



Vliv vazby tkaniny na její komfortní vlastnosti

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství
Studijní obor: 3901T073 – Produktové inženýrství

Autor práce: **Bc. Jan Molnár**
Vedoucí práce: Ing. Marie Havlová, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

Influence of the weave structure on the fabric comfort properties

Master thesis

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

Author: **Bc. Jan Molnár**
Supervisor: Ing. Marie Havlová, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Molnár**
Osobní číslo: **T15000080**
Studijní program: **N3957 Průmyslové inženýrství**
Studijní obor: **Produktové inženýrství**
Název tématu: **Vliv vazby tkaniny na její komfortní vlastnosti**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

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

1. V rešeršní části práce přehledně zpracujte možnosti teoretického vyjádření porozity tkaniny, zaměřte se zejména na ty modely porozity, které zohledňují typ vazby tkaniny. A dále, zpracujte kapitolu věnovanou možnostem experimentálního hodnocení komfortních vlastností tkanin (prodyšnost, paro-propustnost a tepelně-izolační vlastnosti).
2. Pro experiment zvolte soubory tkanin tak, aby hodnocené tkaniny v daném souboru měly vždy všechny konstrukční parametry stejné (vlákenný materiál, jemnost a konstrukce nití, dostava nití) a lišily se pouze typem vazby. Pro všechny experimentální tkaniny stanovte vhodnými metodami jednak porozitu a dále její prodyšnost, paro-propustnost a tepelně-izolační vlastnosti.
3. Výsledky měření vyhodnoťte. S využitím vhodných statistických metod popište vzájemné vztahy mezi sledovanými vlastnostmi tkanin. Zaměřte se zejména na hodnocení vztahu mezi porozitou tkaniny a jejími komfortními vlastnostmi. Zhodnoťte, jaký vliv má vazba tkaniny na její prodyšnost, paro-propustnost a tepelně izolační vlastnosti.

Rozsah grafických prací:

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

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

Seznam odborné literatury:

1. Matusiak, M., Sikorski, K. Influence of the Structure of Woven Fabrics on Their Thermal Insulation Properties. **FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2011; Vol. 19(5), p. 46-53, ISSN 1230-3666.**
2. Havlová, M. Model of Vertical Porosity Occuring in Woven Fabrics and its Effect on Air Permeability. **FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2014; Vol. 22(4), p. 58-63, ISSN 1230-3666.**
3. Lee, S., Obendorf, S. K. Statistical modelling of water vapour transport through woven fabrics. **Textile Research Journal 2012; Vol. 82(3), p. 211-219.**


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marie Havlová, Ph.D.**
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: **30. března 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **5. ledna 2018**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




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

V Liberci dne 5. prosince 2017

Prohlášení

Byl jsem seznámen 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 vědom 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 vypracoval 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

Rád bych poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Marii Havlové, PhD. Za odborné konzultace a cenné připomínky. Děkuji také katedře hodnocení textilií a katedře materiálního inženýrství za poskytnuté rady a možnost využití laboratorní techniky.

Dále bych chtěl poděkovat mým rodičům, rodině, a přátelům, za to, že mne podporovali a stáli při mně po celou dobu studia.

Anotace

Diplomová práce se zabývá hodnocením vztahu mezi vazbou tkaniny a komfortními vlastnostmi. Cílem je pozorovat vliv vazby tkaniny na komfortní vlastnosti a následně popsání těchto vztahů.

Rešeršní část je věnována základní charakteristice textilie se zaměřením na strukturu tkaniny. V práci jsou popsány parametry staplové příze a vlastnosti tkaniny. Důležitou část tvoří porosita a její ovlivnění vazbou tkaniny. Rovněž jsou zde popsány měřené komfortní vlastnosti s možnostmi experimentálního měření. Sledované komfortní vlastnosti jsou prodyšnost, relativní paro-propustnost, výparný odpor, měrná tepelná vodivost, plošný odpor vedení tepla a tepelná jímavost.

V experimentální části jsou vypočteny rozdílné modely pro predikci porosity. Tyto modely jsou aplikovány na experimentální tkaniny a jsou hledány korelace s naměřenými hodnotami dílčích komfortních vlastností. Na závěr je také hodnocen vliv rozdílného materiálu, dostavy a jemnosti příze na komfortní vlastnosti.

Annotation

The thesis deals with evaluation of relationship between weave structure and comfort properties. The aim is to observe the influence of the weave structure on the comfort properties and further descriptions of these relationships.

Theoretical part is dedicated to description of basic characteristic of textile with focus on fabric structure. In this section are described the properties of staple yarns and fabrics. Important part stands for porosity and how it is influenced by the weave structure. Comfort properties together with the possibility of experimental measurements are also described. The evaluated comfort properties are air permeability, relative water vapour permeability, water vapour resistance, thermal conductivity, heat resistance and thermal absorptivity.

Experimental part contains different calculated models for porosity prediction. These models are applied on experimental fabrics and correlations are searched with measured values of particular comfort properties. Finally, the influence of the different material, yarn setting and count on the comfort properties is also evaluated.

Klíčová slova

Struktura tkaniny, vazba tkaniny, porosita tkaniny, prodyšnost, relativní paro-propustnost, výparný odpor, měrná tepelná vodivost, plošný odpor vedení tepla, tepelná jímavost.

Key words

Fabric structure, weave structure, fabric porosity, air permeability, relative water vapour permeability, water vapour resistance, thermal conductivity, heat resistance, thermal absorptivity.

Seznam symbolů a zkratk

A_1	[m ²]	otevřená plocha póru druhu A ₁
A_2	[m ²]	otevřená plocha póru druhu A ₂
A_3	[m ²]	otevřená plocha póru druhu A ₃
A_4	[m ²]	otevřená plocha póru druhu A ₄
A_p	[1]	odhad prodyšnost na základě <i>CFF</i> a <i>FYF</i>
b	[Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	tepelná jímavost
c	[J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]	měrná tepelná kapacita
<i>CF</i>	[1]	plošné zakrytí
<i>CFF</i>	[1]	faktor pevnosti vazby
d	[mm]	průměr příze
d_a	[mm]	vzdálenost dvou vzorků
d_o	[m]	průměr osnovní nitě
D_o	[1/m]	dostava osnovních nití
d_u	[m]	průměr útkové nitě
D_u	[1/m]	dostava útkových nití
E_{av}	[1]	průměrné zaplnění
E_o	[1]	zaplnění osnovní nití
E_d	[1]	zaplnění útkovou nití
E_U	[cm ²]	celková plocha všech vertikálních pórů podél útkových nití
E_n	[1]	počet flotujících nití ve střídě vazby
E_O	[cm ²]	celková plocha všech vertikálních pórů podél osnovních nití
E_{U1}	[cm ²]	velikost jednoho vertikálního póru pod útkovou nití
E_{O1}	[cm ²]	velikost jednoho vertikálního póru pod osnovní nití
<i>FYF</i>	[1]	faktor pohyblivosti nitě
G	[kg/m ²]	plošná hmotnost tkaniny
G_0	[g]	hmotnost misky před expozicí
G_1	[g]	hmotnost misky po expozici
g_i	[1]	hmotnostní podíl ve směsi
h	[mm]	tloušťka textilie
H	[Wm ⁻²]	celková ztráta tepla na metr čtvereční mokré desky
H_{DRY}	[Wm ⁻²]	ztráta tepla suché desky
l	[km]	délka úseku příze
l_{fU}	[cm]	délka jedné flotáže útkové nitě
l_{fo}	[cm]	délka jedné flotáže osnovní nitě
m	[g]	hmotnost úseku příze
N_c	[1]	počet přechodných úseků ve střídě vazby
N_i	[1]	počet vazných bodů ve střídě vazby
n_o	[1]	počet vazných bodů ve střídě osnovy
n_u	[1]	počet vazných bodů ve střídě útku
P_1	[1]	faktor vazby
p_1	[1]	počet pórů typu 1 ve střídě vazby
p_2	[1]	počet pórů typu 2 ve střídě vazby
p_3	[1]	počet pórů typu 3 ve střídě vazby

p_4	[1]	počet pórů typu 4 ve střídě vazby
P_a	[Pa]	parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru
P_{abs}	[kg/m ² hod]	absolutní paro-propustnost
p_{fO}	[1]	počet flotáží podél osnovní soustavy nití
p_{fU}	[1]	počet flotáží podél útkové soustavy nití
P_G	[1]	podíl otevřené plochy tkaniny
p_{IU}	[1]	počet nezakřížených úseků v útkové frotáži
p_{IO}	[1]	počet nezakřížených úseků v osnovní frotáži
P_m	[Pa]	je nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu desky
P_{rel}	[%]	relativní paro-propustnost
P_o	[1]	počet osnovních vazných bodů
P_u	[1]	počet útkových vazných bodů
p_s	[1/cm ²]	počet stříd
P_s	[1]	porosita stanovená z plošného zakrytí
P_{ver}	[1]	vertikální porosita
P_W	[1]	porosita stanovená na základě hustoty
Q	[J]	množství tepla
q_v	[W/m ²]	tepelný tok procházející měřicí hlavici zakrytou měřeným vzorkem
q_0	[W/m ²]	tepelný tok procházející měřicí hlavici nezakrytou měřeným vzorkem.
r	[W ⁻¹ Km ²]	plošný odpor vedení tepla
r_0	[W ⁻¹ Km ²]	plošný odpor vedení tepla naměřený bez vzorku
R_{et}	[m ² .Pa/W]	výparný odpor
R_{et0}	[m ² .Pa/W]	výparný odpor naměřený bez vzorku
R_o	[1]	počet osnovních nití ve střídě
R_u	[1]	počet útkových nití ve střídě
S	[m ²]	průřez příze
S_t	[m ²]	plocha testovaného vzorku
S_{FU}	[cm ²]	celková plocha útkových flotáží na 1 cm ²
S_{FO}	[cm ²]	celková plocha osnovních flotáží na 1 cm ²
s_o	[%]	setkání osnovních nití
s_u	[%]	setkání útkových nití
t	[mm]	tloušťka tkaniny
t_e	[hod]	doba expozice vzorku
T	[tex]	jemnost příze
ΔT	[°C]	rozdíl teplot mezi dvěma shodnými plochami
T_a	[°C]	teplota okolí
T_o	[tex]	jemnost osnovních nití
T_u	[tex]	jemnost útkových nití
T_{plate}	[°C]	průměrná hodnota horké desky
W_1	[m]	omočený obvod póru 1
W_2	[m]	omočený obvod póru 2
W_3	[m]	omočený obvod póru 3
W_4	[m]	omočený obvod póru 4
W_p	[kg/m ²]	plošná hmotnosti textlie

Z	[1]	celkové zakrytí
Z_o	[1]	zakrytí osnovní nití
z_O	[cm]	výchylku osnovní nitě ve směru kolmém k vertikálnímu póru
Z_u	[1]	zakrytí útkovou nití
z_U	[cm]	výchylka útkové nitě ve směru kolmém k vertikálnímu póru
ρ_F	[kg/m ³]	objemová měrná hmotnost vlákenného materiálu
ρ_{fi}	[kg/m ³]	objemová hmotnost i-té komponenty
ρ_{mx}	[kg/m ³]	objemová měrná hmotnost směsi
ρ_o	[kg/m ³]	hustota osnovních vláken
ρ_p	[kg/dm ³]	měrná hustota příze
ρ_u	[kg/m ³]	hustota útkových vláken
ρ_w	[kg/m ³]	objemová měrná hmotnost tkaniny
φ	[1]	faktor pevnosti tkaniny
μ	[1]	průměrné zaplnění příz
λ	[Wm ⁻¹ K ⁻¹]	měrná tepelná vodivost

Obsah

Úvod	7
Cíl diplomové práce	8
Rešeršní část	9
1. Parametry staplové příze	9
1.1. Jemnost příze	9
1.2. Průměr příze	9
1.3. Chlupatost příze	10
2. Vlastnosti tkaniny	11
2.1. Dostava tkaniny	11
2.2. Vazba tkaniny	11
2.3. Tloušťka tkaniny	13
2.4. Plošná hmotnost tkaniny	13
2.5. Faktor zakrytí a zaplnění tkaniny	14
3. Porosita	17
3.1. Vybrané modely porosity	17
3.1.1. Výpočet porosity na základě plošného zakrytí	17
3.1.2. Výpočet porosity na základě podílu hustot	18
3.1.3. Typy pórů dle Backera	19
3.1.4. Model porosity tkaniny podle Gooijera	19
3.1.5. Horizontální a vertikální porosita	21
3.1.6. 2D model vertikální porosity dle Havlové	22
3.2. Faktory pohyblivosti nitě, pevnosti vazby a pevnosti tkaniny	24
4. Komfortní vlastnosti tkaniny	29
4.1. Prodyšnost	30
4.2. Paro-propustnost	31
4.3. Tepelně-izolační vlastnosti	35
Experimentální část	38
5. Parametry hodnocených tkanin	38
Průměry nití	40
Dostava tkaniny	40
Tloušťka tkaniny	40
Experimentální měření plošné hmotnosti	40
Vazba hodnocených tkanin	41
6. Komfortní vlastnosti hodnocených tkanin	42
7. Výpočty modelů porosit	44
7.1. Diskuze	45

8. Výpočty korelací	45
8.1. Diskuze	46
8.2. Korelace pro jednotlivé soubory	51
8.2.1. Diskuze	53
8.3. Korelace pro komfortní vlastnosti na základě souboru tkaniny	57
8.3.1. Prodyšnost	57
8.3.2. Tepelná jímavost	58
8.3.3. Plošný odpor vedení tepla	59
8.3.4. Relativní paro-propustnost	60
8.3.5. Měrná tepelná vodivost	63
8.3.6. Výparný odpor	65
8.4. Výsledný vliv vazeb	67
Závěr	73
Zdroje	77
Seznam příloh	79

Úvod

Lidské tělo je aktivní systém, který reaguje na okolní podněty způsobem, který je závislý na úrovni fyzikálních faktorů. Takovéto faktory životního prostředí jako například teplota okolního vzduchu, vlhkost, pohyb vzduchu a UV záření ovlivňují fyziologický komfort člověka. Fyziologický komfort je silně spojený s tepelným komfortem, což je považováno za ideální stav tepelných podmínek prostředí, kdy člověk nepocítuje ani chlad, ani horko.

Tepelný komfort závisí na mnoha faktorech. Klíčovou roli hraje tepelná izolaci oblečení, což vytváří bariéru mezi lidským organismem a okolním prostředím. Oděvy ovlivňují teplotu lidského těla a výměnu vlhkosti mezi lidským tělem a okolím a chrání tak před chladem, větrem, deštěm a UV zářením.

Vliv oblečení na pohodlí člověka je komplexní jev, který závisí na materiálu a struktuře oděvu. Krom použitého materiálu je důležitá také struktura oděvu, ze které se skládá. Mezi tyto parametry patří tloušťka, vazba tkaniny, poréznost atd. Struktura tkanin přímo ovlivňuje jejich komfortní vlastnosti jako například prodyšnost, paro-propustnost, tepelnou vodivost atd. Prodyšnost je definována jako schopnost tkaniny za stanovených podmínek transportovat vzduch z jedné stany materiálu na druhou. Paro-propustností je v tomto případě míněn průchod vodních par skrze textilii. Tepelná vodivost představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1 K.

Samotná výroba jednotlivých druhů textilií je značně časově a finančně náročný proces a zjišťování konkrétních komfortních vlastností až na vyrobených materiálech je neekonomické. Tento důvod dal vzniknout různým modelům pro predikci komfortních vlastností, které ulehčují práci a dokáží již před vyroběním textilie napovědět, jaké komfortní vlastnosti bude výsledná textilie vlastnit. Tyto modely vychází většinou právě z parametrů, jako jsou tloušťka, vazba tkaniny, porosita atd.

Cíl diplomové práce

Ústředním tématem diplomové práce je sledování vlivu vazby tkaniny na komfortní vlastnosti. Stěžejní komfortní vlastnosti, kterými se zabývá tato diplomová práce, jsou prodyšnost, paro-propustnost a termo-izolační schopnost. Na podobná témata byla vedena mnohá studie a odborné práce, avšak tato diplomová práce hledá korelace mezi jednotlivými komfortními vlastnostmi a vlastnostmi, které je přímo ovlivňují. V případě termo-izolace se jedná zejména o tloušťku tkaniny, paro-propustnost a prodyšnost je pak přímo ovlivněna mimo tloušťku také porositou tkaniny. Obě tyto vlastnosti jsou pak přímo závislé na volbě vazby tkaniny.

Diplomová práce je rozdělena na rešeršní a experimentální část. Rešeršní část popisuje parametry tkaniny, které přímo ovlivňují zmiňované komfortní vlastnosti. Zahrnuje popis komfortních vlastností, a proč jsou pro výrobu textilie důležité. Rozvádí problematiku porosity a tloušťky tkaniny, které jsou ze značné části stěžejní pro tuto diplomovou práci, a jejich modelů. Dále popisuje možnosti měření komfortních vlastností a jejich alternativy.

V praktické části práce jsou uvedeny způsoby a výsledky měření vzorků tkanin na prodyšnost, paro-propustnost a tepelně-izolační vlastnosti. Vzorky v souboru jsou stejné dostavy, jemnosti nití ze stejného materiálu, lišící se pouze vazbou tkaniny. Takovéto soubory jsou hodnoceny tři: Dva z polyesteru s rozdílnou jemností nití T40 a T16,5 a směšovou tkaninou 50% polypropylen a 50% bavlna s jemností T31,8.

Cílem je sledovat vliv vazby na komfortní vlastnosti a v případě prokázání závislosti provést regresní analýzu mezi vazbou textilie a jejími komfortními vlastnostmi.

Rešeršní část

V této části diplomové práce jsou uvedeny základní parametry a vlastnosti příze a tkaniny, které mají vliv na prodyšnost, paro-propustnost a termo-izolační vlastnosti.

1. Parametry staplové příze

1.1. Jemnost příze

Jemnost příze T [tex] je definována jako podíl hmotnosti úseku příze m [g] ku jeho délce l [km].

Z hlediska geometrie tkaniny slouží jemnost příze pro stanovení teoretického průměru nití. [1]

$$T = \frac{m}{l} \text{ [tex]} \quad (1)$$

1.2. Průměr příze

Průměr příze d je vždy smluvní hodnotou a bývá nahrazen průměrem válce, v němž se nachází převážná většina vláken. Stanovení průměru osnovních a útkových nití d_o a d_u je možné buď experimentálně pomocí obrazové analýzy, pomocí přístroje USTER, anebo výpočty. Vzhledem k tomu, že neexistuje jednotná a jednoznačná definice průměru příze d [mm], lze vyjádřit několika vztahy, které se liší různými přístupy[2].

Pokud je měřená příze o hustotě ρ [kg/m³] o průměrném zaplnění μ [1], poté je možné vyjádřit průměr kruhového průřezu d [m] z hmotnosti úseku nitě m [g].

$$m = \frac{\pi d^2 L}{4} * \rho * \mu = T_{[Mtex]} * L \quad (2)$$

$$d = \sqrt{\frac{4T_{[Mtex]}}{\pi \rho \mu}} \quad (3)$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi \mu}} \quad (4)$$

kde S [m²] je průřez příze stanovený jako

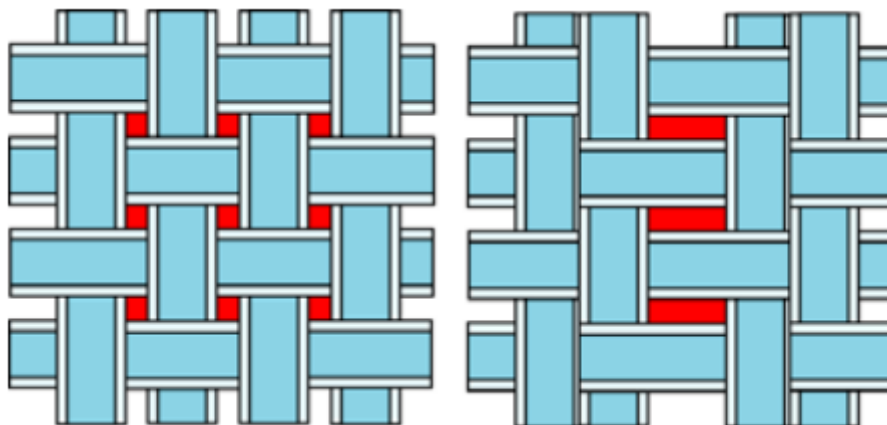
$$S = \frac{T}{\rho} \quad (5)$$

Parametr používaný k charakterizaci průměru příze nepravidelného tvaru je ekvivalentní průměr. Ten je roven průměru kruhu o stejné ploše, jako je plocha průmětu sledované příze.

1.3. Chlupatost příze

Příze jako taková nemá tvar dokonalého homogenního válce a její řez není zcela osově symetrický. Dle Neckáře [3], lze chlupatost charakterizovat jako množství volně se pohybujících konců vláken a vlákných smyček vystupujících z příze nebo plošné textilie. Výsledné posouzení chlupatosti pak proběhne porovnáním počtu vláken vyčnívajících z těla příze a jejich délek kolmo k přízi. Tento fakt komplikuje přesné stanovení průměru nitě.

Chlupatost se u nití z monofilů nevyskytuje a póry jsou jasně ohraničené, avšak u staplových přízí společně s efektem nerovnoměrnosti dostavy nití má, dle Havlové [4], značný vliv na porositu tkaniny. V místech kde chlupatost příze překrývá vnitřní póry mezi přízemí, dochází ke značné změně porosity. Tato oblast nelze být označena za zcela neprodyšnou ani za volně prodyšnou. Dle Havlové tvoří „přechodnou zónu“, která má značný vliv na prodyšnost. Vlivem nerovnoměrnosti tkaniny dojde ke zmenšení jednoho póru a zároveň ke zvětšení póru přilehlého, změna porosity je umocněna v případech chlupatosti přízí, které se v mnoha případech překrývají.



Obrázek 1 Schéma nerovnoměrného rozdělení nití. Vlevo rovnoměrně rozložená osnova, vpravo dislokovaná[4]

2. Vlastnosti tkaniny

2.1. Dostava tkaniny

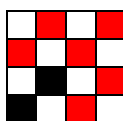
Dostava tkaniny udává počet osnovních či útkových nití na jednotku délky a měří se pro každou soustavu nití zvlášť. Jednotkou délky je nejčastěji 1cm, který také udává norma ČSN EN 1049-2 (80 0814) jako nejmenší zkoušenou délku. Dostava nebo-li hustota tkaniny závisí na silovém působení při procesu výroby, způsobu vazebního provázání, průměru nití a jemnosti nití. Dostava společně s průměrem osnovních a útkových nití ovlivňuje plošné zakrytí textilie. [5]

2.2. Vazba tkaniny

Nejmenší pravidelně se opakující úsek vazby se nazývá střída vazby.

Způsob překřížení mezi útkovými a osnovními nitěmi se nazývá vazba tkaniny. V hodnocení prodyšnosti vazba tkaniny hraje velkou roli, zejména z důvodu jejího vlivu na porositu tkaniny.

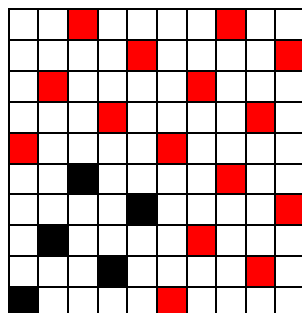
Základním druhem vazby je plátňová vazba, která je nejjednodušší a nejpevnější vazba s nejhustším provázáním. Střídu tvoří dvě nitě útkové a dvě nitě osnovní (2/2). Oproti zbylým dvěma vazbám neobsahuje flotáž, což je neprovazující úsek nitě. Flotáž zvyšuje tloušťku tkaniny a její prodyšnost a naopak ubírá na pevnosti tkaniny.



Obrázek 2 Příklad schématu plátňové vazby

V rámci experimentální části byly měřeny vazby odvozené od vazby plátňové. Jedná se o vazby panama 3/3 a příčný ryps 3/3, jejichž schémata jsou uvedena v experimentální části práce. Panamové vazby vzniknou rovnoměrným znásobením osnovních a útkových nití vzájemných v plátně. Příčné rypsy tvoří vroubky ve směru útku, vroubky vzniknou zatknutím dvou nebo více vazných útků. Stejně tak jako panama obsahuje ryps flotáž.

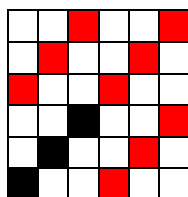
Druhým základním druhem vazby je vazba atlasová. Může být osnovní anebo útková. Tkanina vyrobená v atlasové vazbě je zpravidla těžší než tkanina vyrobená v plátnové vazbě, protože má vyšší dostavu nití. Nejmenší střída vazby atlasu je 5/5.



Obrázek 3 Příklad schématu atlasové vazby

Ve střídě atlasové vazby jsou vazné body pravidelně rozděleny a vzájemně se nedotýkají. U útkových atlasů se nedotýkají osnovní body, u osnovních atlasů se nedotýkají body útkové. Vzdálenost vazných bodů se určuje postupným číslem. Vazby použité v experimentální části jsou atlas 1/5, atlas 2/4 a atlas 3/3 (viz tabulka 3 v experimentální části práce).

Posledním základním druhem je vazba keprová. Keprová vazba se vyznačuje svým charakteristickým šikmým úhlopříčným řádkováním levého či pravého směru. Sklon řádků se odvíjí od hustoty osnovy a útku, je-li osnova hustší, je sklon řádků strmější a naopak. Nejmenší střída keprové vazby je 3/3. [5]



Obrázek 4 Příklad schématu keprové vazby

Vazby použité v experimentální části jsou kepr1/5, kepr 2/4, kepr 2/1-1/2 a kepr 2/1. Jejich schémata jsou rovněž uvedena v tabulce 3.

2.3. Tloušťka tkaniny

Tloušťka tkaniny hraje roli zejména z hlediska termo-izolačních vlastností tkaniny a je definována jako kolmá vzdálenost mezi rubní a lícni stranou textilie za předepsaného přitlaku. (ČSN EN ISO 5084). V idealizovaném případě by tloušťka odpovídala součtu průměrů osnovních a útkových nití, nicméně je tloušťka ovlivněna druhem vazby, dostavou, vlastnostmi materiálu a technologickým postupem.

Měření tloušťky se provádí na tloušťkoměru, v případě této diplomové práce byl použit přístroj MESDAN LAB 1880 a samotné měření probíhalo dle normy EN ISO 5084 *Textilie - Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*, za přitlaku 0,1 kPa.

Matusiak a Sikorski[6] prováděli hlubší zkoumání korelace, mezi tloušťkou tkaniny a termo-izolačními vlastnostmi a došli k závěru, že se jedná o hlavní ovlivňující faktor termo-izolačních vlastností v případě, že jsou všechny vzorky tkaniny vyrobeny ze stejného materiálu. Samotná tloušťka je pak ovlivněna jemností osnovních a útkových nití.

2.4. Plošná hmotnost tkaniny

Plošná hmotnost vyjadřuje hmotnost tkaniny připadající na jednotku plochy. Dle normy ČSN EN 12127 *Textilie - Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků*, je to váha vzorku o rozměrech 10x10cm střižených po směru nitě.

Tento parametr lze zjistit pomocí vážení za dodržení podmínek stanovených ve zmíněné normě, anebo vztahem.[7]

$$G = D_0 \cdot T_0 \cdot (1 + s_0) + D_u \cdot T_u \cdot (1 + s_u) \quad (5)$$

kde G [kg/m^2] je plošná hmotnost tkaniny, D_0 [$1/\text{m}$] je dostava osnovních nití, D_u [$1/\text{m}$] je dostava útkových nití, T_0 [tex] je jemnost osnovních nití, T_u [tex] je jemnost útkových nití, s_0 [m], resp. s_u [m] je setkání osnovních nebo útkových nití.

2.5. Faktor zakrytí a zaplnění tkaniny

Zakrytí tkaniny je bezrozměrný parametr, který vyjadřuje podíl mezi plochou zakrytou nitěmi a celkovou plochou. Jedná se o jeden z důležitých faktorů ovlivňující termo-izolační vlastnosti tkaniny. Tento vztah použili Matusiak a Sikorski[6] ve své odborné práci, při zkoumání vlivu vazby na termo-izolační vlastnosti. [6]

$$Z_o = D_o \cdot d_o \quad (6)$$

$$Z_u = D_u \cdot d_u \quad (7)$$

kde Z_o je zakrytí osnovní nití, Z_u je zakrytí nití útkovou, D_o je dostava osnovní nitě, D_u je dostava nití útkových a d_o/d_u jsou průměry nití osnovních/útkových.

Celkové zakrytí se pak vypočítá následovně:

$$Z = Z_o + Z_u - \frac{Z_o Z_u}{100} \quad (8)$$

Matusiak a Sikorski [6] zde objevili významnou korelaci mezi procentuálním zakrytím (rovnice (8)) a tepelnou vodivostí. Čím vyšší je procentuální zakrytí, tím vyšší je tepelná vodivost.

Matusiak a Sikorski[6] ve své práci však také poznamenali, že tento faktor zakrytí nebere v potaz vliv vazby tkaniny. Tkaniny, které mají stejnou dostavu a průměr nití mají i stejný teoretický faktor zakrytí. Výsledná korelace mezi faktorem zakrytí a termo-izolačními vlastnostmi byla relativně menší, než pro faktory zahrnující strukturu tkanin. Proto své zkoumání rozšířili o faktor zaplnění[6].

Zaplnění vyjadřuje vztah mezi objemem nitě a celkovým objemem textilie nebo jejího vazného prvku. Předpokladem pro výpočet zaplnění je znalost hodnoty průměru nitě:

$$E_o = \frac{d_o \cdot R_o + d_u \cdot p_u}{R_1} D_o \quad (9)$$

$$E_d = \frac{d_u \cdot R_u + d_o \cdot p_o}{R_2} D_u \quad (10)$$

kde E_o je procentuální zaplnění osnovní nití, E_d je procentuální zaplnění útkovou nití, d_o/d_u jsou průměry nití, D_o a D_u značí dostavy osnovních/útkových nití, R_o/R_u je počet osnovních a útkových nití ve střídě vazby, a p_o/p_u jsou počty osnovních a útkových vazebných bodů ve střídě vazby.

Výsledný vztah průměrného zaplnění je pak následující:

$$E_{av} = \frac{E_o T_o + E_d T_u}{T_o + T_u} \quad (11)$$

kde T_o [tex] je jemnost osnovních nití a T_u [tex] jemnost útkových nití a E_o/E_d je dosazeno z rovnic 9 a 10.

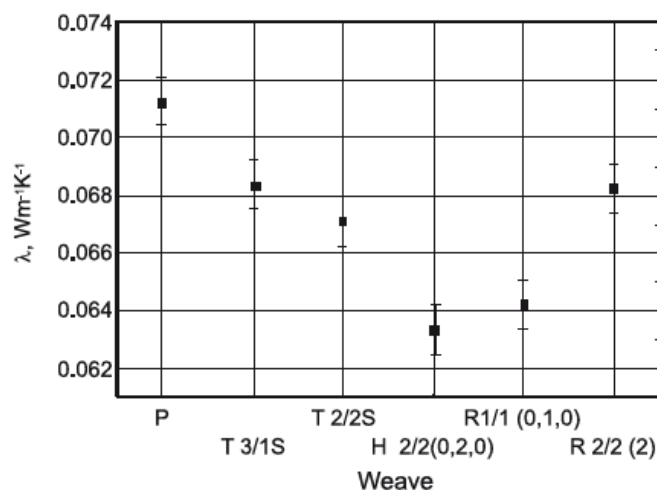
Pro výpočet teoretických hodnot průměru příze byl použit v práci[6] vztah dle Ashenhursta:

$$d = \frac{c}{\sqrt{1000}} \cdot \sqrt{T} \quad (12)$$

kde d je průměr příze, c je konstanta určená pro bavlněnou přízi tabulkové hodnoty $c = 1,25$ a T [tex] je jemnost příze.

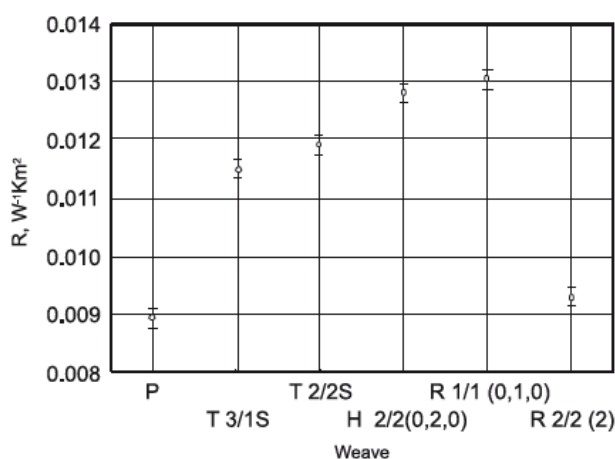
Díky tomu, že faktor průměrného zaplnění částečně zohledňuje užitou vazbu, bylo možné otestovat její vliv na další termo-izolační vlastnosti.

V případě vlivu vazby na tepelnou vodivost tkaniny zjistila Matusiak a Sikorski[6], že tkaniny, které obsahují největší masu vlákenného materiálu, mají také větší tepelnou vodivost, nežli tkaniny s volnějši vazbou. Zde s největší vodivostí vystupuje plátňová vazba (viz obr. 5)



Obrázek 5 Vliv vazby tkaniny na tepelnou vodivost[9]

Další zkoumaný faktor byl tepelný odpor, kde prokázali, že hlavní významně ovlivňující faktor pro tepelný odpor je tloušťka textilie. Vazby hustě provázané a bez flotáže jako například vazba plátňová mají tloušťku menší než vazby volnější. Čím provázanější vazba, tím menší tloušťka a klesá i tepelný odpor. Tyto dvě proměnné spolu rostou proporcionálně.



Obrázek 6 Vliv vazby tkaniny na tepelný odpor[9]

3. Porosita

Porosita je jedna z nejdůležitějších vlastností, která ovlivňuje prodyšnost a paro-propustnost tkaniny. Čím nižší je hodnota porosity, tím hůře vzduch proniká textilem a klesá tak prodyšnost textilie, což má značný vliv na celkový komfort tkaniny. Je to z důvodu toho, že materiál s menší plochou pórů přístupnou pro proudící vzduch, vyvíjí mnohem větší odpor vůči proudícímu vzduchu než materiály s vysokou porositou. Porosita hraje důležitou roli také u termo-izolačních vlastností textilie.

Porosita udává množství vzduchu ve tkanině, avšak nezohledňuje rozložení pórů ve tkanině, vzájemné uspořádání či tvar pórů. Jejího stanovení je možné docílit řadou experimentů či teoretickým postupem. Porosita, se vyjadřuje buďto poměrovým číslem v otevřeném intervalu od 0 do 1, anebo procentuálním vyjádřením od 0 do 100 procent.

V plošné textilií rozlišujeme 3 druhy pórů. V první řadě póry uvnitř vláken. Dále mezivláčenné póry, což jsou póry uvnitř nitě vytvořené mezi vlákny a mezinitné póry, které se tvoří mezi osnovními a útkovými nitěmi. Pórům uvnitř vláken nelze přiřadit velkou váhu z hlediska prodyšnosti, neboť neprostupují celou tkaninou a na prodyšnost nemají žádný vliv[9].

3.1. Vybrané modely porosity

Výpočet porosity je většinou založen na přijetí určitého zjednodušení, teoretický výpočet porosity proto nemusí vždy odpovídat reálné hodnotě. Problematikou porosity a jejího vlivu na prodyšnost se zabývalo nespočet výzkumných prací. Zde je důležité rozdělit, zda byl brán v potaz způsob provázání osnovních a útkových nití. Anebo byl tento faktor přehlížen, jako například při výpočtu porosity na základě plošného zakrytí.

3.1.1. Výpočet porosity na základě plošného zakrytí

Tento výpočet definuje porositu jako doplněk ke kolmému průmětu nití do roviny tkaniny, resp. k jejímu plošnému zakrytí. Vychází ze znalosti dostav a průměrů útkových a osnovních nití. Předpokladem je zpravidla kruhový průřez nití. Porosita P_s [1] z plošného zakrytí se vypočte dle vztahu[10]:

$$P_s = 1 - CF = 1 - (D_0d_0 + D_Ud_U - d_0d_UD_0D_U) \quad (13)$$

kde CF [1] je zakrytí textilie, Do [1/m] je dostava osnovních nití, Du [1/m] je dostava nití útkových, do [m] je průměr osnovní nitě a du [m] je průměr útkové nitě. Jedná se o 2D model, který zanedbává provázání nití a uvažuje pouze mezinitné póry. [10]

3.1.2. Výpočet porosity na základě podílu hustot

Za póry lze ve většině případů považovat všechny prostory uvnitř textilie, které jsou vyplněny vzduchem. Porosita pak může být vyjádřena jako procento vzduchu uvnitř textilie (v procentech nebo jako poměrové číslo). Z tohoto předpokladu vychází výpočet porosity na základě hustoty[11]:

$$P_w = 1 - \frac{\rho_w}{\rho_F} \quad (14)$$

kde ρ_F [kg/m³] je objemová měrná hmotnost vlákenného materiálu a ρ_w [kg/m³] je objemová měrná hmotnost tkaniny, která se dá také vyjádřit jako podíl hmotnosti tkaniny m [kg] a objemu tkaniny V [m³] na jednom m².

Za použití hodnot plošné hmotnosti textilie W_p [kg/m²] zjištěných společně s tloušťkou tkaniny t [mm] a hustotou vláken ρ_F je možné užít následující vztah[11]:

$$P_w = 1 - \frac{W_p}{\rho_F \cdot t} \quad (15)$$

V případě užití směsi vlákenných materiálů je třeba hustotu vlákenného materiálu nahradit váženým průměrem ρ_{mx} objemových měrných hmotností jednotlivých materiálových složek ve směsi[11]:

$$\rho_{mx} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{g_i}{\rho_{fi}} \right)} \quad (16)$$

kde ρ_{fi} je objemová hmotnost i -té komponenty, g_i je její hmotnostní podíl ve směsi.

Tento model bohužel není optimální pro hledání vztahů mezi prodyšností a vazbou tkaniny, protože nebere v potaz druh, lokaci a tvar póru. Další problém je, že vychází ze zjednodušení,

kde textilie je chápána jako plochá destička s rovinným horním a spodním povrchem. Ve skutečnosti však reliéf plošné textilie není rovinný.

3.1.3. Typy pórů dle Backera

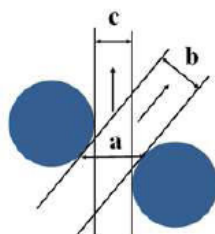
Z hlediska porosity tkaniny je důležité uvést základní typy pórů, které definoval Backer[12]. Dal tak vzniknout dalším modelům, které se odvíjejí od této definice. Jakákoliv tkanina může být popsána nejrůznějšími kombinacemi těchto čtyř základních pórových buněk.



Obrázek 7 Typy pórů dle Backera[12]

3.1.4. Model porosity tkaniny podle Gooijera

Gooijerův model zahrnuje typ použité vazby, tak i částečně prostorovou strukturu tkaniny. Tento model je postaven na myšlence, že vzduch proudí okolo přize i mimo kolmý směr. Dále bere v potaz tvarový rozdíl mezi jednotlivými druhy pórů, ale nezohledňuje jejich uspořádání v textili. V modelu přijal tři podmínky. Každý pór přispívá k prodyšnosti stejnou měrou, proudění v pórech je pouze laminární a v poslední řadě průřezy nití jsou kruhové. Využil k tomu určené typy pórů, navržené Backerem a obohatil je o proudění i mimo kolmý směr, tedy šikmo kolem nití. Uvedl možnosti stanovení plochy póru[13].



Obrázek 8 Druhy proudění dle Gooijera[13]

V obrázku 8 značí:

- Řez v nejužším místě šikmého póru vedený rovnoběžně s rovinou tkaniny;
- Řez v nejužším místě póru, vedený kolmo na šikmý směr proudění vzduchu (Gooijer);
- Řez póru interpretovaného jako průmět otevřené plochy tkaniny do roviny

Z čehož odvodil průmět omočeného obvodu pórové buňky ve tkanině.

Výpočet otevřené plochy pórů $A_{1/2/3/4}$ [m²] a jejich omočených obvodů $W_{1/2/3/4}$ je následující[13]:

$$A_1 = \frac{1}{D_o D_u} - \frac{\pi}{4} d_u \left(\frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2} \right) - \frac{\pi}{4} d_o \left(\frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2} \right) \quad (17)$$

$$W_1 = \pi \left[\sqrt{\frac{\left(\frac{d_o}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2}\right)^2}{2}} + \sqrt{\frac{\left(\frac{d_u}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2}\right)^2}{2}} \right] \quad (18)$$

$$A_2 = \frac{1}{D_o D_u} - \frac{\pi}{8} d_o \left(\frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2} \right) - \frac{\pi}{8} d_u \left(\frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2} \right) - \frac{d_o \frac{1}{D_u}}{2} \quad (19)$$

$$W_2 = \left[\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\left(\frac{d_o}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2}\right)^2}{2}} + \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\left(\frac{d_u}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2}\right)^2}{2}} + D_u \right] \quad (20)$$

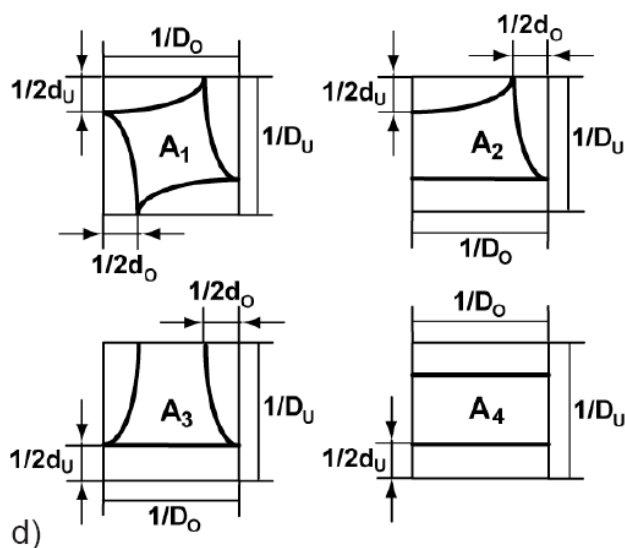
$$A_3 = \frac{1}{D_o D_u} - \frac{d_o \frac{1}{D_u}}{2} - \frac{\pi}{4} d_u \left(\frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2} \right) \quad (21)$$

$$W_3 = \left[\frac{1}{D_u} + \pi \sqrt{\frac{\left(\frac{d_u}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2}\right)^2}{2}} \right] \quad (22)$$

$$A_4 = \frac{1}{D_o D_u} - \frac{1}{D_u} d_o \quad (23)$$

$$W_4 = \left[2 \frac{1}{D_o} \right] \quad (24)$$

kde D_o , D_u [1/m] jsou dostavy osnovních a útkových nití a d_o , d_u [m] průměry.



Obrázek 9 dvou-dimenzionální modely pórů dle Gooijera[13]

Podíl otevřené plochy tkaniny přístupné pro proud vzduchu lze pak vyjádřit vztahem[8]

$$P_G = \frac{p_1 A_1 + p_2 A_2 + p_3 A_3 + p_4 A_4}{\frac{1}{D_o} n_o \frac{1}{D_u} n_u} \quad (25)$$

kde n_o a n_u jsou počty vazných bodů ve střídě vazby ve směru osnovy a útku, p_1 až p_4 jsou počty pórů typu 1-4 obsažených ve střídě, D_o [1/m] je dostava osnovních nití, D_u [1/m] dostava útkových nití, A_1 až A_4 otevřená plocha čtyř typů pórů, stanovená podle vztahů (17,19,21 a 23).

3.1.5. Horizontální a vertikální porosita

Horizontální porosita

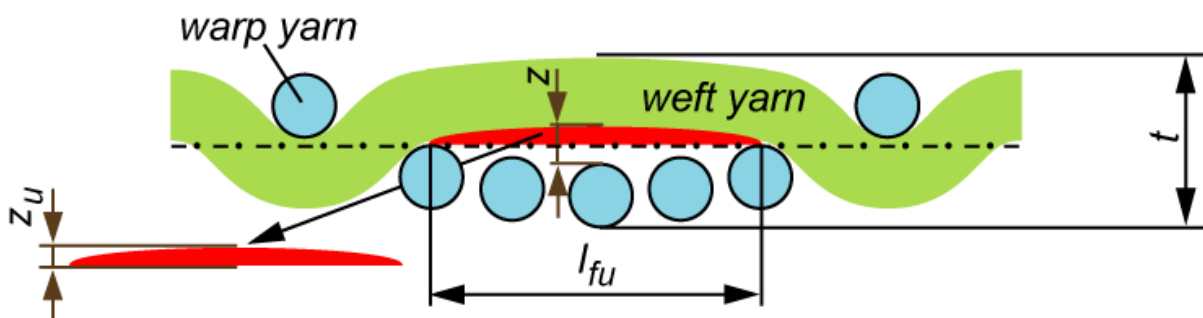
Dle Havlové[14] je horizontální porosita v teorii klasického 2-D modelu, odvozena z pouhé geometrie průmětu příze a je definována jako doplněk k plošnému zakrytí (viz vztah 13). Vzhledem k tomu, že tento model zcela zanedbává jakoukoliv 3D strukturu tkaniny a rozdíl jednotlivých pórů vlivem rozdílné vazby, je Havlovou označen jako nedostatečný pro popis vztahu mezi vazbou tkaniny a prodyšností.

Vertikální porosita

Vertikální porosita vzniká v místech delších neprovázaných úseků příze mezi osvní a útkovou přízí ve vertikálním směru. Tyto póry zahrnují prostor v tkanině vyplněný vzduchem, který tím přispívá k mezi-nitné porositě.[14]

3.1.6. 2D model vertikální porosity dle Havlové

Vertikální porositu blíže rozvádí Havlová[14] ve svém odborném příspěvku. Je zřejmé, že tento druh porosity se nevyskytuje v plátňové vazbě z důsledku absence flotáže, avšak hraje roli v keprové a atlasové vazbě. Po dobu měření prodyšnosti, tyto neprovázané úseky tkaniny – flotáže, podléhají účinkům proudícího vzduchu do takové míry, že dochází k jejich pohybu a nárůstu porosity ve vertikálním směru. Projekcí póru ve vertikální rovině je potom půlelipsa (viz obr. 10)



Obrázek 10 Eliptický model vertikálního póru [14]

Model přijímá zjednodušující předpoklad, že jedna ze soustav zůstává v klidu, zatímco druhá se pohybuje.

Velikost E_{U1} [cm^2] jednoho vertikálního póru, který se vyskytuje pod útkovou nití, se vypočítá ze vztahu:

$$E_{U1} = \frac{1}{2} \pi \cdot l_{fU} \cdot z_u \quad (26)$$

kde l_{fU} [cm] je délka jedné flotáže útkové nitě, která se stanoví dle vzorce:

$$l_{fU} = \frac{1}{d_o} \cdot p_{IU} \quad (27)$$

kde p_{IU} je počet nezakřížených úseků v této flotáži. Počet těchto flotáží podél útkové

soustavy nití ve střídě vazby je p_{fU} . Počet stříd p_s na jeden centimetr [1/cm²] lze stanovit jako

$$p_s = \frac{D_o D_u}{n_{s_o} n_{s_u}} \quad (28)$$

kde D_o [1/cm] je dostava osnovních nití, D_u [1/cm] je dostava nití útkových, n_o je počet vazných bodů ve střídě osnovy a n_u je počet vazných bodů ve střídě útku.

Celková plocha všech vertikálních pórů podél nití útkových na 1 cm² je stanovena dle vzorce:

$$E_U = \frac{\pi p_{fU}}{2 D_o} z_U p_{fU} \frac{D_o D_u}{n_{s_o} n_{s_u}} \quad (29)$$

Hodnota E_U [cm²] je třeba vyčíslit pro každý typ flotáže zvlášť, respektive její délky, v případě že se opakují ve střídě rozdílné délky flotáže (např. kepr 2/4, kepr 3/4). Pro výpočet vertikálních pórů E_O [cm²] podél nití osnovních zaměníme indexy U a O .

Hodnoty z_U a z_O představují výchylku osnovní a útkové nitě ve směru kolmém k ose tkaniny.

Hodnotu $z = z_O + z_U$ lze vyjádřit přibližným vztahem

$$z = t - (d_o + d_u) \quad (30)$$

kde t [cm] je tloušťka tkaniny a d_o , d_u [cm] jsou průměry osnovních a útkových nití. Tloušťka tkaniny je měřena experimentálně za nejmenšího tlaku, vyvíjeným měřicí technikou z důvodu minimalizace vlivu komprese na vazbu.

Celková plocha útkových flotáží na 1 cm² je pak stanovena dle následujícího vzorce:

$$S_{FU} = \frac{\pi}{2} \left(\frac{p_{fU}}{D_o} + 2d_u + d_o \right) (z_u + d_u) p_{fU} \frac{D_o D_u}{n_o n_u} \quad (31)$$

Pro výpočet celkové plochy osnovních flotáží opět zaměníme indexy U a O .

Pro finální výpočet vertikální porosity pak platí následující vzorec [14]:

$$P_{ver} = \frac{E_O + E_U}{S_{FO} + S_{FU}} \quad (32)$$

kde E_U [cm²] a E_O [cm²] jsou celkové plochy vertikálních pórů podél útkových a osnovních nití a S_{FU} [cm²] a S_{FO} [cm²] jsou celkové plochy útkových a osnovních flotází na 1 cm².

Tento model je použit pro vypočítání vertikální porosity v experimentální části.

3.2. Faktory pohyblivosti nitě, pevnosti vazby a pevnosti tkaniny

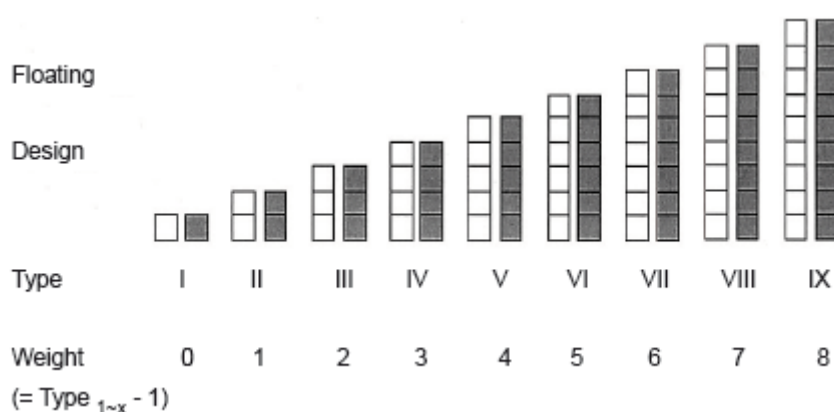
V několika odborných pracích byly použity pro predikci prodyšnosti tyto faktory, které zohledňují typ vazby tkaniny (flotáž a pevnost překřížení) a její vliv na prodyšnost.

Faktor pohyblivosti nitě – tzv. flotáž (FYF)

Faktor pohyblivosti nitě byl použit například v práci Milašiusė[15] a je vyjádřen vztahem:

$$FYF = \frac{((typ_{I-IX}-1) \cdot E_n)}{N_i} \quad (33)$$

kde E_n je skutečný počet flotujících nití ve střídě vazby, (typ_{I-IX}) je tabulková hodnota, kterou je zapotřebí vybrat ve formě váhy vlivu flotáže (viz obrázek 11). V případě že délka neprovázané nitě je jeden přechodový bod (jako například v plátnové vazbě, viz obrázek 12) je váha takovéto flotáže 0. V případě, že neprovázanost nitě pokračuje přes dva přechodové body je váha flotáže 1 atd. N_i je celkový počet vazných bodů ve střídě. FYF roste se zvyšující se délkou flotází a naopak. [18]



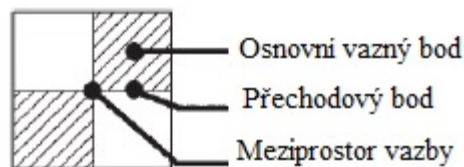
Obrázek 11 Typy a váhy flotujících nití [18]

Faktor pevnosti vazby (CFF)

Tento faktor byl původně definován Ogawou [16], avšak pro omezenost modelu pouze na 10osnovních a 10 útkových nití, byl později přeformulován Morinem [17], pro možnost užití na komplexnějších strukturách tkanin.

$$CFF = N_c / N_i \quad (34)$$

kde N_c je počet přechodových úseků ve střídě vazby a N_i je počet vazných bodů ve střídě. Počet přechodových úseků lze popsat také jako počet zakřížených úseků ve střídě vazby. [17]



Obrázek 12 Popis plátnové vazby

Na základě těchto dvou faktorů přišli Fatahi a Yazdi [18] s modelem pro odhad prodyšnosti. Potvrdili tak silnou korelaci mezi FYF/CFF a prodyšností tkaniny, kde FYF má silnou kladnou korelaci a CFF silnou zápornou korelaci. Jinými slovy čím větší je faktor FYF , tím vyšší je prodyšnost. Naopak čím vyšší je CFF , o to menší je výsledná prodyšnost.

Experiment se skládal z osmi vzorků lišících se pouze vazbou tkaniny. Materiálově byla zvolena směšová tkanina viskóza50%/polyester50%. Jemnost osnovních nití byla T20 a T30 pro nitě útkové. Všechny vzorky měly také stejnou dostavu nitě a to 24/cm v osnovním a 22/cm v útkovém směru.

Z výsledků experimentů a vyhodnocení dat regresní analýzou, vyvodili následující vztah:

$$A_p = 13,24(CFF) + 24,01(FYF) - 20,55 \quad (35)$$

kde A_p je prodyšnost [$\text{cm}^3/\text{cm}^2\text{s}$] a kde za CFF dosadíme ze vzorce (34) a za FYF ze vzorce (33). Ze vztahu je patrné, že faktor FYF má větší vliv na prodyšnost nežli faktor CFF . Jako značnou výhodu tohoto modelu uvádění jeho autoři jednoduchost, možnost aplikace na všechny druhy tkaniny, schopnost predikovat prodyšnost před samotným vyrobením tkaniny a relativní přesnost odhadu.

Vimal a Murugan ve své odborné práci[19] upozorňují, že model Fatahiho a Yazdiho[18] nezohledňuje faktor FFF (viz dále), který má také značný vliv na prodyšnost tkaniny a zohledňuje porositu. Zdůrazňují, že další faktory jako je tloušťka, hustota a porosita by měly být brány v potaz při odhadování prodyšnosti tkaniny.

Faktor vazby (P_1) + Faktor pevnosti tkaniny (FFF)

Vimal a Murugan[19] proto rozšířili zkoumání o faktor FFF . Pro výpočet faktoru pevnosti tkaniny je třeba znát Faktor vazby P_1 zveden Milašiusem[20]. Tento faktor představuje počet provázání mezi osnovou a útkem, které jsou získány z maticové vazby. Jedná se o velice komplexní faktor a pro vypočítání je zapotřebí program dostupný např. na mateřské universitě Milašiusů v Litvě. <http://www.textiles.ktu.lt/Pagr/En/Cont/pagrE.htm>

Vztah, pro výpočet Faktoru pevnosti tkaniny (značen φ), který byl užit v odborné práci[19] zaveden Milašiosovými[21]

$$\varphi = \sqrt{\frac{12}{\pi}} \cdot \frac{1}{P_1} \cdot \sqrt{\frac{T_{av}}{\rho}} \cdot D_u^{\frac{1}{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{T_o}{T_u}}}} \cdot D_o^{\frac{\frac{2}{3}\sqrt{\frac{T_o}{T_u}}}{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{T_o}{T_u}}}} \quad (36)$$

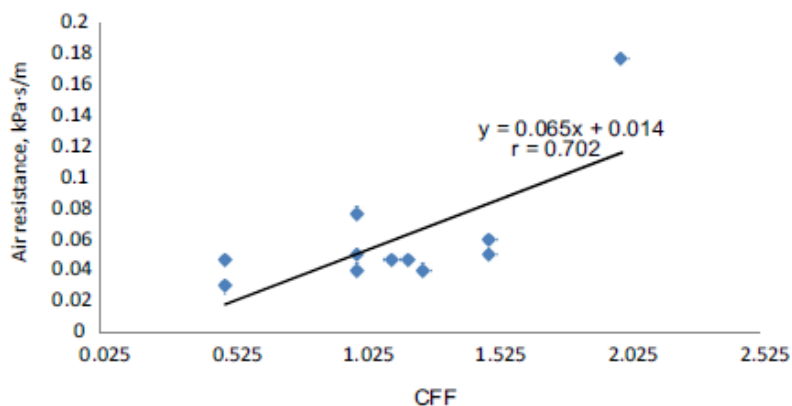
kde
$$\rho = \frac{D_o \rho_o + D_u \rho_u}{D_o + D_u} \quad (37)$$

a
$$T_{av} = \frac{D_o T_o + D_u T_u}{D_o + D_u} \quad (38)$$

T_o je jemnost osnov, T_u je jemnost útků a T_{av} je průměrná jemnost v tex. P_1 je zmiňovaný faktor vazby, ρ_o a ρ_u jsou hustoty vláken. D_o a D_u jsou dostavy osnovy a útku.

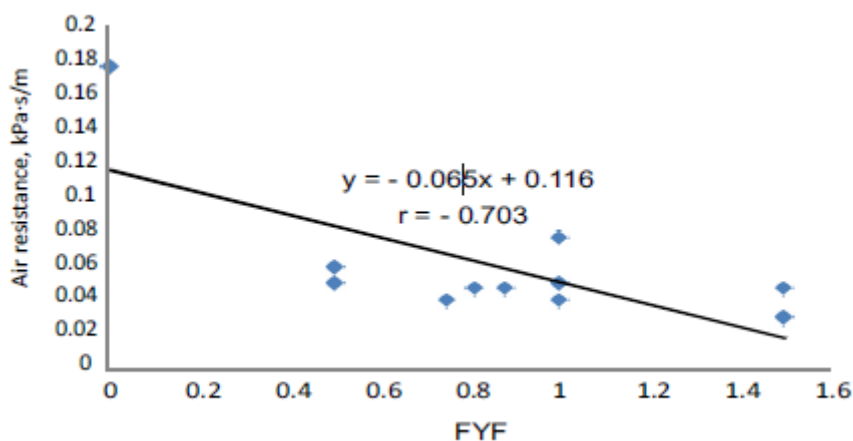
Vimal a Murugan[19] ve své práci tedy navázali na model, který uvedli Fatahi a Yazdi[18]. Potvrdili korelace mezi FYF/CFE a prodyšností tkaniny a rozšířili měření o FFF .

Jak lze vidět z obrázku 13, je zde prokazatelně silná korelace (0,7) mezi faktorem CFE a odporem vzduchu vytvářeným textilií. Je zjevné, že čím větší je CFE koeficient, tím větší je i odpor vzduchu vytvářený textilií (je menší prodyšnost). Je to zejména vlivem absence flotází ve tkanině a více provázaných úseků. Potvrdili tak výsledek, který publikovali Fatahi a Yazdi[18]



Obrázek 13 Vliv faktoru CFF na odpor vzduchu vytvářený textilií [19]

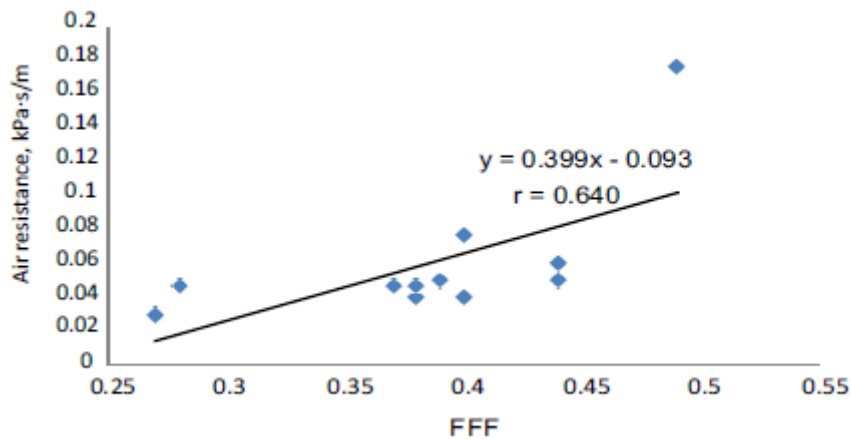
Stejně tak obrázek 14 znázorňuje vliv vazby *FYF* na odpor vzduchu kladeným tkaninou. V tomto případě je zde patrná silná záporná korelace (-0,7). Jinými slovy čím větší je *FYF* koeficient, tím nižší je odpor vzduchu (je větší prodyšnost). Opět tak potvrdili výsledky, které publikovali Fatahi a Yazdi[18]



Obrázek 14 Vliv faktoru FYF na odpor vzduchu vytvářený textilií[19]

Mimo jiné také provedli kontrolní výpočet korelace mezi faktory *CFF* a *FYF* s výsledkem absolutní kladné korelace (1).

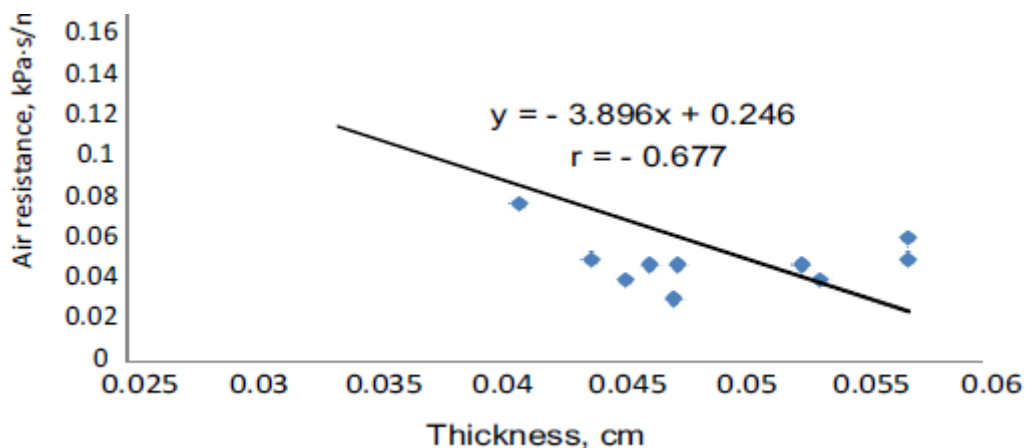
Dále dokázali korelaci mezi *FFF* a odporem vzduchu kladený tkaninou. Podotkli, že korelace *FFF* s odporem vzduchu je menší nežli s *CFF* (0,7 pro *CFF* a 0,6 pro *FFF*), avšak tento faktor by neměl být zanedbávat z důvodu jeho komplexnosti, viz obrázek 15.



Obrázek 15 Vliv FFF faktoru na odpor vzduchu vytvářený textilií [19]

Matusiak a Sikorski[6] také ve své práci použili faktor pevnosti tkaniny, kde prokázali velice silnou vazbu mezi faktorem *FFF* a tepelnou jímavostí společně s tepelnou vodivostí. Prokázali mimo jiné, že jednoduché tkaniny s plátňovou vazbou mají v porovnání s keprovou vazbou menší tepelný odpor vlivem mezi-nitných pórů vznikající flotází.

Vimal a Murugan[19] rovněž potvrdili významnost tloušťky tkaniny na prodyšnost tkaniny (na obrázku 16 uveden odpor vzduchu vytvářený textilií), a navázali tak na práci Matusiak a Sikorski[6], a kteří ji uvedli jako jednu z hlavních vlastností zejména pro tepelný odpor.



Obrázek 16 Vliv tloušťky na odpor vzduchu vytvářený textilií [19]

Korelační koeficient mezi faktory *CFE* a *FFF* byl menší, nežli mezi *CFE* a *FYF* a to (0,95).

4. Komfortní vlastnosti tkaniny

Komfort se dá definovat dle Hese[22] jako stav organismu, při kterém jsou fyziologické funkce v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně je tento pocit brán jako stav pohody. Okolní teplota je vyhovující a lze setrvat v současném prostředí nebo vykonávat práci. Na hodnocení komfortu se podílejí všechny smysly krom chuti. Můžeme je seřadit podle důležitosti následovně: hmat, zrak, sluch, čich. Zjednodušenou definicí komfortu je potom „absence znepokojujících a bolestivých vjemů“.

Komfort tkanin můžeme rozdělit do tří skupin[22]:

Psychologický komfort

Jedná se zejména o subjektivní pocity, které oblečení vyvolává při jeho nošení. Z hlediska běžného spotřebitele jsou to zejména klimatická hlediska (klimatické podmínky), ekonomická hlediska jako například výrobní prostředky a úroveň technologie. Dále pak kulturní hlediska spojná se zvyky, tradicemi a náboženstvím. Nebo například sociální hlediska, kdy se bere v potaz věk, vzdělání a klasifikace uživatele.

Senzorický komfort

Při doteku lidské pokožky a první vrstvy oděvu jsou vyvolány určité pocity. Tyto pocity zahrnuje senzorický komfort, který je popisuje. Pocity to mohou být příjemné jako například pocit jemnosti, splývavosti, anebo naopak nepříjemné a dráždivé, jako je škrábání, kousání a píchání. Z hlediska senzorického komfortu je v této diplomové práci posuzován vliv vazby tkaniny na tepelnou jímavost tkaniny

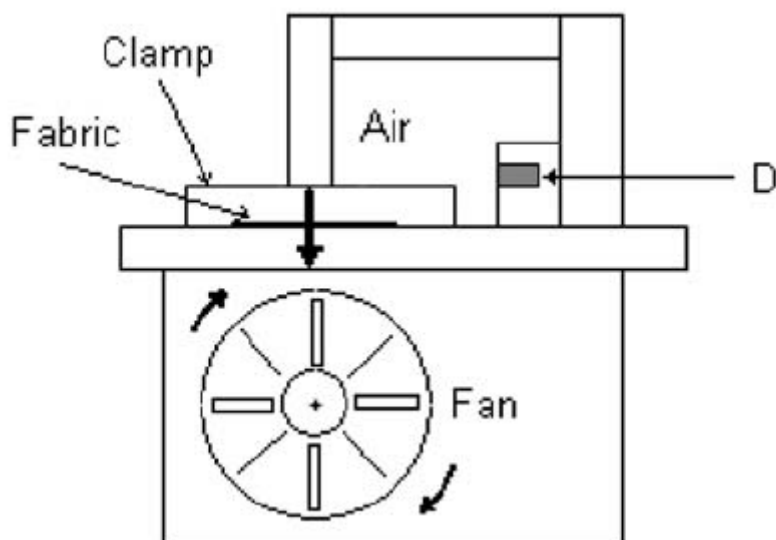
Fyziologický komfort

Poslední a z hlediska diplomové práce nejdůležitější komfort je komfort fyziologický. Ten popisuje schopnost textilií absorbovat a transponovat plynnou či kapalnou vlhkost, vytvářet tepelný odpor a ovlivňovat prodyšnost vzduchu mezi tělem a okolním prostředím. Zde je porovnávána prodyšnost, paro-propustnost a tepelně izolační vlastnosti tkanin.

4.1. Prodyšnost

Prodyšnost určuje prostupnost vzduchu tkaninou, jinými slovy průtok vzduchu kolmo přes zkušební vzorek za předem stanovených podmínek. Podle normy ČSN EN ISO 9237 *Textilie - Zjišťování prodyšnosti plošných textilií* je definována prodyšnost jako rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo na zkušební vzorek při specifikovaných podmínkách pro zkušební plochu, tlakový spád a dobu. V případě materiálů používaných v oděvním průmyslu je prodyšnost velice důležitým aspektem pro celkový komfort. V případě průmyslových tkanin prodyšnost udává jejich následné využití: například padáky, filtry, airbagy a podobné.

V experimentální části byl pro měření prodyšnosti použit přístroj FX 3300 od firmy TEXTEST AG. Následující obrázek popisuje princip fungování přístroje FX 3300:



Obrázek 17 Schéma principu měření prodyšnosti na přístroji FX3300[23]

Tkanina (fabric) je držena svorkou (clamp) za určitého tlaku (100 Pa). Sací ventilátor (Fan) nutí vzduch proudit kolmo skrze tkaninu a tok se postupně upravuje, dokud se nedosáhne požadovaného poklesu tlaku v celé ploše testovacího vzorku. D je převodník, který určuje objemový průtok [m^3/s]. Tato hodnota dělená plochou vzorku (20cm^2) udává rychlost proudění vzduchu v [mm/s].

Alternativy pro měření prodyšnosti

Přístrojů, které měří na základě americké normy ASTM D737 (stejně tak jako FX3300) pro měření prodyšnosti je na trhu celá řada. Jako příklad můžeme uvést amerického výrobce Frazier®, který pracuje s normou ASTM D737. S obdobnou normou ČSN EN ISO 4638 *Měkké lehčené polymerní materiály - Stanovení propustnosti vzduchu* například pracuje přístroj TQD-G1 od firmy Labthink® [23]

4.2. Paro-propustnost

Paro-propustnost má velký význam z hlediska komfortu oděvů a to zejména z důvodu vlivu na ochlazování těla při odpařování potu z povrchu pokožky [22]. Úroveň ochlazování těla totiž závisí nejen na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, ale také na propustnosti oděvu pro vodní páry. Čím více je tkanina schopná transponovat vodní páry do okolního vzduchu, tím propustnější je. Propustností je v tomto případě míněn průchod vodních par skrze textilii.

Absolutní paro-propustnost

Absolutní paro-propustnost P_{abs} [kg/m² hod] je definována jako proudění vodních par za jednotku času skrze tkaninu za určené teploty a relativní vlhkosti.

Takováto paro-propustnost lze měřit v laboratorních podmínkách dvěma způsoby.

Za pomoci desikantu jako je například silikagel, nebo za pomoci vody.

Měření spočívá v upevnění kruhového vzorku textilie na misku obsahující silikagel, zvážení misky se vzorkem před expozicí a po 6tihodinové expozici a následného vypočtení absolutní paro-propustnosti dle vztahu [22]:

$$P_{abs} = \left(\frac{G_1 - G_0}{S_t \cdot t_e} \right) \quad (40)$$

kde G_0 je hmotnost misky před expozicí [g], G_1 je hmotnost misky po expozici, S_t je plocha testovaného vzorku [m²] a t_e je doba expozice [hodiny].

Relativní paro-propustnost

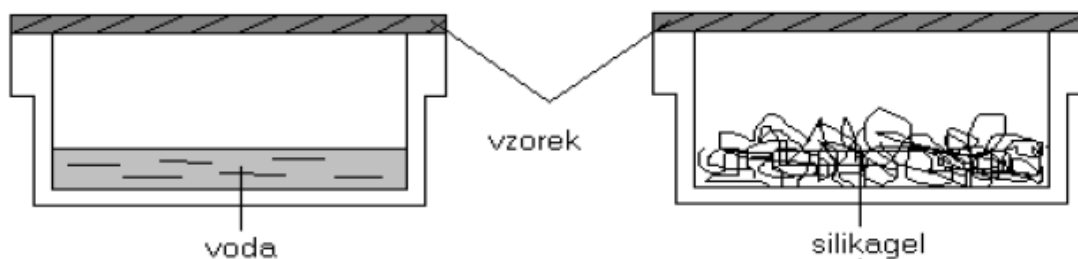
V případě výpočtu relativní paro-propustnosti P_{rel} [%] dosadíme do vztahu[22]:

$$P_{rel} = \left(\frac{G_1 - G_0}{G_0} \right) \quad (41)$$

kde G_0 je hmotnost misky před expozicí [g] a G_1 [g] je hmotnost misky po 24tíhodinové expozici.

Dle Hese [22] je relativní paro-propustnost stanovena jako nenormalizovaný parametr v rozmezí 0-100%, kde 100% paro-propustnost představuje množství odpařené vodní páry z vodní plochy o daném rozměru bez zakrytí zkušebním vzorkem.

Měření relativní paro-propustnosti dle ČSN 80 0855 *Zjišťování relativní propustnosti vodních par plošnou textilií* funguje na principu úbytku vody v hliníkové misce zakryté zkušebním vzorkem po 6hodinové expozici v klimatizační skříni se stanovenou teplotou, relativní vlhkostí a prouděním vzduchu. Je možné použít metodu, kdy se místo úbytku vody váží příbytek hmotnosti silikagelu v misce zakryté zkušební textilií za stejných podmínek.



Obrázek 18 Popis gravimterických metod[22]

Výparný odpor

Zde je vhodné zavést parametr výparný odpor R_{et} [$m^2 \cdot Pa/W$], který přímo charakterizuje účinky odparu potu. Pro měření výparného odporu za laboratorních podmínek můžeme využít několika způsobů. V rámci diplomové práce je rozveden zejména model „sweating hot plate“ neboli také „skin model“. Test vyvinutý v Německém Hohenstainově Institutu [28] simuluje termoregulaci lidského těla a dokáže určit výparný odpor tkaniny. Hohensteinský „sweating hot plate“ představuje porózní ocelovou desku o rozměrech 20 cm x 20 cm, která je elektronicky vyhřívána na teplotu lidského těla (35°C). Celá deska je pak zakryta zkušebním vzorkem, strany desky mají ochranný kruh, aby jediný možný směr výparu mohl být skrze

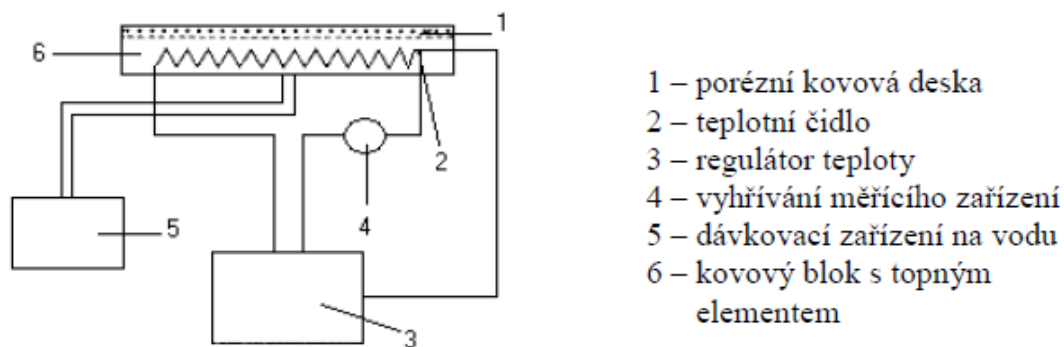
testovaný vzorek. Ze spodu porézní desky je přiváděna voda, která je skrze póry distribuována na desku. Tímto stylem simuluje lidskou pokožku. Celý model je pak umístěn do klimatické komory, za definované teploty a vlhkosti.

Výsledný výparný odpor pak lze definovat dle následujícího vztahu[28]:

$$R_{et} = \frac{P_m - P_a}{H - H_{DRY}} - R_{et0} \quad (42)$$

kde P_m [Pa] je nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu desky, P_a [Pa] je parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru, H [Wm^{-2}] celková ztráta tepla na metr čtvereční mokré desky, H_{DRY} [Wm^{-2}] ztráta tepla suché desky a R_{et0} [$\text{m}^2\text{Pa/W}$] je výparný odpor naměřený bez zkušebního vzorku.

Schéma fungování popsaného skin modelu popisuje obrázek 19:



Obrázek 19 Měřicí jednotka s kontrolou teploty a přívodem vody[22]

V experimentální části byl pro měření relativní paro-propustnosti a výparného odporu použit přístroj Permetest vyvinutý na Technické Universitě Liberec Hesem a kolegy[24]. Jedná se o zjednodušenou verzi testu vyvinutého v Německém Hohenstainově Institutu.[28]

Přístroj funguje na principu SKIN MODEL-u[25], který je založen na principu přímého měření tepelného toku procházejícím povrchem tohoto tepelného modelu lidské pokožky, který je v průběhu testu zvlhčován na jeho porézním povrchu, čímž dochází k simulaci ochlazování lidské pokožky pocením. Vnější strana je ofukována, viz Obrázek 20. Při měření je topné těleso nastaveno na teplotu okolí, což je za normálních podmínek okolo 22°C, který je přístrojem nasáván a ofukuje vnější stranu tkaniny. Při zahřívání se pak vlhkost v porézní

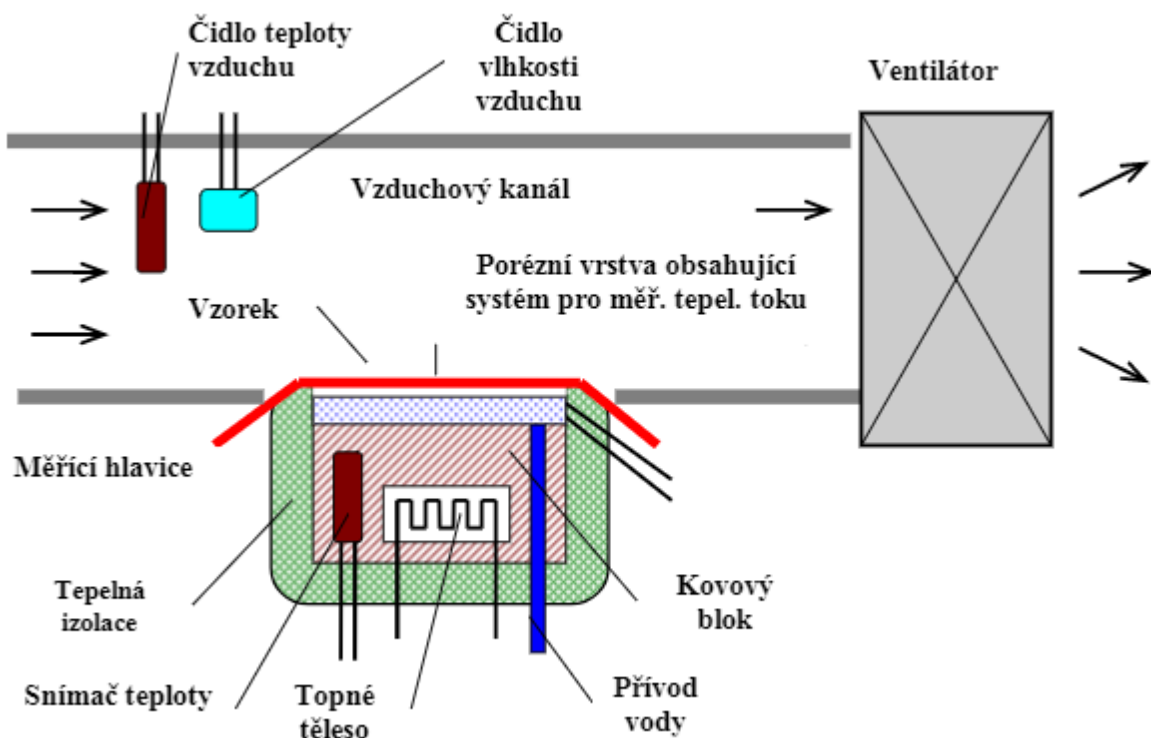
vrstvě mění na páru a prostupuje tkaninou. Následný výparný tepelný tok je měřen snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paro-propustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu.

Výsledný výparný odpor pak lze definovat dle následujícího vztahu[22]:

$$R_{et} = (P_m - P_a)(q_v^1 - q_0^1) \quad (43)$$

kde P_m [Pa] je nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavice, P_a [Pa] je parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru, q_v [W/m^2] plošná hustota tepelného toku (dále jen tepelný tok) procházející měřicí hlavici zakrytou měřeným vzorkem a q_0 [W/m^2] plošná hustota tepelného toku (dále je tepelný tok) procházející měřicí hlavici nezakrytou měřeným vzorkem.

Následující obrázek popisuje princip fungování přístroje Permetest[24]:



Obrázek 20 Schéma principu měření výparného odporu na přístroji Permetest [24]

4.3. Tepelně-izolační vlastnosti

Z tepelně-izolačních vlastností byla vybrána tři, pro tuto diplomovou práci stěžejní, kritéria:

Měrná tepelná vodivost

Měrná tepelná vodivost λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$] [22] představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1 K.

Je-li tepelný tok homogenní a ustálený, lze měrná tepelná vodivost vyjádřit následujícím vztahem:

$$\lambda = \frac{d}{tS\Delta T} Q \quad (44)$$

kde Q [J] je množství tepla které za čas t [s] projde mezi dvěma shodnými plochami obsahu S [cm^2] kolmými ke směru toku a vzájemně posunutými v tomto směru o vzdálenost d_a [cm], je-li mezi nimi rozdíl teplot ΔT [$^{\circ}\text{C}$].

Plošný odpor vedení tepla

Plošný odpor vedení tepla r [W^{-1}Km^2] [22] je měřen podobně jako výparný odpor a charakterizuje odpor proti prostupu tepla vzorkem při definované teplotě a při přenosu tepla konvekcí z jeho druhé strany do vzduchu. Při zachování homogenního a ustáleného tepelného toku lze vyjádřit následujícím vztahem:

$$r = \frac{h}{\lambda} \quad (45)$$

kde λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$] je součinitel měrné tepelné vodivosti (viz rovnice 44) a h [mm] je tloušťka textilie.

Termo-izolační vlastnosti tkaniny jsou měřitelné v laboratorních podmínkách při měření průchodu tepla za suchého stavu. Jsou možné tři způsoby měření, nicméně všechny vycházejí z principu „hot plate“ neboli horké desky[28].

V první takzvané dvou-deskové metodě, jsou použity dvě desky pro měření průchodu tepla za větší teploty. Tento princip měření se používá zejména pro textilie, které nejsou vystaveny teplotě okolního vzduchu a jsou jednou ze složek vrstveného materiálu (například košile pod sakem).

U jedno-deskové metody dochází k zahřívání pouze jedné desky a dochází tak k simulaci vlivu okolního vzduchu na textílii, tento test je tedy vhodnější pro měření textilií, které přijdou do styku přímo s okolním vzduchem. Její nevýhodou je však špatná reprodukovatelnost testu.

Poslední metodou je pak, krytá jednodesková metoda, která je velmi podobná metodě jednodeskové, ale je přizpůsobena pro tlustší textílie, které vyžadují přesnější měření, avšak vyžaduje sofistikovanější kontrolu teploty na desce. Liší se tedy zejména krycím kroužkem, který udržuje po celou dobu testu stejnou teplotu a je opatřen izolantem od okolního prostředí. V případě měření za pomoci kryté jednodeskové metody lze pak výsledný tepelný odpor vyjádřit následujícím vztahem[28]:

$$r = \frac{T_{plate} - T_a}{H_{DRY}} - r_0 \quad (46)$$

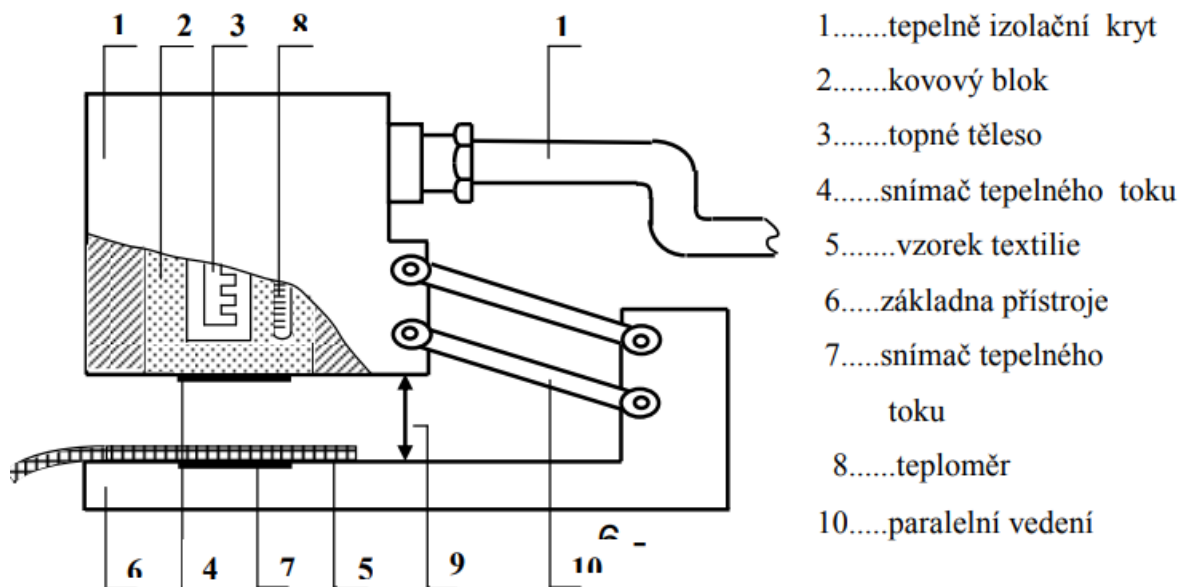
kde T_{plate} [°C] je průměrná hodnota teploty horké desky, T_a [°C] je teplota okolí, H_{DRY} [Wm⁻²] ztráta tepla suché desky a r_0 [W⁻¹Km²] je tepelný odpor naměřený bez testovaného vzorku.

Tepelná jímavost

Tepelná jímavost b [Wm⁻²s^{1/2}K⁻¹] zavedená Hesem[26] představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Tepelná jímavost lze definovat následujícím vztahem[26]:

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} \quad (47)$$

kde λ [Wm⁻¹K⁻¹] je součinitel měrné tepelné vodivosti (viz rovnice 44), ρ [kg·m⁻³] je hustota a c [J·kg⁻¹·K⁻¹] je měrná tepelná kapacita. Jako chladnější pocítujeme hmatem ten materiál, který má větší tepelnou jímavost (větší b). V experimentální části byl pro měření tepelně-izolačních vlastností použit přístroj Alambeta[27] vyvinutý na textilní fakultě TUL Hesem a Doležalem.



Obrázek 21 Schéma principu měření tepelně-izolačních vlastností na přístroji Alambeta [22]

Princip[27] tohoto přístroje spočívá v aplikaci systému na přímé měření tepelného toku připevněného k povrchu kovového bloku s konstantní teplotou, která se liší od teploty vzorku. Po zahájení měření hlavice se zmiňovaným měřicím systémem poklesne a dotkne se povrchu měřeného vzorku, který je umístěný na základně přístroje pod měřicí hlavou, která je vytápěna odporovou topnou vložkou. V tento okamžik se povrchová teplota vzorku náhle změní a počítač začne zaznamenávat průběh tepelného toku.

Alternativy pro měření tepelně-izolačních vlastností

Stanovení teplených vlastností je poměrně složité a podléhá chybám. Velice sofistikovanou alternativní metodou k Alambetě je takzvaná FrontPhotoPyroElectric Method (FPPE), která funguje na principu laserové excitace, kdy je zkoumán modulovaný teplený tok na tkanině, která je umístěna na povrchu pyroelektrického senzoru, za pomoci laseru[29].

Experimentální část

Na třech souborech tkanin bylo provedeno měření prodyšnosti, paro-propustnosti a vybraných tepelně-izolačních vlastností. Dále byl pro každý vzorek v souboru vypočítán model vertikální a horizontální porosity společně s modelem porosity na základě hustot. Cílem bylo prokázat korelace mezi jednotlivými komfortními vlastnostmi a modely pro výpočty porosit. Vertikální porosita se mění s druhem vazby, zatímco horizontální není druhem vazby ovlivněna.

5. Parametry hodnocených tkanin

Hodnocení vztahu mezi vazbou tkaniny a komfortními vlastnostmi bylo provedeno na třech souborech tkanin. Každý soubor sestával ze 7mi tkanin (6ti v případě 3. souboru.), které měly stejnou dostavu a jemnost nití a lišily se pouze vazbou tkaniny. Tabulka 1 zobrazuje popis jednotlivých souborů tkanin s údaji udávanými výrobcem. Od každé tkaniny bylo k dispozici 10 vzorků, na kterých bylo provedeno měření komfortních vlastností. Tabulka 2 dokládá přehled hodnocených tkanin právě s těmito základními charakteristikami, spolu s dalšími měřenými parametry tkanin a nití, které byly zjištěny za účelem testování (hodnoty v závorce reprezentují směrodatnou odchylku).

Tabulka 1 Popis souborů tkanin

Název souboru tkanin	Materiál	Jemnost přízí udávaná výrobcem [tex]	Dostava osnovních nití udávaná výrobcem $Do[1/cm]$	Dostava útkových nití udávaná výrobcem $Du[1/cm]$	Průměry osnovních a útkových nití [mm]
SOUBOR 1	Polyester	40	21,2	21,2	0,305
SOUBOR 2	Polyester	16	31,8	31,8	0,177
SOUBOR 3	Polypropylen + bavlna (50/50)	45	18	18	0,297

Tabulka 2 Charakteristika experimentálních tkanin

	Vazba tkaniny	Jemnost přízí [tex]	Tloušťka tkaniny [mm]	Plošná hmotnost tkaniny [kg/m ²]	Dostava osnovních nití <i>Do</i> [1/cm]	Dostava útkových nití <i>Du</i> [1/cm]	Průměry osnovních a útkových nití [mm]
SOUBOR 1 (PE)	A 1/5	40	0,766 _(0,02)	0,193 _(0,001)	21,2 _(0,7)	21,2 _(0,8)	0,305
	A 3/3	40	0,728 _(0,02)	0,196 _(0,001)	21,2 _(0,6)	21,2 _(0,8)	0,305
	A 2/4	40	0,735 _(0,01)	0,197 _(0,001)	21,2 _(0,7)	21,2 _(0,7)	0,305
	K1/5	40	0,773 _(0,02)	0,196 _(0,001)	21,2 _(0,7)	21,2 _(0,6)	0,305
	K 2/4	40	0,733 _(0,01)	0,197 _(0,001)	21,2 _(0,7)	21,2 _(0,6)	0,305
	K 2/1-1/2	40	0,650 _(0,02)	0,189 _(0,001)	21,2 _(0,9)	21,2 _(0,6)	0,305
	K 2/1	40	0,681 _(0,01)	0,167 _(0,001)	21,2 _(0,6)	21,2 _(0,7)	0,305
SOUBOR 2 (PE)	A 1/5	16	0,503 _(0,01)	0,114 _(0,001)	31,3 _(0,6)	31,2 _(0,7)	0,177
	A 3/3	16	0,484 _(0,01)	0,118 _(0,001)	31,1 _(0,7)	31,2 _(0,8)	0,177
	A 2/4	16	0,484 _(0,02)	0,119 _(0,001)	31,3 _(0,8)	31,1 _(0,8)	0,177
	K1/5	16	0,482 _(0,01)	0,118 _(0,001)	31,4 _(0,8)	31 _(0,6)	0,177
	K 2/4	16	0,486 _(0,01)	0,119 _(0,001)	31,1 _(0,8)	31 _(0,4)	0,177
	K 2/1-1/2	16	0,411 _(0,02)	0,122 _(0,001)	30,7 _(0,7)	31 _(0,8)	0,177
	K 2/1	16	0,387 _(0,01)	0,119 _(0,001)	31,2 _(0,8)	31,1 _(0,8)	0,177
SOUBOR 3 (PP/CO)	A 1/5	45	0,921 _(0,01)	0,197 _(0,001)	18 _(0,4)	18,4 _(0,4)	0,297
	P 3/3	45	0,846 _(0,02)	0,190 _(0,004)	18 _(0,7)	18 _(0,6)	0,297
	A 2/4	45	0,932 _(0,02)	0,198 _(0,004)	18,2 _(0,7)	18 _(0,8)	0,297
	K1/5	45	0,877 _(0,02)	0,198 _(0,002)	18 _(0,9)	18,4 _(0,8)	0,297
	K 2/4	45	0,803 _(0,02)	0,193 _(0,002)	18 _(0,7)	18,1 _(0,8)	0,297
	R 3/3	45	0,899 _(0,01)	0,198 _(0,002)	17,9 _(0,3)	18 _(0,3)	0,297

Průměry nití

Průměr nití hodnocených tkanin byl měřen pomocí přístroje USTER na katedře KTT, Technické university v Liberci. Tyto hodnoty byly pro potřeby diplomové práce převzaty z dřívějších experimentů.

Dostava tkaniny

Dostava hodnocených tkanin byla měřena dle normy ČSN EN 1049-2 (80 0814) *Textilie TKANINY. KONSTRUKCE. METODY ANALÝZY Část 2: Stanovení dostavy (mod ISO 7211 - 2:1984)*. Měření bylo prováděno v běžných klimatických podmínkách. Dle příslušné normy se měření provádělo vypáráním tkaniny. Zkušební délka byla stanovena 1 cm. Pro každou tkaninu byla měřena dostava na 10-ti různých místech. Výstupem zkoušky jsou stanovené průměrné hodnoty dostav osnovy Do [1/cm] a útku Du [1/cm].

Tloušťka tkaniny

Tloušťka hodnocených tkanin byla měřena dle normy ČSN EN ISO 5084 (80 0844) *Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků*. Měření bylo provedeno dne 9.8.2017 na Technické univerzitě v Liberci, katedře KMI, pomocí přístroje MESDAN LAB 1880 a samotné měření probíhalo dle normy EN ISO 5084 za přtlaku 0,1 kPa. Hodnocené tkaniny se měřily s minimálním přtlakem 0,1 kPa, aby nedošlo k deformacím tkaniny, zejména v místech flotáží. Pro každou tkaninu byla její tloušťka měřena na 10-ti vzorcích, které byly stříhány v diagonálním směru, nejméně 10 cm od okraje tkaniny. Měření se provádělo za běžných klimatických podmínek.

Experimentální měření plošné hmotnosti

Měření plošné hmotnosti bylo provedeno dne 9.8.2017 na Technické univerzitě v Liberci, katedře KTT. Podstatou měření plošné hmotnosti mp [kg/m²] je zvážit hmotnost vzorku m [g] o rozměrech 10x10 cm. Plošná hmotnost každé hodnocené tkaniny byla měřena na 10-ti různých místech.

Vazba hodnocených tkanin

Hodnocené tkaniny byly utkány v různých vazbách. Vazby tkanin jsou znázorněny v tabulce 3.

Tabulka 3 Druhy vazeb hodnocených tkanin

Vazba tkaniny	Popis vazby	Zakreslení vazby tkaniny
Atlas 1/5	Šestivazný nepravidelný útkový atlas Střída vazby 6x6	
Atlas 2/4	Šestivazný zesílený nepravidelný útkový atlas Střída vazby 6x6	
Atlas 3/3	Šestivazný zesílený nepravidelný útkový atlas Střída vazby 6x6	
Kepr 1/5	Šestivazný útkový kepr pravého směru Střída vazby 6x6	
Kepr 2/4	Šestivazný zesílený útkový kepr pravého směru Střída vazby 6x6	
Kepr 2/1	Třívazný útkový kepr pravého směru Střída vazby 3x3	
Kepr 2/1 1/2	Střída vazby 6x6	
Panama 3/3	Střída vazby 6x6	
Ryps 3/3	Podélný pravidelný ryps Střída vazby 6x2	

6. Komfortní vlastnosti hodnocených tkanin

V experimentální části byly dále naměřeny, na výše zmíněných vzorcích, komfortní vlastnosti tkanin. Konkrétně relativní paro-propustnost, výparný odpor, prodyšnost, tepelná jímavost, plošný odpor vedení tepla a měrná tepelná vodivost. Tabulka 4 dokládá přehled hodnocených komfortních vlastností jednotlivých tkanin (hodnoty v závorce reprezentují směrodatnou odchylku).

Pro zjištění těchto údajů byly použity přístroje zmiňované v rešeršní části. Permetest pro relativní paro-propustnost a výparný odpor. Přístroj Alambeta pro tepelnou jímavost, plošný odpor vedení tepla a měrnou tepelnou vodivost. V poslední řadě přístroj FX 3300 pro prodyšnost. Veškeré měření bylo provedeno 10x na 10-ti vzorcích v různých částech tkaniny, následně byl vypočítán aritmetický průměr. Vzorky před měřením nebyly vyprány a to zejména z důvodu zachování stavu dostavy nití od výrobce. Při praní by mohlo ke změně původních konstrukčních parametrů tkanin a původní předpoklad o stejném průměru nití a stejných dostavách tkanin v jednom souboru by mohl být porušen. Předpokládá se, že finální úprava byla nanесena rovnoměrně.

Tabulka 4 Experimentálně zjištěné komfortní vlastnosti tkanin

	Vazba tkaniny	Relativní paro-propustnost [%]	Výparný odpor [m ² .Pa/W],	Prodyšnost [mm/s]	Tepelná jímavost [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	Plošný odpor vedení tepla [W ⁻¹ Km ²]*10 ⁻³	Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]*10 ⁻³
SOUBOR 1 (PE)	A 1/5	64,07 _(1,1)	3,41 _(0,4)	1114 _(21,0)	139 _(5,7)	14,44*10 ⁻³ _(0,5)	47,1*10 ⁻³ _(1,6)
	A 3/3	65,19 _(1,1)	3,13 _(0,0)	811 _(44,1)	149 _(4,2)	14,39*10 ⁻³ _(0,6)	49,7*10 ⁻³ _(0,9)
	A 2/4	64,63 _(0,1)	3,28 _(0,1)	815 _(35,2)	146 _(9,2)	13,8*10 ⁻³ _(0,63)	49,1*10 ⁻³ _(1,49)
	K1/5	65,7 _(0,6)	3,36 _(0,2)	1052 _(44,9)	139 _(3,5)	15,3*10 ⁻³ _(0,18)	48,1*10 ⁻³ _(0,66)
	K 2/4	64,63 _(0,1)	3,34 _(0,1)	994 _(24,5)	153 _(2,6)	14,0*10 ⁻³ _(0,14)	49,1*10 ⁻³ _(1,66)
	K 2/1-1/2	67,62 _(0,1)	3,31 _(0,1)	404 _(32,57)	174 _(7,9)	10,1*10 ⁻³ _(0,59)	51,5*10 ⁻³ _(2,41)
	K 2/1	65,23 _(0,5)	9,83 _(0,8)	358 _(42,0)	178 _(7,5)	9,83*10 ⁻³ _(0,84)	51,3*10 ⁻³ _(3,21)
SOUBOR 2 (PE)	A 1/5	70,75 _(0,2)	2,64 _(0,2)	1793 _(26,2)	118 _(5,3)	12,3*10 ⁻³ _(0,62)	40,9*10 ⁻³ _(1,57)
	A 3/3	70,83 _(2,2)	2,59 _(0,2)	1388 _(78,4)	136 _(8,2)	11,1*10 ⁻³ _(0,41)	44,4*10 ⁻³ _(2,1)
	A 2/4	70,49 _(1,0)	2,36 _(0,1)	1552 _(51,3)	138 _(5,5)	11,3*10 ⁻³ _(0,25)	42,9*10 ⁻³ _(1,4)
	K1/5	70,71 _(0,9)	2,7 _(0,1)	1627 _(50,2)	126 _(4,1)	11,5*10 ⁻³ _(0,26)	42,1*10 ⁻³ _(1,6)
	K 2/4	70,31 _(0,3)	2,63 _(0,1)	1580 _(91,1)	127 _(4,2)	11,2*10 ⁻³ _(0,39)	43,6*10 ⁻³ _(1,21)
	K 2/1-1/2	70,72 _(2,1)	2,4 _(0,2)	746 _(60,0)	143 _(7,2)	9,91*10 ⁻³ _(0,34)	42,5*10 ⁻³ _(2,6)
	K 2/1	73,50 _(1,2)	2,07 _(0,1)	658 _(93,1)	141 _(9,4)	9,62*10 ⁻³ _(0,78)	40,2*10 ⁻³ _(1,62)
SOUBOR 3 (PP+CO)	A 1/5	64,24 _(0,9)	4,19 _(0,1)	957 _(34,1)	159 _(4,9)	17,2*10 ⁻³ _(0,91)	52,5*10 ⁻³ _(1,5)
	P 3/3	60,16 _(2,4)	4,92 _(0,2)	764 _(44,6)	168 _(4,4)	16,4*10 ⁻³ _(0,61)	50,7*10 ⁻³ _(1,29)
	A 2/4	60,1 _(1,3)	4,31 _(0,2)	709 _(64,2)	169 _(5,8)	17,31*10 ⁻³ _(0,61)	53,6*10 ⁻³ _(0,96)
	K1/5	64,1 _(0,6)	3,87 _(0,0)	748 _(44,5)	161 _(7,1)	16,33*10 ⁻³ _(0,71)	53,6*10 ⁻³ _(1,13)
	K 2/4	67,19 _(0,6)	3,54 _(0,0)	806 _(56,2)	186 _(6,3)	14,7*10 ⁻³ _(0,36)	54,8*10 ⁻³ _(1,56)
	R 3/3	59,9 _(0,8)	4,71 _(0,1)	601 _(31,6)	163 _(5,6)	17,13*10 ⁻³ _(0,57)	52,5*10 ⁻³ _(1,72)

7. Výpočty modelů porosit

Z hlediska diplomové práce je stěženi znát vertikální a horizontální porositu tkaniny. Pro horizontální porositu byl zvolen výpočet dle rovnice (13), kde je zvažována porosita dle plošného zakrytí P_S , dále druh porosity dle rovnice (14) P_W kde je zvažována porosita dle podílu hustot. Pro vertikální porositu je pak použit model P_{ver} dle Havlové s finálním vztahem dle rovnice (32). Tabulka 5 pak zobrazuje přehled jednotlivých porosit pro jednotlivé vazby v rámci souborů.

Tabulka 5 Přehled výsledků výpočtů modelů porosit

	Vazba	P_S	P_W	P_{ver}	CFF	FYF
SOUBOR 1 (PE)	A 1/5	0,1270	0,79605	0,1364	0,61	1,13
	A 3/3	0,1270	0,79779	0,0823	1,1	0,83
	A 2/4	0,1292	0,79167	0,1067	1	0,9
	K1/5	0,1296	0,80566	0,1421	0,66	1,1
	K 2/4	0,1302	0,79141	0,1010	0,9	1
	K 2/2-1/1	0,1248	0,73581	0,0160	1,27	0,44
	K 2/1	0,1249	0,71914	0,0377	1,33	0,44
SOUBOR 2 (PE)	A 1/5	0,2012	0,85334	0,2658	0,61	1,13
	A 3/3	0,2020	0,80390	0,2059	1,1	0,83
	A 2/4	0,2005	0,80612	0,2258	1	0,9
	K1/5	0,2005	0,83574	0,2252	0,66	1,1
	K 2/4	0,2000	0,80577	0,1917	0,9	1
	K 2/2-1/1	0,2011	0,71914	0,0946	1,27	0,44
	K 2/1	0,1965	0,80568	0,0119	1,33	0,44
SOUBOR 3 (PP+CO)	A 1/5	0,2236	0,83142	0,2820	0,61	1,13
	P 3/3	0,2111	0,82435	0,1907	0,5	1,3
	A 2/4	0,2005	0,82064	0,2732	1	0,9
	K1/5	0,2111	0,81891	0,2523	0,66	1,1
	K 2/4	0,2124	0,82064	0,2205	0,9	1
	R 3/3	0,2166	0,82821	0,1673	0,66	0,6

7.1. Diskuze

Z hodnot uvedených v tabulce 5 lze porovnat teoretické výpočty druhů porosit jednotlivých typů tkanin v závislosti na vazbě v souboru. Z tabulky 5 je zjevné, že všechny zkoumané sady mají rozdílnou velikost celkové porosity vyskytující se v tkanině na základě výpočtů rozdílných modelů. Dle očekávání volnější vazby (jako například atlas 1/5 nebo kepr 1/5) s dlouhou flotážní nití vykazují vyšší výsledky porosity. To zejména pro model porosity P_{ver} , který byl na tomto principu koncipován. Z hlediska podílu objemových hmotností P_w je možné pozorovat výkyvy uvnitř jednotlivých sad, které také lze připsat vlivu vazby. Nejmenší variabilitu výsledků uvnitř souborů jeví model porosity z plošného zakrytí P_s . Tento fakt je důsledkem principu propočtu této porosity, kde jedinou proměnnou je dostava osnovní a útkové nitě D_o/D_u , která se u jednotlivých vzorků v rámci jednoho souboru lišila jen nepatrně. Průměry nití d_o/d_u v rámci jednoho souboru byly uvažovány jako neměnné.

8. Výpočty korelací

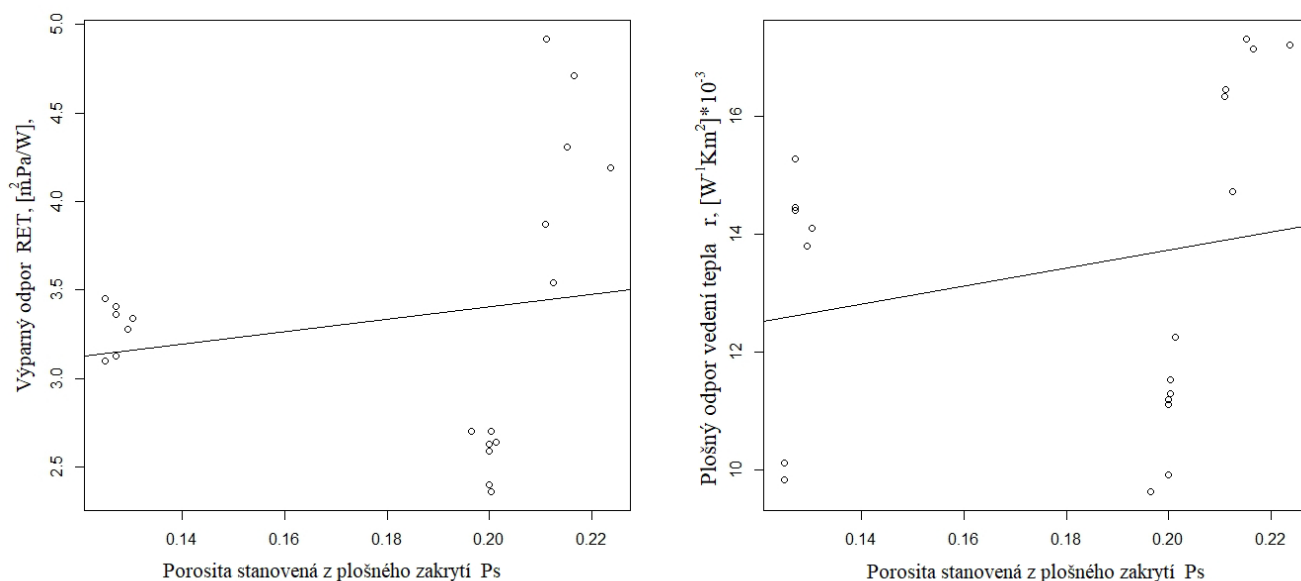
Následující tabulka 6 uvažuje závislost naměřených výsledků všech měření komfortních vlastností (nehledě na příslušnost vzorku do určitého souboru) a vypočtených modelů porosit společně s tloušťkou textilie. Pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu byl použit freeware software R© The R Foundation.

Tabulka 6 Výsledky korelací

PEARSON	P_s	P_{ver}	P_w	t	CFF	FYF
Relativní paro-propustnost[%]	-0,13	-0,08	0,07	-0,90	0,40	0,57
Výparný odpor [m ² .Pa/W]	0,18	0,21	-0,002	0,91	-0,51	0,30
Prodyšnost [mm/s]	-0,03	0,54	0,67	-0,45	-0,38	0,53
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	0,07	0,04	-0,29	0,88	-0,16	0,09
Tepelná jímavost [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	0,12	-0,17	-0,50	0,6	0,17	-0,24
Plošný odpor vedení tepla [W ⁻¹ Km ²]	0,22	0,50	0,39	0,91	-0,68	0,57

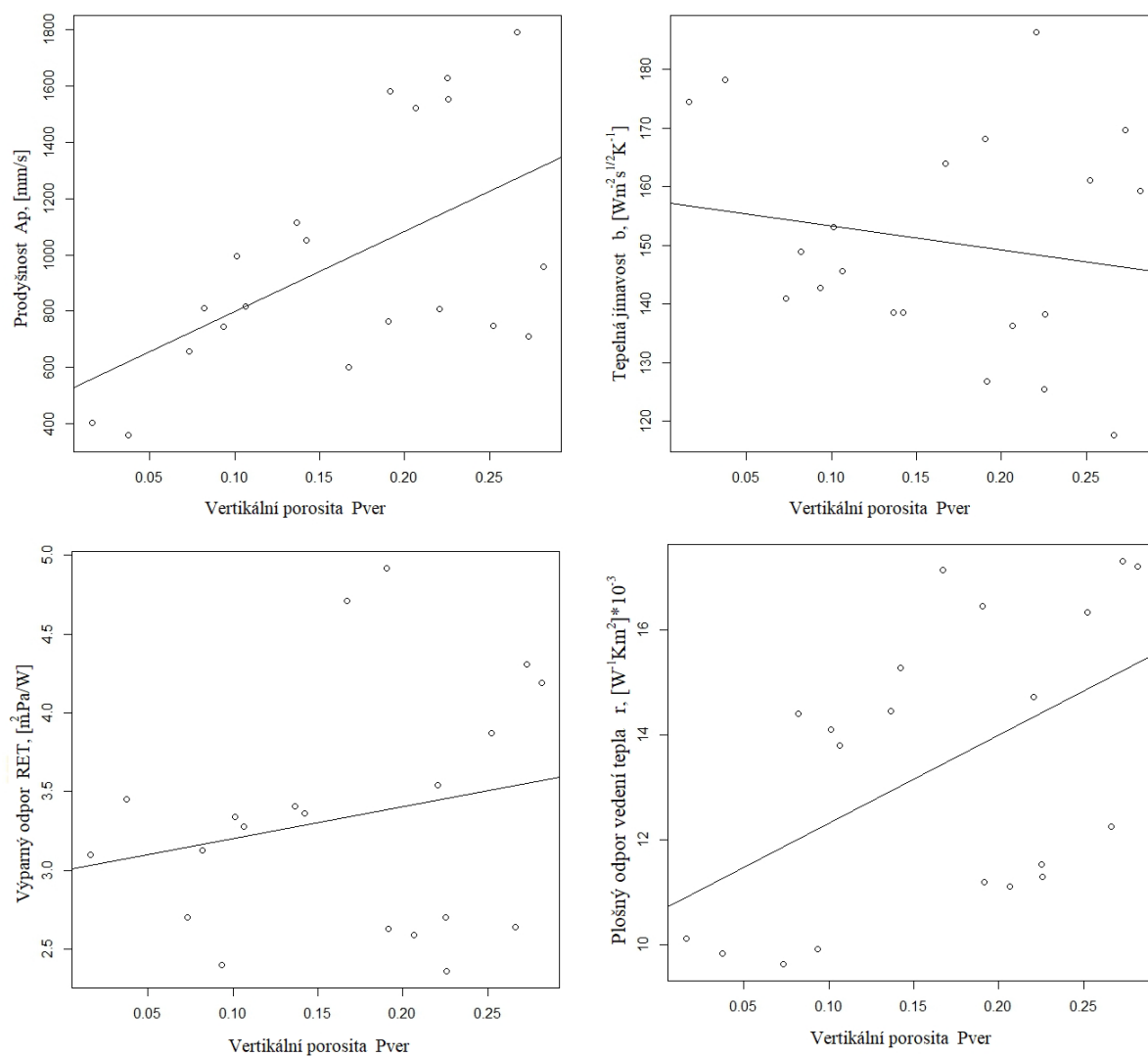
8.1. Diskuze

Z tabulky 6 lze vyčíst převážně nepatrné korelace mezi jednotlivými modely a komfortními vlastnostmi. Pro horizontální model porosity P_S jsou to korelace mezi výparným odporem (+0,18) a plošným odporem vedení tepla (+0,22). Viz obrázek 22. Je zde zjevné, že hodnoty jednotlivých souborů mají tendence se shlukovat do menších uskupení a tím negativně ovlivňovat celkový korelační koeficient.



Obrázek 22 Korelační diagramy pro významné P_S

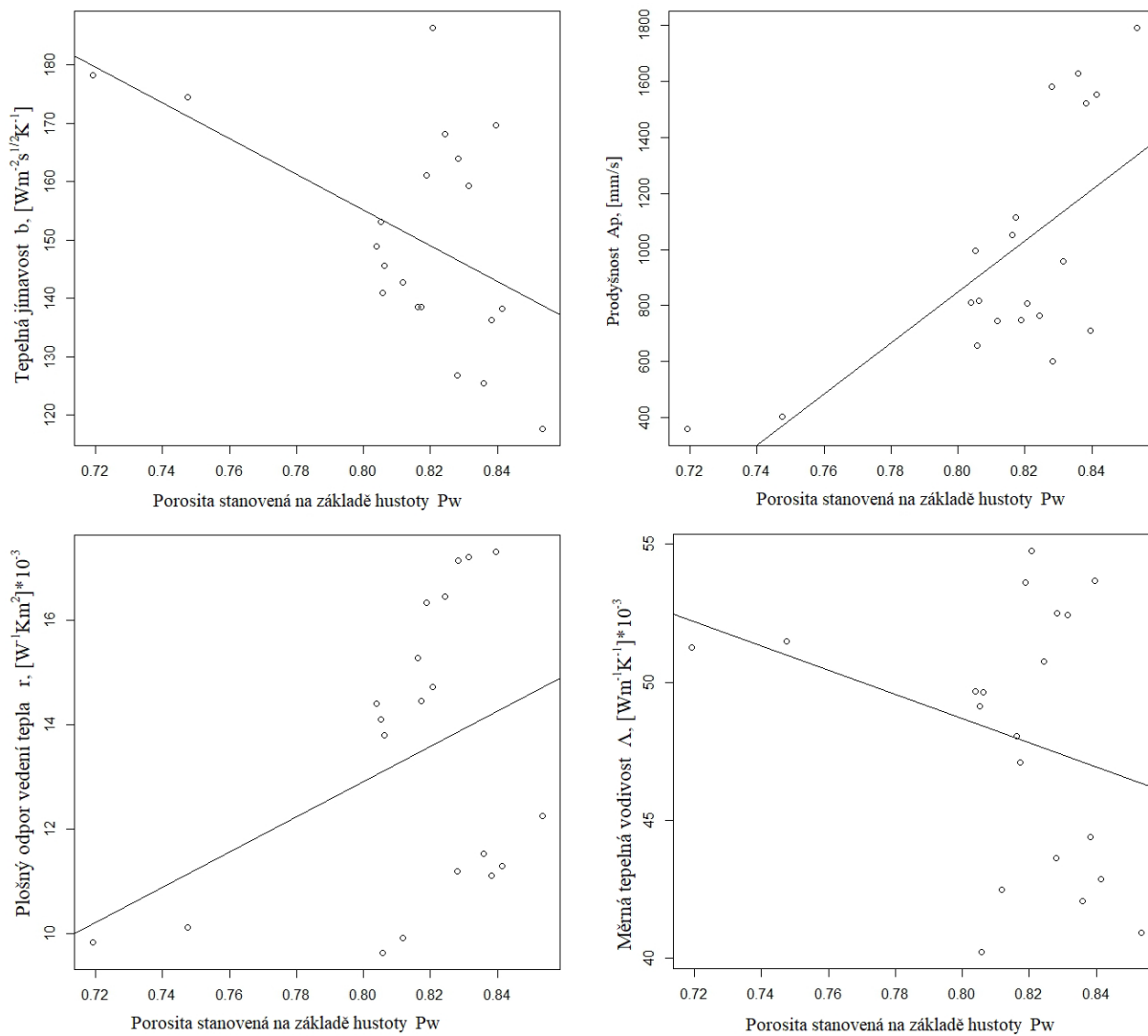
Pro model vertikální porosity P_{ver} jsou opět znatelné slabší kladné korelace. Pozorujeme korelaci s prodyšností (+0,54), plošným odporem vedení tepla (+0,50) a výparným odporem (+0,31). Nepříliš uspokojivou korelaci nalezneme mezi P_{ver} a tepelnou jímavostí (-0,17), Viz obrázek 23.



Obrázek 23 Korelační diagramy pro významná Pver

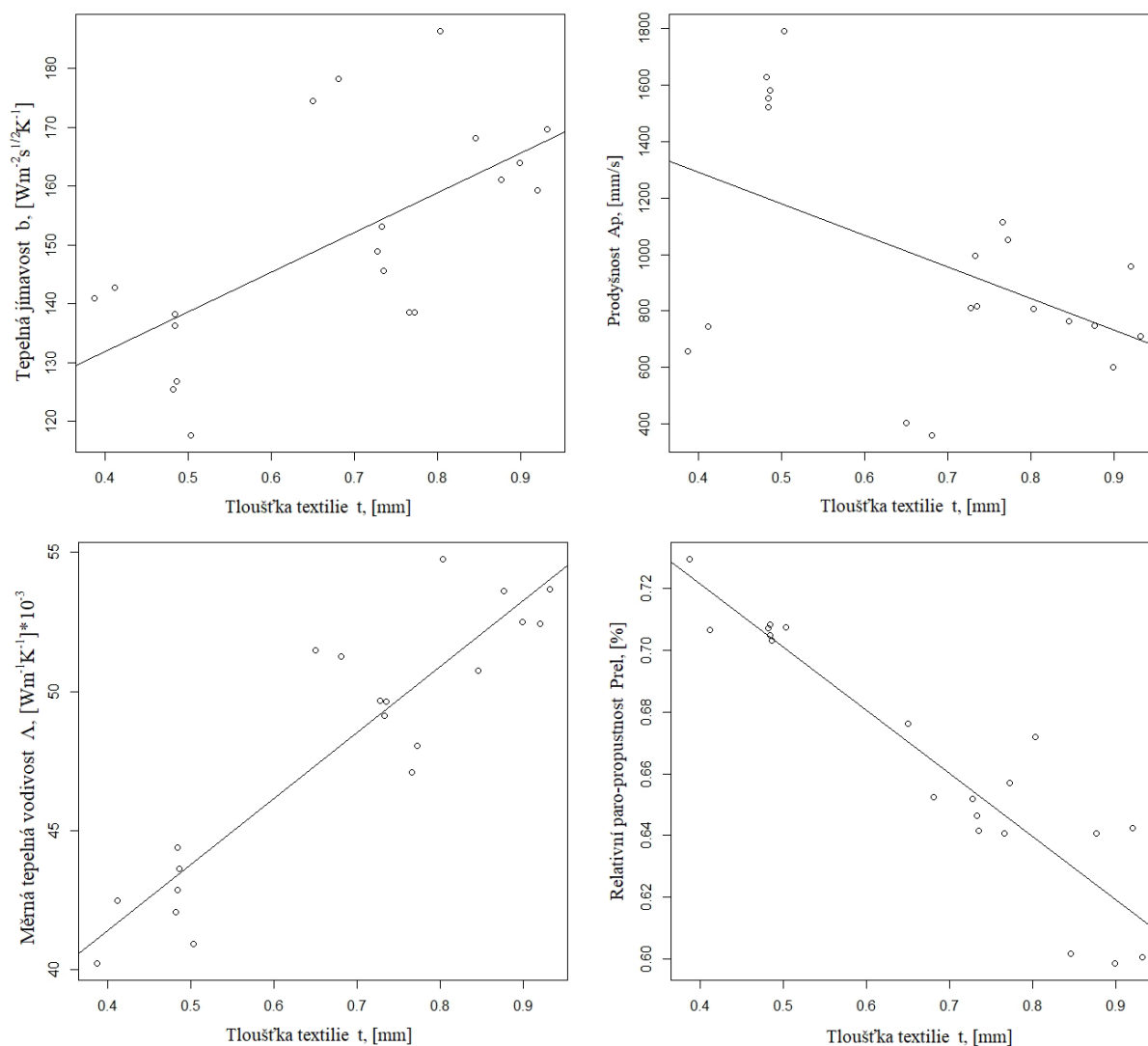
Nejsilnější korelaci jeví model porosity P_w založený na principu objemových hmotností s prodyšností (+0,67) a tepelnou jímavostí (-0,50).

Slabou korelaci můžeme také pozorovat mezi plošným odporem vedení tepla (+0,39) a jako první model i závislost na měrné tepelné vodivosti (-0,29). Viz obrázek 24.

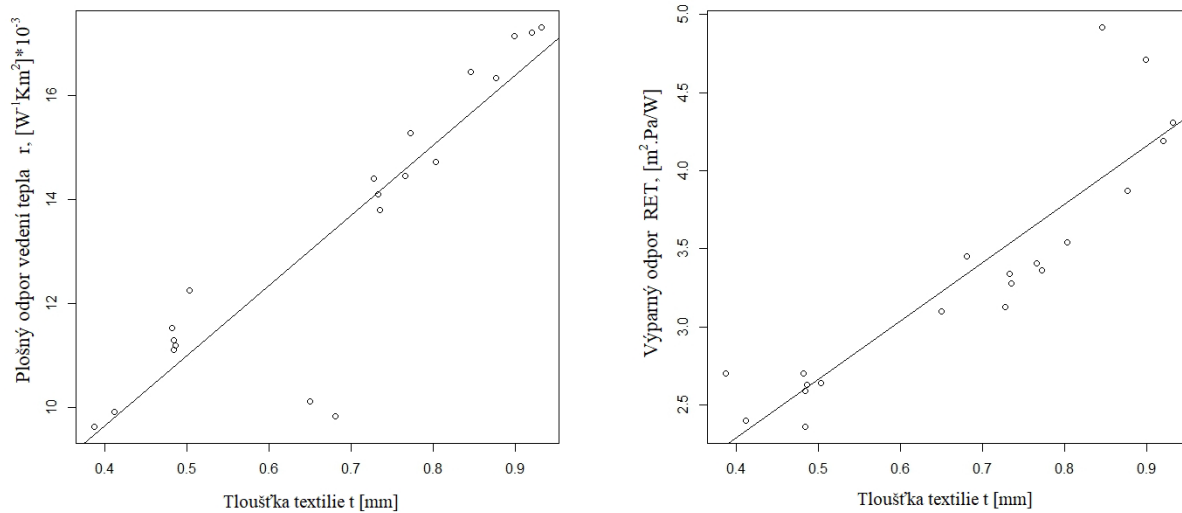


Obrázek 24 Korelační diagramy pro významná P_w

Pro úplnost experimentu byla mezi sledované proměnné zařazena i tloušťka textilie. Zde se potvrdila práce Matusiakové[6], která označila tloušťku textilie jako jednoznačně nejdůležitější faktor pro plošný odpor vedení tepla, který má korelační koeficient (+0,91). Dále tepelná jímavost s korelačním koeficientem (+0,65), měrná tepelná vodivost (+0,88), prodyšnost (-0,45), výparný odpor (0,91) a relativní paro-propustnost (-0,90). Viz obrázek 25 a 28.



Obrázek 25 Korelační diagramy pro významná t



Obrázek 26 Korelační diagramy pro významná t

Jedná se tedy o první nezávislou proměnou, která má silné korelační koeficienty s komfortními vlastnostmi bez ohledu na původní soubor textilie.

8.2. Korelace pro jednotlivé soubory

Vzhledem k tomu, že se podařilo prokázat pouze nepatrné korelace mezi jednotlivými komfortními vlastnostmi a druhy porosit a z korelačních diagramů je očividné, že mezi výsledky panuje velká variabilita, je vhodné zavedení korelačních koeficientů pro jednotlivé soubory. Jeden z důvodů je také fakt, že nebylo dosaženo předpokládaných výsledků mezi P_{ver} a prodyšností. Byla prokázána určitá korelace, avšak ne taková, jaká se již podařila prokázat v jiných pracích, např.[14] Dalším důvodem pro hodnocení jednotlivých komfortních vlastností na základě testovaného souboru je rozdílnost použitého materiálu a rozdílné jemnosti nití, které ovlivňují výsledné komfortní vlastnosti. V souboru 3 směšové tkaniny PP/CO se navíc jako v jediném vyskytují odvozené plátnové vazby panama a ryps. Pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu byl použit freeware software R© The R Foundation.

Tabulka 7 Výsledky korelací pro soubor PE1

Soubor PE1	P_S	P_{ver}	P_W	t	CFF	FYF
Relativní paro-propustnost[%]	0,50	0,88	0,76	-0,82	-0,63	-0,69
Výparný odpor [m ² .Pa/W],	-0,75	-0,75	-0,85	-0,75	-0,21	0,17
Prodyšnost [mm/s]	0,53	0,95	0,94	0,96	-0,91	0,94
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	-0,29	-0,93	-0,86	-0,92	0,89	-0,87
Tepelná jímavost [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	-0,41	-0,96	-0,96	-0,98	0,98	-0,97
Plošný odpor vedení tepla [W ⁻¹ Km ²]	0,53	0,92	0,97	0,95	-0,91	0,97

Tabulka 8 Výsledky korelací pro soubor PE2

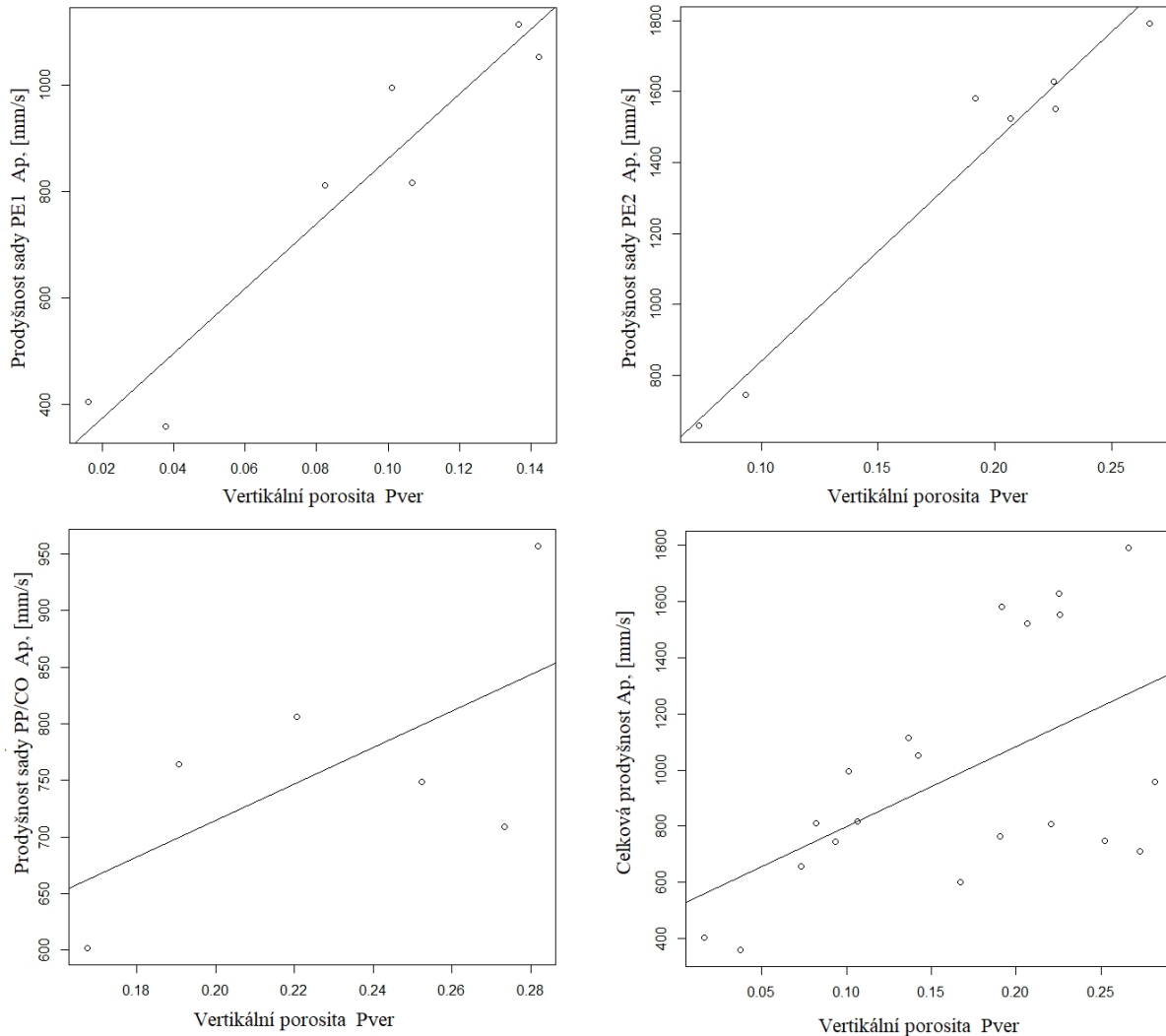
Soubor PE2	P_S	P_{ver}	P_W	t	CFF	FYF
Relativní paro- propustnost[%]	-0,92	-0,64	-0,59	-0,64	0,51	-0,59
Výparný odpor [m ² .Pa/W],	-0,31	0,06	0	-0,10	-0,81	0,82
Prodyšnost [mm/s]	0,77	0,98	0,93	0,91	-0,85	0,96
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	0,44	0,27	0,23	0,27	0,31	0,20
Tepelná jímavost [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	-0,56	-0,76	-0,71	-0,65	0,92	-0,87
Plošný odpor vedení tepla [W ⁻¹ Km ²]	0,80	0,98	0,96	0,96	-0,91	0,95

Tabulka 9 Výsledky korelací pro soubor PP/CO 3

SOUBOR3(PP/CO)	P_S	P_{ver}	P_W	t	CFF	FYF
Relativní paro- propustnost [%]	0,01	0,33	-0,54	-0,48	0,19	0,27
Výparný odpor [m ² .Pa/W]	0,07	-0,48	0,35	0,22	-0,53	-0,05
Prodyšnost [mm/s]	0,48	0,63	-0,03	-0,09	-0,16	0,66
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	-0,10	0,36	-0,09	0,04	0,80	-0,32
Tepelná jímavost [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	-0,43	-0,20	-0,22	-0,35	0,57	-0,02
Plošný odpor vedení tepla [W ⁻¹ Km ²]	0,54	0,20	0,72	0,77	-0,21	-0,23

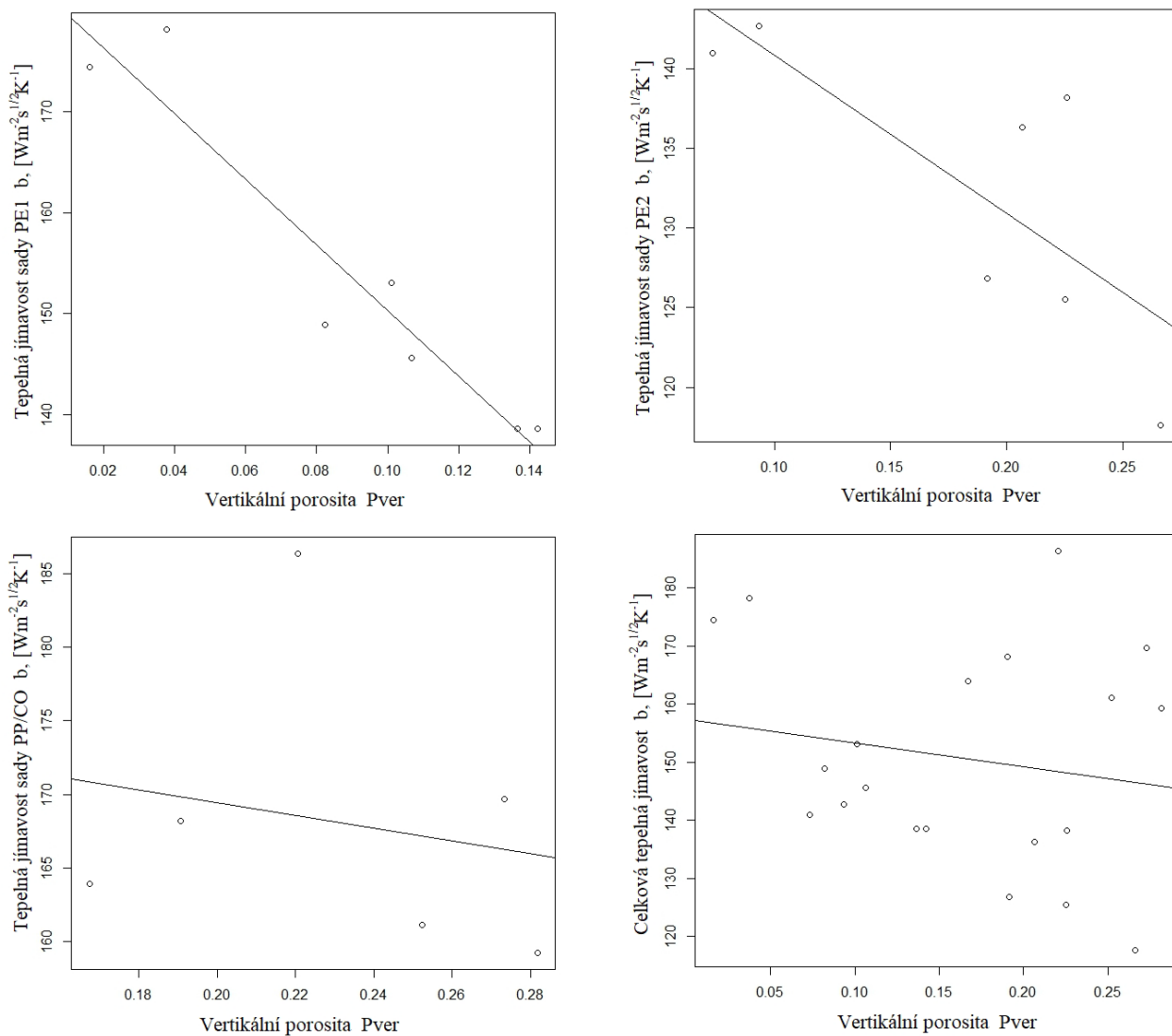
8.2.1. Diskuze

Z tabulek 7, 8 a 9 vyplývají rozdílné korelační koeficienty než ty, které vyšly při výpočtu bez zohlednění, z jakého souboru měřený vzorek pochází. Pouhým porovnáním těchto tří tabulek lze vyvodit nejsilnější korelace, vyskytující se ve všech třech souborech. Z hlediska sledovaného modelu vertikální porosity P_{ver} jsou to pak tyto: prodyšnost, tepelná jímavost a plošný odpor vedení tepla. Zde vzorky ze souboru 1 a 2 vykazují podobné korelační koeficienty, avšak vzorky ze třetího souboru mají korelační koeficienty menší.



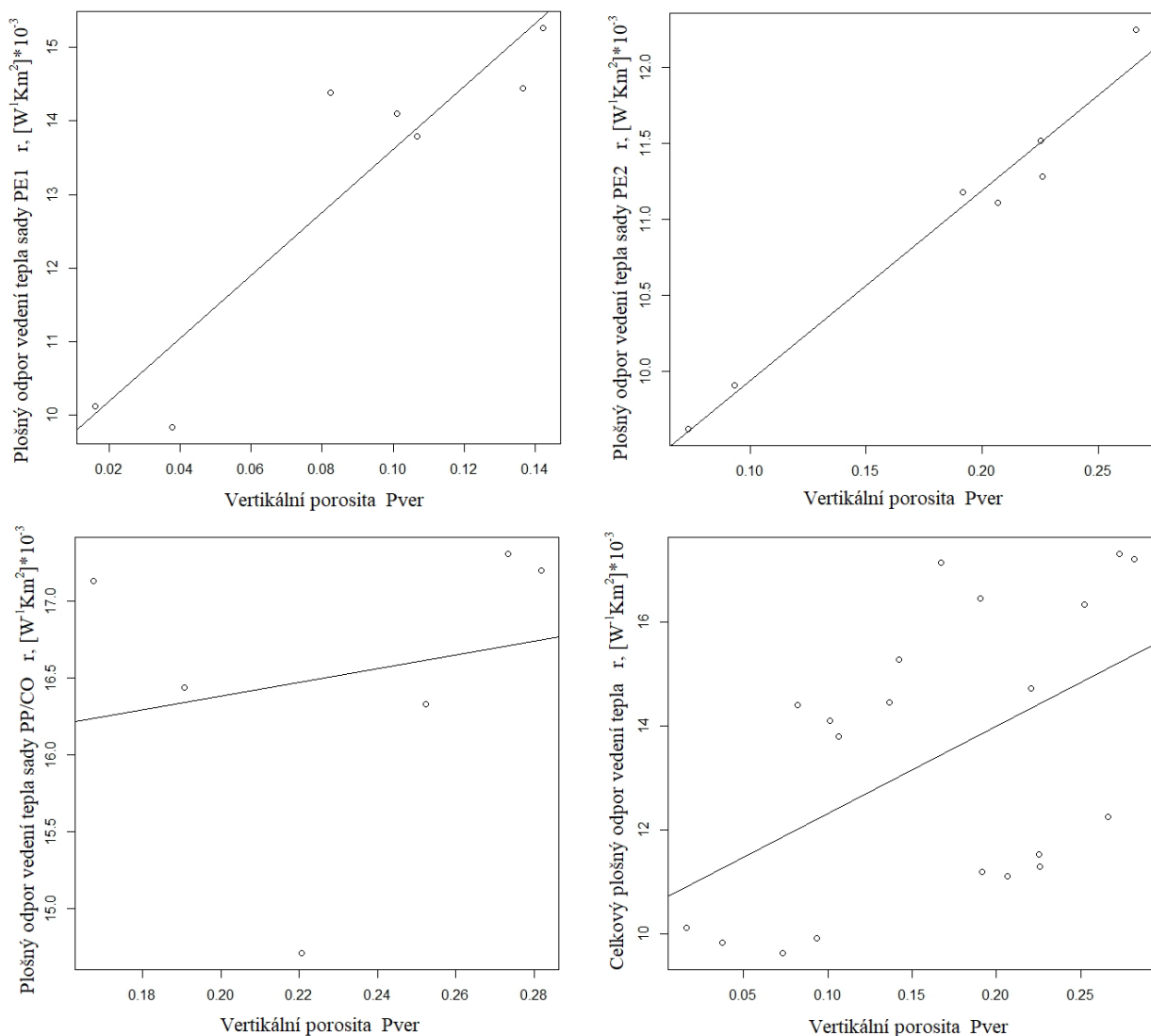
Obrázek 27 Porovnání korelací jednotlivých souborů mezi P_{ver} a Prodyšnost

Z obrázku 27 je patrné, že je zde bezesporu velice silná korelace mezi P_{ver} a prodyšností v prvním a druhém souboru, které jsou ze stejného materiálu a liší se pouze dostavou a jemností. Naopak je zde viditelné, že soubor ze směsi bavlny a polypropylenu má velice velkou variabilitu výsledků a výsledná korelace je slabší. Z toho vychází předpoklad, že právě Soubor 3 z materiálové směsi bavlny a polypropylenu neblaze ovlivňuje celkovou korelaci při zanedbání souborového rozdělení měřeného vzorku.



Obrázek 28 Porovnání korelací jednotlivých souborů mezi P_{ver} a b

Stejně tak jako u porovnávání P_{ver} a prodyšnosti je možné dojít ke stejnému závěru pouhým porovnáním korelačních diagramů. Na obrázku 28 je znázorněn stejný trend pro P_{ver} a tepelnou jímavost pro jednotlivé soubory jako u obrázku 27 pro prodyšnost. Opět je zde zaveden předpoklad o ovlivnění celkové korelace třetím souborem tkanin z rozdílného materiálu.



Obrázek 29 Porovnání korelací jednotlivých souborů mezi P_{ver} a r

Taktéž při porovnávání korelačních diagramů pro celkový plošný odpor vedení tepla dojdeme ke stejnému závěru. A to že korelace celku je negativně ovlivněna výsledky třetího souboru z rozdílného materiálu.

Z obrázků 27, 28 a 29 je zjevné, že ve třetím souboru je prokazatelně slabší korelace s vychýlenými hodnotami. Z tohoto důvodu je vhodné zavést diskuzi ohledně vlivu odvozených plátnových vazeb panama 3/3 a ryps 3/3. Při bližším pozorování lze prokázat, že vazba panama 3/3 a ryps 3/3 neodpovídají predikci porosity modelu P_{ver} . Tato chyba lze připsat jevu, který je blíže popsán v kapitole 1.3, která se věnuje chlupatosti a efektu nerovnoměrnosti dostavy. Můžeme tedy předpokládat, že zejména v případě vazby panama 3/3 je zde velký vliv nerovnoměrnosti dostavy a dochází tak k ovlivnění výsledné porosity v důsledku dislokované dostavy. Zde je možné zavést domněnku, že tato náchylnost

k dislokované dostavě může být do značné míry odůvodněna strukturou vazby, neboť se v ní vyskytují tři relativně dlouhé a vzájemně sousedící flotující nitě bez provázání. Tím pádem dochází k dislokaci ať už v levém či pravém směru. Ačkoliv teoretická vertikální/horizontální porosita zůstává dle výpočtů neměnná, výsledné vlastnosti textilie se díky deformaci pórů mění (viz obrázek 1).

Výsledné korelace pro třetí soubor PP/CO bez odvozených plátňových vazeb uvádí následující tabulka:

Tabulka 10 Korelace pro soubor 3 PP/CO bez odvozených plátňových vazeb

SOUBOR3(PP/CO) Bez vazeb P3/3 a R 3/3	P_S	P_{ver}	P_w	t	CFF	FYF
Relativní paro- propustnost [%]	-0,13	-0,73	-0,8	-0,85	-0,32	0,48
Výparný odpor [m ² .Pa/W]	0,58	0,95	0,87	0,98	0	-0,16
Prodyšnost [mm/s]	0,82	0,27	0	0,06	-0,63	0,69
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	-0,8	-0,9	-0,43	-0,8	0,65	-0,53
Tepelná jímavost [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	-0,46	-0,8	-0,22	-0,77	0,69	-0,55
Plošný odpor vedení tepla [W ⁻¹ Km ²]	0,57	0,98	0,75	0,99	-0,19	0

Již při pouhém porovnání tabulek 9 a 10 je tedy zjevné, že odebrání odvozených plátňových vazeb mělo velice pozitivní vliv na korelace, které se ve většině případů značně posílily.

Při odebrání vazeb P3/3 a R3/3 a následném vypočítání korelačních koeficientů pro všechny soubory dohromady nedošlo k patrným změnám. V třetím souboru v tomto případě zůstávají pouze 4 hodnoty a je proto třeba brát výsledky pouze jako orientační.

8.3. Korelace pro komfortní vlastnosti na základě souboru tkaniny

V předchozí kapitole 8.2.1. byl prokázán neblahý vliv konsolidování veškerých výsledků do jednoho souboru, z toho důvodu je zapotřebí zohlednit jednotlivé odlišnosti souborů a vycházet z korelací pro každý soubor zvlášť. Pro jednotlivé komfortní vlastnosti proto byly následně vytvořeny tabulky s přehledem významných korelací s barevným odlišením dle korelačních koeficientů a seřazených dle velikosti vlivu na komfortní vlastnosti tkaniny. Za významné byly považovány pouze ty korelace, které se projevily ve více než v jednom souboru. Třetí soubor je uvažován bez panamové a rypsové vazby.

8.3.1. Prodyšnost

Tabulka 11 Přehled korelací pro prodyšnost

Model	1. FYF					4. CFF			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Prodyšnost [mm/s]	0,53	0,94	0,96	0,69		-0,38	-0,91	-0,85	-0,63

Model	2. P_{ver}					5. t			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Prodyšnost [mm/s]	0,54	0,95	0,98	0,27		-0,45	0,96	0,91	0,06

Model	3. P_w					6. P_s			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Prodyšnost [mm/s]	0,67	0,94	0,93	0		-0,03	0,53	0,77	0,82

Tabulka 12 Legenda k tabulkám 11, 13, 14, 15, 16 a 17

Barva	Korelace
	1- 0,8
	0,8 - 0,5
	0,5 - 0,2
	0,2 - (-0,2)
	(-0,2) - (-0,5)
	(-0,5) - (-0,8)
	(-0,8) - (-1)

Z tabulky 11 vyplývá, že nejsilnější korelací mezi prodyšností má nezávislá proměnná vlivu flotáže FYF. Krom velice silných korelací v rámci souborů PE1 a PE2 se zde také projevuje korelace v posledním souboru PP/CO a dokonce i v konsolidovaném souboru veškerých dat. Velice podobných výsledků také dosahuje model vertikální porosity P_{ver} . Dá se předpokládat, že za podobnými výsledky stojí podobný princip fungování modelů, které jsou koncipovány na principu neprovázaných úseků nití. Obstojně si také stál model hustotní porosity P_w , který však neprokázal korelaci s posledním souborem PP/CO. Faktor pevnosti

vazby vykazuje jako první negativní korelaci ve všech souborech, avšak o poznání nižší v konsolidovaném a třetím souboru. Tloušťka t se jeví jako zásadní faktor pro pouze první a druhý soubor. U plošného zakrytí P_S lze pozorovat slabší korelace pro všechny soubory. Nepodařilo se prokázat korelace u konsolidovaného souboru.

Z tabulky 11 lze tedy dojít k závěru, že největší vliv na prodyšnost má vertikální porosita vypočítaná dle modelu P_{ver} (vztah 32). Faktor flotující nitě FYF vykazuje stejně dobré výsledky a to díky podobnému principu fungování modelu se zaměřením na flotáž. Model vertikální porosity P_{ver} navíc v sobě zahrnuje tloušťku, která se zde také prokázala jako ovlivňující faktor avšak se slabší korelací pro třetí soubor ze směsové tkaniny. Lze předpokládat, že tento fakt negativně ovlivnil i korelaci pro P_{ver} ve třetím souboru. Porosita na základě podílu hmotností P_W má také velice silný vliv na prodyšnost, nicméně při změně použitého materiálu v souboru směsové tkaniny model nepracoval správně. Faktor pevnosti vazby CFF , stejně tak jako P_W funguje správně pouze v souborech ze stejného materiálu. Vliv porosity na základě plošného zakrytí P_S nebyl dle očekávání hlavním ovlivňujícím faktorem, z důvodů popsaných v kapitole 7.1.

8.3.2. Tepelná jímavost

Tabulka 13 Přehled korelací pro tepelnou jímavost

Model	1. FYF					4. P_W			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Tepelná jímavost [$Wm^{-2}s^{1/2}K^{-1}$]	-0,24	-0,97	-0,87	-0,55		-0,5	-0,96	-0,71	-0,22
Model	2. P_{ver}					5. t			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Tepelná jímavost [$Wm^{-2}s^{1/2}K^{-1}$]	-0,17	-0,96	-0,76	-0,81		0,6	-0,98	-0,65	-0,77
Model	3. CFF					6. P_S			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Tepelná jímavost [$Wm^{-2}s^{1/2}K^{-1}$]	0,17	0,98	0,92	0,69		0,12	-0,41	-0,54	-0,46

V případě tepelné jímavosti je dle tabulky 13 největší korelace s faktorem flotující nitě *FYF*, která je záporná v souborech ze stejného materiálu. Nepatrně hůře zde obstál model vertikální porosity P_{ver} a to zejména kvůli menší korelaci v druhém souboru. Jako jediný má kladnou korelaci faktor pevnosti vazby *CFF*, který také koreluje ve všech souborech. Korelace s modelem hustotní porosity P_w zde nabývá také záporných hodnot a to ve všech souborech. Samotná tloušťka tkaniny t se zde prokazuje také jako ovlivňující parametr tepelné jímavosti, jak již publikovala Matusiak [6].

Opět je možné dojít k závěru, že je zde značný vliv flotáže *FYF*, potažmo vliv vertikální porosity dle modelu P_{ver} , který v sobě zahrnuje i vliv tloušťky textile – ta se opět potvrdila jako ovlivňující faktor. Faktor pevnosti vazby *CFF* zde ovlivňuje tepelnou jímavost i ve třetím souboru se směšovou tkaninou. Tento jev opět již poznamenala Matusiak [6] ve své práci, kdy ho odůvodnila větší těsností nití. Snižuje se tedy tloušťka, která zde hraje značnou roli. Velký vliv zde má také porosita dle podílů objemových hmotností P_w , která se dá stejně odůvodnit jako faktor pevnosti vazby a to z principu většího množství materiálu ve tkanině a klesající tloušťkou.

8.3.3. Plošný odpor vedení tepla

Tabulka 14 Přehled korelací pro plošný odpor vedení tepla

Model	1. t				4. <i>CFF</i>			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO	Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Plošný odpor vedení tepla [$W^{-1}Km^2$]	0,91	0,95	0,96	0,99	-0,68	-0,91	-0,91	-0,19
Model	2. P_{ver}				5. <i>FYF</i>			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO	Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Plošný odpor vedení tepla [$W^{-1}Km^2$]	0,5	0,92	0,92	0,98	0,57	0,97	0,95	0
Model	3. P_w				6. P_s			
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO	Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Plošný odpor vedení tepla [$W^{-1}Km^2$]	0,39	0,97	0,96	0,75	0,31	0,53	0,8	0,57

V tabulce 14 se opět potvrdilo tvrzení Matusiak [6], že tloušťka je hlavním ovlivňujícím faktorem pro odpor vedení tepla. Značný vliv také má faktor vertikální porosity P_{ver} a flotáže FYF . Zde je možné odůvodnit tento vliv právě vertikálními póry vznikajícími pod flotáží a přidávání tak do tloušťky textilie. Vertikální porosita P_{ver} potom vykazuje lepší výsledky i pro třetí soubor, zjevně z důvodu obsažení faktoru tloušťky na rozdíl od FYF , který zohledňuje pouze vliv flotáže. Z toho důvodu má velký vliv i faktor pevnosti vazby CFF , neboť čím je větší CFF , tím je větší provázání a tkanina je tím pádem tenčí. Ze stejného důvodu vychází pozitivně i vliv porosity na základě hustot P_w (více materiálu ve tkanině).

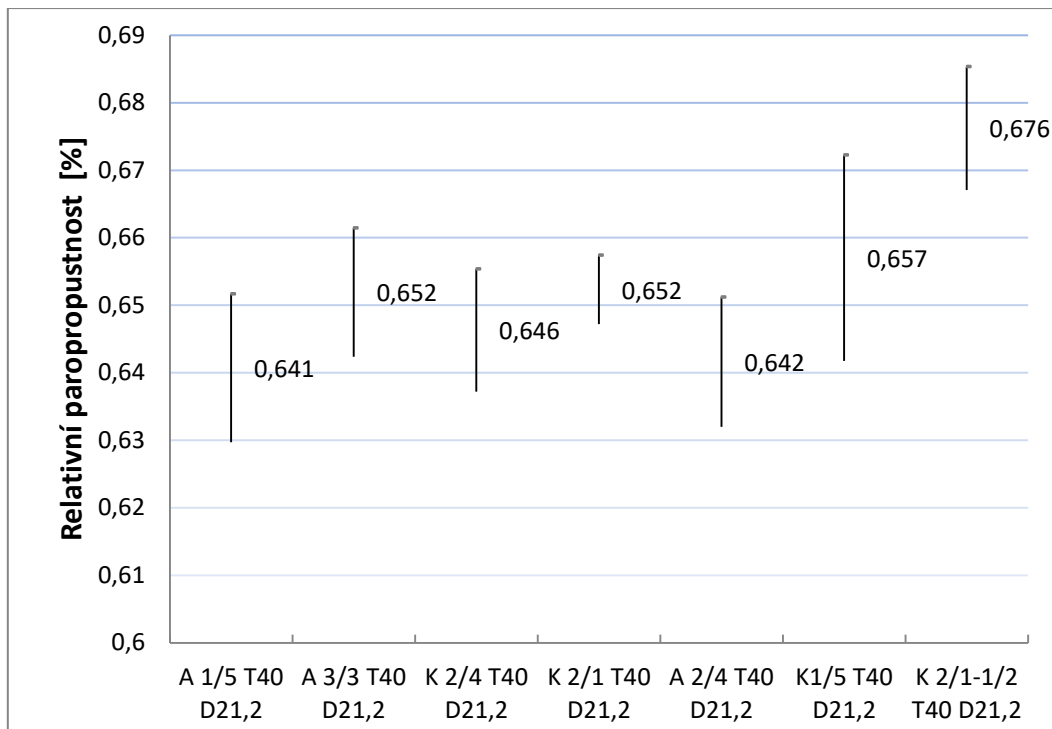
8.3.4. Relativní paro-propustnost

Tabulka 15 Přehled korelací pro relativní paro-propustnost

Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	1. t					4. CFF			
Relativní paro-propustnost [%]	-0,9	-0,82	-0,64	-0,85		0,4	-0,63	0,51	-0,32
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	2. FYF					3. P_w			
Relativní paro-propustnost [%]	0,57	-0,69	-0,59	0,48		0,07	0,76	-0,59	-0,81
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	3. P_{ver}					6. P_s			
Relativní paro-propustnost [%]	-0,08	0,88	-0,64	-0,73		-0,13	0,51	-0,92	-0,13

Relativní paro-propustnost je dle tabulky 15 nejvíce ovlivněna tloušťkou, a to ve všech souborech. Čím je větší tloušťka textilie, tím je pro vodní páry těžší pronikat skrz. Ostatní proměnné nevykázaly přesvědčivé výsledky a nelze je tedy považovat za rozhodující faktory ve vlivu na relativní paro-propustnost.

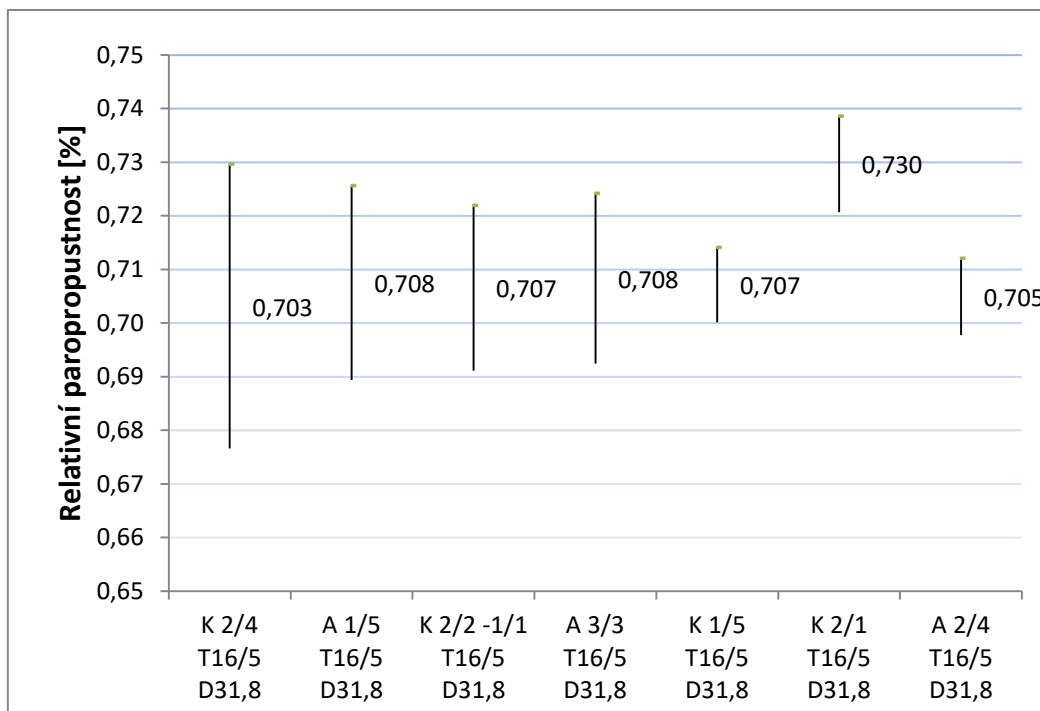
Velký rozptyl korelačních koeficientů, kdy v jednom souboru jeví model silné záporné korelace a v druhém silné kladné, vedl na otázku intervalů spolehlivosti střední hodnoty s domněnkou, že se do určité míry překrývají. Následující obrázek znázorňuje interval spolehlivosti na 5% hladině významnosti pro relativní paro-propustnost v souboru PE1:



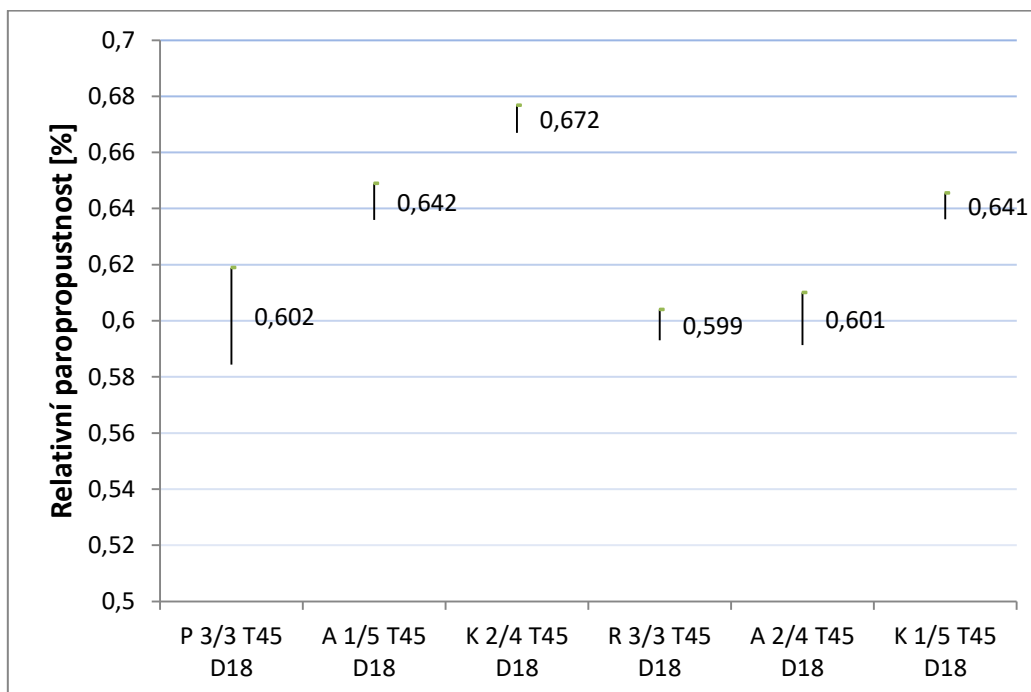
Obrázek 30 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE1 pro paro-propustnost

Z obrázku 30 je zjevné, že se intervaly spolehlivosti šesti vazeb překrývají. Z tohoto důvodu není možné objektivně vyhodnocovat jednotlivé korelace v souboru, neboť experimentálně naměřené výsledky nemají vypovídající hodnotu.

Ke stejnému závěru dojdeme i v rámci souboru PE2. K nepatrnému zlepšení dochází ve třetím souboru, viz následující obrázky:



Obrázek 31 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE2 pro paro-propustnost



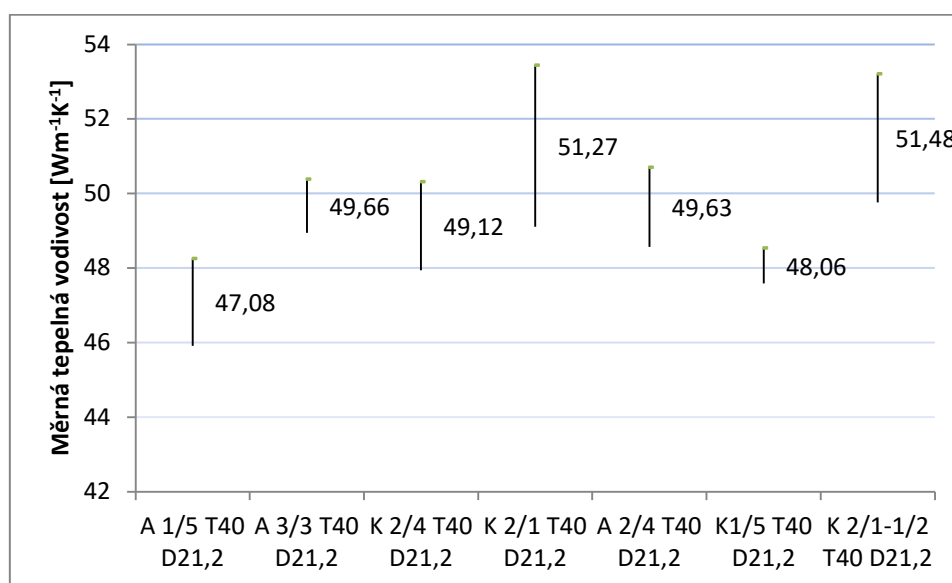
Obrázek 32 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PP/CO pro paro-propustnost

8.3.5. Měrná tepelná vodivost

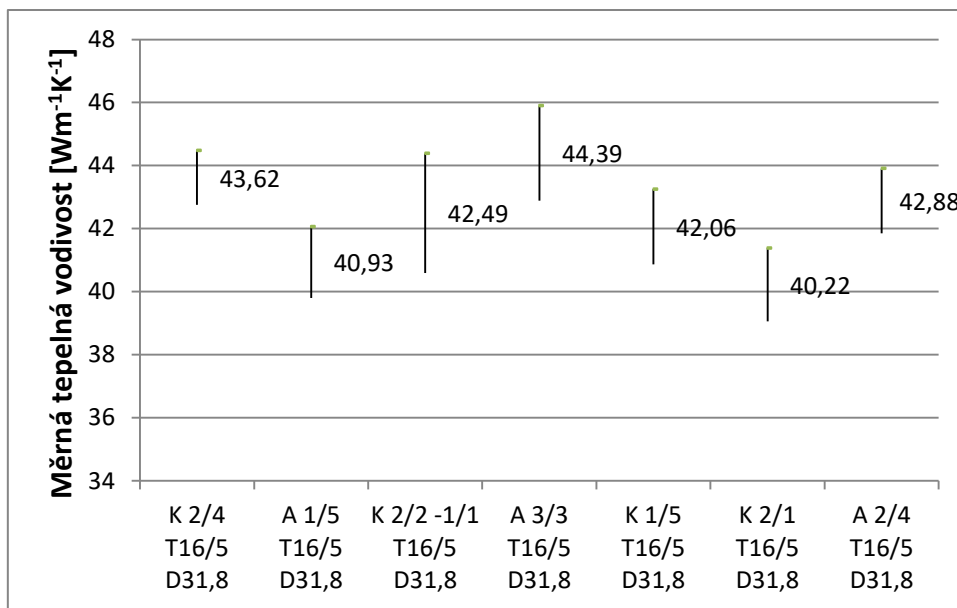
Tabulka 16 Přehled korelací pro měrnou tepelnou vodivost

Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	1. <i>CFF</i>					4. <i>FYF</i>			
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	-0,16	0,89	0,31	0,65		0,09	-0,87	0,2	-0,53
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	2. <i>t</i>					5. <i>P_w</i>			
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	0,88	-0,92	0,27	-0,8		-0,29	-0,86	0,23	-0,9
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	3. <i>P_{ver}</i>					6. <i>P_S</i>			
Měrná tepelná vodivost [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	0,04	-0,93	0,27	-0,90		0,07	-0,29	0,44	-0,82

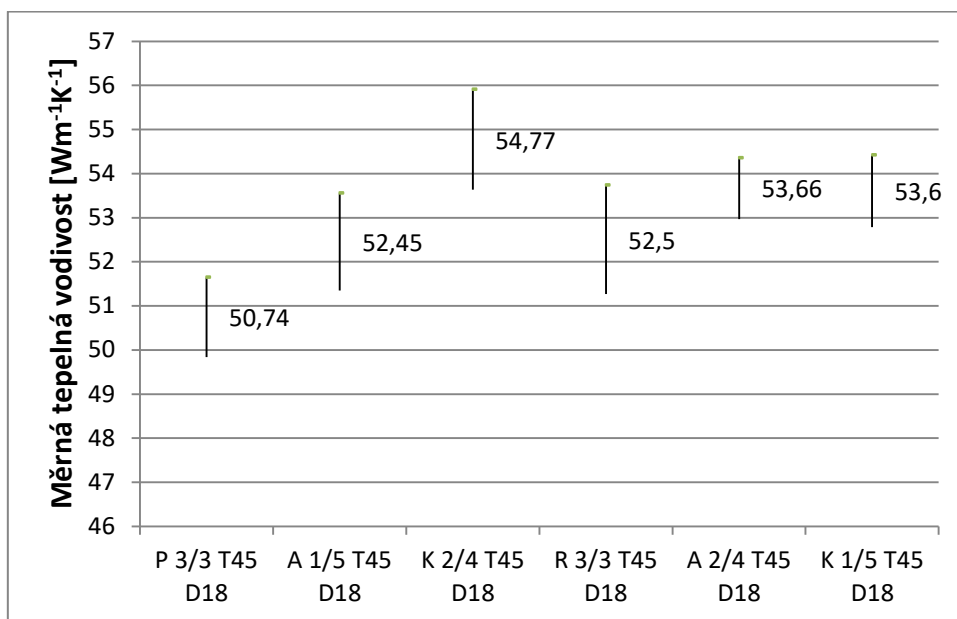
V tabulce 16 lze pozorovat kladné korelace pro faktor pevnosti vazby *CFF* a měrnou tepelnou vodivostí a to i ve třetím souboru se směšovou tkaninou. Tento vliv by se dal přijmout za předpokladu, že by se projevila i opačná korelace s tloušťkou. Vzhledem k tomu, že ta se neprokázala ve všech souborech, je opět třeba zjištění intervalů spolehlivosti střední hodnoty s domněnkou, že se do určité míry překrývají, viz obrázky 33, 34 a 35.



Obrázek 33 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE1 pro měrnou tepelnou vodivost



Obrázek 34 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE2 pro měrnou tepelnou vodivost



Obrázek 35 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PP/CO pro měrnou tepelnou vodivost

Z obrázků 33, 34 a 35 je očividný stejný problém překrývajících se intervalů spolehlivosti jako u relativní paro-propustnosti a není proto možné objektivně vyhodnocovat jednotlivé korelace v souboru, neboť experimentálně naměřené výsledky nemají vypovídající hodnotu.

8.3.6. Výparný odpor

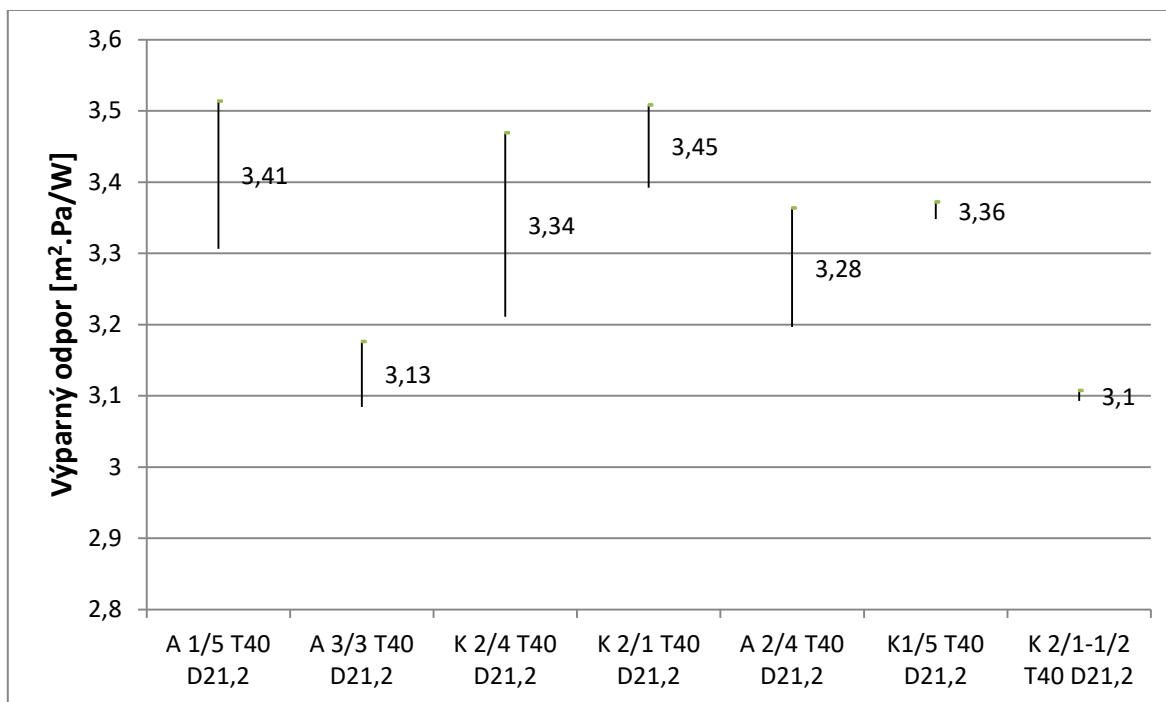
Tabulka 17 Přehled korelací pro výparný odpor

Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	<i>CFE</i>					<i>t</i>			
Výparný odpor [m ² .Pa/W]	-0,51	-0,21	-0,81	0		0,91	-0,75	-0,1	0,98

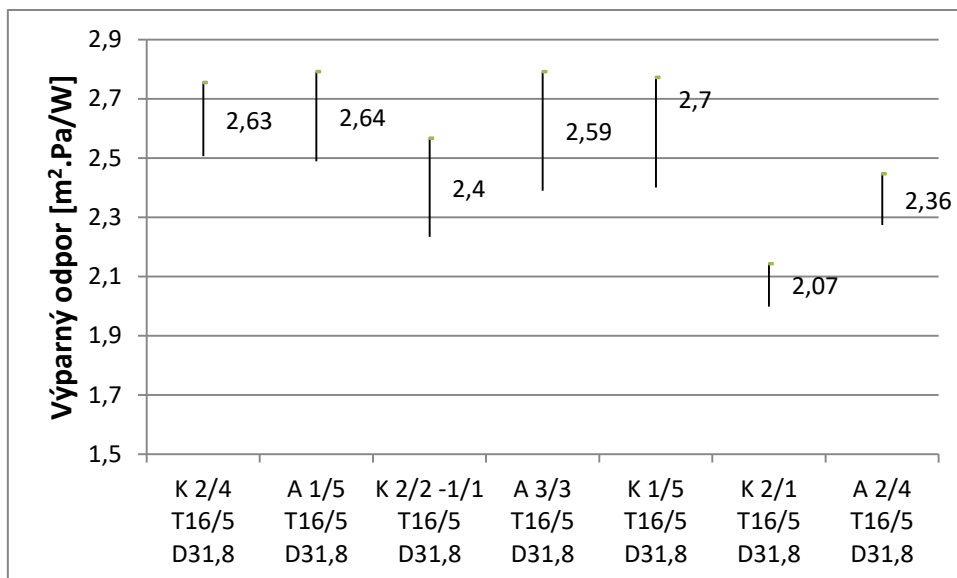
Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	<i>P_{ver}</i>					<i>P_w</i>			
Výparný odpor [m ² .Pa/W]	0,21	-0,75	0,06	0,95		-0,02	-0,85	0	0,87

Soubor vzorků	Celkový	PE1	PE2	PP/CO		Celkový	PE1	PE2	PP/CO
Model	<i>P_s</i>					<i>F_{YF}</i>			
Výparný odpor [m ² .Pa/W]	0,31	-0,75	-0,31	0,57		0,3	0,17	0,82	-0,15

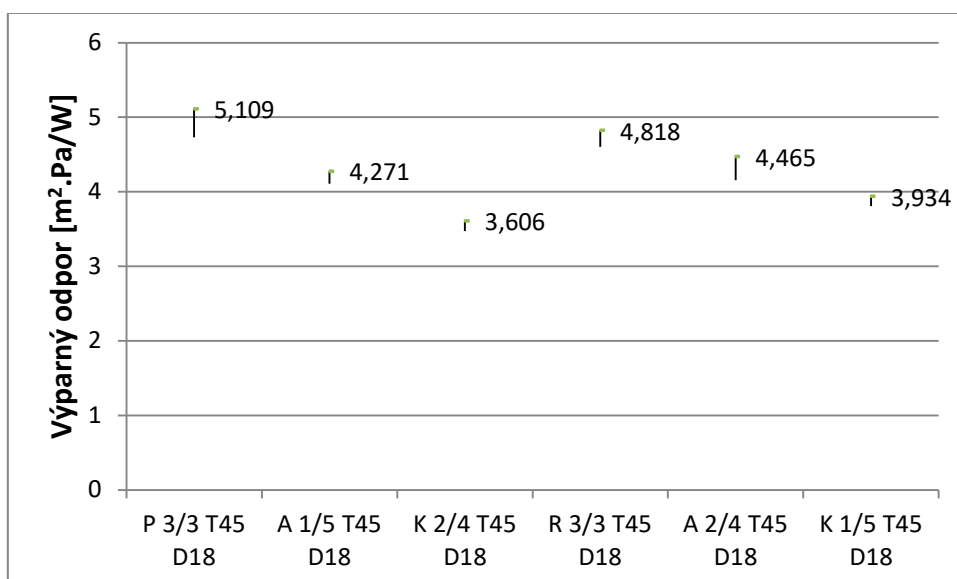
Pro výparný odpor není na první pohled z tabulky 17 zjevný vliv jakéhokoliv faktoru, proto jsou zavedeny znovu intervaly spolehlivosti, které popisují následující obrázky 36, 37 a 38:



Obrázek 36 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE1 pro výparný odpor



Obrázek 37 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE2 pro výparný odpor



Obrázek 38 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PP/CO pro výparný odpor

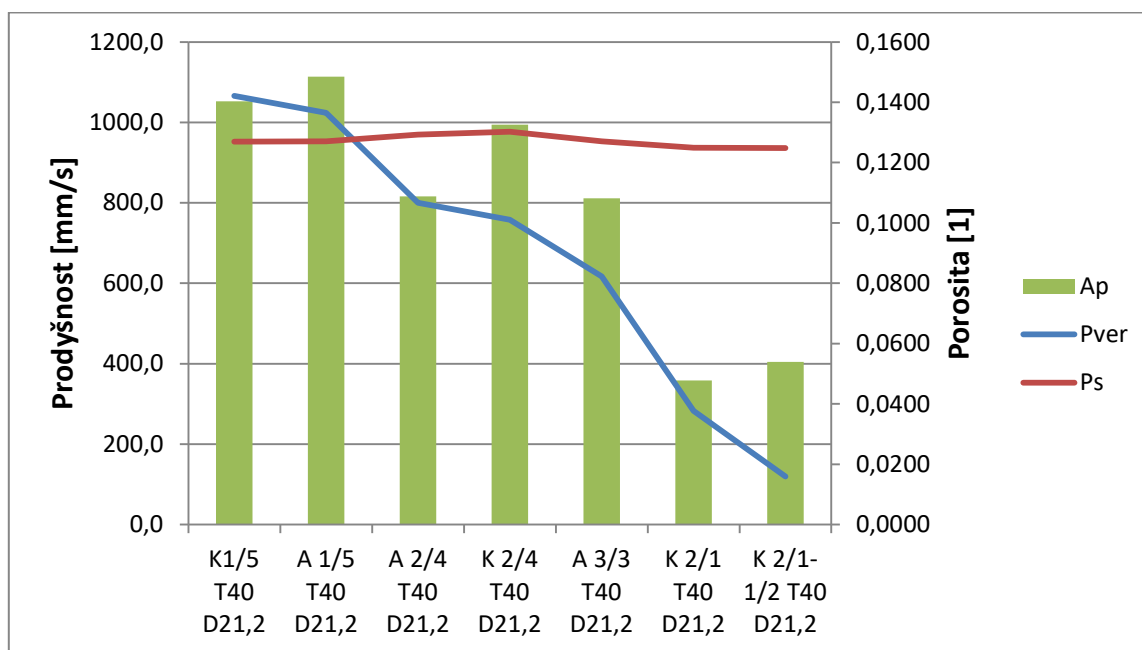
Opět zde dochází k překrývání intervalů spolehlivosti u více jak poloviny vazeb v prvním a druhém souboru. Třetí soubor vykazuje výsledky o poznání přesnější, avšak nelze na tomto základě určit, který faktor nejvíce ovlivňuje výparný odpor. Interval spolehlivosti pro ostatní komfortní vlastnosti nevykazují překrytí a nejsou tedy dále rozvíjeny.

8.4. Výsledný vliv vazeb

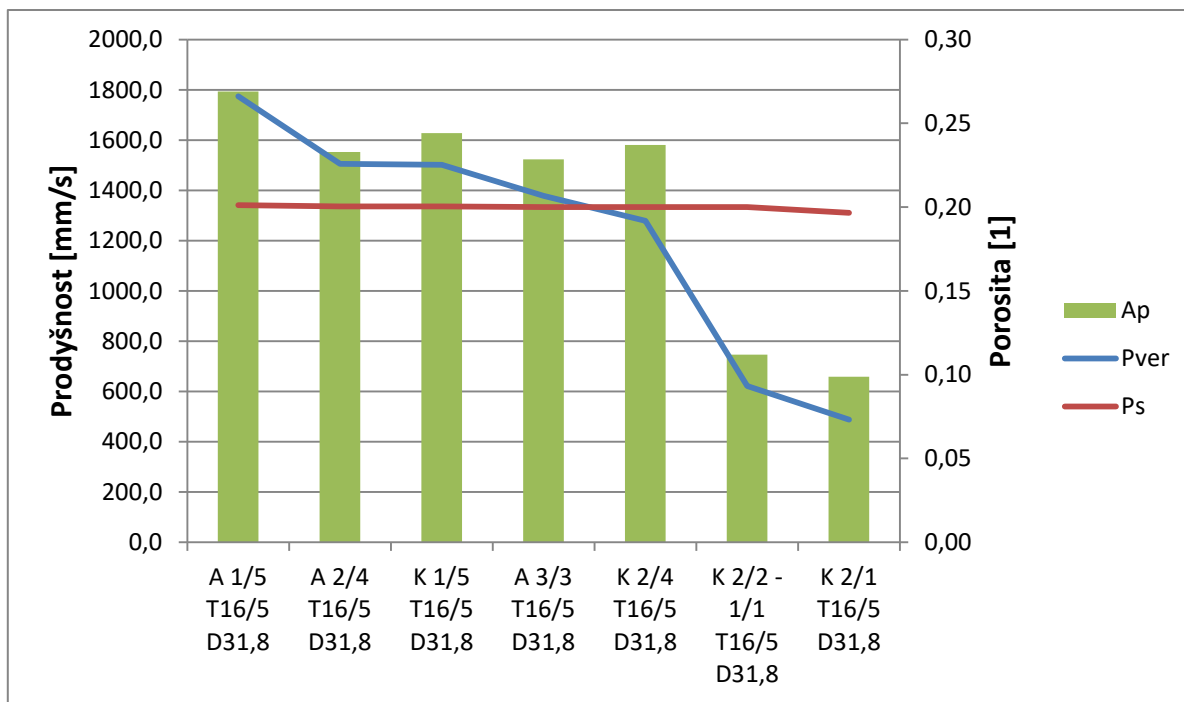
V případě, že považujeme model vertikální porosity P_{ver} jako výchozí model pro zohlednění vlivu vazby tkaniny, můžeme vyvodit následující:

Silné korelační koeficienty tento model projevily mezi prodyšností, tepelnou jímavostí a plošným odporem vedení tepla a to ve všech souborech. Vertikální porosita vzešla dle Havlové [14] jako doplněk porosity horizontální P_S , která projevila o poznání slabší korelace s komfortními vlastnostmi a sama o sobě se nejevila jako vhodný model pro predikci prodyšnosti v rámci jednoho souboru.

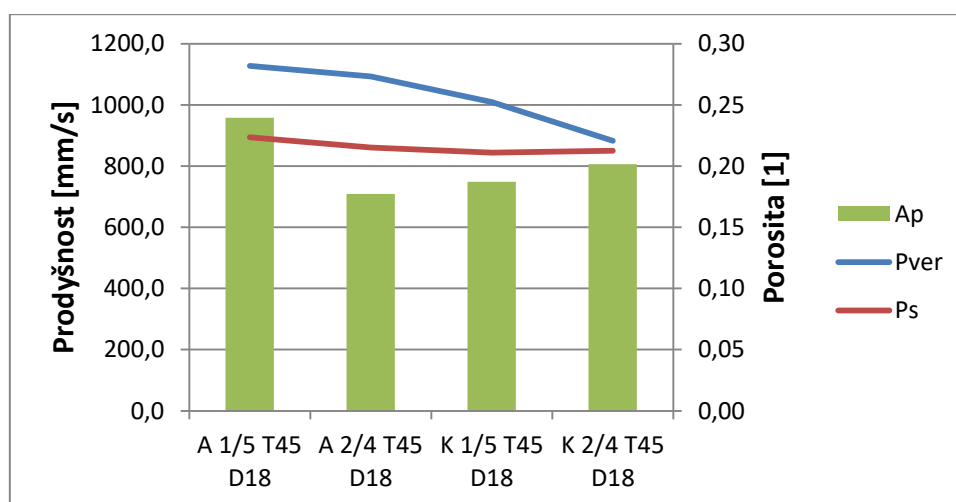
Následující grafy znázorňují přesnost modelu P_{ver} v predikci komfortních vlastností společně s porovnáním modelu horizontální porosity P_S . Kdyby model byl naprosto přesný, klesající trendy modelu P_{ver} a P_S (v obrázcích uvedeny jako spojnicové grafy s jednotkami na vedlejší ose) by kopírovaly klesající naměřené komfortní vlastnosti (v obrázcích sloupcový diagram s jednotkami na hlavní ose).



Obrázek 39 Vhodnost modelů pro predikci prodyšnosti v sadě PE1



Obrázek 40 Vhodnost modelů pro predikci prodyšnosti v sadě PE2



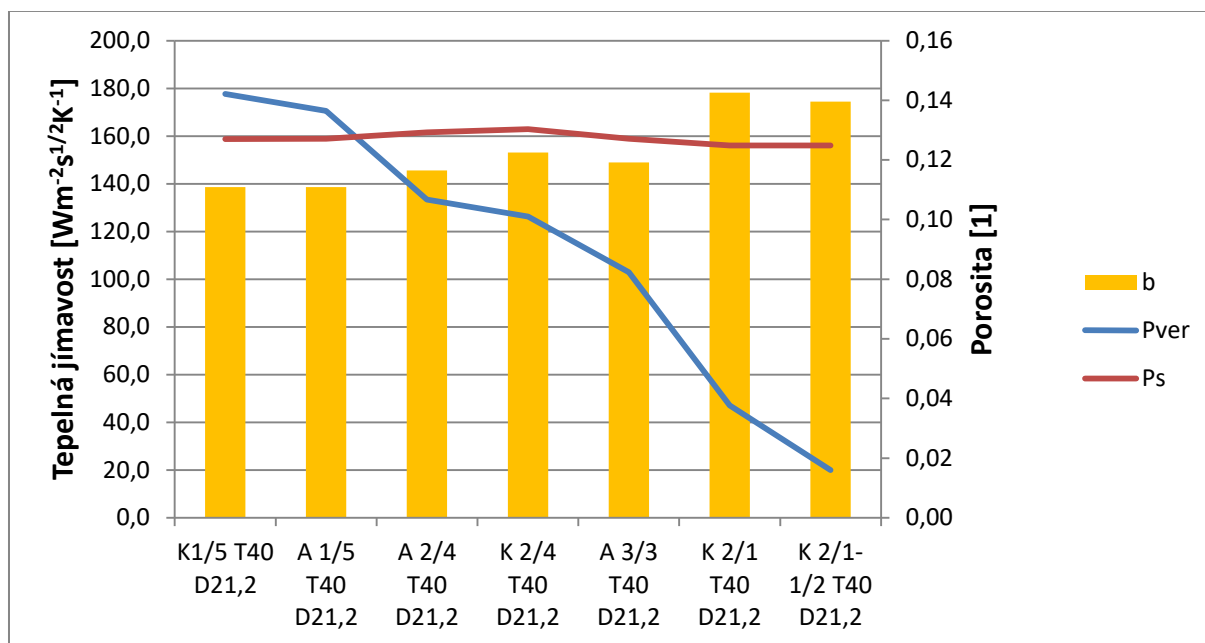
Obrázek 41 Vhodnost modelů pro predikci prodyšnosti v sadě PP/CO

Porovnáním jednotlivých diagramů 39, 40 a 41 lze dojít k závěru, že model správně predikuje největší prodyšnost pro vazbu A 1/5 společně s K 1/5, které mají nejdelší flotující nitě a největší tloušťku (při přítlaku 0,1kPa) a kde se výsledky liší pouze nepatrně. Vazby s kratší flotáží jako A2/4, A 3/3 a K2/4 se s podobnými hodnotami prodyšnosti vyskytují ve středu sledovaných souborů vazeb. Ve všech souborech se také objevila chyba v predikci prodyšnosti vazby K 2/4, která by na základě vertikální porosity měla vyjít menší, nežli vazby provázanější jako např. A 3/3. Ke shodě došlo také v rámci souborů PE1 a PE2 které zahrnují

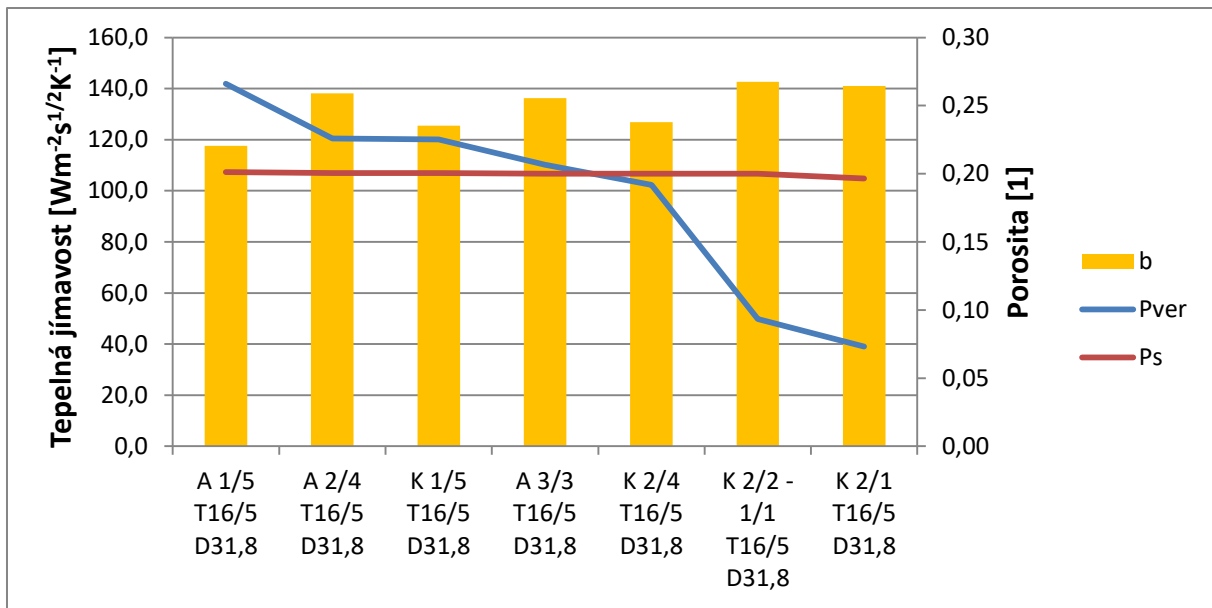
vazby K 1/2 a K 2/2-1/1, z hlediska prodyšnosti se jedná o vazby nejméně prodyšné, které mají nejkratší flotáž a nejmenší tloušťku (při přítlaku 0,1kPa).

Jedná se tedy o kladnou korelaci, kdy čím větší je hodnota modelu P_{ver} tím větší je i prodyšnost A_p . Model horizontální porosity P_S zde jevil jen minimální spojitost se sledovanými komfortními vlastnostmi a neprojevil se jako směřodatný v určování porosity.

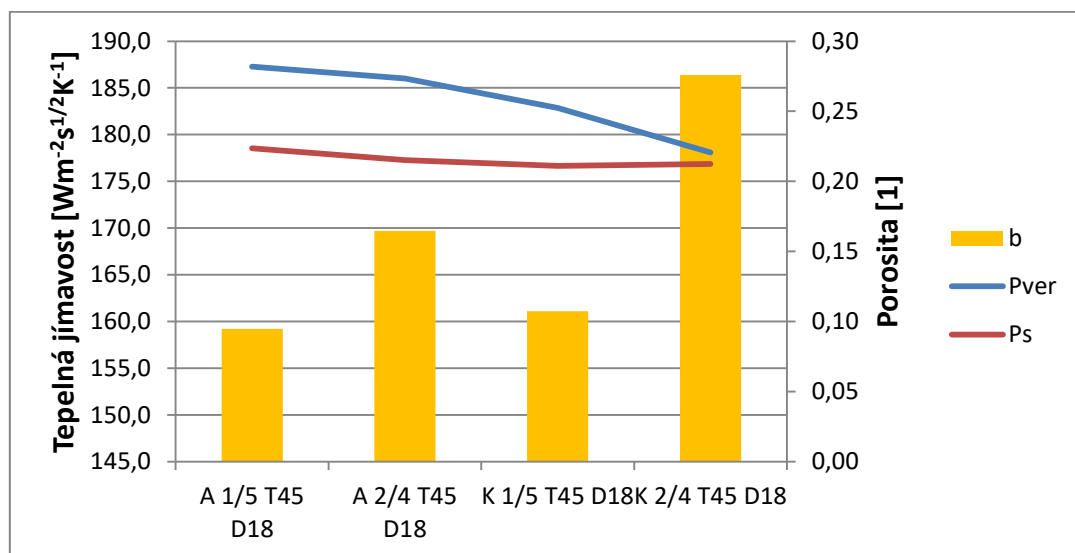
Tepelná jímavost také jeví silnou zápornou korelaci s modelem vertikální porosity P_{ver} a následující grafy blíže popisují vliv jednotlivých vazeb v rozdílných souborech:



Obrázek 42 Vhodnost modelů pro predikci tepelné jímavosti v sadě PE1



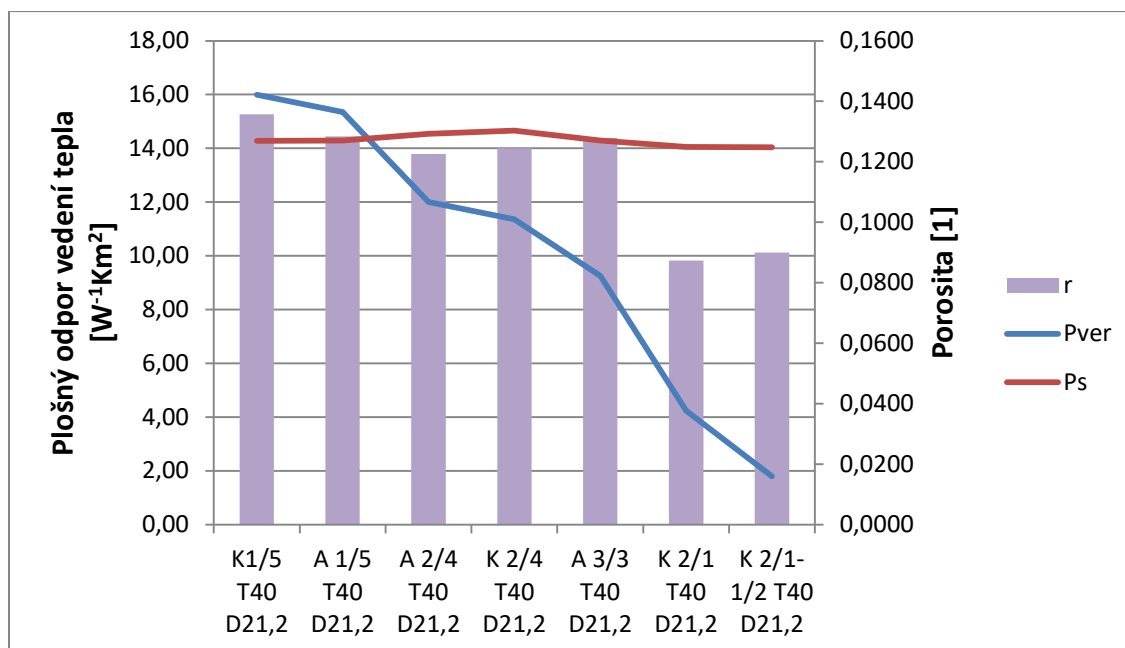
Obrázek 43 Vhodnost modelů pro predikci tepelné jímavosti v sadě PE2



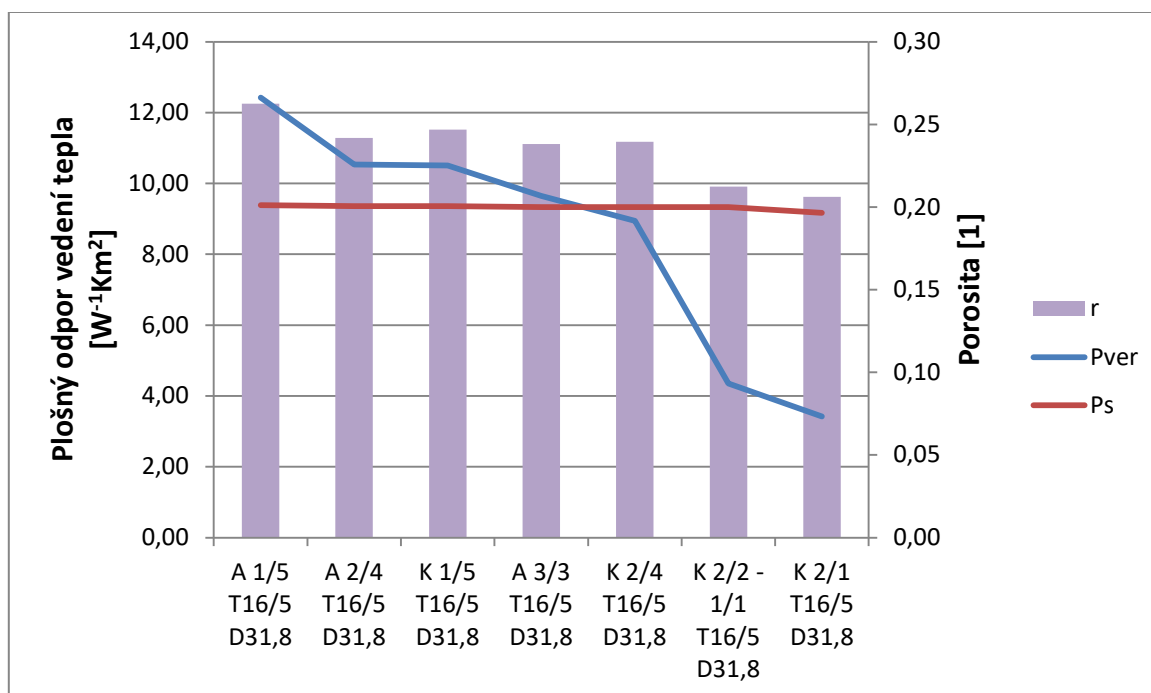
Obrázek 44 Vhodnost modelů pro predikci tepelné jímavosti v sadě PP/CO

Opět se model shoduje v predikci nejméně jímavé vazby tkaniny a to A1/5 společně s K1/5. V případně nejvíce jímavé vazby se jedná opět vlivem velkého provázání o vazby K2/2-1/1 a K2/1. Jedná se tedy o zápornou korelaci, kdy čím větší je hodnota modelu P_{ver} tím menší je tepelná jímavost b . Model horizontální porosity P_s projevil pouze nepatrnou závislost v prvním souboru s nejvíce jímavými vazbami K2/2-1/1 a K2/1.

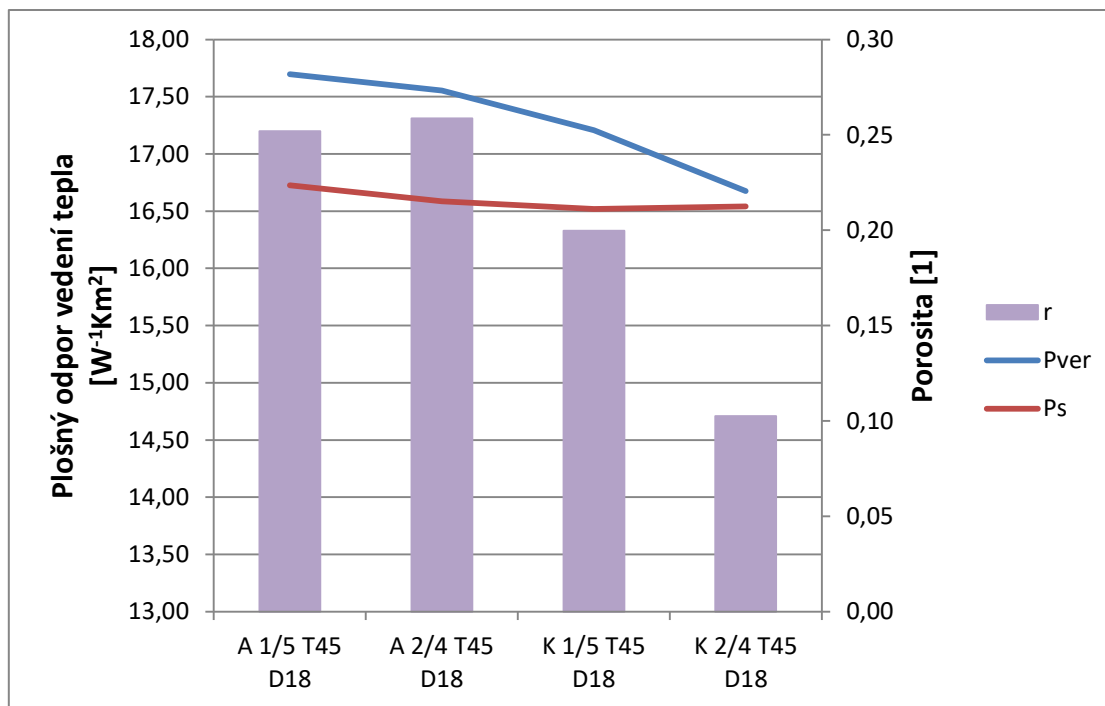
V poslední řadě jsou prokazatelné korelace viditelné mezi vertikální porositou P_{ver} a plošným odporem vedení tepla. Opět je tento vztah blíže popsán na následujících obrázcích.



Obrázek 45 Vhodnost modelů pro predikci plošného odporu vedení tepla v sadě PE1



Obrázek 46 Vhodnost modelů pro predikci plošného odporu vedení tepla v sadě PE2



Obrázek 47 Vhodnost modelů pro predikci plošného odporu vedení tepla v sadě PP/CO

Model P_{ver} zde správně predikoval rozdílné vazby s největším plošným odporem vedení tepla mezi prvním a druhým souborem, které se liší pouze jemností a dostavou. Je možné předpokládat, že se tak stalo právě na základě rozdílné tloušťky textilií. Stejně tak jako u prodyšnosti, se jako vazba s největším plošným odporem vedení tepla prokázala být K1/5 v případě prvního souboru a A1/5 v případě souboru druhého. Nejmenší tepelný odpor mají opět vazby nejvíce provázané a tím pádem nejtenčí K2/2-1/1 a K2/1. V tomto případě se jedná o kladnou korelaci, kdy čím větší je hodnota modelu P_{ver} tím větší je i plošný tepelný odpor vedení tepla r a naopak. Model P_s ani zde neprojevil větší závislosti, či trendy ze kterých by se dalo vycházet.

Je tedy možné říci, že model vertikální porosity P_{ver} , který v sobě zahrnuje faktory tloušťky, dostavy, jemnosti nitě a flotující nitě obstojně doplňuje a částečně i nahrazuje horizontální porositu P_s , která sama o sobě nestačí pro přesnou predikci porosity v rámci jednoho souboru. To zejména z důvodu, že jedinou proměnou v tomto modelu je dostava nití. V rámci několika souborů již model P_{ver} nepracuje tolik přesně, neboť dochází ke kreslení vlivem rozdílného materiálu.

Závěr

Cílem diplomová práce bylo zkoumat vliv vazby tkaniny na komfortní vlastnosti. Rešeršní část byla věnována popisu základních charakteristik nití a tkanin, které se na komfortních vlastnostech podílejí. Mezi základní uvedené parametry, které se vyskytují ve vztazích pro predikci komfortních vlastností, byly uvedeny jemnost a průměr příze, chlupatost příze, dostava tkaniny, vazba tkaniny, tloušťka, plošná hmotnost, zakrytí a porosita. Porosita byla dále rozvedena do několika vybraných metod pro její výpočet. Mezi stěžejní porositu pro experimentální část byla zařazena vertikální porosita P_{ver} zavedená Havlovou[14], která v sobě přímo zahrnuje vliv vazby tkaniny. Dále například porosita na základě plošného zakrytí P_S a porosita na základě podílu hustot P_W . Mimo porositu byly také uvedeny faktory flotující nitě[15] a pevnosti vazby[17]. Další kapitola byla věnována komfortním vlastnostem a jejich definicím. Hlavními a sledovanými komfortními vlastnostmi byly zde společně s definicemi a způsoby hodnocení uvedeny prodyšnost, relativní paro-propustnost, výparný odpor, měrná tepelná vodivost, plošný odpor vedení tepla a tepelná jímavost.

V Experimentální části byly zahrnuty výpočty modelů zmíněných porosit a faktorů vazeb zmíněných v rešeršní části. Dále obsahovala měření výše zmíněných komfortních vlastností na přístrojích FX 3300, Alambeta a Permetest. Měření proběhlo na třech skupinách vzorků. V rámci skupiny je 7 vzorků stejné dostavy, jemnosti a materiálu, lišící se pouze vazbou tkaniny. Dvě sady z materiálu polyester s rozdílnou jemností nití T40 a T16,5. Třetí sada je směšová tkanina 50% polypropylen a 50% bavlna s jemností nití T31,8. Veškerá měření byla provedena desetkrát.

Následně byly uvedeny korelační koeficienty společně s korelačními diagramy mezi naměřenými hodnotami komfortních vlastností a teoretických modelů porosit a faktorů.

Materiálové sady z polyesteru jevíly podobné a relativně silné korelace, oproti sadě ze směšové tkaniny. Bavlněná složka mohla ovlivňovat měření relativní paro-propustnosti a výparného odporu sorpcí vody, kterou polyesterová vlákna postrádají. Byl prokázán vliv odvozených plátňových vazeb ve třetím souboru, které model predikoval P_{ver} nesprávně. Byl zaveden předpoklad o dislokaci nití v těchto vazbách a její vliv na výslednou porositu, kdy následně byly z výběru vyřazeny.

Pro vyšetření závislosti komfortních vlastností na porositě byl zvolen lineární model, kde byla nezávislou proměnou predikována komfortní vlastnost z modelů porosity a závislou proměnou naměřená hodnota komfortních vlastností.

Model porosity na základě plošného zakrytí P_S se prokázal být nevhodný v rámci jednoho souboru z důvodu variability pouhých dostav nití, které se měnily pouze nepatrně. Větší vliv prokázala porosita na základě podílu hustot P_W . Zde byl zaveden předpoklad, že je to z důvodu velké korespondence tohoto modelu porosity s tloušťkou, která jak bylo zjištěno, přímo ovlivňuje většinu sledovaných komfortních vlastností. Jako nejvhodnější model pro sledování vlivu vazby na komfortní vlastnosti se osvědčil model vertikální porosity P_{ver} , který v sobě zahrnuje tloušťku tkaniny, dostavu, průměr nitě a vliv flotáže, kde flotáž a tloušťka se jevily jako jedny z nepodstatnějších faktorů. Tento model se osvědčil napříč všemi soubory s rozdílnou dostavou a jemností nití, avšak pouze při vyhodnocování v jednotlivých souborech. Při konsolidování výsledků docházelo ke shlukování výsledků jednotlivých souborů a výsledné korelace byly tímto jevem ovlivněny.

Podarilo se prokázat vliv vazby na prodyšnost, plošný odpor vedení tepla a tepelnou jímavost. Z důvodů složitosti vyhodnocování dat relativní paro-propustnosti, výparného odporu a měrné tepelné vodivosti nebylo možné prokázat vliv žádného z uvedených faktorů, z důvodu překrývání intervalů spolehlivosti středních hodnot. Výsledná data nebylo možné následně vyhodnotit z hlediska vztahu k porositě.

Model vertikální porosity P_{ver} správně predikoval nejprodyšnější vazby A1/5 a K1/5 s nejdelší flotující nití a největší tloušťkou (za přítlaku 0,1kPa). Vazby s kratší flotáží jako A2/4, A 3/3 a K2/4 se s podobnými hodnotami prodyšnosti umístily ve středu sledovaných souborů vazeb. V případě vazeb K 1/2 a K 2/2-1/1 se prokázalo, že se jedná o vazby nejméně prodyšné, které mají nejkratší flotáž a nejmenší tloušťku (při přítlaku 0,1kPa). Výsledkem je tedy kladná korelace, kdy čím větší je hodnota modelu P_{ver} tím větší je prodyšnost A_p .

V případě tepelné jímavosti se model P_{ver} shodl v predikci nejméně jímavé vazby tkaniny a to A1/5 společně s K1/5. Model P_{ver} se osvědčil i pro porovnání velikosti tepelné jímavosti stejné vazby ze dvou souborů shodného materiálu PE1 a PE2, kdy správně předpověděl menší hodnoty tepelné jímavosti pro tu sadu s menší výslednou porositou, ačkoliv vazba byla v obou případech stejná. Tento jev se nepodařilo prokázat ve třetím souboru, který byl z rozdílného

materiálu směsové příze. Vazby s kratší flotáží jako A2/4, A 3/3 a K2/4 se s podobnými hodnotami opět umístily uprostřed souboru. V případně nejvíce jímavé vazby se potvrdily vazby nejkratší flotáže a nejmenší tloušťky K2/2-1/1 a K2/1. Byla zde prokázána záporná korelace, kdy čím větší je hodnota modelu P_{ver} tím menší je tepelná jímavost b .

Silné korelace byly pozorovány také mezi P_{ver} a plošným odporem vedení tepla. Model vertikální porosity P_{ver} zde správně předpověděl rozdílné vazby s největším odporem vedení tepla pro soubor PE1 a PE2, kdy největší odpor v souboru PE1 projevila vazba K1/5 a v souboru PE2 vazba A1/5. Nejmenší tepelný odpor prokázaly opět vazby nejvíce provázané a tím pádem nejtenčí K2/2-1/1 a K2/1. V tomto případě se prokázala kladná korelace, kdy čím větší je hodnota modelu P_{ver} tím větší je i plošný tepelný odpor vedení tepla r a naopak.

Seznam Obrázků

Obrázek 1 Schéma nerovnoměrného rozdělení nití[4].....	10
Obrázek 2 Příklad schématu plátňové vazby	11
Obrázek 3 Příklad schématu atlasové vazby	12
Obrázek 4 Příklad schématu keprové vazby	12
Obrázek 5 Vliv vazby tkaniny na tepelnou vodivost[9].....	16
Obrázek 6 Vliv vazby tkaniny na tepelný odpor[9]	16
Obrázek 7 Typy pórů dle Backera[12]	19
Obrázek 8 Druhy proudění dle Gooijera[13]	19
Obrázek 9 dvou-dimenzionální modely pórů dle Gooijera[13]	21
Obrázek 10 Eliptický model vertikálního póru [14]	22
Obrázek 11 Typy a váhy flotujících nití [18].....	24
Obrázek 12 Popis plátňové vazby	25
Obrázek 13 Vliv faktoru CFF na odpor vzduchu vytvářený textilií [19].....	27
Obrázek 14 Vliv faktoru FYF na odpor vzduchu vytvářený textilií[19].....	27
Obrázek 15 Vliv FFF faktoru na odpor vzduchu vytvářený textilií [19]	28
Obrázek 16 Vliv tloušťky na odpor vzduchu vytvářený textilií [19].....	28
Obrázek 17 Schéma principu měření prodyšnosti na přístroji FX3300[23]	30
Obrázek 18 Popis gravimterických metod[22].....	32
Obrázek 19 Měřicí jednotka s kontrolou teploty a přívodem vody[22]	33
Obrázek 20 Schéma principu měření výparného odporu na přístroji Permetest [24]	34
Obrázek 21 Schéma měření tepelně-izolačních vlastností na přístroji Alambeta [22]	37
Obrázek 22 Korelační diagramy pro významné P_s	46
Obrázek 23 Korelační diagramy pro významná P_{ver}	47
Obrázek 24 Korelační diagramy pro významná P_w	48
Obrázek 25 Korelační diagramy pro významná t	49
Obrázek 26 Korelační diagramy pro významná t	50
Obrázek 27 Porovnání korelací jednotlivých souborů mezi P_{ver} a Prodyšnost	53
Obrázek 28 Porovnání korelací jednotlivých souborů mezi P_{ver} a b	54
Obrázek 29 Porovnání korelací jednotlivých souborů mezi P_{ver} a r	55
Obrázek 30 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE1 pro paro-propustnost .	61
Obrázek 31 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE2 pro paro-propustnost .	62
Obrázek 32 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PP/CO pro paro-prop.	62
Obrázek 33 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE1 pro Λ	63
Obrázek 34 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE2 pro Λ	64
Obrázek 35 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PP/CO pro Λ	64
Obrázek 36 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE1 pro výparný odpor....	65
Obrázek 37 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PE2 pro výparný odpor...	66
Obrázek 38 5% Interval spolehlivosti střední hodnoty v souboru PP/CO pro výparný odp..	66
Obrázek 39 Vhodnost modelů pro predikci prodyšnosti v sadě PE1	67
Obrázek 40 Vhodnost modelů pro predikci prodyšnosti v sadě PE2	68
Obrázek 41 Vhodnost modelů pro predikci prodyšnosti v sadě PP/CO.....	68
Obrázek 42 Vhodnost modelů pro predikci tepelné jímavosti v sadě PE1	69
Obrázek 43 Vhodnost modelů pro predikci tepelné jímavosti v sadě PE2	70
Obrázek 44 Vhodnost modelů pro predikci tepelné jímavosti v sadě PP/CO.....	70
Obrázek 45 Vhodnost modelů pro predikci plošného odporu vedení tepla v sadě PE1	71
Obrázek 46 Vhodnost modelů pro predikci plošného odporu vedení tepla v sadě PE2	71
Obrázek 47 Vhodnost modelů pro predikci plošného odporu vedení tepla v sadě PP/CO	72

Zdroje

- [1] KŘEMENÁKOVÁ, D.: *Interní norma 108-01/01: Geometrické vlastnosti staplových přízí*, Výzkumné centrum Textil, TU v Liberci, 2002
- [2] NECKÁŘ, B.: *Příze. Tvorba, struktura, vlastnosti*, SNTL Praha, 1990.
- [3] NECKÁŘ, B., VOTRUBOVÁ, J.: *Část 2. Metoda měření a vyhodnocování chlupatosti. 7. Národní konference Strutex*. TU v Liberci, 2000.
- [4] HAVLOVÁ, M. *Detection of Fabric Structure Irregularities Using Air Permeability Measurements*. Journal of Engineered Fibers and Fabrics – it was accepted on Aug 27, 2013.
- [5] NECKÁŘ, B., *Dvanáct přednášek z textilního inženýrství*, TU v Liberci, 1998.
- [6] MATUSIAK, M., SIKORSKI K., *Influence of the Structure of Woven Fabrics on Their Thermal Insulation Properties*
- [7] DRAŠAROVA, J., NOVAČKOVA, J.: *System projektovani textilnich struktur část 2, Tkaniny*, Vyzkumne centrum Textil, TU v Liberci, 2004.
- [8] HAVRDOVÁ, M.: *Příspěvek k hodnocení prodyšnosti oděvních tkanin*, Disertační práce, TU v Liberci, 2004.[8]
- [9] SIEMINSKI M, HOTTE G. *The Porosity of the Textile materials*. Rayon text MO.
- [10] HAVRDOVÁ, M. *Air Permeability and a Structure of Woven Fabrics*. Vláčna a Textil 2003; 10, 2: 86 – 90.
- [11] MILITKÝ, J., HAVRDOVÁ, M. *Porosity and air permeability of composite clean room textiles*. Int. J. of Clothing Science and Technology 2001; 13, ¾: 280 – 288.
- [12] BACKER, S.: *The relationship between the structural geometry of a textile fabric and its physical properties, Part IV: Interstice geometry and air permeability*, *Textile Research Journal* 21, 1951, str. 703 – 713.
- [13] GOOIJER, H.,: *Flow resistance of textile materials*, Thesis UT Enschede, 1998. ISBN 90-36511240.
- [14] HAVLOVÁ, M.: *Model of Vertical Porosity Occurring in Woven Fabrics and its Effect on Air Permeability*, 2014
- [15] MILAŠIUS, R, MILAŠIUS, V. *Investigation of Unevenness of Some Fabric Cross-Section Parameters*. *Fibres & Textiles in Eastern Europe* 2002; 10, 3: 47 – 49.
- [16] OGAWA Y., *Applied Clothing Materials— Consumption Performance* Koseikan, Japan, 1967, p.65.,
- [17] MORINO H, MATSUDAIRA M, FURUTANI M. *Predicting Mechanical Properties and Hand Values from the parameters of Weave Structure*, *Textile Research Journal* 2005; 18(x):

- [18] FATAHI, I., YAZDI A., *Predicting Air Permeability from the Parameters of Weave Structure*
- [19] J. VIMAL, T., MURUGAN R., SUBRAMANIAM V., *Effect of Weave Parameters on the Air Resistance of Woven Fabrics*, DOI: 10.5604/12303666.1172089
- [20] MILASIUŠ, V. *An Integrated Structure Factor for Woven Fabrics Part I: Estimation of the Weave*. Journal of the Textile Institute 2000; 91, 2: 268-270.
- [21] MILAŠIUŠ V., KATUNSKIS J., MILAŠIUŠ A. *Letter to the Editor comments on Predicting Mechanical Properties and Hand value from the Parameters of Weave structures*. Textile Research Journal 2007; 77(3): 184-185.
- [22] HES, L. a SLUKA, P. *Úvod do komfortu textilií*. 1. vyd. Liberec: TUL, 2005. 109 s. ISBN 80-7083-926-0
- [23] XIAO X., ZENG Z., LONG A., LIN H., CLIFFORD M. a SALDAEVA E.. *An analytical model for through-thickness permeability of woven fabric*. Textile Research Journal [online]. 2011
- [24] HES, L., DOLEŽAL I. *A new portable computer-controlled skin model for fast determination of water vapour and thermal resistance of fabrics*. In: Asian Textile Conference (ATC 7), New Delhi, 2003.
- [25] HES, L., ARAUJO M.: *Simulation of the Effect of Air Gaps between the Skin and a Wet Fabrics on Resulting Cooling Flow*. Textile Research Journal, Vol 80(2010), No. 14, pp. 1488–1497
- [26] HES, L. (1987) *Thermal Properties of Nonwovens*, Proceedings of Congress Index 87, Geneva.
- [27] HES, L., DOLEŽAL I, Hanzl J, et al. *New method and apparatus for the objective evaluation of thermal contact properties of textile fabrics*, Melliand Textilber. 1990;71(9), pp. 679-681
- [28] SONG, G., *Improving comfort in clothing*. Online-Ausg. Oxford: Woodhead Pub, 2011. ISBN 9780857090645. Str 117
- [29] FOURNIER, M., DUVAUT, M. CHIRTOC T. a J. M. BACHMANN. *Measurement of textile materials thermal properties*. The European Physical Journal Special Topics [online]. 2008, 153(1), 143-145 [cit. 2017-08-22]. DOI: 10.1140/epjst/e2008-00413-9. ISSN 1951-6355. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1140/epjst/e2008-00413-9>

Seznam příloh

- Příloha 1 Experimentální hodnoty vazby A1/5 v soboru PE1
- Příloha 2 Experimentální hodnoty vazby A3/3 v soboru PE1
- Příloha 3 Experimentální hodnoty vazby A2/4 v soboru PE1
- Příloha 4 Experimentální hodnoty vazby K2/1 v soboru PE1
- Příloha 5 Experimentální hodnoty vazby A2/4 v soboru PE1
- Příloha 6 Experimentální hodnoty vazby K1/5 v soboru PE1
- Příloha 7 Experimentální hodnoty vazby K2/2-1/1 v soboru PE1
- Příloha 8 Experimentální hodnoty vazby K2/4 v soboru PE2
- Příloha 9 Experimentální hodnoty vazby A1/5 v soboru PE2
- Příloha 10 Experimentální hodnoty vazby K2/2-1/1 v soboru PE2
- Příloha 11 Experimentální hodnoty vazby A3/3 v soboru PE2
- Příloha 12 Experimentální hodnoty vazby K1/5 v soboru PE2
- Příloha 13 Experimentální hodnoty vazby K2/1 v soboru PE2
- Příloha 14 Experimentální hodnoty vazby A/4 v soboru PE2
- Příloha 15 Experimentální hodnoty vazby P3/3 v soboru PP/CO
- Příloha 16 Experimentální hodnoty vazby A1/5 v soboru PP/CO
- Příloha 17 Experimentální hodnoty vazby K2/4 v soboru PP/CO
- Příloha 18 Experimentální hodnoty vazby R3/3 v soboru PP/CO
- Příloha 19 Experimentální hodnoty vazby A2/4 v soboru PP/CO
- Příloha 20 Experimentální hodnoty vazby K1/5 v soboru PP/CO

Příloha 1 Experimentální hodnoty vazby A1/5 v soboru PE1

A 1/5 T40 D21,2	Ap [mm/s]	m [g/20x20cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	1110	7,65	64,1%	3,5	45,5	130	14,9	0,82	21	22	0,191250	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1130	7,69	65,5%	3,3	47	134	14,4	0,76	20	20	0,192250	
3	1070	7,72	64,8%	3,3	43,5	145	13,7	0,76	21	21	0,193000	
4	1090	7,77	63,6%	3,4	48,3	144	14,2	0,73	20	22	0,194250	
5	1110	7,70	63,2%	3,5	48	143	14	0,77	21	20	0,192500	
6	1120	7,78	63,5%	3,4	46,7	139	15,1	0,75	22	21	0,194500	
7	1110	7,72	62,2%	3,6	48,2	135	14,9	0,78	21	22	0,193000	
8	1130	7,79	66,5%	3,1	46,4	131	15,2	0,77	22	22	0,194750	
9	1120	7,71	63,2%	3,6	47,5	138	14,4	0,76	22	21	0,192750	
10	1150	7,70	64,1%	3,4	49,7	147	13,6	0,76	21	20	0,192500	
Průměr	1114	7,723	0,6407	3,41	47,08	138,6	14,44	0,766	21,1	21,1	0,193075	0,0305
SMĚR. OD.	21,0713	0,0419	0,0118	0,144	1,629	5,713	0,542	0,021	0,7	0,830	0,001	0,000

Příloha 2 Experimentální hodnoty vazby A3/3 v soboru PE1

A 3/3 T40 D21,2	Ap [mm/s]	m [g/20x20cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	870	7,87	64,6%	3,1	50,1	149	13,8	0,72	20	22	0,196750	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	866	7,93	64,1%	3,2	50,5	147	13,7	0,74	20	21	0,198250	
3	855	7,95	64,3%	3,1	49,1	149	14,5	0,75	21	20	0,198750	
4	852	7,85	63,4%	3,3	50,5	155	14	0,77	20	20	0,196250	
5	798	7,86	66,5%	3,1	49,1	146	14,2	0,74	21	20	0,196500	
6	778	7,83	66,4%	3,1	47,6	142	16,1	0,72	20	21	0,195750	
7	806	7,87	66,3%	3,1	50,7	157	14,5	0,7	22	22	0,196750	
8	789	7,85	65,1%	3,1	50,9	146	14	0,7	20	22	0,196250	
9	752	7,92	65,2%	3,1	48,9	148	14,1	0,7	20	22	0,198000	
10	744	7,87	66,0%	3,1	49,2	150	15	0,74	20	20	0,196750	
Průměr	811	7,88	0,6519	3,13	49,66	148,9	14,39	0,728	21,2	21	0,197	0,0305
SMĚR. OD.	44,5645	0,037	0,0103	0,064	0,992	4,158	0,675	0,022	0,663	0,894	0,0009	0,000

Příloha 3 Experimentální hodnoty vazby A2/4 v soboru PE1

K 2/4 T40 D21,2	Ap [mm/s]	m [g/20x20cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	966	7,83	64,0%	3,5	48,5	149	14,1	0,75	22	20	0,195750	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1030	7,98	65,5%	3,2	50,1	153	14,2	0,72	21	21	0,199500	
3	961	7,89	65,5%	3,2	50,2	153	13,8	0,72	22	22	0,197250	
4	957	7,97	62,8%	3,7	50,1	158	14	0,76	21	21	0,199250	
5	1020	7,89	63,5%	3,5	50,8	156	13,8	0,71	22	20	0,197250	
6	1010	7,87	63,9%	3,5	44,6	151	14,1	0,79	20	21	0,196750	
7	1000	7,83	65,8%	3,2	49,9	152	13,9	0,71	21	21	0,195750	
8	1010	7,89	65,6%	3,2	49,1	151	13,9	0,72	21	20	0,197250	
9	993	7,83	64,6%	3,2	48,9	152	14,1	0,73	22	21	0,195750	
10	999	7,89	65,1%	3,2	49	156	14,2	0,72	20	20	0,197250	
Průměr	994,6	7,887	0,6463	3,34	49,12	153,1	14,01	0,733	21,2	20,7	0,197175	0,0305
SMĚR. OD.	24,051	0,051	0,010	0,180	1,655	2,625	0,145	0,025	0,748	0,640	0,001	0,000

Příloha 4 Experimentální hodnoty vazby K2/1 v soboru PE1

K 2/1 T40 D21,2	Ap [mm/s]	m [g/20x20cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	319	7,89	65,0%	3,5	53,9	178	9,6	0,7	21	22	0,197250	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	435	7,91	66,2%	3,5	51,4	187	9,7	0,686	22	22	0,197750	
3	421	7,95	64,6%	3,3	55,7	181	9,4	0,689	22	22	0,198750	
4	398	7,93	65,1%	3,5	50,2	178	9,3	0,699	20	21	0,198250	
5	336	7,89	64,5%	3,4	48,9	183	9,9	0,69	21	21	0,197250	
6	322	7,93	64,7%	3,5	53,5	175	9,6	0,675	21	21	0,198250	
7	367	7,92	65,7%	3,5	44,9	159	9,6	0,669	21	20	0,198000	
8	324	7,92	66,0%	3,3	54	186	12,3	0,668	21	21	0,198000	
9	322	7,93	65,3%	3,5	51,2	175	9,3	0,686	21	22	0,198250	
10	340	7,95	65,2%	3,5	49	180	9,6	0,685	22	20	0,198750	
Průměr	358,4	7,922	0,6523	3,45	51,27	178,2	9,83	0,6814	21,2	21,2	0,19805	0,0305
SMĚR. OD.	42,017	0,020	0,006	0,081	3,025	7,494	0,841	0,010	0,600	0,748	0,000	0,000

Příloha 5 Experimentální hodnoty vazby A2/4 v soboru PE1

A 2/4 T40 D21,2	Ap [mm/s]	m [g/20x20cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	785	7,85	65,5%	3,2	48,6	147	13,9	0,76	20	22	0,196250	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	818	7,94	65,0%	3,2	53,2	162	12,4	0,72	20	21	0,198500	
3	800	7,78	65,9%	3,1	51,4	155	13	0,71	22	20	0,194500	
4	895	7,92	62,5%	3,5	49,1	136	14,9	0,75	21	20	0,198000	
5	872	7,92	63,0%	3,4	48,5	142	13,9	0,73	22	20	0,198000	
6	793	7,86	64,6%	3,2	48,1	142	14	0,72	22	21	0,196500	
7	815	7,86	63,5%	3,4	49,3	159	13,8	0,76	20	22	0,196500	
8	794	7,90	63,5%	3,3	50,2	138	14,1	0,71	21	21	0,197500	
9	798	7,82	64,2%	3,2	48,9	138	13,9	0,76	21	21	0,195500	
10	789	7,81	63,9%	3,3	49	137	14	0,73	21	22	0,195250	
Průměr	815,9	7,866	0,6416	3,28	49,63	145,6	13,79	0,735	21	21	0,19665	0,0305
SMĚR. OD.	35,588	0,050	0,010	0,117	1,490	9,200	0,633	0,020	0,775	0,775	0,001	0,000

Příloha 6 Experimentální hodnoty vazby K1/5 v soboru PE1

K1/5 T40 D21,2	Ap [mm/s]	m [g/20x20cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	1060	7,81	63,9%	3,6	48,1	135	15,5	0,83	21	22	0,195250	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1080	7,81	64,7%	3,5	48,9	137	15,4	0,79	21	22	0,195250	
3	1110	7,85	64,8%	3,5	46,9	138	15,1	0,76	22	22	0,196250	
4	1050	7,89	65,0%	3,4	47,9	137	15,2	0,77	20	21	0,197250	
5	1060	7,89	66,4%	3,2	48,7	137	15,6	0,78	21	21	0,197250	
6	1110	7,87	68,1%	3	47,9	140	15	0,74	21	22	0,196750	
7	960	7,83	63,2%	3,7	48,9	144	15,1	0,75	20	20	0,195750	
8	1020	7,85	68,5%	2,9	48,1	146	15,2	0,77	22	22	0,196250	
9	1000	7,81	65,6%	3,3	47	135	15,2	0,76	20	21	0,195250	
10	1070	7,81	66,8%	3,5	48,2	137	15,4	0,78	20	21	0,195250	
Průměr	1052	7,842	0,657	3,36	48,06	138,6	15,27	0,773	20,8	21,4	0,19605	0,0305
SMĚR. OD.	44,900	0,031	0,016	0,246	0,661	3,499	0,185	0,024	0,748	0,663	0,001	0,000

Příloha 7 Experimentální hodnoty vazby K2/2-1/1 v soboru PE1

K 2/2-1/1 T40 D21,2	Ap [mm/s]	m [g/20x20cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	380	7,54	65,4%	3,4	47,3	166	11,4	0,6	22	22	0,188500	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	365	7,61	67,2%	3,2	54,2	183	10,1	0,64	22	21	0,190250	
3	393	7,62	68,5%	3	53	185	9,7	0,59	20	22	0,190500	
4	460	7,60	68,0%	3,1	47,9	165	10,7	0,65	20	22	0,190000	
5	440	7,62	66,4%	3,2	51,7	171	10,1	0,64	22	22	0,190500	
6	441	7,57	68,2%	3,1	55,4	186	9	0,69	20	22	0,189250	
7	380	7,62	67,8%	3,1	51,7	165	10,2	0,66	22	20	0,190500	
8	428	7,60	68,9%	2,9	52	180	10,1	0,66	20	22	0,190000	
9	370	7,59	67,8%	2,9	51,6	171	9,9	0,69	20	21	0,189750	
10	387	7,61	68,0%	3,1	50	172	10	0,68	21	21	0,190250	
Průměr	404,4	7,598	0,6762	3,1	51,48	174,4	10,12	0,65	20,9	21,5	0,18995	0,0305
SMĚR. OD.	32,580	0,024	0,010	0,141	2,407	7,927	0,590	0,033	0,943	0,671	0,001	0,000

Příloha 8 Experimentální hodnoty vazby K2/4 v soboru PE2

K 2/4 T16,5 D31,8	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	1420	2,72	71,4%	2,6	43,6	127	10,3	0,45	31	32	0,121	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1540	2,76	72,4%	2,5	44,9	134	10,8	0,48	32	31	0,123	
3	1480	2,66	73,9%	2,3	43,9	125	11,2	0,49	31	31	0,118	
4	1480	2,69	71,5%	2,6	44,9	126	11,2	0,5	32	31	0,120	
5	1580	2,64	71,1%	2,6	44,6	133	11,2	0,5	30	32	0,117	
6	1600	2,69	68,4%	3	43,7	125	11,2	0,5	30	31	0,120	
7	1680	2,69	59,9%	2,8	40,5	128	11,4	0,46	30	31	0,120	
8	1690	2,66	71,5%	2,6	43	118	11,3	0,51	31	31	0,118	
9	1650	2,75	71,0%	2,6	43,5	125	11,9	0,48	32	32	0,122	
10	1680	2,66	72,0%	2,7	43,6	127	11,3	0,49	32	31	0,118	
Průměr	1580	2,692	0,7031	2,63	43,62	126,8	11,18	0,486	31,1	31,3	0,119	0,0177
SMĚR. OD.	91,978	0,038	0,037	0,173	1,202	4,238	0,389	0,018	0,831	0,458	0,002	0,000

Příloha 9 Experimentální hodnoty vazby A1/5 v soboru PE2

A 1/5 T16,5 D31,8	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	1720	2,63	73,1%	2,4	40,8	127	11,5	0,47	31	31	0,117	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1820	2,55	70,9%	2,6	40	121	12,8	0,51	31	31	0,113	
3	1800	2,61	70,7%	2,6	38,3	114	13,2	0,5	30	31	0,116	
4	1800	2,57	70,4%	2,6	43,4	117	12,4	0,54	31	33	0,114	
5	1810	2,61	70,7%	2,6	39,5	111	13,3	0,52	32	30	0,116	
6	1830	2,56	76,0%	2,4	40,2	117	12,2	0,49	31	31	0,114	
7	1810	2,59	65,5%	3,2	43,8	112	11,7	0,51	32	31	0,115	
8	1790	2,58	69,1%	2,7	41,4	125	11,7	0,48	31	31	0,115	
9	1780	2,6	70,1%	2,7	40,9	112	11,7	0,49	32	31	0,116	
10	1770	2,52	71,0%	2,6	41	120	12	0,52	31	31	0,112	
Průměr	1793	2,582	0,7075	2,64	40,93	117,6	12,25	0,503	31,2	31,1	0,114755	0,0177
SMĚR. OD.	29,682	0,031	0,025	0,211	1,579	5,295	0,622	0,020	0,600	0,700	0,001	0,000

Příloha 10 Experimentální hodnoty vazby K2/2-1/1 v soboru PE2

K 2/2 -1/1 T16,5 D31,8	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	654	2,79	0,671	2,8	45,5	140	9,5	0,43	30	32	0,124	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	653	2,81	0,722	2,2	43	130	10,3	0,44	31	30	0,125	
3	687	2,77	0,758	1,9	39,7	156	9,7	0,38	30	31	0,123	
4	763	2,73	0,699	2,6	49	133	9,8	0,43	31	31	0,121	
5	778	2,75	0,694	2,5	41	141	10,7	0,44	32	32	0,122	
6	786	2,72	0,708	2,4	41,1	150	9,8	0,4	31	32	0,121	
7	783	2,75	0,693	2,5	41,1	146	9,8	0,4	32	32	0,122	
8	850	2,76	0,710	2,3	40,8	144	9,6	0,39	32	31	0,123	
9	765	2,71	0,700	2,5	42,5	142	9,9	0,413	32	31	0,120	
10	741	2,73	0,710	2,3	41,2	145	10	0,39	32	30	0,121	
Průměr	746	2,752	0,7065	2,4	42,49	142,7	9,91	0,4113	31,3	31,2	0,122311	0,0177
SMĚR. OD.	60,065	0,030	0,021	0,232	2,647	7,170	0,336	0,021	0,781	0,748	0,001	0,000

Příloha 11 Experimentální hodnoty vazby A3/3 v soboru PE2

A 3/3 T16/5 D31,8	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	1360	2,7	0,7	2,6	42,9	119	11,1	0,48	31	32	0,120	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1530	2,69	0,7	2,4	41	137	11,5	0,47	32	32	0,120	
3	1490	2,65	0,7	2,6	43,5	143	11,1	0,48	31	32	0,118	
4	1500	2,66	0,7	2,3	45,4	144	11	0,5	31	32	0,118	
5	1660	2,66	0,7	2,7	45,9	131	11,9	0,5	31	31	0,118	
6	1570	2,67	0,7	2,9	49,2	129	11,3	0,5	31	30	0,119	
7	1620	2,68	0,7	2,6	45,1	140	10,7	0,48	32	30	0,119	
8	1530	2,65	0,7	2,4	43,2	148	10,3	0,44	30	31	0,118	
9	1490	2,67	0,8	2,2	44,5	132	11,2	0,48	32	31	0,119	
10	1480	2,66	0,7	3,2	43,2	140	11	0,51	30	32	0,118	
Průměr	1523	2,669	0,7085	2,59	44,39	136,3	11,11	0,484	31,1	31,3	0,118622	0,0177
SMĚR. OD.	78,492	0,016	0,022	0,281	2,104	8,174	0,409	0,019	0,700	0,781	0,001	0,000

Příloha 12 Experimentální hodnoty vazby K1/5 v soboru PE2

K 1/5 T16/5 D31,8	Ap [mm/s]	m [g/10x10cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	1530	1,19	71,1%	2,6	44	121	11	0,48	32	31	0,119	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1580	1,18	71,8%	2,6	44,4	129	11,7	0,52	32	31	0,118	
3	1590	1,11	71,0%	2,7	40,9	131	11,5	0,47	31	32	0,111	
4	1590	1,18	70,2%	2,7	44	116	11,5	0,5	32	31	0,118	
5	1670	1,18	72,6%	2,5	40,8	128	11,5	0,47	30	31	0,118	
6	1680	1,2	70,6%	2,7	39,1	124	12,1	0,47	32	32	0,120	
7	1650	1,2	69,9%	2,8	41,5	127	11,5	0,47	30	31	0,120	
8	1620	1,17	68,9%	2,8	40,8	128	11,5	0,48	32	30	0,117	
9	1680	1,2	70,2%	2,8	43,1	126	11,4	0,47	31	30	0,120	
10	1680	1,2	70,8%	2,8	42	125	11,5	0,49	32	31	0,120	
Průměr	1627	1,181	0,7071	2,7	42,06	125,5	11,52	0,482	31,4	31	0,1181	0,0177
SMĚR. OD.	50,210	0,026	0,010	0,100	1,664	4,129	0,256	0,016	0,800	0,632	0,003	0,000

Příloha 13 Experimentální hodnoty vazby K2/1 v soboru PE2

K 2/1 T16/5 D31,8	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	435	2,74	0,7	2,0	43,7	155	8,8	0,38	30	30	0,122	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	570	2,67	0,7	2,0	38,1	145	9,9	0,38	32	32	0,119	
3	638	2,72	0,7	2,0	38,7	126	11,1	0,43	32	32	0,121	
4	643	2,64	0,7	2,2	39,2	123	10,3	0,4	32	32	0,117	
5	701	2,66	0,7	2,1	42,3	150	9,7	0,41	32	32	0,118	
6	724	2,72	0,7	1,9	39,9	141	9,6	0,38	32	30	0,121	
7	720	2,69	0,7	2,2	39,3	147	8,9	0,35	31	32	0,120	
8	740	2,72	0,7	2,2	40	141	9,7	0,39	31	31	0,121	
9	770	2,69	0,7	2,1	41,2	140	8,2	0,35	31	32	0,120	
10	640	2,66	0,7	2,0	39,8	142	10	0,4	32	31	0,118	
Průměr	658,1	2,691	0,7296	2,07	40,22	141	9,62	0,387	31,5	31,4	0,1196	0,0177
SMĚR. OD.	93,669	0,031	0,012	0,100	1,625	9,381	0,781	0,024	0,671	0,800	0,001	0,000

Příloha 14 Experimentální hodnoty vazby A/4 v soboru PE2

A 2/4 T16/5 D31,8	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	1490	2,75	0,7	2,2	45,7	136	10,9	0,5	31	31	0,122	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	1460	2,71	0,7	2,4	44,1	132	11,3	0,5	30	30	0,120	
3	1560	2,77	0,7	2,5	44,2	126	11	0,48	31	31	0,123	
4	1510	2,67	0,7	2,3	41,5	139	11,7	0,48	32	31	0,119	
5	1580	2,71	0,7	2,2	43,3	142	11,5	0,5	32	30	0,120	
6	1550	2,61	0,7	2,6	42,3	147	11,1	0,47	30	32	0,116	
7	1620	2,65	0,7	2,3	40,6	141	11,6	0,47	32	32	0,118	
8	1580	2,67	0,7	2,4	41,8	141	11,4	0,47	32	32	0,119	
9	1630	2,69	0,7	2,4	42,2	138	11,2	0,48	31	30	0,120	
10	1540	2,68	0,7	2,3	43,1	140	11,1	0,49	32	32	0,119	
Průměr	1552	2,691	0,7049	2,36	42,88	138,2	11,28	0,484	31,3	31,1	0,1196	0,0177
SMĚR. OD.	51,536	0,044	0,010	0,120	1,431	5,510	0,252	0,012	0,781	0,831	0,002	0,000

Příloha 15 Experimentální hodnoty vazby P3/3 v soboru PP/CO

P 3/3 T45 D18	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	710	4,3	57,9%	5,1	49,2	162	17	0,83	18	19	0,191	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	699	4,32	66,6%	5,3	49,6	160	16,8	0,83	19	18	0,192	
3	722	4,32	57,6%	5,2	51	165	16,1	0,82	18	19	0,192	
4	770	4	59,2%	4,8	53,1	175	15,5	0,82	19	19	0,178	
5	830	4,46	60,0%	4,7	49,9	171	17,7	0,88	19	18	0,198	
6	770	4,36	59,3%	4,8	51,5	168	17	0,87	19	18	0,194	
7	763	4,3	61,7%	4,4	52,2	172	16,3	0,85	17	18	0,191	
8	743	4,25	59,2%	4,8	50,9	169	15,9	0,83	17	17	0,189	
9	833	4,32	60,2%	5,2	51	171	16,2	0,89	18	18	0,192	
10	801	4,29	59,9%	4,9	49	169	15,9	0,84	18	18	0,191	
Průměr	764,1	4,292	0,6016	4,92	50,74	168,2	16,44	0,846	18,2	18,2	0,190755	0,0297
SMĚR. OD.	51,536	0,044	0,010	0,120	1,431	5,510	0,252	0,012	0,781	0,831	0,002	0,000

Příloha 16 Experimentální hodnoty vazby A1/5 v soboru PP/CO

A 1/5 T45 D18	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m ²]	do/du [cm]
1	903	4,43	64,50%	4,2	53,5	148	17,6	0,96	18	18	0,197	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	920	4,51	66,10%	4	53,8	157	17,8	0,96	18	18	0,200	
3	936	4,42	64,70%	4,2	54,5	162	17,2	0,94	18	17	0,196	
4	950	4,42	64,90%	4,1	49,4	157	18,4	0,94	18	18	0,196	
5	1000	4,44	63,30%	4,4	50,5	166	17,3	0,87	17	18	0,197	
6	1010	4,45	63,90%	4,2	52,6	166	17,2	0,9	17	18	0,198	
7	1000	4,41	64,60%	4,1	51,2	159	17,1	0,87	18	18	0,196	
8	945	4,46	62,90%	4,3	53,6	159	17,6	0,94	18	18	0,198	
9	965	4,44	64,30%	4,1	52,3	158	14,5	0,92	17	18	0,197	
10	945	4,49	63,20%	4,3	53,1	160	17,3	0,91	18	17	0,200	
Průměr	957,4	4,447	0,6424	4,19	52,45	159,2	17,2	0,921	17,7	17,8	0,197644	0,0297
SMĚR. OD.	34,106	0,030	0,009	0,114	1,536	4,874	0,972	0,031	0,458	0,400	0,001	0,000

Příloha 17 Experimentální hodnoty vazby K2/4 v soboru PP/CO

K 2/4 T45 D18	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	687	4,36	68,2%	3,4	55,2	195	14,4	0,79	18	19	0,194	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	765	4,41	67,5%	3,6	54,6	186	14,6	0,79	17	17	0,196	
3	799	4,35	66,9%	3,6	52,5	188	15,1	0,79	19	19	0,193	
4	847	4,45	67,8%	3,4	53,3	182	14,9	0,79	19	17	0,198	
5	869	4,32	66,3%	3,6	58,6	199	13,9	0,81	17	18	0,192	
6	870	4,25	66,2%	3,6	53,2	177	15,2	0,81	18	18	0,189	
7	872	4,31	66,5%	3,6	55,3	189	14,9	0,81	18	17	0,192	
8	774	4,31	68,1%	3,4	55,2	181	14,9	0,82	19	19	0,192	
9	786	4,35	67,3%	3,6	54,7	182	14,7	0,82	18	18	0,193	
10	793	4,33	67,1%	3,6	55,1	185	14,5	0,8	19	19	0,192	
Průměr	806,2	4,344	0,6719	3,54	54,77	186,4	14,71	0,803	18,2	18,1	0,193066	0,0297
SMĚR. OD.	56,201	0,053	0,007	0,092	1,589	6,328	0,362	0,012	0,748	0,831	0,002	0,000

Příloha 18 Experimentální hodnoty vazby R3/3 v soboru PP/CO

R 3/3 T45 D18	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	544	4,45	59,7%	4,7	55,6	161	16,5	0,92	18	19	0,198	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	584	4,41	59,4%	4,7	51,3	154	17	0,87	18	18	0,196	
3	578	4,44	60,8%	4,5	54,7	169	16,7	0,92	18	18	0,197	
4	660	4,39	60,7%	4,6	51,9	169	16,8	0,87	18	18	0,195	
5	637	4,49	58,7%	4,9	51,3	171	16,8	0,86	17	18	0,200	
6	616	4,5	59,9%	4,7	50,1	163	17,7	0,89	18	18	0,200	
7	605	4,59	58,6%	5	54	171	17,2	0,93	18	18	0,204	
8	620	4,42	60,9%	4,5	50,6	157	18,6	0,94	18	18	0,196	
9	593	4,49	59,8%	4,7	52,4	164	17,1	0,89	18	18	0,200	
10	578	4,48	60,0%	4,8	53,1	160	16,9	0,9	18	18	0,199	
Průměr	601,5	4,466	0,5985	4,71	52,5	163,9	17,13	0,899	17,9	18,1	0,198489	0,0297
SMĚR. OD.	31,680	0,055	0,008	0,151	1,723	5,682	0,580	0,026	0,300	0,300	0,002	0,000

Příloha 19 Experimentální hodnoty vazby A2/4 v soboru PP/CO

A 2/4 T45 D18	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	586	4,63	60,6%	4,3	55,4	179	16,3	0,9	19	18	0,206	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	704	4,55	60,2%	4,4	52,8	170	17,8	0,94	18	19	0,202	
3	594	4,5	59,2%	4,5	53,9	157	17,2	0,93	18	19	0,200	
4	700	4,23	61,5%	4,1	52,8	173	17,6	0,93	17	19	0,188	
5	744	4,48	60,0%	4,3	51,8	163	18,7	0,97	17	17	0,199	
6	784	4,43	59,6%	4,3	53,5	175	17,5	0,94	19	18	0,197	
7	729	4,5	56,9%	4,8	54,2	173	17,4	0,94	19	17	0,200	
8	754	4,42	61,7%	4	54,6	168	16,1	0,92	19	17	0,196	
9	760	4,41	60,0%	4,1	53,6	169	17,3	0,93	18	17	0,196	
10	735	4,51	61,0%	4,3	54	170	17,2	0,92	18	18	0,200	
Průměr	709	4,466	0,6007	4,31	53,66	169,7	17,31	0,932	18,2	17,9	0,198489	0,0297
SMĚR. OD.	64,041	0,100	0,013	0,217	0,967	5,883	0,693	0,017	0,748	0,831	0,004	0,000

Příloha 20 Experimentální hodnoty vazby K1/5 v soboru PP/CO

K 1/5 T45 D18	Ap [mm/s]	m [g/15x15cm]	Prel [%]	RET [m ² .Pa/W]	Λ [W ⁻¹ Km ²]	b [Wm ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	r [W ⁻¹ Km ²]	t [mm]	Do [1/cm]	Du [1/cm]	Wp [kg/m2]	do/du [cm]
1	685	4,44	65,1%	3,8	55,3	157	15,7	0,87	17	17	0,197	Hodnoty byly převzaty z dřívějších experimentů
2	714	4,41	64,2%	3,9	52	165	17,1	0,89	19	17	0,196	
3	756	4,39	64,6%	3,8	54,9	164	15,6	0,85	19	19	0,195	
4	830	4,47	63,0%	4,1	54,7	166	15,3	0,83	19	19	0,199	
5	779	4,54	63,4%	3,9	52,7	147	17,4	0,92	18	19	0,202	
6	743	4,54	64,0%	3,8	52,4	164	17	0,89	17	19	0,202	
7	807	4,5	65,0%	3,9	54,7	174	15,7	0,86	19	18	0,200	
8	713	4,49	63,9%	3,8	52,8	153	17,1	0,9	18	19	0,200	
9	701	4,47	64,1%	3,9	53,6	159	16,3	0,87	17	19	0,199	
10	755	4,5	63,5%	3,8	52,9	162	16,1	0,89	17	18	0,200	
Průměr	748,3	4,475	0,6408	3,87	53,6	161,1	16,33	0,877	18	18,4	0,198889	0,0297
SMĚR. OD.	44,567	0,048	0,006	0,090	1,138	7,134	0,723	0,025	0,894	0,800	0,002	0,000