



# Komfort automobilových sedaček

## Diplomová práce

*Studijní program:* N3106 – Textilní inženýrství  
*Studijní obor:* 3106T017 – Oděvní a textilní technologie  
*Autor práce:* **Bc. Jana Kaiserová**  
*Vedoucí práce:* doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.



# Comfort of car seats

## Master thesis

*Study programme:* N3106 – Textile Engineering  
*Study branch:* 3106T017 – Clothing and Textile Engineering  
*Author:* **Bc. Jana Kaiserová**  
*Supervisor:* doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.



Technická univerzita v Liberci  
Fakulta textilní  
Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jana Kaiserová**  
Osobní číslo: **T15000091**  
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**  
Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**  
Název tématu: **Komfort automobilových sedaček**  
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

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

1. Proveďte rešerši týkající se parametrů plošných textilií ovlivňujících fyziologický komfort při sezení na autosedačkách s textilním potahem.
2. Vyberte vzorky plošných textilií vhodných pro testování s lepší propustností vodních par a vzduchu pro automobilové sedačky.
3. Navrhněte experiment pro měření transportu vodních par u celé sendvičové struktury autosedaček.
4. Porovnejte měření Ret u jednotlivých vrstev textilií a paropropustnost a případně prodyšnost vzduchu měřením na celé struktuře autosedaček.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Hes L., Sluka P., Úvod do komfortu textilií, Technická univerzita v Liberci, 33 s. 2005.
- Paličuková M., Vývoj zařízení pro zkoušení prodyšnosti objemných materiálů za provozních podmínek, Liberec, 2009, 54 s. Diplomová práce na Fakultě textilní, Technické univerzity v Liberci. Vedoucí diplomové práce Ing. Ondřej Novák.
- Šmelhaus J., Fyziologický komfort automobilových sedaček, Liberec, 2011, 67 s. Bakalářská práce na Fakultě textilní, Technické univerzity v Liberci. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
- EN ISO 9237, Evropská norma, Textilie - Zjišťování prodyšnosti plošných textilií, ČNI 1996.
- Cengiz T. G., Babalik F. C., An on-the-road experiment into the thermal comfort of car seats, Applied Ergonomics, Volume 38, Issue 3, May 2007, 337-347 pp.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.

Katedra oděvnictví

Konzultant diplomové práce: Ing. Tomáš Drbohlav

Datum zadání diplomové práce: 14. listopadu 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 5. května 2017

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 14. listopadu 2016

## Žádost o změnu termínu odevzdání závěrečné práce

Jméno a příjmení: Jana Kaiserová  
Osobní číslo: T15 000091  
Studijní program: Textilní inženýrství  
Studijní obor: Oděvní a textilní technologie  
Zadávací katedra: katedra oděvnictví

Žádám o změnu termínu odevzdání diplomové práce z 5.5.2014 na 2018.

Odůvodnění žádosti:

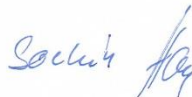
Z důvodu prodloužení studia kvůli krádeži programů ve společnosti Adient Strakonice, Děkuji.

V Liberci dne 3.3.2014

Podpis:



Vyjádření vedoucího práce:



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ  
Katedra oděvnictví

①

- 2 MAR. 2014

Vyjádření vedoucího katedry:



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ  
Katedra oděvnictví

①

- 2 MAR. 2014



## 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**

Touto cestou bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Antonínu Havelkovi, CSc. za odborné vedení a cenné rady a připomínky. Poděkování patří také ostatním členům katedry oděvnictví Technické univerzity v Liberci, kteří mi byli nápomocni při tvorbě a vyhodnocování výsledků experimentu a společnosti Adient Strakonice s.r.o. za poskytnuté materiály pro diplomovou práci.

V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za podporu během celého studia.

## **Anotace**

Tato diplomová práce je vypracována na téma hodnocení komfortu automobilových sedaček. Úkolem této práce bylo navrhnout experiment s přístrojem H2 pro měření výparného odporu u celé sendvičové struktury autosedaček a jeho následné porovnání. Proto je rešeršní část zaměřena na popis automobilové sedačky včetně materiálů, ze kterých je vyrobena, na termo-fyziologický komfort a jednotlivým měřícím přístrojům, které jsou vhodné jak pro hodnocení celé struktury automobilových sedaček, tak i pro plošné textilie potahů. Experiment byl prováděn na katedře oděvnictví TU v Liberci jak s nově vyvinutým přístrojem, tak i na přístroji standartní metodou. Závěrem je zhodnocení provedených experimentů a naměřených hodnot a návrh dalšího pokračování měření na přístroji H2.

## **Klíčová slova**

Automobilová sedačka

Komfort

Výparný odpor

Měřící hlava

Sweating guarded hot plate

## **Anotation**

This diploma thesis is elaborated on the theme of comfort of car seats. The aim of this work was to propose an experiment with an H2 device to measure the evaporation resistance of the entire sandwich structure of the car seat and its subsequent comparison. Therefore, the research section focuses on the description of the car seat, including the materials it is made of, the thermo-physiological comfort and the individual measuring instruments, which are suitable both for the evaluation of the whole car seat structure and for the fabrics of the covers. The experiment was carried out at the Department of Clothing in TU in Liberec both with the newly developed device and with the instrument by the standard method. The conclusion is the evaluation of the experiments and the measured values and the proposal of the next continuation of the H2 measurement.

## **Key words**

Car seat

Comfort

Evaporation resistance

Measured head

Sweating guarded hot plate



## Seznam zkratek a symbolů

3D	trojrozměrný
A	plocha zkušebního úseku
DMPC	dynamic moisture permeation cell
g	gram
H	výhřevnost dodávána měřicí jednotce
h	hodina
H2, Hlav 2	měřicí hlava
Het	výparný odpor naměřený na H2
Hc	tepelný tok
H <sub>res</sub>	tepelně respirační ztráty zapříčiněné dýcháním
imt	index propustnosti vodních par
kPa	kilopascal
LR	Lewisův vztah
M	produkce energie
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
MJ	megajoule
mm	milimetr
ml	mililitr
m/s	metr za sekundu
Pa	tlak vodní páry na povrchu desky
Pa	parciální tlak vodních par ve vzduchu
PES	polyester
PET	polyetylen
Pex	vnější fyzická práce
Pm	tlak nasycených vodních par
Ps	tlak vodní páry
R	tepelný odpor ohraničující vzduchovou vrstvu
Ret	výparný odpor
Ret0	výparný odpor bez textilie (konstanta přístroje)
Rct	tepelný odpor
RH	relativní vlhkost

Rt	vnitřní tepelný odpor tkaniny
SGHP	Sweating Guarded Hot Plate
STAN	Seat Test Automotive Manequin
Ta	teplota okolního vzduchu
Ts	povrchová teplota desky
UV	ultrafialové záření
W	watt
$\Delta He$	opravný faktor výhřevnosti pro měření Ret
$\Delta S$	tělesný energetický obsah
$\Delta t$	čas
°C	stupeň Celsia

## Obsah

1.	Automobilová sedačka .....	15
1.1.	Části automobilové sedačky .....	16
1.1.1.	Kovový rám sedačky .....	16
1.1.2.	Výplň sedačky .....	16
1.1.3.	Potah sedačky .....	17
1.1.4.	3D Spacer .....	18
1.2.	Vlákna používaná pro automobilové sedačky .....	19
1.1.5.	Polyester .....	19
1.1.6.	Polyamid .....	20
1.1.7.	Vlna .....	20
1.3.	Laminace .....	21
1.1.8.	Kontrola kvality a testování .....	22
2.	Termo – fyziologický komfort .....	22
2.1.	Energetická bilance lidského těla .....	22
3.	Termoregulace .....	23
3.1.	Výměna tepla vedením – kondukcí .....	24
3.2.	Výměna tepla prouděním – konvekcí .....	24
3.3.	Výměna tepla sáláním – radiací .....	25
3.4.	Výměna tepla vypařováním – evaporací .....	25
3.5.	Odvod plynné vlhkosti z povrchu těla .....	26
3.6.	Odvod kapalné vlhkosti z povrchu těla .....	26
3.6.1.	Difúze .....	26
3.6.2.	Kapilární odvod .....	26
3.6.3.	Sorpce .....	26
4.	Senzorický komfort .....	26
5.	Tepelná vodivost .....	27
5.1.	Tepelný odpor .....	27
5.1.1.	Měření tepelného odporu .....	27
6.	Prodyšnost .....	28
6.1.	Měření prodyšnosti .....	28

7.	Propustnost vodních par .....	28
7.1.	Měření propustnosti vodních par .....	28
7.2.	Výparný odpor .....	29
8.	Hodnocení komfortu sedadel .....	29
8.1.	Hodnocení pomocí slovní stupnice – jízdní zkoušky .....	29
8.2.	Testování sedadla s pomocí figuranta .....	30
8.3.	Sweating garde hot plate – SGHP .....	31
8.4.	STAN manekýn .....	34
8.5.	Dynamic moisture permeation cell – DMPC .....	36
8.6.	Zkoušeč komfortu sedaček .....	36
8.7.	Misková metoda .....	37
8.7.1.	Zkušební pomůcky a zařízení ke zkoušce .....	37
8.7.2.	Příprava zkušebních vzorků .....	37
8.7.3.	Podmínky při provádění zkoušky .....	37
8.7.4.	Postup zkoušky .....	38
9.	Ergonomie .....	38
10.	Podmínky prostředí při jízdě v automobilu .....	40
11.	Cíl experimentu .....	41
12.	Použité zařízení .....	41
12.1.	SGHP .....	41
12.1.1.	Princip měření .....	43
12.2.	Hlav2 – H2 .....	43
12.2.1.	Princip přístroje H2 .....	44
12.2.2.	Princip měření: .....	45
13.	Použité materiály .....	46
13.1.	Adient Strakonice s.r.o. ....	46
14.	Provedená měření .....	49
14.1.	Měření vzorků na přístroji H2 (ve volném prostoru – klimatizovaná místnost) .....	50
14.1.1.	H2 s pěnovou kostkou .....	50
14.1.2.	H2 bez pěnové kostky .....	52
14.2.	Měření na přístroji H2 v klimatizované komoře Fisher .....	54

14.2.1. H2 s pěnovou kostkou.....	54
14.2.3. H2 bez pěnové kostky .....	56
14.3. Měření na přístroji H2 v klimatizované komoře s mřížkou .....	58
14.3.1. H2 s mřížkou.....	58
14.4. Měření Rct na H2 .....	76
15. Souhrn dosažených výsledků .....	77
16. Závěr .....	79
17. Zdroje .....	81
18. Seznam obrázků .....	84
19. Seznam tabulek .....	85
20. Seznam grafů.....	86

## Úvod

V dnešní době je automobil nedílnou součástí lidského života, došlo k jeho vývoji nejen ve značkách ale hlavně ve vývoji konstrukce a bezpečnosti automobilů. Sedačka patří k důležitým součástem automobilu. U té došlo k posunu především v materiálech na výplň, potahy a samotném designu. Právě díky vývoji máme spoustu druhů autosedaček lišících se v materiálech a vzhledu.

Pro automobilovou sedačku je důležité, aby byla komfortní ve všech směrech. A to nejen z ergonomického hlediska, kdy je možnost si sedadlo polohovat podle vlastních potřeb a tělesných rozměrů, aby nedocházelo k nepohodlí, únavě nebo křečím řidiče, ale i z hlediska odvodu tepla a vlhkosti ze stykové plochy sedačky.

Cílem rešerše je popis automobilové sedačky a zejména materiálů, které jsou použity pro jejich výrobu. Jako výplň kovového rámu autosedačky je nejvíce používána polyuretanová pěna, na kterou je natažen potah sendvičové struktury, který je složen z vrchového materiálu, a to buď tkaniny, pleteniny nebo usně, dále z pěny, 3D spaceru nebo netkané textilie a nakonec z podšívky, která slouží jako klouzající materiál pro lepší natažení potahu na polyuretanovou kostru sedadla.

Součástí rešerše je také kapitola o termoregulaci a způsobech přenosu tepla mezi člověkem a okolím. Dále jsou zde uvedeny a popsány tři důležité faktory sedaček, a to tepelnou vodivost, prodyšnost a propustnost vodních par.

Neméně podstatná část rešerše se zabývá hodnocením komfortu automobilových sedaček. Jsou zde popsány jak subjektivní metody, tak i metody objektivní, měření pomocí metod vhodných jak pro sedačky, tak i pro jejich sendvičové struktury potahů.

V experimentální části je popsán cíl diplomové práce. Je zde uveden popis experimentu, popis přístrojů, které byly použity pro měření výparného odporu automobilových sedaček a jejich potahů. Materiály, které byly použity pro experiment poskytla společnost Adient Strakonice s.r.o. zabývající se výrobou potahů automobilových sedadel, veškeré materiály a jejich složení jsou popsány v kapitole o experimentu. Pro zajímavost a pro další výzkum je zde uveden ve zkratce malý pokus měření tepelného odporu. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách a pro lepší zobrazení a porovnání jsou hodnoty přeneseny i do grafů. Pomocí naměřených dat bylo ověřeno, zda je nově vyvinutý přístroj vhodný pro měření výparného odporu na celé struktuře automobilových sedaček a pro plošné textilie potahů.

Na konci praktické části je uveden a popsán souhrn dosažených výsledků, návrh na další pokračování vývoje a výzkumu přístroje H2 a celá experimentální část je zakončena závěrem.

## Rešeršní část

### 1. Automobilová sedačka

Sedačka řidiče musí být komfortní ve všech směrech. I přesto, že definovat komfort je velice komplikované a náročné, je obecně brán jako základní nezbytnost lidského žití, což je absence vnímané bolesti a diskomfortu. Je vnímán smysly, jakými jsou hmat, zrak, sluch a čich. Každý z nich může vést k nižšímu nebo vyššímu stupni komfortu, kdy působí samostatně nebo ve vzájemné shodě. [2]

Komfort autosedaček je zaměřen na výzkum regulace tepla a transport vlhkosti. Pro správnou sedačku je důležité, aby správně dýchala a propouštěla páru, při pocení musí dostatečně dobře vyrovnávat absorpci vlhkosti. Musí splňovat příjemný hřejivý pocit na textilií, při optimálním vedení tepla. Tyto nároky mohou být regulovány vhodným výběrem textilie, vhodnými laminárními komponenty a vhodným designem a tvarem sedadla.

Cílem komfortu sedění je popsat vlivy zátěžových faktorů, které ovlivňují celkové zatížení působící na řidiče. Lze jej také definovat jako výsledek subjektivní reakce na jednotlivé aspekty způsobené zátěžovými vlivy. [8]

Důležité je, aby sedačka poskytovala dostatečnou oporu lidskému tělu, např. když dochází k brždění nebo projíždění prudkých zatáček. Nejvíce zatěžována je páteř, která při dlouhodobém nesprávném sezení trpí a může docházet k různým zdravotním komplikacím. Velký důraz bývá kladen právě na konstrukci sedaček, která by měla být seřiditelná hlavně proto, aby byla páteř v co nejpřirozenější poloze a nedocházelo k bolestem. [16]



Obrázek 1: Ukázka automobilové sedačky [24]

## 1.1. Části automobilové sedačky

- Kovový rám sedačky
- Výplň sedačky
- Potah sedačky
- Opěrka hlavy

### 1.1.1. Kovový rám sedačky

Kovový rám automobilové sedačky je vyroben z ocelové konstrukce. První část, z níž se automobilová sedačka skládá, je sedák, který je pomocí posuvného zařízení uchycen ke karoserii vozu. Je důležité, aby umožňovala posuv sedadla vpřed a vzad. Opěradlo, na kterém jsou umístěny držáky pro opěrku hlavy, je druhou částí kovového rámu. Na konstrukci jsou připevněny plastové díly, elektroinstalace a naklápění sedadla. [1]



Obrázek 2: Kovový rám automobilové sedačky [25]

### 1.1.2. Výplň sedačky

Jako výplň automobilových sedaček se používají z více než 90 % polyuretanové pěny. Struktura PU pěny se skládá ze sítě dvanáctistěnných buněk chovajících se jako mikropružiny. Vlastnosti PU pěny závisí na:

- Chemickém složení a tloušťce buněčných stěn
- Poměr hmoty/ vzduchu objemu látky
- Koncentraci buněčných membrán (prodyšnost/otevřená buněčná struktura) [1]

Výplňkové díly jsou vyráběny jako odlitky ve formách. Tato pěna zajišťuje posádce vozidla velice dobrý komfort cestování, jelikož pohlcuje vibrace, hluk a má vynikající tepelně izolační vlastnosti. Polyuretanová pěna se také využívá pro svou flexibilitu a spolehlivost. Mezi její nevýhody lze zařadit špatnou propustnost vzduchu a vodních par. Pro zajištění optimálního stupně kvality je materiál podrobován specifickým zkouškám, mezi které můžeme zařadit zkoušení hořlavosti, tuhosti při vtlačování, pevnosti proti promáčknutí, zkoušku odolnosti proti trhání, stárnutí a únavové zkoušky při kmitavém napětí. Tyto testy jsou prováděny dle mezinárodních standardů.



V sedáku jsou umístěny také kanály na přívod a odvod vzduchu, který zajišťují klimatizační a ventilační systém sedadel.

V současné době je alternativa ideálního polštáře trojrozměrná distanční tkanina respektující fyziologická hlediska, tento druh tkaniny má tloušťku až 6 cm, což umožňuje kompletní alternativu pěny. [11]

### 1.1.3. Potah sedačky

Automobilová sedačka je tvořena z následujících vrstev, které se díky působení vysokého tepla a tlaku laminují.

- Vrstva tvořená tkaninou, pleteninou nebo usní
- Vrstva tvořená polyuretanovou pěnou
- Vrstva tvořená podšívkou [1]

Nejčastěji používané jsou pro autopotahy tkaniny a pleteniny. Tkaninami jsou potaženy zejména hlavní části sedadla, dále také boky a opěradla pro hlavu a ruce. Tkaniny mohou být navrženy tak, aby zlepšily tepelný komfort sedadla, transportovaly a absorbovaly vlhkost od těla, měly měkký omak. Navíc by mohly textilie ovlivnit tlumení hluku v autě. Tkaniny jsou zpravidla vyrobeny z nekonečně spojených texturovaných polyesterových vláken, nepravého zákrutu a texturování vzduchem. Staplové příze jsou méně časté kvůli jejich omezení odolnosti proti oděru v ploše tkaniny. Typické příze pro tkaninu jsou 167 dtex/48 vláken primární suroviny. Vlastnosti textilie můžeme určovat díky vazbě a její dostavě a díky vlastností použitých přízí, jejich materiálů, ze kterých jsou vyrobeny, jejich jemnosti, povrchových vlastností, pevnosti, tažnosti atd. Jako nevýhodu tkanin můžeme uvést její malou pružnost. Pleteniny jsou velmi vhodné pro automobilový průmysl jak pro svou pružnost, tak také pro možnost vzorování podobné u tkanin. Typické příze pro pletení jsou lehčí než pro tkaní 300 dtex. Lze využívat jak osnovního, tak zátažného pletení. Vlastnosti pletenin lze určovat pomocí použitých přízí, jemností, povrchových vlastností, pevnosti a tažnosti vláken a také pomocí povrchových vlastností způsobené finálními úpravami. Dále hraje roli vazba, počet oček a typ jehel. [6]

Osnovní pleteniny jsou také využívány jako podpůrný materiál při laminaci, kdy je pletenina umístěná na pěně. Tento materiál se pak chová jako „kluzká podpora“, když se potah přetahuje přes tělo pěny sedadla. Také přispívá k pevnosti švů. [31]

Koženka je syntetický plošný materiál s kompaktní nebo odlehčenou vrstvou polymeru nanosenou na podkladovém materiálu. Nános polymeru tvoří líc koženky, která imituje přírodní kůži. Jako podkladový materiál může být použita tkanina, pletenina nebo netkaná textilie. A jako nánosovou textilií lze použít např. polyvinylchlorid, polyuretan a polyakrylát.

Nejznámější výrobek v Evropě je Alcantra, která se vyrábí v Itálii od roku 1975 v podniku Toraj. Jelikož Alcantra a další úspěšné semiše jsou vyráběny pomocí koagulace rozpouštědla, došlo k pokusům vyvinout další metody šetrné k životnímu prostředí.

Přírodní měkčená kůže se používá v luxusních automobilech. Její velkou výhodou je snadná údržba a vysoký uživatelský komfort. Autosedačky s přírodní usní velmi zvyšují následnou pořizovací cenu automobilu.

Netkané textilie se jako svrchní materiál moc nepoužívají, slouží spíš jako podpurný, vycpávající nebo zpevňující prvek laminace. Výhodou je nižší cena a větší šetrnost k životnímu prostředí. Používají se zejména vpichované netkané textilie, spunlace a spunbond. [6]

Pro sešívání částí potahu automobilového sedadla jsou používány speciální nitě splňující vysoké pevnostní standardy. Musí odolávat UV záření a zajišťovat stálobarevnost po celou dobu používání vozidla a musí také vyhovovat airbagům. [1]

#### **1.1.4. 3D Spacer**

3D spacer neboli distanční tkanina je trojrozměrný úplet, který se skládá ze dvou samostatných dílů, které jsou vzájemně spojeny distančními nitěmi.

Konstrukce 3D spaceru je podobná sendviči s konstrukcí, která je složena z počáteční vrstvy pro uvolňování vlhkosti, vnitřní vrstva slouží pro proudění vzduchu a třetí vrstva pro odvod tepla. Nejčastěji bývají používány polyestery, polyamidy nebo polyestery.

Distanční textilie jsou vyráběny pomocí pletení a tkaní. Nejčastěji používaným výrobním procesem je pletení, kdy se pleteniny dále dělí na osnovní a útkové. První typ je pletený na rašlových strojích, který má dvě jehelní lůžka, zatímco druhý typ je pletený na oboulícím okrouhlém pletacím stroji, který má otočný jehelní válec a talířová lůžka. Okrouhlé pletací stroje se dvěma sadami jehel mají schopnost vytvořit dvě jednotlivé vrstvy pleteniny. Výška mezi jednotlivými plochami se stanoví ve stroji. Výška pleteniny může být 1,5 – 5,5 mm. Výroba na rašlových strojích se dvěma jehlovými lůžky má podobnost s plochým pletením. U rašlů propustnost vzduchu a vody ve struktuře tkaniny lze ovládat. Při tomto způsobu výroby je možné vyrobit různé šířky rozpěrné tkaniny bez trhání nebo zamotání. Odolnost vůči tlaku je závislá na hmotnosti monofil ve struktuře, což znamená druhu příze a její hmotnosti, počtu nití, hustoty stehu a stroji. [10]

3D tkaniny jsou vyráběny na jehlovém tkacím stroji s dvěma prošlupy nad sebou. Do obou těchto prošlupů se zanášejí současně útky, osnovní nitě jsou vedeny buď listovkou nebo nitěnkami žakárového ústrojí do jednoho z prošlupů nebo do mezery mezi nimi. Mezera mezi tkaninami je možné nastavit až na 100 mm.

Mezi fyzikální vlastnosti těchto trojrozměrných textilií patří vynikající kompresní pružnost, prodyšnost, izolace, nastavitelný transport par a recyklace, jelikož neobsahují latex. Jako další vlastnosti je dobré zmínit odolnost proti stárnutí, odolnost v praní, lehká hmotnost a různé možnosti v designu. [10]

## 1.2. Vlákná používaná pro automobilové sedačky

Mezi nejčastěji používaná syntetická textilní vlákna pro výrobu potahů automobilových sedaček patří polyester, polyamid, polyakrylonitril a polypropylen. Z přírodních vláken je nejvíce používána vlna. [1]

### 1.1.5. Polyester

Polyesterová vlákna patří dnes k nejdůležitějšímu druhu syntetických vláken. Patří k univerzálním vláknům, které se používají nejen ve směsích, ale i do všech typů textilních a technických výrobků kromě podšívkovin a punčoch.

Klasická polyesterová vlákna jsou vyráběny jak ve tvaru hedvábí, ale i stříže v různých jemnostech a stříže v různých délkách stříhu. Vnější vzhled lze upravovat podle požadavků, například má-li být lesklý, matovaný, barvený ve hmotě atd. Dále se mohou vyrábět speciální typy polyesterových vláken, které jsou modifikovány buď fyzikálně, nebo chemicky. Do speciálních typů patří např. technický, vysoce sráživý, nebo polyester se sníženou žmolkovitostí. [4]

Výroba polyesterových vláken je buď diskontinuálním, nebo kontinuálním způsobem. Mezi použité suroviny patří ethylenglykol a kyselina tereftalová. Kontinuálním způsobem se vzniklá tavenina polyethylentereftalátu ihned zvlákňuje, diskontinuálním způsobem se nejprve převede na granulát a po sušení se taví a zvlákňuje. [6]

Polyester má velký sklon ke vzniku statického náboje, velkou tvarovou stálost za nízkých teplot, malou tvarovou stálost za vysokých teplot a sklon ke žmolkování vláken, pokud není tato vlastnost potlačena modifikací.

U fyzikálně chemických vlastností polyesteru je důležitá malá navlhavost, která má ale výhodu z hlediska sušení. U tepelných vlastností vláken je nutné upozornit na teplotu zesklonění, která se pohybuje od 70 až do 80 °C a na jejich tavitelnost. Do teploty 80 °C jsou vlákna stále dokonale tvarově stálá, při překročení se musí počítat s mačkavostí u finálního textilního výrobku. Polyester patří k vláknům hořlavým, které se v plameni taví a tvoří kapky zčernalého polymeru, které při hoření odkapávají a ostře zapáchají. Po hoření se stane zbytkem černé beztvaré hmoty.

Sráživost, která patří k mechanickým vlastnostem vláken lze ovlivňovat a díky ní zajistit objemnost plošných výrobků a dosažení předpokládaných rozměrů. Normální polyesterová vlákna mají dobré chemické stálosti na rozdíl od chemicky modifikovaných polyesterů, které už tak dobrou odolnost nemají. Vůči kyselinám jsou vlákna dobře stálá, výjimku tvoří koncentrované kyseliny nebo kyseliny působící za vyšších teplot. Barvit lze zejména disperzními barvami u normálního polyesteru, u modifikovaných typů lze používat také bazická barviva. K tisku anebo ke speciálním způsobům barvení lze použít kypových barviv a barviv vyvíjených na vlákně. [4,6]

### 1.1.6. Polyamid

Polyamidová vlákna patří k dalším významným syntetickým vláknům. Je známo více než 30 chemicky rozdílných typů polyamidových vláken, z nichž však nejznámější a nejpoužívanější jsou polyamid 6 a polyamid 6,6. Vlákna nejsou obvykle chemicky modifikována. [4]

Vlákna jsou vyráběna tavným zvlákněním a navíjením nedlouženého vlákna. To se dále dluží a pak se tvaruje, ská, fixuje, kadeří, a nakonec třídí a barví. Rozdíl mezi polyamidem 6 a 6,6 je ten, že se vyrábí odlišnou technologií. [6]

Polyamidová vlákna mají poměrně malou sráživost, ovlivnitelnou fixaci a trpí malou stálostí na světle a jsou málo odolná vůči povětrnostním vlivům. Vlákna jsou to tavitelná, které lze snadno zapálit, a po oddálení plamene zhasínají, při hoření vydávají aromatickou vůni a odpadávají tmavé kuličky taveniny. Mají dobrou rozpustnost za studena nebo za tepla v kyselině sírové, dusičné, fosforečné apod. Tyto vlákna se mohou barvit skoro všemi barvami jako např. disperzními, reaktivními, kypovými, bazickými, substantivními, kyselými nebo kovokomplexními anebo chromovými barvami. K bělení se používá zejména chloritan a chlornan sodný nebo peroxid vodíku.

Vlákna se snadno nabíjejí statickou elektřinou jak při zpracování, tak při používání. Antistatické úpravy mohou tuto nežádoucí vlastnost potlačit. Nemají sklon ke štěpení vláken během mechanického namáhání, avšak mají velký sklon k vytváření žmolků. Pozitivní vlastností je velmi dobrá tvarová stálost, při vyšších teplotách dochází k mačkavosti obzvláště v mokřem stavu. [4,6]

### 1.1.7. Vlna

Jedná se o přírodní vlákno získáváno z ovčí. Typ vlny se označuje nejčastěji jménem země, odkud ovce pochází. Dále podle jakosti a podsady se dále ovce rozděluje na merinové ovce, které se chovají výhradně pro kvalitní jemnou vlnu. Ovce byly rozšířeny do oblastí Evropy, Austrálie, Afriky a Jižní Ameriky. Kříženecké ovce se chovají pro velké množství vlny obzvláště kvality. Chovají se v Argentině, Uruguay, Novém Zélandu a také v Austrálii. Anglické ovce poskytují vlnu speciální jakosti vzniklou z pesíků a mají zvláštní lesk a mírné zvlnění. Nižinné ovce mají vlnu různorodou, smíšenou a obsahuje podsady i pesíky.

Vlněné vlákno se z chemického hlediska skládá z keratinu, pigmentu a chemicky vázané vlhkosti. Nečistoty jako jsou tuk a pot neboli potní tuk spolu s dalšími nečistotami různého původu se musí před sprádkáním odstranit. Po odstranění všech nečistot se čistý výtazek vlny nazývá rendement. Čím je rendement vyšší tím je vlna čistší.

Velkou výhodou vlny je její plstivost a dobré tepelné vlastnosti. Vlna křehne při 100 °C a k jejímu rozkladu dojde při 130 °C, hoří při 205–300 °C. Vyznačuje se výbornými tepelně izolačními vlastnostmi, a proto je velmi oblíbená v oděvnictví. Dále má navlhavost 21,9 % když je teplota vzduchu 25 °C a relativní vlhkost 90 %. Výborné je, že dokáže přijímat 30–40 % vlhkosti, aniž by se zdála na omak mokrá. Vlna proto obtížně hoří a po chvíli sama zhasíná. Vlnu lze barvit různými barvivy např. reaktivními, chromovými, kyselými nebo barvivy s kovovým komplexem.

Textilie z vlny se vyznačují příjemným omakem a mají dostatečnou odolnost proti oděru a proti tvorbě žmolků. Největšími nepřáteli vlny jsou moli a sluneční světlo, které snižuje pevnost a díky kterému výrobky žloutnou. [4,6]

### 1.3. Laminace

Laminace je spojení svou či více textilních vrstev, které jsou spojovány pomocí adheziv. Lze je nazývat také sendvičové struktury. Laminací se významně ovlivní tuhost textile, která je na výstupu vždy vyšší, než byla na vstupu. Toto lze ovlivnit výběrem vhodného procesu a adheziva. U adheziv je důležité, aby jejich aplikace nijak negativně neovlivnila vzhled, barvu nebo strukturu povrchu textilních vrstev. Také by měla mít minimální efekt na omak materiálu. [6]

Buď máme adheziva ve formě disperzí ve vodě nebo v rozpouštědlech ale i jako tuhé pasty či filmy, které následně tají při vysokých teplotách. Prostřednictvím adheziv zabezpečujeme nejsilnější možné spojení při nejmenším možném použitém množství. Při výrobě autopotahů jsou používána hlavně tavná adheziva, která mohou být ve formě pavučiny, prášku, granulí nebo filmu. Důležité je také zajištění trvanlivosti spoje teplotou měknutí a tání adheziva, které musí být vysoko nad teplotami, jimž budou sendvičové struktury běžně vystavovány.

Laminovat můžeme také za pomoci plamenné laminace. Místo běžného adheziva je použita polyuretanová pěna, což je výhodné zejména z ekonomického hlediska. Během laminace je z jedné strany umístěna svrchní textilie a z druhé strany je podšívka, kterou si lze zvolit. Dojde k zajištění měkkému omaku, k nemačkování a nedochází k vydouvání. Všechny tři komponenty jsou podávány do laminovacího ústrojí. Plameny z plynových hořáků nataví povrch jedné strany přiváděné pěny, která funguje jako adhezivum, když je na ni pokládána svrchní textilie. Stejný proces probíhá i při přikládání podšívky do dvouhlavého stroje. Nevýhodou plamenné laminace je, že způsob výroby má těžký dopad na životní prostředí díky produkci toxických emisí. [32]

### 1.1.8. Kontrola kvality a testování

Testování laminované tkaniny se provádí zejména z důvodu garance splnění vysokých požadavků kladených na textilii. Každá automobilka má jiné požadavky a normy dle, kterých je nutno se řídit. V požadavcích jsou uvedeny tyto vlastnosti a zkoušky: mezi mechanické vlastnosti jsou zařazeny např. pevnost ve švu, pevnost v tahu, nebo pevnost v lpění vrstev. Oděť, otěr, žmolkovitost, světlostálost, barvostálost v potu a hořlavost patří mezi užité vlastnosti. Fyziologické vlastnosti jsou o propouštění vody, vzduchu a vlhkosti, proto jsou zde zařazeny zkoušky na propustnost vodních par, transport vody a prodyšnost. [6,3]

## 2. Termo – fyziologický komfort

Úkolem termoregulačního systému lidského těla je udržování vnitřní teploty těla v daném teplotním intervalu. Optimální teplota je stanovena na 37 °C s tolerancí  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Regulator tělesné teploty je zvláštní oddíl v mozku tzv. hypotalamus. [2]

Při blokadě potních žláz, špatné srdeční činnosti nebo při dehydrataci, nestačí regulační systémy na to, aby udržely normální tělesnou teplotu. Čím je vlhčí vzduch, tím je pocení méně účinné. Proto okamžitá změna prokrvení kůže nebo pocení zajišťují rychlou termoregulaci lidského těla.

Pomalý systém termoregulace ovlivňuje i aklimatizaci na chlad. Mezi nejdůležitější hormony tohoto systému patří adrenalin a hormony štítné žlázy. Jsou podstatné pro přežití ve snížené vnější teplotě. Úkolem adrenalinu je zvýšení spotřeby kyslíku, zvýšení mobilizace mastných kyselin a tím dojde ke zvýšení metabolické produkce tepla. Spolupůsobením s adrenalinem působí také hormony štítné žlázy. Hormonem, který ovlivňuje teplotu těla působením na centrální jednotku, je progesteron, díky kterému dochází ke stimulaci neuronů citlivých na chlad a zároveň dochází k utlumení neuronů, které jsou citlivé na teplo. [15]

Důležitý je také stav člověka, ve kterém se právě nachází. Tyto stavy mohou být např. onemocnění, nasycenost, vliv drog nebo alkoholu, které ochromují termoregulační centrum a díky tomu dochází k poklesu tělesné teploty. [2]

### 2.1. Energetická bilance lidského těla

Termo fyziologický komfort je založený na zásadách zákonů o zachování energie. Matematický vzorec uvádí princip takto:

$$M - P_{\text{ex}} = H_{\text{res}} + H_{\text{c}} + H_{\text{e}} + \Delta S / \Delta T$$

Produkce energie je dána  $M$  a v případě vozidel je rozsah  $M$  mezi 150 a 300 watty.  $P_{\text{ex}}$  je vnější fyzická práce, která je zapříčiněná řízením, řazením rychlostních stupňů a je mnohem menší než  $M$ .  $H_{\text{res}}$  značí tepelné respirační ztráty zapříčiněné dýcháním, což je přibližně 10% metabolické rychlosti  $M$ .  $H_{\text{c}}$  je tepelný tok, který zahrnuje vedení, sálání a konvekci.  $H_{\text{c}}$  je pevně závislé na sedadle, oblečení posádky automobilu a klimatu kabiny. To stejné platí pro  $H_{\text{e}}$ , na které působí pocení.

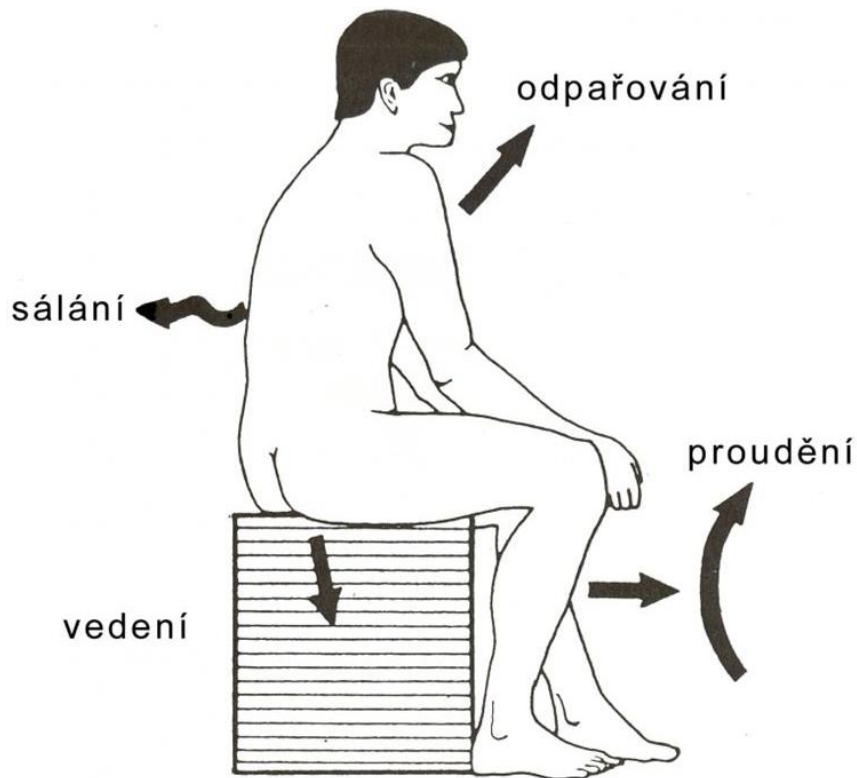
Pokud je vyprodukováno více energie, než dokáže tělo spotřebovat, dochází k přehřátí. Naopak pokud tělo trpí ztrátou tepla, dochází k podchlazení. Oba tyto výše zmíněné podmínky vedou k změnám na tělesném energetickém obsahu  $\Delta S$  s časem  $\Delta t$ .  $\Delta S$  mohou být buď kladné (hypertemie) nebo záporné (hypotemie) a nula je pro ustálený stav. Tento ustálený stav je nezbytný a cílem výrobce autosedaček je získání energetické bilance.  $M$ ,  $P_{ex}$  a  $H_{res}$  nemohou být ovlivněny autosedačkou, avšak  $H_c$  a  $H_e$  mohou. [16]

### 3. Termoregulace

Centrum termoregulace je velmi citlivé a dokáže reagovat na změny teploty krve řádově v setinách °C. chladové receptory, které v kůži převládají, je až desetkrát více než tepelných. Kritická teplota je 37,1 °C. na tuto teplotu je hypotalamické centrum naladěno. V hypotalamu dochází k porovnání informací, které přicházejí z receptorů ve vnitřním prostředí s hodnotou, na kterou je termostat nastaven. Pokud se tyto hodnoty neshodují s žádoucími hodnotami, dojde k vyslání korekčního signálu do tří výkonných systémů, kterými jsou: autonomní nervstvo (cévní reakce), endokrinní žlázy (metabolismus) a aktivace motivačních center v limbickém systému (poskakování, schoulení se do klubíčka). [2,15]

Podrážděním tepelných receptorů v předním jádru hypotalamu dojde k otevření krevních kapilár v kůži s cílem zvýšit odvod tepla do okolního prostředí vedením (kondukcí), prouděním (konvekcí) a sáláním (radiací) – suchá výměna tepla. Pokud suchá výměna tepla nestačí odvést přebytečné teplo, musí dojít k mokré výměně tepla – odpařování potu (evaporaci). Termoregulačně je účinný pouze ten pot, který se odpaří. Odpařením 1 litru potu je tělu odebráno 2,4 MJ. Pokud produkce potu nestačí k odvodu přebytečného tepla nebo vysoká relativní vlhkost znemožňuje odpařování potu, teplota těla stoupá a dochází tak k hypertermii. Při nadměrné tepelné zátěži z okolního prostředí a selhávající termoregulaci se vazodilatace kožních cév mění ve vazokonstrikci a paradoxní „chladový třes“, delirium, křeče a může nastat smrt.

Na podráždění chladových receptorů v zadním jádru hypotalamu organismus reaguje vazokonstrikcí – fyzikální termoregulací a zvýšením metabolické produkce – chemická termoregulace. Vazokonstrikce má za cíl snížení tepelné ztráty kůží a udržet teplotu tělesného jádra na požadované hodnotě. Na zvýšené metabolické produkci tepla se podílejí játra. Největší produkce tepla je: v klidu v játrech, při práci v kosterním svalstvu. Možnosti chladové termoregulace jsou omezené, a tudíž je nejdůležitější obranou organismu proti chladu zvýšení tepelně izolačních vlastností oděvu. [2]



Obrázek 3: Termoregulace lidského těla [37]

### 3.1. Výměna tepla vedením – kondukcí

Při vedení přechází teplo z míst o vyšší teplotě do míst, kde je teplota nižší. Dojde k přechodu pouze tepla, tedy kinetické energie kmitavého pohybu molekul, nikoliv hmoty. K tomuto ději dojde pouze přímým stykem. Částice chladnějšího tělesa získají část pohybové energie po kontaktu s teplejším tělesem, jehož částice se pohybují rychleji. Rychlejší částice – ty teplejší předají při srážce část pohybové energie pomalejším – chladnějším částicím. Množství přeneseného tepla je úměrné rozdílu teplot obou dotýkajících se předmětů – „tepelnému gradientu“.

Mezi dobře vodivé materiály patří zejména kovy a kapaliny. Za to dobrými izolanty jsou plyny, polystyren, anebo v lidském těle se jedná o tukovou tkáň. Hodně tepla je odváděno, pokud okolní vzduch proudí, anebo je-li tělo v mokřem prostředí. [2]

### 3.2. Výměna tepla prouděním – konvekcí

Proudění je spojeno s přenosem energie i látky samotné. Proto je spojeno s vedením, kdy je nejdříve teplo předáno tělem do okolního vzduchu pomocí vedení a následně je díky proudění tento vzduch odveden pryč. Po zahřátí kapaliny nebo plynu se začíná kapalina nebo plyn rozpínat, tím klesá jeho hustota a zahřátá část kapaliny nebo plynu mění jako celek své místo tím, že stoupá vzhůru. Naopak chladnější části klesají dolů na předešlé místo teplejší části. Teplejší a chladnější oblasti si navzájem vyměňují místa. [2]



### 3.3. Výměna tepla sáláním – radiací

Tepelné záření patří k jedinému bezkontaktnímu způsobu tepelné výměny, díky jeho elektromagnetické povaze. Množství vyzářené energie závisí nejen na teplotě organismu, ale i na teplotě v okolním prostředí. V našem klimatickém pásmu je vyzářování velice důležité, protože představuje až 60 % tepelných ztrát organismu.

Tepelné záření je elektromagnetické vlnění, které je podobné světlu a které vyzářují všechna tělesa. Tepelné záření má srovnatelnou rychlost jako světlo. „Barva“ neboli vlnová délka je taková, že ji lidské oko není schopno zaznamenat. Říká se mu infračervené záření.

U některých těles dojde k tomu, že toto tepelné záření pohltí (lidské tělo) a zvýší tím tak svou teplotu, tzn., že se jejich částice vlivem záření začnou pohybovat rychleji. U jiných těles záření prochází bez pohlcení (sklo). Energie, která je pohlcená tělesem, je závislá na teplotě zářiče, na vzájemné vzdálenosti a povrchové úpravě zářiče a tělesa.

Je možné si uvést příklad na osobě, která je v chladném prostředí, ztrácí teplo vyzářováním na chladné předměty ve své blízkosti (zima v místnosti s chladnými stěnami, i když vzduch je v ní teplý). [2]

### 3.4. Výměna tepla vypařováním – evaporací

Oblečení jako meziprodukt mezi kůží a okolními podmínkami s vysokou propustností vodních par umožňuje lidskému tělu, aby bylo ochlazování vyvolané vypařováním. Odpařování potu se stává důležitou třídou tepelných ztrát. Kromě toho je vysokoprocenní paropropustnost důležitá v chladném prostředí, aby se minimalizovalo hromadění vody v oděvu, který vede ke zvyšování pocitu nepohodlí. K vypařování dochází dvěma způsoby – dýcháním a pocením. Pocení lze dále rozdělit na znatelné a neznatelné, kdy neznatelné pocení probíhá procesem přímé difúze molekul vody z epitelových buněk v pokožce ven z těla. U tohoto druhu pocení se na procesu nepodílejí potní žlázy a organismus ho nemůže regulovat. Množství vypařené vody je závislé na fyzikálních vlastnostech vnějšího prostředí – teplotě nebo vlhkosti vzduchu. V průměru ztratí organismus neznatelným pocením až 660 ml vody za den. Oproti tomu znatelné pocení je energeticky významnější. Tento druh pocení už probíhá pomocí potních žláz a je regulováno organismem, ale jeho účinnost je ovlivněna fyzikálními vlastnostmi okolního prostředí. Znatelné pocení patří mezi základní mechanismus odvodu tepla z organismu v případech, kdy vysoká okolní teplota neumožňuje uplatnění jiných mechanismů. Vypařování se zrychluje se zvyšující tělesnou teplotou a zpomaluje se při nasycení vzduchu vodními parami nebo při absenci proudění vzduchu okolo těla. Pokud je teplota okolí vyšší než teplota těla, jediným možným mechanismem ochlazení je právě evaporace. [2]

### 3.5. Odvod plynné vlhkosti z povrchu těla

Vlhkost ve formě vodní páry může být přenášena vedením a prouděním. Množství odvedené vodní páry je závislé na gradientu mezi koncentrací nasycené páry na povrchu pokožky a aktuální koncentrací vodní páry v okolním prostředí. V případě, že relativní vlhkost vzduchu bude převyšovat 90 %, pak při teplotě 35 °C není možné, aby bylo dosaženo komfortního stavu organismu. [2]

### 3.6. Odvod kapalně vlhkosti z povrchu těla

Lidské tělo má schopnost produkovat vodu ve formě potu, a proto ochlazovací efekt vzniká pouze při odpařování potu. Podmínkou pro odpařování je dostatečný rozdíl parciálních tlaků páry. Všechny tři mechanismy – difúze, kapilární odvod a sorpce se účastní transportu vlhkosti současně, ale difúzní a kapilární odvod je nejrychlejší. [2]

#### 3.6.1. Difúze

Jedná se o proces rozptylování vlhkosti v prostoru, který se uplatňuje skrz oděvní systém do životního prostředí. Jednotlivé vrstvy oblečení a jejich vzduchové vrstvy vytvářejí difúzní odpor, který zabraňuje volnému šíření vlhkosti. [2]

#### 3.6.2. Kapilární odvod

Kapalný pot, který ulpívá na kůži, vzlíná do plochy první textilní vrstvy. Jedná se o tzv. knotový efekt. Směr pohybu kapalně vlhkosti, který je vyvolán kapilárním tlakem způsobuje tok od velkých pórů k malým. Pro zajištění intenzivního odvodu vlhkosti, musí být struktura příze kompaktní a prostor mezi speciálně tvarovanými vlákny co nejmenší. Zároveň však přilnavost neboli adheze mezi kapalinou a vláknem musí být dostatečně malá, aby byl kapalině umožněn pohyb. [2]

#### 3.6.3. Sorpce

Jedná se o nejpomalejší způsob odvodu kapalně vlhkosti a je podmíněna užitím textilie, která alespoň z části obsahuje sorpční vlákna. Proces zahájí vniknutí vlhkosti do mezimolekulární oblasti ve struktuře vlákna, kde následně dojde k navázání molekulových struktur na hydrofilní skupiny. [2]

## 4. Senzorický komfort

Do sensorického komfortu lze zahrnout vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky s první oděvní vrstvou. Pocity mohou být příjemné např. pocit měkkosti, splývavosti nebo nepříjemné, dráždivé, mezi které patří škrábání, kousání, pocit vlhkosti.

Senzorický komfort dělíme do dvou skupin:

**1. skupina komfort nošení** – zde je zahrnuta povrchová struktura použitých textilií, vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v oděvním systému. Dále také schopnost textilií absorbovat a transportovat plynnou či kapalnou vlhkost s dopadem na své kontaktní vlastnosti.

**2. skupina komfort omaku** - omak je možné definovat jako veličinu založenou na vnímání prostřednictvím našich rukou – prsty, dlaněmi. Omak je charakterizován: hladkostí, objemností, tuhostí, roztažností a tepelně – kontaktním vjemem. [2]

## 5. Tepelná vodivost

Jako důležitý parametr je potřeba zmínit tepelný tok, plynoucí z prvního kontaktu se sedačkou, který je velmi důležitý. Jedná se především o pocity tepla a chladu po styku se sedačkou v prvních minutách nebo dokonce sekundách po dosednutí na sedadlo vozidla. Dalším parametrem je suchý tepelný tok. K jeho vzniku dochází zejména na dlouhých cestách, kdy je určité množství tělesného tepla přenášeno na sedadlo. [34]

### 5.1. Tepelný odpor

Je výsledkem kombinace výměny tepla kondukcí, konvekcí a radiací. Výměna tepla se realizuje mezi dvěma prostředími: lidským tělem a vnějším prostředím. A proto máme tepelný odpor pokožky a tepelný odpor přilehlé vrstvy. Velikost naměřeného tepelného odporu je závislá na měnících se podmínkách. Udává nám množství tepla, které protéká daným prostředím. Např. vlákno s nízkým tepelným odporem má tepelnou jímavost vyšší, a proto snadno přijímá teplo a odvádí jej pryč.

$$R_{ct} = A (T_s - T_a) / H$$

Kde  $R_{ct}$  je celkový tepelný odpor zkoušeného vzorku [ $m^2\text{°C/W}$ ]

$A$  je plocha zkušebního úseku [ $m^2$ ]

$T_s$  je povrchová teplota desky [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_a$  je teplota okolního vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$H$  je výhřevnost dodávána měřící jednotce [ $\text{W}$ ]

Vnitřní tepelný odpor tkaniny  $R_t$  se získá odečtením tepelného odporu ohraničující vzduchovou vrstvou ( $R$ ) z celkového tepelného odporu. [7]

#### 5.1.1. Měření tepelného odporu

Množství tepla prošlého plošnou textilií se projevuje tzv. gradientem teploty, což je hodnota tepelného spádu, který určuje rychlost průniku tepla textilií. Měření tepelné vodivosti je prováděno dle normy ČSN EN 31092 (80 0819). [1]

## 6. Prodyšnost

Prodyšnost je důležitá k přenosu potu od těla, je také důležitým faktorem u sedadel, které jsou vybaveny klimatizací, anebo ventilací. [34]

### 6.1. Měření prodyšnosti

Hodnocení prodyšnosti je stanoveno jako schopnost textilie propouštět vzduch za předem stanovených podmínek. Měření jsou prováděna podle normy ČSN EN ISO 9237. U zkoušky se jedná o měření rychlosti proudu vzduchu, který prochází kolmo na danou plochu zkušební vzorku plošné textilie při stanoveném tlakovém pádu. [34]

## 7. Propustnost vodních par

Lidské tělo ztrácí minimálně 30 g vlhkosti za hodinu. Pasažér vozidla zakrývá svým tělem téměř celou autosedačku. Z tohoto důvodu musí sedačka odvádět značné množství vlhkosti. Samotná textilie může toto odpařování podpořit nebo jej výrazně tlumit. Schopnost textilie propustit vodní páry se měří na tzv. skin modelech, které mají stimulovat pocení lidského těla. [34]

### 7.1. Měření propustnosti vodních par

Propustnost vodních par je schopnost plošné textilie propouštět vlhkost v podobě vodních par z prostoru, který je uzavřen textilií. Tento stav je podmíněn rozdílným parciálním tlakem před a za textilií. Odolnost vůči vodním parám je vlastnost materiálu převádět výpary do vnějšího prostředí a udává se v  $\text{g/m}^2/24\text{h}$  při teplotě 35 °C. To znamená, kolik vlhkosti v gramech propustí v 1  $\text{m}^2$  za den. Čím je hodnota vyšší, tím materiál lépe „dýchá“. [35]

Jako důležitý parametr je potřeba uvést index propustnosti vodních par  $i_{\text{mt}}$ ,

$$i_{\text{mt}} = R_t / LR * R_{\text{et}},$$

který je ukazatelem výkonu odpařování tkaniny a který nabývá hodnot 0 – 1. Tkanina s  $i_{\text{mt}} 0$  je naprosto nepropustná pro vodní páry. U tkaniny s  $i_{\text{mt}} 1$  je tepelný a výparný odpor textilie stejný jako vrstva vzduchu o stejné tloušťce. LR je Lewisův vztah, jedná se o poměr součinitele přestupu hmoty tepla na konvektivní součinitel přestupu. Hodnota se mění mírně s teplotou vzduchu, tlaku a vlhkosti. Pro většinu aplikací může být zpracovaný jako konstantní ekvivalent 16,65 °C/kPa. [7]

## 7.2. Výparný odpor

Určuje množství odpařovaného potu z těla nositele do okolního prostředí. Velikost výparného potu závisí na gradientu vlhkosti. Jedná se o rozdíl množství vodních par, které se nalézají na povrchu pokožky a ve vnější vrstvě pod pokožkou. Proto se rozlišuje celkový výparný odpor a výparný odpor přilehlé mezní vrstvy vzduchu. Podle velikosti těchto parametrů lze určit, jak se pokožka ochlazuje. Čím je nižší hodnota Ret, tím je propustnost textilie pro vodní páry vyšší. [2]

$$\text{Ret} = A (P_s - P_a) / H$$

Kde Ret je celkový odpor zkoušeného vzorku [ $\text{m}^2 \text{kPa/W}$ ]

A je plocha zkušebního úseku [ $\text{m}^2$ ]

$P_s$  je parciální tlak vodní páry na povrchu desky [kPa]

$P_a$  je parciální tlak vodních par ve vzduchu [kPa]

H je výhřevnost dodávána měřicí jednotce [W] [7]

## 8. Hodnocení komfortu sedadel

Vlhkost postavena mezi uživatelem a povrchem sedadla je jednou z hlavních příčin tepelné nepohody. Přenos tepla od těla vedením od kontaktu se sedačkou, která je z počátku velmi studená nebo velmi horká je významným faktorem na vliv tepelného pocitu cestujícího. Tato situace může způsobit dlouhé období nepohodlí pro cestujícího. Pro zlepšení a dosažení nové úrovně komfortu se vyvíjí sedadla s použitím nových materiálů nebo s vestavěnými ventily, s chladičnými systémy, anebo s vytápěcími systémy. [9]

Tepelné vlastnosti sedadel mohou být hodnoceny pomocí zkoušky s předměty, jejíž fyziologické konstanty jsou sledovány v kontrolovaných laboratorních podmínkách nebo jinde pomocí tepelné figuríny, která stimuluje lidské chování a je schopna produkovat teplo a pot v místech styku se sedadlem.

Aby mohlo dojít ke správnému hodnocení komfortu sezení, je potřeba aplikovat subjektivní a objektivní techniky posouzení. [16]

### 8.1. Hodnocení pomocí slovní stupnice – jízdní zkoušky

K hodnocení komfortu se používají hodnotící techniky, jakými jsou např. hodnocení pomocí slovní stupnice, absolutní hodnocení, přímé hodnocení, párové srovnání a sémantické rozdíly.

U hodnocení pomocí slovní stupnice si testovaná osoba musí vybrat jednu položku ze seznamu frází, které jsou předem předepsané, aby mohla vyjádřit skutečný pocit pohodlí. Jako typické fráze lze uvést např. „cítím se spokojený, uvolněný“ nebo „cítím nesnesitelnou bolest“. Při použití absolutní posuzovací škály, posuzovací osoba vyjadřuje pocity v měřítku od 0 (nejhorší) do 100 (nejlepší hodnocení). U přímé klasifikace řadí zkušební osoba jednotlivé sedadla, které jsou testována podle pořadí. U párového srovnání testovaná osoba vybírá lepší sedadlo ze dvou zkoušených.

Technika nazývaná sémantické rozdíly, je široce užívaná a velmi účinná pro stanovení komfortu. Každé testované sedadlo je posuzováno na dvoupólové stupnici jako „úzké – široké“ nebo „tvrdé – měkké“.

Do hlavního hodnocení sezení se řadí ohodnocení komfortu jednotlivých částí. Jedná se především o krk, ramena, záda, bederní oblast, pozadí, zadní část stehna a nohy. Zkoušející osoba označuje odpovídající pocit pohodlí pro každou část těla na dvoupólové stupnici sémantických rozdílů s přídávky „pohodlný“ a „nepohodlný“. Výsledky jsou následně používány k vytvoření celkového hodnocení pohodlí nebo k identifikaci oblastí, ve kterých je pohodlí nejlepší nebo nejhorší.

Subjektivní hodnocení závisí na aktuálním psycho-fyzické stavu zkoušené osoby, které reagují na jednotlivé parametry různě. Bylo prokázáno, že lidé jsou velice citliví na dynamické chování v automobilech. Rozdíly tlaku v oblastech sedacího hrboleu na kosti jsou závislé na tlakové úrovni a ploše styku. I tepelný pocit se mezi lidmi odlišuje. Lidé přijmou mnohem nižší teploty v automobilu, když je sedadlo vyhříváno, než když je sedadlo bez vyhřívání. [16]

## 8.2. Testování sedadla s pomocí figuranta

Jednou z možností, jak testovat komfort automobilových sedaček je testování za pomoci živého figuranta. Výhodou těchto testů je, že výsledky popisují praxi. Tyto druhy testů nemusí být reprodukovatelné kvůli změnám v počasí a dopravě. Proto se doporučuje provádět experimenty v klimatické komoře, která omezuje okolní teplotu, záření a vlhkost.

Během experimentu musí člověk řídit jako ve skutečných dopravních situacích. V důsledku toho nevykonávají testované osoby pouze podobné pohyby těla jako v autě, ale také odhalují odpovídající tvorbu tepla metabolismem. Pohyby autosedačky spustí ventilaci vzhledem k čerpacímu efektu, který může replikovat malé vibrace desky.

V klimatické komoře lze nastavit klimatické a provozní podmínky s řadou objektivních údajů. Snímače vlhkosti mohou být umístěny mezi kůží člověka a sedadlem, pokud je kladen důraz na vlhkost vedení autosedačkou, při měření relativní vlhkosti autosedaček. Dále musí být sedadlo a zkušební osoba zvaženy před a po měření, aby mohlo dojít k vyhodnocení produkce potu člověka a přijetí vlhkosti oblečením a sedadlem. Kůže a rektální teplota mohou být hodnoceny za pomoci termočlánků.



Obrázek 4: Figurant při zkoušce [38]

ISO 10551 obsahuje stanovy subjektivního pocitu pohody. Pocit vyšetřované pohody lze kvantifikovat pomocí subjektivního hodnocení váhy. Například pocit vlhkosti může být vyšetřován použitím následující stupnice: 0 = suché, 1 = trochu vlhká záda, 2 = vlhká záda, 3 = vlhké tělo, 4 = prádlo lpí na vlhkém těle. Na druhé straně, zkoušky sedadel mají i své nevýhody, které je činí zbytečné pro vývoj výrobku a kontrolu kvality.

Velký počet testovaných osob a opakování jsou nutné pro získání staticky relevantních výsledků. Testované osoby se musí přizpůsobit klimatickým podmínkám a podmínkám činnosti v pre-testování. Tímto lze dojít k závěru, že pokusy sedadel s testovacími osobami, nejlépe na konci procesu vývoje prokazují fyziologickou výkonnost sedačky. Dále jsou zkoušky sedadel požadovány jako „kalibrace“ pro laboratorní zkušební metody. Zejména matematické regresní šetření mezi laboratorními testy na jedné straně a na druhé straně nositele zkoušky, musí být provedeno potvrzení o provedení laboratorních testů a odvození jejich dat. Toto je rozhodující podmínkou pro laboratorní techniky a skutečně jen několik málo testovacích metod produkuje výsledky, které se týkají skutečných dat lidského jedince. [16]

### 8.3. Sweating garde hot plate – SGHP

SGHP přístroj byl vynalezený v 1898 a nyní je uváděn jako nejvíce přesná metoda pro stanovení tepelné vodivosti a prodyšnosti plošných textilií. V souladu s normou ISO 11092 Tepelná odolnost a odolnosti proti vodním parám za podmínek ustáleného stavu je měřeno pomocí SGHP. Norma specifikuje dva testy pro měření různých parametrů. Jeden je určen pro měření výparného odporu – rozdíl tlaku vodní páry mezi dvěma plochami zkušební vzorku dělená výsledným výparným tepelným tokem na jednotku plochy ve směru tlakového spádu vodní páry. Druhá metoda měří tepelný odpor definovaný jako rozdíl teplot mezi dvěma plochami zkušební vzorku dělená tepelným tokem na jednotku plochy.

Zařízení se skládá z měřicí jednotky, regulátoru teploty a zásobníku vody. Měřicí jednotka obsahuje 3 mm silnou porézní kovovou desku s povrchovou plochou 0,041 sqm, která je připojena k vodivému kovovému oblouku, který obsahuje topné prvky. Zkušební úsek ve středu desky je obklopen ohřivači, které zabraňují úniku tepla z bočních okrajů vzorku. Tepelný kryt obklopuje kovovou desku umístěnou v měřicím stole. Primárním cílem chrániče ohřivače a spodním ohřevem je udržet stejnoměrný tepelný tok po celé ploše zkušebního vzorku. I přesto, že topná deska a chráněný ohřivač jsou nastaveny na stejnou teplotu jaká je i ve zkušebním úseku, párování teplot není nikdy dokonalé a tvoří tak pseudorovnováhu. Povrch jednotky je porézní, aby se mohla voda při stejné teplotě, jakou má jednotka odpařit. Teplota desky se měří čidlem vloženým přímo pod povrch desky. Celý přístroj je umístěn v komoře tak, že podmínky prostředí mohou být pečlivě kontrolovány. [12]



Obrázek 5: Ukázka přístroje SGHP – vyhřívané destičky [27]

Pro stanovení tepelného odporu vzorku je teplota vzduchu stanovena na  $20 \pm 1$  °C a relativní vlhkost vzduchu se udržuje na 65 %. Rychlost vzduchu, který je generován průtokem digestoří je  $1 \text{ m/s} \pm 0,1$ .

V případě měření výparného odporu se destilovaná voda přivádí k povrchu porézní desky z dávkovacího zařízení. Dávkovač je aktivován, když hladina vody v desce je asi 1 mm pod povrchem desky. Voda vstupující do měřicího přístroje se předehřívá v úseku průchodu krytu ohřivače. Je-li příliš mnoho vody přiváděno k desce, bude zatopená membrána. Naopak příliš málo vody může desku vysoušet.

Optimální přívod vody má sít membránu na desku kapilární přitažlivostí, ale nemá vysychat v průběhu zkoušky. Membrána propouštějící vodní páru, je umístěna nad povrchem měřicí jednotky se zkušebním vzorkem, který je umístěn nahoře.

Voda se z vyhřívané desky vypařuje a prochází membránou jako pára. Od této doby není vzorek v přímém kontaktu s vodou. Veškeré vzduchové bublinky a vrásky pod membránou se musejí vyhladit ze středu směrem ven. Při měření výparného odporu se teplota v komoře nastaví na 35 °C a vlhkost na 40 %.



Tak jako se rychlost vzduchu zvyšuje, vrstva odporu vzduchu klesá, a proto je důležitá odolnost textilií v důsledku vysoké rychlosti vzduchu, která přispívá k odlišení vzorků s podobnými odpory, protože rozsah měření se prodlužuje. Proud vzduchu je charakterizován nejen rychlostí proudění vzduchu ale i jeho Reynoldsovým číslem, které je ovlivněno turbulentním prouděním. Turbulence může dodatečně zhoršit horizontální měření rychlostí. K dispozici je horizontální a vertikální proudění vzduchu. Vertikální proudění vzduchu umožňuje vzduchu pronikat do tkaniny a zvýšit tak přenos tepla a vlhkosti z desky. Čím vyšší je propustnost vzduchu ve vzorku, tím více vzduchu pronikne do tkaniny a dojde k většímu přenosu tepla konvekcí z desky. Z tohoto důvodu vertikální proudění vzduchu vytváří menší odpor než horizontální proudění vzduchu. Průtok vertikálního vzduchu nejlépe simuluje situaci v reálném životě. Horizontální proudění vzduchu vyrábí nerovnoměrnou teplotu vzduchu

a vlhkost na povrchu desky, zejména pokud je tepelný tok vysoký v holé testovací desce. Přední hrana topné desky je vystavena proudu vzduchu jako první, a proto je vždy o něco chladnější než odtokové okraje. To znamená, že rozložení teplot je asymetrické vzhledem ke středu zkušební plochy. Horizontální proudění vzduchu neovlivňuje výrazně odpor. Tyto problémy nejsou přítomny ve vertikálním proudění vzduchu.

Hraniční vrstva vzduchu nad holou deskou je identická s mezní vrstvou vzduchu nad tkaninou. Tento předpoklad může způsobit chyby, pokud povrchové vlastnosti tkanin jsou extrémně odlišné od holé desky. Např. emisivita desky nemusí být srovnatelná s emisivitou některých látek, a to může mít vliv na sálavý tepelný tok přes vzduchové vrstvy.

Zahřívání se v režimu pocení je velmi spojené s množstvím vody, odpařováním za jednotku času a na latentním teple odpařované vody. Vzhledem k tomu, že může být interakce mezi suchými a výparnými tepelnými ztrátami za neizotermních podmínek, izotermní stav má optimální podmínky k měření výparného odporu.

Klimatizace a montáž vzorku jsou obzvlášť důležité pro hydrofilní membrány. Odolnost proti vodním parám závisí hlavně na koncentraci vodních par a teplotě. Odpor roste exponenciálně s klesající relativní vlhkostí. Na druhé straně se absorbuje vlhkost z nasyceného povrchu membrány na potíci desce. Mohou bobtnat, zvlnit se a vytvářet vrásky, pokud absorbují vlhkost. Když jsou zkušební postupy dodržovány správně, může přístroj nabídnout reprodukovatelné výsledky. [7,12]

#### 8.4. STAN manekýn

Jedná se o nejmodernější technologie vyvinutá speciálně pro posouzení tepelného komfortu a přenosu vlhkosti na sedačkách. STAN figurína má precizní provedení anatomických obrazů pro správné seřízení a kompresi na sedadle a klouby umožňující lepší přizpůsobení obrysu sedadla. Figurína dále umožňuje přidání hmotnosti k simulaci hmotnosti, což umožňuje lepší řízení komprese na sedadle a opěradle.



Obrázek 6: Model STAN figuríny [9]

STAN se skládá ze tří teplotních segmentů těla: zadní segment má dvě termální oblasti, horní oblast a střední oblast – bederní část se skládá z jedné tepelné oblasti a spodní část se skládá ze tří tepelných oblastí – obě nohy a oblast sedadla. Plocha zad a nohou je vyráběna ze sklolaminátu a epoxidových materiálů a musí obsahovat termální oblasti se systémy, které dodávají produkci tepla a potu a simulují lidské úrovně látkové výměny.

Figurína je postavena tak, že je schopna reprodukovat teplo v těle v různých oblastech kontaktu se sedadlem v rozmezí mezi 10–40 °C (průměrná teplota kůže se pohybuje mezi 32–35 °C), celkový tepelný tok dodávaný figurínou může dosáhnout 800 W/m<sup>2</sup> a po celou dobu je řízen tak, aby udržoval stanovené limitní teploty. Řídící zařízení má přesnost ± 1 % z indikací stanovených v softwaru.

Hlavní výhodou STAN figuríny je, že jeho činnost je založena na přenosu energie, a to nejen na povrchovou teplotu, jak je tomu u většiny systémů. Tyto vlastnosti činí systém realističtější a více se podobá lidskému chování. Systém má software, který může být použit za účelem stanovení podmínek vyžadované pro každou zkoušku.

Systém registruje následující parametry:

- Tepelný tok ( $W/m^2$ )
- Tepelný odpor  $R_{ct}$  ( $m^2 \text{ } ^\circ C/W$ )
- Výparný odpor  $R_{et}$  ( $m^2 \text{ Pa}/W$ )
- Index propustnosti ( $i_m$ )
- Teplota povrchu ( $^\circ C$ )
- Pokojovou teplotu ( $^\circ C$ ) a relativní vlhkost vzduchu (%)

Figurína je opatřena senzory, kdy každá z šesti oblastí má ohřívač, který dodává tepelný tok a dva termistory pro měření teplot. Další dvě sondy měří teplotu v místnosti a jedna sonda měří relativní vlhkost vzduchu v místnosti.

Aby byla zajištěna opakovatelnost ve výsledcích testů, musí být prováděny v kontrolovaných stabilních podmínkách prostředí se správnou teplotou a relativní vlhkostí vzduchu. K dosažení těchto podmínek jsou testy prováděny ve speciální komoře. Tato komora má rozměry 3120 x 3120 x 2760 mm a může pracovat v rozsahu teplot  $-25 \text{ } ^\circ C$  do  $+60 \text{ } ^\circ C$  a relativní vlhkosti vzduchu se pohybují mezi 30 % až 80 %. Tento systém může být použit ve stabilních podmínkách mimo komoru nebo dokonce uvnitř auta. V tomto případě srovnávání testů a opakovatelnost testů jsou prováděny pro stanovení tolerance okolních podmínek.

Vnitřně STAN má strukturu, která umožňuje zaručit stabilní provoz přes okruhy a oblasti vyobrazené na obrázku:



Obrázek 7: Vnitřní struktura manekýna [9]

- Oblasti 1–6 reprezentují 6 oblastí přímého kontaktu se sedadlem, které reprodukuje pot.
- Oblasti 7–12 představují uzavřené okruhy pro chlazení z každé potní plochy simulující průtok krve.
- Oblasti 13-18 jsou vnitřní plochy, které kontrolují produkované teplo, zda nedochází k jeho ztrátě přes figurínu v kontaktních plochách a že přenos tepla je uskutečňován ve směru fiktivního sedadla. [9]

### 8.5. Dynamic moisture permeation cell – DMPC

Tato zkušební metoda vhodná pro měření výparného odporu funguje na průchodu směsi suché a vodou nasycené dusíkové atmosféře přes horní a spodní část zkušební vzorku umístěného ve zkušební komoře. Relativní vlhkost z horní a spodní části buněk se určí řízením poměru suchého a nasyceného plynného dusíku. Pro horní část se používá 95 % relativní vlhkosti a pro spodní oblast 5 % relativní vlhkosti.

Tři vzorky 2,5 cm x 2 cm jsou testovány pod teplotou vzduchu  $20 \pm 1$  °C a rychlost průtoku plynného dusíku je  $2000 \text{ cm}^3/\text{s}$ . Tkanina vzorku je upnuta mezi horní a dolní segmenty buňky se stranou přirozeně čelící větší koncentraci vodních par směrem k segmentu s vyšší vlhkostí. Počítač, regulátor průtoků, snímač diferenčního tlaku, automatické ventily a zařízení pro měření relativní vlhkosti se používají pro dosažení požadované relativní vlhkosti v horních a spodních buňkách. [5]

### 8.6. Zkoušeč komfortu sedaček

Je to nástroj, který byl primárně vyvinut Hänelem a spolupracovníky. Na obrázku můžeme vidět poněkud upravenou verzi. Zkoušeč komfortu sedadel ukazuje dobrou korelaci k množství přesně vyhodnoceného v testu s lidmi, a to jak pro předběžné pocity, tak pro dlouhé období sezení. S tímto zařízením lze testovat celé autosedačky. Jeho hlavní část je vlačovací hliníkové razítko s rotačním eliptickým tvarem, které kopíruje obrysy lidského těla. Povrchová teplota zarážky se udržuje na konstantní teplotě 35°C. Teleskopické rameno tlačí zarážku do autosedačky výraznou silou 440 N na sedáku a 75 N na opěradle, replikace člověka o váze 75 Kg. Tepelný tok lze vypočítat po dvou hodinách testování. Tester komfortu sedadel je umístěn v klimatické komoře, ve které jsou udržovány klimatické podmínky. [16,36]



Obrázek 8: Tester komfortu sedadla [36]

## 8.7. Misková metoda

Účelem zkoušky je kvantitativně stanovit míru schopnosti plošné textilie neklást odpor unikání vlhkosti, která vzniká na povrchu lidského těla v podobě páry do okolního prostředí.

Vodní páry, které prochází za daných podmínek plošnou textilií jsou absorbovány pomocí vysoušedla a stanovuje se tak jeho přírůstek hmotnosti. Aby došlo ke zvýšení přesnosti a reprodukovatelnosti se zkoušení provádí jako poměrné. Dochází ke zjištění absorpce vodních par v místě jak se vzorky textilie, tak ve srovnávací misce bez textilie.



Obrázek 9: Ukázka zařízení pro měření propustnosti vodních par [27]

### 8.7.1. Zkušební pomůcky a zařízení ke zkoušce

Mezi pomůcky a zařízení potřebné ke zkoušení patří klimatizační skříň, která zaručí dodržení teploty s přesností minimálně  $\pm 2$  °C, relativní vlhkost  $\pm 2$  %, maximální proudění vzduchu 0,2 m/s. analytické váhy s přesností  $10^{-4}$  g. Exikátor, který je potřebný pro manipulaci s miskami po jejich vyjmutí z klimatizované komory. Pro vysekávání kruhových vzorků plošných textilií je potřeba raznice o průměru 71,4 mm. Do chemikálií potřebných ke zkoušce patří vysoušedlo neboli silikagel T dle ON 65 4655 středně porézní, který má zrnitost 0,4 – 1,6 mm.

### 8.7.2. Příprava zkušebních vzorků

Příprava vzorků ke zkoušení se provede podle ČSN 80 0072. Vzorky vysekáváme z plošné textilie pomocí raznice kruhového tvaru o ploše 30 cm<sup>2</sup> nejméně 10 cm od kraje materiálu. Z každého druhu textilie se připraví pět zkušebních vzorků, které se následně klimatizují dle ČSN 80 0061.

### 8.7.3. Podmínky při provádění zkoušky

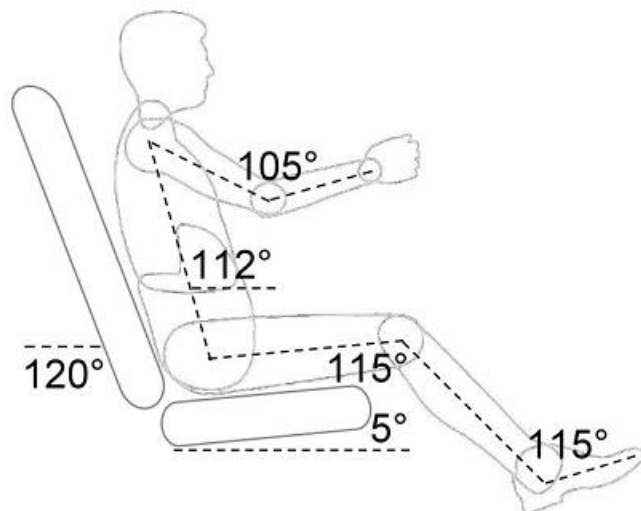
Zkouška se provádí v klimatizované skříni za ustálených podmínek, které jsou: teplota  $20 \pm 2$  °C, relativní vlhkost  $65 \pm 2$  % a maximální rychlost proudění vzduchu 0,2 m/s v místě kde jsou zkušební misky.

#### 8.7.4. Postup zkoušky

Zkušební misky, které jsou naplněné odváženým množstvím silikagelu, který je předem vysušen se rovnoměrně rozloží a vloží do sušárny a s odklopenými víčky se vysouší cca 4 hodiny při 140 °C. Po vysušení se misky uzavřou víčky a vloží se do exikátoru se silikagelovou náplní na dobu potřebnou k vychladnutí na teplotu zkoušeného ovzduší. Poté se zkušební misky vyjmou z exikátoru, do polovičního počtu misek se vloží vzorky, které byly předem klimatizované a upnou se nad vrstvu silikagelu. Vzorky se uzavřou ihned víčky a zvaží se. Tím zjistíme hmotnost silikagelu s textilním vzorkem. Zbylé misky, které slouží ke srovnávacím zkouškám se připraví stejným způsobem, aby byla zjištěna hmotnost silikagelu bez textile. Ihned po zvažení se misky vloží do klimatizované komory a odklopí se víčka, vzorky se exponují 3 hodiny.

Po ukončení expozice dojde k uzavření misek víčky, vyjmou se z klima skříně a jakmile se vyrovnají teploty misek a prostředí se zvaží. Tak získáme hmotnost v misce se vzorkem a v misce bez vzorku. Rozdíl hmotností je přírůstek hmotnosti silikagelu bez textile a s textilií. Tento rozdíl hmotnosti odpovídá množství par, které absorboval silikagel. [20]

### 9. Ergonomie



Obrázek 10: Ukázka optimálního sklonu sedadla [29]

Řidiči mají schopnost rozlišovat různé typy sedaček a míru zátěže tak vnímá každý jinak a liší se i tím, jak na ní reagují. Každý řidič má jinou odolnost vůči stresu a jinou stavbu těla. Zátěž je jedním z faktorů, který může vést za určitých podmínek k dopravní nehodě. Při jízdě automobilem, které trvají několik hodin, musí hlavně svalstvo stabilizovat pánev a páteř. Se zvýšením únavy dochází ke snížení jízdního výkonu. Doba strávená za volantem a věk řidiče jsou jedny z hlavních příčin unavenosti řidiče, a to může být považováno za zátěžový faktor. Pro stanovení ukazatele míry vyčerpanosti bývají prováděny měření svalové aktivity. Jako další faktor působící na řidiče je zvýšení či snížení krevního tlaku. To má za následek např. bolesti hlavy, malátnost a zvýšení tělesné teploty. Fyzická únava má za následek ztuhnutí a relaxaci svalstva, zato psychická únava zapříčiňuje zpomalení reakcí na vibrace. [14]

Mnoho osob dává málo pozornosti k nastavení sedačky nebo dokonce všechny možnosti a změny, které lze provést. Několik automobilů má tlačítka na palubní desce, které je naprogramováno pouze pro jedno sedadlo pro každého řidiče automobilu. To šetří čas při střídání řidičů a jeho přesnému nastavení pro každého řidiče.

Bezpečnost a pohodlí sedadel jsou dva parametry, které výrobci sedaček a automobilů zaměstnává, aby odlišili své výrobky od ostatních konkurenčních výrobků. Je dokázáno, že mechanické vlastnosti a tvar sedadla ovlivňují pohyb hlavy a trupu v nárazových situacích, zejména při zadním a bočním nárazu.

V starých automobilech je pohyb sedadla řízen pomocí pákového systému. Tyto staré autosedačky produkují trhnutí při brzdění, což vede ke značnému nepohodlí. Řidič jde do předklonu, když brzdí, zatímco sedadlo zůstává na svém místě ve stejném čase.

U nových aut je pákový systém nahrazen tlačítky, kterými lze sedačku posouvat dopředu nebo dozadu a také do výšky. Používají se také automatická sedadla s regulačním zámkovým systémem k omezení pohybu.

Při sezení na automobilové sedačce působí na lidské tělo tlak a smyk ve všech kontaktních plochách. Smyk je definován jako síla ve tvaru paralely k povrchu a tlak je popsán jako kolmá síla působící na celou kontaktní plochu.

Lidskou páteř si lze představit jako zaoblený pilíř, který se skládá ze série obratlů spojených meziobratlovými disky, které umožňují prostřednictvím malých pohybů mezi sousedními obratli značnou mobilitu. [30]

Spodní záda mají konkávní/vydutou křivku ve stoje což vytváří tlak na páteřní disky. Sezení způsobuje rovnání přirozené křivky a vytváří tak nervový tlak na míchu. Toto zploštění bederní krajiny vytváří postoj, který naklání ramena, dochází k nevyrovnaní obratlů, svalovému napětí zad a zaoblení dolní části zad. [22]

## 10. Podmínky prostředí při jízdě v automobilu

Pohodlí posádky během jízdy v automobilu je závislé na vibracích, kterým je za jízdy vystavena. Vibrace jsou mechanická kmitání v pružném prostředí o frekvenci, které je v pásmu těsně pod ještě slyšitelnými nejhlubšími tóny zvuku. Nežádoucí intenzita vibrací se přenáší do karoserie. Aby došlo ke snížení těchto vibrací, jsou používány pružiny a tlumiče, které jsou umístěny mezi zavěšení kol a karoserií. Nadměrné vibrace působí negativně nejen na centrální nervovou soustavu ale i na řadu vnitřních orgánů. Dochází tak ke ztrátě koncentrace a při delším trvání mohou vést až k poškození lidského organismu. Člověk vnímá tyto vibrace očima, klouby, svaly a kůží. Pro hodnocení toho, jaký účinek mají vibrace na člověka je používána norma ISO 2631.

Klimatické podmínky jako jsou teplota a vlhkost mají také vliv na komfort sedění. Nepohodlí se zvyšuje, jestliže teplota leží vně určitého rozsahu, který je specifický pro určité části těla. Ekvivalentní homogenní teplota je používána pro odhad komfortního rozsahu pro určité části těla v různých prostředích. Tato teplota je obvykle vypočítávána z fyziologických modelů. Jak vyšší teplota, tak i vyšší vlhkost mezi sedadlem a lidským tělem přispívají k rozvoji tzv. tlakových bolestí. [22]



## Experimentální část

### 11. Cíl experimentu

Měření výparného odporu Ret patří mezi standartní měření pomocí pocení vyhřívané destičky, které je v souladu s normou ISO 11 092. Vzorky jsou vkládány dovnitř přístroje, kdy na ně nemá okolní prostředí žádný vliv. Jsou přesně nastaveny hodnoty teploty a vlhkosti a také proudění vzduchu. U přístrojů SGHP proniká pára vzorkem směrem nahoru, kde dochází k odfukování definovaným proudem vzduchu. Navíc ve spodní části jsou „chrániče“, které jsou udržované na stejné teplotě jako plotýnka a tím je zajištěn isothermický děj. Nevýhodou toho typu měření je, že jej nelze aplikovat na celé autosedačky ani na jejich složenou strukturu s použitím polyuretanové pěny.

Proto byl vyvinut na katedře oděvnictví TU v Liberci nový přístroj, který by měl umožňovat orientační měření výparného odporu. Tento přístroj nepatří mezi standartní měření výparného odporu. Z tohoto důvodu bylo zvoleno označení měřeného výparného odporu Het (podle názvu H2 – v pořadí druhá verze). Tento přístroj má snadnou obsluhu a výhodou je také mobilita, kdy jej lze přenášet a umisťovat tak na automobilové sedačky.

Cílem diplomové práce je provést měření s nově vyvinutým přístrojem Hlav2, který byl vyvinut na katedře oděvnictví TU v Liberci. Úkolem bylo pomocí řady testů a experimentů zjistit, zda je přístroj vhodný k orientačnímu měření výparného odporu plošných textilií včetně sendvičů – potahům automobilových sedaček, popřípadě celé struktury automobilových sedaček.

Výsledky byly porovnány s přístrojem SGHP M 259 B společnosti SDL Atlas, který je na katedře oděvnictví.

### 12. Použité zařízení

#### 12.1. SGHP

Jedná se o přístroj pro zkoušení pocení vyhřívanou destičkou M 259 B společnosti SDL Atlas, který je v souladu s normou ISO 11 092. Ta specifikuje metody měření tepelné odolnosti a odolnost vůči vodním parám za ustáleného stavu. Metoda pocení vyhřívanou destičkou, která bývá často označována jako „model kůže“ je určena pro simulaci procesů přenosu tepla a hmoty ke kterým dochází v blízkosti povrchu lidské kůže.



*Obrázek 11: Přístroj SGHP společnosti SDL Atlas [26]*

„Ustálený stav“ není definován v normě ISO 11 092 ale zkušenostmi se došlo ke zjištění, že čas potřebný k ustálení silně kolísá v závislosti na různých zkušebních materiálech. Proto pro dosažení ustáleného stavu je dobré ponechat čas nejméně 30 minut pro tenký vzorek a v případě materiálu s velkou tloušťkou to může trvat 4–5 hodin.

Měřicí jednotka se skládá z kovové desky o tloušťce cca 3 mm s minimální plochou 0,04 m<sup>2</sup>, která musí být pro měření výparného odporu porézní. Je upevněna k vodivému kovovému bloku s elektrickým topným článkem. V otvoru měřicího stolu je umístěn tepelný chránič, kterým je obklopen. Aby byl umožněn přívod vody z dávkovacího zařízení je nutné, aby byly vytvořeny kanálky do bloku s vyhřívacím prvkem, které jsou v kontaktu s porézní deskou. Další částí měřicího zařízení je termoregulátor s tepelným čidlem, který musí udržovat teplotu měřicí jednotky na konstantní hodnotě a výhřevnost musí být měřitelná pomocí vhodného zařízení v jejím celém použitelném rozsahu. Pomocí dávkovacího zařízení je na povrch porézní kovové desky přiváděna voda. Dávkovací zařízení je aktivováno spínačem, který je mechanicky spojen s měřicí jednotkou.

Zkušební vzorky použité pro měření musí být umístěny tak, aby ležely na plochu na měřicí jednotce a směrem k měřicí jednotce stranou, která je v kontaktu s lidským tělem. Aby nedocházelo ke zvlnění okrajů u vzorků je dobré použít rám z lehkého kovu. Důležité je, aby se zabránilo vzniku bublin a záhybů u zkušebního vzorku nebo vzduchovým mezerám mezi měřicí jednotkou a vzorkem. [23]

### 12.1.1. Princip měření

Vzorek je umístěn na elektricky vyhřívanou desku, přestože klimatizovaný vzduch proudí napříč a rovnoběžně s jeho povrchem. U měření výparného odporu je elektricky vyhřívaná deska, která je porézní zakryta membránou, která propouští vodní páry, ale nepropouští vodu. Voda, která je přiváděna k vyhřívané desce se vypařuje a formou páry prochází membránou. Tím vzorek nepříjde do styku s vodou. Tepelný tok je nutný k tomu, aby se udržela konstantní teplota desky, a to mírou rychlostí vypařování vody. Z toho se stanoví výparný odpor.

Teplota měřící jednotky a teplota vzduchu musí být seřízena na  $35\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$  a relativní vlhkost R.H.  $40\% \pm 2\%$ . Rychlost vzduchu je udržována na  $1\text{ m/s}$ . Tyto izotermické podmínky zabrání v tom, aby došlo ke kondenzaci vodních par uvnitř zkušební vzorku.

Po tom, co se umístí zkušební vzorek na měřící jednotku se vyčká, dokud nedojde k ustálení stavu měřících veličin. Poté dojde k zaznamenání jejich hodnot. [23]

Výparný odpor se vypočítá jako aritmetický průměr jednotlivých měření:

$$\text{Ret} = ((\text{Pm} - \text{Pa}) - A / H - \Delta\text{He}) - \text{Ret0}$$

Pm parciální tlak nasycených vodních par [Pa]

Pa parciální tlak vodních par ve vzduchu [Pa]

A plocha měřící jednotky [ $\text{m}^2$ ]

H výhřevnost dodávána měřící jednotce [W]

$\Delta\text{He}$  opravný faktor výhřevnosti pro měření Ret [-]

Ret0 konstanta přístroje [ $\text{m}^2\text{Pa/W}$ ]

Výparný odpor Ret je vyjádřen v Pascalech na metr čtvereční na Watt [ $\text{m}^2\text{Pa/W}$ ] [23]

### 12.2. Hlav2 – H2

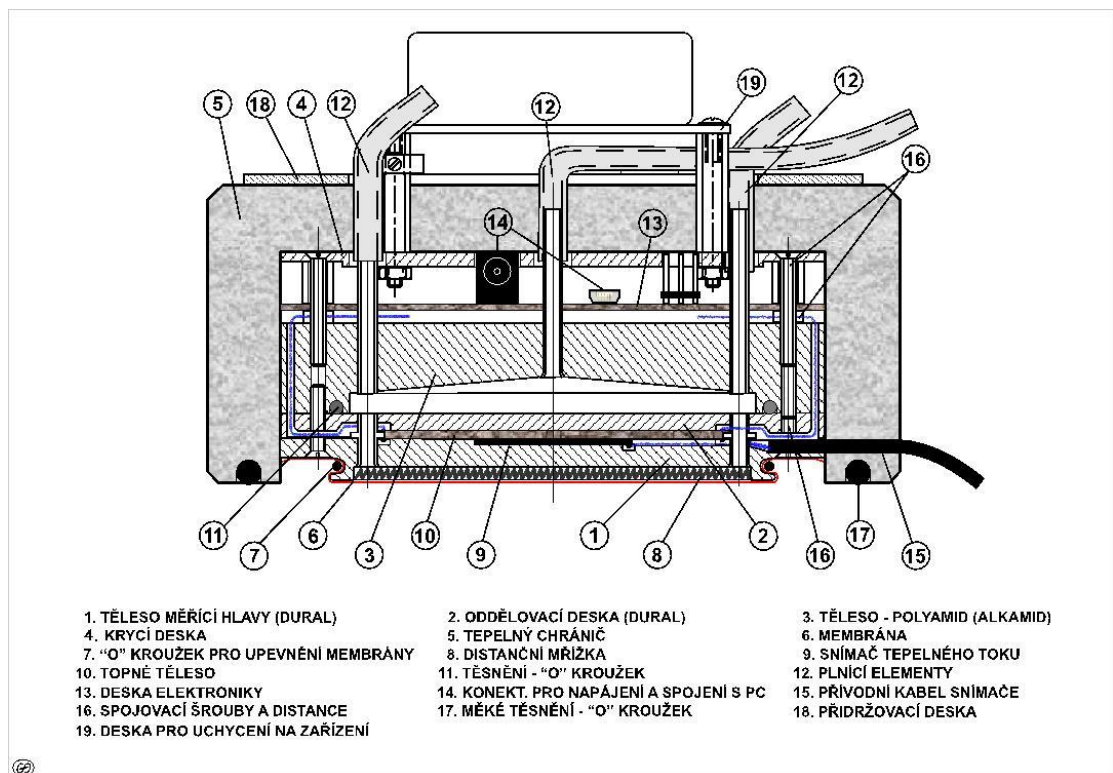
Přístroj vyvinutý na katedře oděvnictví TU v Liberci. Měl by umožňovat orientační měření výparného odporu plošných textilií, potahů automobilových sedaček, popřípadě celé struktury sedáku automobilové sedačky.



Obrázek 12: Měřící hlava H2 [vlastní foto]

### 12.2.1. Princip přístroje H2

V polyamidovém (alkamidovém) tělese je vytvořena komůrka kruhového tvaru, která je jednorázově pružnými hadičkami naplněna destilovanou vodou (cca 30ml). Pod touto komůrkou je umístěno ploché topné těleso, které zahřívá destilovanou vodu na 35 °C. Ve spodní – pracovní části je upevněna kovová mřížka, která zajišťuje rovinu přitlaku a současně slouží jako nosný element celofánové membrány. Membrána je přitlačena na kovovou mřížku a zafixována k tělesu pružným gumovým „O“ kroužkem. Celofánová membrána má tu vlastnost, že propouští vodní páru, ale nepropouští vodu. Při dotyku membrány se vzorkem proniká vodní pára tímto vzorkem a její množství je v korelaci s energií, která je nutná pro udržení ustáleného stavu. Tepelný tok je snímán čidlem tepelného toku a vyhodnocován uvnitř hlavy. Udržení ustáleného tepelného toku a konstantní teploty destilované vody v komůrce tělesa slouží zabudovaný regulátor na desce tištěných spojů. Všechny tyto elementy jsou umístěny v bloku z tvrzeného polystyrenu, aby se v co největší míře zamezilo tepelným ztrátám. Pro nastavování a regulaci teploty a měření tepelného toku byl vyvinut speciální software.



Obrázek 13: Schéma měřicí hlavy H2 [výukové materiály KOD]

### 12.2.2. Princip měření:

Pro stanovení výparného odporu je nutno znát:

- tepelný tok při ustáleném stavu
- teplotu nad vzorkem
- vlhkost na vzorkem
- teplotu pod vzorkem
- vlhkost pod vzorkem
- teplotu a vlhkost okolního prostředí

Nejprve je nutné zajistit, aby bylo v přístroji dostatek vody. Do přístroje je dodávána destilovaná voda pomocí stříkačky o objemu 20 ml, kterou je připojena na jednu z hadiček vedoucí do měřicí hlavy. Druhou hadičkou vychází přebytek tekutiny. Po každém doplnění kapaliny je dobré zkontrolovat, jestli je membrána přilnuta a neprotéká jí voda.

Čidlo pro snímání teploty a vlhkosti pod vzorkem se umístí podle druhu měření buď do polyuretanové pěny, mříž klimatizované komory, anebo do soustavy mřížek. Na tu se umístí zkušební vzorek a na něj položíme čidlo, které je důležité pro měření teploty nad vzorkem. Měřicí hlavu umístíme na čidlo tak aby bylo zhruba veprostřed.

V počítači je nutné spustit program Teplo, který zajišťuje zahřátí kapaliny v přístroji na příslušnou teplotu, aby teplota pod membránou byla 35 °C. Dále je také nutné spustit program AMR WinControl 6, který je určen pro zobrazení a sbírání dat.

Všechny parametry pro stanovení výparného odporu se indikují na přístroji ALMEMO 2990 - 9. Pro přenos a záznam na počítač byl použit bezdrátový přenos pomocí Blue Tooth.

- tepelný tok měří čidlo – o průměru 33 mm typ FQA0 20
- teplotu nad vzorkem měří termočlánek typu SA 1 – typ „K“ bez nalepovacího pásku, pouze holý drátěný spoj, aby nedošlo ke stínění tepelného toku a vodní páry
- vlhkost nad vzorkem (mezi membránou a vzorkem) nelze měřit, ale lze předpokládat bez velké chyby hodnotu 98 %
- teplota a vlhkost pod vzorkem je měřena čidlem FHAD – 46
- teplota a vlhkost okolního prostředí je indikována panelem komory – pro orientaci a porovnání mezi dvěma měřeními

### Výparný odpor

$$H_{et} = ((P_m - P_a) / q_m) - H_{et0}$$

$P_m$     parciální tlak páry nad vzorkem [Pa]

$P_a$     parciální tlak páry pod vzorkem [Pa]

$q_m$     tepelný tok [W/m<sup>2</sup>]

$H_{et0}$     konstanta přístroje [m<sup>2</sup>Pa/W]

Výparný odpor  $H_{et}$  je vyjádřen v Pascalech na metr čtvereční na Watt [m<sup>2</sup>Pa/W] [7]

Het0 –Pro nejvyšší přiblížení měření podle normy ISO 11 092, byla hodnota Het0 zjišťována následujícím způsobem. Nulové měření probíhalo v klimatizované komoře Fisher, kdy místo vzorku byla použita deska z polystyrenu. Měření pak probíhalo standardně s měřicí hlavou naplněnou vodou. Jakmile došlo ke největšímu možnému snížení tepelného toku a jejímu ustálení, měření bylo ukončeno a hodnota byla zaznamenána. Tímto experimentem bylo zjištěno, že hodnota Het0 je hodnota tepelného toku 3,72 W/m<sup>2</sup>.

Parciální tlaky vodní páry nad a pod vzorkem určíme z tabulek při udání teploty a vlhkosti v měřených místech. Tepelný tok je pak dán naměřenou hodnotou čidla. V počítačovém programu AMR WinControl 6 lze v tomto uspořádání sledovat na grafickém záznamu průběh vývoje tepelného toku a indikaci teplot a vlhkostí na měřeném vzorku.

### 13. Použité materiály

Použité materiály: pro experiment byly vybrány zejména vzorky s lepší paropropustností. Všechny vzorky byly poskytnuty společností Adient Strakonice s.r.o.

#### 13.1. Adient Strakonice s.r.o.

Závod ve Strakonici patří ke globálním dodavatelům autotextilií jak v oblasti vývoje, tak i v oblasti finálních produktů. Společnost je zaměřena na vývoj a výrobu textilních materiálů, které se používají na sedadla, stropy, hlavové a loketní opěrky, koberečky, dveřní výplně. Součástí Strakonického závodu je i inovační centrum s celosvětovou působností, zaměřené na výzkum a vývoj textilií pro automobilový průmysl. [39]

KAMIL 36664

- Tkanina žakárová
- Příze osnova – PES 167 dtex
  - Dodavatel ANTEX
- Příze útek – PES 400 dtex
  - dodavatel ANTEX
- Laminace – Dvoukroková: 1. Vrstva – Rouno – Powder Meyer
  - 2. Vrstva – Lacom Ames 3D spacer – Hot melt gluing
- Rouno – PES/Wool – 70/30
  - Netkané
  - Dodavatel ZIEGLER
- 3D spacer – PES
  - Dodavatel Ames Europe
- Celková tloušťka sendviče – 8,73 mm

#### THERMIA 36668

- Osnovní pletenina
- Příze – PES 76/24 dtex
  - Dodavatel HYOSUNG
- Laminace - plamenná
- Retikulovaná pěna PU PET
  - Dodavatel PLAMA
- Podšívka/ Rouno pletené
  - Dodavatel ITECO
- Celková tloušťka sendviče – 7,31 mm

#### CLIMATEX 43830

- Tkanina žekárová
- Příze – osnova PES 400/96 dtex
  - Dodavatel Antex
- Příze – útek 2000 dtex
  - Dodavatel Antex
- Laminace – plamenná
- Retikulovaná pěna PU PET
  - Dodavatel Eurofoam
  - Tloušťka 3,6 mm
- 3D spacer – PES
  - Dodavatel Ames Europe
  - Tloušťka 5 mm
- Celková tloušťka sendviče 7,40 mm

#### TAMABI 44758

- Tkanina žakárová
- Příze – osnova PES 540 dtex
  - Dodavatel Autofil
- Příze – útek PES 410 dtex
  - Dodavatel Autofil
- Laminace – plamenná
- Pěna PU
  - Dodavatel CALIGEN
  - Tloušťka 8 mm
- Podšívka – pletenina
  - Dodavatel ITECO
- Celková tloušťka sendviče – 8,35 mm

#### GOZIL 42445

- Tkanina žakárová
- Příze – osnova PES 540 dtex
  - Dodavatel Autofil
- Příze – útek PES 1300 dtex
  - Dodavatel Autofil
- Laminace – Hot melt gluing
- Pěna PU PET
  - Dodavatel Toscana Gomma
  - Tloušťka 2,5 mm
- Podšívka – pletenina PES
  - Dodavatel ITECO
- Celková tloušťka sendviče 3,38 mm

#### GHOST 30625

- Tkanina
- Příze – osnova PES/vlna 70/30 720 dtex
  - Dodavatel Schoeller
- Příze – útek PES 501 dtex (167\*3)
  - Dodavatel Autofil
- Laminace - plamenná
- Netkaná textilie – rouno PES
  - Dodavatel ZIEGLER
- Celková tloušťka sendviče 5,16 mm

#### LADA 45322

- Okrouhlá pletenina
- Příze – PES 220 dtex
  - Dodavatel Antex
- Laminace - plamenná
- Retikulovaná pěna PU PET
  - Dodavatel PLAMA
  - Tloušťka 4 mm
- Celková tloušťka sendviče 5,13 mm



#### UNETANA 38829

- Osnovní pletenina
- Příze – PES 100 dtex
  - Dodavatel Antex
- Laminace – hot melt (tavení)
- Pěna PU PES
  - Dodavatel CALIGEN
  - Tloušťka 2,8 mm
- Podšívka – pletenina PES
  - Dodavatel ITECO
- Celková tloušťka sendviče 2,53 mm

#### SLY UNI 35258

- Tkanina žakárová
- Příze – osnova PES 501 dtex (167\*3)
  - Dodavatel Autofil
- Příze – útková PES 370 dtex
  - Dodavatel Autofil
- Laminace – plamenná
- Pěna PU PES
  - Dodavatel CALIGEN
  - Tloušťka 6,7 mm
- Podšívka – pletenina PES
  - Dodavatel ITECO
- Celková tloušťka sendviče 6,09 mm

Všechny informace a hodnoty materiálů byly čerpány z databáze Adient Strakonice s.r.o.

### **14.Provedená měření**

- Měření vzorků na přístroji H2 (ve volném prostoru – klimatizovaná místnost)
  - H2 s pěnovou kostkou
  - H2 bez pěnové kostky
- Měření na přístroji H2 v klimatizované komoře Fisher
  - H2 s pěnovou kostkou
  - H2 bez pěnové kostky
- Měření na přístroji H2 v klimatizované komoře Fisher s kovovou mřížkou
  - H2 s mřížkou
- Měření Rct na H2

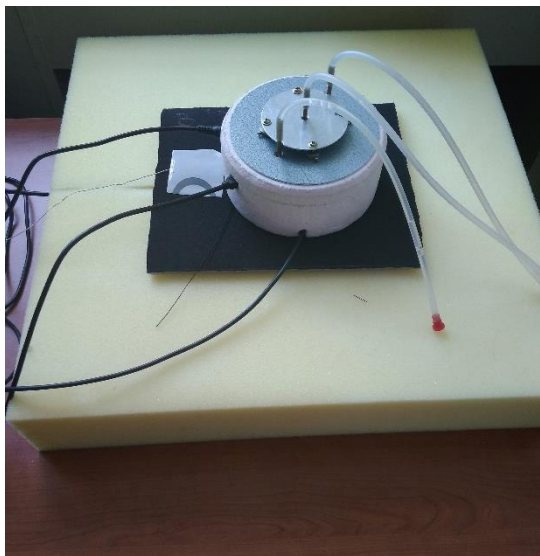
## 14.1. Měření vzorků na přístroji H2 (ve volném prostoru – klimatizovaná místnost)

Pro první pokusy byly tedy vybrány nejprve dva vzorky: Kamil a Thermie.

Byly měřeny jak sendvičové struktury celého potahu autosedačky, tak jednotlivých materiálů, ze kterých je materiál složen.

### 14.1.1. H2 s pěnovou kostkou

Do pěnové kostky z polyuretanové pěny bylo umístěno čidlo pro snímání teploty a vlhkosti pod vzorkem, na kterou byl umístěn vzorek a čidlo, které snímá teplotu pod membránou/nad vzorkem. Na vzorek s čidlem byla umístěna měřící hlava.



Obrázek 14: H2 s pěnovou kostkou [vlastní foto]

Toto měření bylo prováděno jak na sendvičích, tak na jednotlivých vrstvách, ze kterých se sendvič skládá.

U tohoto měření bylo zjištěno, že u všech vzorků vycházejí velice podobné hodnoty tepelného toku a tím pádem i podobné výsledky výparného odporu. Také délka ustálení byla velice dlouhá a to až 1,5 hodiny.

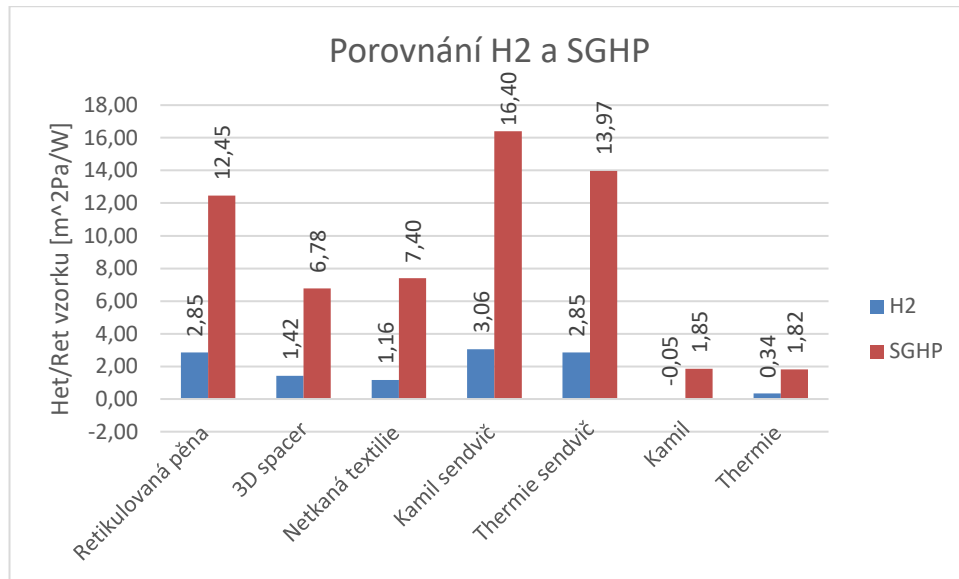
Dále bylo zjištěno, že měření s polyuretanovou pěnou není zcela průkazné, protože vlhkost, která prochází vzorkem až do pěny v ní zůstane zadržována a tím pádem se vlhkost pod vzorkem pohybuje od 98–100 %. Byly provedeny dvě měření a z nich vypočítán průměr měření. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1. V tabulce 2 jsou výsledné hodnoty, které byly naměřeny na přístroji SGHP.

H2 s pěnovou kostkou							
Název	Tepelný tok W/m <sup>2</sup>	Teplota membrána °C	RH Membrána %	Teplota pod vzorkem °C	RH pod vzorkem %	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Retikulovaná pěna	182,10	34,80	98,00	30,02	98,60	2,97	2,85
	181,40	34,90	98,00	30,49	98,80	2,72	
3D spacer	188,80	34,70	98,00	31,05	98,20	1,55	1,42
	186,40	34,80	98,00	31,32	98,70	1,29	
Netkaná textilie	182,50	34,80	98,00	31,41	98,70	1,27	1,16
	177,30	35,00	98,00	31,88	98,80	1,04	
Kamil sendvič	189,10	35,10	98,00	30,27	99,10	3,00	3,06
	180,90	34,90	98,00	30,30	98,30	3,12	
Thermie sendvič	188,20	35,00	98,00	30,19	99,80	2,81	2,85
	180,30	35,00	98,00	30,40	99,50	2,89	
Kamil	172,20	34,80	98,00	32,29	99,30	0,06	-0,05
	181,40	34,90	98,00	32,29	100,00	-0,15	
Thermie	186,00	34,90	98,00	31,53	99,70	0,93	0,34
	176,60	34,80	98,00	32,30	100,00	-0,24	

Tabulka 1: Naměřené hodnoty H2 s pěnovou kostkou

Název	SGHP Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Retikulovaná pěna	12,454
3D spacer	6,783
Netkaná textilie	7,396
Kamil sendvič	16,399
Thermie sendvič	13,973
Kamil	1,851
Thermie	1,817

Tabulka 2: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP



Graf 1: Porovnání výsledků měření H2 s pěnovou kostkou a s výsledky SGHP

Z grafu 1 je zřejmé, že hodnoty výparného odporu na přístroji H2 jsou velice nízké v orientačním porovnání s hodnotami naměřené na SGHP. Je to pravděpodobně z důvodu měření ve volném prostoru, kde nelze nastavit správná okolní teplota a vlhkost a ani rychlost a směr proudění vzduchu okolo přístroje se vzorkem. Dalším z důvodů je také ten, že dochází k zadržování vlhkosti v polyuretanové pěně (vysoké hodnoty R.H pod vzorkem), a proto jsou si výsledky tepelného toku tak podobné.

#### 14.1.2. H2 bez pěnové kostky

Další experiment byl zvolen bez polyuretanové kostky z důvodu zjištění držící se vlhkosti v pěnové kostce a také proto, aby bylo měření co nejvíce podobné metodě SGHP, kde probíhá také měření pouze plošných textilií.

K tomuto měření byly použity sendvičové struktury materiálů, jednotlivé vrstvy potahu autosedačky. K měření byla použita kovová mřížka podložena dvěma dřevěnými bloky, aby pod vzorkem mohl proudit vzduch. Na mřížku bylo upevněno čidlo pro měření vlhkosti a tepla pod vzorkem, potom jako u předchozího měření, je umístěn vzorek, na kterém je položeno čidlo pro měření tepla pod membránou a na něj byla umístěna měřící hlava.



Obrázek 15: H2 bez pěnové kostky [vlastní foto]

U tohoto typu měření bylo zjištěn velmi vysoký tepelný tok a opět vysoká vlhkost pod vzorkem pohybující se tentokrát v rozmezí 91–98 %. Významnou změnou byla doba ustálení vzorku, která se zvýšila až na 3-4 hodiny. Tyto problémy jsou pravděpodobně z důvodu volně proudícího nekontrolovaného vzduchu v místnosti. Z důvodu časové náročnosti měření a jeho ustálení bylo provedeno pouze jedno měření u každého vzorku.

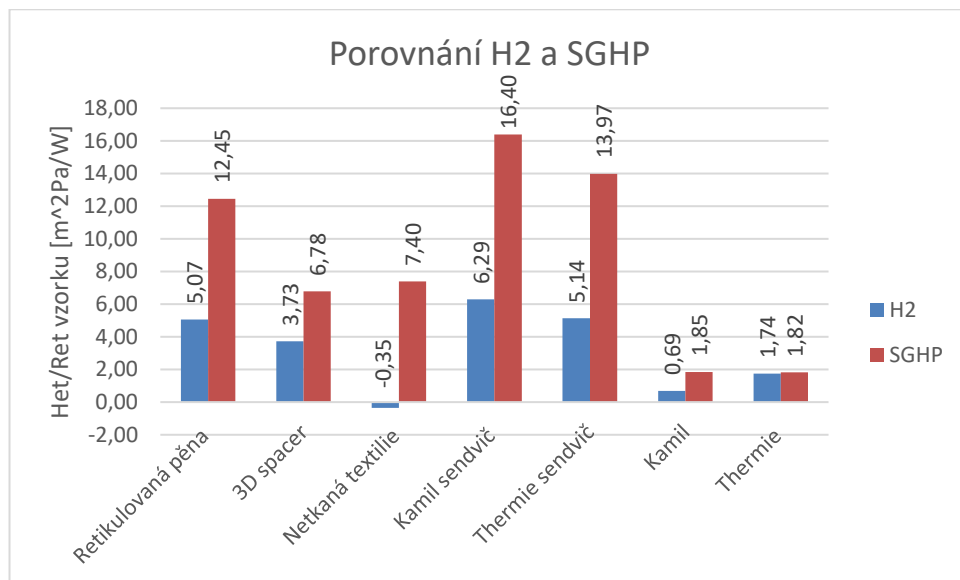
Proto byla zvolena další varianta měření v klimatizované komoře, kde lze nastavit podmínky pro měření a přiblížit se tak k lepším výsledkům a lepšímu porovnání s měřením pomocí SGHP, podle něhož byla nastavena teplota a vlhkost v komoře na 35 °C a 40 % vlhkosti. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 3 a 4.

Název	H2 bez pěnové kostky					
	Tepelný tok W/m <sup>2</sup>	Teplota membrána °C	RH Membrána %	Teplota pod vzorkem °C	RH pod vzorkem %	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W
Retikulovaná pěna	305,10	34,70	98,00	23,45	94,90	5,07
3D spacer	385,60	34,80	98,00	22,75	93,20	3,73
Netkaná textilie	246,20	34,30	98,00	31,25	98,10	-0,35
Kamil sendvič	306,20	35,30	98,00	22,50	93,10	6,29
Thermie sendvič	323,40	35,10	98,00	22,90	98,00	5,14
Kamil	487,70	34,90	98,00	26,54	95,90	0,69
Thermie	508,70	34,70	98,00	23,51	91,30	1,74

Tabulka 3: Naměřené hodnoty na přístroji H2 bez pěnové kostky

	SGHP
Název	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Retikulovaná pěna	12,454
3D spacer	6,783
Netkaná textilie	7,396
Kamil sendvič	16,399
Thermie sendvič	13,973
Kamil	1,851
Thermie	1,817

Tabulka 4: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP



Graf 2: Porovnání výsledků měření H2 bez pěnové kostky a s výsledky SGHP

Graf 2 ukazuje, že došlo k mírnému zvýšení hodnot Het a tedy přiblížení k hodnotám výparného odporu Ret. Výsledky z přístroje H2 jsou ve většině případů o cca 50% procent nižší oproti výsledkům z přístroje SGHP. U vzorku Thermie došlo k jako jedinému orientačně srovnatelných výsledků. Jelikož se ale jedná pouze o jediný vzorek, byl navržen další experiment, který už byl prováděn v klimatizované komoře, kde je možné nastavit okolní podmínky.

## 14.2. Měření na přístroji H2 v klimatizované komoře Fisher

### 14.2.1. H2 s pěnovou kostkou

I přesto, že bylo prvním měřením zjištěno zadržování vlhkosti v polyuretanové pěně, bylo provedeno měření v klimatizované komoře i s pěnovou kostkou. Důvodem byla změna podmínek měření, a tudíž ověření, zdali to ovlivní i výsledky tohoto typu měření. Proto bylo provedeno pouze jedno měření.

Měření probíhalo stále se stejnými vzorky Kamil a Thermie a jejich jednotlivými vrstvami.

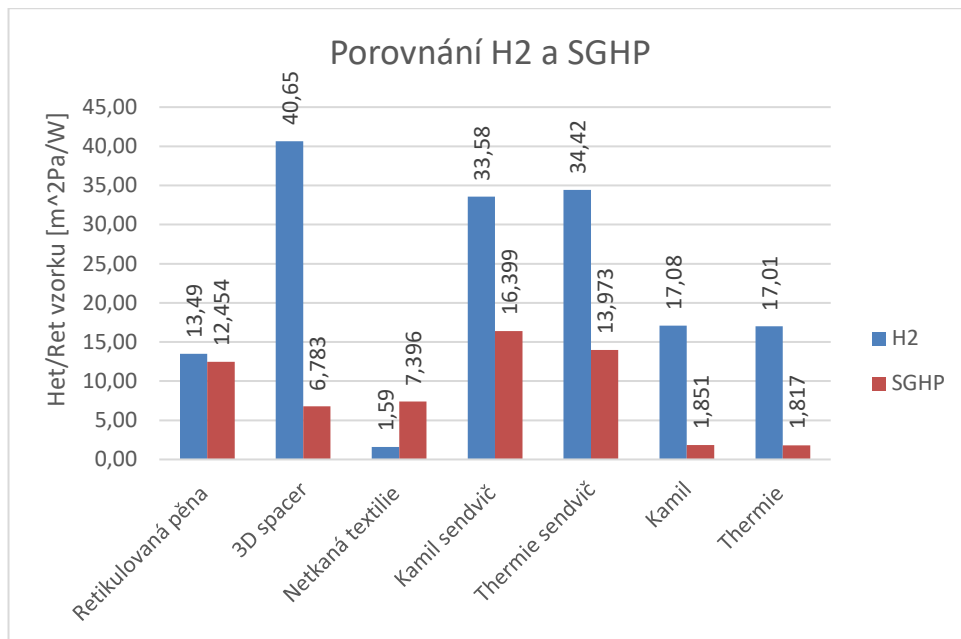
Doba měření a ustálení byla 1 až 1,5 hodiny. V experimentu došlo k výraznému snížení tepelného toku i vlhkosti pod vzorkem. Hodnoty, které byly naměřeny a vyhodnoceny jsou uvedeny v tabulce 5.

Název	H2 s pěnovou kostkou							Het vzorku m2Pa/W
	Tepelný tok W/m2	Teplota membrána °C	RH Membrána %	Teplota pod vzorkem °C	RH pod vzorkem %	Teplota okolí °C	Vlhkost okolí %	
Retikulovaná pěna	39,53	35,00	98,00	34,77	87,00	34,21	40,60	17,21
3D spacer	28,86	35,10	98,00	35,59	73,34	34,99	41,26	44,37
Netkaná textilie	38,53	35,00	98,00	34,82	95,30	34,75	40,53	5,31
Kamil sendvič	35,90	34,80	98,00	34,73	74,20	34,91	34,66	37,30
Thermie sendvič	35,27	34,85	98,00	35,19	72,50	34,97	39,15	38,14
Kamil	35,24	35,06	98,00	34,64	87,00	34,71	40,94	20,80
Thermie	36,00	35,00	98,00	34,73	86,00	34,75	40,75	20,73

Tabulka 5: Naměřené hodnoty na H2 s pěnovou kostkou v klima komoře

Název	SGHP
	Ret vzorku celkový m2Pa/W
Retikulovaná pěna	12,454
3D spacer	6,783
Netkaná textilie	7,396
Kamil sendvič	16,399
Thermie sendvič	13,973
Kamil	1,851
Thermie	1,817

Tabulka 6: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP



Graf 3: Porovnání H2 s pěnovou kostkou v klima komoře s SGHP

V grafu 3 jsou vyneseny hodnoty Het a Ret, kde je patrné, že ve většině případů jsou výrazně vyšší hodnoty naměřené na měřící hlavě H2. Jediný porovnatelný vzorek, který vykazuje blízké hodnoty je vzorek Retikulovaná pěna. Jelikož se jedná pouze o jeden z naměřených vzorků, u ostatních vzorků jsou naměřené hodnoty stále rozdílné bylo potřeba pozměnit experiment a pokračovat v dalším měření už bez polyuretanové pěny. Přestože došlo k úpravě podmínek okolního prostředí při měření v klimatizované komoře, stále dochází k zadržování vlhkosti uvnitř polyuretanové kostky a k chybným hodnotám tepelného toku.

#### 14.2.3. H2 bez pěnové kostky

Další měření už probíhalo bez pěnové kostky. Čidlo na měření vlhkosti a tepla pod vzorkem bylo umístěno na mříži v klimatizované komoře. Na něj byl položen vzorek, na který byl umístěno čidlo pro měření tepla nad vzorkem a měřící hlava.

U tohoto typu měření byl tepelný tok jiné hodnoty u prvního a druhého měření s větším rozdílem mezi sebou. Vlhkost pod vzorkem se také pohybovala ve velkém rozptylu naměřených hodnot. Tudíž i výsledné Het vycházelo u některých vzorků i v mínusových hodnotách, a proto ani s tímto typ experimentu nebyl vyhovující.

Během experimentů bylo zjištěno, že čidlo pro měření teploty pod membránou, které bylo obaleno papírovou páskou pravděpodobně nepřesně měřilo. Po úpravě bylo čidlo dále používáno bez papírové pásky v podobě holého drátku. V dalším experimentu bylo čidlo pro měření teploty a vlhkosti pod vzorkem umístěno mezi kovové pláty – mřížky, které budou spojeny nitěmi, aby držely u sebe společně s čidlem. Je to z důvodu toho, aby vzorek neležel přímo na samotném čidlu.

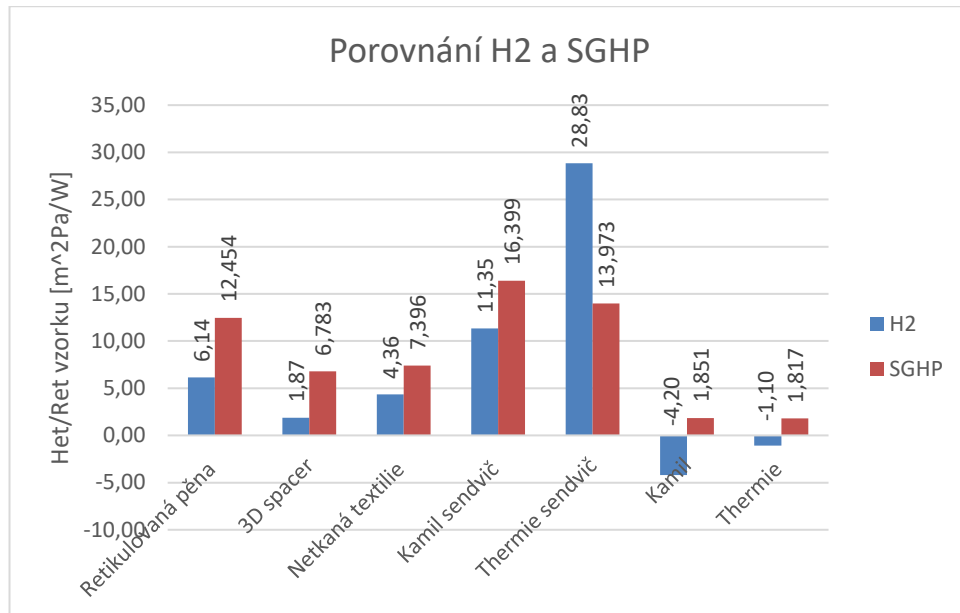


Název	H2 bez pěnové kostky								
	Tepelný tok W/m <sup>2</sup>	Teplota membrána °C	RH Membrána %	Teplota pod vzorkem °C	RH pod vzorkem %	Teplota okolí °C	Vlhkost okolí %	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Retikulovaná pěna	96,40	34,60	98,00	33,95	84,90	33,77	42,02	9,19	9,86
	58,78	35,40	98,00	35,98	89,75	36,39	40,85	10,53	
3D spacer	132,06	34,40	98,00	33,84	86,16	33,78	41,76	5,96	5,59
	60,65	35,40	98,00	36,02	83,76	36,39	40,65	5,22	
Netkaná textilie	123,04	34,50	98,00	33,87	92,96	33,62	41,86	3,66	8,08
	53,85	35,40	98,00	36,01	83,44	36,33	41,11	12,50	
Kamil sendvič	93,20	34,70	98,00	33,95	73,08	33,76	41,84	16,55	15,07
	53,46	35,45	98,00	36,32	81,41	36,69	40,08	13,59	
Thermie sendvič	94,30	34,70	98,00	34,08	67,73	33,73	41,48	19,09	32,55
	44,12	35,50	98,00	36,38	59,92	36,70	40,28	46,00	
Kamil	167,30	34,20	98,00	33,71	100,00	33,82	41,55	0,22	-0,48
	73,68	35,50	98,00	35,41	100,00	36,48	40,10	-1,18	
Thermie	153,60	34,20	98,00	33,66	100,00	33,73	41,82	0,33	2,63
	62,23	35,50	98,00	35,79	91,23	36,50	41,32	4,92	

Tabulka 7: Naměřené hodnoty na přístroji H2 bez pěnové kostky v klima komoře

Název	SGHP
	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Retikulovaná pěna	12,454
3D spacer	6,783
Netkaná textilie	7,396
Kamil sendvič	16,399
Thermie sendvič	13,973
Kamil	1,851
Thermie	1,817

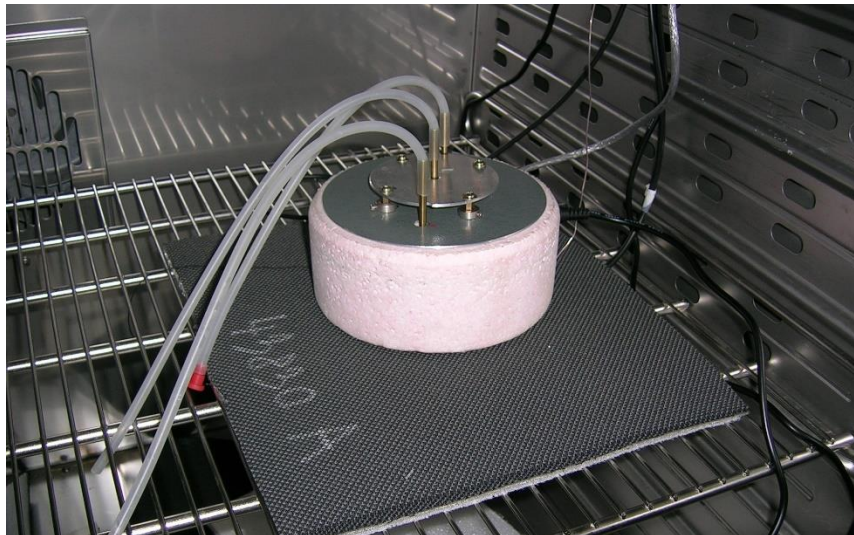
Tabulka 8: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP



Graf 4: Porovnání měření H2 bez pěnové kostky v klima komoře s SGHP

### 14.3. Měření na přístroji H2 v klimatizované komoře s mřížkou

#### 14.3.1. H2 s mřížkou



Obrázek 16: H2 v klima komoře [vlastní foto]

Tento typ měření je považován za nejlépe průkazný a daleko přesnější než předchozí experimenty. Proto jsme je měření soustředěno na provádění experimentu se sendviči a je vynecháno měření jednotlivých vrstev.

Byly zvoleny tyto materiály: Thermie, kamil, a Sly uni

Aby bylo toto měření co nejvíce průkazné bylo provedeno dle typu materiálu a výsledků 4-5 měření, s tím, že nejvíce vybočující měření, které nesplňovaly podmínky byly vyřazeny.

Mezi hodnotami tepelných toků už nebyly tak velké rozdíly a také hodnoty vlhkosti pod vzorkem nebyly s velkými rozdíly. Doba ustálení měření je v rozmezí 30–90 minut, a tudíž došlo ke zkrácení času, kdy dochází k ustálení.

Hodnoty výsledného Het v orientačním porovnání s Ret z měření na SGHP, uvedené v tabulce 9 a 10, nemá stejné ani velice přibližné hodnoty, a to z důvodu rozdílného měření, a to i přesto, že byly provedeny takové změny a pokroky v experimentu, aby byly výsledky a také podmínky měření co nejpodobnější. Je nutné pamatovat na to, že jsou zde stále rozdíly v měřících jednotkách a nejsou zajištěny podmínky proudění vzduchu a jeho směru u přístroje H2.

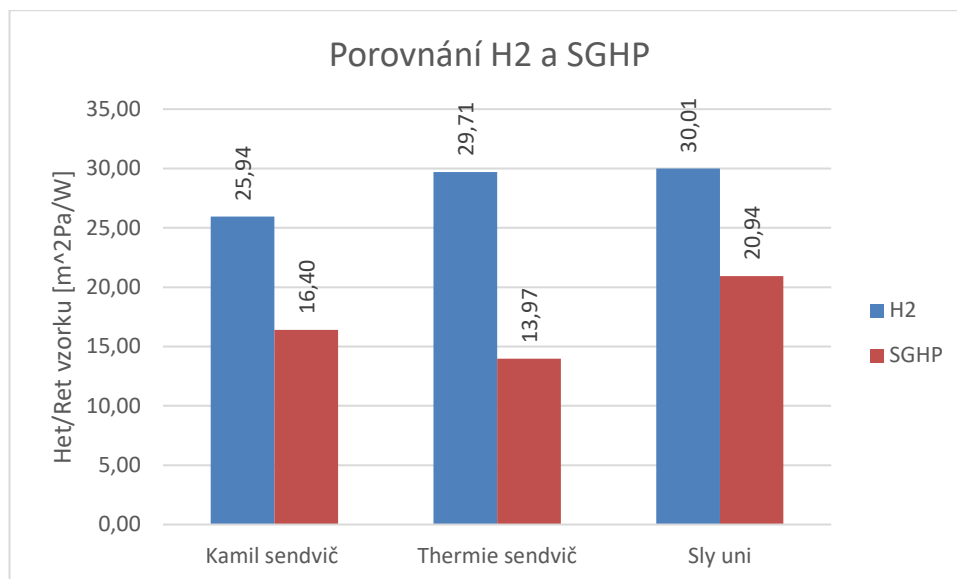
Proto byl tento typ měření považován za nejlépe průkazný a daleko přesnější než předchozí provedené experimenty. Z tohoto důvodu bylo provedeno měření na dalších šesti vzorcích abychom si mohli tuto metodu co nejvíce ověřit.

H2 s mřížkou											
Název	Datum	Čas	Tepelný tok W/m <sup>2</sup>	Teplota membrána °C	RH Membrána %	Teplota pod vzorkem °C	RH pod vzorkem %	Teplota okolí °C	Vlhkost okolí %	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Kamil sendvič	04.12.17	10:33	39,86	35,08	98,00	35,74	74,81	34,70	40,95	25,20	25,94
	05.12.17	12:56	36,20	35,00	98,00	35,93	75,06	35,27	40,28	25,78	
	12.12.17	9:35	39,40	35,10	98,00	35,99	73,04	35,13	40,64	26,83	
Thermie sendvič	28.11.17	12:30	44,94	35,10	98,00	35,80	77,42	34,79	42,32	18,34	29,71
	12.12.17	11:22	30,22	34,90	98,00	36,02	71,38	35,16	41,20	37,12	
	13.12.2017	12:28	34,40	35,10	98,00	35,85	72,20	34,98	40,70	33,67	
Sly uni	05.12.17	11:29	36,00	35,00	98,00	35,81	72,01	35,35	41,06	31,73	30,01
	11.12.17	12:12	37,96	35,06	98,00	35,77	77,35	34,78	41,20	22,38	
	12.12.17	12:47	30,15	34,70	98,00	35,74	72,13	34,88	41,80	35,91	

Tabulka 9: Naměřené hodnoty na přístroji H2 s mřížkou v klima komoře

SGHP	
Název	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Kamil sendvič	16,399
Thermie sendvič	13,973
Sly uni	20,94

Tabulka 10: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP



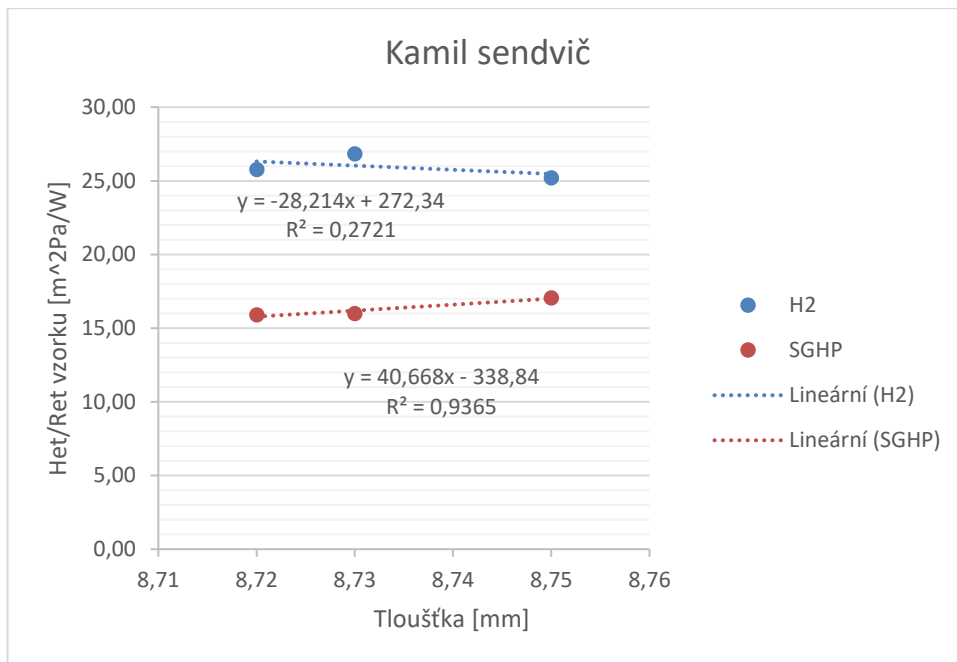
Graf 5: Porovnání výsledků H2 s mřížkou s výsledky SGHP

Z grafu 5 je patrné, že došlo k lepšímu, ale přesto orientačnímu přiblížení hodnot Het k hodnotám Ret. Je vidět, že hodnoty výparného odporu na přístroji H2 jsou až o cca 50 % vyšší oproti hodnotám z přístroje SGHP. Vzorek Sly uni vykazuje nejlepší orientační přiblížení, kdy hodnota Het je vyšší pouze o 10 % oproti Ret. Pro další experiment byl navržen stejný typ měření s více vzorky.

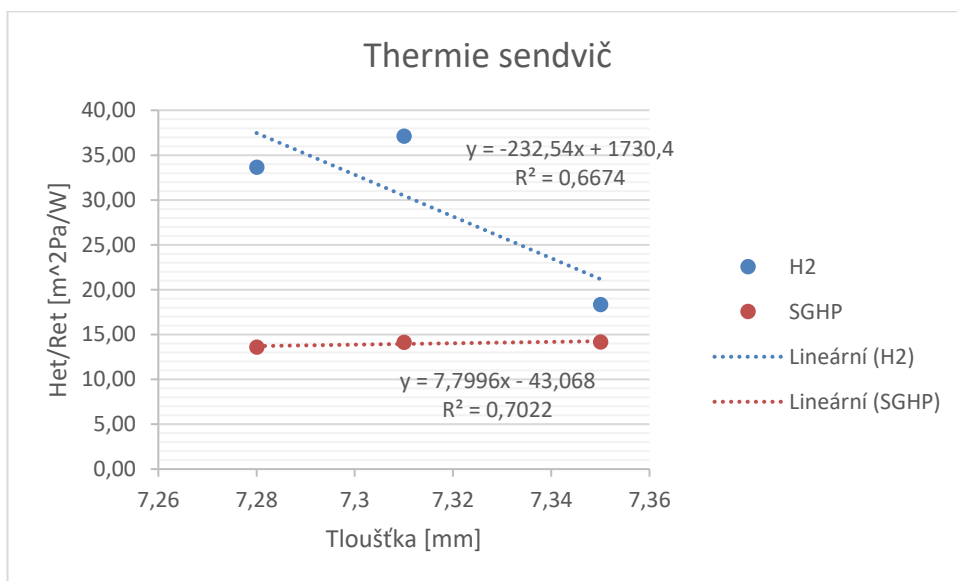
Název	H2 s mřížkou		SGHP		Tloušťka materiálu mm	Tloušťka materiálu celková mm	Korelace H2/tloušťka mat.	Korelace SGHP/tloušťka mat.
	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W				
Kamil sendvič	25,20	25,94	17,07	16,40	8,75	8,37	-0,52163	0,96773
	25,78		15,91		8,72			
	26,83		16,01		8,73			
Thermie sendvič	18,34	29,71	14,17	13,97	7,35	7,31	-0,81693	0,83795
	37,12		14,15		7,31			
	33,67		13,60		7,28			
Sly uni	31,73	28,81	20,93	20,94	6,05	6,09	0,67366	-0,79305
	22,38		21,54		6,06			
	35,91		20,40		6,15			

Tabulka 11: Souhrn výparných odporů, tloušťky materiálu korelace mezi nimi

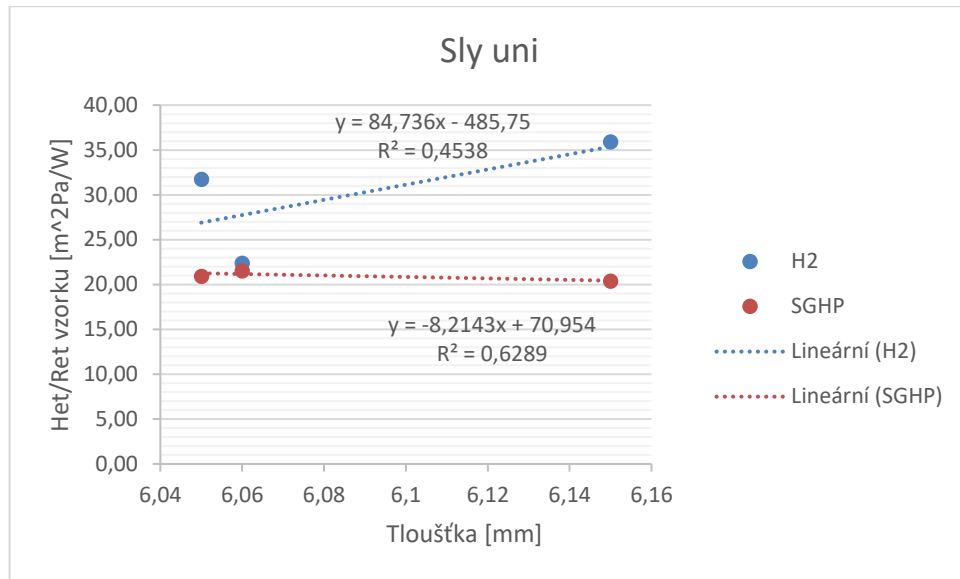
Z tabulky 11 je patrné, že výparný odpor naměřený na přístroji H2 nekoreluje s tloušťkou materiálů použitých k měření. Důvodem je to, že přístroj je ve vývoji a jeho měření není podloženo normou na rozdíl od přístroje SGHP, u kterého jde vidět závislost výparného odporu na tloušťce materiálu, kromě materiálu Sly uni kde je vidět nepřímá závislost. Korelace nejsou zcela průkazné kvůli malému počtu měření. Lineární závislosti jednotlivých zkoušených sendvičů jsou vyobrazeny níže pomocí grafů.



Graf 6: Závislost výparného odporu na tloušťce textilie Kamil



Graf 7: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Thermie

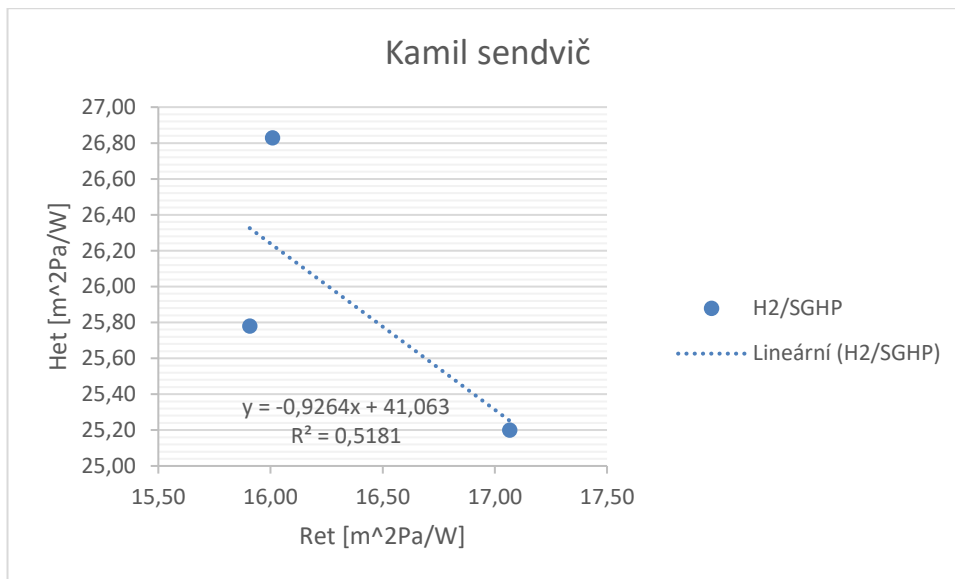


Graf 8: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Sly uni

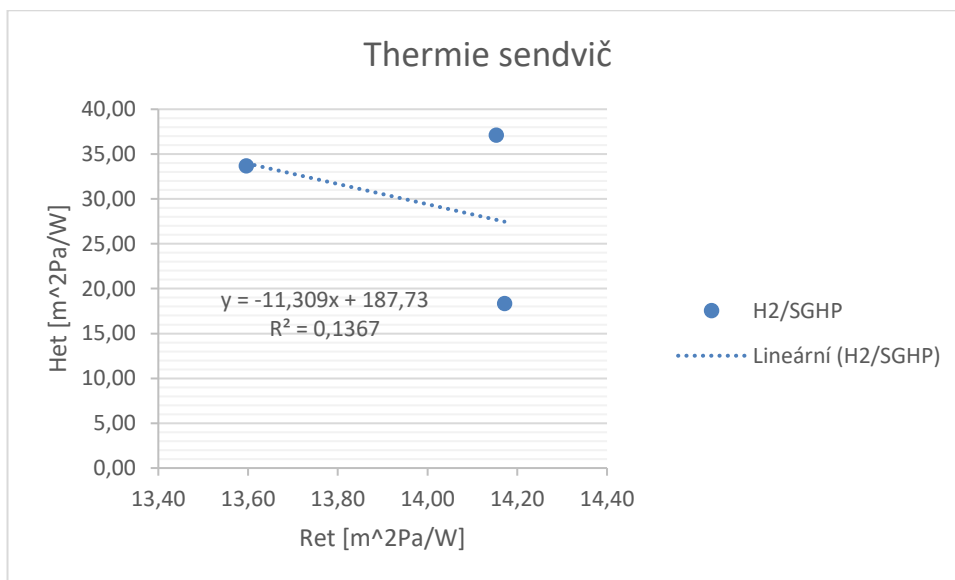
Název	H2 s mřížkou		SGHP		Korelace H2/SGHP
	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W	
Kamil sendvič	25,20	25,94	17,07	16,40	-0,71978
	25,78		15,91		
	26,83		16,01		
Thermie sendvič	18,34	29,71	14,17	13,97	-0,36979
	37,12		14,15		
	33,67		13,60		
Sly uni	31,73	30,01	20,93	20,94	-0,98444
	22,38		21,54		
	35,91		20,40		

Tabulka 12: Souhrn výparných odporů H2 a SGHP a korelace mezi nimi

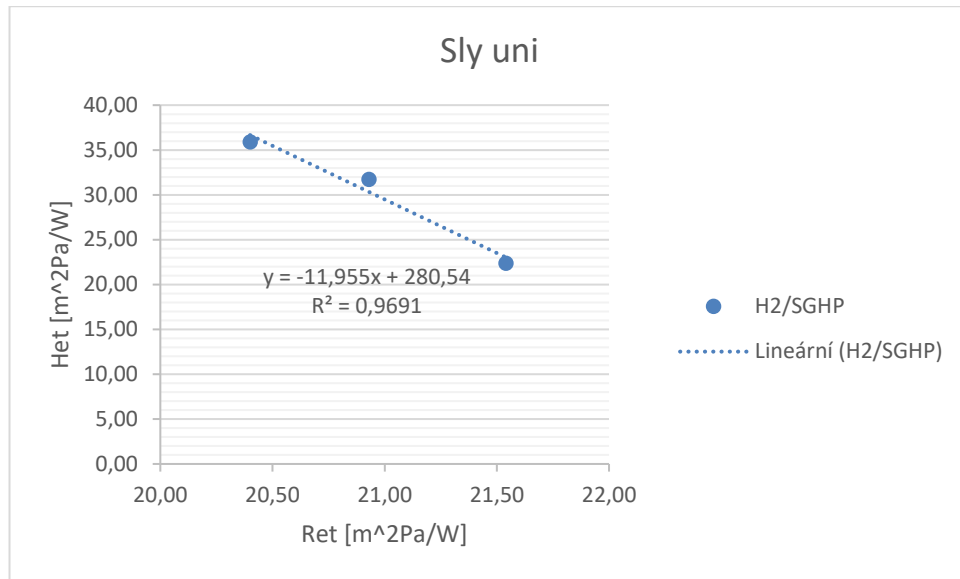
Vzájemnou korelací výparných odporů jejíž výsledky jsou vyobrazeny v tabulce 12 jsme si potvrdili, že naměřené hodnoty nejsou porovnatelné z důvodu rozdílných měřících jednotek, jejich postupů měření, časů ustálení a dalších parametrů. Lineární závislosti jsou vyobrazeny v grafech 9-11.



Graf 9: závislost výparného odporu H2 a SGHP Kamil sendvič



Graf 10: závislost výparného odporu H2 a SGHP Thermie sendvič



Graf 11: závislost výparného odporu H2 a SGHP Sly uni

Pro vzorky Kamil sendvič, Thermie sendvič a Sly uni byla vyhodnocena základní analýza dat uvedená v tabulkách 13-15. Tuto analýzu nelze považovat za zcela statisticky významnou a to proto, že byl proveden malý počet měření.

Kamil		
	H2	SGHP
Průměr	25,93	16,33
Rozptyl	0,68	0,41
Směr. Odchylka	0,83	0,64
Modus	25,62	15,69
Medián	25,78	16,01
Střední hodnota	25,49	15,96
Korelační koef.	-0,720	

Tabulka 13: statistika Kamil

Thermie		
	H2	SGHP
Průměr	29,71	13,97
Rozptyl	99,93	0,10
Směr. Odchylka	10,00	0,32
Modus	37,63	14,33
Medián	33,67	14,15
Střední hodnota	35,40	14,16
Korelační koef.	-0,371	

Tabulka 14: statistika Thermie



Sly uni		
	H2	SGHP
Průměr	30,01	20,93
Rozptyl	47,99	0,30
Směr. Odchylka	6,93	0,55
Modus	33,45	20,87
Medián	31,73	20,90
Střední hodnota	33,82	20,65
Korelační koef.	-0,98444	

Tabulka 15: statistika Sly uni

Materiály, které byly dále použity pro tento typ měření:

Ghost, gozil, tamabi, climatex, lada, unetana

U každého vzorku byly provedeny tři měření a z nich následně vyhodnocen průměr a celkový Het vzorku.

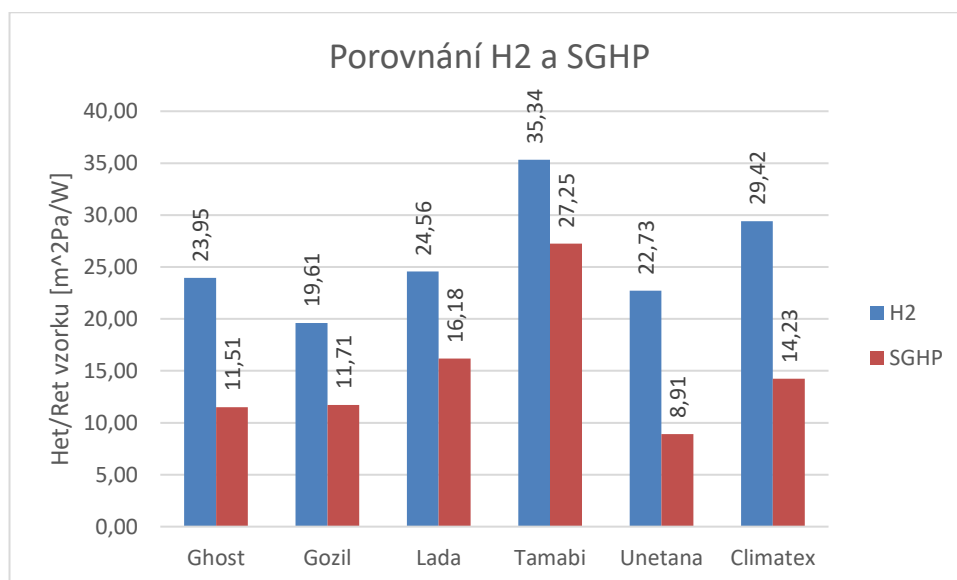
Porovnání výsledných výparných odporů měření jak na H2, tak na SGHP, uvedených v tabulce 16 a 17, potvrdilo to, co měření na předchozích vzorcích, že tímto způsobem měření došlo k přiblížení výsledků, ale hodnoty nejsou stejné ani blíže podobné.

Název	H2 s mřížkou										Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W
	Datum	Čas	Teplotný tok W/m <sup>2</sup>	Teplota membrána °C	RH Membrána %	Teplota pod vzorkem °C	RH pod vzorkem %	Teplota okolí °C	Vlhkost okolí %			
Ghost	06.12.17	11:29	40,60	35,10	98,00	35,27	63,26	34,89	40,62	43,82	23,95	
	08.12.17	11:54	35,98	35,20	98,00	35,80	81,48	35,18	40,38	18,06		
	10.01.18	10:53	57,74	35,00	98,00	35,46	81,84	34,74	41,74	9,96		
Gozil	06.12.17	12:15	40,81	35,00	98,00	35,26	76,80	34,77	41,78	23,95	19,61	
	07.12.17	11:28	42,66	35,10	98,00	35,45	82,60	34,89	41,08	14,55		
	11.01.18	12:00	36,26	35,30	98,00	35,87	80,18	35,15	40,44	20,34		
Lada	06.12.17	10:23	46,35	35,03	98,00	35,31	77,76	35,10	40,50	18,23	24,56	
	07.12.17	12:11	40,76	35,10	98,00	35,60	63,26	34,86	41,76	42,01		
	17.01.18	11:39	46,28	34,86	98,00	35,66	80,15	35,08	40,98	13,43		
Tamabi	06.12.17	13:02	30,10	35,10	98,00	35,53	70,28	34,81	41,53	45,17	35,34	
	15.01.18	11:00	44,46	35,10	98,00	35,43	73,56	35,01	40,65	25,63		
	17.01.18	14:07	36,22	35,00	98,00	35,44	71,16	34,94	41,32	35,22		
Unetana	06.12.17	13:36	39,14	35,18	98,00	35,45	80,60	34,88	41,58	19,77	22,73	
	10.01.18	12:01	37,70	35,10	98,00	35,74	68,66	34,89	40,95	36,58		
	11.01.18	13:46	48,50	35,00	98,00	35,67	81,50	35,05	41,45	11,85		
Climatex	07.12.17	10:40	43,28	35,04	98,00	35,69	75,10	34,77	41,10	22,52	29,42	
	13.12.17	13:03	35,98	35,14	98,00	35,78	66,62	34,76	42,02	43,11		
	15.01.18	12:00	43,00	35,00	98,00	35,54	75,56	34,97	41,34	22,63		

Tabulka 16: Naměřené hodnoty na přístroji H2 s mřížkou

	SGHP
Název	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W
Ghost	11,51
Gozil	11,71
Lada	16,18
Tamabi	27,25
Unetana	8,91
Climatex	14,23

Tabulka 17: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP



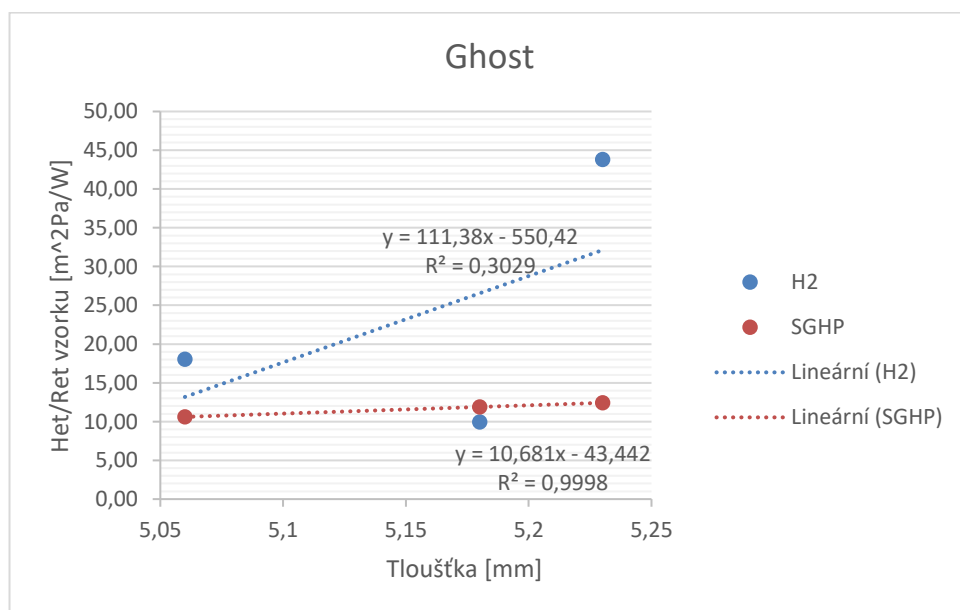
Graf 12: Porovnání výsledků naměřených na H2 s mřížkou a s SGHP

Graf 12 nám ukazuje, že hodnoty Het jsou stále vyšší než hodnoty Ret, a to ve většině případů až o 50 %. Největšímu orientačnímu přiblížení hodnot došlo u vzorku Tamabi, kdy je rozdíl hodnot pouze cca 8-9 %. I přesto, že hodnoty nejsou stejné ani zcela blízké bylo tento typ měření výparného odporu prokázán jako nejlepší ze všech experimentů provedených na přístroji H2 v této diplomové práci. A to i proto, že vzhled sloupců H2 je téměř stejný jako vzhled sloupců SGHP, ale s jinými hodnotami, s tím, že hodnoty Ret jsou nižší oproti hodnotám Het.

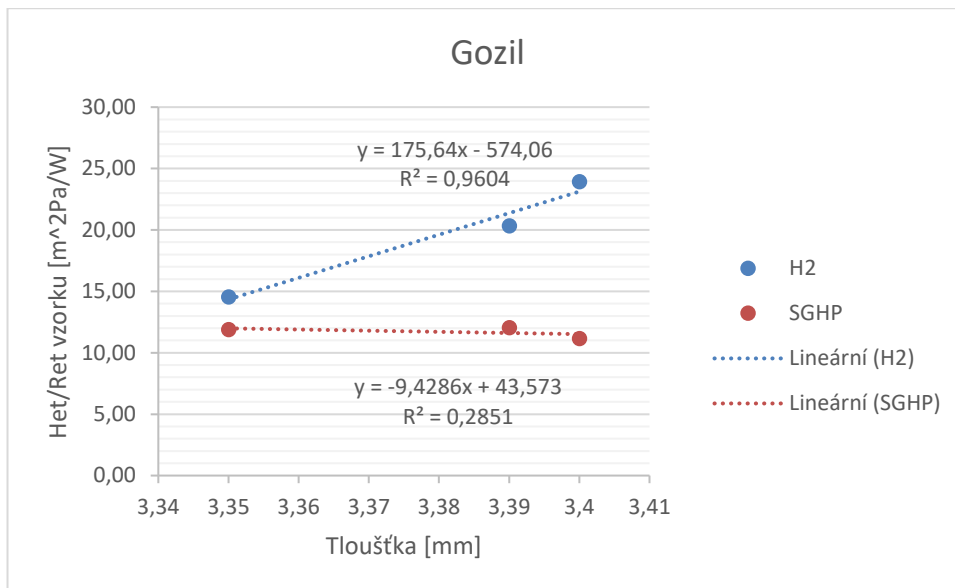
Název	H2 s mřížkou		SGHP		Tloušťka materiálu mm	Tloušťka materiálu celková mm	Korelace H2/tloušťka mat.	Korelace SGHP /tloušťka mat.
	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W				
Ghost	43,82	23,95	12,41	11,51	5,23	5,16	0,55037	0,99991
	18,06		10,60		5,06			
	9,96		11,90		5,18			
Gozil	23,95	19,61	11,17	11,71	3,4	3,38	0,97999	-0,53399
	14,55		11,90		3,35			
	20,34		12,04		3,39			
Lada	18,23	24,56	10,37	16,18	5,14	5,13	-0,77690	-0,86899
	42,01		19,11		5,12			
	13,43		19,05		5,13			
Tamabi	45,17	35,34	27,57	27,25	8,33	8,35	-0,66266	-0,20704
	25,63		26,62		8,35			
	35,22		27,55		8,36			
Unetana	19,77	22,73	8,02	8,91	2,58	2,53	0,03791	-0,26216
	36,58		10,74		2,52			
	11,85		7,97		2,5			
Climatex	22,52	29,42	14,25	14,23	7,35	7,40	0,99999	-0,97073
	43,11		14,16		7,5			
	22,63		14,28		7,35			

Tabulka 18: Souhrn výparných odporů, tloušťky materiálu korelace mezi nimi

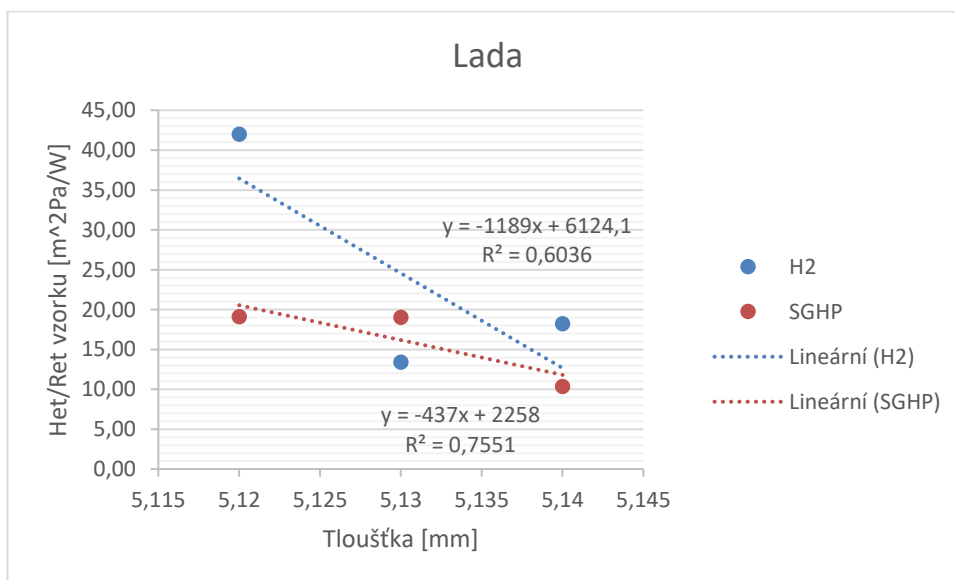
Z tabulky 14 je zřejmé, že většina hodnot výparného odporu naměřených na přístroji H2 nejsou závislé na tloušťce materiálu. Závislost je viditelná pouze u vzorků Gozil a Climatex. U naměřených hodnot na přístroji SGHP je patrna pouze jedna závislost výparného odporu na tloušťce materiálu, a to u vzorku Ghost. Ostatní materiály korelaci neprokazují. Tyto korelace nelze považovat za zcela průkazné, protože byl proveden malý počet měření a každá hodnota, která je vybočující silně ovlivňuje výsledek. Lineární závislosti jsou zaznamenány i níže v grafech.



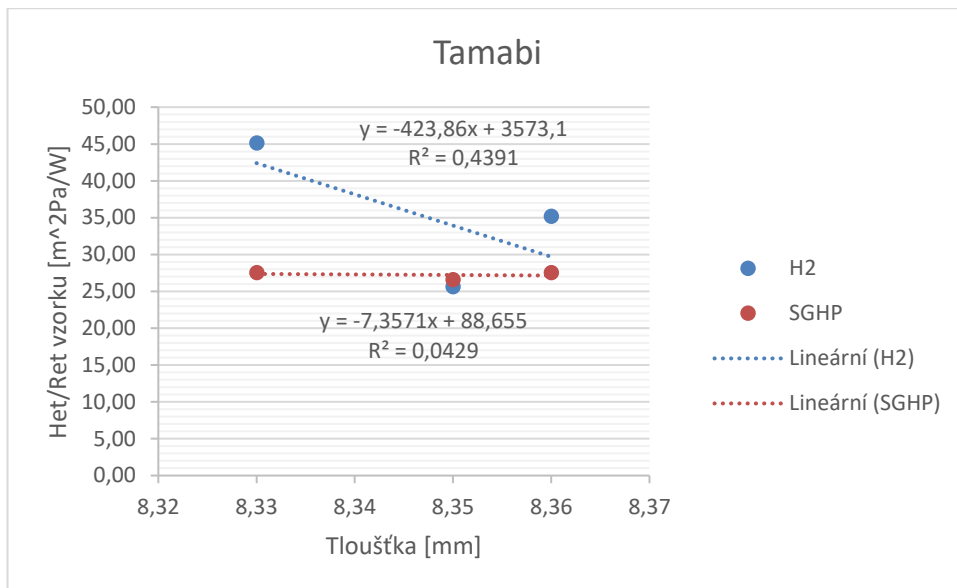
Graf 13: závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Ghost



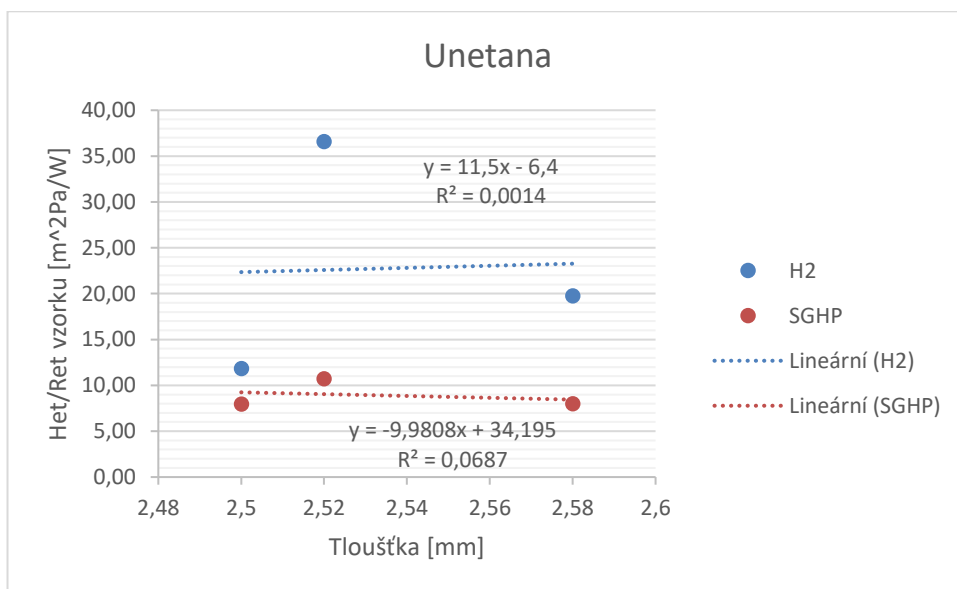
Graf 14: závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Gozil



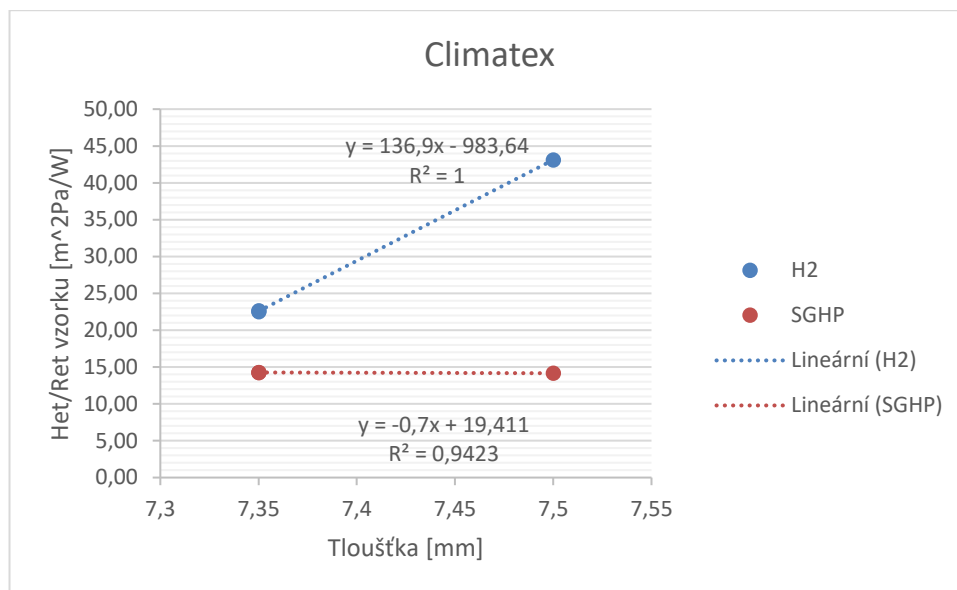
Graf 15: závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Lada



Graf 16: závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Tamabi



Graf 17: závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Unetana

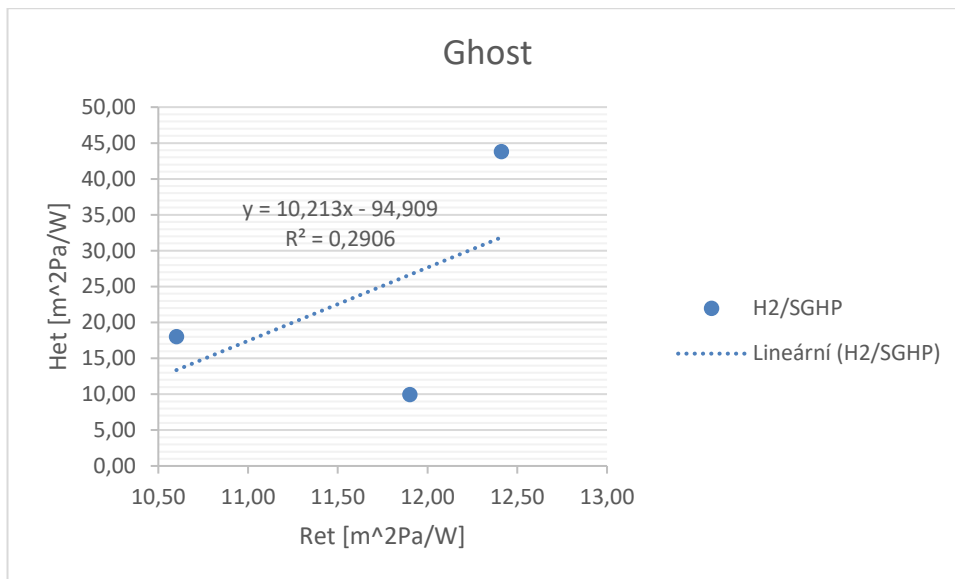


Graf 18: závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Climatex

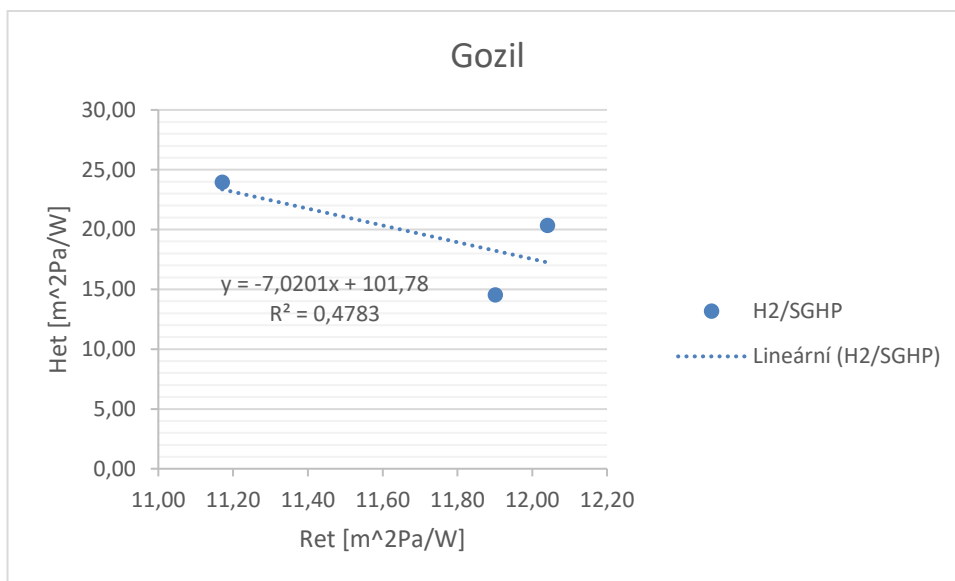
Název	H2 s mřížkou		SGHP		Korelace H2/SGHP
	Het vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Het vzorků celkový m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku m <sup>2</sup> Pa/W	Ret vzorku celkový m <sup>2</sup> Pa/W	
Ghost	43,82	23,95	12,41	11,51	0,53909
	18,06		10,60		
	9,96		11,90		
Gozil	23,95	19,61	11,17	11,71	-0,69159
	14,55		11,90		
	20,34		12,04		
Lada	18,23	24,56	10,37	16,18	0,36357
	42,01		19,11		
	13,43		19,05		
Tamabi	45,17	35,34	27,57	27,25	0,86989
	25,63		26,62		
	35,22		27,55		
Unetana	19,77	22,73	8,02	8,91	0,95439
	36,58		10,74		
	11,85		7,97		
Climatex	22,52	29,42	14,25	14,23	-0,96960
	43,11		14,16		
	22,63		14,28		

Tabulka 19: Souhrn výparných odporů H2 a SGHP a korelace mezi nimi

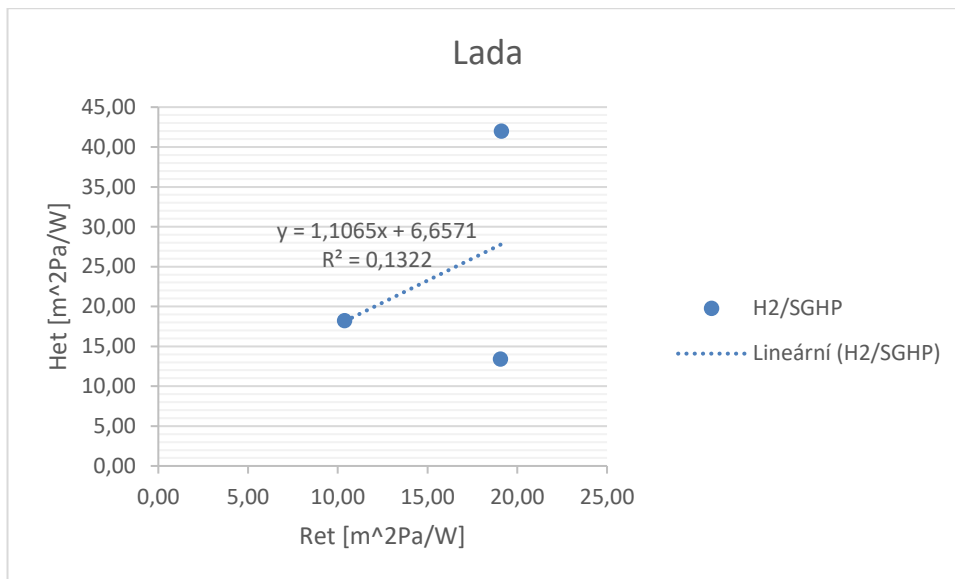
V tabulce 17 výše je vyobrazena korelace výparných odporů Het a Ret, kdy je patrná lepší korelace než u předchozího měření, ale stále tuto korelaci nelze považovat za průkaznou z důvodu rozdílných měřících jednotek. Pro lepší vyobrazení lineární závislosti byly zhotoveny grafy pro jednotlivé vzorky.



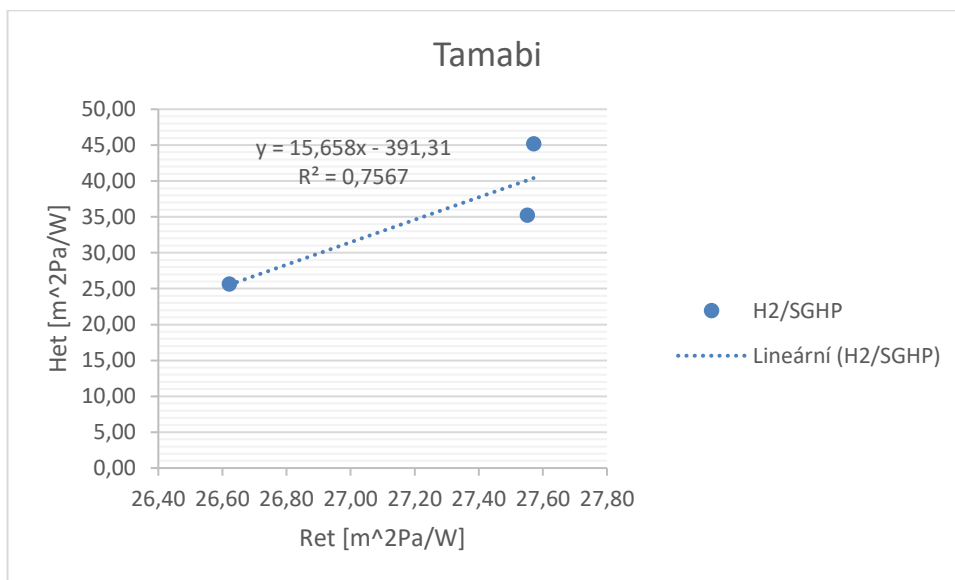
Graf 19: závislost výparných odporů H2 a SGHP Gozil



Graf 20: závislost výparného odporu Het a Ret Gozil

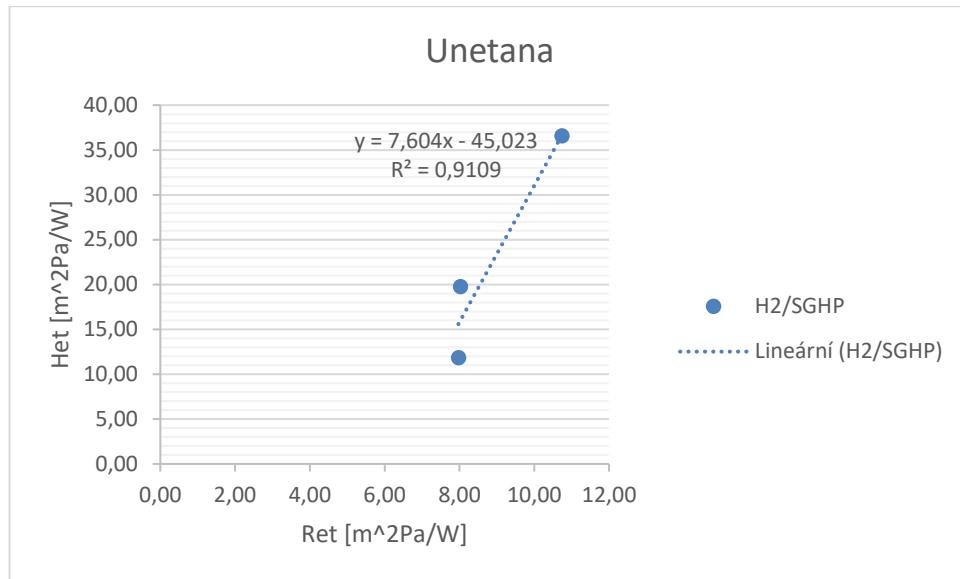


Graf 21: závislost výparného odporu Het a Ret Lada

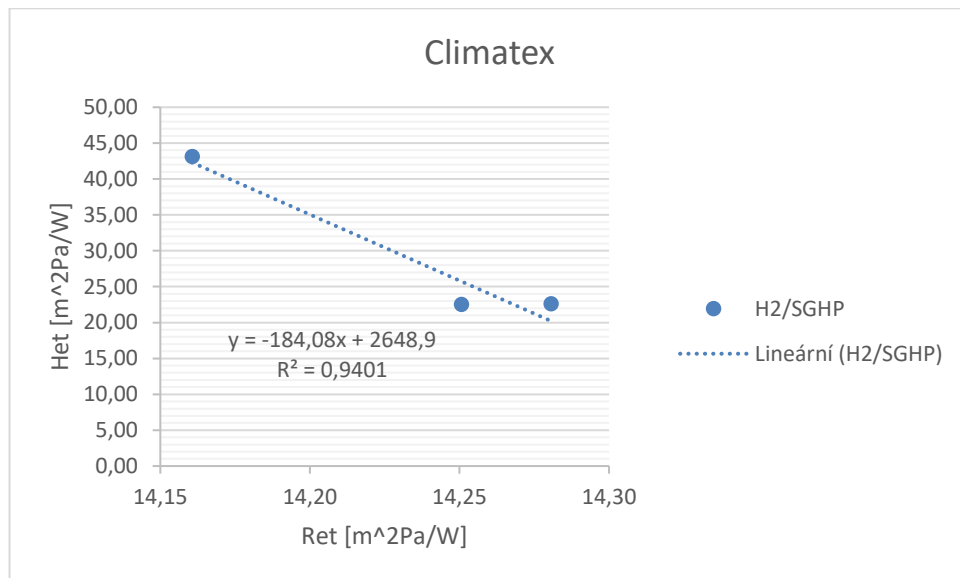


Graf 22: závislost výparného odporu Het a Ret Tamabi





Graf 23: závislost výparného odporu Het a Ret Unetana



Graf 24: závislost výparného odporu Het a Ret Climatex

Pro každý měřený vzorek byla vyhodnocena základní analýza dat uvedena v tabulkách 20-25, která není zcela statisticky významná, z důvodu malého počtu naměřených hodnot.

Ghost		
	H2	SGHP
Průměr	23,95	11,63
Rozptyl	312,61	0,87
Směr. Odchylka	17,68	0,93
Modus	12,17	12,16
Medián	18,06	11,90
Střední hodnota	14,01	12,16
Korelační koef.	0,539	

Tabulka 20: statistika Ghost

Gozil		
	H2	SGHP
Průměr	19,61	11,70
Rozptyl	22,49	0,22
Směr. Odchylka	4,74	0,47
Modus	21,07	12,10
Medián	20,34	11,90
Střední hodnota	22,15	11,97
Korelační koef.	-0,691	

Tabulka 21: statistika Gozil

Lada		
	H2	SGHP
Průměr	24,56	16,18
Rozptyl	234,22	25,29
Směr. Odchylka	15,30	5,03
Modus	11,90	21,92
Medián	18,23	19,05
Střední hodnota	15,83	19,08
Korelační koef.	0,363	

Tabulka 22: statistika Lada

Tamabi		
	H2	SGHP
Průměr	35,34	27,24
Rozptyl	35,46	0,29
Směr. Odchylka	9,77	0,54
Modus	35,10	27,85
Medián	35,22	27,55
Střední hodnota	30,43	27,56
Korelační koef.	0,869	

Tabulka 23: statistika Tamabi

Unetana		
	H2	SGHP
Průměr	22,64	8,09
Rozptyl	162,44	2,51
Směr. Odchylka	12,75	1,59
Modus	16,90	7,13
Medián	19,77	8,02
Střední hodnota	15,68	8,00
Korelační koef.	0,951	

Tabulka 24: statistika Unetana

Climatex		
	H2	SGHP
Průměr	29,42	14,38
Rozptyl	140,57	0,04
Směr. Odchylka	11,86	0,19
Modus	15,84	14,18
Medián	22,63	14,28
Střední hodnota	22,58	14,27
Korelační koef.	-0,969	

Tabulka 25: statistika Climatex

U každého vzorku byla vyhodnocena základní analýza dat, kterou ale nelze brát za zcela statisticky významnou z důvodu provedení malého počtu dat. Pro průkaznější statistiku by bylo vhodnější provést větší množství měření.

#### 14.4. Měření Rct na H2

Abychom si ověřili veškeré možnosti měření přístroje H2, byl proveden experiment měření tepelného odporu Rct/Hct. Měření bylo prováděno v klimatizované komoře Fisher s měřicí hlavicí bez naplnění vodou.

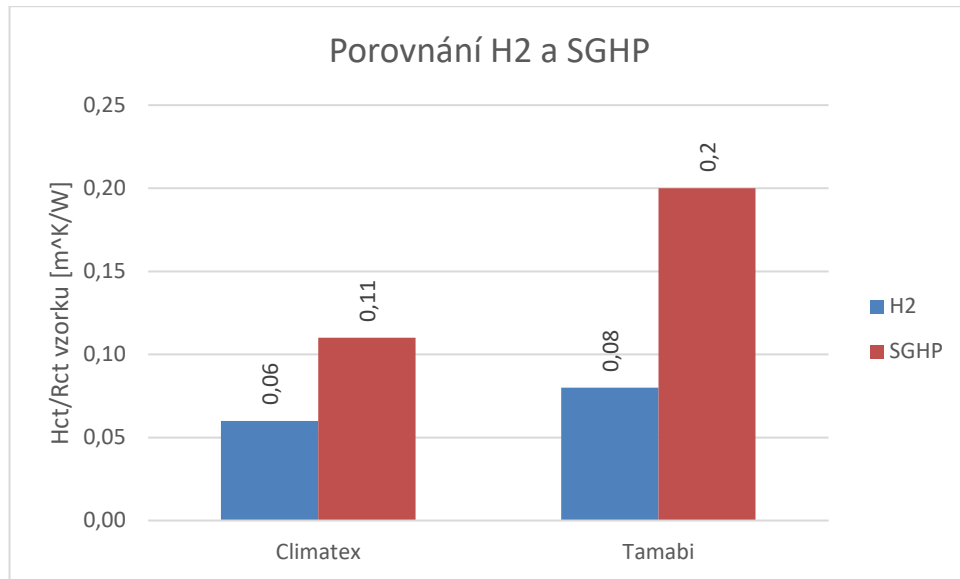
Nejprve bylo prováděno měření kdy v klima komoře byly nastaveny podmínky 35 °C a 40 % vlhkosti. U tohoto měření bylo zjištěno, že teplota okolí velmi ovlivňuje teplotu v přístroji, a tudíž i teplotu pod membránou. Nebylo tedy nutné spouštět vytápění přístroje, a proto hodnoty tepelného toku byly velmi nízké. Měření bylo prováděno jak se vzorkem (Climatex, Tamabi) tak bez vzorku a nebyly viditelné žádné rozdíly.

Proto bylo důležité provést další měření tentokrát s podmínkami stejnými jako při měření Rct v přístroji SGHP a podle normy 11 092 pro měření tepelného a výparného odporu plošných textilií. Tedy teplota byla nastavena na 20 °C a vlhkost na 60 %.

Nejprve bylo nutné několika pokusy zjistit na kolik stupňů lze zapnout vytápění, aby teplota pod membránou dosahovala 35 °C. Postupným zvyšováním bylo zjištěno že je potřeba aby teplota vytápění byla nastavena na 40 °C. Díky nastavenému vytápění došlo ke zvýšení tepelného toku, a tudíž mohlo dojít k lepšímu vyhodnocení a orientačnímu porovnání výsledku s měřením na SGHP, které bylo u vzorku taktéž provedeno. Doba ustálení u tohoto měření je vysoká a to až 2,5 hodiny.

	H2 s mřížkou	SGHP
Název	Hct vzorků celkový m <sup>2</sup> K/W	Rct vzorku celkový m <sup>2</sup> K/W
Climatex	0,06	0,11
Tamabi	0,08	0,2

Tabulka 26: Naměřené výsledky H2 a SGHP



Graf 25: Porovnání výsledků naměřených na H2 s výsledky SGHP

Tímto typem měření ale bylo zjištěno že výsledné Rct na přístroji H2 se velmi orientačně přiblížilo výsledku z měření na SGHP.

Z časového důvodu bylo provedeno jen málo pokusů tímto způsobem měření, a proto by bylo vhodné v tomto měření nadále pokračovat s dalšími vzorky a ověřit tak lépe tuto metodu měření.

## 15.Souhrn dosažených výsledků

V rámci diplomové práce bylo provedeno několik experimentů s přístrojem H2, a to jak ve volném prostoru – klimatizované místnosti, tak i v klimatizované komoře. Pro některá měření byla použita kostka z polyuretanové pěny, na kterou byl poté umístěn vzorek, aby došlo k simulaci struktury automobilové sedačky. Byly provedeny i měření bez pěny, a to buď s použitím kovové mřížky, anebo s vzorkem položeným na mříž, která je součástí klimatizované komory.

- Při měření s přístrojem H2, kdy byla použita polyuretanová pěnová kostka pro simulaci struktury sedačky, a to jak ve volném prostoru, tak i v klimatizované komoře, bylo dosaženo nevyhovujících výsledků z důvodu zadržení vlhkosti uvnitř pěnové kostky. Proto bylo od dalšího testování tímto způsobem upuštěno a došlo tak k rozhodnutí, že přístroj je vhodný pro měření potahů automobilových sedaček nikoliv celé struktury sedačky.
- Nejlepších výsledků bylo dosaženo až v klimatizované komoře, kdy došlo zejména ke zkrácení času ustálení. Díky orientačnímu porovnání výsledků měření s přístroji SGHP a H2 bylo zjištěno, že měření za použití kovové mřížky nás k výsledkům přiblížil nejvíce, ale výsledky nejsou stejné ani podobné.

- Výsledné hodnoty jednotlivých měření na přístroji H2 a SGHP nelze zcela srovnávat ani porovnávat, pouze orientačně a to proto, že je zde spousta rozdílných faktorů např. konstrukce přístroje, podmínky měření, čas ustálení atd. Důležitým faktorem je také rychlost a směr proudění vzduchu, který ovlivňuje rozsah měření a tepelné a výparné ztráty. Tento faktor u měřicí hlavy H2 není zatím řešen na rozdíl od přístroje SGHP.
- Při pokusu měření Rct s přístrojem H2 a následným orientačním porovnáním bylo zjištěno, že naměřené hodnoty jsou si v porovnání s hodnotami přístroje SGHP, na kterém bylo také provedeno měření Rct, jsou si velice blízké. Z tohoto důvodu lze orientačně říct, že přístroj H2 bude vhodnější pro měření tepelného odporu. Je však dobré ověřit toto měření větším množstvím experimentů.

## 16. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout experiment pro přístroj H2 pro měření výparného odporu automobilových sedaček a plošných textilií ze kterých jsou potahy sedaček vyráběny.

V teoretické části je uveden všeobecný přehled o autosedačce, a to včetně materiálů pro autopotahy. Je zde zmíněna také ergonomie sedadla a faktory, které ovlivňují pohodlí řidiče. Důležitou částí rešerše je kapitola o termo-fyziologickém komfortu, termoregulaci lidského těla a možnostech výměny tepla mezi člověkem a okolím. Na tuto kapitolu navazuje část o možnostech měření komfortu automobilových sedaček a jejich potahů zaměřených na propustnost vodních par a tepla.

V experimentální části jsou popsány a vyhodnoceny měření, které byly provedeny na katedře oděvnictví Technické univerzity v Liberci. Jednalo se o měření výparného odporu, pro který byl použit nově vyvinutý přístroj H2 (hlava 2), který by měl sloužit pro orientační měření výparného odporu Het a to zejména automobilových sedaček, kvůli snadné manipulovatelnosti s přístrojem a pro použití na plošné textilie ze kterých jsou vyráběny potahy sedaček. Druhým přístrojem, který byl zvolen pro porovnání výsledků výparného odporu je SGHP. Jedná se o měřící jednotku, která patří mezi standartní přístroje pro měření fyziologických parametrů plošných textilií – výparného a tepelného odporu. Postup a parametry k měření na přístroji SGHP je dán normou ISO 11 092.

Bylo provedeno několik druhů měření na přístroji H2, a to jak na struktuře automobilových sedaček, tak na samotných potazích sedaček a jejich jednotlivých vrstvách, ze kterých jsou složeny.

První měření probíhaly v klimatizované místnosti s použitím polyuretanové pěny, na kterou byl umístěn vzorek jak celých sendvičových struktur potahů, tak jednotlivých složek, ze kterých je složen. Toto měření se prokázalo jako nevhodné, protože dochází k zadržování vlhkosti v pěně, tudíž k vysoké vlhkosti pod vzorkem a tím tak k velice podobným hodnotám tepelného toku. Nevyhovující také byla dlouhá doba ustálení. Další měření bylo prováděno bez pěnové kostky pouze s plošnými textiliemi. A to z důvodu přiblížení metodě SGHP. Toto měření bylo zcela nevyhovující kvůli dlouhé době ustálení, která trvala 3-4 hodiny, vysokým hodnotám vlhkosti pod vzorkem a vysokým hodnotám tepelného toku. Tyto dva typy experimentu se ukázaly jako nevyhovující, a to hlavně proto, že v klimatizované místnosti nejde nastavit teplota a vlhkost, která se používá u měření s SGHP. Také nelze ovlivnit rychlost proudění vzduchu v klimatizované místnosti.

Proto byla navržena další možnost měření v klimatizované komoře Fisher, kde je možné nastavit okolní teplotu na 35 °C a vlhkost okolního prostředí na 40 %. Při měření H2 s pěnovou kostkou byla doba ustálení 1- 1,5 hodiny, hodnoty tepelného toku se výrazně zmenšily a také hodnoty vlhkosti pod vzorkem byly sníženy. I přesto

však stále docházelo k zadržování vlhkosti v pění a z tohoto důvodu bylo zavrženo další měření na struktuře automobilových sedaček.

Pro další měření byly vybrány pouze materiály sendvičových struktur potahů, které byly umístěny na kovovou mřížku, do které bylo umístěno čidlo pro měření teploty a vlhkosti pod vzorkem. Tento tenký soubor mřížek je používán proto, aby vzorek neležel přímo na čidle, ale byl tam menší prostor pro proudění vzduchu. Také čidlo pro měření teploty nad vzorkem bylo upraveno, jednalo se o tenký drátek, jehož konec, který byl umístován pod měřící hlavu, byl obalen tenkou papírovou páskou. Takto obalené čidlo pravděpodobně zkreslovalo hodnoty teploty nad vzorkem, a proto pro další měření byla páska sundána a používán pouze holý drátek.

Tento druh měření prokázal nejlepší přiblížení výparného odporu měřeného na H2 k hodnotám naměřených na SGHP. Nelze však dosáhnout totožných hodnot výparných odporů těchto dvou zařízení, protože mají rozdílnou metodiku měření, rozdílnou konstrukci a také jiné časy ustálení. Dalším důvodem je, že měřící hlava H2 je stále ve vývoji a není podložena normou. U měření s H2 také není zjištěno, zda nedochází k úniku tepla z přístroje do okolního prostředí a také rychlost proudění vzduchu jako je tomu u přístroje SGHP u kterého vodní páry pronikají vzorkem směrem nahoru, kde jsou odfukovány definovaným proudem vzduchu. Toto u H2 není řešeno.

Pro zajímavost a ověření všech schopností měření H2 bylo provedeno měření tepelného odporu. Měření bylo provedeno v malém počtu z důvodu časové náročnosti, ale i přesto výsledky ukazují lepšího přiblížení hodnot v orientačním porovnání s SGHP.

Výsledkem experimentální části tedy je, že byla navrženo a ověřeno několik metodik měření na přístroji H2 a byla vybrána optimální metodika pro orientační měření plošných textilií pro potahy automobilových sedaček a jejich sendvičových struktur. Proto bylo doporučeno pokračovat v orientačním měření tepelného a výparného odporu s dalšími materiály a s větším počtem měření, aby byly výsledky prokazatelnější. Pozornost by měla být věnována vývoji konstrukce přístroje pro měření výparného odporu, kde by bylo možné měřit teplotu na kovové mřížce, na kterou je membrána připevněna, a také aby byly zajištěny lepší podmínky měření, kdy půjde nastavit přesně teplotu a vlhkost okolního prostředí, směr a rychlost proudění vzduchu a kde nebude docházet k unikání tepla měřící hlavy do okolního prostředí.



## 17.Zdroje

- [1] ŠMELHAUS, Jan. *Fyziologický komfort automobilových sedaček*. Liberec, 2011. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Doc. Ing. A. Havelka, CSc.
- [2] Hes, L., Prof. Ing., DrSc., Sluka, P., Bc.: *Úvod do komfortu textilií*. Liberec Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 1.vyd. 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [3] KOVAČIČ, Vladimír. *Textilní zkušebnictví*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2004, 2 sv. (79, 69 s.). ISBN 80-7083-825-62.
- [4] POSPÍŠIL, Z. *Příručka textilního odborníka*. Prah: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981. ISBN DT 667(021).
- [5] SONG, G. *Improving comfort in clothing*. Philadelphia: Woodhead Pub., 2011, xxv, 459 p. Woodhead publishing in textiles, no. 106. ISBN 18-456-9539-9.
- [6] HORROCKS, A.R. Ed. by A.R.S. *Handbook of technical textiles*. Reprinted. Cambridge, England: Woodhead Pub. Ltd., in association with The Textile Institute, 2000. ISBN 18-557-3385-4.
- [7] HUANG, J. Sweating guarded hot plate test method. *Elsevier: Polymer Testing* [online]. 2006, č. 25, s. 709-716

Dostupné z: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

- [8] FUNG, W. *Textiles in automotive engineering*. Cambridge: Woodhead, 2000. ISBN 18-557-3493-1.
- [9] Instituto de biomecánica de Valencia. *Thermal comfort laboratory for automotive seats: STAN*. Valencia, 2014.
- [10] M. SC. MD., Abounaim. *Process development for the manufacturing of at knitted innovative 3D spacer fabrics for high performance composite applications*. Drážďany, 2011. Disertační práce. Technická univerzita v Drážďanech.
- [11] PALIČUKOVÁ, Miroslava. *Vývoj zařízení pro zkoušení prodyšnosti objemných materiálů za provozních podmínek*. Liberec, 2009. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Ondřej Novák.
- [12] CORTON, James. Evaluation comfort using the SATRA STM 511 sweating guarded hotplate. *SATRA Bulletin* [online].

Dostupné z:

[http://satratechnology.com/files/evaluating\\_comfort\\_sweating\\_guarded\\_hotplate.pdf](http://satratechnology.com/files/evaluating_comfort_sweating_guarded_hotplate.pdf)

- [13] New testing methods for vehicle seats. *Inovation in textiles* [online]. Boeninngheim, 2013 Dostupné z: <http://www.innovationintextiles.com/new-testing-methods-for-vehicle-seats/>

[14] KULCSAR, Raul Miklos, Ion Silvin BOROZAN, Veronica ARGESANU a Lucian MADARAS. Car seats ergonomic evaluation. *Annals of faculty engineering hunedoara: International journal of engineering* [online]. 2013

Dostupné z: <http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2013/ANNALS-2013-2-22.pdf>

[15] Měření a hodnocení pracovní tepelné zátěže na pracovištích: Řízení a regulace teploty tělesného jádra. *Krajská hygienická stanice Královéhradeckého kraje* [online].

Dostupné z:

[http://www.khshk.cz/elearning/kurs3/22zen\\_a\\_regulace\\_tploty\\_tlesneho\\_jdra.html](http://www.khshk.cz/elearning/kurs3/22zen_a_regulace_tploty_tlesneho_jdra.html)

[16] NAEEM, Jawad, Funda Buyuk MAZARI a Adnan MAZARI. *Clothing comfort of car seats*. Liberec: Technická univerzita v liberci

[17] Beroun, S.: Schole C.: *Základy automobilové techniky*. Mladá Boleslav, 2003, ISBN 80-239-0659-3

[18] Schiller, F.: *The relation between long-term rating komfort and driver movement*. 2007

[19] J. Mecheels, *Körper – Klima – Kleidung: Wie funktioniert unsere kleidung?*, Berlin. Schiele & Schön (1998)

[20] ČSN 80 0855. *Zjišťování relativní propustnosti vodních par plošnou textilií*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1977

[21] Adient Strakonice s.r.o. *IAESTE TU Liberec* [online]. Liberec [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: [http://public.iaeste.cz/T-Forum\\_2017\\_TUL/adient.htm](http://public.iaeste.cz/T-Forum_2017_TUL/adient.htm)

[22] RADUŠKOVÁ, Monika. *Marketingový průzkum komfortu sedění v automobilech* [online]. Liberec, 2009 [cit. 2018-04-29]. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Ludmila Fridrichová, Ph. D.

[23] ISO 11 092. *Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek (zkouška pomocí vyhříváné desky simulující efekt pocení)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.

[24] Come pulire i sedili dell'auto. In: *Pour femme* [online]. 2016 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <https://tempolibero.pourfemme.it/articolo/come-pulire-i-sedili-dell-auto/36919/>

[25] Safety mechanisms in cars. In: *Sei80* [online]. USA, 2003 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <http://sei80.com/?p=32680>

[26] Přístroje pro zkoušky komfortu. In: *Kaitrade* [online]. Praha, 2014 [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <http://kaitrade.cz/produkty/pristroje-pro-testovani-textilu/pristroje-pro-zkousky-komfortu>

[27] Sweating guarded hotplate integrated system. In: *Technox Inc.* [online]. [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: [http://www.technox.co.kr/?avada\\_portfolio=hot-plate-%ED%86%B5%ED%95%A9%EC%B1%94%EB%B2%84&ckattempt=1](http://www.technox.co.kr/?avada_portfolio=hot-plate-%ED%86%B5%ED%95%A9%EC%B1%94%EB%B2%84&ckattempt=1)

- [28] Water vapour permeability tester TF165. In: *Testex* [online]. China [cit. 2018-04-29]. Dostupné z: <http://www.testertextile.com/product/water-vapour-permeability-tester-tf165/>
- [29] Schiller, F.: The relation between long-term rating komfort and driver movement. 2007
- [30] KLÁR, Jan. *Komfort automobilových sedaček*. Liberec, 2011. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Doc. Ing. Antonín Havelka CSc.
- [31] SHISHOO, R. The Textile Institute. Ed. by R. *Textile advances in the automotive industry*. Boca Raton [u.a.]\$NCRC Press: Woodhead, 2008. ISBN 978-184-5693-312.
- [32] FUNG, W. *Coated and laminated textiles*. Cambridge, England: Woodhead Pub., 2002, xiv, 402 p. ISBN 18-557-3576-8.
- [33] Webové stránky firmy GUMOTEX, 2009 – Pro automobily [online] Dostupný z WWW: <http://www.gumotex.cz/vyroby/proautomobily/pro-automobily/>
- [34] Koukolová, J. Vlastnosti autopotahových textílií z hlediska komfortu užívání. Liberec, 2013. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci
- [35] Vybrané kapitoly z textilního zkušebnictví. [online]. [cit. 2014-08-29]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/files/TextilniZkusebnictvi.pdf>
- [36] New testing methods for vehicle seats. *Inovation in textiles* [online]. Boenningheim, 2013 [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://www.innovationintextiles.com/new-testing-methods-for-vehicle-seats/>
- [37] NEULS, Filip a Michal BOTEK. *Termoregulace* [online]. [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/11273702/release/woothee>
- [38] Scientists investigate heat transfer in car seats for smart alternatives. *Inovation in textiles* [online]. Boennigheim, 2014 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://www.innovationintextiles.com/scientists-investigate-heat-transfer-in-car-seats-for-smart-alternatives/>

## **18. Seznam obrázků**

Obrázek 1: Ukázka automobilové sedačky [24]

Obrázek 2: Kovový rám automobilové sedačky [25]

Obrázek 3: Termoregulace lidského těla [37]

Obrázek 4: Figurant při zkoušce [38]

Obrázek 5: Ukázka přístroje SGHP [27]

Obrázek 6: Model STAN figuríny [9]

Obrázek 7: Vnitřní struktura manekýna [9]

Obrázek 8: Tester komfortu sedadla [36]

Obrázek 9: Ukázka zařízení pro měření propustnosti vodních par [27]

Obrázek 10: Ukázka optimálního sklonu sedadla [29]

Obrázek 11: Přístroj SGHP společnosti SDL Atlas [26]

Obrázek 12: Měřicí hlava H2 [vlastní foto]

Obrázek 13: Schéma měřicí hlavy [výukové materiály KOD]

Obrázek 14: H2 s pěnovou kostkou [vlastní foto]

Obrázek 15: H2 bet pěnové kostky [vlastní foto]

Obrázek 16: H2 v klima komoře [vlastní foto]

## **19. Seznam tabulek**

Tabulka 1: Naměřené hodnoty H2 s pěnovou kostkou

Tabulka 2: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP

Tabulka 3: Naměřené hodnoty na přístroji H2 bez pěnové kostky

Tabulka 4: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP

Tabulka 5: Naměřené hodnoty na H2 s pěnovou kostkou v klima komoře

Tabulka 6: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP

Tabulka 7: Naměřené hodnoty na přístroji H2 bez pěnové kostky v klima komoře

Tabulka 8: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP

Tabulka 9: Naměřené hodnoty na přístroji H2 s mřížkou v klima komoře

Tabulka 10: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP

Tabulka 11: Souhrn výparných odporů, tloušťky materiálů a korelace mezi nimi

Tabulka 12: Souhrn výparných odporů H2 a SGHP a korelace mezi nimi

Tabulka 13: Statistika Kamil

Tabulka 14: Statistika Thermie

Tabulka 15: Statistika Sly uni

Tabulka 16: Naměřené hodnoty na přístroji H2 s mřížkou

Tabulka 17: Naměřené hodnoty na přístroji SGHP

Tabulka 18: Souhrn výparných odporů, tloušťky materiálů a korelace mezi nimi

Tabulka 19: Souhrn výparných odporů H2 a SGHP a korelace mezi nimi

Tabulka 20: Statistika Ghost

Tabulka 21: Statistika Gozil

Tabulka 22: Statistika Lada

Tabulka 23: Statistika Tamabi

Tabulka 24: Unetana

Tabulka 25: Climatex

## 20. Seznam grafů

Graf 1: Porovnání výsledků měření H2 s pěnovou kostkou a s výsledky SGHP

Graf 2: Porovnání výsledků měření H2 bez pěnové kostky a s výsledky SGHP

Graf 3: Porovnání H2 s pěnovou kostkou v klima komoře s SGHP

Graf 4: Porovnání měření H2 bez pěnové kostky v klima komoře s SGHP

Graf 5: Porovnání výsledků H2 s mřížkou s výsledky SGHP

Graf 6: Závislost výparného odporu na tloušťce textilie Kamil sendvič

Graf 7: Závislost výparného odporu na tloušťce textilie Thermie sendvič

Graf 8: Závislost výparného odporu na tloušťce textilie Sly uni

Graf 9: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Kamil sendvič

Graf 10: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Thermie sendvič

Graf 11: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Sly uni

Graf 12: Porovnání výsledků naměřených na H2 s mřížkou a s SGHP

Graf 13: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Ghost

Graf 14: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Gozil

Graf 15: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Lada

Graf 16: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Tamabi

Graf 17: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Unetana

Graf 18: Závislost výparného odporu na tloušťce materiálu Climatex

Graf 19: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Ghost

Graf 20: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Gozil

Graf 21: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Lada

Graf 22: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Tamabi

Graf 23: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Unetana

Graf 24: Závislost výparného odporu H2 a SGHP Climatex

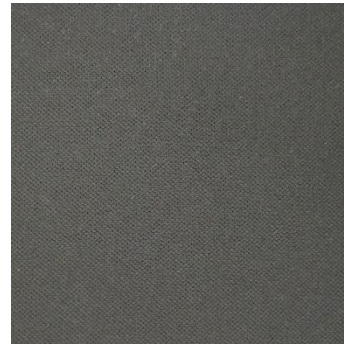
Graf 25: Porovnání výsledků naměřených na H2 s výsledky SGHP

## Přílohy

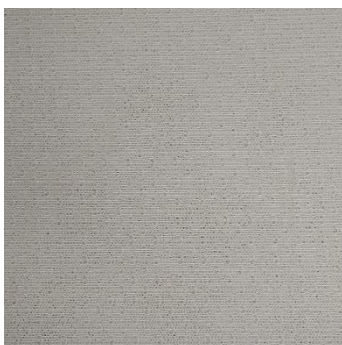
Fotografie vzorků použitých v experimentu diplomové práce.



Kamil sendvič



Thermie sendvič



3D spacer



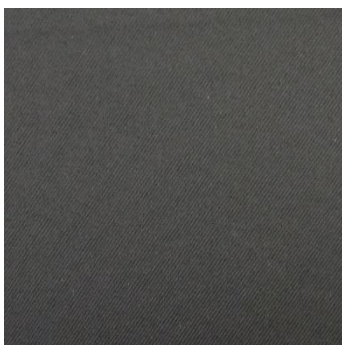
Retikulovaná pěna



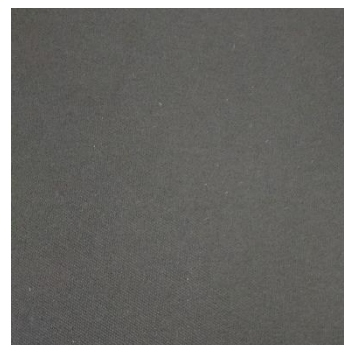
Netkaná textilie



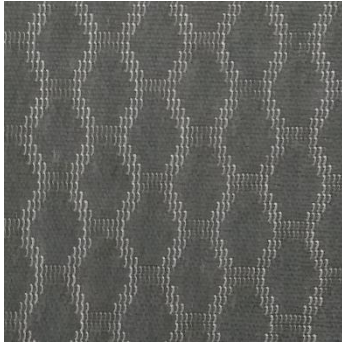
Thermie



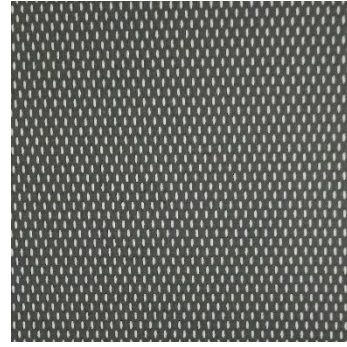
Kamil



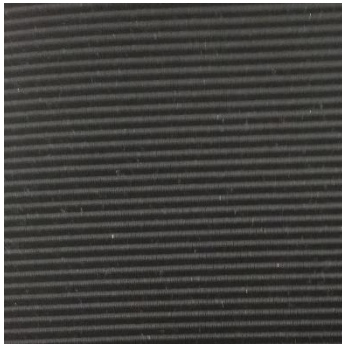
Sly uni



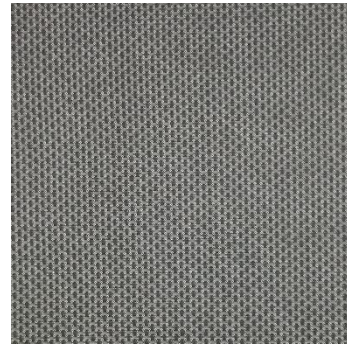
Tamabi



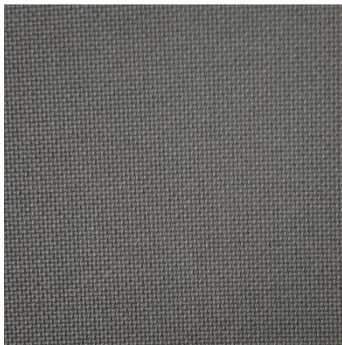
Unetana



Lada



Ghost



Climatex



Gozil