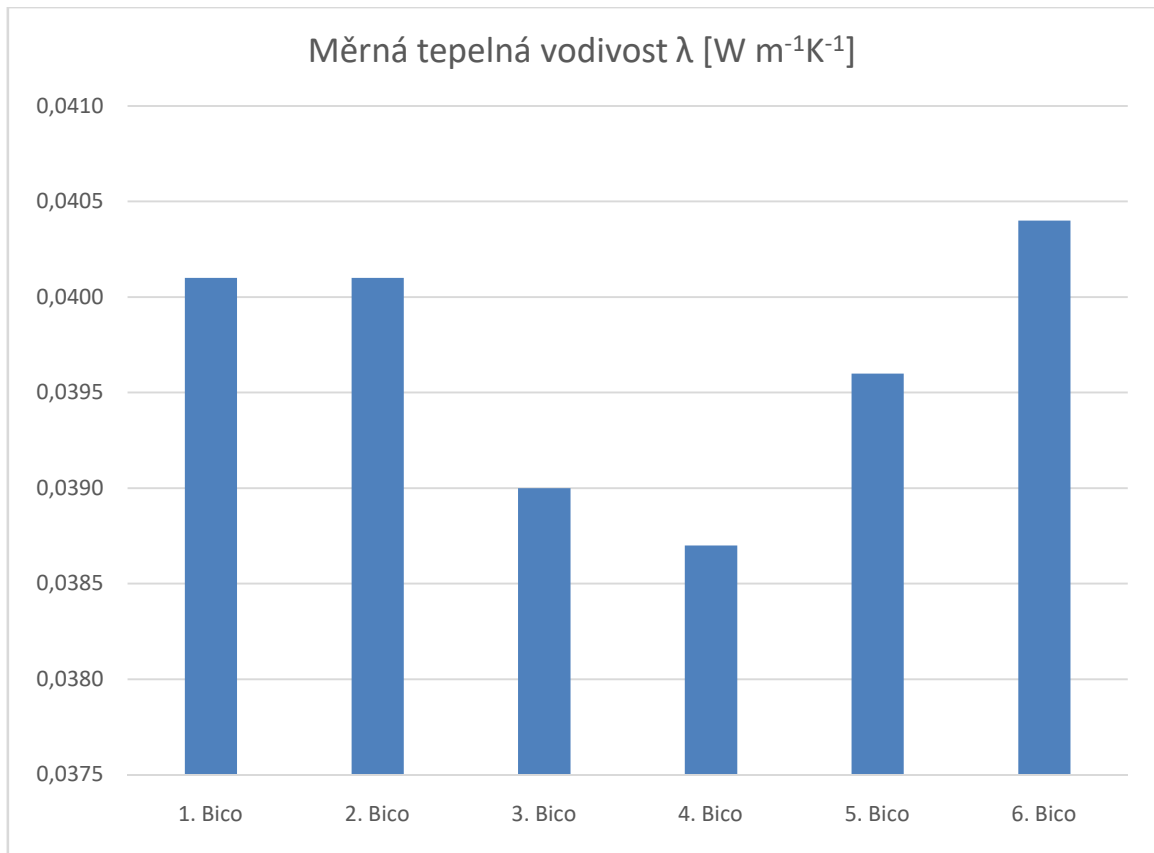
Hodnoty z měření vzorků polotovaru Bico, 1. část

vzorek měřeného materiálu č.	naměřená hodnota λ	měrná tepelná vodivost λ [W m ⁻¹ K ⁻¹]	naměřená hodnota a	měrná teplotní vodivost a [m ² s ⁻¹]	tepelná jímavost b [W m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]
1. Bico	40,1	0,0401	568	0,000568	53,3
2. Bico	40,1	0,0401	601	0,000601	51,8
3. Bico	39,0	0,0390	699	0,000699	46,7
4. Bico	38,7	0,0387	436	0,000436	58,7
5. Bico	39,6	0,0396	491	0,000491	56,5
6. Bico	40,4	0,0404	395	0,000395	64,3
aritmetický průměr \bar{x}		0,0397		0,0005	55,2
směrodatná odchylka σ		0,00068		0,00011	6,07
variální koeficient v %		1,7		21,2	11,0

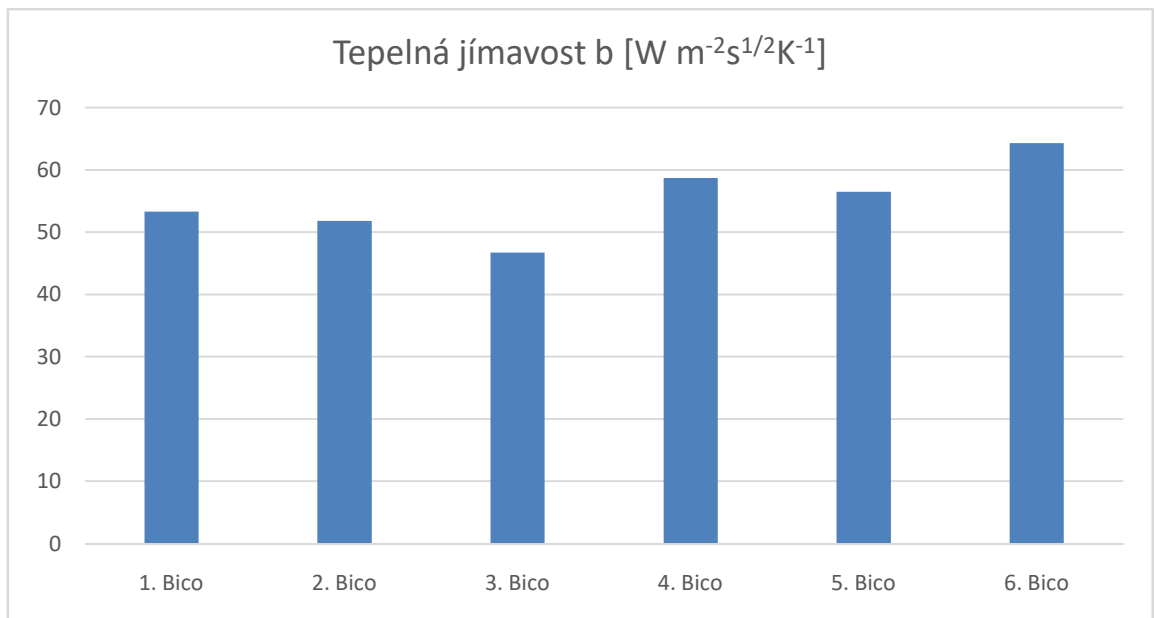
Hodnoty z měření vzorků polotovaru Bico, 2. část

vzorek měřeného materiálu č.	tloušťka materiálu h [mm]	naměřená hodnota q	poměr max. a ustáleného tepelného toku p	naměřená hodnota r	plošný odpor vedení tepla r [m ² K W ⁻¹]
1. Bico	4,10	124	2,52	102	0,102
2. Bico	4,19	109	2,32	105	0,105
3. Bico	3,96	107	2,17	102	0,102
4. Bico	4,05	119	2,57	105	0,105
5. Bico	4,14	128	2,69	105	0,105
6. Bico	4,02	145	2,97	99,6	0,0996
aritmetický průměr \bar{x}	4,08		2,54		0,1031
směrodatná odchylka σ	0,084		0,28		0,0023
variální koeficient v %	2,1		11,1		2,2

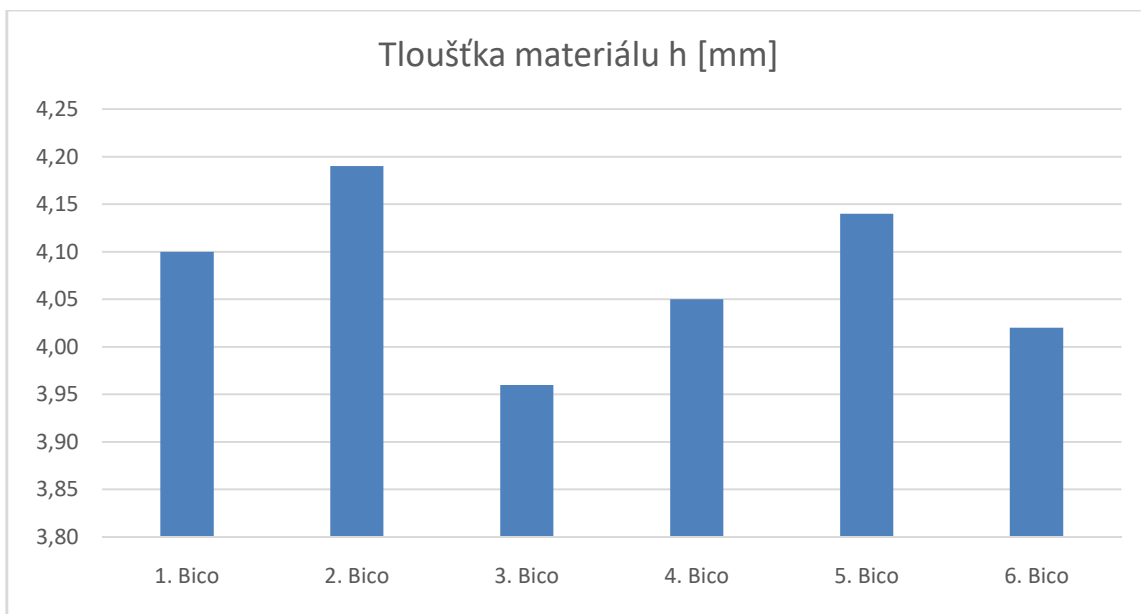
Grafy z měření vzorků polotovaru Bico



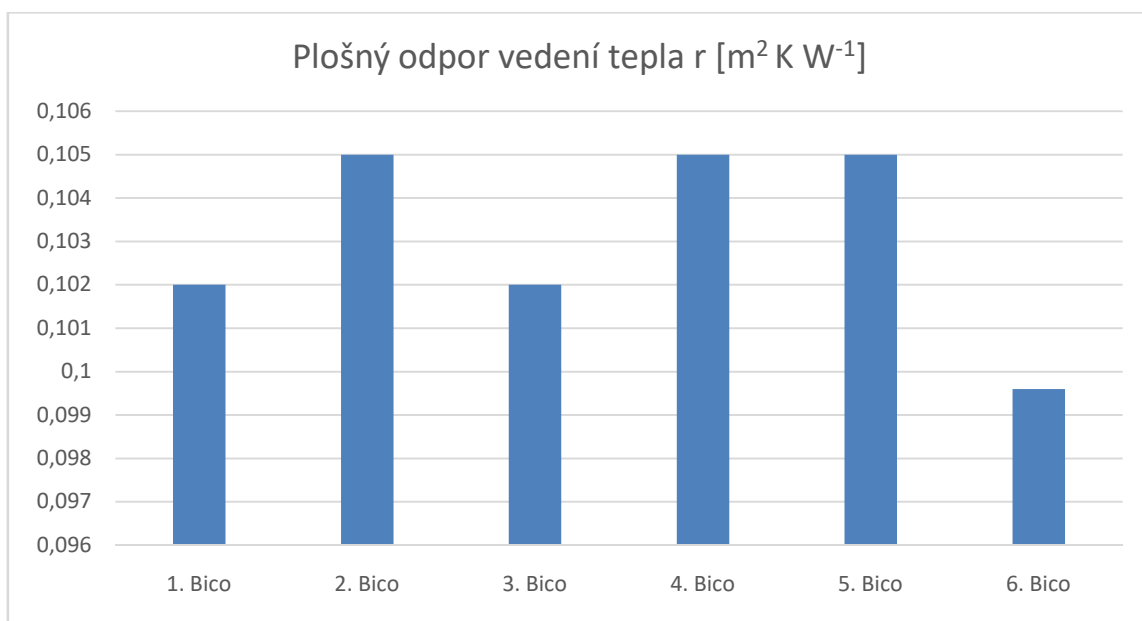
Obrázek 42. Bico: Měrná tepelná vodivost λ [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]



Obrázek 43. Bico: Tepelná jímavost b [$\text{W m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]

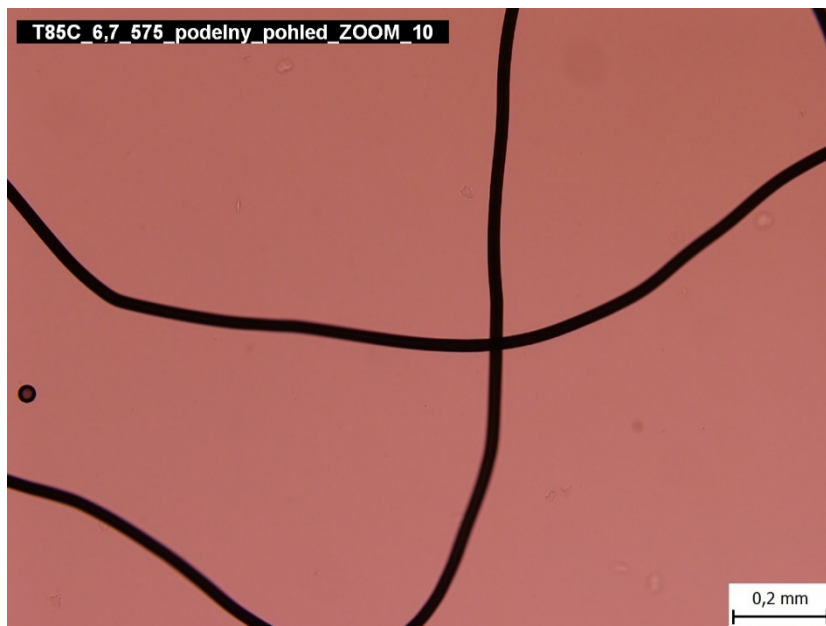


Obrázek 44. Bico: Tloušťka materiálu h [mm]

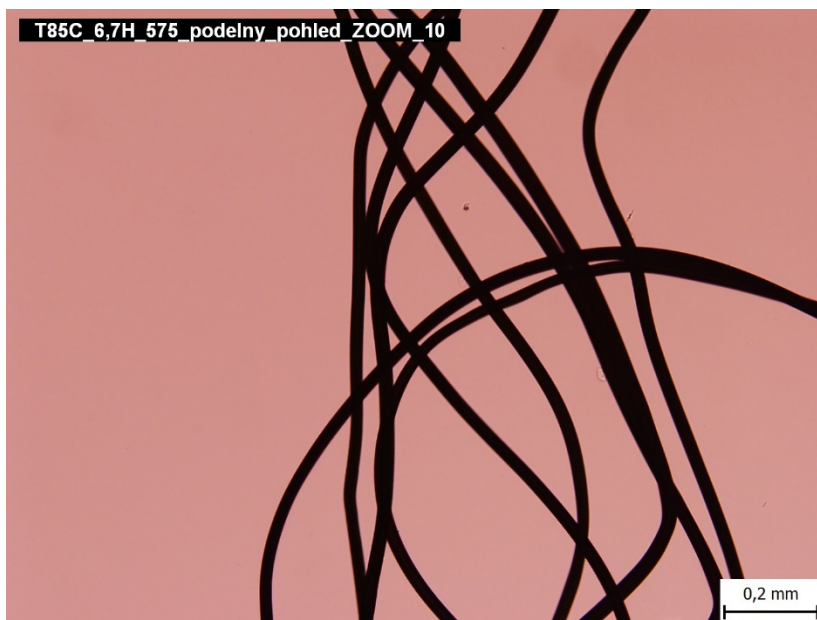


Obrázek 45. Bico: Plošný odpor vedení tepla r [$\text{m}^2 \text{K W}^{-1}$]

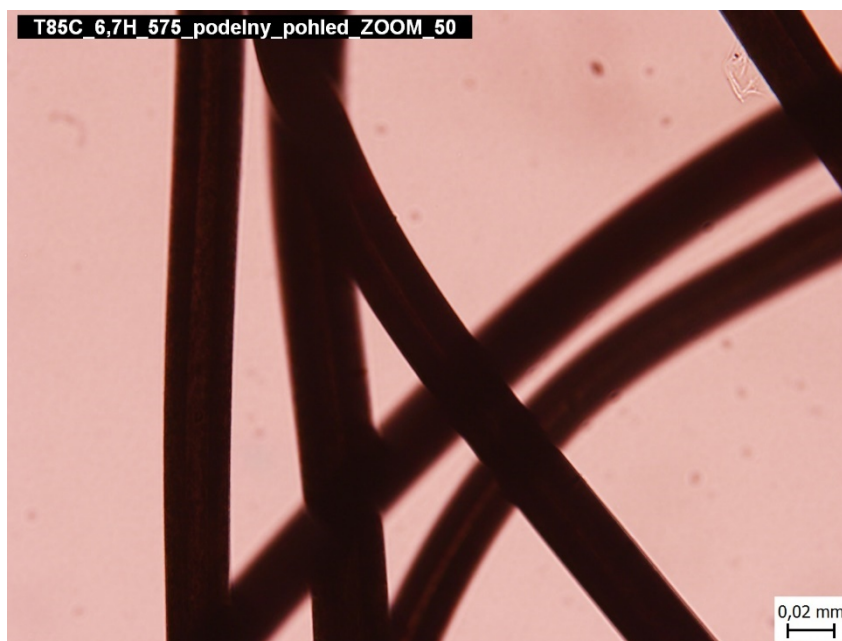
Snímky použitých polyesterových vláken



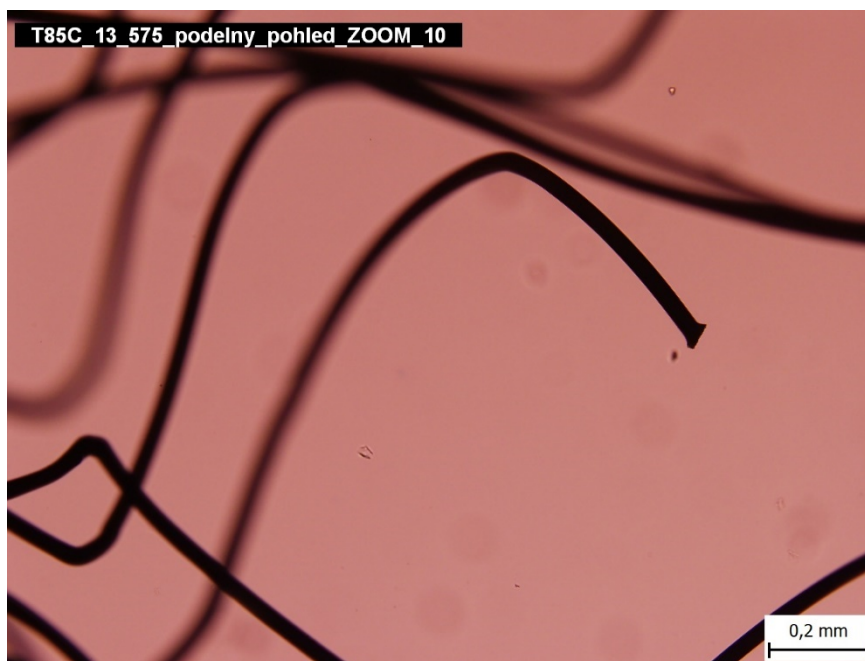
Obrázek 46. Polyesterové tmavé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbin)



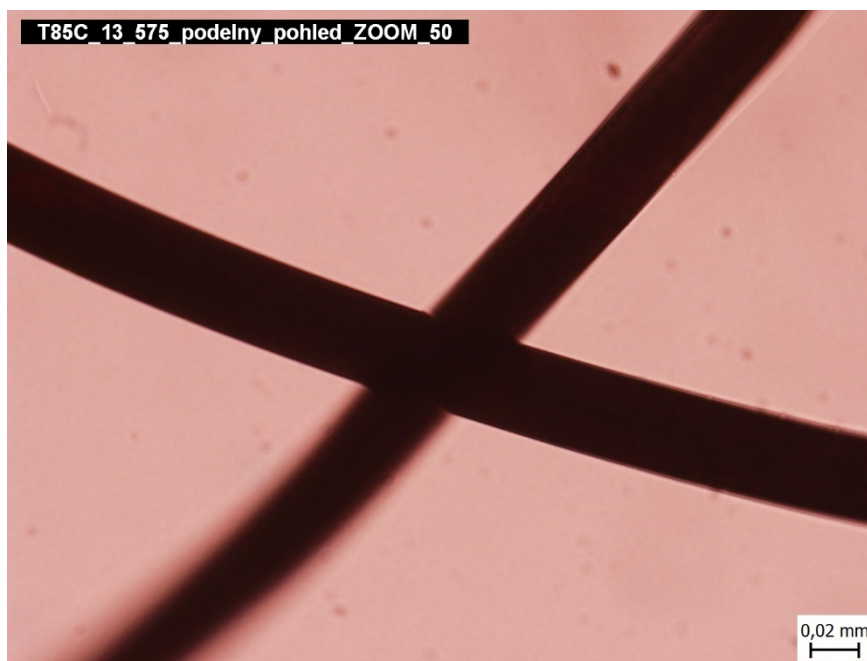
Obrázek 47. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou štěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 10násobné přiblížení



Obrázek 48. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou šěrbinou) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 50násobné přiblížení



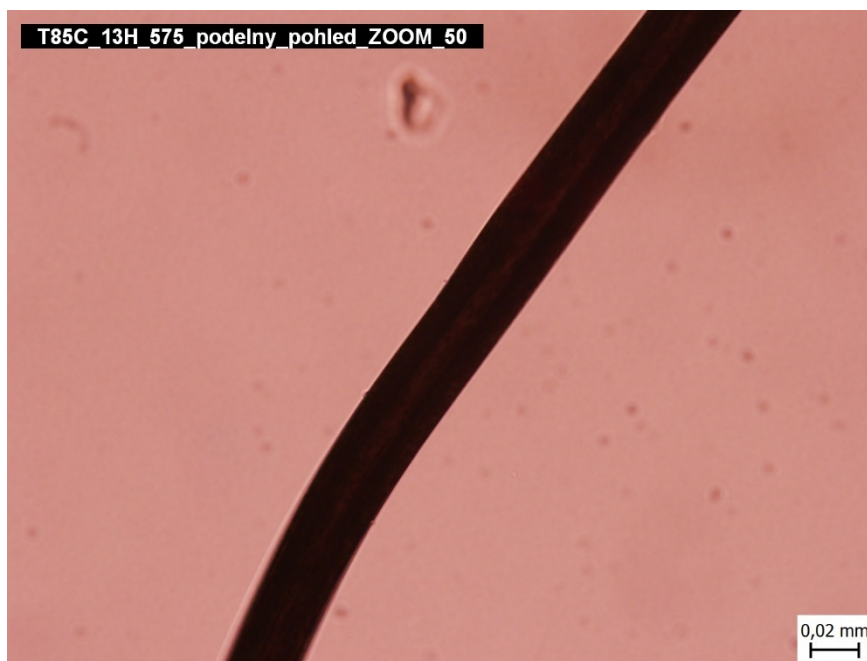
Obrázek 49. Polyesterové tmavé vlákno typu solid (plné vlákno bez šěrbin), 10násobné přiblížení



Obrázek 50. Polyesterové tmavé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbin)
50násobné přiblížení



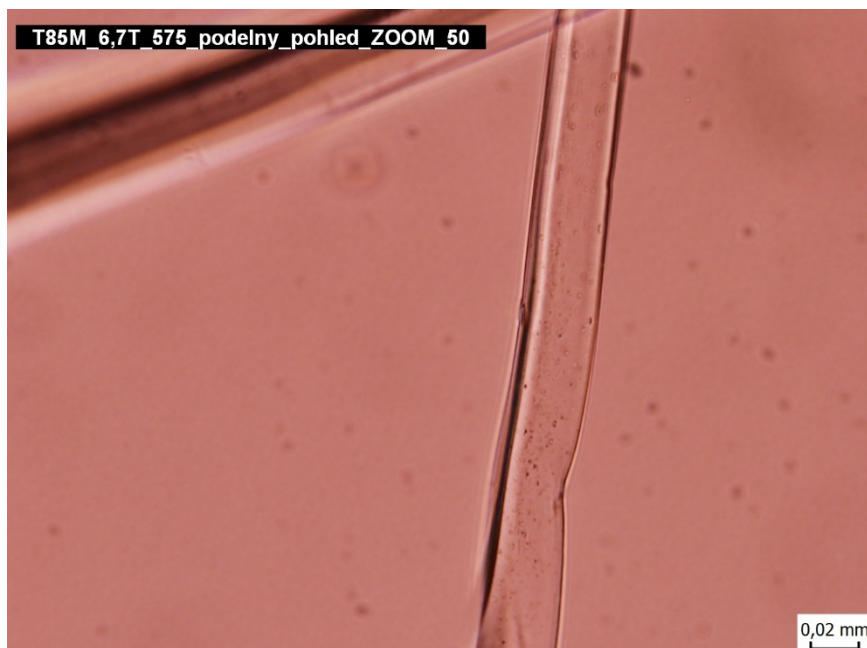
Obrázek 51. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou štěrbinou)
o jemnosti 13 dtex, podélný pohled, 10násobné přiblížení



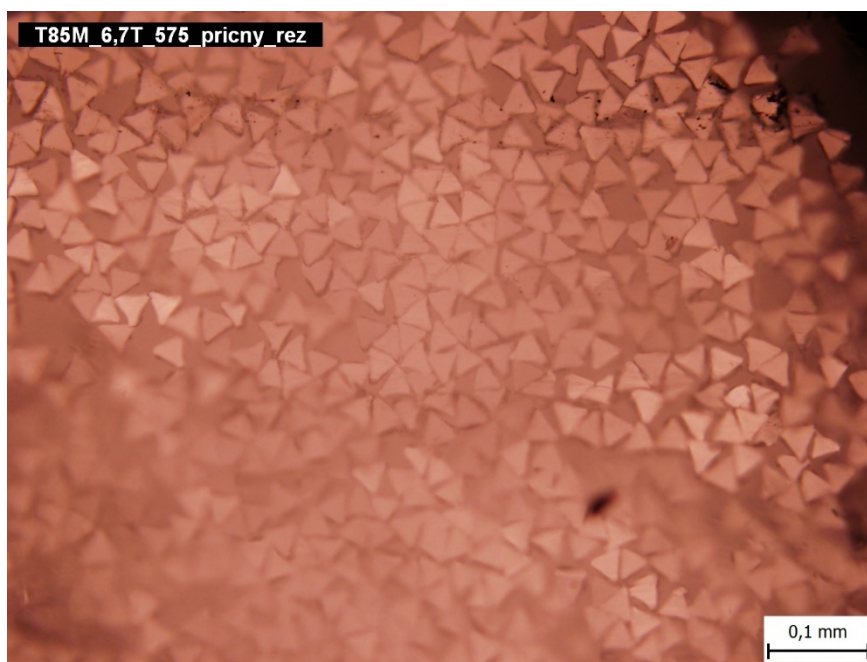
Obrázek 52. Polyesterové tmavé vlákno typu hollow (duté vlákno s jednou štěrbinou) o jemnosti 13 dtex, podélný pohled, 50násobné přiblížení



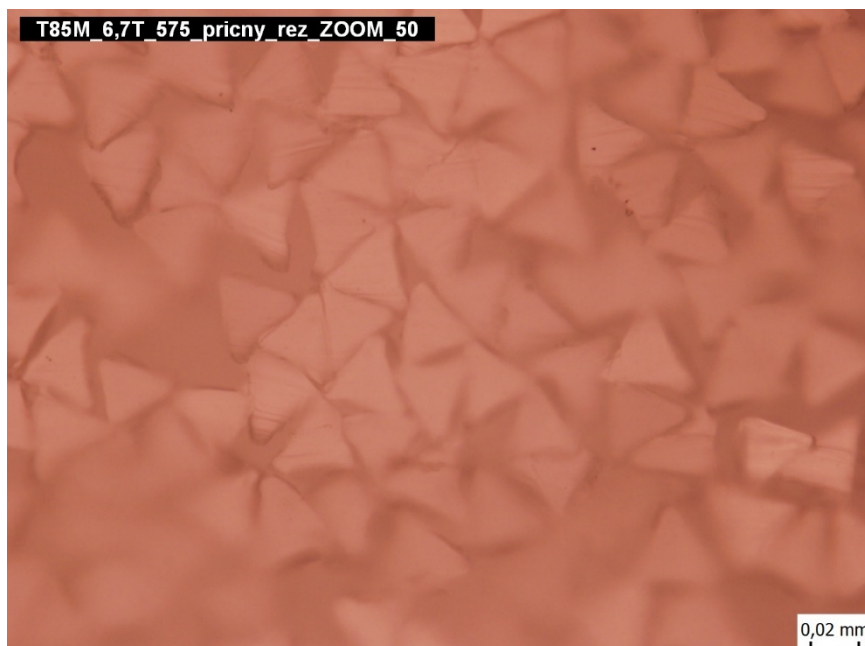
Obrázek 53. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbin) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 10násobné přiblížení



Obrázek 54. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbin) o jemnosti 6,7 dtex, podélný pohled, 50násobné přiblížení



Obrázek 55. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbin) o jemnosti 6,7 dtex, příčný řez, 10 násobné přiblížení



Obrázek 56. Polyesterové bílé vlákno typu solid (plné vlákno bez štěrbin) o jemnosti 6,7 dtex, příčný řez, 50násobné přiblížení

Tmavá vlákna jsou relativně špatně viditelná z pohledu detailů a to jak v podélném pohledu, tak i v příčném řezu. U světlých vláken jsou detaily již patrné.

Detaily ke klasifikaci hodnot šíření vlhkosti

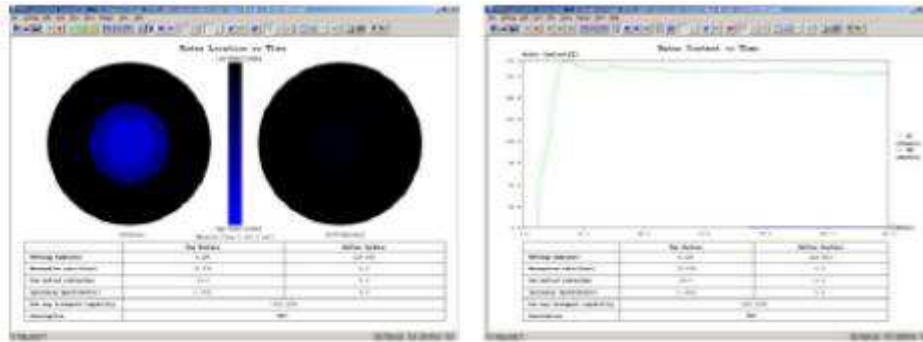
Tabulka se stupnicí hodnocení ke klasifikaci hodnot šíření vlhkosti [24]

Index		Stupeň				
		1	2	3	4	5
Doba navlhčení (s)	Horní strana	>=120	20-119	5~19	3~5	<3
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	>=120	20-119	5~19	3~5	<3
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
Savost (%/s)	Horní strana	0~10	10~30	30~50	50~100	>100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodní strana	0~10	10~30	30~50	50~100	>100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
Maximální rádius navlhčení	Horní strana	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Žádné navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Žádné navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
Rychlost šíření kapaliny (mm/s)	Horní strana	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodní strana	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny		<-50	-50~100	100~200	200~400	>400
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborný
OMMC		0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	>0.8
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborný

Klasifikace textilií z pohledu šíření vlhkosti

1. Voděodolné textilie

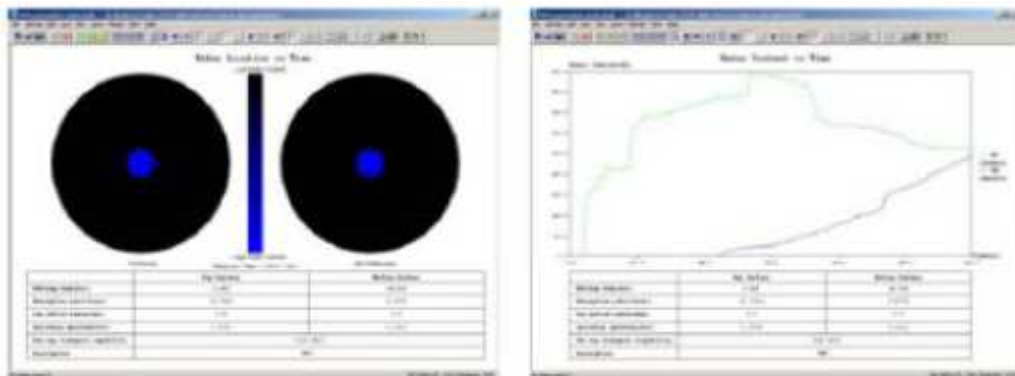
- velmi pomalá absorpce roztoku
- velmi pomalé šíření kapaliny textilií
- nedochází k jednosměrnému přenosu ani k penetraci



Obrázek 57. Voděodolné textilie [24]

2. Vodu odpuzující textilie

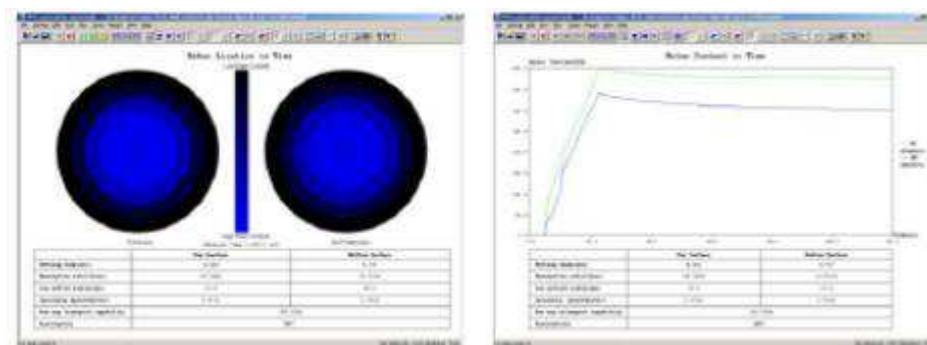
- nedochází k navlhčení textilie
- nedochází k absorpci
- nedochází k šíření roztoku textilií
- slabý jednosměrný přenos bez působení vnějších vlivů



Obrázek 58. Vodu odpuzující textilie [24]

3. Pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie

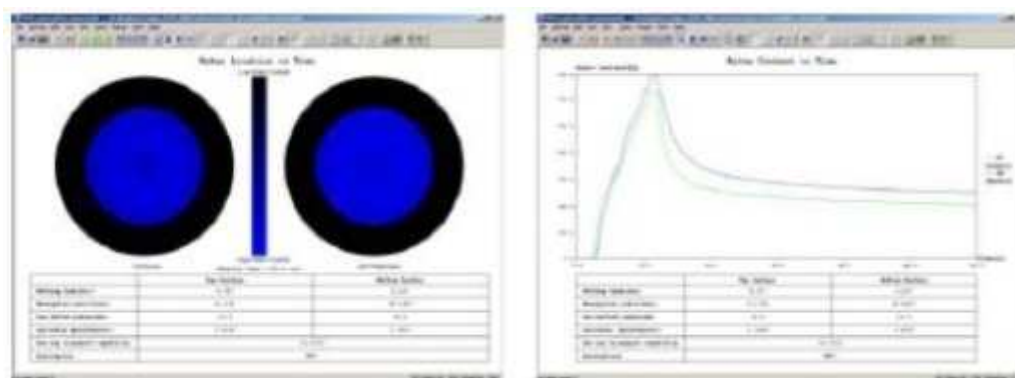
- pomalá absorpce
- pomalé šíření roztoku textilií
- slabý jednosměrný přenos



Obrázek 59. Pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie [24]

4. Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie

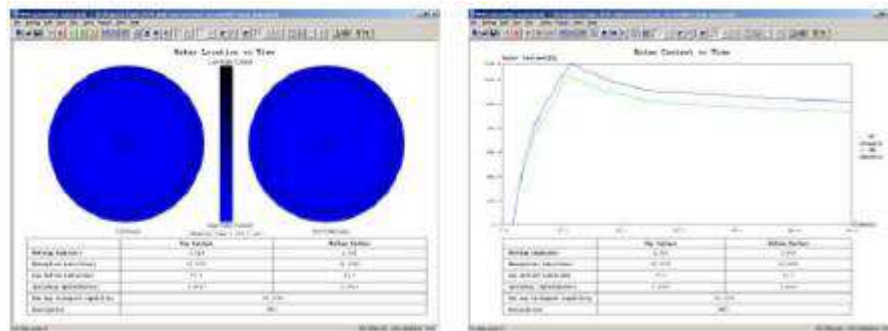
- střední až rychle namočení textilie
- střední až rychlá absorpce
- malá oblast šíření kapaliny
- pomalé šíření roztoku textilií
- slabý jednosměrný přenos



Obrázek 60. Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie [24]

5. Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie

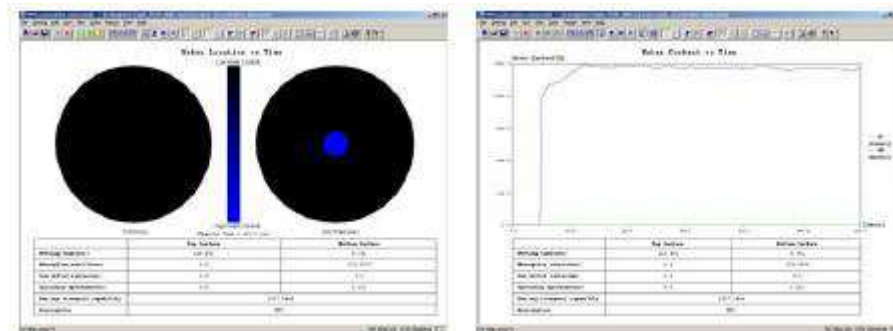
- střední až rychle namočení textilie
- střední až rychlá absorpce
- velká oblast šíření kapaliny
- rychlé šíření roztoku textilií
- slabý jednosměrný přenos



Obrázek 61. Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie [24]

6. Vodě propustné textilie

- malá oblast šíření kapaliny textilií
- výborný jednosměrný přenos roztoku



Obrázek 62. Vodě propustné textilie [24]