



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: 2014/2015

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

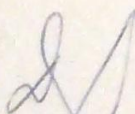
Seznam odborné literatury:

- 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

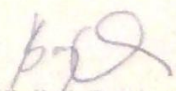
Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: 27. března 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 13. května 2016


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




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

V Liberci dne 31. března 2016

Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: MARIE JANDOVÁ

Osobní číslo: T13000047

Studijní program: TEXTIL

Studijní obor: PRODUKTOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Zadávací katedra: KATEDRA HODNOCENÍ TEXTILÍ

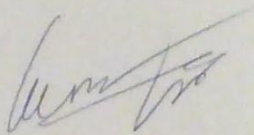
Žádám o změnu termínu odevzdání závěrečné práce z 13.5.2016 na 6.1.2017

Odůvodnění žádosti: Doplnění dat.

v PLZNI dne 24.5.2016

Podpis: Jandová

Vyjádření vedoucího práce:

Doporučuji


Vyjádření vedoucího katedry:

Jandová
Božl.



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 přístroji PERMETEST, na kterém 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 PERMETEST instrument is 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 PERMETEST instrument. An evaluation of measured data are put into graphs.

Key words

Watervapour permeability, car seat, standards, polyvinylchloride, PERMETEST

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. Úvod..... | 14 |
| 2. Stav na trhu | 15 |
| 3. Komfort textilií | 16 |
| 3.1 Psychologický oděvní komfort..... | 16 |
| 3.2 Senzorický oděvní komfort | 16 |
| 3.3 Patofyziologický oděvní komfort | 17 |
| 3.4 Termofyziologický oděvní komfort..... | 17 |
| 4. Termoregulace | 19 |
| 4.1 Odvod kapalné vlhkosti | 20 |
| 4.1.1 Difúzní odvod..... | 20 |
| 4.1.2 Kapilární odvod..... | 21 |
| 4.1.3 Sorpění odvod | 22 |
| 5. Přístroj PERMETEST | 23 |
| 5.1 Podstata zkoušky | 24 |
| 5.2 Výparný odpor | 24 |
| 5.3 Relativní paropropustnost..... | 25 |
| 6. Polyvinylchlorid (PVC) | 26 |
| 6.1 Charakteristika PVC | 26 |
| 6.2 Výroba PVC | 27 |
| 6.3 Výroba PVC hadic..... | 27 |
| 6.4 Vlastnosti PVC | 28 |
| 6.5 Použití PVC | 29 |
| 7. Technické normy | 30 |
| 7.1 Mezinárodní, regionální a české normy | 30 |
| 7.2 Norma ISO 11092..... | 31 |
| 8. Výroba autosedačky..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 9. Přístroj Almemo 2209-4 | 36 |
| 10. Navržená textilie | 37 |
| 11. ISO 11092 v praxi | 41 |
| 11.1 Nedostatky normy pro hodnocení textilií | 41 |
| 12. Postup měření | 43 |
| 12.1 Stanovení termofyziologických vlastností..... | 43 |
| 12.2 Měřené textilie..... | 43 |
| 13. Naměřená data..... | 48 |
| 13.1 Variační koeficient | 48 |
| 13.2 Směrodatná odchylka a rozptyl | 48 |
| 13.3 Interval spolehlivosti | 49 |
| 13.4 Průměrná hodnota..... | 49 |
| 13.5 Minimum a maximum | 49 |
| 14. Vyhodnocení | 58 |
| 15. Nová textilie v provozu | 72 |
| 16. Závěr..... | 74 |
| Seznam použité literatury | 75 |
| 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 |
| | | Mezinárodní organizace zabývající se tvorbou |
| ISO | | 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 přístroji PERMETEST. Výsledné hodnoty relativní paropropustnosti a výparného odporu 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

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



Obr. 1 Odvětrávání sedaček [1]

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.

3. KOMFORT TEXTILIÍ

„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 mrazou 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 spolu se strukturou materiálu, které jsou dány zpracováním textilu, bývají zahrnuty ve vymezení komfortu nošení. Omak je pak definován jako subjektivní vlastnost materiálů zkoumaný

především hmatem. Vlastnosti omaku jsou hladkost, tuhost, objemnost a tepelně kontaktní vjem. [1]

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

Textílii, aby zajišťovala co možná nejlepší komfortní podmínky, je vhodné vyrábět tak, že bude schopna zajistit během nošení přenos tepla, kapalně vlhkosti, vodních par a prodyšnost s níže uvedenými optimálními hodnotami. V závislosti na konstrukci a vlastnostech použitého materiálu může oděv usnadnit organizmu termoregulaci. [1,2,4]

Optimální podmínky termofyziologického komfortu lze považovat [2]:

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.

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.

Termofyziologický komfort oděvů lze charakterizovat pomocí dvou základních parametrů, a to tepelného a výparného odporu. Výparný odpor 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. Podobně i celkový tepelný odpor oděvu sestává z tepelného odporu vlastního oděvu a tepelného odporu mezní vrstvy. [1,2,3,5]

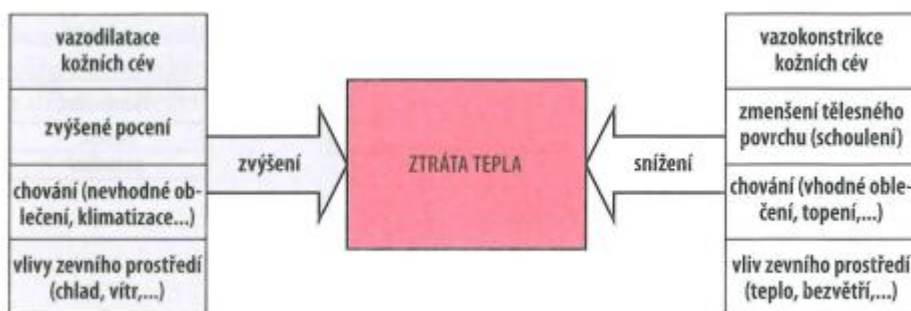
4. TERMOREGULACE

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. 1 a 2. [6].

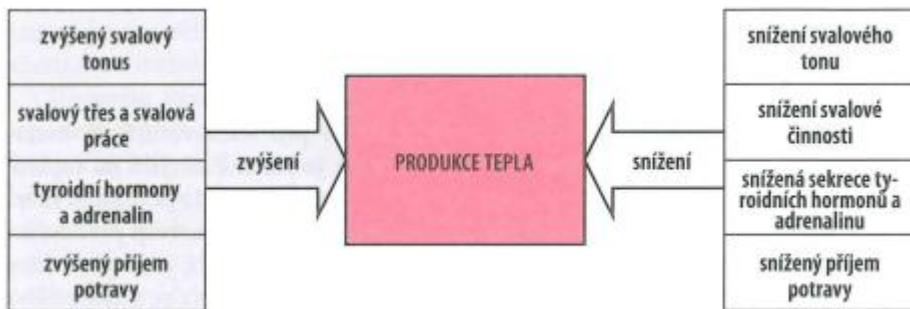
Chemická termoregulace představuje látkovou přeměnu (působení chemických reakcí), a tedy tvorbu tepla. Je zároveň závislá na fyzické zátěži organismu a na jeho činnosti. K největší produkci tepla dochází při namáhavé činnosti organismu.

Fyzikální termoregulace zahrnuje podíly jednotlivých odvodů tepla z organismu.

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



Obr. 1 Faktory určující ztrátu tepla [4]



Obr. 2 Faktory určující produkci tepla [4]

4.1 Odvod kapalně vlhkosti

Během termoregulačních procesů tělo s teplotou kůže 34° C vyprodukuje kolem 0,03 l potu za hodinu. Ke kýženému ochlazení organismu pak dochází po jeho odpaření. Wyndham-Atkinsův vzorec (1) vyjadřuje, kolik kilogramu potu se vytvoří za jednu hodinu:

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

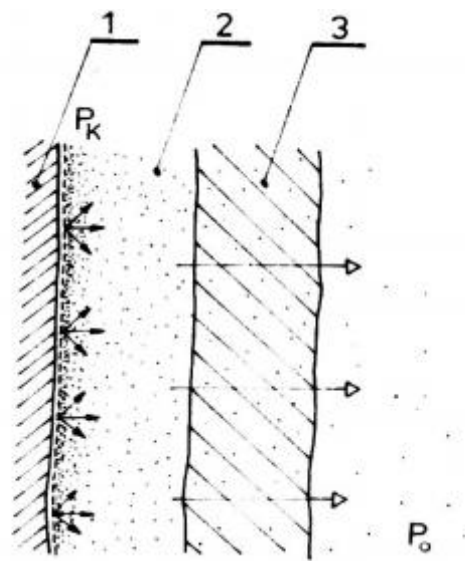
t_N – teplota jádra těla

t_S – teplota kůže

Podmínkou pro odpar je pro volnou plochu kůže jen dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry. Při styku pokožky s oděvem se transport vlhkosti řídí následujícími třemi principy. [1,7].

4.1.1 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. 3. 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. 3. Difúzní odvod potu přes textílii [1]
1-pokožka, 2-textilní vrstva, 3- kapalný pot

4.1.2 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. 4), jehož plocha je díky pěticípému průřezu až dvojnásobná.



Obr. 4. Průřez vláknem Moira [8]

Ve své práci se zabývám mimo jiné návrhem a následnou realizací kontaktní textilie se speciálně tvarovanými vlákny pro konstrukci přídavného potahu autosedaček a zádové 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. 5). Vlákna Coolmax jsou málo nasákavé, rychleji schnou a také odolávají pachům a plísním. [1,4]



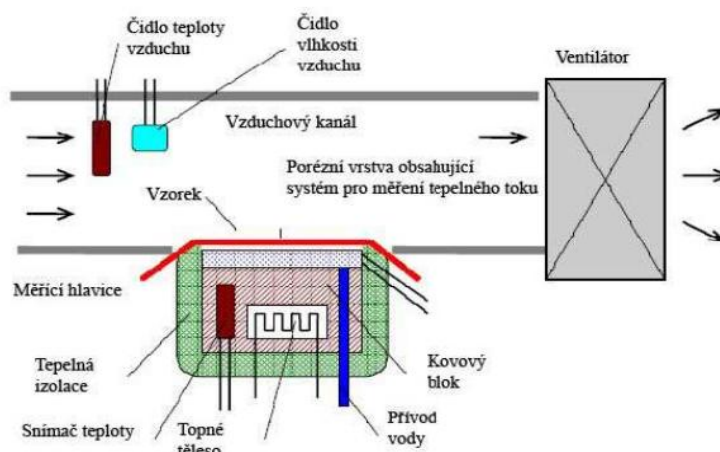
Obr. 5. Vlákno Coolmax [9]

4.1.3 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]

5. PŘÍSTROJ PERMETEST

Přístroj PERMETEST (jeho části lze vidět na obr.6) se využívá k měření výparného odporu a paropropustnosti, stejně tak se jeho pomocí může změřit na textilních vzorcích jejich tepelný odpor. Na vzorcích v mé práci bude měřena a dále statisticky vyhodnocena pomocí přístroje PERMETEST právě jejich paropropustnost a výparný odpor. [1]



Obr. 6. Schéma přístroje PERMETEST [1]

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

„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 chladicí 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.“ [5]

5.1 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. [1,10]

5.2 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 [Pa] je veličina, která je určena z relativní vlhkosti vzduchu ϕ [%] a jeho teploty t_a . Parciální tlak páry ve stavu nasycení, P_m [Pa] je funkcí teploty vzduchu, která je naprogramována v přístroji PERMETEST [1,11].

Měření výparného odporu lze stanovit dle následujícího vztahu:

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

5.3 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 uvedeného pod číslem 3 [1,6].:

$$p' = 100 \cdot (q_v / q_0) \quad [\%] \quad (3)$$

6. POLYVINYLCHLORID (PVC)

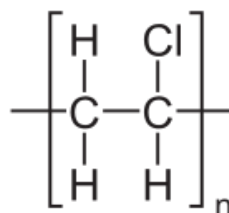
Textilní vzorek navržený pro komfortní kontaktní vjem je složený z polyvinilchloridových trubiček, běžně používaných k beztlakému rozvodu vody, vzduchu či jako ochrana pro elektrorozvody.

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 želatinace s různými změkčovadly a v neposlední řadě jeho vysokou chemickou odolnost.

Základní stavební jednotkou těchto látek je monomer (obr. 7), 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. 7 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 přídatnými 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, mazivy 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 [12].

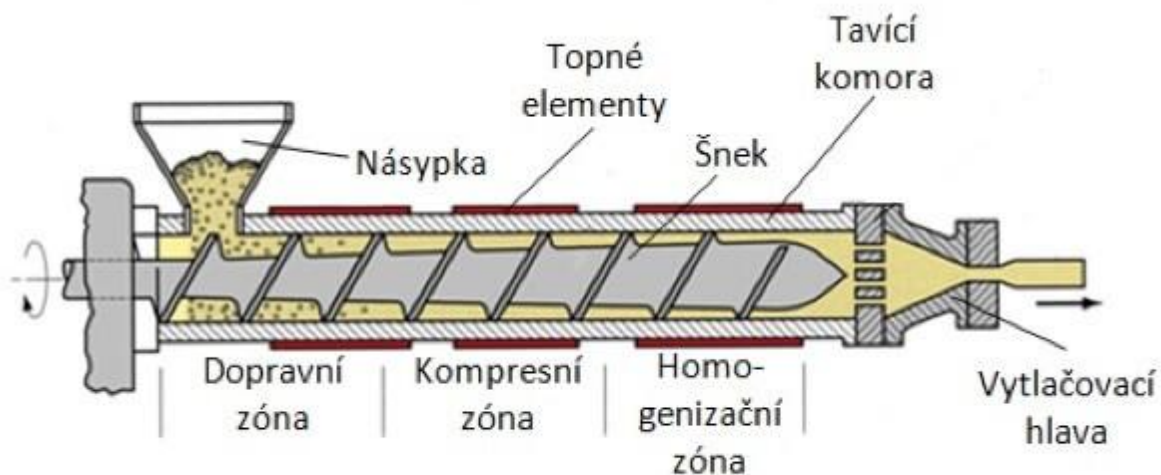
6.3 Výroba PVC hadic

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. 8, 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. Na obrázku č. je zobrazeno schéma přímé hlavy k 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.

[12]



Obr. 8 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 [12].

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 [12].

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 [13].

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 [13,14]:

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 - O vzduší 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 šestimístního číselného znaku, kdy každé dvojčíslí má svůj význam [13]:

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, prošivaných přikrývek, spacích pytlů, potahových textilií a obdobných textilních nebo textilu podobných výrobků. “

[15, 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. 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 [13,15]:.

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.9).

Po dokončení všech kroků je pěna pečlivě zkontrolována a dále se přesouvá k namontování na kovovou strukturu, jenž je pro ilustraci na obrázku č. 10, 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. Výsledný vzhled sedačky koresponduje s interiérem automobilu. Na obrázku č. 11 je vyobrazena sedačka ve sportovním rázu.



Obr. 9 Detail upevnění potahu k pěně pomocí kovových kroužků



Obr. 10 Kovová konstrukce



Obr. č.11 Sestavená sedačka

9. PŘÍSTROJ 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. 12) 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. 12 Almemo 2290-4

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.

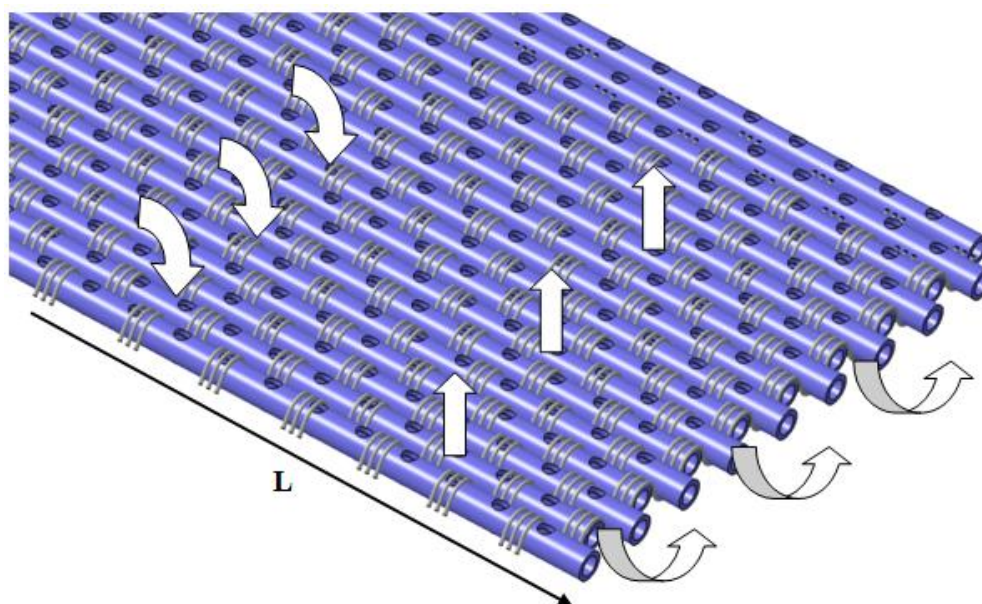
10. NAVRŽENÁ TEXTILIE

Dle nastudovaných poznatků byla navrhována 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. 13



Obr. 13 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. 14 Princip odvodu parního potu

Efektivní porozita ε^* příčného řezu autopotahu dle principu na výše uvedeném Obr. 14 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] :

$$R_{\text{par, sed}} = L^* / (\varepsilon^* * D_p) \quad (4)$$

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 vzde vztaženy na hnací sílu danou bezrozměrným rozdílem koncentrací vodní páry):

$$R_{\text{par,celk}} = R_{\text{par,od}} + R_{\text{par, sed}} + R_{\text{par,mv}} \quad (5)$$

Po dosazení:

$$R_{\text{par,celk}} = R_{\text{par,od}} + I^* / (\epsilon^* \cdot D_p) + (1 / \beta) \quad (6)$$

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:

$$\alpha = \beta \cdot C_{pa} \quad (7)$$

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:

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

Touto rychlostí se miní 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

$$m^* = \Delta p / R_{\text{par,celk}} \quad (9)$$

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.

$$D_p = D_C \cdot M_w / RT \quad (10)$$

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

$$m^* = \Delta p \cdot M_W / (R_{\text{par,celk}} \cdot RT) \quad (11)$$

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 [16]:

$$q_{\text{chl}} = m^* \cdot L = \Delta p \cdot M_W / (R_{\text{par,celk}} \cdot RT) \quad (12)$$

11. 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.

11.1 Nedostatky normy pro hodnocení 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. Chceme – li změřit výparný odpor v rovině potahové textilie v daném uspořádání, musíme v okolí sedící osoby vytvořit paralelní proudění se stejnou rychlostí jako v případě dle ISO 11092. Jenom tak budeme moci porovnat výparný odpor skrz textilií při proudění v rovině textilie.

Proto byla trubičková textilie do přístroje PERMETEST vložena tak, že volné konce této textilie přechnívají měřicí kanál přístroje PERMETEST o cca 120 mm (což může odpovídat reálné situaci – viz Obr. 15), 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. 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. 15 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 $12 \text{ m}^2\text{Pa/W}$.

12. POSTUP MĚŘENÍ

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

12.1 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 [14].

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

12.2 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. 16), 3D052 (Obr. 17) a 3D053 (Obr. 18) 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

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 1800 g/m^2 . Vzorek nafocen a vyobrazen jako obr. 19.



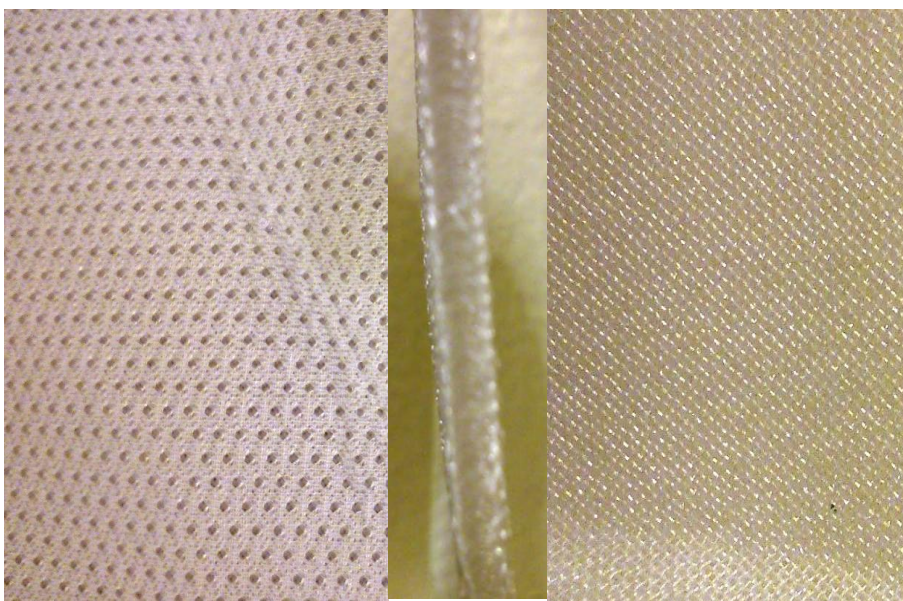
Obr. 16 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D051



Obr. 17 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D052



Obr. 18 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D053



Obr. 19 Průřez a povrch(líc, rub) vzorku distanční pleteniny

13. 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 $40\%\pm 2\%$

13.1 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:

$$CV = (s / \bar{x}) * 100 \quad [\%] \quad (13)$$

13.2 Směrodatná odchylka a rozptyl

Směrodatná odchylka (14) 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 15) 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.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (14)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mathbf{E}(x))^2 \quad (15)$$

13.3 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 hodnotaintervalu spolehlivosti byla spočítána dle následujícího vzorce.

$$\bar{x} \pm 1,96 * \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (16)$$

13.4 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. 17:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (17)$$

13.5 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 / Číslo měření | 3D051 – Líc | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpnost [%] | Ret [Pa*m2*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 |
| Statistika | | |
| Průměrná hodnota | 8,28 | 77,93 |
| Směrodatná odchylka | 0,10 | 1,00 |
| Rozptyl | 0,01 | 0,99 |
| Variační koeficient [%] | 1,19 | 1,28 |
| 95 % interval spolehlivosti | 0,08 | 0,80 |
| Spodní mez | 8,27 | 77,82 |
| Horní mez | 8,29 | 78,04 |
| Maximální hodnota | 8,40 | 79,40 |
| Minimální hodnota | 8,20 | 76,80 |

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

| Vzorek / Číslo měření | 3D051 – Rub | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpnost [%] | Ret [Pa*m2*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 |
| Statistika | | |
| Průměrná hodnota | 8,28 | 77,93 |
| Směrodatná odchylka | 0,10 | 1,00 |
| Rozptyl | 0,01 | 0,99 |
| Variační koeficient [%] | 1,19 | 1,28 |
| 95 % interval spolehlivosti | 0,08 | 0,80 |
| Spodní mez | 8,27 | 77,82 |
| Horní mez | 8,29 | 78,04 |
| Maximální hodnota | 8,40 | 79,40 |
| Minimální hodnota | 8,20 | 76,80 |

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

| Vzorek / Číslo měření | 3D052 – Lic | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpnost [%] | Ret [Pa*m2*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 |
| Statistika | | |
| Průměrná hodnota | 8,72 | 74,05 |
| Směrodatná odchylka | 0,20 | 1,12 |
| Rozptyl | 0,01 | 0,75 |
| Variační koeficient [%] | 1,32 | 1,10 |
| 95 % interval spolehlivosti | 0,16 | 0,90 |
| Spodní mez | 8,69 | 73,93 |
| Horní mez | 8,74 | 74,17 |
| Maximální hodnota | 8,40 | 79,40 |
| Minimální hodnota | 8,20 | 76,80 |

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

| Vzorek / Číslo měření | 3D052 – Rub | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpnost [%] | Ret [Pa*m2*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 |
| Statistika | | |
| Průměrná hodnota | 9,02 | 72,27 |
| Směrodatná odchylka | 0,12 | 0,54 |
| Rozptyl | 0,01 | 0,75 |
| Variační koeficient [%] | 1,32 | 1,10 |
| 95 % interval spolehlivosti | 0,09 | 0,43 |
| Spodní mez | 9,00 | 72,21 |
| Horní mez | 9,03 | 72,33 |
| Maximální hodnota | 8,40 | 79,40 |
| Minimální hodnota | 8,20 | 76,80 |

Tab. 6 Měření pro vzorek 3D053, líc

| Vzorek / Číslo měření | 3D053 – Líc | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpnost [%] | Ret [Pa*m2*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 |
| Statistika | | |
| Průměrná hodnota | 9,15 | 70,40 |
| Směrodatná odchylka | 0,10 | 0,92 |
| Rozptyl | 0,01 | 0,75 |
| Variační koeficient [%] | 1,32 | 1,10 |
| 95 % interval spolehlivosti | 0,08 | 0,73 |
| Spodní mez | 9,14 | 70,30 |
| Horní mez | 9,16 | 70,50 |
| Maximální hodnota | 8,40 | 79,40 |
| Minimální hodnota | 8,20 | 76,80 |

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

| Vzorek / Číslo měření | 3D053 – Rub | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpnost [%] | Ret [Pa*m2*W-1] |
| | | |
| 1 | 8,80 | 72,90 |
| 2 | 9,20 | 68,60 |
| 3 | 9,10 | 70,80 |
| 4 | 8,90 | 72,50 |
| 5 | 9,20 | 70,20 |
| 6 | 9,00 | 71,70 |
| Statistika | | |
| Průměrná hodnota | 9,03 | 71,12 |
| Směrodatná odchylka | 0,16 | 1,59 |
| Rozptyl | 0,01 | 0,75 |
| Variační koeficient [%] | 1,32 | 1,10 |
| 95 % interval spolehlivosti | 0,13 | 1,28 |
| Spodní mez | 9,02 | 70,94 |
| Horní mez | 9,05 | 71,29 |
| Maximální hodnota | 8,40 | 79,40 |
| Minimální hodnota | 8,20 | 76,80 |

Tab. 8 Měření pro distanční pleteninu

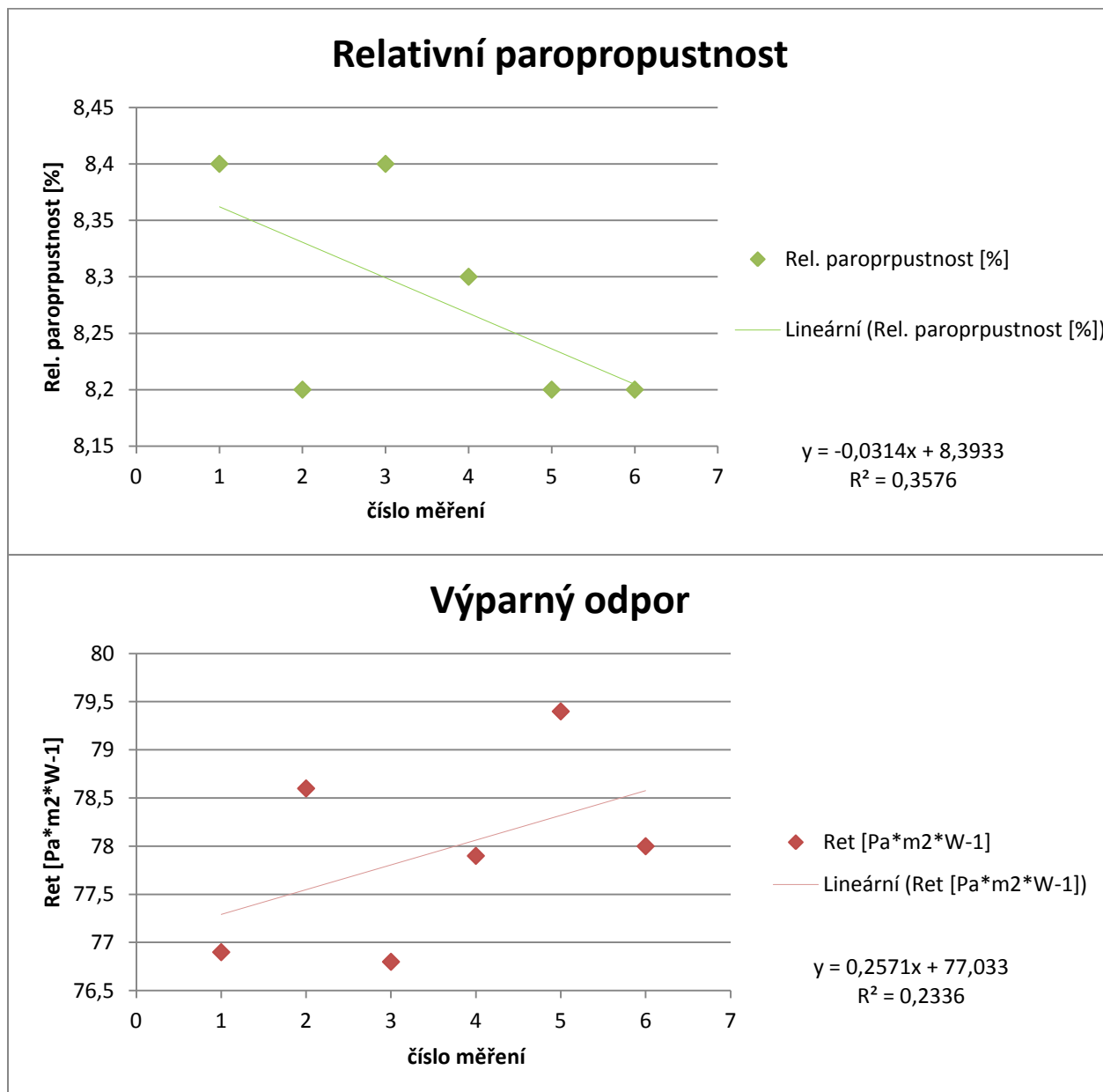
| Vzorek / Číslo měření | Distanční pletenina | |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpnost [%] | Ret [Pa*m2*W-1] |
| 1 | 9,10 | 73,90 |
| 2 | 9,80 | 68,50 |
| 3 | 9,20 | 67,00 |
| 4 | 6,80 | 35,40 |
| 5 | 23,80 | 32,10 |
| 6 | 10,40 | 86,40 |
| 7 | 7,90 | 107,90 |
| 8 | 8,30 | 103,90 |
| 9 | 8,20 | 109,20 |
| 10 | 9,00 | 71,70 |
| Statistika | | |
| Průměrná hodnota | 10,25 | 75,60 |
| Směrodatná odchylka | 6,21 | 29,81 |
| Rozptyl | 23,69 | 748,95 |
| Variační koeficient [%] | 45,05 | 34,34 |
| 95 % interval spolehlivosti | 3,85 | 18,48 |
| Spodní mez | 10,01 | 74,43 |
| Horní mez | 10,49 | 76,77 |
| Maximální hodnota | 23,80 | 109,20 |
| Minimální hodnota | 6,80 | 32,10 |

Tab. 9 Měření pro navrženou textílii

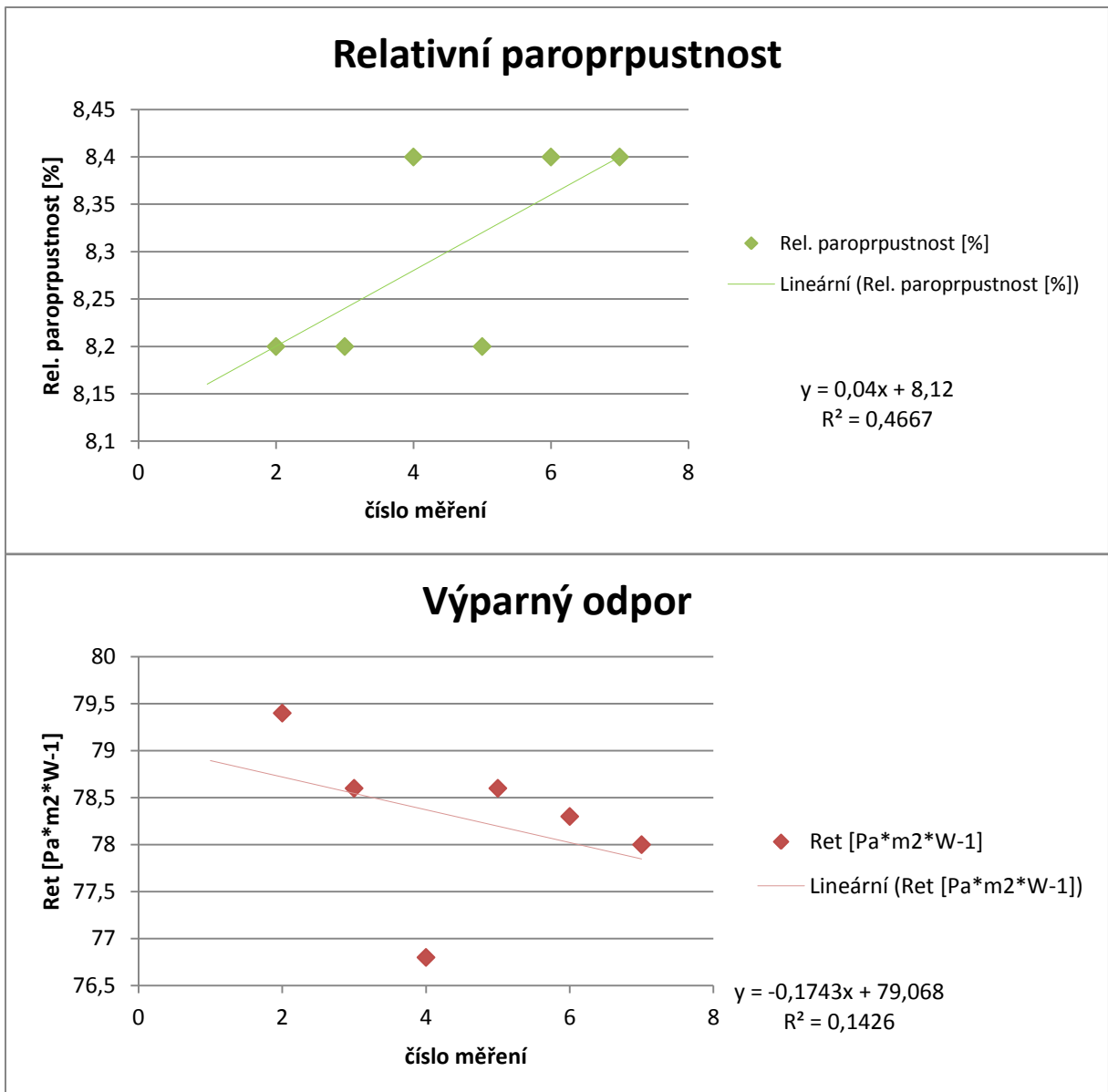
| Vzorek / Číslo měření | PVC Trubičky | |
|------------------------------------|------------------------|-----------------|
| | Rel. paroprpušnost [%] | Ret [Pa*m2*W-1] |
| 1 | 26,60 | 26,80 |
| 2 | 74,60 | 3,20 |
| 3 | 15,70 | 54,00 |
| 4 | 30,20 | 22,10 |
| 5 | 58,30 | 6,80 |
| 6 | 26,60 | 26,80 |
| 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 | 34,57 | 18,79 |
| Směrodatná odchylka | 7,94 | 4,36 |
| Rozptyl | 238,01 | 144,08 |
| Variační koeficient [%] | 43,11 | 61,7 |
| 95 % interval spolehlivosti | 4,02 | 2,21 |
| Spodní mez | 34,43 | 18,71 |
| Horní mez | 34,71 | 18,87 |
| Maximální hodnota | 74,60 | 54,00 |
| Minimální hodnota | 15,70 | 3,20 |

14. VYHODNOCENÍ

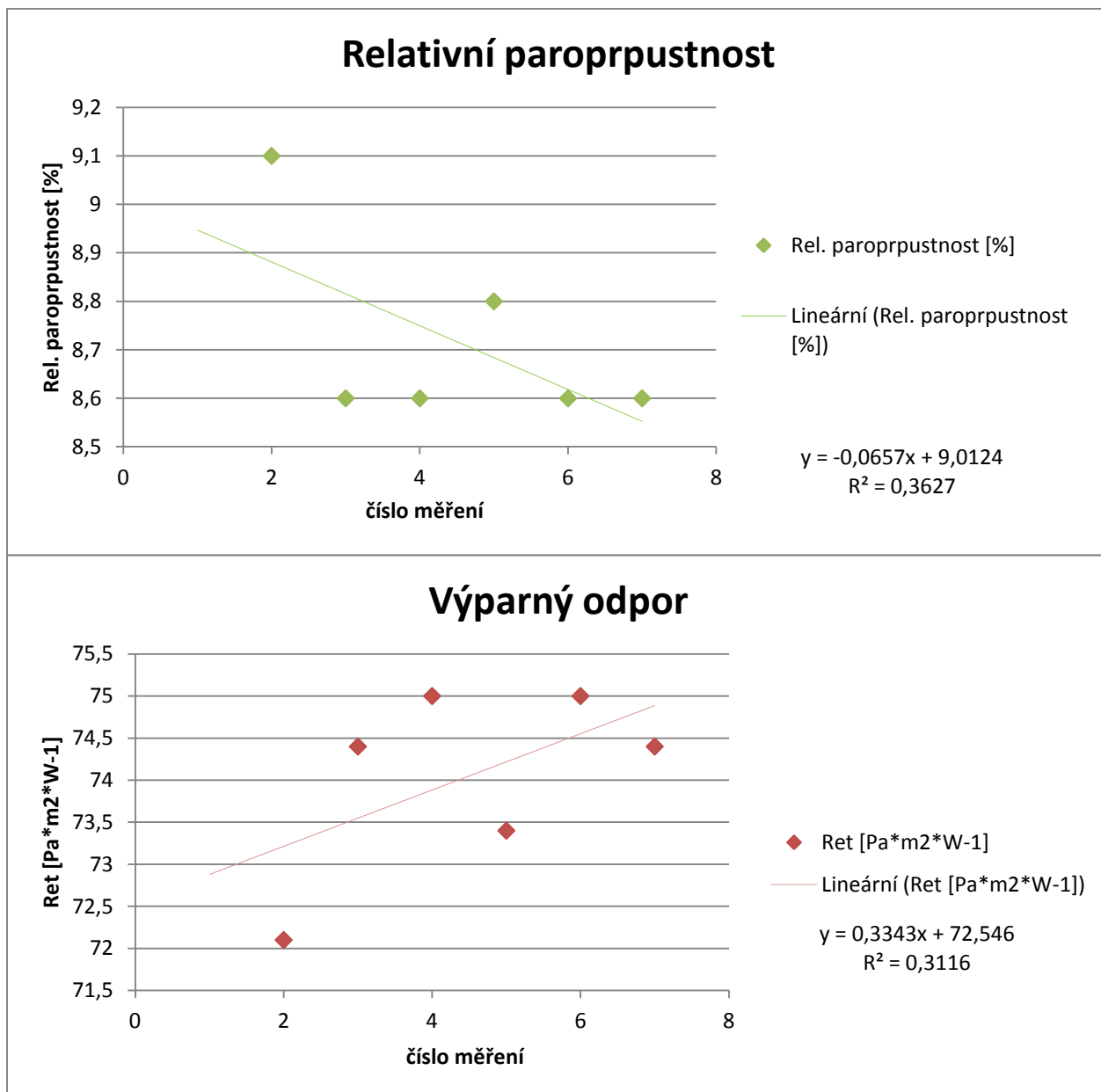
Všechna vykonaná měření na přístroji PERMETEST jsou zanesena do grafů na obrázku č. 20 - 27. Spolu s vynesnými body je zde vynesena lineární spojnice trendu se svou rovnicí. Na těchto grafech jsou lépe vidět vybočující měření.



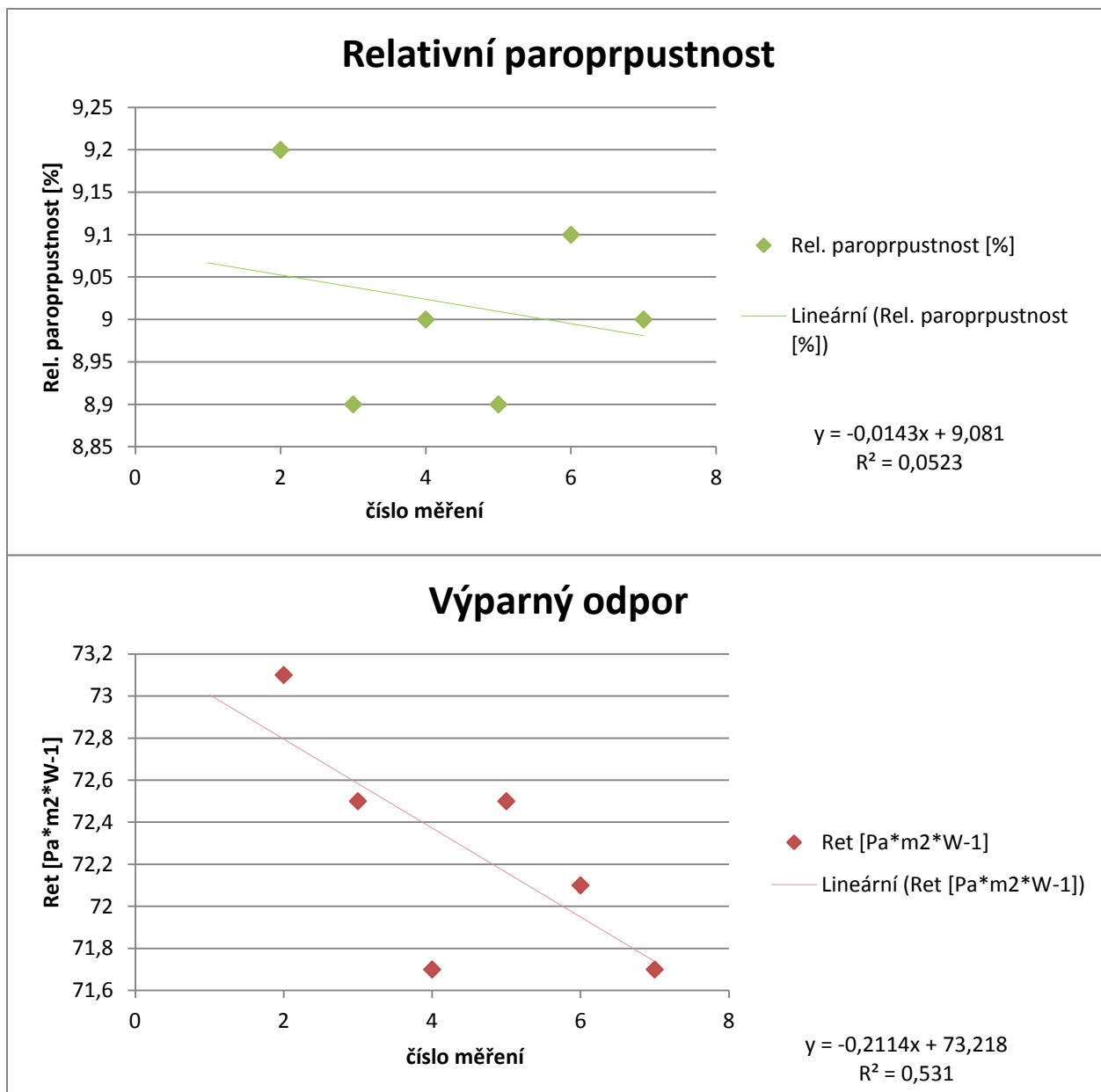
Obr. 20 3D051-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem



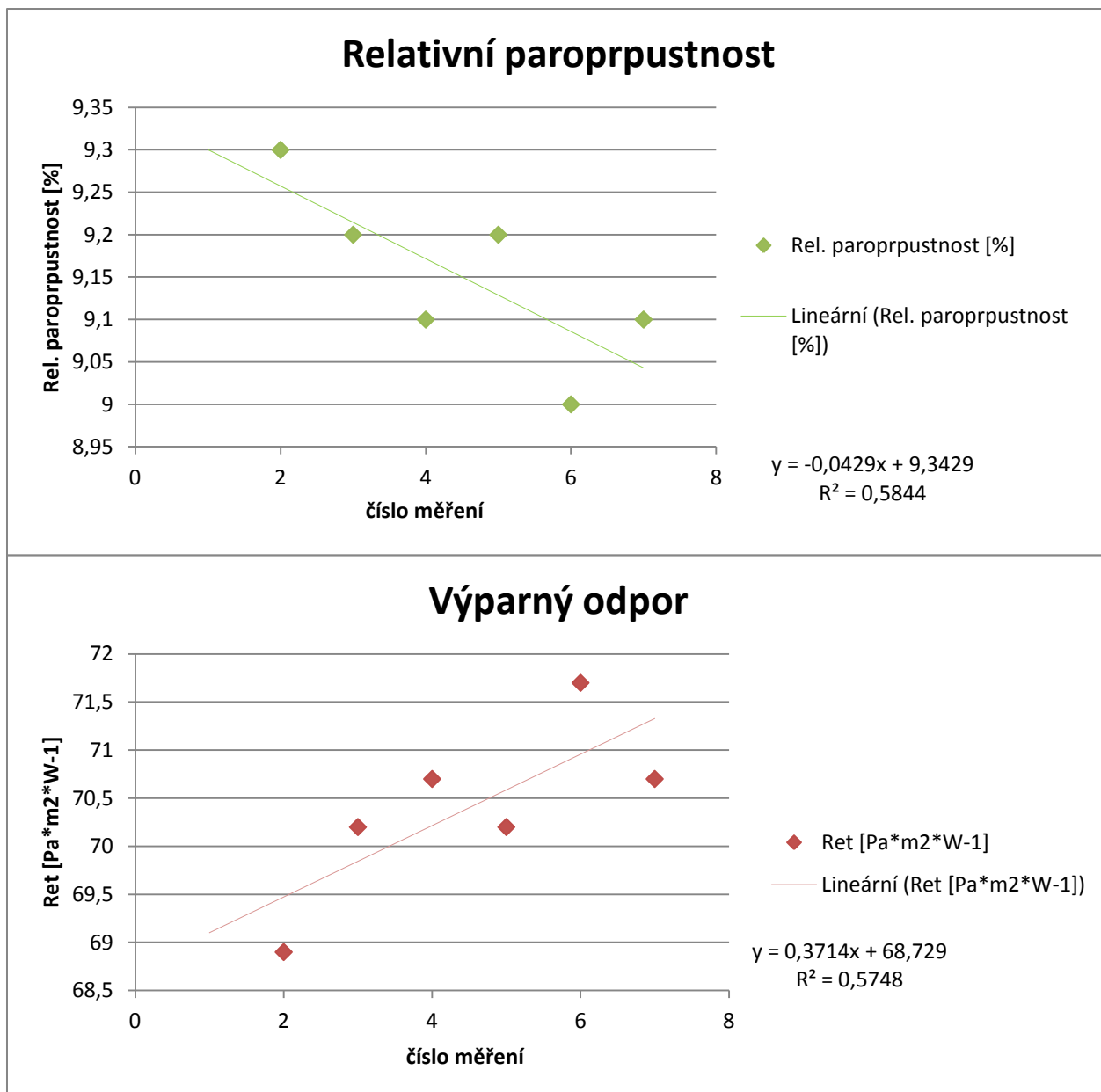
Obr. 21 3D051-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem



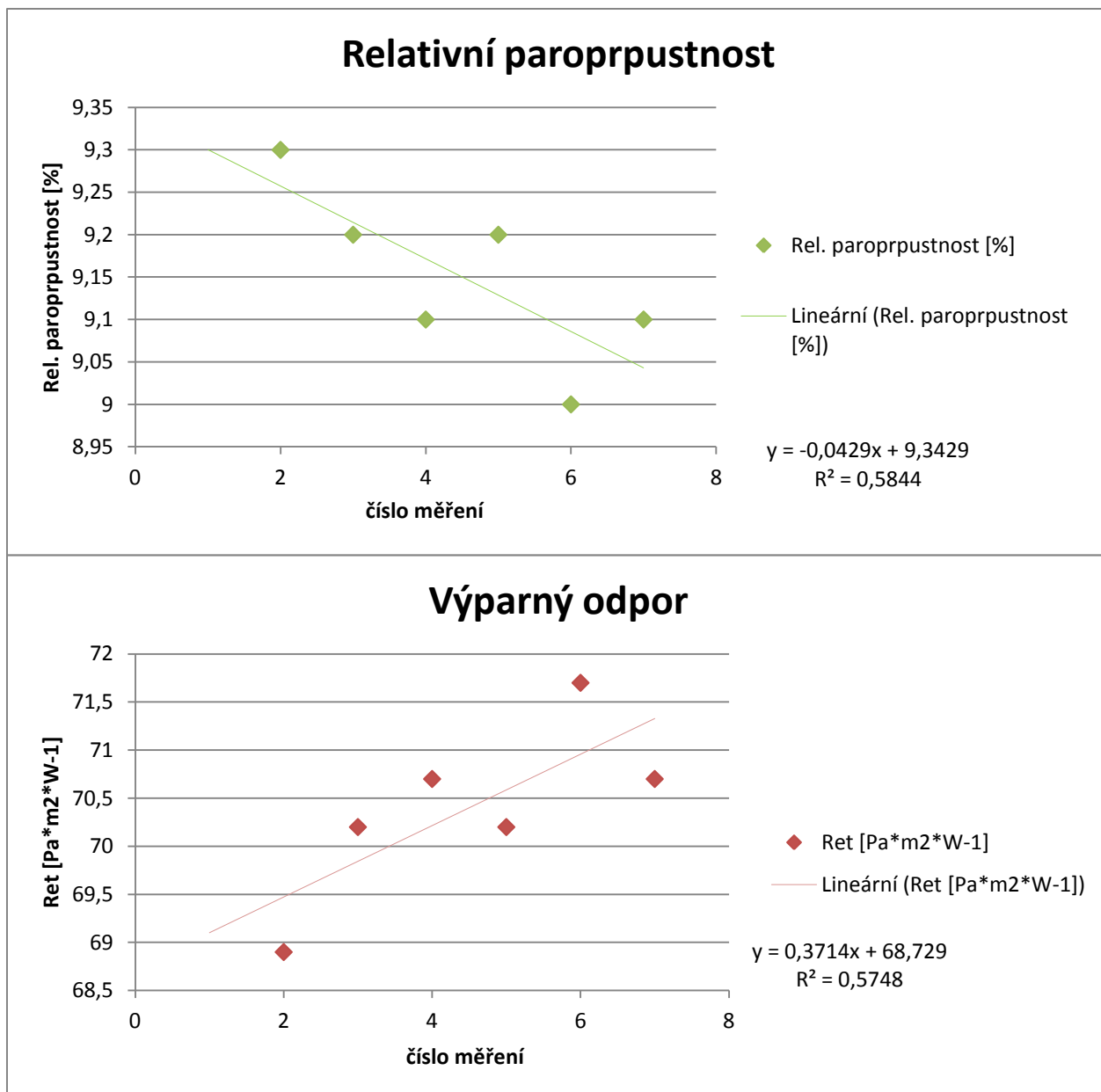
Obr. č. 22 3D052-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem



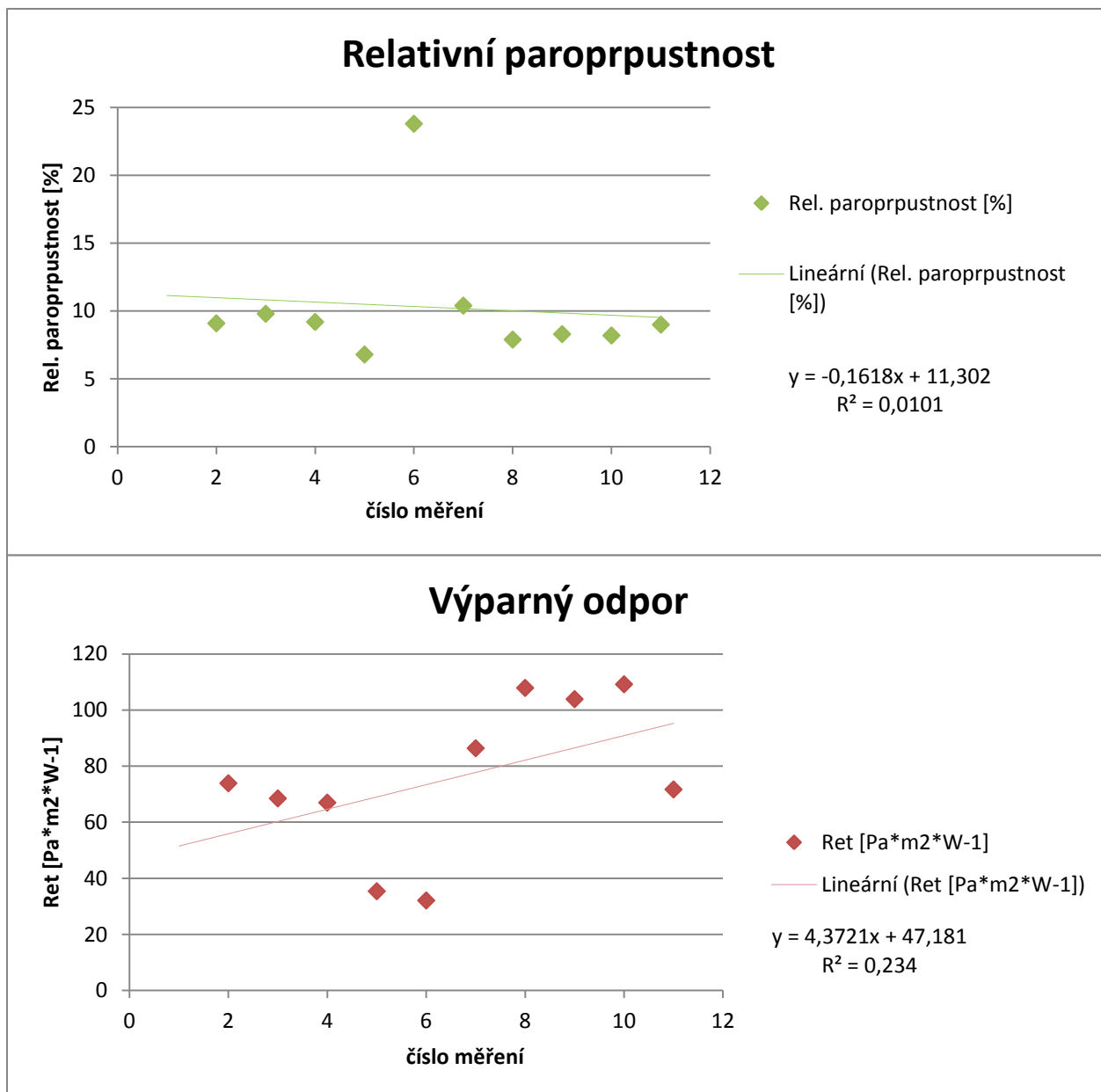
Obr. č. 23 3D052-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem



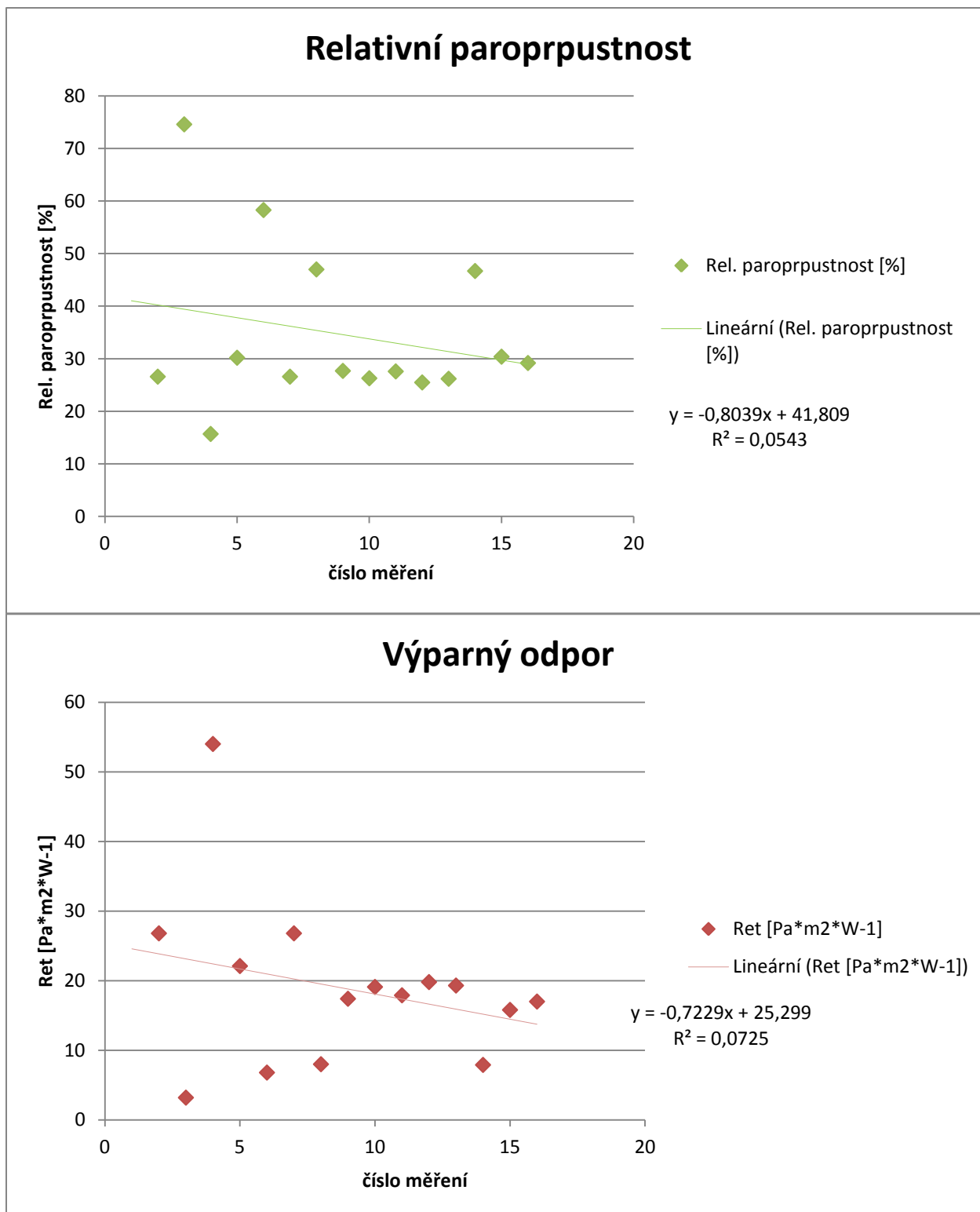
Obr. 24 3D053-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem



Obr. č.25 3D053-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem

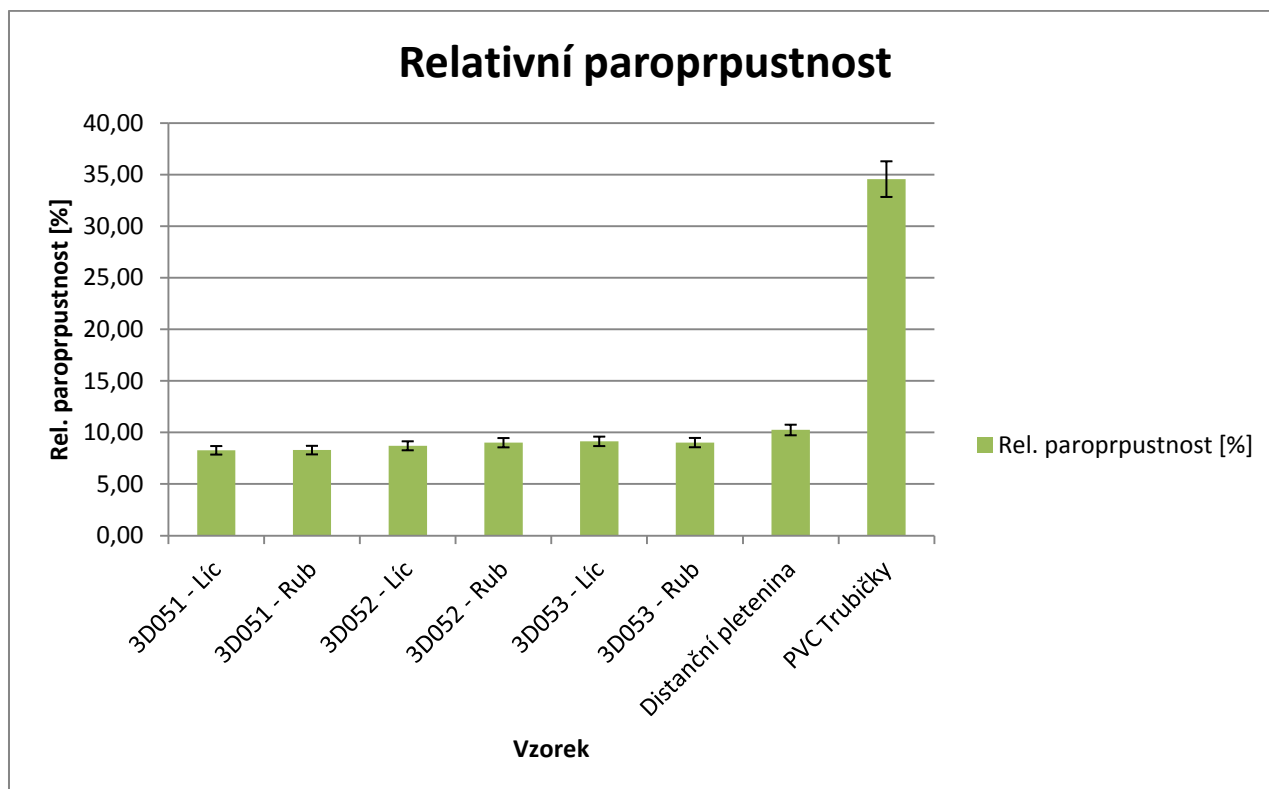


Obr. 26 Distanční pletenina- měření zobrazené spojnicovým grafem



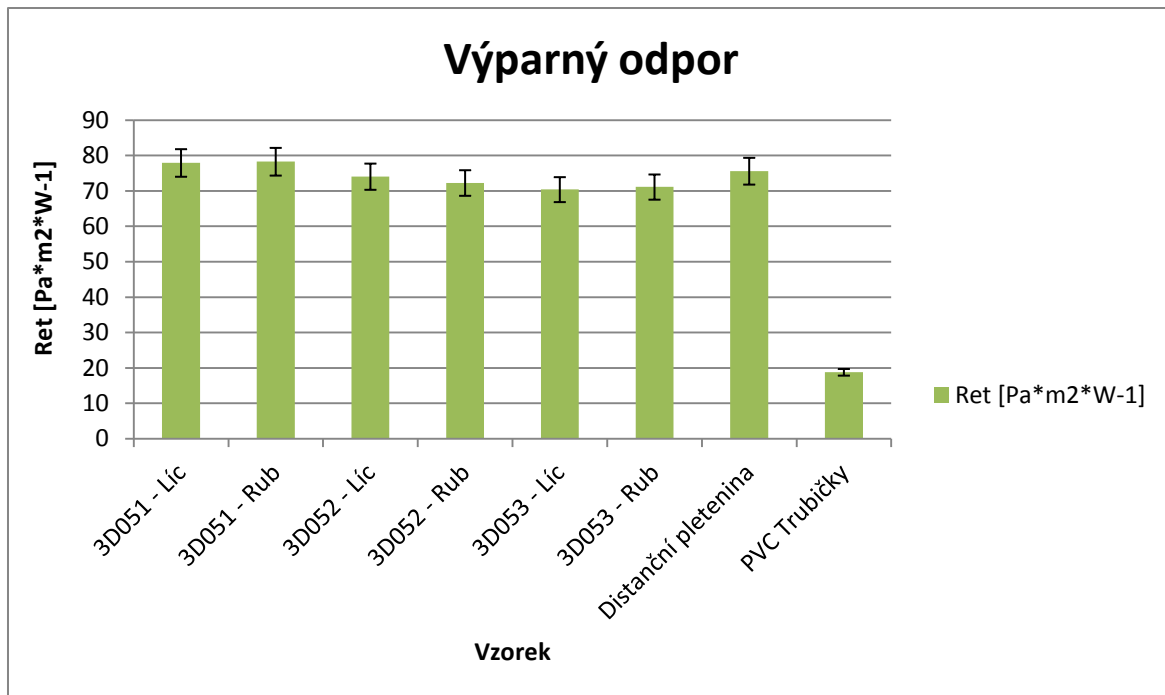
Obr. 27 Trubičková textilie- měření zobrazené spojnicovým grafem

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



Obr. 28 Relativní paropropustnost

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.



Obr. 29 Výparný odpor

Pro textilní vzorky 3D05x byla dostačující šest měření z důvodu stabilních výsledků. Avšak distanční pleteninu a textilii z PVC hadiček bylo nutné proměřit vícekrát z důvodu vychylujících hodnot. Tyto kolísající hodnoty byly způsobené držíci se vlhkostí uvnitř materiálů. Do výsledků nebyly extrémní započítány.

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 [18].

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 | 6 | 49,7 | 8,283333 | 0,009667 | | |
| 3D051 - Rub | 6 | 49,8 | 8,3 | 0,012 | | |
| 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 | 0,000833 | 1 | 0,000833 | 0,076923 | 0,78716 | 4,964603 |
| Všechny výběry | 0,108333 | 10 | 0,010833 | | | |
| Celkem | 0,109167 | 11 | | | | |

| Faktor | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| 3D052 – Líc | 6 | 52,3 | 8,716667 | 0,041667 | | |
| 3D052 - Rub | 6 | 54,1 | 9,016667 | 0,013667 | | |
| 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 | 0,27 | 1 | 0,27 | 9,759036 | 0,010801 | 4,964603 |
| Všechny výběry | 0,276667 | 10 | 0,027667 | | | |
| Celkem | 0,546667 | 11 | | | | |

| Faktor | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|------------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| 3D053- Líc | 6 | 54,9 | 9,15 | 0,011 | | |
| 3D053- Rub | 6 | 54,2 | 9,033333 | 0,026667 | | |
| 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 | 0,040833 | 1 | 0,040833 | 2,168142 | 0,171658 | 4,964603 |
| Všechny výběry | 0,188333 | 10 | 0,018833 | | | |
| Celkem | 0,229167 | 11 | | | | |

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 | 6 | 467,6 | 77,93333 | 0,990667 | | |
| 3D051 - Rub | 6 | 469,7 | 78,28333 | 0,745667 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota</i> | |
| | | | | | <i>P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 0,3675 | 1 | 0,3675 | 0,423306 | 0,529956 | 4,964603 |
| Všechny výběry | 8,681667 | 10 | 0,868167 | | | |
| Celkem | 9,049167 | 11 | | | | |

| Faktor | | | | | | |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> | | |
| 3D052 - Líc | 6 | 444,3 | 74,05 | 1,255 | | |
| 3D052 - Rub | 6 | 433,6 | 72,26667 | 0,294667 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota</i> | |
| | | | | | <i>P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 9,540833 | 1 | 9,540833 | 12,3134 | 0,005641 | 4,964603 |
| Všechny výběry | 7,748333 | 10 | 0,774833 | | | |
| Celkem | 17,28917 | 11 | | | | |

| Faktor | | | | |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| <i>Výběr</i> | <i>Počet</i> | <i>Součet</i> | <i>Průměr</i> | <i>Rozptyl</i> |
| 3D053- Líc | 6 | 422,4 | 70,4 | 0,84 |
| 3D053- Rub | 6 | 426,7 | 71,11667 | 2,541667 |

| ANOVA | | | | | | |
|--------------------------|-----------|---------------|-----------|----------|----------------|---------------|
| <i>Zdroj variability</i> | <i>SS</i> | <i>Rozdíl</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Hodnota</i> | |
| | | | | | <i>P</i> | <i>F krit</i> |
| Mezi výběry | 1,540833 | 1 | 1,540833 | 0,911286 | 0,36228 | 4,964603 |
| Všechny výběry | 16,90833 | 10 | 1,690833 | | | |
| Celkem | 18,44917 | 11 | | | | |

15. NOVÁ TEXTILIE V PROVOZU

Do každé trubičky jsem před tkaním, pomocí speciálního vrtacího nástavce, vytvořila otvor v dodržovaném rozestupu. Následně byly utkány do textilie na tkacím stavu na katedře hodnocení textilií při Technické univerzitě v Liberci (Obr. 30). Pro uchycení na sedačku jsem na třech koncích našila pruženku o šířce 0,9 cm a spojila s bokem proti ležící 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 tkaniny. Stav po testování znázorňují obrázky 31. – 32.



Obr.30 Detail utkané textilie



Obr. 31 Nasazená textilie



Obr 32 Textilie na konci testování

16. 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.

Z odvedeného měření lze vyvodit, že vyvíjená textilie z hadiček má výborné páru odvádějící vlastnosti, které jsou vhodné na aplikaci autosedačky. Naměřené hodnoty relativní paropropustnosti a výparného odporu dávají jasný výsledek v konkurenci ostatních textilií. Díky použité ventilaci byla ověřena hypotéza, že s využitím ventilace v automobilu se vlastnosti paropropustných materiálů znásobí. Subjektivní zhodnocení komfortních vlastností v reálném užití automobilu potvrzují domněnku, že textilie vytvořená z trubiček je velice komfortní a i při dlouhodobém užití se použité hadičky nedeformují.

V další fázi by bylo dozajista nutné další zvažování obměny osnovní nitě.

Dále je v zájmu zdokonalení vlastností textilie vhodné přezkoumat možnosti 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 poukazuje na nedostatky v normě ISO11092, kdy jsou dány parametry pro zkoušení textilií pro materiál používaný při chůzi (rychlost ochlazování 2m/s) a na sedící osobu není brán zřetel, což může zásadně ovlivnit dosavadní naměřené výsledky. Touto úvahou se bude dále zabývat prof. Luboš Hes.

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] Pichová, J.: Tepelný komfort úpletů ze speciálních vláken. Bakalářská práce. Liberec. TUL. 2010
- [3] Křížová, T.: Hodnocení omaku a návrh modelové konstrukce koupacího pláště. Bakalářská práce. Liberec. TUL. 2013
- [4] Trojan, S.: Lékařská fyziologie. Praha, Grada, 2003. 4. Vydání. ISBN 80-247-0512-5
- [5] Kittnar O.: Atlas fyziologických. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing a.s., 2009. 316 s. ISBN 80-247-2722-6.
- [6] Interní norma č. 23-304-01/01: Stanovení termofyziologických vlastností textilií. Výzkumné centrum Textil LN00B090 Technická univerzita v Liberci, 2004
- [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] 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>

[11] Dostálová, M., Křivánková M.: *Základy textilní a oděvní výroby*. Liberec: TUL 2004.
ISBN 80-7083-831-0

[12] Ducháček, V.: *Polymery-výroba, vlastnosti, zpracování, použití*, VŠCHT Praha 1995, 95-166-34/95

[13] Technické předpisy, [online]. [12. 12. 2015]. Dostupné z:
<http://www.skolertextilu.cz/elearning/360/technicke-predpisy/technicke-normy-uvod.html>

[14] 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

[15] 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.

[16] Macoun D.: *Porovnání metod pro testování propustnosti pro vodní páry*. Liberec, 2015.
Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra hodnocení textilií

[17] Militký, J., Vaníček, J.: *Vlastnosti vláken, studijní materiál FT TUL*, 2004

[18] ANOVA. VFU [online]. [cit. 18.6.2016]. Dostupné na internetu:
<http://cit.vfu.cz/statpotr/potr/teorie/predn3/anova.htm>

SEZNAM OBRÁZKŮ

- 1 Faktory určující ztrátu tepla
- 2 Faktory určující produkci tepla
- 3 Difúzní odvod potu přes textílii
- 4 Průřez vláknem Moira
- 5 Vláknem Coolmax
- 6 Schéma přístroje Permetest
- 7 Chemická struktura PVC
- 8 Šnekový vytlačovací stroj
- 9 Pěna sedáku s vyhříváním
- 10 Kovová konstrukce
- 11 Sestavená sedačka
- 12 Almemo 2290-4
- 13 Rozměry PVC trubiček
- 14 Princip odvodu parního potu
- 15 Simulace osoby na sedačce
- 16 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D051
- 17 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D052
- 18 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku 3D053
- 19 Průřez a povrch (líc, rub) vzorku distanční pleteniny
- 20 3D051-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem
- 21 3D051-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem
- 22 3D052-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem
- 23 3D052-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem
- 24 3D053-Líc měření zobrazené spojnicovým grafem
- 25 3D053-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem
- 25 Distanční pletenina-Rub měření zobrazené spojnicovým grafem
- 27 Trubičková textilie- měření zobrazené spojnicovým grafem
- 28 Relativní paropropustnost
- 29 Výparný odpor
- 30 Detail utkané textilie
- 31 Nasazená textilie
- 32 Textilie na konci testování

SEZNAM TABULEK

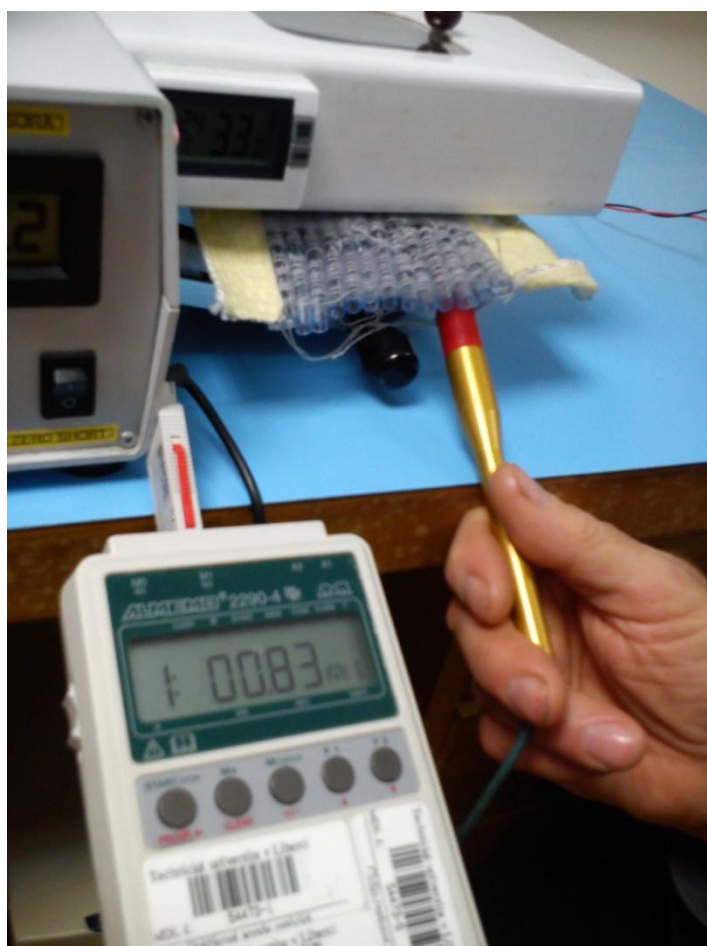
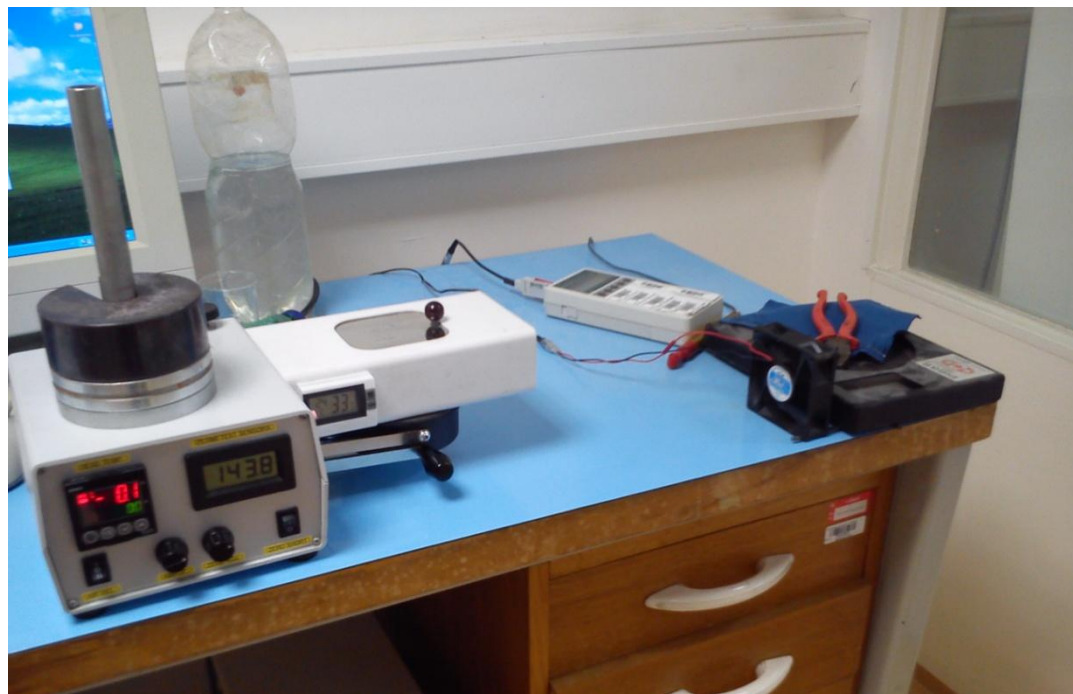
- 1** Charakteristiky textilií 3D051, 3D052 a 3D053
- 2** Měření pro vzorek 3D051, líc
- 3** Měření a statistika pro vzorek 3D051, rub
- 4** Měření a statistika pro vzorek 3D052, líc
- 5** Měření a statistika pro vzorek 3D052, rub
- 6** Měření pro vzorek 3D053, líc
- 7** Měření a statistika pro vzorek 3D053, rub
- 8** Měření pro distanční pleteninu
- 9** Měření pro navrženou textílii
- 10** Analýza dat pro relativní paropropustnost
- 11** Analýza dat pro výparný odpor

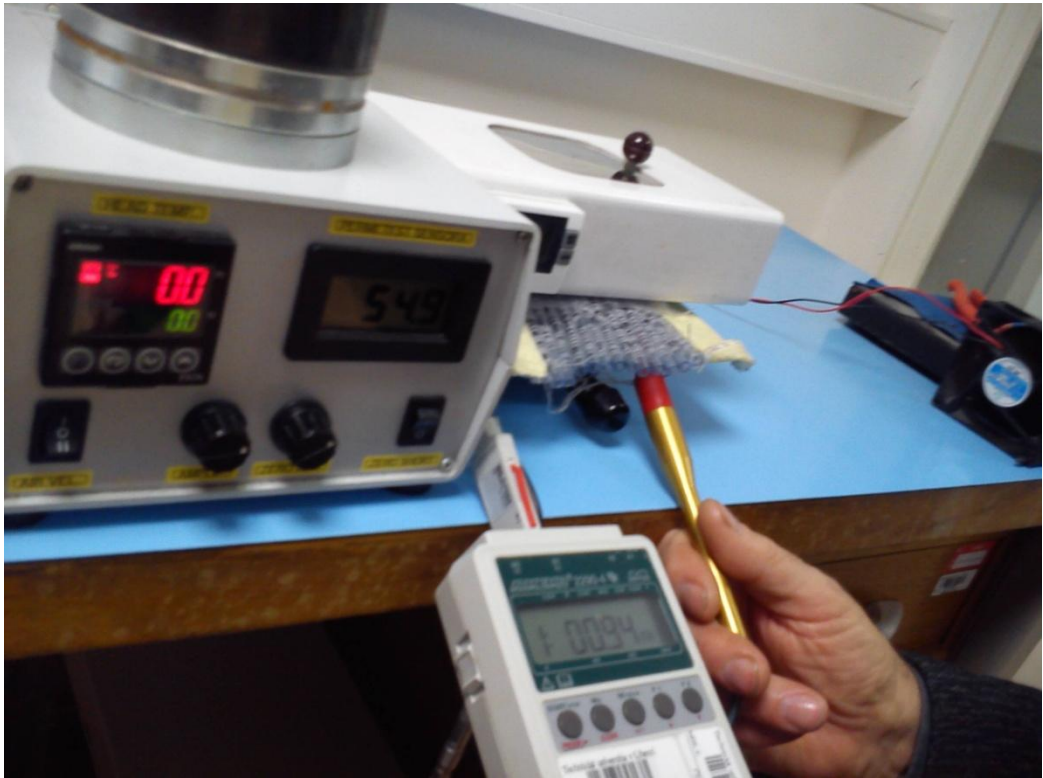
Seznam Rovnic

- (1) Wyndham-Atkinsův vzorec
- (2) Měření výparného odporu
- (3) Relativní paropropustnost
- (4) Parní odpor sedačkové vrstvy
- (5) Celkový parní odpor
- (6) Celkový parní odpor s dozením
- (7) Lewisův vztah
- (8) Součinitel přestupu do vzduchu prouděním
- (9) odpařené množství vlhkosti
- (10) přepočet difuzního koeficientu
- (11) výpočet Odpařené množství vlhkosti
- (12) vztah pro chladící tok
- (13) Variační koeficient
- (14) Směrodatná odchylka
- (15) Rozptyl
- (16) Interval spolehlivosti
- (17) Průměrná hodnota

PŘÍLOHY

Proces měření na PERMETESTU





Fotografie sedačky

