



Paropropustnost perforovaných autosedaček

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing
Autor práce: **Veronika Bušová**
Vedoucí práce: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.





Permeability of perforated car seats

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing

Author: **Veronika Bušová**
Supervisor: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Bušová**
Osobní číslo: **T15000171**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Paropropustnost perforovaných autosedaček**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

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

1. Uveďte základní poznatky o termofyziologickém komfortu textilií a způsobech hodnocení jejich paropropustnosti a tepelného omaku. Popište konstrukci sedací a opěrné části autosedaček.
2. Opatřete vzorek vrchní textilie autosedačky a vzorky vnitřních elastických vrstev z pěnového polyuretanu (PUR), a jak PUR hladkého, tak PUR se systémem drážek pro odvod páry.
3. Proměřte relativní paropropustnost za vlhka samotné vrchní textilie a souboru tvořeného touto textilií a vnitřní PUR vrstvou, a to jak vrstvou hladkou, tak vrstvou s drážkami. Zjistěte také tepelnou jímavost vrchní textilie za vlhka. Vzorky zavlhčete na 4 různé úrovně.
4. Výsledky všech měření zpracujte pomocí statistických metod, zobrazte graficky a vyhodnoťte zejména vliv drážek v PUR vrstvě na relativní paropropustnost zkoumaných autosedaček, a to při různých stupních jejich zavlhčení. Stanovte také vliv vlhkosti na tepelný omak vrchní textilie. Dosažené výsledky zdůvodněte.

Rozsah grafických prací:

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

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

Seznam odborné literatury:

1. Hes L., Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TUL-FT, Liberec 2005, ISBN 80-7083-926-0.
2. Kuneš J. a kol. : Tepelné bariéry, Academia 2003, ISBN 80-200-1218-4.
3. Hes L., Bogusawska-Baczek M.: Analysis and experimental determination of effective water vapour permeability of wet woven fabrics. J. of TATM, Vol. 8, Issue 4, p. 1-8, 2014.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.**
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce: **29. září 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



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

V Liberci dne 24. ledna 2018

Prohlášení

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

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

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

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

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala prof. Ing. Luboši Hesovi z Katedry hodnocení textilií Fakulty textilní za vedení mé bakalářské práce, za jeho znalosti, odborné rady, čas a především trpělivost. Dále také patří mé díky doc. Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D., z Katedry hodnocení textilií Fakulty textilní, který mi též věnoval spoustu svého času, důležité rady a znalosti.

Další poděkování bych chtěla věnovat mému příteli Ing. Martinu Baborákovi za pomoc při studiu, za jeho znalosti a trpělivost, a také Bc. Janu Baborákovi za poskytnutí všech vzorků.

Nakonec bych ještě ráda poděkovala mé rodině, která při mě vždy stála a přítelově rodině za obrovskou podporu při studiu a trpělivost.

ANOTACE

Téma bakalářské práce je testování automobilových polyuretanových sedaček a potahu, které mají velice důležitý vliv na pocit komfortu při jízdě. Obsahuje základní vědomosti týkající se komfortu textilií, termoregulace, polyuretanových pěn a potahu. Praktická část zahrnuje výsledky měření paropropustnosti a prodyšnosti rozdílných vzorků polyuretanových pěn a jejich následné porovnávání. Dále se zaměřuje na zjišťování tepelné jímavosti potahu při různých stupních zavlhčení. Hlavním cílem práce je optimalizace struktury polyuretanových pěn pro zlepšení jejich paropropustnosti a prodyšnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Komfort textilií, polyuretanová pěna, paropropustnost, výparný odpor, prodyšnost, tepelná jímavost

ANNOTATION

The topic of this bachelor's thesis is testing of polyurethane car seats and seat cover, which have a very big influence on travel comfort. It contains basic knowledge regarding textile comfort, thermal regulation, polyurethane foams and seat cover. The practical part involves measurement results of steam permeability and penetrability of different polyurethane foams samples and their subsequent comparison. It's another purpose is to analyse the heat feel of seat cover on various moistening grades. The main goal of the thesis is to optimize the structure of polyurethane foams for improving their steam permeability and penetrability.

KEY WORDS

Textile comfort, polyurethane foam, steam permeability, evaporation resistance, penetrability, heat feel

Obsah

Obsah.....	7
Seznam zkratk.....	9
Seznam obrázků	12
Seznam tabulek	14
Úvod	15
1. Komfort.....	16
1.1 Psychologický komfort a jeho dělení	17
1.2. Senzorický komfort	17
1.2.1. Přístroj Alambeta.....	17
1.3. Patofyziologický komfort.....	19
1.4. Termofyziologický komfort	19
2. Termoregulace.....	20
2.1. Přenos tepla mezi člověkem a okolím	20
2.2. Kondukce.....	20
2.3. Konvekce.....	21
2.4. Radiace	21
2.5. Odvod kapalné vlhkosti z těla	22
2.5.1. Difúze	23
2.5.2. Kapilární odvod.....	23
2.5.3. Sorpce.....	24
3. Hodnocení termofyziologického komfortu textilií	25
3.1. Přístroj Permetest	26
4. Teorie autosedaček	28
5. Potah automobilových sedaček	30
5.1. Vrchní vrstva.....	30
5.2. Střední vrstva.....	30
5.3. Spodní vrstva	31
5.4. Části potahů.....	31
6. PUR pěny	32
6.1. Mechanické vlastnosti PUR pěn	32
6.2. Statické vlastnosti PUR pěn	33

6.3. Fyzikální vlastnosti PUR pěn	33
Praktická část.....	35
Průběh měření.....	35
Použité vzorky:	37
Geometrická porózita celistvého vzorku.....	37
Geometrická porózita vzorku se strukturou.....	38
Výpočet styčné plochy struktury s potahem	39
Geometrická porózita potahu	41
Přístroje využití v praktické části:.....	43
7. Hmotnost vzorků potahů při normální vlhkosti a po sušení komorou.....	45
8. Výpočet relativní vlhkosti potahů.....	46
9. Relativní propustnost vodních par a výparný odpor	48
9.1 Relativní paropropustnost vodních par PUR pěn s nalepením fólie	55
9.1.1. Relativní paropropustnost vodních par PUR pěny celistvé, se strukturou a s fólií	55
10. Prodyšnost.....	59
Závěr	64
Seznam použité literatury	65
Seznam příloh.....	66

Seznam zkratek

Zkratka / Symbol	Název	Rozměry veličin
PUR	polyuretan	
TUL	Technická universita v Liberci	
MDI	methyldiisokyanát	
h	tloušťka materiálu	[mm]
λ	tepelná vodivost	[W*m ⁻¹ K ⁻¹]
R	tepelný odpor	[W ⁻¹ K*m ²]
q	tepelný tok	[W/m ²]
b	tepelná jímavost	[W _s ^{1/2} /m ² K ⁻¹]
ρ	hustota	[kg/m ³]
c	specifické teplo	
PES	polyester	
Re	Reynoldsovo číslo	
d	rozměr objektu	[m]
ν	dynamická viskozita kapaliny	[m ² /s]
α	součinitel přestupu tepla	[W/m ² /K]
Δt	hnací síla = rozdíl tepla	[°C]
E	hustota zářivého toku	
E _p	hustota odraženého zářivého toku	
E _{α}	hustota absorbovaného zářivého toku	
E _{τ}	hustota toku prošlého objektem	
ΔP	kapilární tlak	

R	poloměr velkých pórů	
r	poloměr malých pórů	
γ	povrchové napětí vody	
Θ	kontaktní úhel	
p	relativní propustnost vodních par	[%]
q_0	hustota tepelného toku bez zakrytí měřící hlavice	[W/m ²]
q_v	hustota tepelného toku se zakrytím měřící hlavice	[W/m ²]
Ret	výparný odpor	[Pa*m ² *W ⁻¹]
P_m	parciální nasycený tlak páry na měřící hlavici	[Pa]
P_a	parciální tlak páry vzduchu ve zkušební místnosti	[Pa]
TDI	toulenediisocyanate	
VP	vzorek potahu	
PS	PUR pěna se strukturou	
PC	PUR pěna celistvá	
PPS	potah a PUR pěna se strukturou	
PPC	potah a PUR pěna celistvá	
PPSF	potah, PUR pěna se strukturou a fólie	
PPCF	potah, PUR pěna celistvá a fólie	
PPSD	potah a PUR pěna se strukturou a s deskou	
PPCD	potah a PUR pěna celistvá s deskou	
PRS	PUR pěna s reálnou strukturou	
V	objem	[m ³]
$V_{\text{celistvá}}$	objem celistvé PUR pěny	[m ³]

$m_{100\%PUR}$	hmotnost 100% PUR pěny	[kg]
P	porózita	[%]
Z	zaplnění	
$V_{1řádku}$	objem jednoho řádku ve struktuře	[m ³]
$V_{struktury}$	objem struktury	[m ³]
V_{BS}	objem PUR pěny bez struktury	[m ³]
S	plocha	[m ²]
S_C	plocha celistvé PUR pěny	[m ²]
S_{PS}	plocha průchozí struktury	[m ²]
S_{str}	plocha struktury	[m ²]
$S_{styčná}$	styčná plocha	[m ²]
RH	relativní vlhkost vzorku	[%]
$m_{mokrá}$	hmotnost mokrého vzorku	[g]
m_{us}	hmotnost ultra suchého vzorku	[g]
CV	variační součinitel	[%]

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Přístroj Alambeta

Obrázek č. 2: Přístroj Permetest

Obrázek č. 3: Průřez automobilovou sedačkou

Obrázek č. 4: Automobilová sedačka firmy Proseat s.r.o.

Obrázek č. 5: Závislost napětí na deformaci PUR vzorku - rozdělení na 3 oblasti

Obrázek č. 6: Vzorek celistvé PUR pěny (bez struktury)

Obrázek č. 7: Vzorek PUR pěny se strukturou

Obrázek č. 8: Řádek v PUR pěně se strukturou

Obrázek č. 9: Vzorek potahu automobilových sedaček

Obrázek č. 10: Vzorek z reálné automobilové sedačky

Obrázek č. 11: Sušící komora

Obrázek č. 12: Analytické váhy

Obrázek č. 13: Alambeta

Obrázek č. 14: Permetest

Obrázek č. 15: Přístroj na měření prodyšnost

Obrázek č. 16: Hmotnosti potahů při normální vlhkosti a po sušení komorou

Obrázek č. 17: Graf závislosti tepelné jímavosti na relativní vlhkosti

Obrázek č. 18: Relativní paropropustnost vodních par a výparného odporu na samostatném suchém potahu

Obrázek č. 19: Porovnání výparného odporu suché pěny celistvé a pěny se strukturou póry nahoru

Obrázek č. 20: Porovnání výparného odporu suché pěny celistvé a pěny se strukturou póry dolů

Obrázek č. 21: Měření samostatné pěny na Permetestu

Obrázek č. 22: Výparný odpor a relativní paropropustnost pěn v kombinaci s potahem

Obrázek č. 23: Relativní paropropustnost samostatného potahu při různé relativní vlhkosti

Obrázek č. 24: Relativní paropropustnost pěny celistvé a se strukturou v kombinaci s mokrým potahem a při jeho postupném sušení

Obrázek č. 25: Tepelná jímavost mokrého potahu a při postupném sušení

Obrázek č. 26: Relativní paropropustnost samostatného potahu s různou relativní vlhkostí

Obrázek č. 27: Relativní paropropustnost potahu a pěn s fólií

Obrázek č. 28: Graf prodyšnosti mokrého potahu a při následném sušení

Obrázek č. 29: Prodyšnost PUR pěny s plastovou deskou

Obrázek č. 30: Porovnání průtoku vzduchu skrze pěny a do stran

Obrázek č. 31: Vzorek PUR pěny z reálné automobilové sedačky

Obrázek č. 32: Průtok vzduchu reálné struktury (PRS) a zkoušeného vzorku (PPSD) simulující propojení struktury

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Hmotnosti, výsledky RH a tepelná jímavost potahů

Tabulka č. 2: Průměry výparného odporu Ret a variační koeficient CV u měření póry nahoru

Tabulka č. 3: Průměry výparného odporu Ret a variační koeficient CV u měření póry dolů

Tabulka č. 4: Hmotnost vzorků PUR pěn

Tabulka č. 5: Měření prodyšnosti s různou orientací pěnových vrstev

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá testováním polyuretanové pěny (dále jen PUR) používané v automobilovém průmyslu. Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. Teoretická část se zabývá komfortem textilií, termoregulací, dále potahy a rozdělením a vlastnostmi PUR pěn. Praktická část se soustředí na měření vzorků PUR pěny a potahu automobilových sedaček.

Při jízdě automobilem má automobilová sedačka důležitý vliv na pocit komfortu. Proto je jedním z cílů práce zjištění paropropustnosti a prodyšnosti perforovaných a neperforovaných PUR pěn a vybraných vlastností potahu z hlediska komfortu. Vzorky potahu jsou testovány více způsoby, a to za sucha, za mokra a při potupném vysoušení. Hlavním cílem je pak optimalizace struktury perforovaných PUR pěn pro zlepšení její prodyšnosti a paropropustnosti.

K testování a měření byly použity přístroje Permetest, Alambeta a přístroj na měření prodyšnosti dostupné na Katedře hodnocení jakosti Fakulty textilní, Technické university v Liberci (dále jen TUL). Veškeré testované vzorky PUR pěny jsou z materiálu methyldiisokyanát (dále jen MDI) a poskytla je firma Proseat Mladá Boleslav.

1. Komfort

Komfortem se rozumí, když je stav organismu člověka v optimu, tzn. pocit pohody a pohodlí, ve kterém je možno setrvávat delší dobu a pracovat v něm. Lze ho definovat jako nepřítomnost nepříjemných či bolestivých vjemů. Člověk vnímá komfort všemi svými smysly kromě jednoho a tím je chuť. Podle důležitosti je na prvním místě hmat, na druhém zrak, dále sluch a jako poslední čich. Komfort se dělí na komfort psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. [1]

Jak bylo výše zmíněno, hmat slouží jako jeden z nejdůležitějších nástrojů hodnocení kvality a komfortu. Hmat je možné zahrnout mezi subjektivní pocity vyvolané měřitelnou charakteristikou textilie. Subjektivně hodnocený hmat je spojený zejména s povrchovou, mechanickou a tepelnou vlastností. [2]

Opakem komfortu je diskomfort, kdy lidské vjemy zaznamenávají pocity tepla či chladu, ať už je to při nadměrném pracovním zatížení, nebo působení vlhkého klimatu.

Lidská populace se dělí na určité skupiny, přičemž má každá odlišný nárok na komfort. Třeba je vyzdvihnout velmi malé děti, nemocné lidi a lidi staršího věku. Dále je třeba zmínit zvláštní skupinu lidské populace nosící ochranné oděvy chránící před pracovním nebezpečím či ohrožením ostatní populace, týká se to zejména záchranářů, lékařů, hasičů apod. [1]

1.1 Psychologický komfort a jeho dělení

Klimatická hlediska - oblečení, které by mělo splňovat tepelně-klimatické podmínky

Ekonomická hlediska – týká se především kvality technologie, prostředků výroby apod.

Historická hlediska – lidé dávají přednost výrobkům z přírodních materiálů, s přírodní vůní

Kulturní hlediska – sem se řadí tradice, zvyky, obřady, náboženství

Sociální hlediska – sociální třída, věk, postavení

Skupinová a individuální hlediska – trendy, osobní preference, módní vlivy, styl atd.[1]

1.2. Senzorický komfort

Senzorickým komfortem se rozumí kontakt pokožky člověka a textilie, která se jí dotýká. Pocity mohou být příjemné, nebo nepříjemné. Příjemné pocity jsou například pocit splývavosti, měkkosti a nepříjemné pocity jsou pocity škrábání, dráždění, svědění a podobně. Senzorický komfort se rozděluje na omak a na komfort nošení. Omak je veličina založená na vjemu a to prostřednictvím prstů. Lze jej vyjadřovat hladkostí, objemností, tuhostí a tepelně-kontaktním vjemem. Do komfortu nošení lze řadit některé mechanické vlastnosti ovlivňující síly a tlaky v textilií, strukturu povrchu textilie a schopnost textilie přepravovat a absorbovat kapalnou či plynnou vlhkost.[1]

1.2.1. Přístroj Alambeta

Přístroj Alambeta byl vyvinutý prof. Hesem a Doležalem pro měření nejen tepelně – izolačních vlastností, jako je tepelná vodivost a tepelný odpor, ale také pro měření vlastností dynamických, jako jsou tepelná jímavost či tepelný tok. Jedná se o přístroj řízený počítačem, který je schopen s měřením vyhodnocovat i hodnoty naměřených dat. Přístroj obsahuje program, pomocí něhož se zabrání nesprávným operacím přístroje. Měření tepelného odporu R , tepelné vodivosti λ , tloušťky vzorku, tepelného toku q_{\max} a zpracování výsledků trvá 3-5 minut. Tepelná jímavost b [$W_s^{1/2}/m^2K^{-1}$] je objektivním parametrem tepelného omaku, vybraným na základě analýzy. [1]

Měřicí parametry na Alambetě:

Tloušťka materiálu h [mm]

Tepelná vodivost λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$]: vodivost klesá s rostoucí teplotou

Plošný odpor tepla r [$\text{W}^{-1}\text{K}\cdot\text{m}^2$] = h/λ : čím je tepelná vodivost nižší, tím je tepelný odpor vyšší

Tepelný tok q [W/m^2]

Tepelná jímavost b [$\text{W}_s^{1/2}/\text{m}^2\text{K}^{-1}$]: čím větší je hodnota „ b “ tepelná jímavost, tím hmatem pocítujeme materiál jako chladnější [1]



Obr. č. 1 Přístroj Alambeta

Tepelná jímavost tedy představuje tepelný omak a množství tepla, které prostoupí při diferencii teplot 1 K za jednotku doby jednotkou plochy v konsekvenci hromadění tepla v jednotkovém rozsahu. Platí:

$$b = \sqrt{\lambda * \rho * c}$$

Kde λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$] je tepelná vodivost, která klesá s rostoucí teplotou, ρ [kg/m^3] je hustota a c je specifické teplo. [1]

1.3. Patofyziologický komfort

Pocit komfortu je ovlivněn působením chemických substancí v materiálu a mikroorganismů na lidské pokožce. Záleží na odolnosti lidské pokožky, působení oděvu pak může způsobit kožní onemocnění dermatózu. Toto onemocnění je způsobeno drážděním, které může být vyvoláno například textilií obsahující hrubší příze s polyesterovými vlákny (dále jen PES). Je to však jen mechanické podráždění a tudíž chemické složení PES není příčinou. Dále může být dermatóza způsobena alergií, která vzniká přímým kontaktem s alergenem, je to však individuální jev. Jako alergeny mohou působit prací prostředky, barviva a podobně. [1]

1.4. Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort je vlastně komfort těla a jeho tepelná rovnováha. Je to stav normálního prokrvení a tím nemusí docházet k termoregulaci. Nastává pocit pohody, kdy se člověk nepotí, či nemá pocit chladu. Tento pocit nastává při optimálních podmínkách jako teplota pokožky 33 – 35 °C, relativní vlhkost vzduchu 50% ± 10%, rychlost proudění vzduchu 25±10 cm/s, obsah CO₂ 0,07% a nepřítomnost vody na pokožce. [1]

2. Termoregulace

Organismus je schopen udržovat konstantní tělesnou teplotu i přes to, že ztráty a příjem tepla stále kolísají, tento proces se nazývá termoregulace. Průměrná teplota lidského těla je 36 - 37°C. Termoregulace se dělí na dva druhy, tvorbu tepla (chemická termoregulace), kde se nejvíce tepla vytváří při fyzické námaze organismu a výdej tepla (fyzikální termoregulace). [1]

Při vysoké teplotě prostředí dochází k vyšší tepové frekvenci a průtoku krve zvětšeným průřezem cév, tzv. vasodilatací. Tím roste teplota pokožky i přenos tepla do okolního prostředí. Tento přenos je nazýván konvekce (přestup tepla prouděním). Opakem vasodilatace je vasokonstrikce, kdy klesá teplota pokožky a tím i tepelné ztráty do prostředí. V kritické situaci dochází ke spojení tepelné energie, k zajištění stálé teploty mozku a orgánů, důležitých pro přežití jedince. [1]

2.1. Přenos tepla mezi člověkem a okolím

Mezi okolím a živými organismy dochází k přenosu tepla třemi způsoby, a to kondukcí (vedením), konvekcí (prouděním) a radiací (zářením). Tyto tři způsoby se týkají přestupu tepla. Dále je také odvod plynné a kapalné vlhkosti z těla, a to evaporací (odpařování potu) a respirací (dýcháním). [1]

2.2. Konduktce

Kondukcí (přenosem tepla vedením) člověk ztrácí teplo až o 5%, je-li pokožka vystavena chladnějšímu prostředí. Přenos tepla nastává při sezení, nebo při spánku ze zadní části těla, anebo chodidly. Jde o přenos tepla ve vrstvách do 5 mm.

Pro hodnocení tepelného komfortu je velice důležitý vztah pro tepelný odpor \mathbf{R} [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$], pro plošné textilie a tenké vzduchové vrstvy mající tloušťku \mathbf{h} [m]. [1]

$$\mathbf{R} = \mathbf{h}/\lambda$$

Ve vzorci lze vidět, že tepelný odpor \mathbf{R} [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$] se rovná tloušťce materiálu \mathbf{h} [m] / tepelná vodivost λ [$\text{W}/\text{K} \cdot \text{m}$].

2.3. Konvekce

Teplo je přepravováno částicemi kapalin rychlostí v [m/s]. Vytváří se mezní vrstva (tepelná) a to mezi objektem a prostředím. V mezní vrstvě o tloušťce δ probíhá teplotní spád, při laminárním proudění kapaliny je vyšší δ mezní vrstvy a klesá u proudění turbulentního. Turbulentní proudění znamená, že trajektorie částic nemají původní směr, ale mísí se. K turbulentnímu proudění dochází, když je Reynoldsovo číslo (Re) vyšší jak 2300. Re je definováno vztahem $Re = \mathbf{v}d/\nu$, kde d je rozměr objektu [m] a ν je dynamická viskozita kapaliny [m²/s]. Turbulentní proudění má intenzivnější přenos tepla oproti laminárnímu proudění. Proudění pak lze ještě rozdělit na proudění nucené a přirozené. Jakýkoli druhem proudění je přenášen tepelný tok q , který vyjadřuje Newtonův zákon:

$$q = \alpha * \Delta t [1]$$

kde q je tepelný tok, α je součinitel přestupu tepla a Δt je hnací síla = rozdíl tepla. [1]

2.4. Radiace

Radiace neboli přenos zářením, je elektromagnetické vlnění, které se šíří prostorem rychlostí $c = 300\,000\,000$ m/s. Záření se dělí dle vlnových délek:

- záření gama
- rentgenové (RTG)
- extrémní ultrafialové (EUV)
- ultrafialové optické
- infračervené záření
- submilimetrové záření
- mikrovlnné záření
- radiové záření

Při dopadu paprsků na povrch se může záření odrazit, může dojít k průchodu objektem, či k jeho pohlcení. Energetická bilance se dá vyjádřit rovnicí $E = E_{\rho} + E_{\alpha} + E_{\tau}$ kde:

E = hustota zářivého toku

E_{ρ} = hustota odraženého zářivého toku

E_{α} = hustota absorbovaného zářivého toku

E_{τ} = hustota toku prošlého objektem

Do rovnice se dále zavedou reflektance ρ , absorpance α a transmitace τ . Z toho dostaneme rovnici 1. Kirchhoffova zákona: $\rho + \alpha + \tau = 1$.

Reflektance – je to poměr, který udává kvantum světla, který se odrazí od objektu k celkovému kvantu světla, které dopadá na objekt.

Absorbance – je to poměr, který udává kvantum světla vstřebaného v objektu k celkovému kvantu světla, které dopadá na objekt.

Transmitance – je to poměr, který udává kvantum světla procházejícího objektem, k celkovému kvantu světla, které dopadá na objekt.

Jejich hodnoty závisí na kvalitě povrchu objektu a také na jeho stavu a druhu. [1]

2.5. Odvod kapalných vlhkostí z těla

Lidé díky termoregulační činnosti produkují vodu a to v podobě potu. Při odpařování potu dochází k ochlazovacímu efektu. Odvod vlhkosti se u oblečeného člověka řídí třemi způsoby:

difúzí

kapilárně

sorpčně

Odvod holé lidské kůže je tak jednodušší než u člověka oblečeného. [1]

2.5.1. Difúze

Prostup vlhkosti z lidské pokožky difúzí probíhá prostřednictvím pórů. Póry se svou velikostí a kličatostí zúčastňují kapilárního odvodu.

Vlhkost proniká textilií ve směru nižšího částečného tlaku vodní páry. Difúzní odpor individuálních textilních vrstev různých druhů a kvalit se poté sčítá, přičemž významnou rolí je i odpor vzduchových mezivrstev.

V porézních textiliích je pára přenášena vedením otvory (kanály), které se vyskytují v jednotlivých částech oděvu.

Otevřené materiály díky své větší porositě, jako jsou například pleteniny, mají vyšší propustnost vodní páry než tkaniny. [1]

2.5.2. Kapilární odvod

Kapilární odvod potu se zakládá v tom, že pot v kapalném skupenství ulpívající na lidské pokožce je ve styku s první oděvní vrstvou a kapilárními cestami prosakuje všemi směry do její plochy. Jde o efekt takzvaný knotový. [1]

Kapilární tlak ΔP , způsobující tok kapalné vlhkosti obecně od velkých pórů o efektivním poloměru R k malým pórům odpovídajícího poloměru r , je úměrný povrchovému napětí vody γ a funkci \cos kontaktního úhlu Θ (charakterizující smáčecí schopnosti této textilie) podle rovnice

$$\Delta P = 2\gamma [(p_r \cdot \cos \Theta_r / r) - p_R \cdot \cos \Theta_R / R]$$

Zde termín p představuje zvětšení vnitřního povrchu kapilárních kanálů. [1]

Jestliže došlo k nějaké povrchové úpravě vláken, která zvyšuje jejich drsnost, jako například laserová úprava, pak se zvýší kapilární tlak a díky tomu vykazují látky takto upravené vyšší knotové vlastnosti. Struktura příze, pro intenzivnější odvod vlhkosti, musí mít co nejmenší místo mezi speciálně formovanými vlákny a musí být kompaktní. Zároveň však musí být mezi kapalinou a vláknem dostatečně malá adheze. Ukázkou vláken, kde síly adhezní převyšují síly kapilární, jsou vlákna viskózová nebo bavlněná. [1]

2.5.3. Sorpce

Při sorpčním procesu nejdříve dojde k vniku vlhkosti, či potu v kapalném skupenství do neurovnaných mezimolekulárních oblastí uvnitř struktury vlákna a dále k jejímu navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Proces je podmíněn aplikací textilie, která alespoň z části obsahuje sorpční vlákna.

Transportu vlhkosti se všechny tři způsoby zúčastňují současně. Nejrychlejším transportem je kapilární odvod a difúze a poté způsob sorpční, který je nejpomalejší. [1]

3. Hodnocení termofyziologického komfortu textilií

Termofyziologický komfort, který poskytuje oděv, se dá hodnotit pomocí přístrojů charakterizujících daný fyzikální děj, ale bez vztahu, který platí v systému pokožka – oděv – prostředí, anebo měřit přenos vlhkosti a tepla za předpokladů blízkých fyziologickému systému lidského těla. V posledních letech převažuje postup druhý, neboť umožňuje klasifikovat termofyziologický komfort spolehlivěji, než metody skupiny první. [1]

Metoda první skupiny je založená na využití tzv. skin modelu „*model lidské pokožky*“.

Termofyziologický komfort textilií pak lze charakterizovat na základě dvou parametrů a to: výparného a tepelného odporu. Výparný odpor hraje velice důležitou roli při odpařování potu z pokožky a tím dochází k ochlazení těla. [1]

Úroveň ochlazení závisí především na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, a dále pak na propustnosti oděvní soustavy pro vodní páry.[1]

Výparný odpor charakterizuje tepelné působení vnímané pokožkou, vznikající v důsledku odpařování potu. Je nutné rozlišovat výparný odpor celkový (oděvu) a výparný odpor vrstvy přilehlého vzduchu (tzv. mezní vrstvy). [1]

Klasickými metodami pro měření propustnosti vodních par:

Gravimetrická metoda

Metoda DREO

Stanovení termofyziologického komfortu za pomoci Skin modelu

Pomocí přístroje Permetest [1]

3.1. Přístroj Permetest

Permetest, viz obrázek č. 2, je přístroj malých rozměrů sloužící k měření přímého toku q , který prochází povrchem modelu lidské kůže. Povrch tohoto modelu je porézní a zároveň je zavlhčován, čímž probíhá simulace ochlazování pokožky pocením. Měřený vzorek je na tento povrch položen přes separační folii a vnější část měřeného vzorku je ofukována. [1]



Obr. č. 2 Přístroj Permetest

Měřicí hlavice, při měření paropropustnosti a výparného odporu, je udržována na teplotě okolní atmosféry, která je obvykle 20 – 23°C, a která je do zařízení nasávána. Tím jsou zaručeny izotermické podmínky. Vlhkost se poté v porézní vrstvě mění v páru, která prochází vzorkem skrze separační folii. Výparný tepelný tok je měřen zvláštním snímačem a jeho hodnota je nepřímo úměrná výparnému odporu textilie, nebo přímo úměrná její paropropustnosti. Nejdříve se tepelný tok měří bez vzorku a poté se vzorkem. Přístroj pak registruje tepelné toky q_0 a q_v .

V případě měření tepelného odporu vzorku se měřicí hlavice (suchá) udržuje o teplotě o 10 – 20°C více, než je teplota vzduchu okolí. Tepelný tok je ze vzorku do okolního prostředí odváděn konvekcí a je znovu registrován. Výhodou je nedlouhá doba měření a možnost měření v normálních klimatických podmínkách. [1]

Na přístroji lze měřit relativní propustnost vodních par p [%], což je velice praktický parametr. Zde tepelný tok q_0 představuje 100% propustnost, který je vyvozený odparem z vodní hladiny a je stejného průměru jako měřený vzorek. Měřeným vzorkem se zakryje tato hladina a tepelný tok klesne na hodnotu q_v . Platí, že:

$$p = 100 * (q_v/q_0) [\%] [1]$$

Dále stanovení výparného odporu:

$$\mathbf{Ret} = (\mathbf{P}_m - \mathbf{P}_a) * (\mathbf{q}_v^{-1} - \mathbf{q}_o^{-1}) [\mathbf{Pa} * \mathbf{m}^2 * \mathbf{W}^{-1}]$$

Kde **Ret** je výparný odpor [$\text{Pa} * \text{m}^2 * \text{W}^{-1}$], **P_m** [Pa] je parciální nasycený tlak páry na měřící hlavici, **P_a** [Pa] parciální tlak páry, která je ve zkušební místnosti ve vzduchu, při teplotě atmosféra ve zkušební místnosti, **q_v** [W/m^2] je hustota (tepelného toku), procházející hlavici, která je měřeným vzorkem zakrytá a **q_o** [W/m^2] je hustota (tepelného toku), procházející hlavici, která zakrytá měřeným vzorkem není. [1]

4. Teorie autosedaček

Na automobilovou sedačku jsou kladeny nároky a to jak z hlediska aktivní bezpečnosti, tak i z hlediska pasivní. Aktivní bezpečností se rozumí, že sedadlo musí při nárazu s bezpečnostními pásy maximálně ochránit posádku vozidla. Pasivní bezpečností se rozumí odvádění vlhkosti a tepla pro příjemný pocit a tím, aby se posádka cítila co nejkomfortněji.

V dnešní době výrobci vybavují sedačky mnoha vymoženostmi, aby se pasažér cítil opravdu co nejkomfortněji. Patří sem např. vyhřívání či naopak klimatizování sedaček. Musí se brát v potaz, že mnoho lidí tráví v automobilu či jiném vozidle většinu dne a lze předpokládat, že zrovna tito lidé budou vyhledávat komfortní cestování. Kontakt s automobilovou sedačkou by tedy neměl být pro pasažéry diskomfortní. [3]

Automobilové sedačky jsou běžně tvořeny ze třech až čtyřech částí a těmi jsou, viz obr. ESX kovová konstrukce sedačky, výplň sedačky, kterou tvoří PUR pěna, potah sedačky a může být hlavová opěra. [3]



Obr. č. 3 Průřez automobilovou sedačkou [3]

V dnešní době se kladou vysoké nároky na rostoucí komfort a také na funkce sedaček. Vysokou snahou výrobců je snížení hmotnosti a to například nahrazením materiálů některých pevných částí a to hliníkem či hořčíkem. Cílem je zvýšení komfortu a menší spotřeba paliva. [3]

Kovový rám autosedačky je tvořen ocelovou konstrukcí a je složen ze dvou částí. První část tvoří sedák uchycený ke karoserii automobilu za pomoci posuvného zařízení, aby se mohlo

sedadlo pohybovat vzad a vpřed. Druhá část je opěra a na ní držáky pro hlavovou opěrku. Dále jsou na kovovou konstrukci připevněné elektroinstalace, naklápění opěradla a plastové díly. [3]

Na obrázku č. 4, viz níže, lze vidět jednu z mnoha automobilových sedaček firmy Proseat s.r.o.



Obr. č. 4 Automobilová sedačka firmy Proseat s.r.o. [4]

5. Potah automobilových sedaček

Automobilové potahy sedaček jsou tvořeny jednotlivými vrstvami, které se působením vysoké teploty a tlaku společně laminují. První vrstvu tvoří pletenina, tkanina či useň, druhou vrstvu tvoří polyuretanová pěna a poslední vrstvou je podšívka.

Potah automobilové sedačky je tvořen z několika součástí, které se následně sešijí speciálními nitěmi. Speciální nitě musí samozřejmě splňovat pevnostní standardy, zajistit stálobarevnost a odolávat UV záření. Ovšem musí také, při aktivování bočního airbagu, v požadované míře proběhnout jejich porušení tak, aby airbag nezpůsobil posádce zranění a naopak jej ochránil. [3]

U šití potahu je šicí rychlost až 2800 stehů za minutu, je tak kladena velká náročnost, z důvodu vyšší teploty, na šicí materiál. Ten je opatřen povrchovou modifikací pro pokles tření. Pro švy je používán vícenásobně skaný polyester, z důvodu neustálého namáhání tlakem a pohybem pro schopnosti odolnosti proti oděru a prodloužení. [3]

5.1. Vrchní vrstva

Potahy mohou mít vrchní vrstvu tvořenou z tkaniny, což je plošná textilie vznikající provázáním dvou na sebe kolmých soustav nití. Jde o soustavy nití osnovních (podélných) a útkových (příčných). Místo, ve kterém se útková a osnovní nit kříží, se označuje jako vazný bod. Pro potahy se používá vazeb plátňových, keprových a někdy i žakárových. Žakárovou vazbou lze vytvořit barevné vzory. Oproti pletenině je nevýhodou tkaniny její nízká pružnost. Další vrchní vrstvou může být pletenina, což je také plošná textilie, kterou lze vytvořit z jedné soustavy nití. Pletenina vzniká proplétáním oček v horizontálním či vertikálním směru.

Jako další vrchní materiál potahu lze použít useň. Useň může být přírodní, získávaná z kůže obratlovců. Dále může být useň umělá. Hmotnost oproti usni přírodní je o 30% - 50% menší. [3]

5.2. Střední vrstva

Střední vrstvu tvoří PUR pěna, mající tloušťku 2,5 – 8 mm. Z hlediska recyklovatelnosti jsou tyto PUR pěny nahrazovány například netkanými 3D textiliemi. Jednou takovou netkanou textilií je např. spacer, který je známý vertikálním směrem vláken, což vede ke zlepšení mechanických vlastností. [3]

5.3. Spodní vrstva

Spodní vrstvou u potahu je podšívková osnovní pletenina. [3]

5.4. Části potahů

Autopotahy jsou složeny z hodně nástřihů a střihů. Základní dělení nástřihů autopotahů je do dvou částí, střední část, tak zvaná Insert a universální část tak zvaná UNI.

Střední část je plocha dotyková, jelikož je v přímém kontaktu s uživatelem. Tento nástřih je vyroben z nákladnějších a barevnějších textilií. Použité vazby mohou být základní, kombinované, odvozené z důvodu více barevnosti a možnosti více vzorů.

Universální část tvoří plocha popisovaná jako nekontaktní. Tkaniny, použité na universální část, bývají bez vzoru, hladké a jednobarevné. Tkaná je většinou v keprové vazbě. [5]

6. PUR pěny

PUR pěny jsou nejpoužívanějším materiálem v automobilovém průmyslu k výrobě sedáků, opěr, loketních a hlavových opěr, apod. K produkci, která je relativně rychlá a také přesná, slouží zkonstruované formy, díky kterým lze dosáhnout různých tvarů a to v poměrně krátkém čase. [6]

PUR pěna firmy Proseat s.r.o. je termosetický, elastický plast vzniklý chemickou reakcí polyolové směsi a vypěňovačů (isokyanátů). Firma ve výrobních závodech využívá dva druhy izokyanátů, a to methyldiisocyanate (MDI) a toluenediisocyanate (TDI) a výběr izokyanátu závisí na očekávání a požadavcích zákazníků. Pro polyoly se využívají dvě odlišné molekulové hmotnosti, které se liší funkcí produktu. Při výrobě PUR pěn vzniká jako jediná vedlejší látka oxid uhličitý, který je zde potřebný z hlediska struktury PUR pěny a vyskytuje se v ní formou pórů. Díky tomu nabývá PUR pěna skvělých vlastností v oblasti pružení a tlumení. Tuhé odpady pak tvoří zmetky, odřezky či přetoky z forem. [6]

PUR pěny se odlišují fyzikálními vlastnostmi, jako je odolnost proti stlačení, tvrdost, elasticita či tlumící a pružící hodnoty. Ke spojení komponentů dochází ve vstřikovací hlavici a následně je směs napuštěna do formy. Vzhledem k tomu, že po promíchání látek přichází chemická reakce, musí být proces co nejrychlejší. U výrobku lze kombinovat rozdílné vlastnosti a tak si zákazník může zvolit, že například střed bude mít odlišnou tvrdost, než okraje. Tyto kombinace jsou běžné a žádané např. u výroby sedáků.[6]

6.1. Mechanické vlastnosti PUR pěn

Mechanické vlastnosti PUR mohou zásadně ovlivnit komfort při sezení a to jak v dynamickém tak i statickém stavu. Mechanické vlastnosti jsou závislé na poměru jednotlivých složek. Podle složení směsi lze tedy produkovat PUR pěny MDI a TDI. Tyto varianty je možné vyrobit v provedení s uzavřenými či otevřenými póry. Pro otevřené póry je typické, že se povrchová struktura odlišuje od struktury vnitřní. Povrch tvoří méně prodyšná vrstva, která zčásti zabraňuje unikání vzduchu. Vnitřní struktura je tvořena vzájemně propojenými póry (dutinami), které při deformaci pěny umožňují volný pohyb vzduchu. [6]

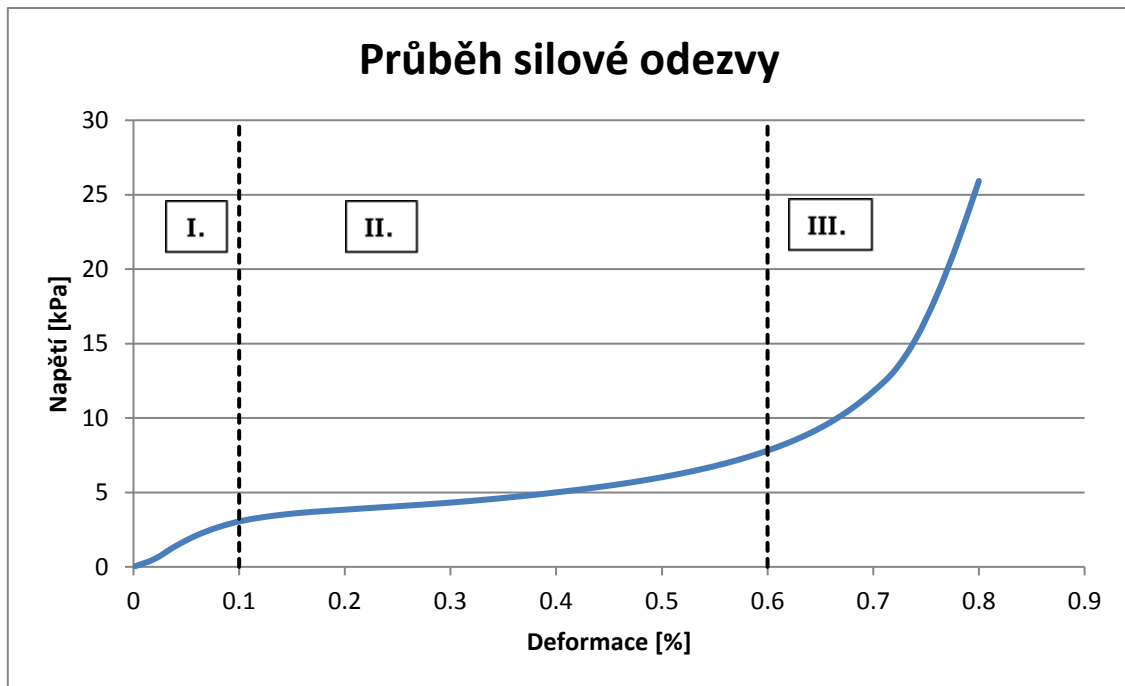
6.2. Statické vlastnosti PUR pěn

PUR pěna je typická vlastnostmi zvanými viskoelastické. Znamená to kombinaci vlastností kapalné a pevné látky. Elastické vlastnosti převažují při krátkodobém zatěžování. U dlouhodobého zatěžování je naopak chování pěny obdobné jako u viskózní kapaliny. U statických vlastností záleží na obou chováních. [6]

Při stlačování pěny je na deformaci a rychlosti deformace závislá silová odezva. Při stlačování nastává deformace pórů pěny a při následujícím odlehčení opět jejich obnovení. Kvůli viskóznímu chování pěny dojde u dlouhodobého zatěžování ke dvěma významným dějům. Trvalá deformace má za následek deformaci pórů, které neregenerují dostatečně rychle. Obecně je tento jev nazýván jako relaxace pěny. Při trvalém zatížení konstantním tlakem dojde k zvýšení deformace a tím ke snížení napětí. Časová deformace se díky konstantnímu napětí nazývá tečení. Je to stav, kdy je PUR pěna stálým napětím trvale zatěžována a tím dochází k rovnoměrnému navyšování deformace s časem. [6]

6.3. Fyzikální vlastnosti PUR pěn

Na obrázku č. 5 je znázorněn průběh silové odezvy při stlačování PUR pěny navyšující se silou. Průběh silové odezvy je na vzorku PUR pěny 100x100x50mm. Křivka silové odezvy je rozdělena do tří oblastí. I. Oblast je deformace 5-10%, tudíž mírná. Od nulových hodnot je takřka lineární náběh s vyšší strmostí. V této oblasti lze vidět vyšší místní tuhost a vysokou elasticitu. II. oblast je nazývána oblastí jízdního komfortu. Deformace PUR pěny je zde mezi 10 a 60%. Opětovně je zde takřka lineární náběh síly, ovšem nejnižší strmostí. Pro tuto oblast je typická malá místní tuhost a účinek odpružení s vyšším tlumením. III. oblast je typická deformací PUR pěny přibližně 60% a více. Vyznačuje se náhlým zvýšením napětí. Razantně se navyšuje strmost a průběh je nelineární. PUR pěna viditelně ztuhne a zvýší se místní tuhost. Zde již PUR pěna ztrácí své vlastnosti. PUR pěna kvůli narůstajícímu silovému účinku velmi ztuhne a vlastnostmi se přibližuje pevné desce.[6]



Obr. č. 5 Závislost napětí na deformaci PUR vzorku - rozdělení na 3 oblasti[6]

Vzhledem k viskoelastickému chování PUR pěn, je nezbytné vhodným způsobem modelovat a charakterizovat toto chování. Reologie je vědní obor, zabývající se studováním deformací hmot a vyhledává vzájemné spojitosti mezi deformací, rychlosti deformace u různých druhů materiálů a mezi napětím. Vznikají tak zvané reologické modely, díky kterým usiluje o co nejlepší vystižení chování rozličných materiálových látek. [6]

Praktická část

Průběh měření

Vzhledem ke komplexnosti výzkumu je ve stručnosti uveden plán měření.

V praktické části je mnoho měření za různých podmínek, proto jsou uvedeny jejich zkratky pro lepší orientaci: VP – vzorek potahu, PS – PUR pěna se strukturou, PC – PUR pěna celistvá, PPS – potah a PUR pěna se strukturou, PPC potah a PUR pěna celistvá, PPSF – potah, PUR pěna se strukturou a fólie, PPCF – potah, PUR pěna celistvá a fólie, PPSD – potah s PUR pěnou se strukturou a deskou, PPCD – potah s PUR pěnou celistvou a deskou, PRS – PUR pěna s reálnou strukturou.

Pro měření byly využity 4 vzorky PUR pěn celistvých, 4 vzorky PUR pěn se strukturou a 3 vzorky potahu, a to z toho důvodu, že při měření ovlivňuje hmotnost pěny vlhkost z Permetestu a mokrého potahu Proto každé měření probíhalo s novým vzorkem PUR pěny, aby byla zaručena hmotnost při normální vlhkosti.

Měření PUR pěn probíhalo za několika různých podmínek. Pro lepší orientaci v měření PUR pěn je popis několika podmínek. Měření póry nahoru znamená, že měření probíhá na povrchu pěny, tedy na lící straně, jak je v reálném světě skutečně používána. Měření póry dolů je přesně naopak, tedy rubní strana. S touto pozicí se v realitě není možné setkat, ale díky ní se simulovala paropropustnost samotné pěny. V praktické části byla využita sušící komora, která sloužila pro zjištění ultrasuché hmotnosti potahů, v dalších krocích praktické části je po namočení potahu ve vodě s kapkou detergentu využito už jen postupné sušení papírovými ubrousky. Sušení se provádělo do doby, než se hmotnost vzorku dostala na jeho původní jako při normální vlhkosti.

V grafech v praktické části je porovnávána hladina významnosti p , která je zaokrouhlována na 3 desetinná místa, oproti koeficientu spolehlivosti α , která je pro 95% interval spolehlivosti 0,05. V případě menší hladiny významnosti je měření statisticky významné a naopak. Dále je v tabulkách uváděn průměr a variační koeficient. Variačním koeficientem se rozumí poměr směrodatné odchylky proti aritmetickému průměru, tedy jak jsou hodnoty vychýlené od průměru.

Začátek praktické části je soustředěn na prověřování samostatného potahu. Zjišťování jeho hmotnosti při normální vlhkosti, kterou se míní hmotnost za běžných klimatických podmínek v laboratoři, a po sušení v komoře, tedy zjištění jeho ultrasuché hmotnosti. Dále stanovení jeho relativní vlhkosti. Relativní vlhkostí se míní procentuální vyjádření nasycení vzorku vodními parami. Relativní vlhkost je vypočítána z ultrasuché hmotnosti získané sušením vzorku v komoře a mokré hmotnosti získané namočením potahu ve vodě s kapkou detergentu, následným sušením papírovými ubrousky a okamžitým vážením. Vzoreček výpočtu viz kapitola 8. Na to navazuje měření tepelné jímavosti při určité relativní vlhkosti vzorku za pomoci přístroje Alambeta, o které se lze více dočíst v kapitole 1.2.1.

Dalším krokem je zjišťování relativní propustnosti vodních par a výparného odporu samostatného potahu a PUR pěn. U měření PUR pěn se nejprve porovnávaly hodnoty při měření póry nahoru a póry dolů. Dále pak měření PUR pěn v kombinaci s potahem. V případě samostatného potahu se poté měřila ještě relativní propustnost vodních par za mokra a při následném sušení. Další měření relativní propustnosti vodních par spočívalo v nalepení fólie, která nahrazovala faktickou tloušťku sedačky, na PUR vzorky. Tyto byly proměřovány v kombinaci s mokrým potahem a při následném sušení papírovými ubrousky. U každého měření byl použit nový vzorek PUR pěny (suchý), kvůli ovlivnění vlhkosti z potahu a z Permetestu.

Jako poslední kapitolou je stanovení prodyšnosti, tedy prostupu vzduchu skrze vzorky. Stejně jako v celé praktické části, byly jednotlivé komponenty nejdříve měřeny samostatně za různých podmínek. Tím se míní měření póry nahoru, dolů, mokrého potahu a při postupném sušení a podobně. Navazovalo zjišťování prodyšnosti skrze pěny s potahem a průtok vzduchu do stran. Toto měření bylo prováděno za pomoci plastové destičky, která simulovala neprodyšnost skrze pěny a zároveň tak simulovala tloušťku reálné automobilové sedačky. V závěru praktické části byla porovnána prodyšnost vzorku se strukturou reálné sedačky a vzorku simulující propojení kanálků ve struktuře s příčnými drážkami.

Použité vzorky:

4 vzorky PUR pěny celistvé (bez drážek) mající délku 16 cm, výšku 16 cm a tloušťku 19 mm.



Obr. č. 6 Vzorek celistvé PUR pěny (bez struktury)

Geometrická poróznost celistvého vzorku

$a = 0,16 \text{ m}$, $b = 0,16 \text{ m}$, $c = 0,019 \text{ m}$, $m_{\text{vzorku}} = 0,34 \text{ kg}$, $\rho = 1300 \text{ kg/m}^3$

Nejprve se ze známých hodnot spočítal objem vzorku.

$$V_{\text{celistvá}} = a \cdot b \cdot c$$

$$V = 0,00049 \text{ m}^3$$

Se zjištěným objemem se vypočítala hmotnost 100% PUR pěny.

$$m_{100\% \text{PUR}} = V \cdot \rho$$

$$m_{100\% \text{PUR}} = 0,637 \text{ kg}$$

Poróznost dána vztahem 1-Zaplnění. Výpočet zaplnění je uveden níže pod porózností.

$$P = 1 - Z$$

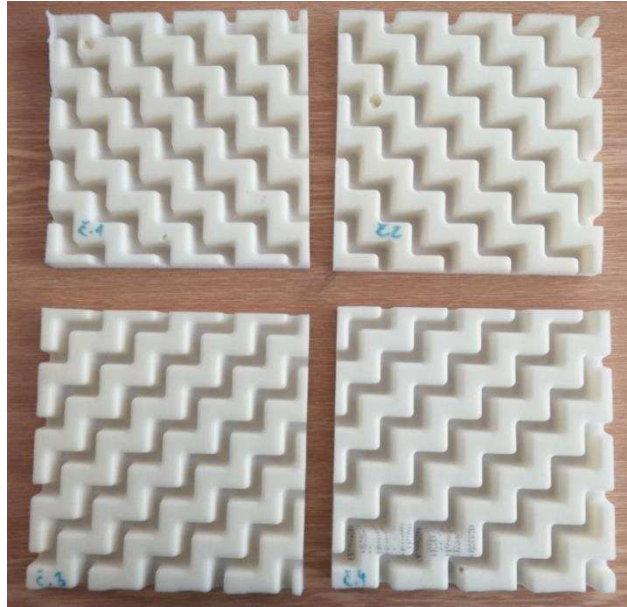
$$Z = \frac{m_{\text{vzorku}}}{m_{100\% \text{PUR}}}$$

$$Z = 0,53$$

$$P = 0,47$$

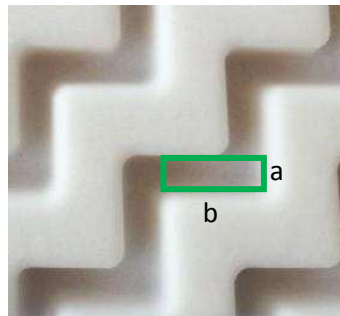
Porózita celistvého vzorku je tedy 47 %.

4 vzorky PUR pěny s drážkami mající délku 16 cm, výšku 16 cm a tloušťku 19 mm, přičemž 16 mm tvoří hloubka struktury.



Obr. č. 7 Vzorek PUR pěny se strukturou

Geometrická porózita vzorku se strukturou



Obr. č. 8 Řádek v PUR pěně se strukturou

U PUR vzorku se strukturou se nejprve vypočítal objem jednoho „řádku“, přičemž hodnota c , je hloubka.

$$a = 0,007 \text{ m}, b = 0,018 \text{ m}, c = 0,016 \text{ m}, m_{\text{vzorku}} = 0,21 \text{ kg}, \rho = 1300 \text{ kg/m}^3$$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$V_{\text{řádku}} = 0,000002016 \text{ m}^3$$

Po získání objemu jednoho řádku se vypočítal objem celé struktury, která je v daném vzorku složená z dalších 64 řádků.

$$V_{\text{struktury}} = V_{\text{řádku}} \cdot 64 \text{ řádků}$$

$$V_{\text{struktury}} = 0,00013 \text{ m}^3$$

Pro získání objemu pěny bez struktury (V_{BS}) se vzala hodnota objemu celistvého vzorku, od kterého se odečetl objem struktury a tím se získal objem PUR pěny bez struktury.

$$V_{\text{BS}} = V_{\text{celistvá}} - V_{\text{struktura}}$$

$$V_{\text{BS}} = 0,00036 \text{ m}^3$$

V dalších krocích jsou vzorečky a počty stejné jako u celistvého vzorku.

$$m_{100\% \text{PUR}} = V_{\text{BS}} \cdot \rho$$

$$m_{100\% \text{PUR}} = 0,468 \text{ kg}$$

$$P = 1 - Z$$

$$Z = \frac{m_{\text{vzorku}}}{m_{100\% \text{PUR}}}$$

$$Z = 0,45$$

$$P = 0,55$$

Poróznost PUR vzorku se strukturou je tedy 55 %.

Výpočet styčné plochy struktury s potahem

Nejprve se spočítala styčná plocha celistvého vzorku:

$$a = 0,16 \text{ m}, b = 0,16 \text{ m}$$

$$S = a \cdot b$$

$$S_{\text{C}} = 0,0256 \text{ m}^2$$

Následně pak plocha průchozí struktury (S_{PS}) jako u počítání objemu:

$$a = 0,007 \text{ m}, b = 0,018 \text{ m}$$

$$S_{PS} = 0,000126 \text{ m}^2$$

S_{PS} se opět vynásobila počtem „řádků“ a tím se vypočítala plocha průchozí struktury celého vzorku.

$$S_{str} = 0,0081 \text{ m}^2$$

Po tomto výpočtu se vzala plocha celistvého vzorku, od kterého se odečetla hodnota plochy průchozí struktury.

$$S_{styčná} = S_C - S_{str}$$

$$S_{styčná} = 0,0175 \text{ m}^2$$

Styčná plocha s potahem je tedy $0,0175 \text{ m}^2$.

3 vzorky potahu automobilových sedaček mající délku 14 cm a výšku 14 cm.



Obr. č. 9 Vzorek potahu automobilových sedaček

Geometrická porózita potahu

Geometrická porózita potahu byla vypočítána bez vrchní textilie a stejně jako u celistvé pěny.

$$a = 0,14 \text{ m}, b = 0,14 \text{ m}, c = 0,02 \text{ m}, m_{\text{vzorku}} = 0,0024 \text{ kg}, \rho = 1300 \text{ kg/m}^3$$

Nejprve se ze známých hodnot spočítal objem vzorku.

$$V_{\text{celistvá}} = a \cdot b \cdot c$$

$$V = 0,00039 \text{ m}^3$$

Se zjištěným objemem se vypočítala hmotnost 100% PUR pěny.

$$m_{100\%PUR} = V \cdot \rho$$

$$m_{100\%PUR} = 0,507 \text{ kg}$$

Porózita dána vztahem 1-Zaplnění. Výpočet zaplnění je uveden níže pod porózitou.

$$P = 1 - Z$$

$$Z = \frac{m_{\text{vzorku}}}{m_{100\%PUR}}$$

$$Z = 0,005$$

$$P = 0,995$$

Porózita potahu je tedy 99,5 %.

1 vzorek PUR pěny – vzorek se strukturou z reálné automobilové sedačky



Obr. č. 10 Vzorek z reálné automobilové sedačky

Přístroje využívané v praktické části:

Sušicí komora



Obr. č. 11 Sušicí komora

Analytické váhy



Obr. č. 12 Analytické váhy

Alambeta



Obr. č. 13 Alambeta

Permetest



Obr. č. 14 Permetest

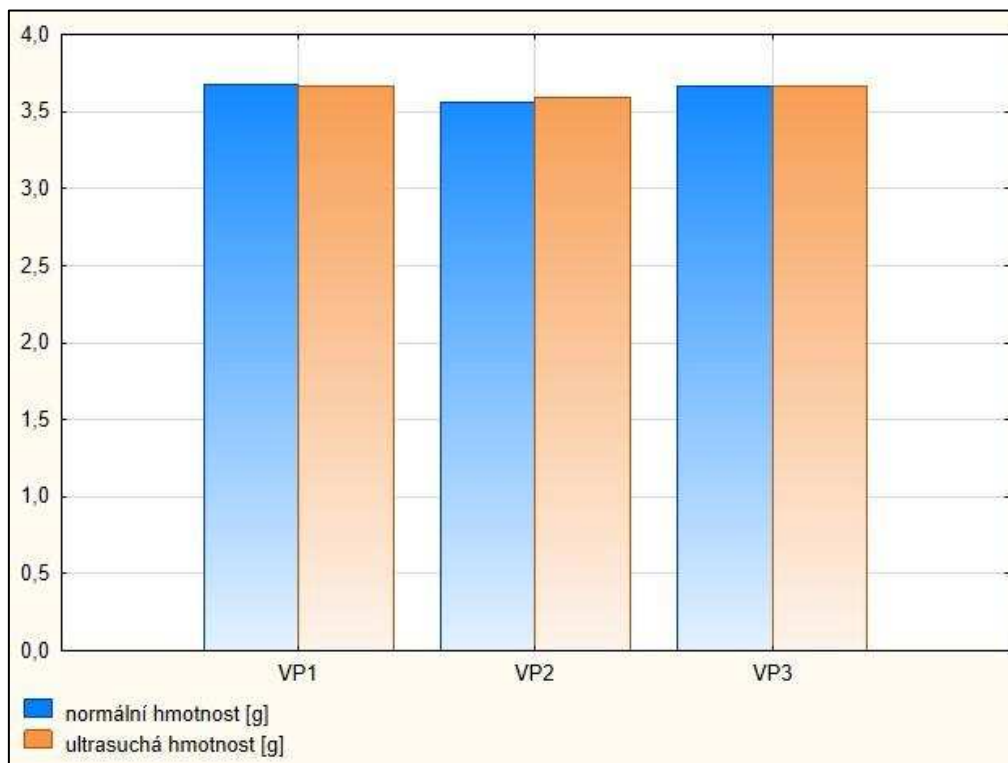
Přístroj na měření prodyšnosti



Obr. č. 15 Přístroj na měření prodyšnosti

7. Hmotnost vzorků potahů při normální vlhkosti a po sušení komorou

Hmotnost potahů při normální vlhkosti je téměř stejná jako hmotnost sušeného vzorku (ultra suchá hmotnost). Na obrázku č. 16 lze vidět graf s rozdíly hmotností, kde normální hmotnost je hmotnost při normální vlhkosti a ultra suchá hmotnost je po sušení v komoře. U potahu č. 1 je rozdíl po sušení v komoře o $-0,01$ g, u potahu č. 2 vzrostla hmotnost po sušení o $0,03$ g a hmotnost potahu č. 3 se po sušení nezměnila.



Obr. č. 16 Hmotnosti potahů při normální vlhkosti a po sušení komorou

8. Výpočet relativní vlhkosti potahů

V tabulce 1 lze v první řadě vidět hodnoty hmotnosti [g] získané na analytických vahách. Jde o zvážení vzorku potahu po vyndání z komory, tedy zjištění ultra suché hmotnosti, dále vzorku namočeného ve vodě s kapkou detergentu a při následném sušení papírovými ubrousky.

Dalším parametrem v tabulce 1 je vypočítaná relativní vlhkost vzorku **RH** [%] dle vzorce:

$$RH = \frac{m_{mokr\acute{a}} - m_{us}}{m_{us}} * 100$$

Kde **RH** je relativní vlhkost vzorku [%], **m_{mokr^á}** je hmotnost [g] mokrého vzorku a následně sušeného papírovými ubrousky a **m_{us}** je hmotnost [g] ultra suchého vzorku.

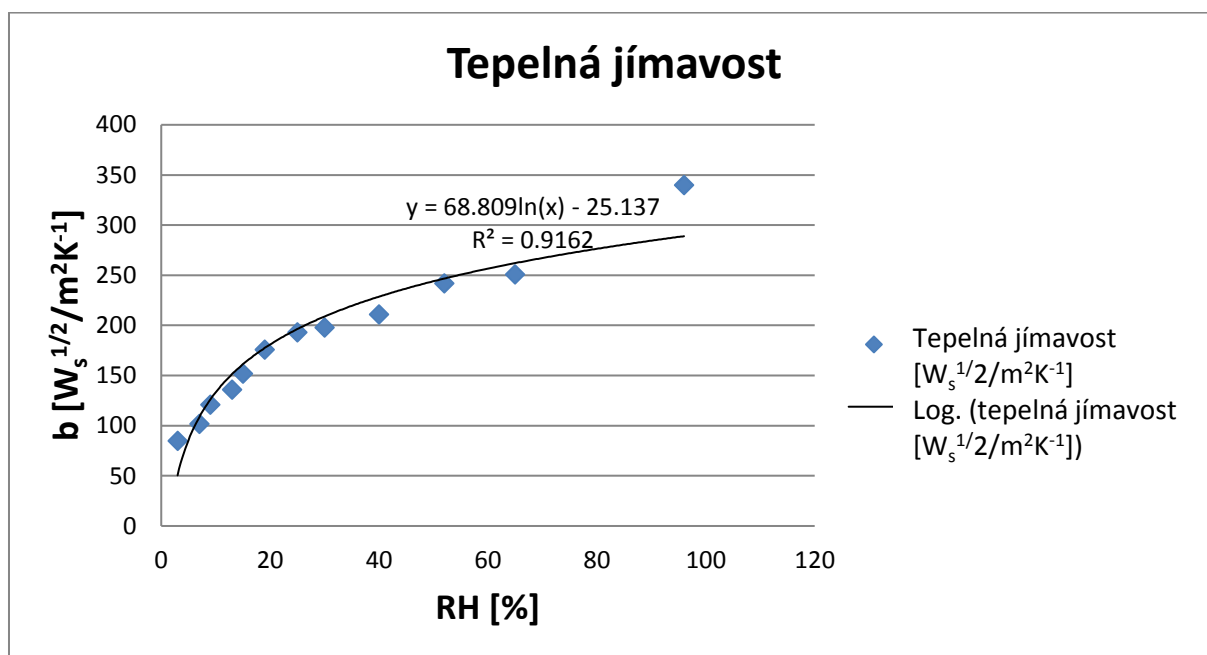
V posledním sloupci v tabulce č. 1 je možno vidět tepelnou jímavost **b** [$W_s^{1/2}/m^2K^{-1}$]. Tato hodnota byla získána na přístroji Alambeta (viz kapitola 1.2.1.). [1]

Z toho měření je patrné, že mokrý potah má nejvyšší tepelnou jímavost **b**, a proto je pocitově nejchladnější. Při následném sušení vzorku se snižuje hmotnost, relativní vlhkost a i tepelná jímavost. Znamená to tedy, že při postupném sušení se stává vzorek pocitově teplejším a tím i příjemnějším na dotek.

Tab. č. 1 Hmotnosti, výsledky RH a tepelná jímavost potahů

	VP č. 1		
	hmotnost [g]	RH [%]	tepelná jímavost b [$W_s^{1/2}/m^2K^{-1}$]
ultra suchá hmotnost	3,67		
mokrý potah	7,19	96	340
sušení č. 1	6,00	65	251
sušení č. 2	5,57	52	242
sušení č. 3	5,13	40	211
sušení č. 4	4,78	30	198
sušení č. 5	4,59	25	193
sušení č. 6	4,38	19	176
sušení č. 7	4,22	15	152
sušení č. 8	4,14	13	136
sušení č. 9	4,01	9	121
sušení č. 10	3,91	7	102
sušení č. 11	3,78	3	85

Na obrázku č. 17 je vyobrazený graf s tepelnou jímavostí na svislé ose y a relativní vlhkostí vzorku potahu na vodorovné ose x. Osa y, tedy tepelná jímavost, je proměnná a závislá na ose x, tedy na relativní vlhkosti vzorku. Znamená to, že se stoupající, či klesající relativní vlhkostí vzorku se bude měnit tepelná jímavost.



Obr. č. 17 Graf závislosti tepelné jímavosti na relativní vlhkosti

9. Relativní propustnost vodních par a výparný odpor

Měření relativní propustnosti vodních par p [%] a výparného odporu Ret [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$] bylo prováděno na přístroji Permetest (viz kapitola 3.1.).

Na obrázku č. 18 je v grafu uvedeno měření na Permetestu pouze u samostatného potahu a to u třech vzorků s hmotností při normální vlhkosti. Toto měření slouží ke zjištění relativní propustnosti a výparného odporu samotného potahu a bylo prováděno jednou. V následujících kapitolách je ověření relativní propustnosti mokrého potahu a při postupném sušení. Lze vidět, že se relativní propustnost vodních par a výparný odpor potahu nemění a to znamená, že když se použije jakýkoliv vzorek potahu pro PUR pěnu, nemá vliv na případné rozdílné hodnoty paropropustnosti

Relativní propustnost vodních par je uváděna v procentech a v případě, kdy by byla relativní propustnost nula, znamenalo by to, že je materiál nepropustný. Z výsledků měření, viz obrázek č. 18, je zřejmá vysoká relativní propustnost těchto materiálů, která vyplývá i z jejich relativně slabé tloušťky.



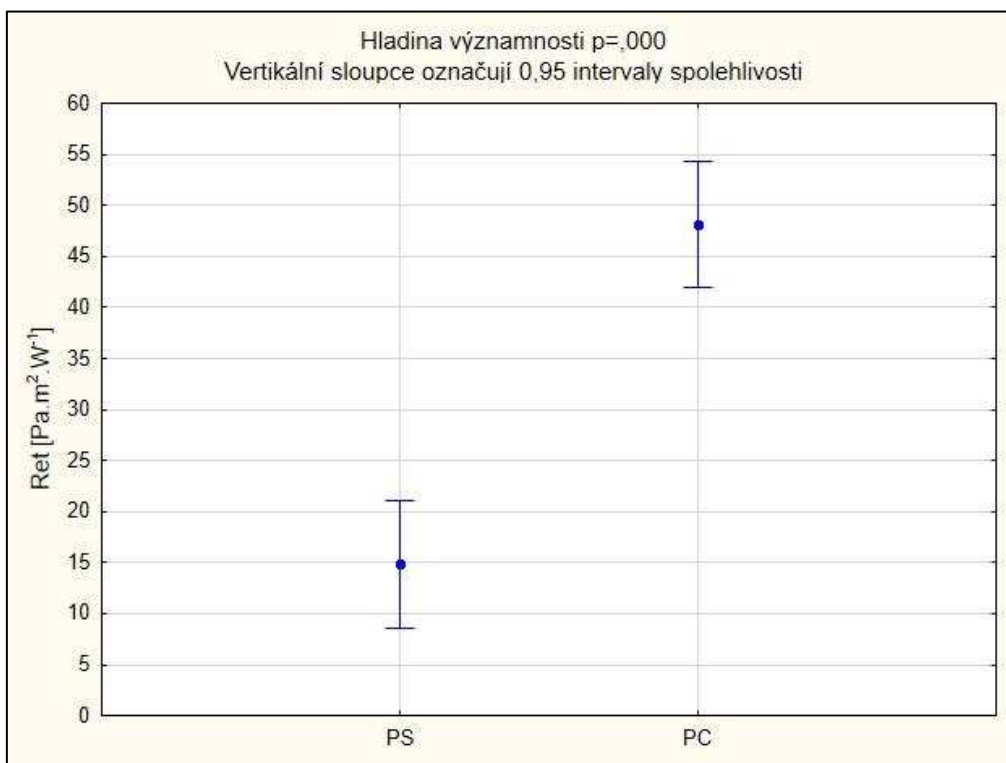
Obr. č. 18 Relativní paropropustnost vodních par a výparného odporu na samostatném suchém potahu

Na obrázku č. 19 a 20 jsou znázorněny výsledky měření výparného odporu u celistvé pěny a pěny se strukturou, které byly zkoušeny póry směrem nahoru a póry směrem dolů, vysvětlení měření viz kapitola průběh měření. Vzorky byly získány vyříznutím části z celistvé PUR pěny, proto má jedna jejich plocha pórovitější strukturu než plocha opačná, která tvořila původní povrch PUR sedačky.

Při porovnání obrázků č. 19 a 20 je vidět, že při měření celistvé pěny póry směrem nahoru vyšel výparný odpor menší než u měření opačného a tudíž má celistvější plocha vzorku lepší paropropustnost. Pravděpodobně se vodní pára sice hůře dostává skrz hladší a celistvější povrch do materiálu, ale po prostoupení se díky pórům lépe rozptýlí do okolního prostředí.

V grafech jsou znázorněny průměry naměřených hodnot a intervaly spolehlivosti. V obou případech vychází hodnota p , tedy hladina významnosti, menší než α , která je pro 95 % interval spolehlivosti 0,05. Intervaly spolehlivosti se tak nepřekrývají, tudíž má použitá struktura vliv na výparný odpor a je statisticky významná.

Pod grafy jsou uvedeny tabulky č. 2 a 3 s průměry naměřených hodnot výparného odporu a dále variační koeficienty. V tabulce č. 2 jsou hodnoty pro měření póry nahoru. Variační koeficient pro celistvou pěnu je 9,5 % a pro pěnu se strukturou 19,7 %. O tolik procent se nám hodnoty vychýlily od průměru.

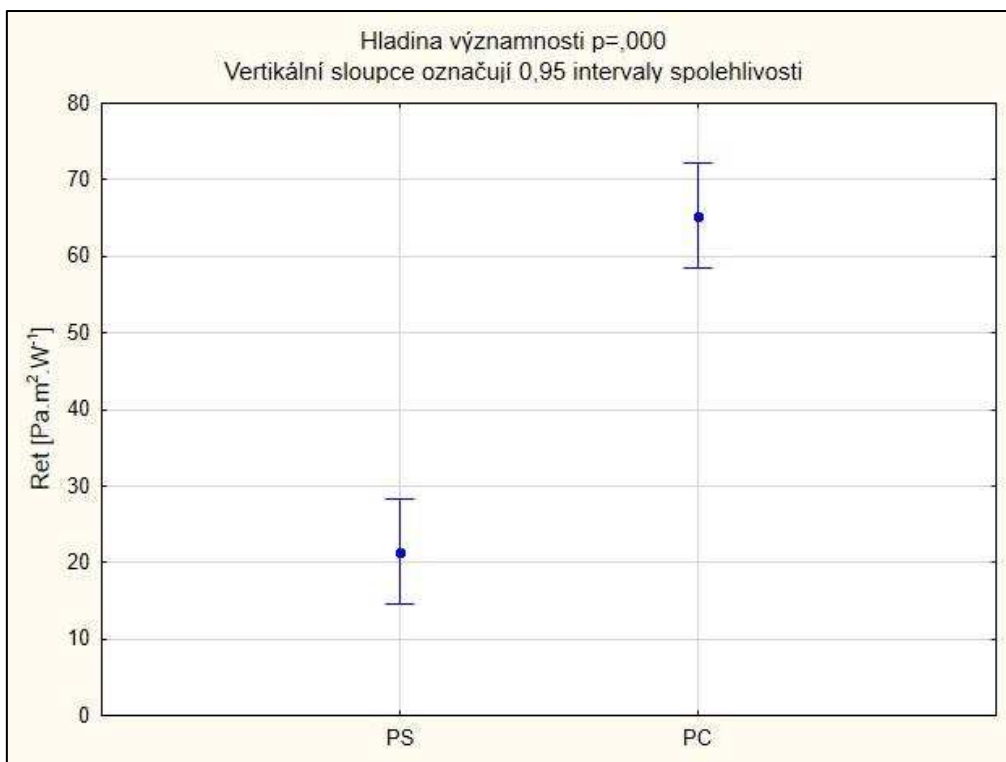


Obr. č. 19 Porovnání výparného odporu suché pěny celistvé a pěny se strukturou póry nahoru

Tab. č. 2 Průměry výparného odporu Ret a variační koeficient CV u měření póry nahoru

Měření póry nahoru		
	Ø Ret [Pa·m²·W⁻¹]	Variační koeficient CV [%]
PC	48,1	9,5
PS	14,9	19,7

V tabulce č. 3 jsou hodnoty pro měření póry dolů. Variační koeficient pro celistvou pěnu je 8,1 % a pro pěnu se strukturou 13,3 %. U měření póry dolů jsou variační koeficienty menší než u měření póry nahoru, hodnoty koeficientů se tolik nevychylovaly od průměru.



Obr. č. 20 Porovnání výparného odporu suché pěny celistvé a pěny se strukturou póry dolů

Tab. č. 3 Průměry výparného odporu Ret a variační koeficient CV u měření póry dolů

Měření póry dolů		
	Ø Ret [Pa.m².W⁻¹]	Variační koeficient CV [%]
PC	65,3	8,1
PS	21,4	13,3

Poměr výparného odporu póry nahoru / póry dolů u pěny celistvé, tedy relativní změna, byl v tomto případě 0,64 Pa.m².W⁻¹. U pěny se strukturou je relativní změna 0,70 Pa.m².W⁻¹.

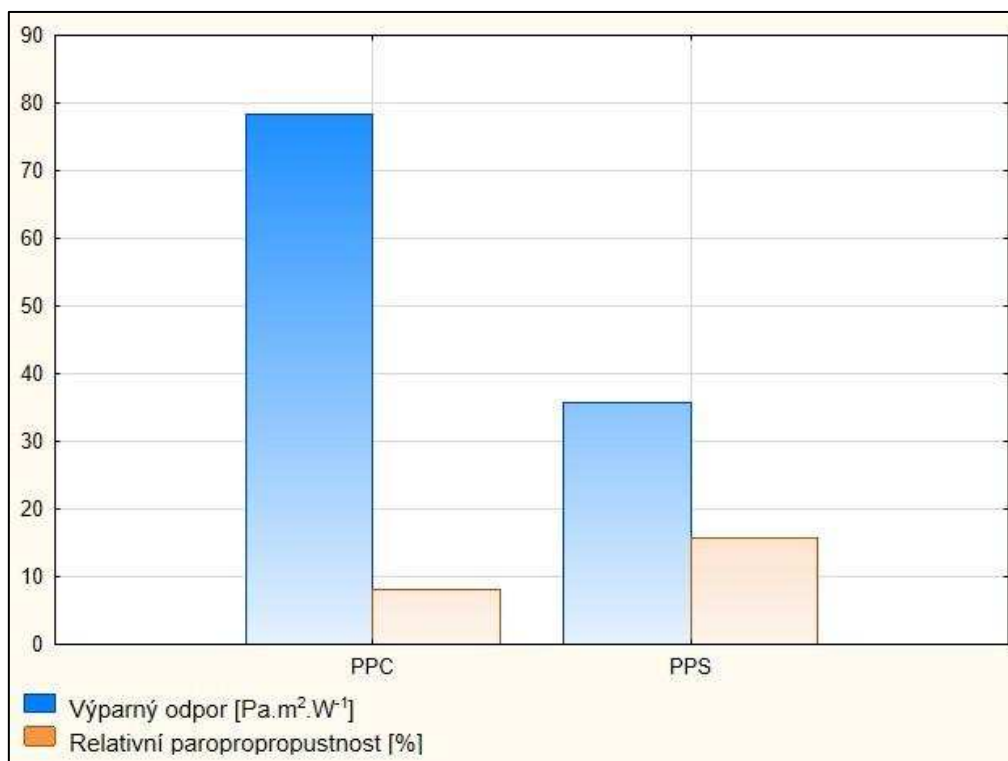
Na obrázku č. 21 lze vidět průběh měření samostatné pěny na Permetestu.



Obr. č. 21 Měření samostatné pěny na Permetestu

Na obrázku č. 22 lze vidět měření paropropustnosti potahu s pěnou ve složení simulujícím automobilovou sedačku. První byl tedy potah, který se položil u celistvého vzorku na hladší a celistvější povrch a u strukturovaného vzorku se potah položil na strukturu, vlastně tak jak to v běžné realitě funguje.

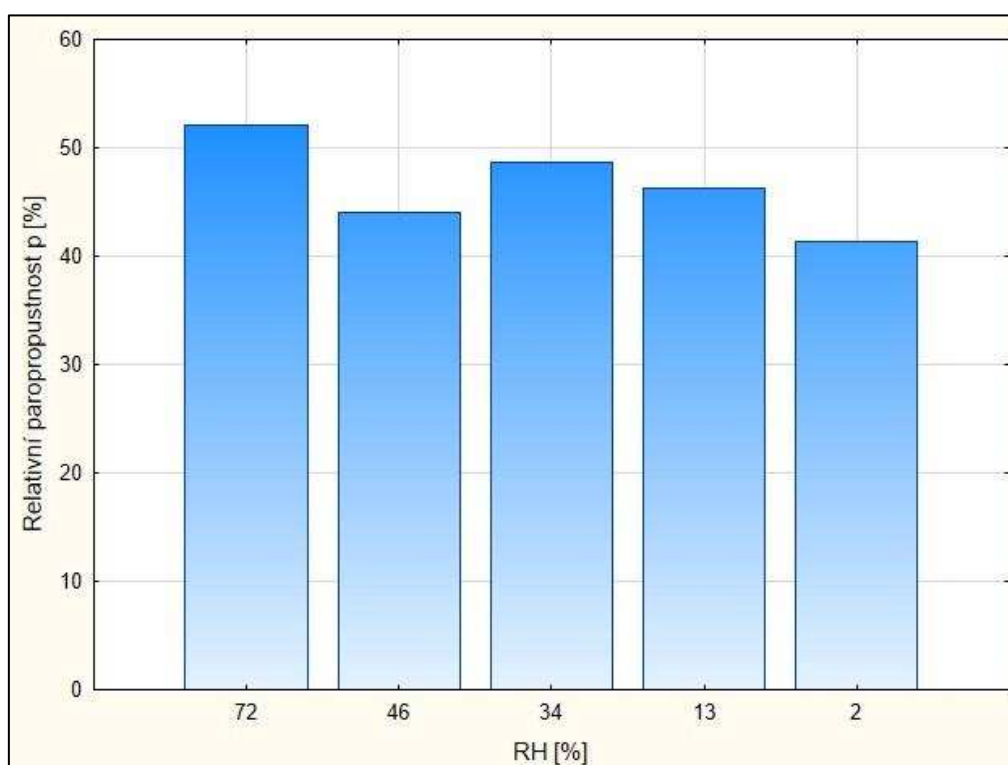
Z obrázku je zřejmé, že celistvá pěna má více jak dvojnásobně vyšší výparný odpor a tudíž horší paropropustnost. Je ale stále řeč o zkoušce měření na pouhé části automobilové sedačky.



Obr. č. 22 Výparný odpor a relativní paropropustnost pěn v kombinaci s potahem

V další části práce byla porovnávána relativní propustnost vodních par samostatného mokrého potahu a při postupném sušení, dále pak téhož potahu s pěnou celistvou a se strukturou. Potah byl namočen ve vodě s kapkou detergentu, následně zvážen a změřen na přístroji Permetest. Po dokončení měření byl potah opakovaně vysoušen papírovými ubrousky a zvážen. Po každém sušení následovalo měření na přístroji Permetest, měření bylo ukončeno při dosažení hmotnosti potahu za normální vlhkosti. Vysoušením klesla hmotnost potahu z původních 6,30 g až o necelé 3 g.

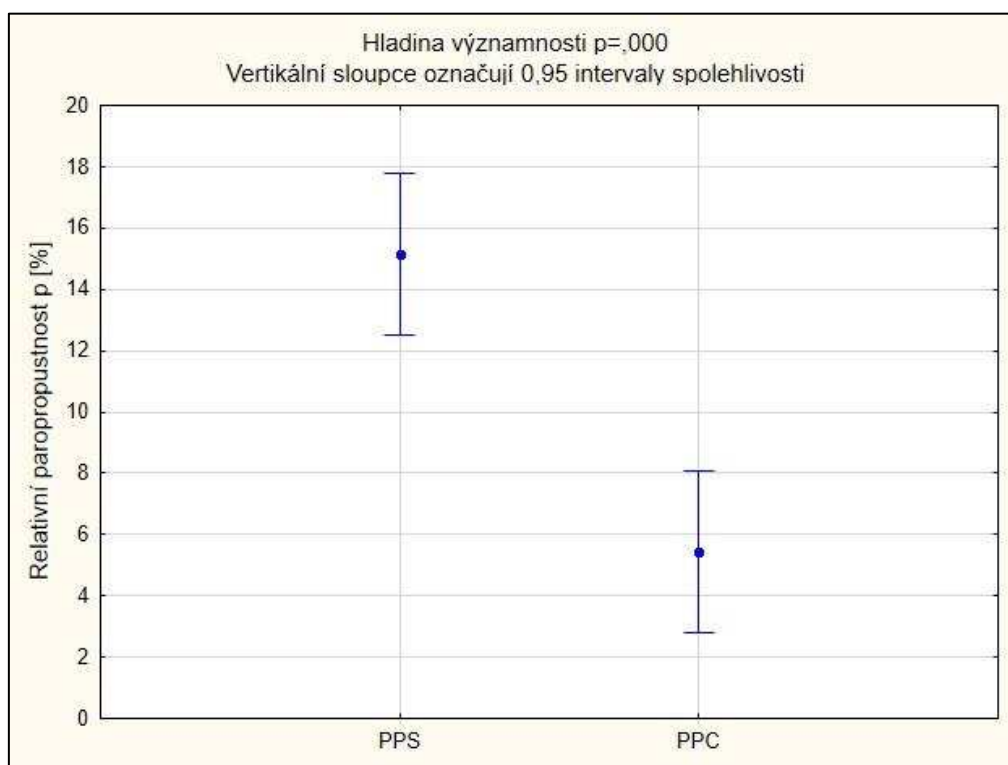
U samostatného potahu, viz obrázek č. 23, se měřila relativní propustnost vodních par mokrého potahu a následně po postupném sušení papírovými ubrousky viz kapitola průběh měření. Při čtvrtém sušení, to je v grafu znázorněné jako sušení č. 4, se hmotnost vzorku dostala na jeho původní, jako při normální vlhkosti. Je zřejmé, že mokrý potah má relativní propustnost největší a postupným sušením relativní propustnost klesá. Jak už ale bylo zmíněno na začátku praktické části, mokrý potah má nejvyšší tepelnou jímavost a je tedy na omak nejchladnější.



Obr. č. 23 Relativní paropropustnost samostatného potahu při různé relativní vlhkosti

V následujících měřeních byl opakován test potahu, ovšem za použití obou druhů PUR vzorků.

Hodnoty relativní propustnosti vodních par pěny celistvé a pěny se strukturou jsou znázorněné na obrázku č. 24. Při tomto měření byl použit mokrý potah, který byl následně sušen papírovými ubrousky, viz kapitola průběh měření. Hladina významnosti p je menší než α , struktura má vliv na relativní propustnost vodních par a je statisticky významná.



Obr. č. 24 Relativní paropropustnost pěny celistvé a se strukturou v kombinaci s mokrým potahem a při jeho postupném sušení

9.1 Relativní paropropustnost vodních par PUR pěn s nalepením fólie

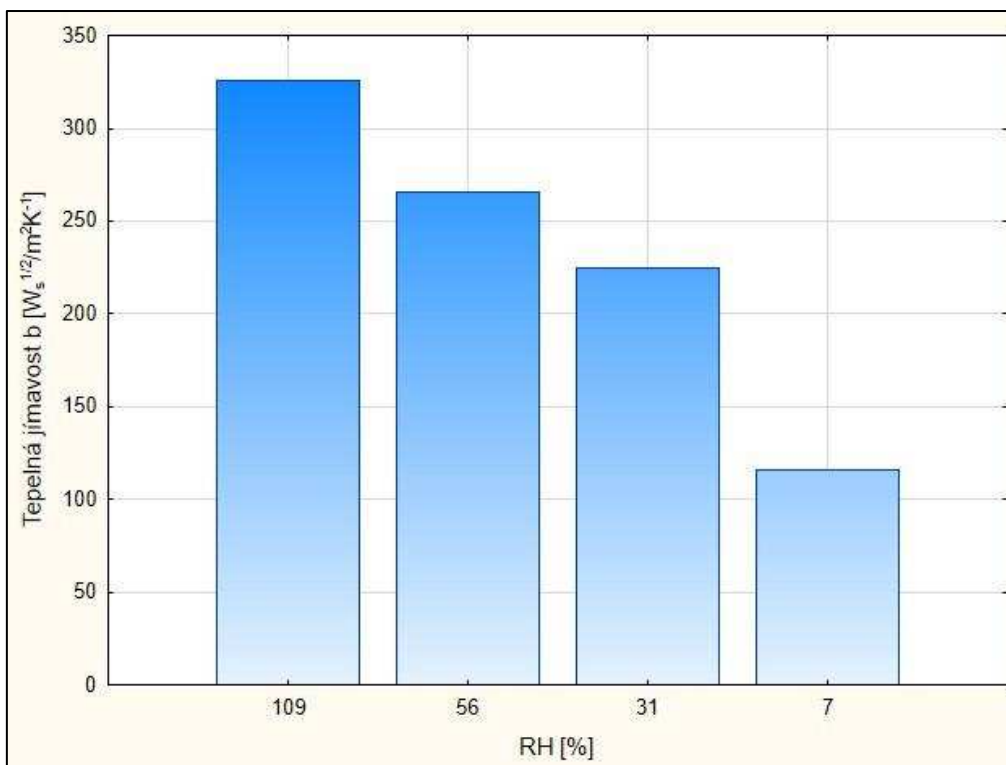
Dalším krokem v praktické části je měření vzorků na Permetestu a na Alambetě. Měření probíhalo opět v jednotlivých fázích, namočení potahu ve vodě s kapkou detergentu, následné zvážení, změření tepelné jímavosti na Alambetě, opětovné zvážení a změření relativní propustnosti vodních par na Permetestu. Po měření na Permetestu se potah znovu zvážil, zvážil se vzorek PUR pěny s fólií a vše se dohromady opět změřilo na Permetestu.

Rozdílem oproti předchozímu měření je fólie nalepená na pění v místě říznutí a to z důvodu simulace silnější pěny. Doposud probíhalo měření se vzorky vyříznutými z celé PUR sedačky, která má reálně tloušťku 4x tak velkou než zkoušené PUR vzorky. Fólie se vyřízla z euro desek o velikosti vzorku pěny, tj. 16 cm x 16 cm a tuhým lepidlem se po obvodu přilepila na spodní stranu vzorku, to je místo říznutí, neboli pórovitá strana vzorku, aby vlhkost neutíkala od středu mezi fólií a pění.

9.1.1. Relativní paropropustnost vodních par PUR pěny celistvé, se strukturou a s fólií

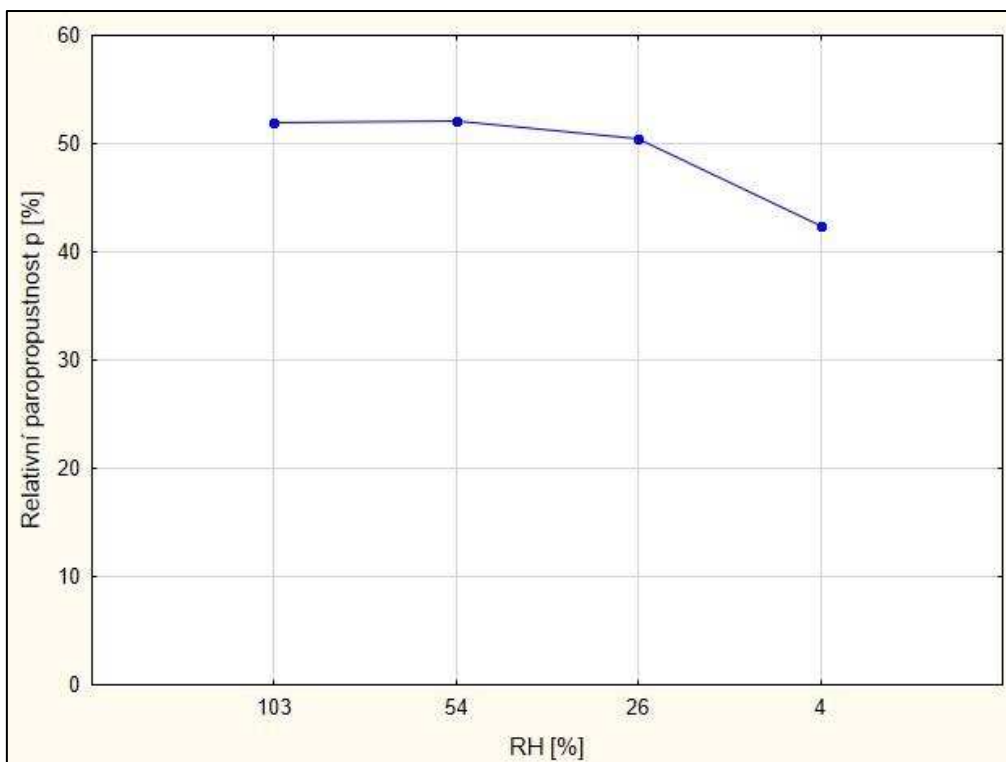
Pro měření byly využity 4 vzorky PUR pěn, a to z toho důvodu, že při prvním měření ovlivňuje hmotnost pěny vlhkost z Permetestu a z mokrého potahu. Proto každé měření probíhalo s novým vzorkem PUR pěny, aby byla zaručena hmotnost při normální vlhkosti.

Tepelná jímavost mokrého potahu a při postupném sušení je znázorněna v grafu na obrázku č. 25. Tímto měřením se ověřilo, že tepelná jímavost mokrého potahu je nejvyšší a tím pádem je potah na omak nejchladnější. Následným vysoušením tepelná jímavost klesá a tím se stává potah na omak teplejším.



Obr. č. 25 Tepelná jímavost mokrého potahu a při postupném sušení

V dalším měření bylo ověřeno měření relativní propustnosti samostatného potahu při různé relativní vlhkosti. Hodnoty relativní propustnosti, uvedené na obrázku č. 26, prokázaly klesající tendenci. Opět se ukázalo, že paropropustnost potahu je lepší za mokra než při vysušení na jeho hmotnost, tedy za normální vlhkosti.



Obr. č. 26 Relativní paropropustnost samostatného potahu s různou relativní vlhkostí

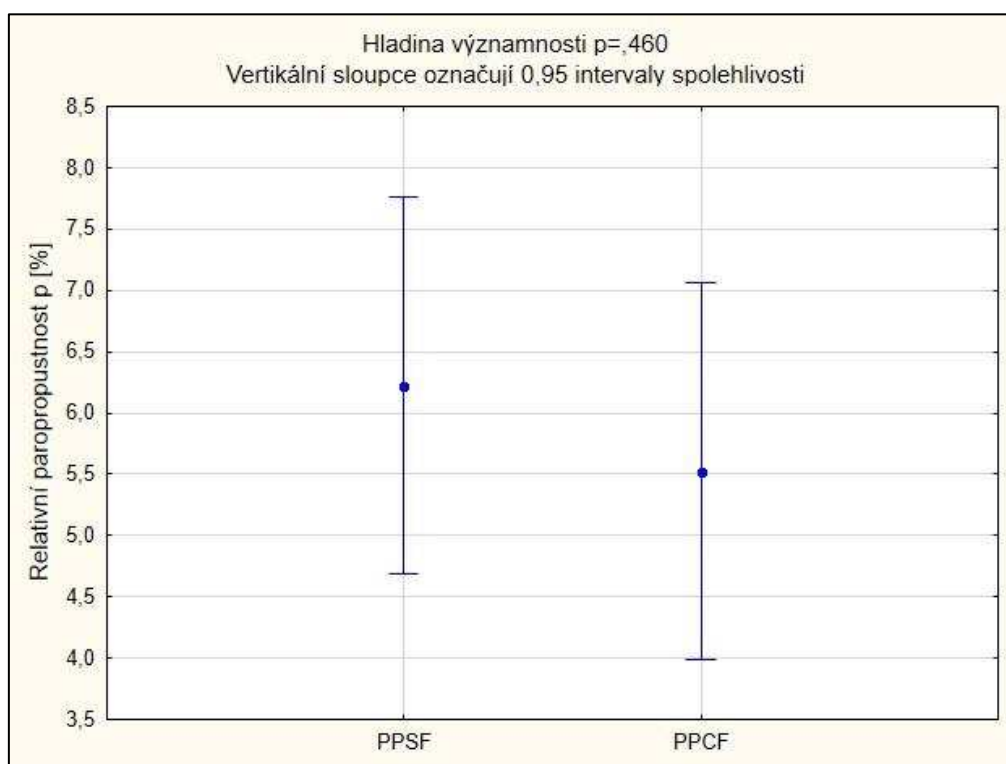
Jak bylo zmíněno v kapitole průběh měření, byly pro měření využity 4 vzorky pěn kvůli ovlivnění hmotnosti vlhkostí z potahu a z Permetestu. Hmotnost vzorků je uvedena v tabulce č. 4.

Tab. č. 4 Hmotnost vzorků PUR pěn

vzorky	hmotnost [g]
PS1	21,38
PS2	19,91
PS3	20,91
PS4	19,82
PC1	33,02
PC2	33,58
PC3	33,86
PC4	33,55

V následujících krocích byla porovnána relativní paropropustnost pěny celistvé a pěny se strukturou, za použití fólie a potahu. Pro měření byl opět použit mokry potah, který byl sušen papírovými ubrousky. Z grafu na obrázku č. 27 lze vyčíst, že hodnota hladiny významnosti p je větší než α , tudíž struktura není statisticky významná. Intervaly se překrývají. V porovnání s měřením s fólií jsou hodnoty výparného odporu 3x větší (viz příloha č. 5 a 6). Znamená to tedy, že použití fólie simuluje skutečnou tloušťku automobilové sedačky a to v případě, že by byl celý povrch styčné plochy sedačky tvořen tak zvanou „Z“ strukturou.

Tímto měřením se ověřilo, že pěna automobilové sedačky je nepropustná a vlhkost prochází boky. Lze tedy říci, že jsou drážky pro odvod vlhkosti nezbytné.



Obr. č. 27 Relativní paropropustnost potahu a pěn s fólií

V tomto případě se testoval pocit toho, co bude osoba cítit po dvou minutách po usednutí. Hlavičí Permetestu se nasimulovalo zatížení a tím se vložila vlhkost do vzorků PUR pěn, které byly pro každé měření nové (suché). Část vlhkosti se sdílí volnou konvekcí v drážkách a zbytek difúzí do PUR pěny. V každém měření byla tedy měnící se vlhkost a suchý podklad.

10. Prodyšnost

Prodyšností rozumíme prostup vzduchu skrz textílii, v tomto případě skrz PUR pěnu a potah. Jednotky prodyšnosti jsou uváděny v $[\text{l}/\text{m}^2/\text{s}]$ a tlakový spád byl 100 Pa.

U automobilových sedaček je prodyšnost velice důležitým faktorem. V tomto případě funguje tak zvaný pumpovací efekt, který se vytváří v sedu při jízdě automobilem, v důsledku čehož se zvyšuje prodyšnost a tím se zároveň zvyšuje i paropropustnost.

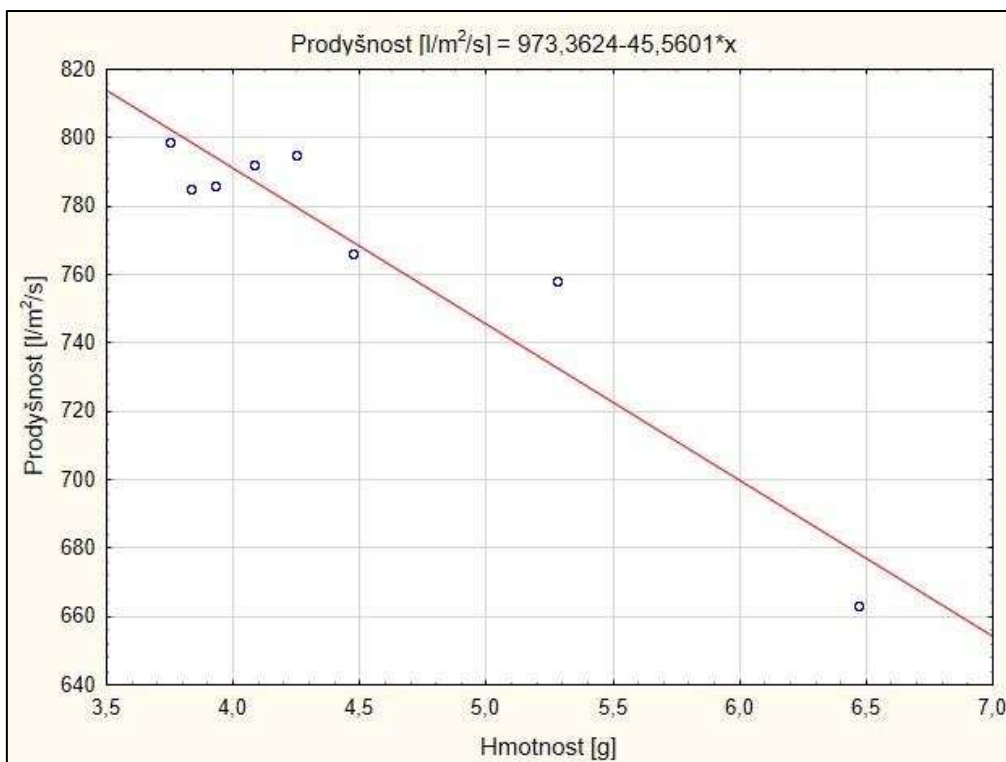
V tomto případě se testoval průtok vzduchu a to jak do stran, za pomoci plastové 5 mm desky, tak i skrz potah a pěnu. Vzhledem k tomu, že PUR pěna je sama o sobě málo prodyšná, tak jakýkoliv kanál ve struktuře výrazně zvýší prodyšnost. U celistvého vzorku prochází většina vzduchu skrz pěnu, zatímco díky drážkám ve struktuře se průtok vzduchu do stran zlepšil až o třetinu.

Měření prodyšnosti probíhalo na všech komponentech. V tabulce č. 5 lze vidět měření na pěně se strukturou, pěně celistvé a na potahu. V tabulce je u jednotlivých měření popsáno, jakým způsobem byly vzorky vkládány do přístroje. Póry nahoru a dolů je popsáno v kapitole průběh měření.

U pěny se strukturou je zřejmé, že prodyšnost je díky struktuře o $103 \text{ l}/\text{m}^2/\text{s}$ lepší než u pěny celistvé.

Tab. č. 5 Měření prodyšnosti s různou orientací pěnových vrstev

		prodyšnost [$\text{l}/\text{m}^2/\text{s}$]
PS	póry nahoru	121
	póry dolů	89,5
PC	póry nahoru	17,5
	póry dolů	28,5



Obr. č. 28 Graf prodyšnosti mokrého potahu a při následném sušení

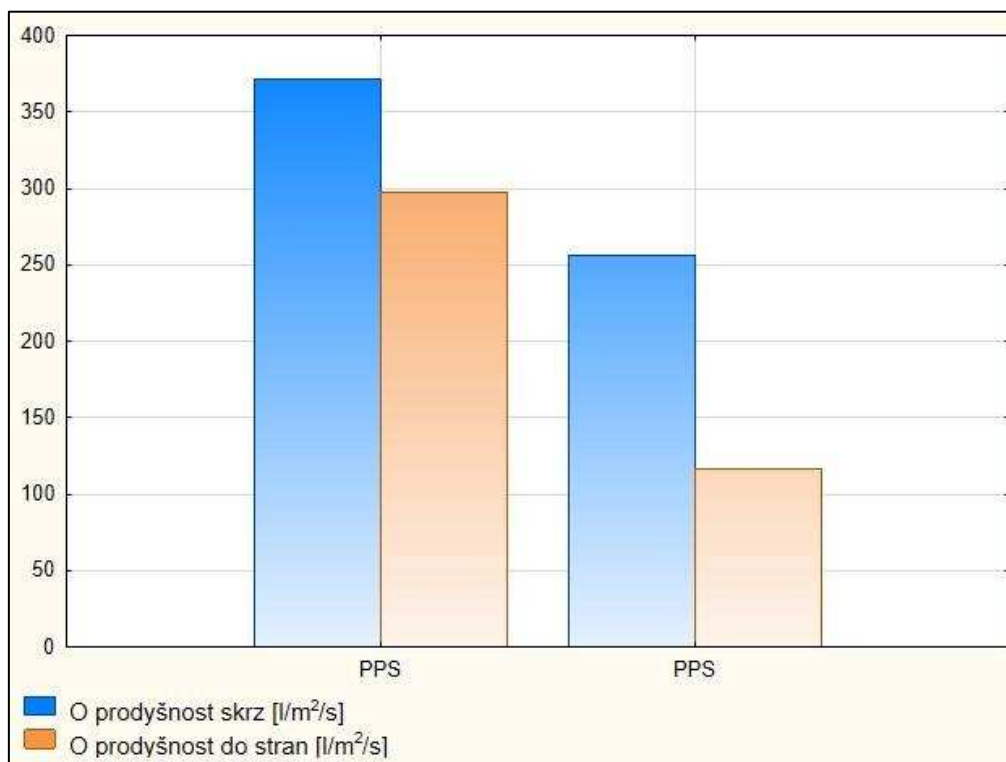
Obrázek č. 28 znázorňuje prodyšnost mokrého potahu a při následném sušení. Je zřejmé, že nejmenší, tudíž nejhorší prodyšnost je u mokrého potahu, následně pak dochází k mírnému kolísání hodnot a jako nejlepší se prokázala prodyšnost u potahu při posledním sušení, kde se hmotnost potahu dostala na jeho hmotnost při normální vlhkosti.

Dalšími kroky v kapitole prodyšnosti je měření průtoku vzduchu skrz pěnu s potahem a měření pěny s potahem a 5mm plastovou destičkou, simulující průtok vzduchu do stran, tedy neprodyšnost skrz pěnu, viz obrázek č. 29.



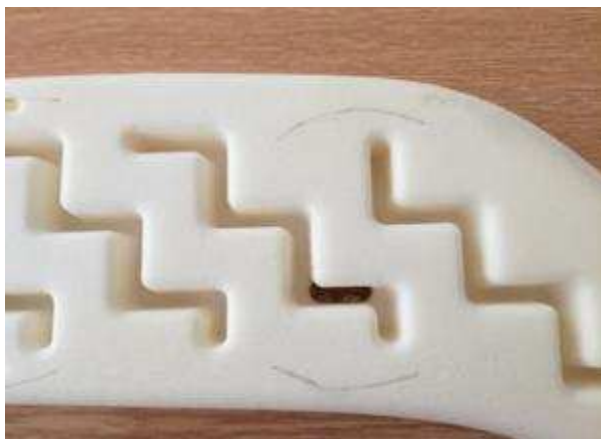
Obr. č. 29 Prodyšnost PUR pěny s plastovou deskou

Na obrázku č. 30 jsou znázorněny průměry průtoku vzduchu do stran a skrze pěny celistvé a pěny se strukturou, za použití potahu. Z uvedených hodnot vyplývá, že struktura má vliv na prodyšnost. Plastovou destičkou se simuloval poloviční průtok vzduchu do stran oproti průtoku vzduchu skrze PUR pěnu. Díky struktuře se oproti celistvé pěně průtok vzduchu zlepšil o cca $100 \text{ l/m}^2/\text{s}$. I s přiložením desky, kdy vzduch prochází do stran, je oproti celistvé pěně průtok vzduchu dvakrát tak lepší.



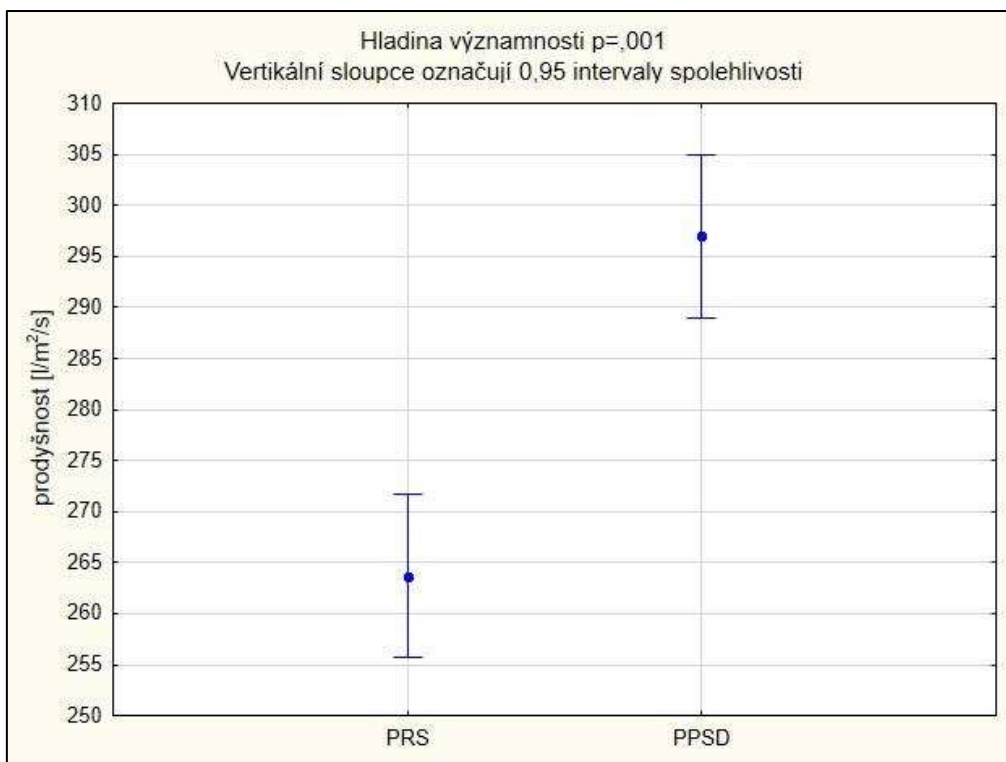
Obr. č. 30 Porovnání průtoku vzduchu skrze pěny a do stran

Pro simulaci skutečné pěny byl použit vzorek, viz obrázek č. 31, který představuje část reálné automobilové sedačky. V porovnání s doposud použitými vzorky jsou kanálky ve struktuře užší než na zkoušených vzorcích a hlavním rozdílem je, že kanálky nejsou propojeny s příčnou drážkou. Na obrázku je vidět, že skutečná automobilová sedačka je doplněna otvory pro zlepšení paropropustnosti a prodyšnosti.



Obr. č. 31 Vzorek PUR pěny z reálné automobilové sedačky

Graf na obrázku č. 32 porovnává průtok vzduchu u reálné struktury a u struktury simulující propojení kanálků s příčnou drážkou. Lze vidět, že hladina významnosti p je menší než α , struktura simulující propojení kanálků má vliv na prodyšnost a je statisticky významná. Vzorek reálné struktury ze skutečné sedačky je doplněn velkými otvory, ale vzhledem k jejich nízkému počtu v sedačce, jsou z hlediska prodyšnosti a paropropustnosti ztracené. Tento vzorek však lze porovnávat jen se strukturovaným vzorkem 16 cm x 16 cm za použití plastové desky, která nahrazuje zbylou část PUR sedačky a struktura tohoto vzorku simuluje propojení kanálků s příčnou drážkou. Lze tak tedy říci, že propojením kanálků se nám zlepšila prodyšnost až o 33 l/m²/s, tedy o 12,5 %.



Obr. č. 32 Průtok vzduchu reálné struktury (PRS) a zkoušeného vzorku (PPSD) simulující propojení struktury

Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá nejen zjištěním paropropustnosti perforovaných a neperforovaných PUR pěn automobilových sedaček, ale také vybraných vlastností potahu z hlediska komfortu. Cílem práce bylo navrhnout optimalizaci struktury PUR pěny pro zlepšení její paropropustnosti.

V praktické části se jako první měřila tepelná jímavost potahu, při různých stupních vlhkosti. V případě mokrého potahu byla hmotnost 7,19 g a tepelná jímavost nejvyšší $340 \text{ W}_s^{1/2}/\text{m}^2\text{K}^{-1}$. Zde byl potah na omak nejchladnější. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u potahu při jedenáctém sušení, kdy se hmotnost potahu nacházela na jeho původní, 3,78 g. V tomto případě vycházela tepelná jímavost nejnižší $85 \text{ W}_s^{1/2}/\text{m}^2\text{K}^{-1}$ a tudíž byl potah na omak nejteplejší, což je z hlediska komfortu velice důležitý faktor.

Ve výzkumu se prokázalo, že v případě měření paropropustnosti vykazují PUR pěny se strukturou lepší výsledky oproti pění celistvé. Jak v případě měření paropropustnosti samostatné PUR pěny, kde průměr Ret u pěny celistvé byl $48,1 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$ a u pěny se strukturou $14,9 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$, tak v případě měření v kombinaci s potahem, kdy hodnoty navíc stouply o $30 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$. Samostatný potah má průměr Ret $10,5 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$, ale musí se brát v potaz, že v případě měření s PUR pěnami prochází vlhkost větší tloušťkou. U měření PUR pěn v kombinaci s fólií bylo modelováno, co bude osoba cítit po dvou minutách po usednutí, které simuluje zatížení hlavice Permetestu. Část vlhkosti se sdílí volnou konvekcí v drážkách a zbytek difúzí do pěny. Fólie nahrazovala reálnou tloušťku automobilové sedačky. Dá se říci, že drážky jsou v pění nezbytné a jakákoliv další drážka bude mít vliv na zlepšení paropropustnosti.

V závěrečné části bylo prokázáno zlepšení prodyšnosti u PUR pěn. Tyto jsou málo prodyšné a v tomto případě funguje pumpovací efekt, v důsledku něhož se zvyšuje prodyšnost a tím se zvyšuje i paropropustnost. Lze tedy říci, že jakýkoliv kanál výrazně zvýší prodyšnost.

Měření se prokázalo zlepšení prodyšnosti a tím i paropropustnosti u pěn se strukturou simulující propojení kanálků s příčnou drážkou oproti PUR pěnám se strukturou z automobilové sedačky, kde struktura propojená není, a také oproti PUR pěnám celistvým. V realitě je příčná drážka v PUR sedačce pro prodyšnost dobrá, avšak pouze v případě propojení struktury s touto příčnou drážkou se prodyšnost zlepšila o $33 \text{ l}/\text{m}^2/\text{s}$, tedy o 12,5 %.

Seznam použité literatury

- [1] HES, L., SLUKA, P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TUL-FT, Liberec 2005.
- [2] MILITKÝ, J., BAJZÍK, V.: Some open problems of hand evaluation. Technical University of Liberec, Dept. of Textile Materials, Liberec, Czech Republic. Stránka DSpace [online]. Copyright©n [cit.20.03.2018]. Dostupné z:
<https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/16685/vlakna%20a%20textil2.pdf?sequence=1>
- [3] ŠMELHAUS, J.: Fyziologický komfort automobilových sedaček, [online].Liberec 2011. Bakalářská práce. Fakulta textilní Technické univerzity v Liberci. Vedoucí práce Antonín Havelka. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 07.03.2018], Dostupné z:
<http://docplayer.cz/13956218-Technicka-univerzita-v-liberci-fakulta-textilni-bakala-ska-prace.html> <http://docplayer.cz/13956218-Technicka-univerzita-v-liberci-fakulta-textilni-bakala-ska-prace.html>
- [4] PROSEAT – automotive comfort — schaum3. Homepage [online]. Copyright © 2018 proseat [cit. 07.03.2018], Dostupné z:
<http://www.proseat.de/de/produkte/formschaumteile/polster/schaum3/>
- [5] KRÁLOVÁ, A.: Návrh designu autopotahů z hlediska uživatelů. Liberec 2017. Bakalářská práce. Fakulta textilní Technické univerzity v Liberci. Vedoucí práce Vladimír Bajzík.
- [6] BABORÁK, M.: Optimalizace testování automobilových sedaček z hlediska korelace s reálným provozem. Liberec 2015. Diplomová práce. Fakulta textilní Technické univerzity v Liberci. Vedoucí práce Jan Petřík.

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor samostatného potahu
- Příloha č. 2 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor celistvé PUR pěny
- Příloha č. 3 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor PUR pěny se strukturou
- Příloha č. 4 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor PUR pěn a potahu
- Příloha č. 5 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor pěn, mokrého potahu a při postupném sušení
- Příloha č. 6 Výsledky měření mokrého potahu, při postupném sušení a následně s pěnou se strukturou a fólií
- Příloha č. 7 Výsledky měření mokrého potahu, při postupném sušení a následně s pěnou celistvou a fólií
- Příloha č. 8 Prodyšnost mokrého potahu a při postupném sušení
- Příloha č. 9 Průtok vzduchu celistvé pěny a potahu
- Příloha č. 10 Průtok vzduchu pěny se strukturou a potahu
- Příloha č. 11 Průtok vzduchu reálné struktury

Příloha č. 1 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor samostatného potahu

		Samostatný potah			
		Relativní paropropustnost [%]	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Variační koeficient CV	
				[%]	[Pa.m ² .W ⁻¹]
Potah	VP1	41	10,5	P=41,0 (0,6%)	Ret=10,5 (1,2%)
	VP2	40,8	10,6		
	VP3	41,3	10,4		

Příloha č. 2 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor celistvé PUR pěny

		Celistvá pěna			
		Relativní propustnost [%]	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Variační koeficient CV	
				[%]	[Pa.m ² .W ⁻¹]
póry nahoru	PC1	14,6	44,7	p=13,6 (8,1%)	Ret=48,1 (9,5%)
	PC2	13,9	46,3		
	PC3	12,4	53,4		
póry dolů	PC1	9,3	70,6	p=10,2 (8,0%)	Ret=65,3 (8,1%)
	PC2	11	60		
	PC3	10,3	65,4		

Příloha č. 3 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor PUR pěny se strukturou

		Pěna se strukturou			
		Relativní propustnost p [%]	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Variační koeficient CV	
				[%]	[Pa.m ² .W ⁻¹]
póry nahoru	PS1	21,3	14,7	p=21,7 (14,8)	Ret=14,9 (19,7%)
	PS2	25,2	12		
	PS3	18,8	17,9		
póry dolů	PS1	19,4	18,5	p=17,2 (12,4%)	Ret=21,4 (13,3%)
	PS2	16,9	21,6		
	PS3	15,2	24,2		

Příloha č. 4 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor PUR pěn a potahu

			Potah + pěna	
			Relativní propustnost ρ [%]	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]
14x14 cm	hmotnost [g]			
VP1	3,68	PPS	15,7	35,7
VP2	3,56	PPC	8,2	78,4

Příloha č. 5 Relativní propustnost vodních par a výparný odpor pěn, mokrého potahu a při postupném sušení

		Hmotnost [g]	Relativní propustnost [%]	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]
Mokřý potah	VP1	6,30	52,1	6,1
	PPS	6,18 + 19,93	12,9	46,2
	PPC	6,25 + 33,95	5,7	107,1
sušení č. 1	VP1	5,35	44	8,1
	PPS	5,19 + 19,88	16,9	32,9
	PPC	5,05 + 33,66	6,2	98,3
sušení č. 2	VP1	4,92	48,6	6,8
	PPS	4,78 + 20,94	14,4	36,7
	PPC	4,62 + 33,61	4,8	123,5
sušení č. 3	VP1	4,14	46,3	7,6
	PPS	4,09 + 19,90	11,2	49,4
	PPC	3,94 + 33,62	4,9	127,3
sušení č. 4	VP1	3,73	41,3	8,4
	PPS	3,73 + 19,86	20,3	25,4
	PPC	3,71 + 33,89	5,7	107,2

Příloha č. 6 Výsledky měření mokrého potahu, při postupném sušení a následně s pěnou se strukturou a fólií

		mokřý potah	sušení č. 1	sušení č. 2	sušení č. 3
VP1	hmotnost [g] před měřením (na alambetě)	7,67	5,71	4,79	3,93
	tepelná jímavost b [$W_s^{1/2}/m^2K^{-1}$]	326	266	225	116
	hmotnost [g] po měření (na alambetě)	7,45	5,64	4,63	3,81
	relativní propustnost [%]	52,0	52,1	50,4	42,4
	výparný odpor [$Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	5,8	6,3	7,0	8,8
PPSF	hmotnost pěn [g]	PS1 - 21,38	PS2 - 19,91	PS3 - 20,91	PS4 - 19,82
	hmotnost potahu [g]	7,17	5,42	4,52	3,76
	relativní propustnost [%]	4,6	7,2	6,4	6,7
	výparný odpor [$Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	132,2	90,5	104,8	95,6

Příloha č. 7 Výsledky měření mokrého potahu, při postupném sušení a následně s pěnou celistvou a fólií

		mokřý potah	sušení č. 1	sušení č. 2	sušení č. 3
VP1	hmotnost [g] před měřením (na alambetě)	7,44	5,94	4,73	3,88
	tepelná jímavost b [$W_s^{1/2}/m^2K^{-1}$]	359	283	221	143
	hmotnost [g] po měření (na alambetě)	7,24	5,79	4,56	3,83
	relativní propustnost [%]	50,8	49,6	48,3	47,7
	výparný odpor [$Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	6,3	6,8	7,3	7,7
PPCF	hmotnost pěn [g]	33,02	33,58	33,86	33,55
	hmotnost potahu [g]	6,98	5,63	4,4	3,78
	relativní propustnost [%]	6,5	4,3	4,4	6,9
	výparný odpor [$Pa \cdot m^2 \cdot W^{-1}$]	99,7	142,4	147,1	94,9

Příloha č. 8 Prodyšnost mokrého potahu a při postupném sušení

	Potah	
	hmotnost [g]	prodyšnost [l/m ² /s]
mokrý	6,47	663
sušení č. 1	5,28	758
sušení č. 2	4,47	766
sušení č. 3	4,25	795
sušení č. 4	4,08	792
sušení č. 5	3,93	786
sušení č. 6	3,83	785
sušení č. 7	3,75	799

Příloha č. 9 Průtok vzduchu celistvé pěny a potahu

	<i>simulace průtoku vzduchu skrz</i>	<i>simulace průtoku vzduchu do stran</i>
	PPC	PPC
	prodyšnost [l/m ² /s]	
1. měření	258	120
2. měření	251	117
3. měření	258	110

Příloha č. 10 Průtok vzduchu pěny se strukturou a potahu

	<i>simulace průtoku vzduchu skrz</i>	<i>simulace průtoku vzduchu do stran</i>
	PPS	PPSD
	prodyšnost [l/m ² /s]	
1. měření	378	296
2. měření	357	304
3. měření	381	291

Příloha č. 11 Průtok vzduchu reálné struktury

	<i>simulace průtoku vzduchu skrz</i>	
	PRS	<i>vliv velkého otvoru v sedačce</i>
	prodyšnost [l/m ² /s]	prodyšnost [l/m ² /s]
1. měření	261	264
2. měření	266	292
3. měření	264	323