

Výparný odpor kontaktních textilních vrstev používaných k sezení

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství
Studijní obor: 3901T073 – Produktové inženýrství
Autor práce: **Marie Jandová**
Vedoucí práce: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

The watervapour resistivity of contact fabric layers using for sitting

Master thesis

Study programme: N3957 – Industrial Engineering
Study branch: 3901T073 – Product Engineering

Author: **Marie Jandová**
Supervisor: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.



Technická univerzita v Liberci
Fakulta textilní
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marie Jandová**
Osobní číslo: **T13000047**
Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**
Studijní obor: **Produktové inženýrství**
Název tématu: **Výparný odpor kontaktních textilních vrstev používaných k sezení**
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 stručný přehled poznatků o komfortu textilií a způsobech jeho hodnocení, zejména pak hodnocení jejich paropropustnosti a výparného odporu přístrojem PERMETEST dle modifikované normy ISO 11092, kterou popište.
2. Připravte několik vzorků textilií používaných jako kontaktní vrstva při sezení. Popište strukturu a složení těchto textilií a proměřte jejich výparný odpor a paropropustnost výše uvedeným přístrojem, při běžném průchodu parní vlhkosti ve směru tloušťky těchto textilií.
3. Navrhněte a realizujte novou kontaktní textilií, která by sedícímu poskytovala suchý kontaktní vjem v podmínkách vedení parní vlhkosti v rovině této textilie a změřte tyto její speciální vlastnosti pomocí upraveného přístroje PERMETEST
4. Získané hodnoty zpracujte statisticky a porovnejte tyto hodnoty s hodnotami naměřenými na ostatních textiliích. Výsledky komentujte. Dle možnosti sestavte jednoduchý model difuzního odporu vzduchových mezer v rovině textilie.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**

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

Seznam odborné literatury:

- 1) Hes, L.; Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií, skriptum TUL, ISBN 80-708-3926-0, Liberec 2005
- 2) ISO 11092, 2015. Textile - Fyziologické účinky - Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek (zkouška pomocí vyhřívané desky simulující efekt pocení). Praha : český normalizační institut, 1993.
- 3) Kittnar O.: Atlas fyziologických regulací. Vyd. 2. Grada, ISBN 80-247-2722-6, Praha 2009
- 4) Kovačič, V.: Textilní vlákna, TUL, Liberec 2005

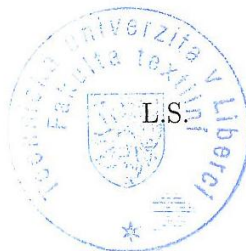
Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.**
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: **27. března 2016**

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



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



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

V Liberci dne 25. dubna 2017

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou 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 diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou 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.

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

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování váženému pana Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc., za jeho cenné rady a zvláště trpělivost při vedení mé diplomové práce. Rovněž bych chtěla poděkovat všem, kteří mi byli nápomocni při měření a získávání dat pro mou práci.

Velké dík patří též mé rodině a přátelům, kteří při mně stáli ve velmi nervově vypjatých chvílích.

Abstrakt

Tato práce pojednává o komfortu textilních materiálů určených k sezení a nárocích na ně kladených. Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a experimentální. V první části práce jsou vyjmenovány a stručně popsány druhy oděvního komfortu. V další pasáži se zabývám tématem již směřovaným k předmětu zkoumání své práce a to odvodem vlhkosti od těla, a které různé mechanismy odvodu v praxi koexistují a fungují. Zaměřuji se však na odvod kapilární, pro mou práci důležitější. Další části jsou věnovány přístrojům, na kterých jsou provedena měření komfortních charakteristik textilií. S tématem úzce souvisí i uvedené normy. V kapitole věnované sedačkám je popsán jejich výrobní proces.

V druhé, praktické, části se zaměřuji na vývoj nové textilie a její testování v praxi. Všechna měření jsou statisticky vyhodnocena a zanesena pro názornost do grafů.

Klíčová slova

Paropropustnost, autosedačka, normy, polyvinylchlorid, PERMETEST

Abstract

The thesis is related to the comfort and demands on the textile materials which are meant for sitting. The thesis is divided into two main parts - theoretical part and experimental part. In the first part kinds of clothing comfort are mentioned and briefly described. The next passage is focused on the drain of humidity from the skin of body.

There are mentioned the different mechanisms of humidity transfer as well, but I focus on the capillary one, which is more important for this thesis. The measurement instruments are described in one of the chapter. Standards, especial for textile, are mentioned. The production of seats is clarified together with some photos.

In the experimental part the new prototype of textile is made and then together with other textiles measured on the instruments. An evaluation of measured data are put into graphs.

Key words

Watervapour permeability, car seat, standards, polyvinylchloride, PERMETEST

Obsah

1. Úvod.....	13
2. Stav na trhu	14
3. Komfort textilií	15
3.1 Psychologický oděvní komfort.....	15
3.2 Senzorický oděvní komfort	15
3.3 Patofyziologický oděvní komfort	16
3.4 Termofyziologický oděvní komfort.....	16
4. Termoregulace	20
4.1 Přenos tepla mezi člověkem a okolím	21
4.1.1 Přenos tepla kondukcí	21
4.1.2 Přenos tepla konvekcí.....	22
4.1.3 Přenos tepla radiací	22
4.2 Odvod kapalné vlhkosti	23
4.2.1 Difúzní odvod.....	23
4.2.2 Kapilární odvod.....	24
4.2.3 Sorpční odvod	25
4.3 Odvod plynné vlhkosti z pokožky	25
5. Měřicí zařízení	27
5.1 PERMETEST	27
5.1.1 Podstata zkoušky	28
5.1.2 Výparný odpor.....	28
5.1.3 Relativní paropropustnost	28
5.2 Almemo 2209-4.....	29
5.3 FX 3300	30
5.4 Alambeta.....	31
6. Polyvinylchlorid (PVC)	32

6.1	Charakteristika PVC	32
6.2	Výroba PVC	33
6.3	Výroba PVC hadic	33
6.4	Vlastnosti PVC	34
6.5	Použití PVC	35
7.	Technické normy	36
7.1	Mezinárodní, regionální a české normy	36
7.2	Norma ISO 11092.....	37
8.	Výroba autosedačky.....	39
9.	Navržená textilie	42
10.	ISO 11092 v praxi	46
11.	Postup měření.....	48
11.1	Stanovení termofyziologických vlastností.....	48
11.2	Měřené textilie.....	48
12.	Naměřená data.....	54
13.	Vyhodnocení	59
14.	Nová textilie v provozu	68
15.	Závěr.....	70
16.	Seznam použité literatury	72
	Seznam obrázků.....	74
	Seznam tabulek	75
	Seznam rovnic	76
	Přílohová část.....	77

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A VELIČIN

Symbol/Zkratka	Jednotka	Název veličiny/
BS		Britská technická norma, britský standard
CEN		Evropská komise pro technickou normalizaci
C_p	$[J.kg^{-1}.K^{-1}]$	Měrné teplo vlhkého vzduchu
C_p	$[J.kg^{-1}.K^{-1}]$	Měrné teplo
Č.		Číslo
ČR		Česká republika
ČSN		Česká technická norma
D	[m]	Rozměr objektu
D_{AB}	[-]	Difuzní koeficient
DIN		Německá technická norma
D_p		Součinitel difuze vodní páry do vzduchu
D_p	$[kg/(m.s.Pa)]$	Difúzní koeficient
EN		Evropská norma
Eu		Evropská unie
EU		Evropská unie
H	[mm]	Tloušťka textilní vrstvy
H	[cm]	Výška umístění žeber
H_m	[mm]	Tloušťka mikroklimatu
H_m	[-]	Koeficient přestupu tepla
ISO		Mezinárodní organizace pro normalizaci
ISO		Mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem
L	[m]	Délka
M^*	$[kg/(m^2.s)]$	Odpařené množství vlhkosti
Mm		Milimetr
M_w	$[g.mol^{-1}]$	Molární hmotnost
Obr.		Obrázek
ON		Oborová norma
ON		Oborová norma

P	[Pa]	Tlak
P'	[%]	Relativní paropropustnost
PES		Polyester
P _{inst}	[Pa]	Tlak vodní páry v okolí
P _m	[Pa]	Parciální tlak páry ve stavu nasycení
PN		Podniková norma
PN		Podniková norma
P _{nas}	[Pa]	Tlak vodní páry sedící osoby
PU		Polyuretan
PVC		Polyvinylchlorid
PVC		Polyvinylchlorid
Q	[W.m ⁻²]	Tepelný tok
Q	[W]	Zářivý tepelný tok dopadajícího na těleso
Q ₀	[W.m ⁻²]	Tepelný tok
Q _a	[W]	Absorbovaný tepelný tok tělesem
Q _{esh, ext}	[W.m ⁻²]	Dopadající záření na povrch materiálu
Q _{evp}	[W.m ⁻²]	Výparné teplo
Q _{chl}	[W.m ⁻²]	Chladicí tok
Q _r	[W]	Odražený tepelný tok tělesem
Q _{rbsh, ext}	[W.m ⁻²]	Tepelný tok absorbovaný materiálem
Q _{sk}	[W.m ⁻²]	Tepelný tok absorbovaný pokožkou
Q _t	[W]	Prošlý tepelný tok tělesem
Q _v	[W.m ⁻²]	Tepelný tok
R	[cm]	Vzdálenost žárovky od žeber
Re	[-]	Reynoldsovo číslo
R _{et}	[m ² .K.W ⁻¹]	Tepelný odpor
R _{et}	[Pa.m ² /W]	Výparný odpor
R _{par, celk}	[m ² .K.W ⁻¹]	Celkový parní odpor
R _{par, mv}	[m ² .K.W ⁻¹]	Parní odpor mezní vrstvy
R _{par, od}	[m ² .K.W ⁻¹]	Parní odpor oděvu
R _{par, sed}	[m ² .K.W ⁻¹]	Parní odpor sedačky
S	[mm]	Plocha
S		Sekunda

SC		Subkomise
T	[K],[°C]	Teplota
T _a	[K],[°C]	Teplota okolí/prostředí
Tab.		Tabulka
TC		Technická komise
T _N	[K],[°C]	Teplota jádra těla
T _n	[K],[°C]	Teplota jádra těla
T _s	[K],[°C]	Teplota pokožky
T _s	[K],[°C]	Teplota kůže
TUL		Technická univerzita v Liberci
USA		Spojené státy americké
V	[m.s ⁻¹]	Rychlost proudění
WG		Pracovní skupina
A	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	Koeficient přestupu tepla
A	[W/(m ² .K)]	Součinitel přestupu do vzduchu prouděním
A _{teplo}	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	Koeficient přestupu tepla prouděním
B	[kg/(m ² .s)]	Součinitel přestupu hmoty prouděním
Δp	[Pa]	Rozdíl parciálních tlaků
E	[-]	Porózita
E*		Efektivní porózita
Λ	[μm]	Vlnová délka
Λ	[μm]	Tepelná vodivost
P	[g.m ⁻³]	Hustota
Φ	[%]	Relativní vlhkost vzduchu

1. ÚVOD

Hlavním cílem mé práce je navrhnout novou textilií vhodnou k sezení. Zaměřuji se hlavně na automobilový průmysl, kde je trh přesycen zahraničními dodavateli, kteří se předhánají v novinkách a kde se každý rok zvyšuje finanční částka, jak dodávaná na vývoj, tak utracená zákazníky za nový vůz. Ve prospěch rozhoduje každá maličkost a v dnešním světě, kdy automobil vlastní téměř každá rodina a řidiči dojíždí několik desítek kilometrů do zaměstnání, si rozhodně pohodlí a komfort zasloužíme.

Tato práce zahrnuje především výzkum v laboratoři a měření různých textilií, které porovnávám k dosažení nejlepších možných výsledků podložených čísly, a došlo i na testování vyvinuté textilie v praxi v provozu. Tento subjektivní komfort nelze zaznamenat do matematických rovnic, ale přesto je v závěru zmíněn výsledek mého zkoumání.

V experimentální části jsou otestovány vzorky, včetně navržené tkaniny, na přístrojích PERMETEST, Alambeta a FX 3300. Výsledné hodnoty jsou zaznamenány, matematicky vyhodnoceny a zaneseny do grafů. Na jejichž základě jsou vyneseny diskuze. Další návrhy a doporučení jsou zaneseny v závěru.

2. STAV NA TRHU

Nově vyvinutá textilie seskládaná z trubek funguje jako nahrazení odvětrávání sedadel, které je výbavou zejména luxusnějších typů vozidel. V těchto sedačkách se nachází větráky na centrální pozici opěradla a sedáku. Lopatky větráků odsávají vzduch spolu s vzniklou a přebytečnou vlhkostí (ilustrace na obr.1)



Obr. 1 Odvětrávání sedaček [2]

Taková sedačka musí mít perforovaná sedadla z kůže, vesměs z pravé hovězí kůže, která dýchá a má schopnost odsávat pot. Z tohoto principu se sedačky z kůže umělé jeví jako nejlepší adepti pro nově vyvinutou textilií, která je schopna kompenzovat chybějící vlastnosti zajišťující komfortní sezení.

Na našem trhu se vyskytuje již nějaký čas potah ve formě spojených dřevěných kuliček, který má obdobná pozitiva jako právě trubičková textilie - masíruje tělo, čímž podporuje krevní oběh a pomáhá snižovat únavu i bolestivost zad.

Dnešní zákazníci jsou chytrí a tak hledají za své peníze adekvátní kvalitu, která zároveň odráží jejich sociální status či osobnost. Designéři automobilových sedaček a interiérů se více zaměřují na zákazníka jako takového a snaží se mu poskytnout inovativní textilie a zároveň bezpečí a dobrou akustiku. Do vnitřních prostor již implementují speciálně vyvinuté antistatické, antimikrobiální či takzvané samočisticí textilie, které mají nejen řidiči, ale i spolujezdcům poskytnout pohodlí a komfort při jízdě automobilem. Do budoucna se budou sedačky obsahovat čím dál více technologií, zajišťující komunikaci mezi sedící osobou a automobilem. [3]

3. KOMFORT TEXTILÍ

„Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly.“ [1, s.7]

Neboli absence diskomfortu, kdy se jedinec cítí v pohodě bez pocitů tepla nebo chladu, jako následku fyzické zátěže nebo klimatických změn. V následující kapitole se věnuji čtyřem druhům pocitového komfortu rozdělených na psychologický, sensorický, termofyziologický a patofyziologický komfort.

3.1 Psychologický oděvní komfort

Oděvní komfort psychologicky zkoumá, jak je vnímán lidskou myslí. Z hlediska klimatického je oděv především podmíněn geografickému zařazení. Textilie v teplých jižních oblastech jsou charakteristické lehkými a prodyšnými materiály na rozdíl od polárních oblastí, kde se lidé chrání před mrazy vrstvením oděvů s vyšší plošnou hmotností. Politický systém nebo úroveň technologií se zařazují do psychologického komfortu z ekonomického hlediska. Typické pro historická hlediska jsou produkty inspirované přírodou. Tyto výrobky se však můžou zároveň zařadit do kulturního hlediska, kde se bere zřetel na konkrétní náboženství a tradice. Například policejní uniformy dobře demonstrují sociální hledisko, kdy je jasně znázorněno postavení dotyčného. Stále se měnící trendy nebo styl jedince zohledňují hlediska skupinová a individuální [1].

3.2 Sensorický oděvní komfort

Při styku textilního materiálu přímo s pokožkou vznikají různé pocity, ať už příjemné při nošení měkkého a splývavého materiálu, nebo nepříjemné, kdy pohyb v oděvu je spíše obtížný (může se jednat o škrábání, kousání či pocit vlhkost). Mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků spolu se strukturou materiálu, které jsou dány zpracováním textilu, bývají zahrnuty ve vymezení komfortu nošení. Omak je pak definován jako subjektivní vlastnost materiálů zkoumaná především hmatem, což značně ztěžuje reprodukovatelnost výsledků. Vlastnosti omaku se dají shrnout jako hladkost (součinitel smykového tření), tuhost – smyková a ohybová, objemnost (stlačitelnost) a tepelně kontaktní

vjem. Díky rozsáhlým vědeckým výzkumům v německém Institutu oděvní hygieny v Hohensteinu byla sestavena rovnice objektivního hodnocení senzorického komfortu [1]:

$$TK_H = \alpha_1 i_{mt} + \alpha_2 i_k + \alpha_3 i_B + \alpha_4 i_o + \alpha_5 n_k + \alpha_6 s + \beta \quad (1)$$

i_{mt} index prostupu vodních par

i_o povrchový index

n_k počet dotykových bodů

i_k index lepivosti

i_B index snášivosti

s úhel ohybu

Konstanty jsou:

$$\alpha_1 = -2,537 \quad \alpha_5 = 1,71 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha_2 = 1,88 \cdot 10^{-2} \quad \alpha_6 = 3,86 \cdot 10^{-2}$$

$$\alpha_3 = 2,29 \cdot 10^{-3} \quad \beta = 0,36$$

$$\alpha_4 = 2,09 \cdot 10^{-2}$$

3.3 Patofyziologický oděvní komfort

Jedná se o komfort, který není smysly při prvním styku s materiálem poznat. Popisuje působení chemikálií použitých při výrobě oděvu na mikroorganismy lidské pokožky. V závislosti na lidském jedinci se může vyskytnout onemocnění kůže způsobené podrážděním nebo alergií. Cílem kvalitních materiálů je zvýšit antimikrobiální účinnost. [1]

3.4 Termofyziologický oděvní komfort

Tento druh komfortu se stará především o pohodu z hlediska teplotních výkyvů, je to jistá psychologická a fyziologická harmonie mezi okolím člověka a jím samotným. Termoregulační systém těla udržuje jeho vnitřní teplotu v optimu kolem 37° C, čehož dosahuje různými podněty orgánů. Hlavním centrem procesů je hypotalamus, který předává podněty sympatickému a somatomotorickému nervovému systému. Sympatický nervový systém dále spolupracuje s potními žlázami, které pro snížení teploty produkují pot. Závažná jsou

právě ta část těla, kde se vyskytuje velké množství potních žláz. Ve své práci se věnuji tématu transportu potu vláknou, tudíž je termoregulace těla pro výzkum stěžejní.

Textilii, aby zajišťovala co možná nejlepší komfortní podmínky, je vhodné vyrábět tak, že bude schopna zajistit během nošení přenos tepla, kapalnou vlhkost, vodních par a prodyšnost s níže uvedenými optimálními hodnotami. V závislosti na konstrukci a vlastnostech použitého materiálu může oděv usnadnit organizmu termoregulaci. [1, 4].

Za optimální podmínky termofyziologického komfortu lze považovat [1]:

teplotu pokožky: 33 – 35°C,
relativní vlhkost vzduchu: 50 ± 10 %,
rychlost proudění vzduchu: 25 ± 10 m·s⁻¹,
obsah CO₂: maximálně 0,07 %,
nepřítomnost vody na pokožce.

Základní rovnice charakterizující termofyziologický komfort má tvar [1]:

$$TK_T = \alpha_1 i_{mt} + \alpha_2 F_i + \alpha_3 K_d + \alpha_4 \beta_T + \alpha_5 K_f + \beta \quad (2)$$

Kde jednotlivé veličiny značí:

i_{mt} index prostupu vodních par
 F_i schopnost krátkodobého přijímání par [%]
 K_d hodnota vyrovnávání vlhkosti
 β_T hodnota vyrovnávání teploty [K.min⁻¹]
 K_f pufrační veličina
 R_{ct} tepelná izolace vlhké textilie [m².mbar.W⁻¹]

Konstanty jsou:

$\alpha_1 = -5,640$ $\alpha_4 = -4,512$
 $\alpha_2 = -0,375$ $\alpha_5 = -4,532$
 $\alpha_3 = -1,587$ $\beta = 11,553$

Termofyziologické vlastnosti a postupy jejich měření jsou detailně popsány v české normě ČSN EN 31092, která je totožná s mezinárodní normou ISO11092.

Termofyziologický komfort lze měřit pomocí přístrojů, charakterizujících příslušný fyzikální děj, ale bez přímého vztahu k podmínkám platícím v systému pokožka – oděv – prostředí, nebo lze přenos tepla a vlhkosti hodnotit za podmínek blízkých fyziologickému režimu lidského těla. Tento typ hodnocení termofyziologického komfortu převažuje díky větší věrohodnosti oproti metodě první skupiny. Pro účely této diplomové práce je použita metoda měření komfortu pomocí „skin-modelu“ – modelu lidské pokožky. [1,5]

Termofyziologický komfort oděvů lze charakterizovat pomocí dvou základních parametrů, a to tepelného a výparného odporu.

Výparný odpor [$m^2 \cdot Pa \cdot W$]

Výparný odpor (R_{et}) má mimořádně důležitou úlohu při ochlazování těla odpařováním potu z povrchu pokožky. Úroveň ochlazování 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. Místo parametru paropropustnost můžeme použít parametr výparný odpor, který u měření simulujících reálné přenosové jevy při nošení oděvu přímo charakterizuje tepelné účinky vnímané pokožkou vznikajících v důsledku odparu potu. Zde je pak nutno rozlišovat celkový výparný odpor oděvu a výparný odpor vrstvy vnějšího přilehlého vzduchu, tzv. mezní vrstvy. Propustnost pro vodní páry je vyšší, čím nižší je R_{et} . [1]

Dle norem ISO je klasifikace propustnosti textilií pro vodní páry následující:

- | | |
|--------------------|--|
| Ret < 6 | velmi dobrá (20 000 g·m ⁻² za 24hod), |
| Ret 6 – 13 | dobrá (9000 – 20 000 g·m ⁻² za 24hod), |
| Ret 13 – 20 | uspokojivá (5000 – 9000 g·m ⁻² za 24hod), |
| Ret > 20 | neuspokojivá (5000 g·m ⁻² za 24hod). |

Tepelný odpor [m²·K·W⁻¹]

Podobně i celkový tepelný odpor oděvu sestává z tepelného odporu vlastního oděvu a tepelného odporu mezní vrstvy. Výsledek průchodu tepla vrstvou materiálu sestává z přenosu tepla kondukcí, rdiací či konvekcí. [1]

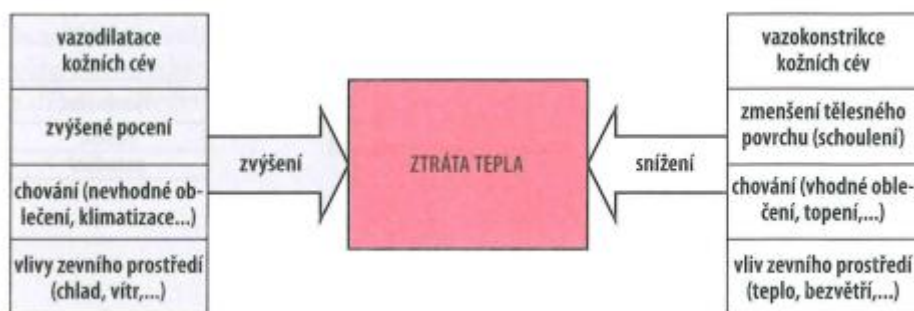
4. TERMOREGULACE

Termoregulace je proces, který slučuje fyziologické pochody řízené centrálním nervovým systémem udržujícím tělesnou teplotu na optimální hodnotě, při které probíhají metabolické přeměny. Různými termoregulačními mechanismy je možné udržet stálou tělesnou teplotu pohybující se mezi 36 – 37° C. Při teplotě -1° C, kdy se v buňce tvoří krystalky ledu, dochází k poškození lidské buňky a při teplotě 45° C dochází ke koagulaci bílkovin. Teplota lidského těla je závislá na tvorbě tepla a vnějším prostředí. Na tomto základě existuje termoregulace dvojího druhu – chemická, kdy dochází k tvorbě tepla a fyzikální, kdy dochází k jeho výdeji. Faktory ovlivňující tyto procesy jsou znázorněny na obrázku č. 2 a 3. [6].

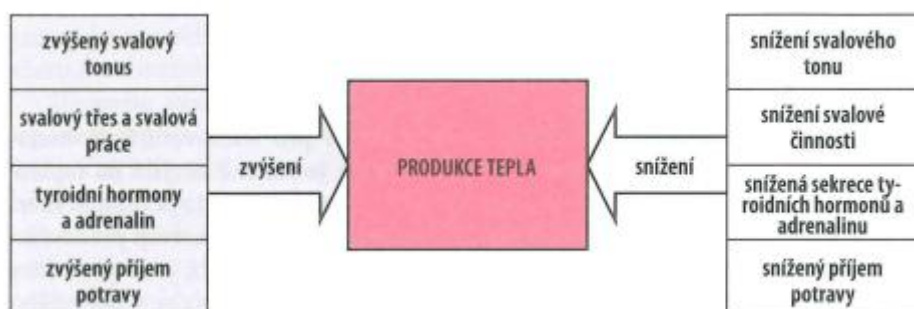
Chemická termoregulace představuje látkovou přeměnu (působení chemických reakcí), a tedy tvorbu tepla. Je zároveň závislá na fyzické zátěži organismu a na jeho činnosti. K největší produkci tepla dochází při namáhavé činnosti organismu.

Fyzikální termoregulace zahrnuje podíly jednotlivých odvodů tepla z organismu.

Nejprve tedy tvorbu tepla a posléze jeho odvod z těla. [1,3,4]



Obr. 2 Faktory určující ztrátu tepla [4]



Obr. 3 Faktory určující produkci tepla [4]

Během termoregulačních procesů tělo s teplotou kůže 33° C vyprodukuje kolem 0,03 l potu za hodinu. Ke kýženému ochlazení organismu pak dochází po jeho odpaření. Wyndham-Atkinsův vzorec (3) vyjadřuje, kolik kilogramu potu se vytvoří za jednu hodinu [1]:

$$m_p = (t_N - 36,5)\{0,1 + 0,455 \exp[0,27(t_S - 33)]\} \quad [\text{kg/hod}] \quad (3)$$

t_N – teplota jádra těla

t_S – teplota kůže

4.1 Přenos tepla mezi člověkem a okolím

K jevu přenosu tepla mezi okolím a živým organismem dochází třemi způsoby [1]:

- Kondukcí
- Konvekcí
- Radiací

4.1.1 Přenos tepla kondukcí

Ke kondukcí, neboli vedení, dochází při kontaktu kůže s chladnějším okolím. Čím větší je zde rozdíl teplot, tím rychlejší je celý proces. Kromě rozdílu teplot má na vedení vliv také tloušťka vrstvy přilehlého oděvu, množství statického vzduchu v oděvu a vnější pohyb vzduchu. Jedná se o hlavní mechanismus, který se podílí na přenosu tepla v tenkých oděvních systémech.

Proces přenosu kondukcí se řídí Fourierovo zákonem (4), jež vyjadřuje úměrnost mezi tokem tepla q , tepelnou vodivostí λ a teplotním gradientem $\Delta t/\Delta x$ [1,7].

$$q = -\lambda \cdot \Delta t/\Delta x \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (4)$$

Tepelný odpor (5) se řadí mezi významné hodnotitele tepelného komfortu pro plošné materiály o určité tloušťce h . Tepelný odpor vzduchové vrstvy v oděvu dosahuje svého maxima pro 5 mm tloušťku, v případě silnějších vrstev se uplatňuje volná konvekce a tepelný

odpor klesá. Celkový tepelný odpor R_{CL} (6) závisí na počtu vzduchových vrstev R_n . Sumou tohoto odporu a odporu mezní vrstvy R_E se získá odpor totální R_{TOT} , z uvedeného vztahu vyplývá rovnice č. 7 [1].

$$R = h/\lambda \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (5)$$

$$R_{CL} = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (6)$$

$$R_{TOT} = R_{CL} + R_E \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (7)$$

Následující rovnice pak vyjadřuje celkový tok tepla Q^* prostupující oděvem o ploše A_{CL} kondukcí v důsledku teplotního gradientu $\Delta t = t_S - t_E$ z čehož vyplývá:

$$Q^* = \Delta t \cdot A_{CL} / R_{TOT} \quad [\text{W}] \quad (8)$$

4.1.2 Přenos tepla konvekcí

Dalším ze způsobů přenosu tepla je konvekce čili proudění. Tento jev se řadí mezi nejvýznačnější z přenosů tepla. Označuje teplo transportované částicemi tekutin o rychlosti v . Mezi okolím a daným objektem se vytváří tzv. tepelná mezní vrstva, ve které se uskutečňuje teplotní spád. Newtonův zákon je v tomto případě zásadní, vyjadřuje tepelný tok q přenášený jakýmkoliv druhem proudění:

$$q = \alpha_c \cdot (t_1 - t_2) \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (9)$$

α_ckoeficient přestupu tepla

4.1.3 Přenos tepla radiací

Prostřednictvím záření může lidské tělo teplo přijímat i vydávat, k čemuž dochází při nižší okolní teplotě, než jaké má tělo. Mezi faktory ovlivňující přenos tepla radiací se řadí teplota a vlhkost okolního prostředí, tak i míra odhalení člověka. Radiace značí elektromagnetické vlnění, šířící se o rychlosti 300 000 000 m/s.

Záření o délce vlny λ , lze přiřadit frekvenci záření f , dle vztahu [1]:

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (10)$$

Dle vlnových délek lze záření rozdělit na záření gama, rentgenové záření, extrémní ultrafialové, ultrafialové, optické, infračervené, submilimetrové, mikrovlnné a radiové.

Vztah pro výpočet tepelného toku q , který je přenášen mezi objektem a okolím se zapisuje vztahem [1]:

$$q = \sigma \cdot \varepsilon \cdot (T_1^4 + T_2^4) \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (11)$$

T_1, T_2teploty rovnoběžných rovin [$^{\circ}\text{C}$]

εpovrchová emisivita

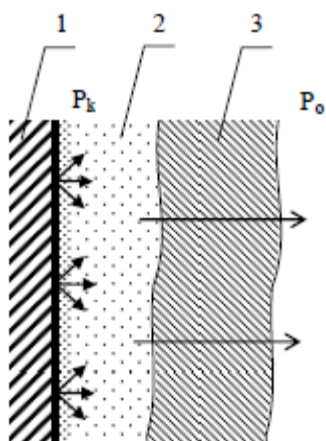
σradiační konstanta $5,67 \cdot 10^{-8}$

4.2 Odvod kapalné vlhkosti

Při styku pokožky s oděvem se transport vlhkosti řídí následujícími třemi principy

4.2.1 Difúzní odvod

Jedná se o samovolný pohyb látky v podobě potu prostupujícího ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry póry vláknenného materiálu ven. Cesta potu textilií je dobře vidět na obr. 4. Odpor oděvních vrstev se sčítá a bere s v potaz i odpor vzduchových mezivrstev. Pro výrobu tzv. outdoorového textilu se nejčastěji využívá pletenin z důvodu existence větší porozity, která zajišťuje lepší propustnost vodní páry. [1]



Obr. 4. Difúzní odvod potu přes textílii [1]

1-pokožka, 2-textilní vrstva, 3-kapalný pot P_k –parciální tlak páry u pokožky, P_o -parciální tlak páry v okolí

4.2.2 Kapilární odvod

Kapalný pot vzlíná z lidské pokožky kapilárními cestami textilního materiálu, který je v těsném kontaktu s kůží. Celý proces je závislý na smáčecích schopnostech dané textilie a povrchovém napětí vody. Důvodem, proč pot vzlíná, je kapilární tlak. S rostoucím kapilárním tlakem se zvyšuje schopnost vzlínání všemi směry v textílii. Pro lépe pot-odvádějící oděv se nejčastěji polyesterová vlákna speciálně tvarují do průřezu s několika výběžky, které tvoří potřebné kanálky, kudy se pot transportuje pryč od těla. Jejich struktura musí být kompaktní, plocha mezi nimi minimální, stejně jako adheze mezi nimi a potem. Příkladem vysoce funkčního vlákna je polypropylenové vlákno Moira (na obr. 5), jehož plocha je díky pěticipému průřezu až dvojnásobná.



Obr. 5. Průřez vláknem Moira [8]

Práce se zabývá mimo jiné návrhem a následnou realizací kontaktní textilie se speciálně tvarovanými vlákny pro konstrukci přídavného potahu autosedaček a záďové části batohu. Tato vlákenná plocha musí být schopna vést páru v rovině textilie. Pro tento úkol jsem zvolila vlákna Coolmax, schopná kapilárního odvodu, vytvarovaná z polyesterového materiálu se čtyřmi kanálky pro efektivnější odvod potu od těla ven (viz obr. 6). Vlákna Coolmax jsou málo nasákové, rychleji schnou a také odolávají pachům a plísním. [1,4]



Obr. 6. Vlákno Coolmax [9]

4.2.3 Sorpční odvod

Vzniklý pot z pokožky těla nejprve pronikne do vlákenných mezimolekulárních oblastí a následně naváže na hydrofilní skupiny ve vnitřní struktuře molekul. Pro tento odvod je nutné, aby textilie obsahovala sorpční vlákna. [1]

4.3 Odvod plynné vlhkosti z pokožky

Vodní pára se v textilních mezivrstvách přenáší dvojím způsobem - vedením a prouděním. Gradient mezi koncentrací nasycené vodní páry na povrchu pokožky a koncentrací vodní páry jejím parciálním tlakem v okolí prostředí se stává hnací silou procesu. V případě, že tento gradient dosáhne určité míry, se odparem vlhkosti m^* [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}$] z povrchu kůže odvede tepelný tok q . Vztah je vyjádřen rovnicí, kde se další proměnnou stává výparné teplo L [1] :

$$q = m^*L \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad (12)$$

V uzavřeném oděvním systému, kde textilie disponují malou prodyšností, se vodní pára přenáší především difuzním typem vedení. Dle 1. Fickova zákona v tomto systému se pak množství páry m^* prostupující vzduchovou mezerou o tloušťce h úměrné difuznímu koeficientu D_p a gradientu parciálního tlaku $\Delta p_{\text{parc}}/\Delta x$ [1] :

$$m^* = -D_p \cdot \Delta p_{\text{parc}} \quad [\text{kg/m}^2\text{s}] \quad (13)$$

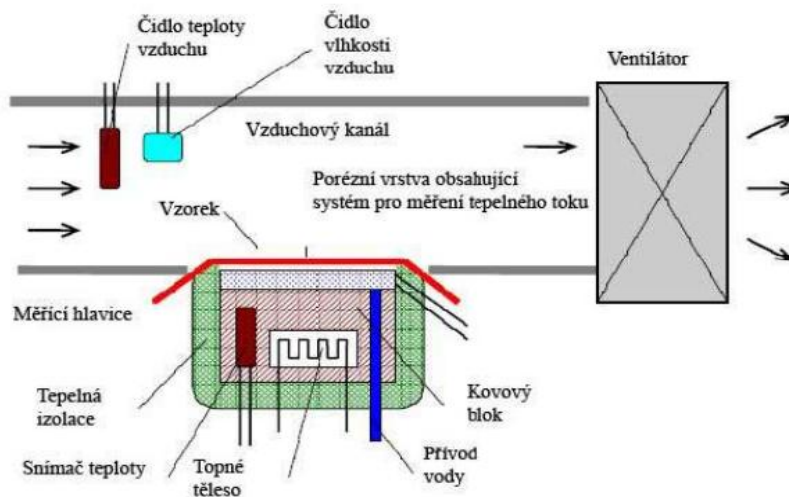
5. MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ

Tato kapitola je věnována přístrojům, které byly použity v praktické části této práce, a metodám měření stěžejních charakteristik termofyziologického komfortu na vzorcích.

5.1 PERMETEST

Přístroj PERMETEST (jeho části lze vidět na obr. 7) se využívá k měření výparného odporu a paropropustnosti, stejně tak se jeho pomocí může změřit na textilních vzorcích jejich tepelný odpor. [1]

Postup měření je popsán v interní normě TUL č. 23 – 304 – 01/01



Obr. 7. Schéma přístroje PERMETEST [1]

„Na začátku referenční fáze dojde k zavlhčení hlavice a k dosažení zvolené teploty hlavice při zadané rychlosti proudu vzduchu. Odparem vlhkosti z povrchu hlavice je simulován efekt pocení, tím je z měřicí hlavice odváděn tepelný tok. Tepelný tok je zaznamenáván počítačem. Proud vzduchu z ventilátoru obtékající měřenou textilií tento chladící efekt zintenzivňuje. V kanálu je umístěn snímač teploty a snímač relativní vlhkosti vzduchu. Tyto snímače ve vazbě s programem mikrořadiče vyhodnotí ustálený stav referenční fáze (tj. fáze měření bez vloženého vzorku). V následujícím kroku se mezi měřicí hlavici a vzduchový kanál vloží vzorek a spustí se měřicí fáze.“ [10]

5.1.1 Podstata zkoušky

Přístroj PERMETEST měří tepelný tok procházející povrchem modelu lidské pokožky, který je z porézního materiálu a během procesu měření zvlhčován. Pro zachování izotermických podmínek při měření výparného odporu a paropropustnosti je důležité, aby měřicí hlavice byla udržována na teplotě okolního vzduchu (zhruba 20 – 23°C), který je do přístroje nasáván. To se děje díky elektrické topné spirále a regulátoru. V porézní vrstvě dochází k přeměně vlhkosti na páru, což simuluje pocení. Před přiložením vzorku se změří tepelný tok. Přes model je na separační folii přiložen vzorek textilie, na kterou je z vnější strany hnán proud vzduchu. Následně je měřen výparný tepelný tok, který je přímo úměrný hledané paropropustnosti. [1,11]

5.1.2 Výparný odpor

Jedná se o vlastnost materiálu odvádět výpary do vnějšího prostředí. Stoprocentní propustnost vodních par představuje tepelný tok vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek. Parciální tlak vodní páry ve vzduchu P_a je veličina, která je určena z relativní vlhkosti vzduchu φ a jeho teploty t_a . Parciální tlak páry ve stavu nasycení, P_m je funkcí teploty vzduchu, která je naprogramována v přístroji PERMETEST [1,11].

Měření výparného odporu lze stanovit dle následujícího vztahu:

$$R_{et} = (P_m - P_a) \cdot (q_v^{-1} - q_0^{-1}) \quad [\text{m}^2 \cdot \text{Pa} / \text{W}] \quad (14)$$

5.1.3 Relativní paropropustnost

Měření relativní paropropustnosti textilií je nenormalizovaný parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok q_0 [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$] vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru, jaký má testovaný vzorek textilie. Při zakrytí této hladiny testovaným vzorkem se poté tepelný tok sníží o hodnotu q_v [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$]. Relativní paropropustnost lze pak stanovit dle vzorce [1]:

$$p' = 100 \cdot (q_v / q_0) \quad [\%] \quad (15)$$

5.2 Almemo 2209-4

Aby se splnily veškeré náležitosti spojené s měřením nasimulovaného prostředí, byla rychlost proudění větru z ventilátorů měřena přenosným zařízením od společnosti Ahlborn, s.r.o. Bateriový přístroj Almemo 2209-4 (obr. 8) sestává z universální centrální měřicí jednotky s digitální indikací a možností připojení 4 měřících sond. Mezi sondami a měřicí jednotkou se nachází speciální přizpůsobovací konektory (interface). Ocenila jsem zejména pohotovost, snadnost jeho instalace a přesnost měření.

Sondy měří:

- Rychlost proudění na vrtulkovém principu do 20m/s
- Teplotu a relativní vlhkost vzduchu na kondensátorovém principu



Obr. 8 Almemo 2290-4

5.3 FX 3300

Princip měření spočívá ve vytvoření tlakového rozdílu mezi oběma povrchy testované textilie (nejčastěji 100 Pa) a měření takto vyvolaného průtoku vzduchu. Testuje se plocha 20 cm². Propustnost se vyjadřuje v m/s. Jedním z pozitiv tohoto přístroje je možnost textilií měřit vcelku, není tedy nutné vzorek stříhat či jakkoli jinak znehodnocovat. Měřením hodnot prodyšnosti na více místech plochy vzorku lze odhalit technologické nedostatky, projevující se jeho nerovnoměrností. Přístroj od švýcarské firmy Textest je zachycen na obrázku č. 9. [1,12]



Obr.9 Přístroj FX 3300

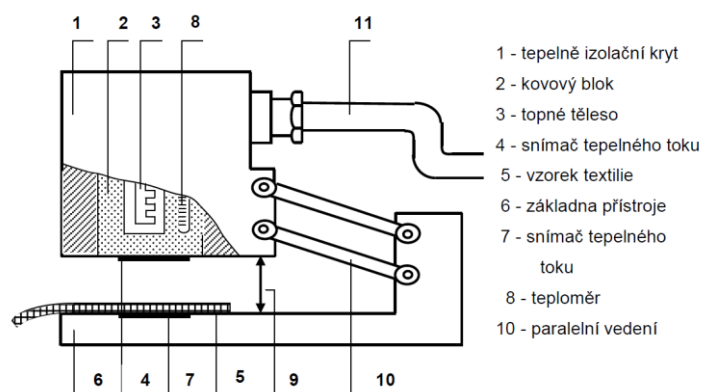
5.4 Alambeta

Přístroj Alambeta lze charakterizovat jako počítačem řízený poloautomat, jež měří tepelně – izolační a dynamické vlastnosti. Mezi hlavní přednosti tohoto přístroje se řadí jeho mobilita, možnost statistického vyhodnocení, autodiagnostický program, zabraňující nesprávnému měření, a jeho rychlé zpracování dat.

Alambeta simuluje tepelně – kontaktní vjem mezi vlhkou kůží a suchou textilií při společném kontaktu, následně je přístroj schopen parametry objektivně vyhodnotit. Při hodnocení vlhkostní jímavosti je měřen tepelný tok procházející povrchem vzorku měřeného materiálu a vzorku vlhčeného, nahrazující zpravidla zpcenou lidskou pokožku. Po zahájení měření hlavice, vyhřátá na 33°C, klesne k povrchu měřeného vzorku (znázorněného pod číslem 5 na obrázku č. 10) pod definovaným přtlakem, který je nastavitelný. V tento moment se povrchová teplota textilie změní a přístroj začíná průběh tepelného toku zaznamenávat. Zároveň se měří i tloušťka materiálu díky fotoelektrickému senzoru. Po naměření teploty měřeného vzorku, se získá odečtením teplot hlavice a vzorku. Materiál s vyšší sorpcí a vyšším kapilárním odvodem vlhkosti pak více zbví vzorek simulující pokožku vlhkosti a vykáže sušší (teplejší) omak [1,13]

Přístroj je schopen změřit:

λ	Měrná tepelná vodivost	[W/m/K]
a	Měrná teplotní vodivost	[m ² /s]
b	Tepelná jímavost	[W.s ^{1/2} /m ² /K]
r	Plošný odpor vedení tepla	[K.m ² /W]
h	Tloušťka	[mm]
q	Tepelný tok	[W/m ²]



Obr. 10 Schéma přístroje Alambeta

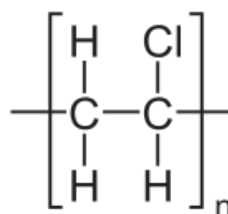
6. POLYVINYLCHLORID (PVC)

Textilní vzorek navržený pro komfortní kontaktní vjem je složený z polyvinilchloridových trubiček, běžně používaných k beztlakému rozvodu vody, vzduchu či jako ochrana pro elektrorozvody. Polyvinilchlorid má pro daný účel mnoho kladných vlastností. Níže je mimo nich také uvedena základní charakteristika tohoto populárního materiálu.

6.1 Charakteristika PVC

Polyvinylchlorid se řadí mezi nejvýznamnější členy skupiny vinylových polymerů a je jedním ze skupiny plastů vyráběných z etylenu. Spolu s polyetylenem a polypropylenem je nejvíce vyráběným syntetickým plastem. Důvody jeho obliby jsou levný způsob výroby vinylchloridu a mimořádné vlastnosti jeho polymeru. Jedná se zejména o snadnou zpracovatelnost téměř všemi základními postupy (vytlačováním, válcováním, vstřikováním, vyfukováním, vakuovým tvarováním atd.) nebo jeho schopnost želatínace s různými změkčovadly a v neposlední řadě jeho vysokou chemickou odolnost.

Základní stavební jednotkou těchto látek je monomer (obr. 11), který se spojuje do řetězců při chemické reakci – polymeraci. Při této reakci vznikají makromolekuly (polymery) s dlouhým řetězcem. Monomer, ze kterého se vyrábí polyvinylchlorid, se nazývá vinylchlorid. Jeho historie sahá do první poloviny devatenáctého století, kdy byl poprvé laboratorně syntetizován Justusem von Liebigem. Konečný produkt poprvé připravil Baumann v r. 1872. První komerční výroba PVC začala ve 20. letech 20. století v USA. Poté se výroba rozšířila i do Evropy [12].



Obr. 11 Chemická struktura PVC

6.2 Výroba PVC

Průmyslově se polyvinylchlorid vyrábí suspenzí (jedná se o převážnou část světové produkce), emulzní cestou a také polymerací v monomerní fázi. Jelikož je tato látka v monomeru nerozpustná, je výsledkem jeho výroby porézní prášek. Polymerace v monomerní fázi poskytuje čistý polyvinylchloridový prášek. V tomto případě je postup jeho výroby následující - solný roztok se působením elektrického proudu rozkládá na chlor, vodík a hydroxid sodný. Sloučením ethylenu, vzniklého z ropy, a chloru vzniká etylendichlorid (EDC), z něhož se odštěpením molekuly HCl vyrábí vinylchlorid. Během procesu polymerace jsou molekuly vinylchloridu spojovány do řetězců a vzniká polyvinylchlorid v podobě bílého prášku, který je nutné míchat s dalšími přídavnými látkami - aditivy. To umožňuje právě chlór, který je dobře mísitelný a zároveň snižuje hořlavost. Polyvinylchlorid je chemicky stabilní, netoxický a nachází široké uplatnění ve stavebnictví, elektrotechnice, dopravě, lékařství, při výrobě hraček apod.

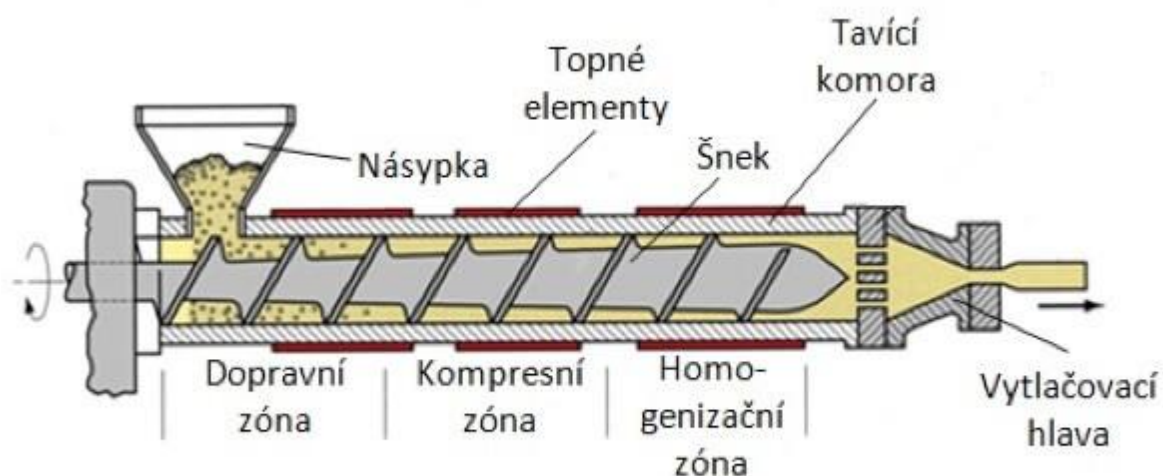
Polyvinylchlorid se zpracovává buď bez změkčovadel, pouze se stabilizátory, mazivou a modifikátory na tvrdé výrobky (trubky, profily, desky apod.), nebo se změkčovadly na výrobky polotuhé až elastické (fólie, nádoby, hračky, ochranné rukavice atd.). Neměkčený, tvrdý polyvinylchlorid je znám pod zobecněným obchodním označením novodur, měkčený zase pod názvem novoplast [14].

6.3 Výroba PVC hadic

Trubky jsou tvářeny z zplastikovaného polyvinylchloridu. Kontinuálním vytlačováním do tlakové komory a dále do zařízení, jenž je zodpovědný za tvar konečného výrobku do požadovaného tvaru. Ke zpracování termoplastů a dalších polymerních látek se nejčastěji využívají šnekové vytlačovací stroje. Na stroji dvoušnekového typu, který slouží pro výrobu hadic, se zpracovávají především polymery ve formě prášků. Kromě hadic a jiných trubek se tímto způsobem tvarují fólie, profily či opláštěvané vodiče.

Polyvinylchloridová hmota se zachytí v první části stroje, který je vyobrazen na obrázku č. 12, a za současného stlačování postupuje směrem k druhé zóně B, kde je plastikována. V dávkovací zóně C je již plastický materiál plně homogenní a pod tlakem dopraven k tvářecí hlavě na vytlačování trubek. Vytlačovací stroj spolu s hlavou jsou ve většině případů zařazeny

společně do výrobní linky, ze které je konečný výrobek po kalibraci a chladicí lázni odtažen k řezacímu zařízení. [14]



Obr. 12 Šnekový vytlačovací stroj [12]

6.4 Vlastnosti PVC

Změkčovadla, zpravidla užívané ftaláty, mají na svědomí uvolnění mezimolekulárních sil mezi řetězci uvnitř PVC. Množství změkčovadel ovlivňuje elasticitu. Zároveň významně ovlivňují také tepelné vlastnosti. Z důvodu příliš složitých vztahů mezi látkami se pro sestavování receptur měkčeného PVC stále kombinace změkčovadel určuje empiricky. V okolí molekul PVC jsou vytvářeny solvátové obaly.

Polyvinylchlorid je odolný především vůči neoxidujícím kyselinám a zásadám. Z organických rozpouštědel odolává polyvinylchlorid nasyceným uhlovodíkům a alkoholům, bobtná v ketonech, aromatických a chlorovaných rozpouštědlech, dobře se rozpouští v tetrahydrofuranu a cyklohexanonu. Výše zmíněné kroky ovlivňují následné vlastnosti materiálu. Dle svého složení a poměrů použitých látek se mohou natolik lišit, že nelze uvést mnoho obecně platných vlastností. Základní však je pevnost v tahu, která se s obsahem změkčovadla může i několikanásobně snížit. Při běžné teplotě pohltí neměkčený polyvinylchlorid přibližně 1 % vlhkosti. Se vzrůstajícím obsahem změkčovadla se absorpce vody projevuje bílým zakalením výrobku. Absorpce vody se může dostat do fáze, kdy se např. z fólie v průběhu máčení ve vodě vylouhuje změkčovadlo a produkt následně dostává

vlastnosti tvrdého polyvinylchloridu [14,15].

6.5 Použití PVC

Konečné výrobky z novoplastu jsou polotuhé až elastické s velmi rozmanitými možnostmi použití, jedná se o fólie, hračky, ochranné rukavice, nafukovací výrobky či se využívají ve stavebnictví jako zástěny snižující tepelné ztráty v zimě i izolující od hluku. Dále lze novoplast nalézt v mrazírenských boxech s úkolem uchránit od unikajícího tepla. Díky snadnému zpracování polyvinylchloridu a své odolnosti nahrazuje tradiční stavební materiály, v tomto oboru nachází své místo jako podlahové krytiny, odpadová potrubí, okenní a dveřní rámy [14,15].

7. TECHNICKÉ NORMY

Technické normy lze popsat jako dokumenty stanovující technické náležitosti nebo technická řešení u opakovaných úkonů, např. při hromadné výrobě. Tyto předpisy se stávají závaznými uvedením ve smlouvě či právním předpisem.

Technické normy se nejčastěji člení dle rozšíření na:

Mezinárodní a regionální- ISO

Regionální - EN (evropská norma)

Národní – např. ČSN (česká technická norma), STN (slovenská technická norma),

BS (britská technická norma-standard), ASTM (americká technická norma)

Podnikové – např. PN, PND, PNJ, TN, TP, platné uvnitř podniku i mezi podniky při uzavírání kupních smluv [16].

7.1 Mezinárodní, regionální a české normy

Člen Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO) má zároveň právo být zástupcem v technické komisi pro konkrétní, jemu blízké, téma. Technická komise spolu s mezinárodními vládními i nevládními organizacemi spolupracují na mezinárodních normách. Poté, co komise rozešle členům ISO návrh normy, je nutné k jejímu vydání alespoň 75% kladných hlasů. Norma musí být nadále revidována vždy po pěti letech

Jednotlivé odborné oblasti jsou zpracovávány technickými komisemi (TC), subkomisemi (SC) a pracovními skupinami (WG) a právě oblast textilu je řízena Technickou komisí ISO/TC 38. Technická komise pro textil je nadále rozdělena do subkomisí, příkladem jsou subkomise 1, 2, 20, 23, 24 [16,17]:

ISO/TC 38/SC 1 – Zkoušky barevných textilií a barviv

ISO/TC 38/SC 2 - Čistění, apretace a zkoušky odolnosti vůči vodě

ISO/TC 38/SC 20 – Popisy plošných textilií

ISO/TC 38/SC 23 – Vlákna a nitě

ISO/TC 38/SC 24 - Ovzduší pro klimatizování a fyzikální zkoušky textilních plošných tkanin

Činnost technické normalizace v Evropské unii má na starosti Evropská komise pro technickou normalizaci (CEN). A Česká republika má, stejně jako všechny ostatní státy Evropské unie, za povinnost normy vydané Evropskou komisí do šesti měsíců zavést do svých národních norem (pro ČR je to ČSN) a původní kolidující zrušit.

Seznam českých technických norem je každý rok aktualizován Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. České technické normy (ČSN) jsou seřazeny systematicky dle šestimístného číselného znaku, kdy každé dvojčíslí má svůj význam [16]:

první dvojčíslí - třídu norem (pro textil 80)

druhé dvojčíslí - skupinu

třetí dvojčíslí - pořadové číslo ve skupině

7.2 Norma ISO 11092

„ Tato mezinárodní norma stanoví metody pro měření tepelného odporu a výparného odporu za ustálených podmínek, např. u plošných textilií, fólií, povrstvených textilií, pěnových materiálů a kůží, včetně vícevrstevných sestav, pro použití u oděvů, prošíváných přikrývek, spacích pytlů, potahových textilií a obdobných textilních nebo textilu podobných výrobků. “

[18, s.7]

Metoda je omezena maximálním výparným odporem a tepelným odporem, závislými na rozměrech a konstrukci testovacího zařízení. Mezinárodní norma ISO 11092, která se řadí k prvním z řady normalizovaných zkušebních metod v oblasti oděvního komfortu, však ve svých podmínkách pro testování nezačleňuje speciální komfortní situace, ani necharakterizuje vlastnosti v závislosti na fyziologickém komfortu. [anotace k normě]: Norma popisuje metody, které se mohou použít k měření tepelných a vlhkostních vlastností textilií, z nichž každá je typická pro jednu nebo druhou vlastnost a opírá se o určité předpoklady při jejím výkladu

Fyzikální vlastnosti textilních materiálů, které přispívají k fyziologickému komfortu, zahrnují kombinace přenosu tepla a hmoty. Každý přenos se může uskutečňovat samostatně nebo souběžně. Jsou závislé na čase a mohou být brány v úvahu v podmínkách ustáleného stavu nebo v měnících se podmínkách.

Norma charakterizuje aparát, zvaný jako „model kůže“, který je určen k napodobení procesů přenosu hmoty a tepla. Tato vyhřívaná deska, simulující pocení, ke kterému dochází u lidské pokožky, může provádět měření buď samostatně či souběžně. Měření je možné provádět za použití rozmanitých okolních podmínek, které zahrnují kombinace teploty, rychlosti proudění vzduchu a relativní vlhkosti. Díky tomu je možné napodobit různé podmínky a situace v jakémkoliv prostředí, a to v ustáleném i měnícím se stavu. Norma však definuje pouze podmínky ve stavu ustáleném [16,17]:.

8. VÝROBA AUTOSEDAČKY

Část autosedačky, která vytváří komfortní pocit sezení je polyurethanová pěna. Údajně již nyní velcí výrobci uvažují na podobném principu, jaký je využit u trubicové textilie, a PUR pěny vytvářejí s horizontálními drážky.

Existují dva hlavní typy polyurethanové pěny. První z nich jsou pěny pružné, které jsou více komfortní a předurčeny pro použití v automobilovém průmyslu. Druhým typem jsou pěny tuhé, používané primárně jako tepelná izolace v chladírenském a stavebním průmyslu a v dalších izolačních aplikacích.

Pěna se skládá ze dvou chemických látek – isokyanátu a polyolu. Pro výrobu automobilových sedaček se používají dva typy isokyanátů, methylen difenyl diisokyanát, znám jako MDI a toluen diisokyanát, TDI.

Forma je nastříkána rozpouštědlem na bázi uvolňovacího činidla. Všechny oblasti formy se musí takto ošetřit jako prevence proti přilepení se a následnému trhání při otevírání nosičů. Dráty, které slouží k vedení tepla v sedačkách, jsou umístěny na magnety ve formách, následně zaplněných polyurethanovou směsí.

Dvě základní chemikálie jsou smíchány dohromady za vzniku horkého tekutého polyurethanu a dále je pod tlakem 160 barů uvolněn. Kapalina se poté přes směšovací komoru ve směšovací hlavě vypouští do formy vyhřáté na teplotu okolo 55° C v závislosti na poměru chemikálií. Směs chemických látek po zavření formy začne ihned reagovat na teplo ve formách a stoupat. Plyny nahromaděné uvnitř formy musí být z výrobku uvolněny. To se provádí lehkým, ale velice rychlým otevřením formy, kdy k úniku dochází přímo uvnitř modulu nebo dělicími odvětrávacími průduchy. Pěna je plně zformována po pěti minutách, ale připravena k vyjmutí z formy až po sedmi - osmi minutách v závislosti na výrobních požadavcích.

Hustota pěny určuje tvrdost a pevnost. Měří se velikost tlaku, který je zapotřebí ke stlačení sedačky, momentální tvrdost sedadel je specifikována v rozmezí 210 N \pm 10%. Kontrola probíhá pravidelně. Pokud nejsou pěnové části v toleranci, musí být upraven poměr chemikálií.

Na polyuretanovou pěnu lze, dle požadavků zákazníka, upevnit další díly - BodySense, který funguje jako čidlo pro určení přepravovaného nákladu, či dnes velmi populární vyhřívání (obr.13).

Po dokončení všech kroků je pěna pečlivě zkontrolována a dále se přesouvá k namontování na kovovou strukturu, jenž je pro ilustraci na obrázku č. 14, která je speciálně upravena do požadovaného tvaru pro každý konkrétní model. Vzduchové vaky s funkcí polohování dle nafouknutí a následnému prokrvení jak zádové části, tak i sedících partií a vůbec veškeré elektrické přívody, včetně těch k airbagům, jsou provlečeny a upevněny v kovové části sedačky.

Na pěnu se navleče potah v provedení kůže, syntetická kůže či látka s upevňujícími lištami a háčky (detail v příloze), který přesně pasuje do prohlubní pěn a dá se tak trvale zafixovat. Mezi dnes používané materiály se řadí polyesterové tkaniny či pleteniny, vlněné, vlněné s příměsí polyesteru. Jako laminace vrchního povrchu se přidává pro lepší vzhled a komfort polyuretanové pěny a polyesterové netkané textilie, které se k hlavnímu materiálu našívají či kašírují. Výsledný vzhled sedačky koresponduje s interiérem automobilu. Na obrázku č. 15 je vyobrazena sedačka ve sportovním rázu [19].



Obr. 13 Detail upevnění potahu k pěně pomocí kovových kroužků



Obr. 14 Kovová konstrukce



Obr. č.15 Sestavená sedačka

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

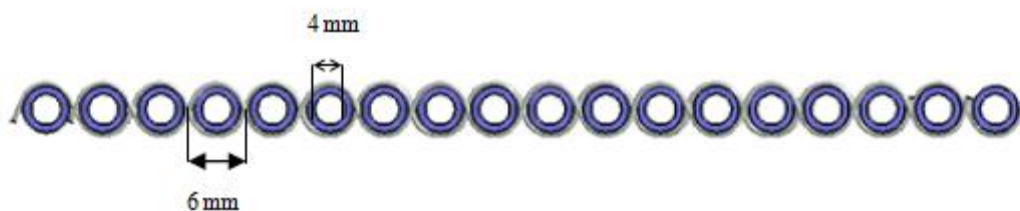
V této části mé práce je popsána nejen navržená nová textilie spolu s charakteristikou důležitých vlastností vyžadovaných ke splnění komfortu sedícího, ale je zde uveden sestavený model difuzního odporu vzduchových mezer v rovině textilie.

V dalších oddílech jsou připraveny popisy struktur všech měřených vzorků zkoušených na výparný odpor a paropropustnost. Testy byly vykonány na, k tomuto účelu sestrojeném, přístroji PERMETEST při běžném průchodu parní vlhkosti ve směru tloušťky těchto textilií.

Získané hodnoty jsou dále statisticky zpracovány, vyhodnoceny a navzájem porovnány.

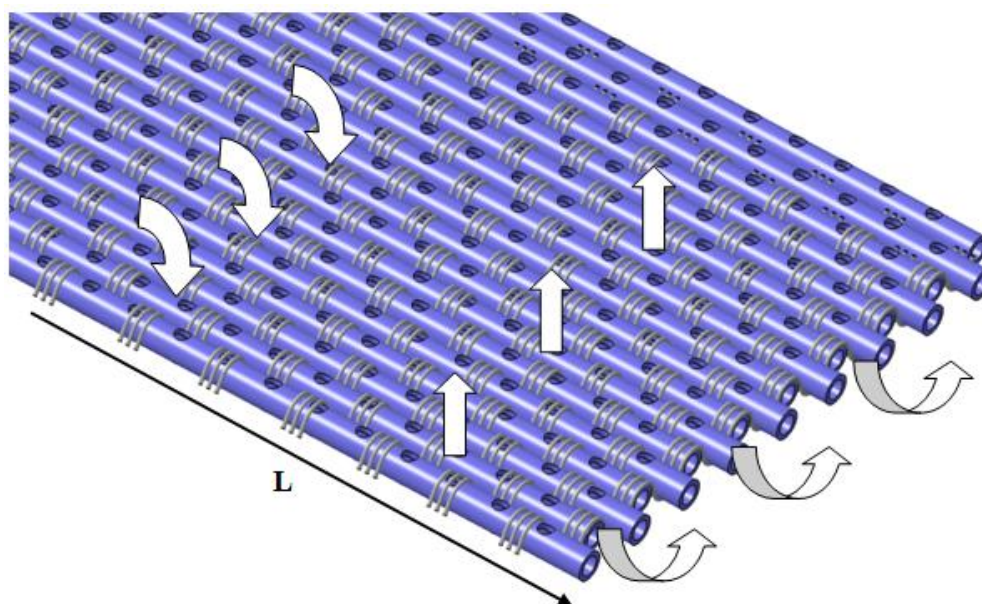
9. NAVRŽENÁ TEXTILIE

Dle nastudovaných poznatků byla navrhnutá a vytvořena nová kontaktní textilie, která sedícímu poskytuje suchý kontaktní vjem v podmínkách vedení parní vlhkosti v rovině této textilie. Prototyp byl utkána na tkalcovském stavu, kdy za útky posloužily PVC hadičky perforované po celé své délce. Rozměry hadiček jsou vyobrazeny na ilustraci – obr. 16



Obr. 16 Rozměry PVC trubiček

Zdrojem vodní páry u sedící osoby je pot odpařovaný z kůže právě v místě sezení. Pára okamžitě vstupuje do oděvu s parním odporem $R_{par,od}$, a poté do perforované trubičky, kterou prochází po dráze L v rovině nového autopotahu (kdy sedačka je v šíři $2L$ zakryta sedící osobou) až k místu, kde dalším otvorem trubičku opustí. V tomto místě pak pára vstoupí do mezní vrstvy s parním odporem $R_{par,mv}$.



Obr. 17 Princip odvodu parního potu

Efektivní porozita ε^* příčného řezu autopotahu dle principu na výše uvedeném obr. 17 obsahující N trubiček s průřezem A . Porozita je pak dána poměrem průřezů trubiček k průřezu textilie. Těmito póry pak po celé délce L^* [m] proudí pára od svého zdroje k volnému povrchu sedačky vedle sedící osoby resp. volnému okraji autosedačky. Lze předpokládat, že po většinu dráhy páry budou podmínky izotermní, takže nedojde ke kondenzaci.

Parní odpor sedačkové vrstvy [s/m] pak bude dán vztahem [1] :

$$R_{\text{par, sed}} = L^* / (\varepsilon^* * D_p) \quad (16)$$

kde L^* je průměrná délka dráhy vodní molekuly od jejího vstupu do textilie až k jejímu výstupu z trubičky (několik decimetrů). Ze vztahu je patrné, že parní odpor sedačky ve směru její roviny musí být podstatně vyšší než parní odpor běžných relativně tenkých textilií.

D_p ve výše uvedeném vztahu představuje součinitel difuze vodní páry do vzduchu, neboť v trubičkách tvořící textilní vrstvu se nachází vzduch. Tento součinitel v tomto případě musí být přepočten na hnací sílu tvořenou rozdílem parciálních tlaků vodní páry, nikoliv na rozdíl koncentrací.

Celkový parní odpor $R_{\text{par,celk}}$ systému kůže + oděv + autosedačka + okolí je pak dán součtem všech individuálních odporů (všechny odpory jsou zde vztaženy na hnací sílu danou bezrozměrným rozdílem koncentrací vodní páry):

$$R_{\text{par,celk}} = R_{\text{par,od}} + R_{\text{par,sed}} + R_{\text{par,mv}} \quad (17)$$

Po dosazení:

$$R_{\text{par,celk}} = R_{\text{par,od}} + L^* / (\varepsilon^* \cdot D_p) + (1/\beta) \quad (18)$$

kde β [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] je součinitel přestupu hmoty prouděním, který závisí na rychlosti vzduchu v [m/s] a pro laminární proudění jej lze zjednodušeně stanovit pomocí analogie mezi přestupem tepla a vlhkosti, tzv. Lewisova vztahu:

$$\alpha = \beta \cdot C_{pA} \quad (19)$$

kde C_{pA} [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$] je specifické teplo vlhkého vzduchu, α [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] zde představuje součinitel přestupu do vzduchu prouděním, který lze v našem případě stanovit z přibližného vztahu pro malé rychlosti proudění:

$$\alpha = 8,3 \cdot v^{1/2} \quad (20)$$

Touto rychlostí se míní proudění vzduchu kolem sedící osoby, která závisí na proudění v automobilu.

Odpařené množství vlhkosti m^* [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] pak plyne z rovnice

$$m^* = \Delta p / R_{\text{par,celk}} \quad (21)$$

Zde uvedený celkový parní odpor $R_{\text{par,celk}}$ v tomto případě musí být přepočten na hnací sílu tvořenou rozdílem parciálních tlaků vodní páry, nikoliv na rozdíl koncentrací.

$$D_p = D_C \cdot M_W / RT \quad (22)$$

Kde D_P [$\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$] představuje difúzní koeficient, M_W [$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$] je molární hmotnost vodní páry, R je obecná plynová konstanta a T představuje teplotu vodní páry T v Kelvinově stupnici.

Odpařené množství vlhkosti m^* [kg/(m²·s)] pak plyne z rovnice

$$m^* = \Delta p \cdot M_W / (R_{\text{par,celk}} \cdot RT) \quad (23)$$

Ve vztahu pro odpařené množství vlhkosti m^* pak Δp znamená rozdíl parciálních tlaků vodní páry $p_{\text{nas}} - p_{\text{inst}}$ [Pa], kde p_{nas} platí pro teplotu sedící osoby, tedy při testování pro teplotu vodní páry v přístroji PERMETEST, a p_{inst} je dáno stupněm nasycení vodní páry v okolí sedící osoby, respektive v přístroji PERMETEST (obvykle 40%), při stejné teplotě, neboť měření paropropustnosti probíhá za izotermických podmínek. Po vynásobení výše uvedeného vztahu pro přenášenou hmotnost vodní páry výparným teplem vody L (cca 2 500 000 J/kg) dostaneme konečný vztah pro chladicí tok q_{chl} vnímaný sedící osobou i registrovaný přístrojem :

$$q_{\text{chl}} = m^* \cdot L = \Delta p \cdot M_W / (R_{\text{par,celk}} \cdot RT) \quad (24)$$

10. ISO 11092 V PRAXI

V souvislosti se studovaným přenosovým dějem je nyní zapotřebí vznést námitky proti koncepci normy ISO 11092, hlavní světové normy pro hodnocení termofyziologického komfortu textilií.

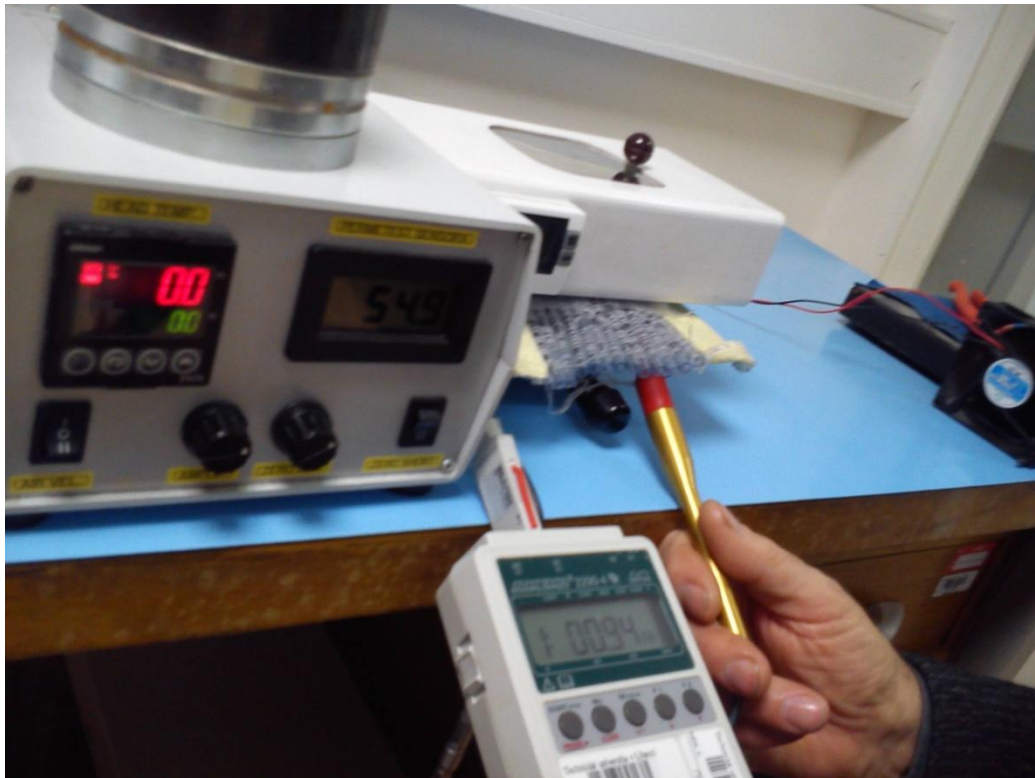
Dle této normy je textilie z jedné strany ofukována paralelním proudem vzduchu o rychlosti 1 m/s, což odpovídá běžné chůzi. Nicméně, při nošení textilií dochází taktéž k situacím, kdy lidé sedí nebo stojí. Během těchto činností rychlost vzduchu při volné konvekci nepřesahuje 0,2 m/s. Norma tedy zvýhodňuje vliv proudění, což efektivně podstatně zvyšuje přenos vodní páry textilií. Má-li se změřit výparný odpor v rovině potahové textilie v daném uspořádání, musí se v okolí sedící osoby vytvořit paralelní proudění se stejnou rychlostí jako v případě dle ISO 11092. Jenom tak je možné porovnat výparný odpor skrz textilií při proudění v rovině textilie.

Proto byla trubičková textilie do přístroje PERMETEST vložena tak, že volné konce této textilie přecházejí měřicí kanál přístroje PERMETEST o cca 120 mm (což může odpovídat reálné situaci – viz obr. 18), a na povrch této textilie byl z ventilátorů (po obou stranách) přiveden vzduch proudící podél těchto povrchů o rychlosti 0,8 až 1,2 m/s. Průběh měření je nafocen a zobrazen pod číslem 19. Prostřední část vzorku (uvnitř kanálu) byla zakryta, což modeluje zakrytí nepropustné autosedačky v místě těla sedící osoby. Vlhkosměnný povrch se ve skutečném automobilu nachází na stejné straně jako zdroj vlhkosti (pokožka sedící osoby), ale to na výsledek simulace nemá vliv, neboť testovaná textilie je podél centrální roviny souměrná.



Obr. 18 Simulace osoby na sedačce

Toto uspořádání umožňuje hodnotit výparný odpor systému dle kritérií shodných jako v případě normy ISO 11092, tzn. výparný odpor Ret obecné textilie je považován za akceptovatelný, pokud je Ret nižší než $12 \text{ m}^2\text{Pa/W}$.



Obr. 19 Průběh měření

11. POSTUP MĚŘENÍ

Za použití přístroje PERMETEST na katedře hodnocení textilií v Liberci byly naměřeny hodnoty relativní paropropustnosti a výparného odporu pro textilie různých vlastností.

11.1 Stanovení termofyziologických vlastností

Porézní povrch modelu je zvlhčován, tím se simulují podmínky, při kterých lidský organismus ochlazuje pokožku pocením. Při měření je hlavice přístroje udržována na teplotě okolního vzduchu, který je do přístroje nasáván. Vlhkost v porézní vrstvě se mění na páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. Vzniklý tepelný výparný tok je přímo či nepřímo úměrný paropropustnosti a výparnému odporu materiálu.

Při měření se nejdříve naměří hodnota tepelného toku bez testovaného vzorku a následně znovu se vzorkem. Přístroj si tak eviduje a vyhodnocuje příslušné tepelné toky. Měření je rozděleno do tří fází. V referenční fázi se přístroj nastaví dle mnou zadaných počátečních parametrů teploty a zavlhčení měřicí hlavice. V další fázi se vloží vzorek na měřicí hlavici, kam byla umístěna folie, simulující pěnu sedačky, a zasune se do vzduchového kanálu. Poslední fází je měření, kdy dochází k ustálení teploty hlavice a výpočtu naměřených hodnot.

Pro aplikaci normy ISO 11092 do celé šířky tkaniny byla umístěna ventilační zařízení s ochlazováním o rychlosti $v=1$ m/s.

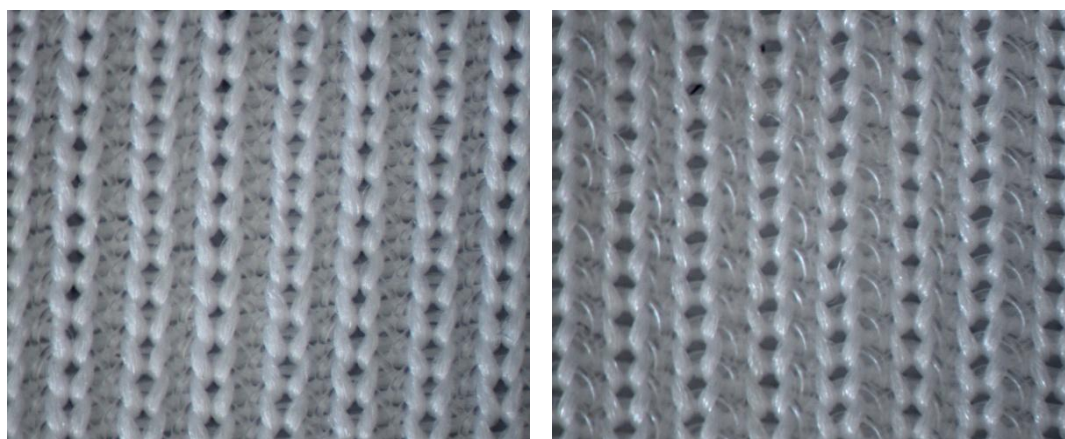
11.2 Měřené textilie

Nově vyvinutá textilie, speciálně utkaná na Katedře textilních technologií v Liberci na tkalcovském stavu z čiré PVC hadice bez textilní výztuže o rozměrech 4 x 6 mm (vnitřní x vnější průměr). Tato hadice byla zvolena pro svou tvarovou stálost, vhodné rozměry pro aplikaci na sedačky a možnost tkaní na stavu. Jako osnova posloužila bavlněná vlákna. Výsledný produkt má plošnou hmotnost 2500 g/m².

Na přístroji PERMETEST byly postupně testovány také tři třívrstvé textilie, které mají společnou vrstvu z vláken Coolmax a polyesteru. Různí se právě množstvím a pořadím použitých vrstev. Tyto pleteniny s prozatímními názvy 3D051 (Obr. 20,21), 3D052 (Obr. 21,22) a 3D053 (Obr. 23,24) jsou novými, dosud nepoužívanými, výrobky firmy Sintex, a.s. se sídlem v České Třebové. Vlastnosti Coolmaxu jsou díky svým drážkám vhodné pro porovnání pro mou práci. Charakteristiky jednotlivých vzorků lze najít níže v tabulce č. 1



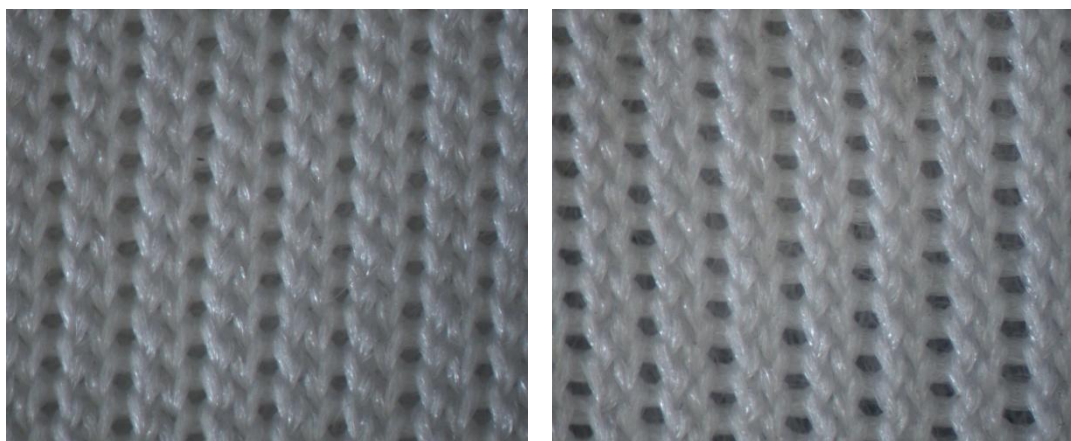
Obr. 20 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D051



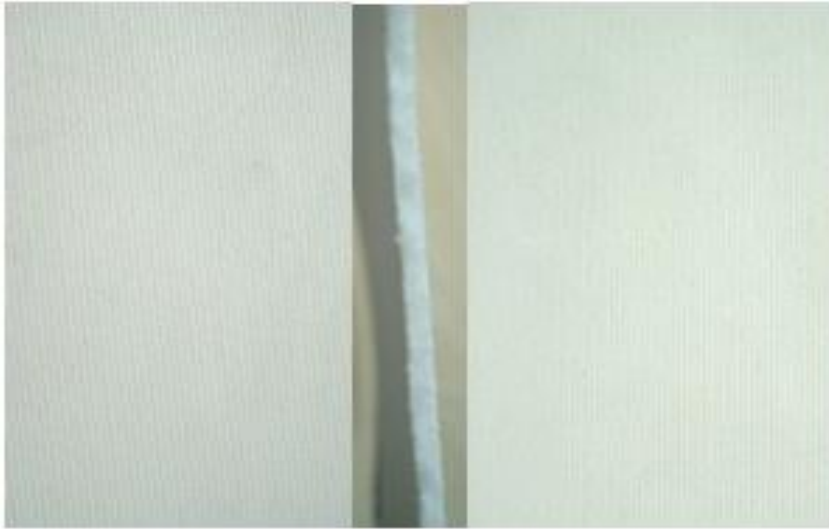
Obr. 21 Výstup vzorku 3D051 z mikroskopu, porovnání líc (vlevo) x rub (vpravo)



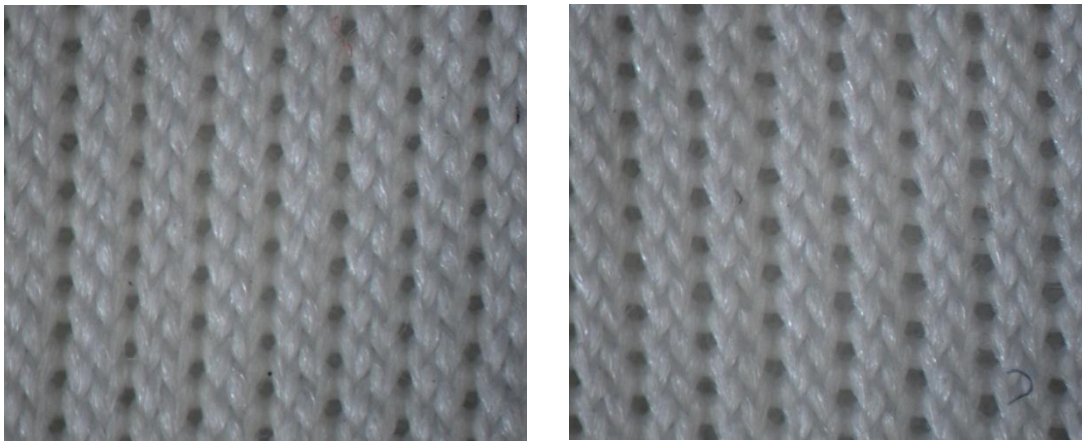
Obr. 22 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D052



Obr. 23 Výstup vzorku 3D052 z mikroskopu, porovnání líc (vlevo) x rub (vpravo)



Obr. 24 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D053

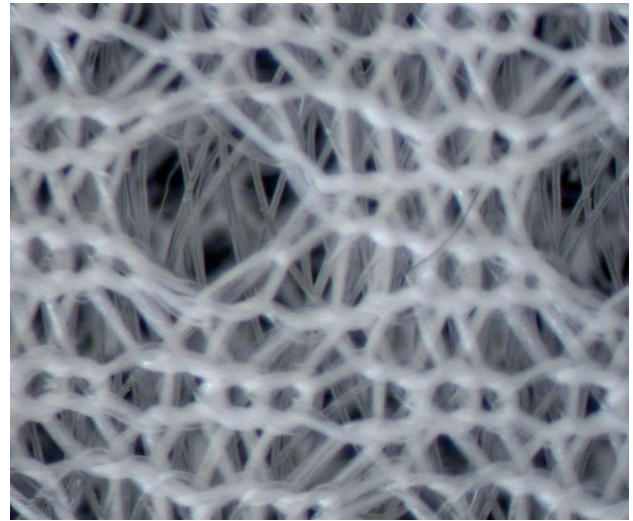
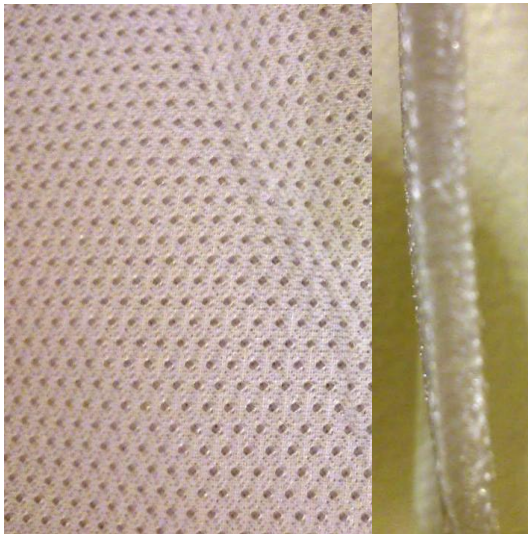


Obr. 25 Výstup vzorku 3D053 z mikroskopu, porovnání líc (vlevo) x rub (vpravo)

Tab. 1 Charakteristiky textilií 3D051, 3D052 a 3D053

	3D051	3D052	3D053
Složení	100% PES	100% PES	100% PES
1. vrstva	PES Coolmax Fresh SD 78 dtex f94/1 S	PES Coolmax Fresh SD 78 dtex f94/1 S	PES Coolmax Fresh SD 78 dtex f94/1 S
2. vrstva	PES 88 dtex, f1 monofil (ø 0,09 mm)	PES 82 dtex f36	PES Coolmax Fresh SD 78 dtex f94/1 S
3. vrstva	PES 82 dtex f36	PES 82 dtex f36	PES 82 dtex f36
Plošná hmotnost [g*m-2] rezná/upravená	449/477	436/428	435/431
Šíře[cm] rezná/upravená	199/188	187/187	187/178
Tloušťka[mm] rezná/upravená	2,79/2,7	2,87/2,35	2,89/2,12
Stroj, dělení stroje (počet jehel na palec)	Mayer OV 3.2QC, 28E	Mayer OV 3.2QC, 28E	Mayer OV 3.2QC, 28E
Úprava	Praní, fixace	Praní, fixace	Praní, fixace
Počet řádků [cm⁻¹]	28	23	23
Počet sloupků [cm⁻¹]	14	14	14
Pevnost - řádek [N]	783	630	556
Pevnost - sloupek [N]	263	320	318
Tažnost - řádek [%]	54	59	64
Tažnost - sloupek [%]	158	126	111
Prodyšnost [mm*s⁻¹]	354	184	85
Oděr na rotačním odírači [počet otáček]	272	>5000	>5000
Změna rozměrů praním - 60°C řádek [%]	-1,71	-1,37	-1,62
Změna rozměrů praním - 60°C sloupek [%]	-2,06	-2,16	-1,27

Další textílií byla distanční pletenina (někdy také označovaná jako 3-D pletenina) vyráběná na osnovních strojích. K výrobě byl použit syntetický multifil. Povrchové pleteniny jsou v kolmém směru vzájemně spojeny další pletařskou vazbou. Vybrána byla jako častá součást polstrování díky své pružnosti a stabilitě. Avšak jednou z nevýhod je vyšší cena výroby. Plošná hmotnost měřeného vzorku je $207,4 \text{ g/m}^2$. Vzorek nafocen a vyobrazen jako obr. 26 a 27.



Obr. 26 Průřez a povrch vzorku distanční pleteniny Obr. 27 Výstup vzorku distanční pleteniny z mikroskopu

12. NAMĚŘENÁ DATA

Hodnoty z přístroje PERMETEST jsou matematicky zpracovány a výsledky zapsány do následujících tabulek č. 2 - 8. Nejprve byla vypočtena střední hodnota relativná paropropustnosti a výparného odporu Ret všech textilií.

Dále byly vypočteny statistické parametry: směrodatná odchylka, rozptyl, variační koeficient a 95% intervaly spolehlivosti spolu se spodní a horní mezí. Ke každé z hodnocených textilií byla tabulka také doplněna o minimum a maximum naměřených hodnot.

Měření probíhala při konstantní teplotě $t=23^{\circ}\text{C}$ a vlhkosti vzduchu $40\%\pm 2\%$

Data byla statisticky vyhodnocena níže uvedenými charakteristikami:

Průměrná hodnota

Neboli aritmetický průměr je statistická veličina, která vyjadřuje typickou hodnotu pozorovaných dat. Součet proměnných se dělí počtem hodnot, jak je znázorněno ve vzorci č. 25:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (25)$$

Směrodatná odchylka a rozptyl

Směrodatná odchylka (26) určuje míru odchýlení od střední hodnoty. Čím je odchylka větší, tím více je rozdělení kolem průměru rozptýleno, čím je naopak menší, tím více se všechny naměřené hodnoty seskupují kolem průměru.

Rozptyl (vzorec uveden pod číslem 27) udává rozptýlení dat souboru od střední hodnoty. je definován jako střední hodnota kvadrátů odchylek od střední hodnoty. Stejně jako u směrodatné odchylky vychází výsledek v jednotkách měřené veličiny.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (26)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (27)$$

Variační koeficient

Variační koeficient udává, jakým procentem se podílí směrodatná odchylka na aritmetickém průměru. Jedná se tedy o podíl směrodatné odchylky a střední hodnoty. Vzorec pro výpočet této charakteristiky v procentech má pak tuto podobu:

$$CV = (\sigma/\bar{x}) \cdot 100 \quad [\%] \quad (28)$$

Interval spolehlivosti

Interval spolehlivosti pro danou veličinu takový intervalový odhad, v němž se nachází s pravděpodobností $1 - \alpha$. Pro naše účely byla za α dosazena hodnota 0,05. Šlo tedy o 95% interval spolehlivosti. Horní a dolní hodnota intervalu spolehlivosti byla spočítána dle následujícího vzorce.

$$\bar{x} \pm 1,96 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (29)$$

Minimum a maximum

Minimum značí nejnižší naměřenou hodnotu souboru. Naopak maximum je statistickým vyjádřením, jež představuje nejvyšší hodnotu ze všech vstupních parametrů.

Tab. 2 Měření pro vzorek 3D051, líc

Vzorek	3D051 – líc	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
Statistika		
Průměrná hodnota	8,270	78,060
Směrodatná odchylka	0,082	0,795
Rozptyl	0,007	0,632
Variační koeficient [%]	0,995	1,018
95 % interval spolehlivosti	0,051	0,493
Spodní mez	8,321	78,553
Horní mez	8,219	77,567
Maximální hodnota	8,400	79,400
Minimální hodnota	8,200	76,800

Tab. 3 Měření a statistika pro vzorek 3D051, rub

Vzorek	3D051 – Rub	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
Statistika		
Průměrná hodnota	8,280	78,330
Směrodatná odchylka	0,103	0,914
Rozptyl	0,011	0,836
Variační koeficient [%]	1,247	1,167
95 % interval spolehlivosti	0,064	0,567
Spodní mez	8,344	78,897
Horní mez	8,216	77,763
Maximální hodnota	8,400	79,400
Minimální hodnota	8,200	76,800

Tab. 4 Měření a statistika pro vzorek 3D052, líc

Vzorek	3D052 – Líc	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
Statistika		
Průměrná hodnota	8,720	73,900
Směrodatná odchylka	0,175	1,007
Rozptyl	0,031	1,013
Variační koeficient [%]	2,008	1,362
95 % interval spolehlivosti	0,109	0,624
Spodní mez	8,829	74,524
Horní mez	8,611	73,276
Maximální hodnota	9,100	75,000
Minimální hodnota	8,600	72,100

Tab. 5 Měření a statistika pro vzorek 3D052, rub

Vzorek	3D052 –Rub	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
Statistika		
Průměrná hodnota	9,000	72,240
Směrodatná odchylka	0,105	0,462
Rozptyl	0,011	0,214
Variační koeficient [%]	1,171	0,640
95 % interval spolehlivosti	0,065	0,287
Spodní mez	9,065	72,527
Horní mez	8,935	71,953
Maximální hodnota	9,200	73,100
Minimální hodnota	8,900	71,700

Tab. 6 Měření pro vzorek 3D053, lic

Vzorek	3D053 - Lic	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
Statistika		
Průměrná hodnota	9,140	70,520
Směrodatná odchylka	0,097	0,811
Rozptyl	0,009	0,657
Variační koeficient [%]	1,057	1,150
95 % interval spolehlivosti	0,060	0,503
Spodní mez	9,200	71,023
Horní mez	9,080	70,017
Maximální hodnota	9,300	71,700
Minimální hodnota	9,000	68,900

Tab. 7 Měření a statistika pro vzorek 3D053, rub

Vzorek	3D053 - Rub	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
Statistika		
Průměrná hodnota	9,060	71,030
Směrodatná odchylka	0,151	1,350
Rozptyl	0,023	1,822
Variační koeficient [%]	1,662	1,901
95 % interval spolehlivosti	0,093	0,837
Spodní mez	9,153	71,867
Horní mez	8,967	70,193
Maximální hodnota	9,200	72,900
Minimální hodnota	8,800	68,600

Tab. 8 Měření pro distanční pleteninu

Vzorek	Distanční pletenina	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]
Statistika		
Průměrná hodnota	10,250	75,600
Směrodatná odchylka	4,868	27,367
Rozptyl	23,694	748,949
Variační koeficient [%]	47,489	36,200
95 % interval spolehlivosti	3,017	16,962
Spodní mez	13,267	92,562
Horní mez	7,233	58,638
Maximální hodnota	23,800	109,200
Minimální hodnota	6,800	32,100

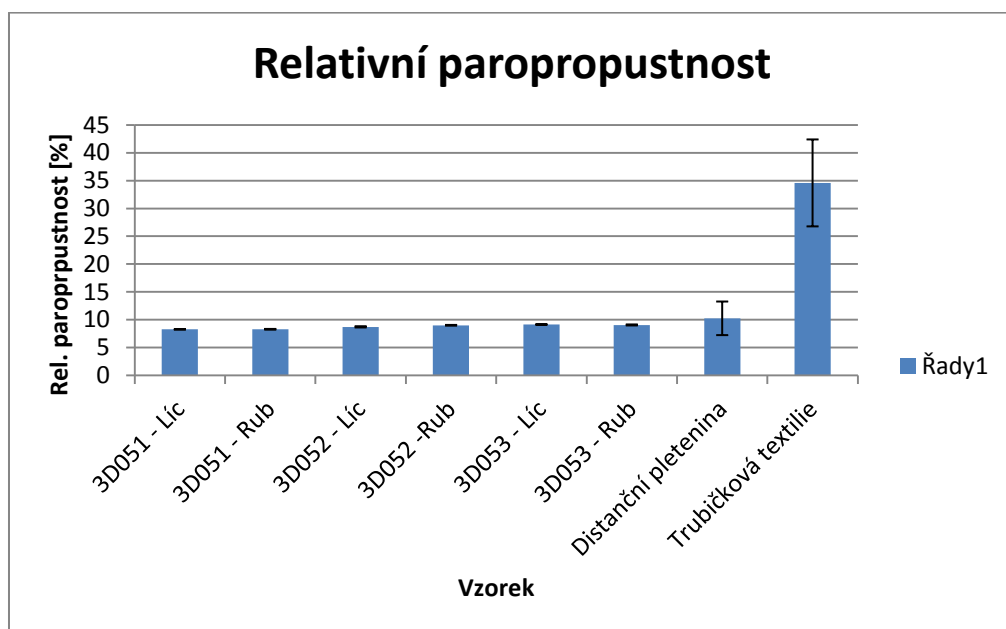
Tab. 9 Měření pro navrženou textíl

Vzorek / Číslo měření	Trubičková textilie	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]
Statistika		
Průměrná hodnota	34,573	18,793
Směrodatná odchylka	15,427	12,003
Rozptyl	238,006	144,078
Variační koeficient [%]	44,622	63,870
95 % interval spolehlivosti	7,807	6,074
Spodní mez	42,381	24,868
Horní mez	26,766	12,719
Maximální hodnota	74,600	54,000
Minimální hodnota	15,700	3,200

13. VYHODNOCENÍ

Všechna vykonaná měření na přístroji PERMETEST jsou zanesena do grafů na obrázku č. 36 - 43 v příloze.

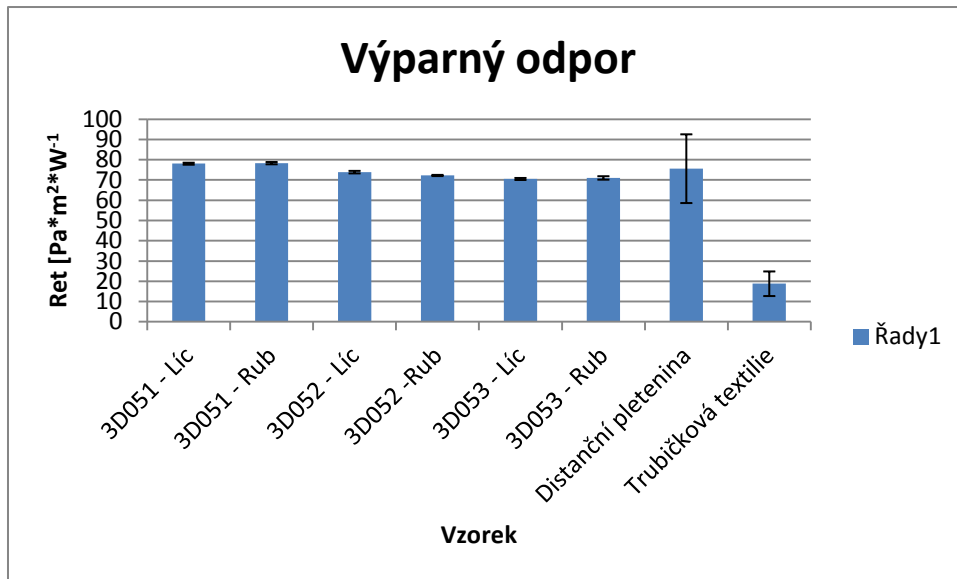
Na grafu níže (obr. č. 28) jsou zaneseny průměrné hodnoty relativní paropropustnosti všech textilních vzorků. Z grafu lze vyčíst jasnou převahu textilie z PVC trubiček, která šplhá až k 35% oproti ostatním vzorkům, které dosahují zhruba jedné třetiny této hodnoty.



Obr. 28 Graf relativní paropropustnosti

Druhý graf (obr. č 29) znázorňuje výsledné střední hodnoty výparného odporu. Zde jsou rozdíly opět markantní. Nově navržený vzorek má málo pod 20 Pa*m²/W. Textilie obsahující Coolmax se pohybují v rozmezí od 70 – 80 Pa*m²/W. 3D053 měřena z lící strany vykazuje druhou nejlepší hodnotu 70,40 Pa*m²/W. Jedná se však o náskok pouhých několik desetin před ostatními textiliemi.

Trubičková textilie jako jediná ze všech vzorků dosáhla lepšího hodnocení dle norem ISO. Je klasifikována jako uspokojivá.



Obr. 29 Graf výparného odporu

Pro textilní vzorky 3D05x a distanční pleteninu byla dostačující deset měření z důvodu stabilních výsledků. Avšak textilií z PVC hadiček bylo nutné proměřit vícekrát z důvodu vychylujících hodnot. Tyto kolísající hodnoty byly způsobené držící se vlhkostí uvnitř materiálu.

Na základě uvedených měření a vypočtených hodnot byla jako nejvhodnější textilie vyhodnocena textilie z polyvinylchloridových hadiček. Hodnota průměrné relativní paropropustnosti 34,57 % a výparného odporu 18,79 Pa*m²/W.

Tento výsledek znamená výborný odvod páry do okolí a zaručení komfortního pocitu.

Dále byla měření zpracována metodou ANOVA, kde byly stanoveny hypotézy:

- Pro paropropustnost H_0 = Testovaná strana nemá vliv na paropropustnost materiálu.
 H_1 = Testovaná strana má vliv na paropropustnost materiálu.
- Pro výparný odpor H_0 = Testovaná strana nemá vliv na výparný odpor materiálu.
 H_1 = Testovaná strana má vliv na výparný odpor materiálu.

Testování hypotéz vzorků, jejichž vlastnosti byly na PERMETESTu měřeny vždy ze strany líc i ze strany rubní, je pro normální rozdělení použita hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

Výsledky testů Anova, vyobrazené níže, odhalují významnost měření obou stran vzorků. Dle hladiny významnosti lze zamítnout Hypotézu 0 pouze v případě textilie 3D052, kdy se přijímá Hypotéza 1 v obou případech - pro paropropustnost i výparný odpor. Tedy směr otočení materiálu má vliv na výsledný efekt [20].

Pro ostatní textilie 3D051 a 3D053 se Hypotéza 0 nezamítá. Směr otočení vzorků nemá na výsledek vliv.

Analýza dat pomocí Anova pro relativní paropropustnost

Tab. 10 Analýza dat pro relativní paropropustnost

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
3D051-Líc	10	82,7	8,27	0,006778		
3D051-Rub	10	82,8	8,28	0,010667		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,0005	1	0,0005	0,057325	0,81348	4,413873
Všechny výběry	0,157	18	0,008722			
Celkem	0,1575	19				

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
3D052 -Líc	10	87,2	8,72	0,030667		
3D052 -Rub	10	90	9	0,011111		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,392	1	0,392	18,76596	0,000402	4,413873
Všechny výběry	0,376	18	0,020889			
Celkem	0,768	19				
Faktor						

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
3D053-Líc	10	91,4	9,14	0,009333		
3D053-Rub	10	90,6	9,06	0,022667		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,032	1	0,032	2	0,174363	4,413873
Všechny výběry	0,288	18	0,016			
Celkem	0,32	19				

Analýza dat pomocí Anova pro výparný odpor

Tab. 11 Analýza dat pro výparný odpor

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
3D051-Líc	10	780,6	78,06	0,631556		
3D051-Rub	10	783,3	78,33	0,835667		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	0,3645	1	0,3645	0,496857	0,489905	4,413873
Všechny výběry	13,205	18	0,733611			
Celkem	13,5695	19				

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
3D052 -Líc	10	739	73,9	1,013333		
3D052 -Rub	10	722,4	72,24	0,213778		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	13,778	1	13,778	22,45599	0,000164	4,413873
Všechny výběry	11,044	18	0,613556			
Celkem	24,822	19				

Faktor						
<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
3D053-Líc	10	705,2	70,52	0,657333		
3D053-Rub	10	710,3	71,03	1,822333		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>Hodnota</i>		
				<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	1,3005	1	1,3005	1,048931	0,319321	4,413873
Všechny výběry	22,317	18	1,239833			
Celkem	23,6175	19				

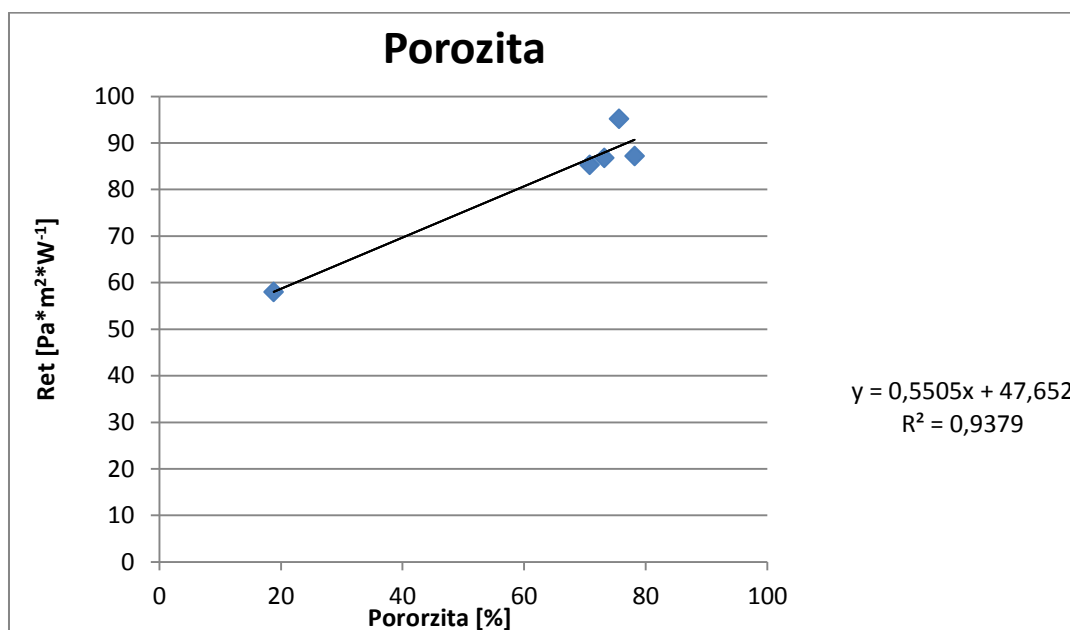
Porozita

Geometrická pórovistost byla stanovena dle výpočtu pro zaplnění, ve kterém se použila plošná hmotnost vzorku, efektivní hustota materiálu a naměřená hodnota tloušťky vrstvy. Pro novou PVC textilií vyšla hodnota porozity 58 % a jak ukazuje tabulka č. 12, ostatní vzorky jsou porézní více, hodnota jejich porozity se pohybují od 85,3 do 95,2 %

Tabulka 12. Porozita vzorků

Vzorek	Porozita [%]
3D051	87,2
3D052	86,8
3D053	85,3
Distanční pletenina	95,2
Trubičková textilie	58

Do grafu na obrázku č. 30 jsou vyneseny body závislosti průměrných hodnot výparného odporu každého jednoho vzorku na geometrické porozitě.



Obr. 30. Graf vlivu porozity na výparný odpor

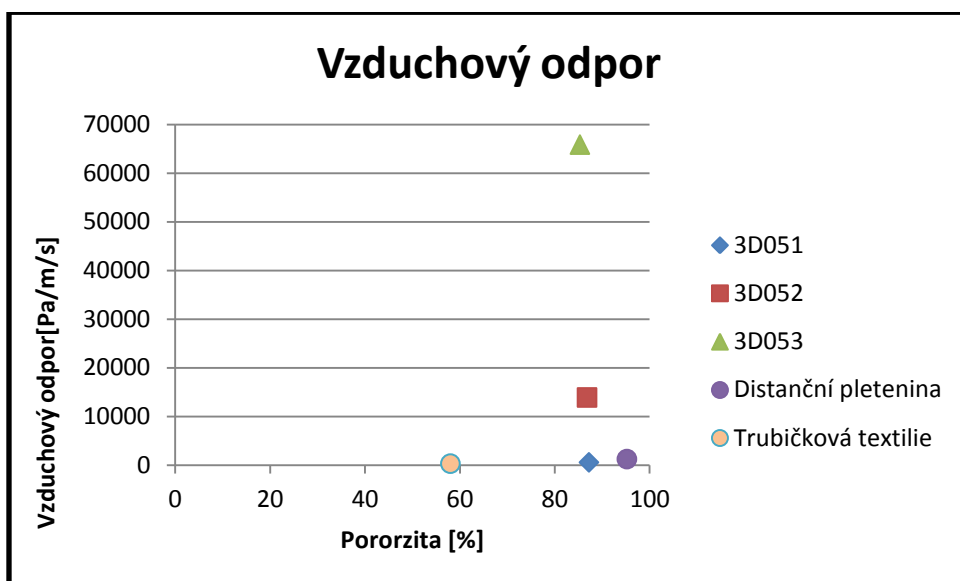
Předpověď kvality výpočtu byla dobrá, jelikož regresní rovnice byly zajištěny vysokými korelačními koeficienty a nízkými standardními chybami odhadu. Předpovídané hodnoty rovnic odpovídaly naměřeným výsledkům. Lineární křivka vynesená v grafu mezi body vystihuje závislost mezi proměnnými. Koeficient spolehlivosti v těchto případech ukazují na velkou závislost a tudíž lze mluvit o velké závislosti mezi danými proměnnými

Prodyšnost

Na přístroji FX 3300 byla pro účely této práce provedena srovnávací měření prodyšnosti každého vzorku zvlášť. Zkouška byla provedena dle normy ČSN EN ISO 9237: 1955 a dále dle známé rovnice zahrnující tlakový spád (vzorec č.30) vypočten vzduchový odpor.

$$Rv = \frac{\Delta P}{Q} \quad [\text{Pa}/\text{m}^2/\text{s}] \quad (30)$$

Pro každý materiál byla provedena tři měření na různých místech textilie, která jsou k dohledání v příloze.



Obr. 31. Graf vlivu porozity na vzduchový odpor

Nejnižší hodnotu vzduchového odporu vykazuje trubičková textilie, což je pro tento výzkum pozitivní. Přestože trubičková textilie má nejmenší porozitu, díky velké tloušťce této textilie je celková plocha průřezu textilie, kterou difunduje vodní pára, největší.

Nejvyšší vzduchový odpor a tudíž nejhorší podmínky pro odvod páry vykazuje vzorek 3D053. Všechny další hodnoty lze zhlédnout v grafu s vyneseny čísly pro porozitu a vzduchový odpor (obr. č.31).

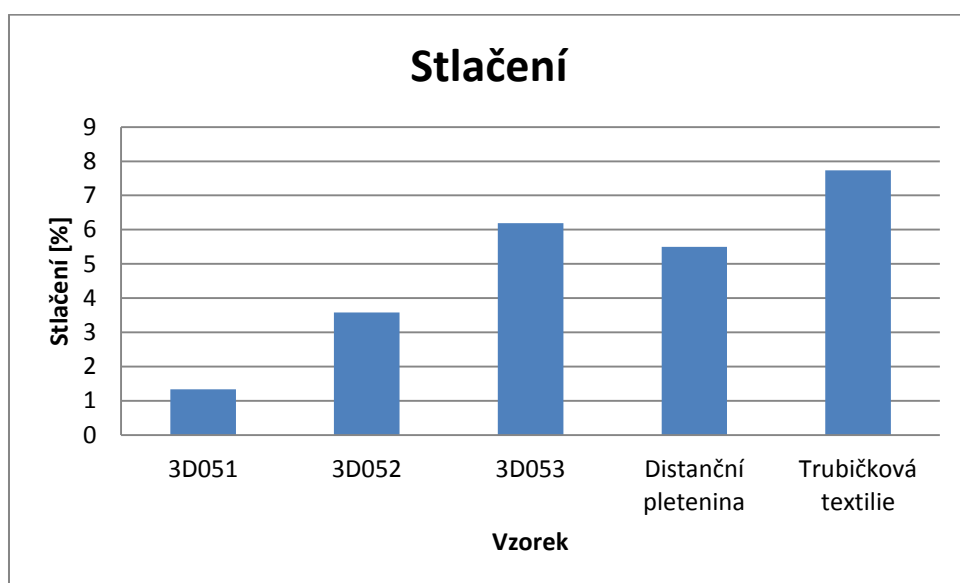
Stlačení

Pro svou správnou funkčnost musí mít materiál určený k sezení, a tudíž dlouhodobé zátěži, správné parametry elastické deformace. Šířka a stlačitelnost se výrazně podílejí na dlouhé životnosti a komfortu během užívání.

Každý ze vzorků byl podroben zátěžové zkoušce na přístroji Alambeta na Katedře hodnocení textilií v Liberci dle interní normy 23-304-02/01 při teplotě v laboratoři 24 °C a vlhkost vzduchu v laboratoři 58%. Měření stlačení se provádělo při použití tlaku 200 Pa a 1000 Pa, které přesně nasimulovaly reálnou situaci, kdy se člověk posadí a opře. V následující tabulce 13 jsou všechna měření rozepsána spolu s výsledným procentuálním vyjádřením stlačitelnosti materiálu. Pro lepší přehlednost jsou výsledky vyobrazeny také v grafu č. 30

Tab. 13 Stlačení

Vzorek	h [mm] 200 Pa	h [mm] 1000 Pa	Stlačení [%]
3D051	2,678	2,642	1,34
3D052	2,292	2,21	3,58
3D053	2,294	2,152	6,19
Distanční pletenina	3,198	3,022	5,5
Trubičková textilie	7,628	7,038	7,73



Obr. 32. Stlačení vzorků

Naměřené hodnoty stlačení (obr. 32) pro všechny vzorky jsou nízké, takže snížení jejich paropropustnosti by v praxi, kdy vzorek je zatížen sedící osobou, mělo být malé. Nejmenší stlačení lze připsat vzorku 3D051 (1,34 %), nejvyšší hodnotu 7,73 % vykazuje textilie z trubiček.

14. NOVÁ TEXTILIE V PROVOZU

Do každé trubičky byly před tkaním, pomocí speciálního vrtacího nástavce, vytvořeny otvory v dodržovaném rozestupu. Následně byly utkány do textilie (Obr. 33) na tkacím stavu na Katedře textilních technologií při Technické univerzitě v Liberci. Pro uchycení na sedačku jsou na třech koncích našité pruženky o šířce 0,9 cm a spojeny s bokem protilehlé strany. Tím vznikla oka pro navlečení na sedačku.

Trubičková textilie se testovala v provozu za běžných podmínek. Byla umístěna do automobilu s látkovou sedačkou na místo řidiče. Ten ji poté využívala po dobu 14 dnů v letním měsíci, kdy se denní teploty pohybovaly v rozmezí od 24 – 28 °C. Trasa, kdy osoba seděla na vyvinuté textilii, trvala v kuse vždy nejméně 60 minut. Řidič byl oděn do bavlněného nátělníku a kratších bavlněných kalhot. Aktivně využíval také ochlazování, které mu bylo doporučeno pro zlepšení funkčnosti textilie.

Subjektivně byl řidič s prototypem spokojen. Brzy si zvykl na příjemné masážní vlastnosti výrobku. Vzduch proudící mezi sedadlem a zády řidiče umožnil komfortnější pocit bez následků pocení.

Po čtrnácti dnech jsou PVC trubičky bez známek použití, nejsou stlačené ani jinak deformované. Boční osnovní nitě se však po zkušební době začaly vytahovat a celkově se tak narušil celistvý vzhled textilie. Stav po testování znázorňují obrázky 34. – 35.



Obr.33 Detail utkané textilie



Obr. 34 Nasazená textilie



Obr 35 Textilie na konci testování

15. ZÁVĚR

Výroba komfortních materiálů se vyvíjí a rozvoj výroby jde ruku v ruce s pokrokem v textilním průmyslu, díky němuž se může výrobce funkčních výrobků spoléhat na materiály jako je Moira nebo vlákna Coolmax, které mohou svým odvodem potu původním bavlněným produktům snadno konkurovat. Díky zkonstruování přístrojů, jako je právě PERMETEST, lze během chvíle zjistit potřebné charakteristiky materiálu ovlivňující pohodu člověka během dne.

Pro objasnění mechanismu byl proveden výzkum difuzního transportu vodní páry v rovině kontaktní textilie automobilové sedačky, při aplikaci nuceného proudění vzduchu o nízké rychlosti v okolí sedící osoby. Výparný odpor naměřený pro novou textilií v simulovaném experimentu byl vysoký, avšak jak testování naznačuje, technicky je řešení možné. V první fázi se předpokládá, že vlhkost se šíří v parním skupenství, a proto se očekává odpařování skrze povrchové otvory v kanálech vytvářejících novou textilií a otvory na boku textilie.

Průmysl automobilu se neustále vyvíjí, sedačky však zůstávají ve všech autech a přesto dosud není ustanovena žádná směrnice, která by určovala ideální a objektivní hodnocení komfortu.

Ve výzkumném středisku s certifikovanými laboratořemi v Hohensteinu, kde se zabývají hodnocením právě termofyziologického komfortu, je používán přístroj typu Skin model za podmínek dle ISO 11092, které nejsou pro sezení relevantní. V nedávné době byl vyvinut přístroj SITCOM, který umožňuje naměřit komfort sezení v reálné situaci, kdy potah zůstává na sedadle a je v tepelném kontaktu s volně pohyblivou měřicí hlavicí odvozenou z přístroje PERMETEST [21].

Protože se předpokládají v provedených testech na příkladech plynná media, měla by existovat korelace mezi odporem vzduchovým a parním. Z nacházející se korelace plyne, že zde skutečně existuje přenos vlhkosti v plynné fázi, nicméně tato korelace není příliš velká: při měření prodyšnosti textilií v důsledku takového spádu vzduch přímo protéká, zatímco při měření parpropustnosti je vzduch uvnitř textilie téměř nehybný a molekuly páry prostupují tímto vzduchem difuzí.

Z experimentů realizovaných v této práci plyne, že vyvíjená textilie z PVC trubiček umožňuje dobrý odvod vodní páry rovinou této textilie, takže by zřejmě byla vhodná na

konstrukci autosedaček. Naměřené hodnoty relativní paropropustnosti a výparného odporu v konkurenci s ostatními testovanými textiliemi jednoznačně upřednostňují trubičkovou textili. Díky použité ventilaci o různé rychlosti proudění byla ověřena hypotéza, že s využitím ventilace v automobilu se komfortní vlastnosti sedaček z paropropustných materiálů zkoumaných v této práci zvýší. Předběžné subjektivní zhodnocení komfortních vlastností v reálném užití automobilu potvrzuje domněnku, že textilie vytvořená z trubiček je komfortní a i při dlouhodobém užití se použité hadičky nedeformují.

V další fázi by bylo nutno optimalizovat složení a strukturu osnovní nitě. Trubičky z PVC vykazují dostačující nestlačitelnost, jsou prakticky nehořlavé a pro použití v provozu mají dostatečně nízkou ohybovou tuhost, která se přizpůsobí tělu řidiče i geometrii sedačky.

Dále je v zájmu zdokonalení vlastností nové textilie vhodné přezkoumat možnosti i jiných trubiček. To se týká použitého materiálu, průměru, porosity a dalších zpracovatelských vlastností

V budoucnu je možné se zaměřit na zlepšení komfortních vlastností pomocí přízí a jiných možností spojení PVC hadiček. Nicméně lze dodat, že tato textilie splňuje logiku problému, která zajímá i velké automobilové výrobce.

Tato práce také poukazuje na nedostatky v normě ISO 11092, kde jsou předepsány parametry pro zkoušení textilií při podmínkách simulujících proudění vzduchu při chůzi (rychlost ofukování měřicí desky činí 1 m/s), zatímco okrajové podmínky při proudění kolem sedící osoby budou jiné. Toto může zásadně ovlivnit dosavadní naměřené výsledky.

16. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2005, 109 s. ISBN 80-708-3926-0.
- [2] Odvětrávané sedačky. AAA Auto [online]. [cit. 18.4.2015]. Dostupné na internetu: <http://www.aaaauto.cz/slovník/39631/odvetravane-sedacky.html>
- [3] Sishoo R.: Textile advances in the automotive industry. Cornwall, Woodhead Publishing Ltd 2008. ISBN 978-1-84569-331-2
- [4] Trojan, S.: Lékařská fyziologie. Praha, Grada, 2003. 4. Vydání. ISBN 80-247-0512-5
- [5] Macoun D.: Porovnání metod pro testování propustnosti pro vodní páry. Liberec, 2015. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra hodnocení textilií
- [6] Kittnar O.: Atlas fyziologických. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing a.s., 2009. 316 s. ISBN 80-247-2722-6.
- [7] Horníček P.: Odvod vlhkosti a tepla z povrchu lidského těla. Liberec. TUL.[online]. [cit. 20.9.2015] Dostupné na internetu: http://www.kod.tul.cz/predmety/STE/dalsi_podklady/Odvod%20vlhkosti%20a%20tepla.pdf
- [8] CoolMax. Gina [online]. [cit. 18.5.2014]. Dostupné na internetu: <http://www.gina.cz/shop/common/pagedetail.aspx?pagecode=coolmax>
- [9] Moira. Vše o vláknu. [online]. [cit. 20.9.2015] Dostupné na internetu Zdroj: <http://www.outdoor-termopradlo.cz/clanky/vse-o-vlaknu-moira/>
- [10] Interní norma č. 23-304-01/01: Stanovení termofyziologických vlastností textilií. Výzkumné centrum Textil LN00B090 Technická univerzita v Liberci, 2004

- [11] Propustnost vodních par – PERMETEST. Zpracovatelské a užité vlastnosti oděvních materiálů [online]. [cit. 18.5.2014]. Dostupné na internetu:
<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/PERMETEST.pdf>
- [12] Výzkumné centrum Textil LN00B090, Hodnocení prodyšnosti tkanin, Interní norma č. 33-302-01/01, Liberec 2003
- [13] Výzkumné centrum Textil LN00B090, Měření tepelných vlastností na přístroji Alambeta, Interní norma č. 23-304-02/01, Liberec 2004
- [14] Ducháček, V.: Polymery-výroba, vlastnosti, zpracování, použití, VŠCHT Praha 1995, 95-166-34/95
- [15] Militký, J., Vaníček, J.: Vlastnosti vláken, studijní materiál FT TUL, 2004
- [16] Technické předpisy, [online]. [12. 12. 2015]. Dostupné z:
<http://www.skolertextilu.cz/elearning/360/technicke-predpisy/technicke-normy-uvod.html>
- [17] International Organization for Standardization. Standards catalogue. [online].
[cit. 22.6.2016]. Dostupné na internetu:
http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=48148&published=on&development=on&withdrawn=on&deleted=on
- [18] ČSN ISO 11092. Textilie – Fyziologické účinky – Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [19] Fung W., Hardcastle M.: Textiles in automotive engineering . Lancaster, Woodhead Publishing Ltd 2001. ISBN 1 85573 493 1
- [20] ANOVA. VFU [online]. [cit. 18.6.2016]. Dostupné na internetu:
<http://cit.vfu.cz/statpotr/potr/teorie/predn3/anova.htm>

[21] Havelka A., Hes L.: A portable tester for evaluation of thermophysiological comfort of car seats in real conditions of their use. Liberec, 2016. Technická univerzita v Liberci

SEZNAM OBRÁZKŮ

- 1 Odvětrávání sedaček
- 2 Faktory určující ztrátu tepla
- 3 Faktory určující produkci tepla
- 4 Difúzní odvod potu přes textílii
- 5 Průřez vláknem Moira
- 6 Vláknem Coolmax
- 7 Schéma přístroje PERMETEST
- 8 Almemo 2290-4
- 9 Přístroj FX 3300
- 10 Schéma přístroje Alambeta
- 11 Chemická struktura PVC
- 12 Šnekový vytlačovací stroj
- 13 Detail upevnění potahu k pěně pomocí kovových kroužků
- 14 Kovová konstrukce
- 15 Sestavená sedačka
- 16 Rozměry PVC trubiček
- 17 Princip odvodu parního potu
- 18 Simulace osoby na sedačce
- 19 Průběh měření
- 20 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D051
- 21 Výstup vzorku 3D051 z mikroskopu
- 22 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D052
- 23 Výstup vzorku 3D052 z mikroskopu
- 24 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D053
- 25 Výstup vzorku 3D053 z mikroskopu
- 26 Průřez a povrch vzorku distanční pleteniny
- 27 Výstup vzorku distanční pleteniny z mikroskopu
- 28 Graf relativní paropropustnosti
- 29 Graf výparného odporu

- 30** Graf vlivu porozity na výparný odpor
- 31** Graf vlivu porozity na vzduchový odpor
- 32** Stlačení vzorků
- 33** Detail utkané textilie
- 34** Nasazená textilie
- 35** Textilie na konci testování
- 36** 3D051-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem
- 37** 3D051-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem
- 38** 3D052-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem
- 39** 3D052-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem
- 40** 3D053-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem
- 41** 3D053-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem
- 42** Distanční pletenina- měření zobrazené spojnicovým grafem
- 43** Trubičková textilie- měření zobrazené spojnicovým grafem

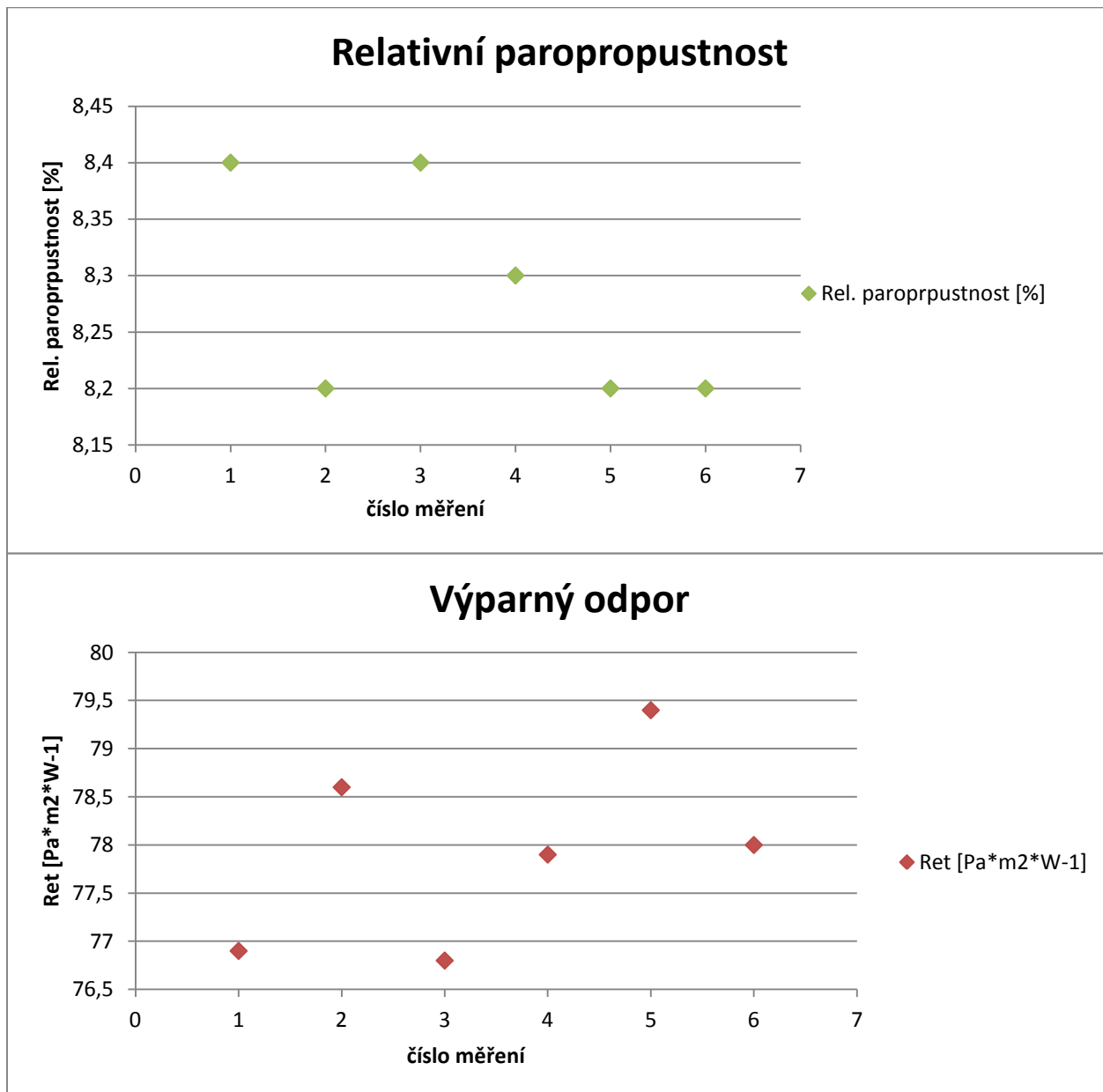
SEZNAM TABULEK

- 1 Charakteristiky textilií 3D051, 3D052 a 3D053
- 2 Měření pro vzorek 3D051, líc
- 3 Měření a statistika pro vzorek 3D051, rub
- 4 Měření a statistika pro vzorek 3D052, líc
- 5 Měření a statistika pro vzorek 3D052, rub
- 6 Měření pro vzorek 3D053, líc
- 7 Měření a statistika pro vzorek 3D053, rub
- 8 Měření pro distanční pleteninu
- 9 Měření pro navrženou textílii
- 10 Analýza dat pro relativní paropropustnost
- 11 Analýza dat pro výparný odpor
- 12 Porozita vzorků
- 13 Stlačení
- 14 Tab. 14 Měření pro vzorek 3D051, líc
- 15 Tab. 15 Měření pro vzorek 3D051, rub
- 16 Tab.16 Měření pro vzorek 3D052, líc
- 17 Tab. 17 Měření pro vzorek 3D052, rub
- 18 Tab. 18 Měření pro vzorek 3D053, líc
- 19 Tab. 19 Měření pro vzorek 3D053, rub
- 20 Tab. 20 Měření pro vzorek distanční pleteniny
- 21 Tab. 21 Měření pro vzorek Trubičkové textílie
- 22 Vzduchový odpor měřených vzorků

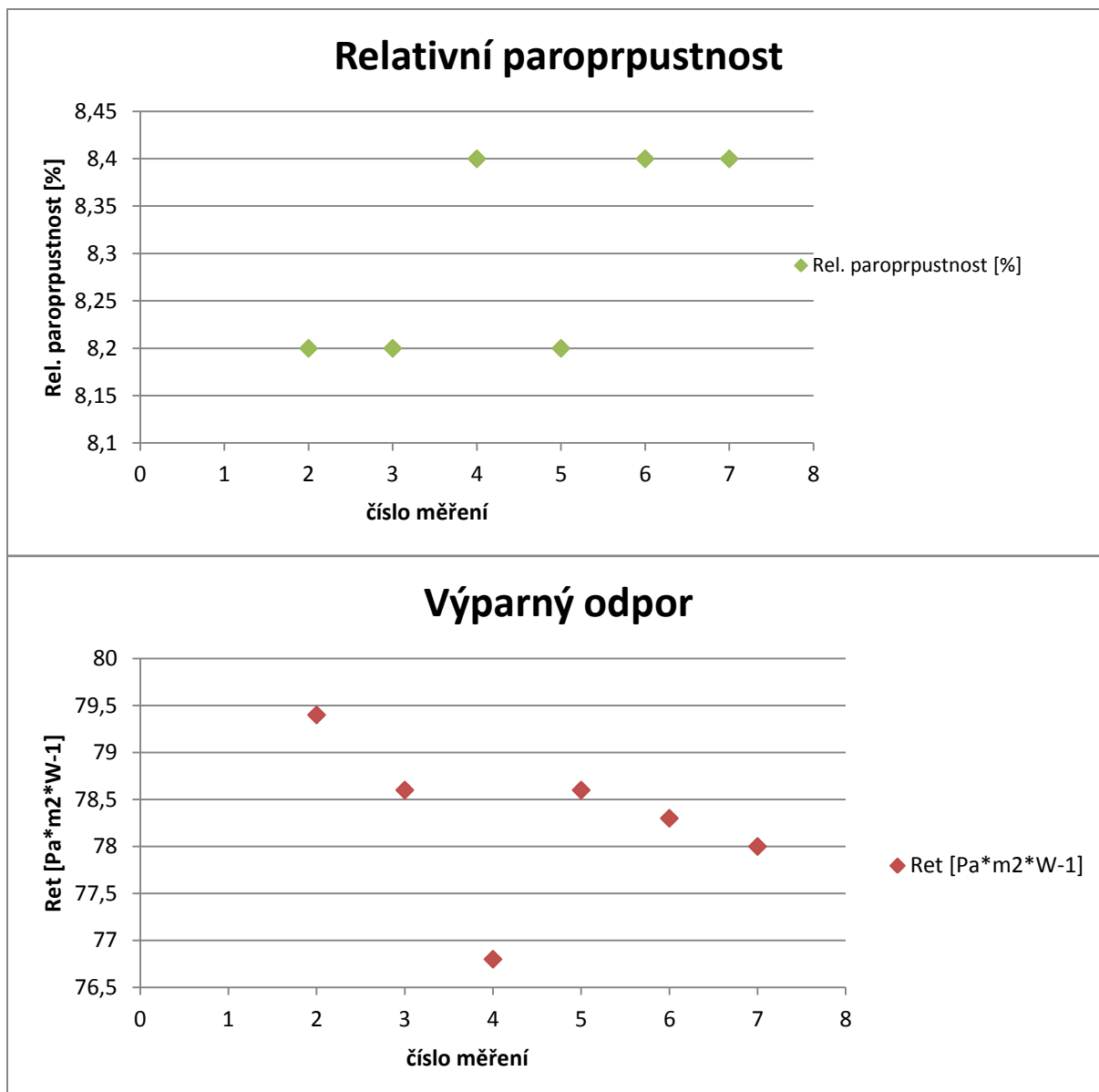
SEZNAM ROVNIC

- (1) Hodnocení senzoričkého komfortu
- (2) Hodnocení termofyziologického komfort
- (3) Wyndham-Atkinsův vzorec
- (4) Fourierovo zákon
- (5) Tepelný odpor
- (6) Celkový tepelný odpor
- (7) Totální odpor
- (8) Tok tepla kondukcí
- (9) Newtonův zákon
- (10) Frekvence záření
- (11) Tok tepla radiací
- (12) Tepelný tok plynné vlhkosti
- (13) Fickův zákon
- (14) Výparný odpor
- (15) Relativní paropropustnost
- (16) Parní odpor sedačkové vrstvy
- (17) Celkový parní odpor
- (18) Celkový parní odpor po dosazení
- (13) Lewisův vztah
- (20) Součinitel přestupu do vzduchu
- (21) Odpařené množství vlhkosti
- (22) Difúzní koeficient
- (23) Odpařené množství vlhkosti
- (24) Chladící tok
- (25) Průměrná hodnota
- (26) Směrodatná odchylka
- (27) Rozptyl
- (28) Variační koeficient
- (29) Interval spolehlivosti
- (30) Prodyšnost

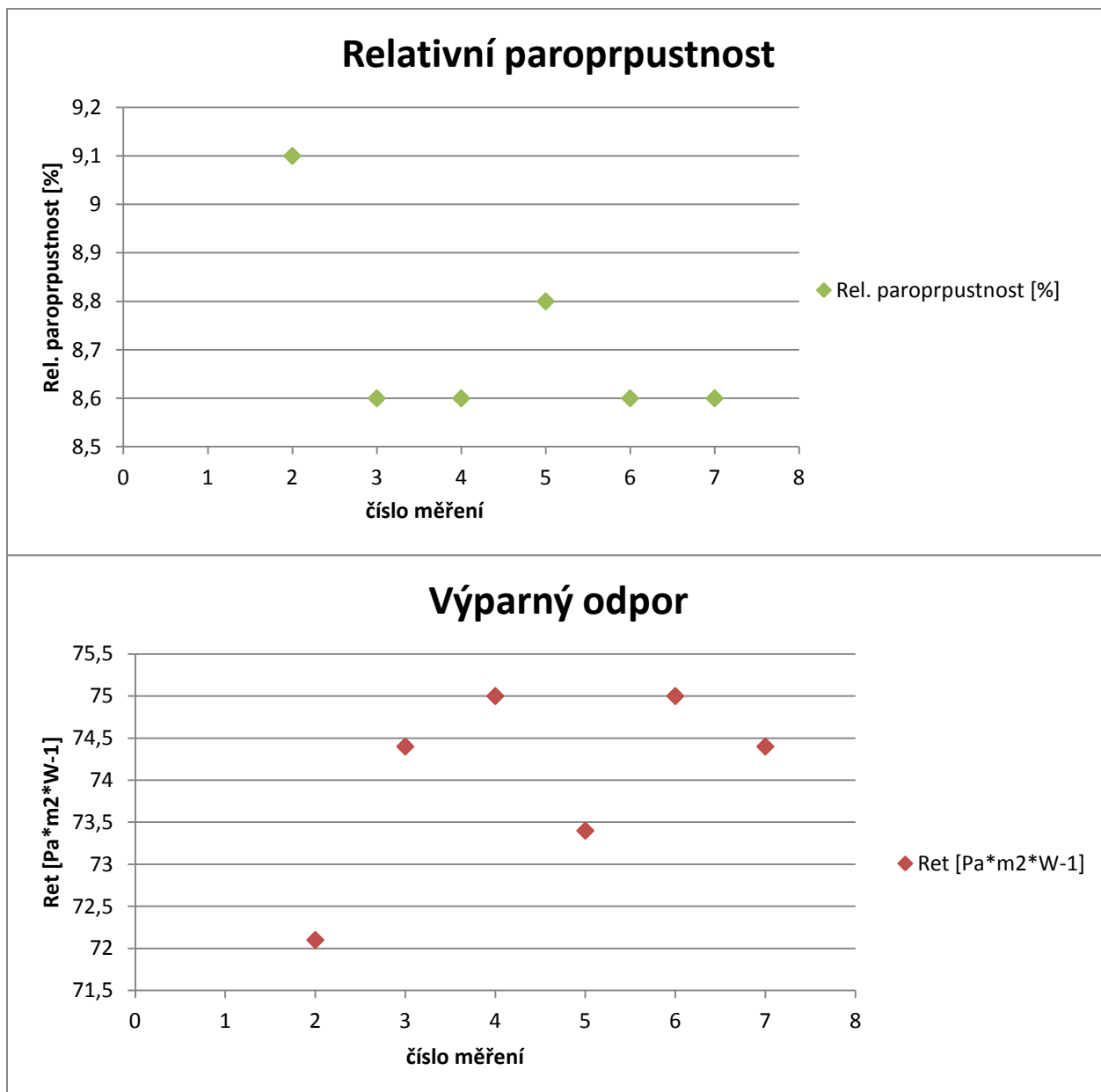
PŘÍLOHY



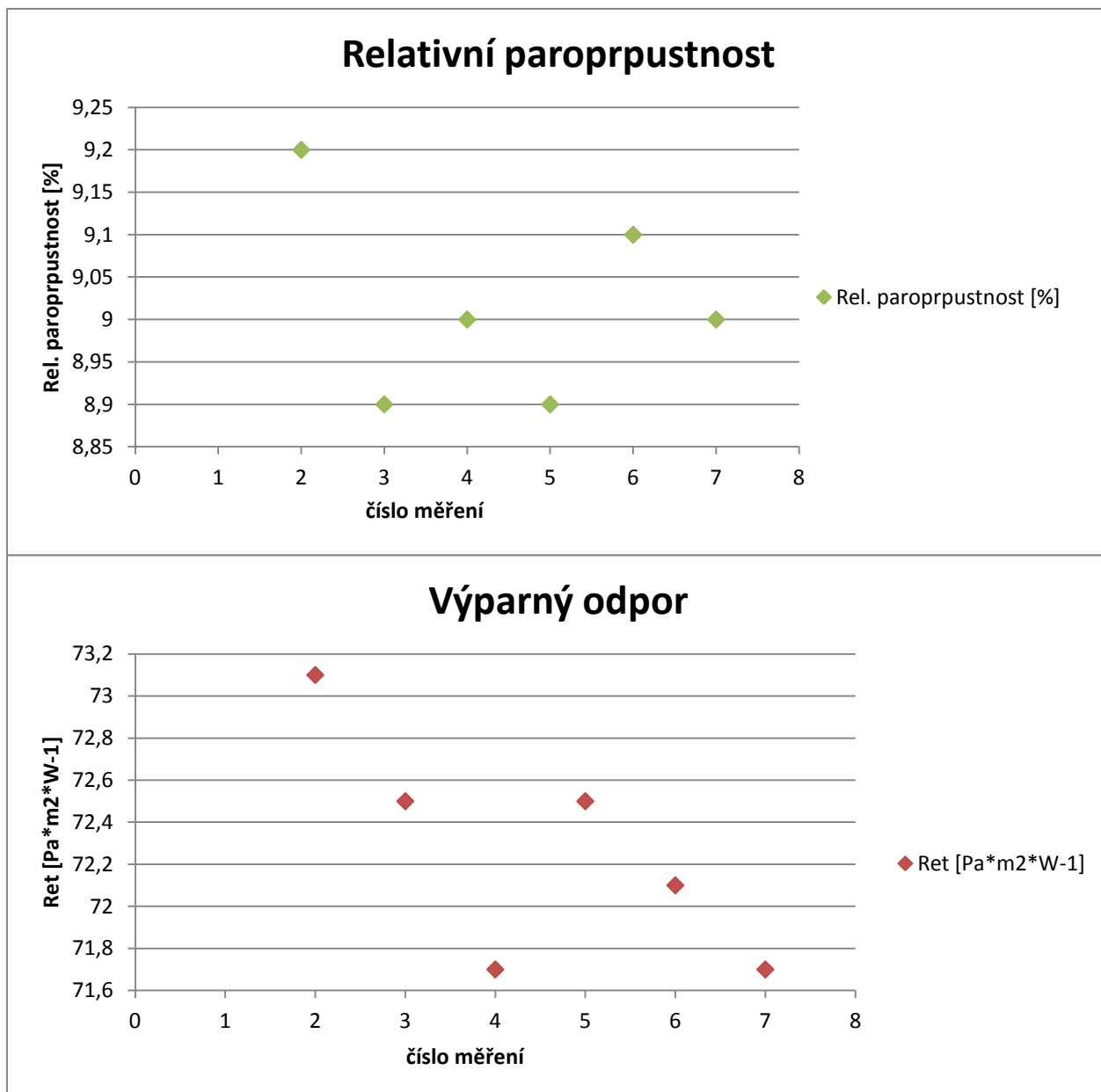
Obr. 36 3D051-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem



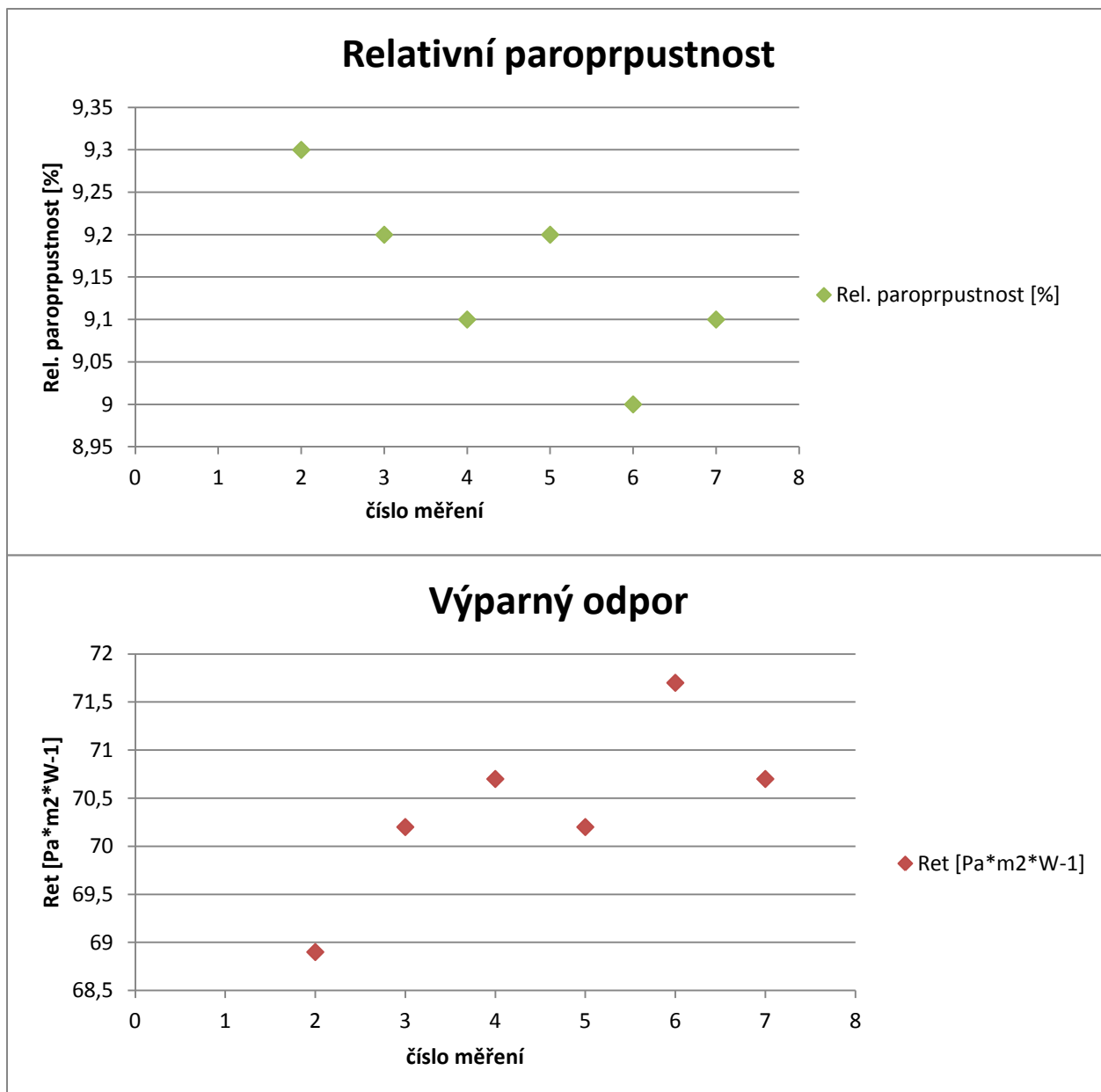
Obr. 37 3D051-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem



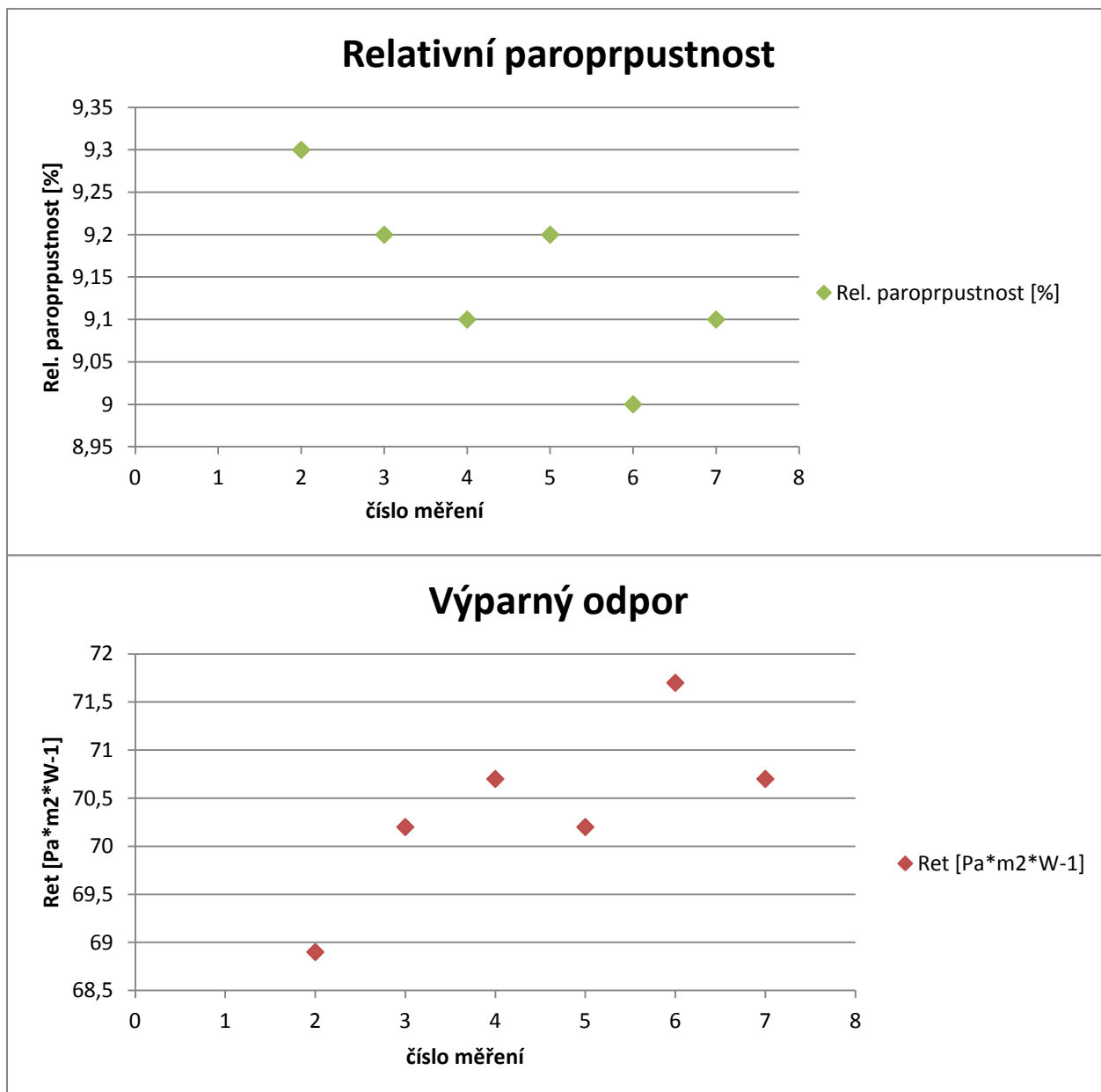
Obr. č. 38 3D052-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem



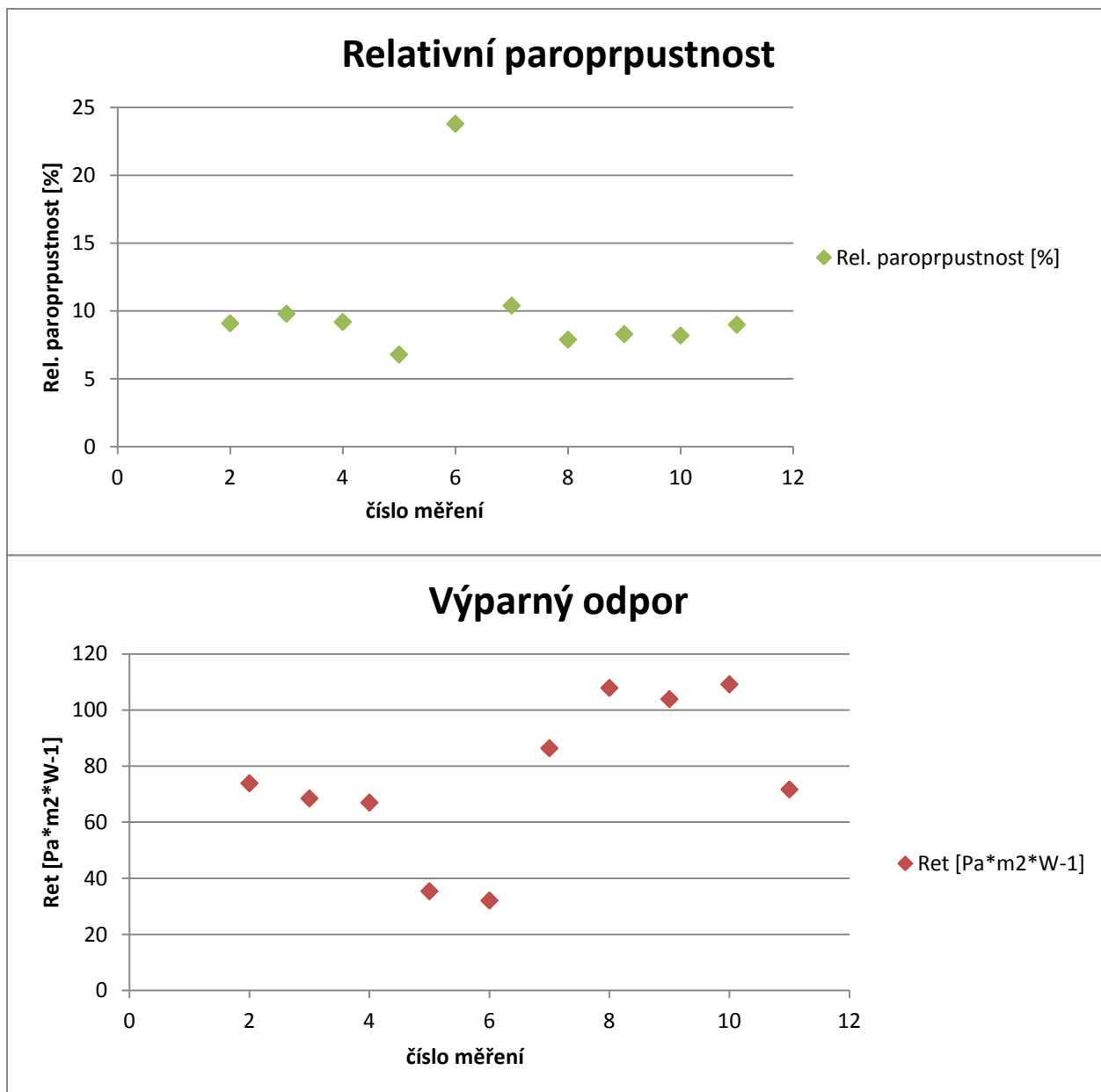
Obr. č. 39 3D052-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem



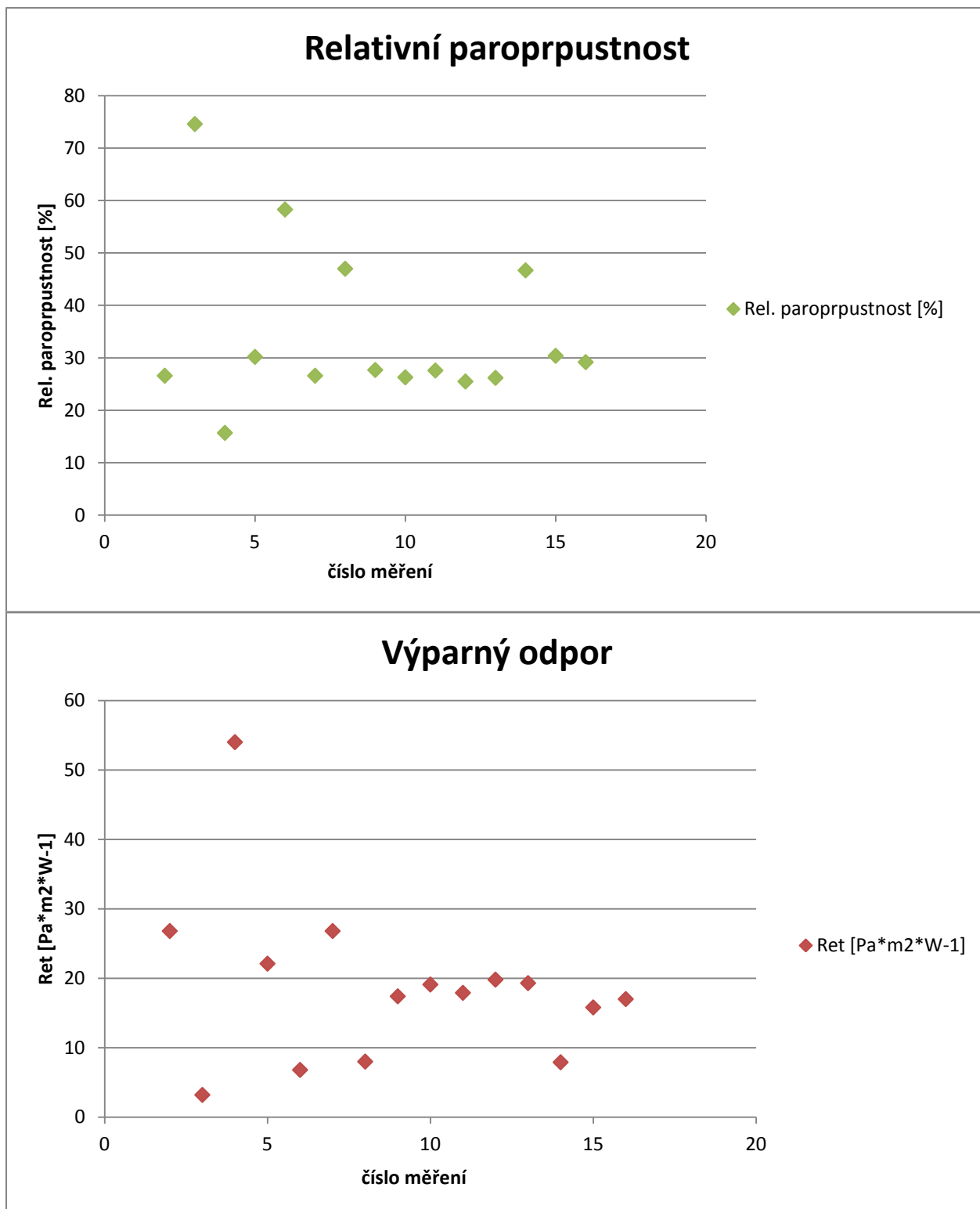
Obr. 40 3D053-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem



Obr. 41 3D053-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem



Obr. 42 Distanční pletenina- měření zobrazené spojnicovým grafem



Obr. 43 Trubičková textilie- měření zobrazené spojnicovým grafem

Naměřená data

Tab. 14 Měření pro vzorek 3D051, líc

Vzorek / Číslo měření	3D051 - Líc	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	8,40	76,90
2	8,20	78,60
3	8,40	76,80
4	8,30	77,90
5	8,20	79,40
6	8,20	78,00
7	8,30	77,90
8	8,20	78,60
9	8,20	78,60
10	8,30	77,90
Statistika		
Průměrná hodnota	8,270	78,060

Tab. 15 Měření pro vzorek 3D051, rub

Vzorek / Číslo měření	3D051 - Rub	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	8,20	79,40
2	8,20	78,60
3	8,40	76,80
4	8,20	78,60
5	8,40	78,30
6	8,40	78,00
7	8,40	76,80
8	8,20	78,80
9	8,20	79,40
10	8,20	78,60
Statistika		
Průměrná hodnota	8,280	78,330

Tab.16 Měření pro vzorek 3D052, líc

Vzorek / Číslo měření	3D052 - Líc	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	9,10	72,10
2	8,60	74,40
3	8,60	75,00
4	8,80	73,40
5	8,60	75,00
6	8,60	74,40
7	8,80	73,40
8	8,60	74,40
9	8,90	72,50
10	8,60	74,40
Statistika		
Průměrná hodnota	8,720	73,900

Tab. 17 Měření pro vzorek 3D052, rub

Vzorek / Číslo měření	3D052 -Rub	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	9,20	73,10
2	8,90	72,50
3	9,00	71,70
4	8,90	72,50
5	9,10	72,10
6	9,00	71,70
7	9,10	72,10
8	9,00	71,70
9	8,90	72,50
10	8,90	72,50
Statistika		
Průměrná hodnota	9,000	72,240

Tab. 18 Měření pro vzorek 3D053, líc

Vzorek / Číslo měření	3D053 - Líc	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	9,30	68,90
2	9,20	70,20
3	9,10	70,70
4	9,20	70,20
5	9,00	71,70
6	9,10	70,70
7	9,00	71,70
8	9,20	70,20
9	9,10	70,70
10	9,20	70,20
Statistika		
Průměrná hodnota	9,140	70,520

Tab. 19 Měření pro vzorek 3D053, rub

Vzorek / Číslo měření	Distanční pletenina	
	Rel. paroprpnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	9,10	73,90
2	9,80	68,50
3	9,20	67,00
4	6,80	35,40
5	23,80	32,10
6	10,40	86,40
7	7,90	107,90
8	8,30	103,90
9	8,20	109,20
10	9,00	71,70
Statistika		
Průměrná hodnota	10,250	75,600

Tab. 20 Měření pro vzorek distanční pleteniny

Vzorek / Číslo měření	Distanční pletenina	
	Rel. paroprůstnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	9,1	73,9
2	9,8	68,5
3	9,2	67
4	6,8	35,4
5	23,8	32,1
6	10,4	86,4
7	7,9	107,9
8	8,3	103,9
9	8,2	109,2
10	9	71,7
Statistika		
Průměrná hodnota	10,25	75,6

Tab. 21 Měření pro vzorek Trubičkové textilie

Vzorek / Číslo měření	Trubičková textilie	
	Rel. paroprůstnost [%]	Ret [Pa*m ² *W ⁻¹]
1	26,60	26,80
2	74,60	3,20
3	15,70	54,00
4	30,20	22,10
5	58,30	6,80
6	26,60	26,80
7	47,00	8,00
8	27,70	17,40
9	26,30	19,10
10	27,60	17,90
11	25,50	19,80
12	26,20	19,30
13	46,70	7,90
14	30,40	15,80
15	29,20	17,00
Statistika		
Průměrná hodnota	34,573	18,793

Tab. 22 Vzduchový odpor měřených vzorků

Číslo měření / Vzorek	3D051 Líc	3D051 Rub	3D052 Líc	3D052 Rub	3D053 Líc	3D053 Rub	Distanční pletšina	Trubičková textilie
1	360,00	359,00	14,50	14,70	3,04	3,10	167,00	691,00
2	361,00	357,00	14,00	14,50	3,01	3,02	158,00	691,00
3	361,00	359,00	14,10	14,60	3,03	3,02	165,00	689,00
Průměr [mm/s]	360,67	358,33	14,20	14,60	3,03	3,05	163,33	690,33
Směrodatná odchylka	0,47	0,94	0,22	0,08	0,01	0,04	3,86	0,94
Rozptyl	0,22	0,89	0,05	0,01	0,00	0,00	14,89	0,89
Variační koeficient [%]	0,13	0,26	1,52	0,56	0,41	1,24	2,36	0,14
95 % interval spolehlivosti	0,53	1,07	0,24	0,09	0,01	0,04	4,37	1,07
Spodní mez	360,13	357,27	13,96	14,51	3,01	3,00	158,97	689,27
Horní mez	361,20	359,40	14,44	14,69	3,04	3,09	167,70	691,40
Maximální hodnota	361,00	359,00	14,50	14,70	3,04	3,10	167,00	691,00
Minimální hodnota	360,00	357,00	14,00	14,50	3,01	3,02	158,00	689,00

Potah autosedačky z rubu



Proces měření na PERMETESTu

