# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ


# DIPLOMOVÁ PRÁCE


**2009** **Gabriela Kvášovská**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ

# Prodyšnost směsových tkanin typu PP/CO

# Air premeability of blended woven fabric - type PP/CO

Vedoucí práce: Ing. Brigita Kolčavová-Sirková, PhD.

| | |
|---|---|
| Počet stran | 64 |
| Počet obrázků | 38 |
| Počet tabulek | 19 |
| Počet příloh | 6 |

**2009** **Gabriela Kvášovská**

## ANOTACE

Tato práce se zabývá hodnocením prodyšnosti směsových tkanin typu PP/CO.

První část této práce je věnována prodyšnosti tkanin a rozborem faktorů, které ji mohou ovlivňovat.

V experimentální části diplomové práce jsou měřeny a hodnoceny vybrané vlastnosti tkanin včetně prodyšnosti.

Na závěr je hodnocen vliv vazby a materiálové složení na prodyšnost směsových tkanin.

## ANNOTATION

The work is focused on the evaluation of blended woven fabrics air permeability. In this case type of blended woven fabric is PP/CO.

The first part of diploma work describes basic problems connected with air permeability of woven fabrics as well as their influencing factors.

The experimental part of diploma work includes the measurement and evaluation of selected woven fabric properties e.g. air permeability, area weight, thickens, etc.

The air permeability is evaluated on the basis of two woven fabric parameters – weave, blended ratio of yarn.

**Klíčová slova:**
prodyšnost, tkanina, směsový podíl v přízi, staplová vlákna, póry, vazba dostava

**Keywords:**
air permeability, fabric, blended ratio of yarn, staple fibers, pores, weave, sett

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

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

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že s o u h l a s í m s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 16. prosince 2009 . . . . . .

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí diplomové práce Ing. Brigitě Kolčavové-Sirkové, PhD. a konzultantce Ing. Gabriele Krupincové za jejich ochotu, cenné rady a připomínky při vypracování diplomové práce.

Děkuji synovi a manželovi za jejich trpělivost a podporu.

Děkuji i všem ostatním, kteří mě po dobu studia pomáhali, psychicky podporovali a vydrželi to se mnou, hlavně rodičům a manželům Lukešovým.

Tato práce s označením 1M0553 vznikla s podporou Výzkumného centra 2, pod záštitou MŠMT.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | |
|---|---|
| (S) | levý směr vazby |
| (Z) | pravý směr vazby |
| $\boldsymbol{A}$ [1] | rozteč útkových nití |
| $\boldsymbol{A_1 - A_4}$ [cm$^2$] | plocha póru ***p1 - p4*** |
| $\boldsymbol{A_c}$ [cm$^2$] | celkové plochy všech pórů $\boldsymbol{A_1 - A_4}$ ve střídě vazby |
| $\boldsymbol{AP_A}$ [m/s] | odhad prodyšnosti podle Havrdové model A |
| $\boldsymbol{AP_B}$ [m/s] | odhad prodyšnosti podle Havrdové model B |
| $\boldsymbol{AP_C}$ [m/s] | odhad prodyšnosti podle Havrdové model C |
| $\boldsymbol{AP_D}$ [m/s] | odhad prodyšnosti podle Havrdové model D |
| $\boldsymbol{AP_{exp}}$ [m/s] | prodyšnost experimentální |
| $\boldsymbol{A_{sc}}$ [cm$^2$] | celkové plochy střídy vazby tkaniny |
| $\boldsymbol{A_{tk}}$ [cm$^2$] | zkoušená plocha textilie |
| $\boldsymbol{B}$ [1] | rozteč osnovních nití |
| $\boldsymbol{C}$ [m/s] | parametr charakterizující podmínky toku vzduchu |
| $\boldsymbol{d_{ekv}}$ [mm] | ekvivalentní průměr příze |
| $\boldsymbol{d_o}$ [mm] | průměr osnovní nitě |
| $\boldsymbol{D_o}$ [pn/dm] | dostava osnovy |
| $\boldsymbol{d_s}$ [mm] | substanční průměr příze |
| $\boldsymbol{d_u}$ [mm] | průměr útkové nitě |
| $\boldsymbol{D_u}$ [pn/dm] | dostava útku |
| $\boldsymbol{f}$ [1] | stupeň provázání tkaniny |
| $\boldsymbol{G}$ [g/m$^2$] | plošná hmotnost tkaniny |
| $\boldsymbol{H}$ [1] | hustota tkaniny |
| $\boldsymbol{h}$ [mm] | tloušťka tkaniny |
| $\boldsymbol{h_o}$ [mm] | výška vazné vlny osnovy |
| $\boldsymbol{h_u}$ [mm] | výška vazné vlny útku |
| $\boldsymbol{m}$ [1] | vazebný exponent |
| $\boldsymbol{m}$ [g] | hmotnost |
| $\boldsymbol{m_1 - m_2}$ [1] | počty pórů 1 - 4 obsažený ve střídě vazby |
| $\boldsymbol{n_i}$ [1] | počet vláken i-té komponenty |
| $\boldsymbol{n_{so}}$ [1] | počet osnovních nití ve střídě vazby |
| $\boldsymbol{n_{su}}$ [1] | počet útkových nití ve střídě vazby |
| $\boldsymbol{P1}$ [1] | porozita jedné pórové buňky |
| ***p1- p4*** [1] | typy pórů |
| $\boldsymbol{P_G}$ [1] | porozita dle Geooijera |
| $\boldsymbol{P_H}$ [1] | porozita dle Havrdové |
| $\boldsymbol{P_S}$ [1] | porozita jako doplněk k plošnému zakrytí |
| $\boldsymbol{P_V}$ [1] | porozita z objemu tkaniny a nití |
| $\boldsymbol{P_{L1}}$ [1] | porozita póru 1 dle Lua |
| $\boldsymbol{pn}$ [1] | počet nití |
| $\boldsymbol{ppn_o}$ [1] | počet zakřížení osnovních nití ve střídě vazby (počet průchodů osnovy z rubu a líc a obráceně) |

| | |
|---|---|
| $ppn_u$ [1] | počet zakřížení útkových nití ve střídě vazby (počet průchodů útku z rubu a líc a obráceně) |
| $P_S$ [1] | klasický 2D model porozity |
| $P_\rho$ [1] | porozita z objemové hmotnosti |
| $q_v$ [l/min] | rychlost průtoku vzduchu |
| $S$ [cm$^2$] | plocha tkaniny |
| $s$ [mm$^2$] | substanční průměr příze |
| $s$ [mm$^2$] | substanční průměr příze |
| $S_c$ [cm$^2$] | celková plocha vlákenného útvaru |
| $s_o$ [%] | setkání osnovy |
| $s_u$ [%] | setkání útku |
| $S_{vl}$ [cm$^2$] | souhrnná plocha vláken |
| $š_{tk}$[m] | šíře tkaniny |
| $T$ [tex] | jemnost příze |
| $t$ [tex] | jemnost vláken |
| $T_o$ [tex] | jemnost osnovy |
| $T_u$ [tex] | jemnost útku |
| $V_c$ [cm$^3$] | objem příze |
| $V_{cp}$ [cm$^3$] | celkový objem pórové buňky |
| $V_{tk}$ [cm$^3$] | objem tkaniny |
| $V_{vl}$ [cm$^3$] | objem vláken |
| $V_{zo-}$ [cm$^3$] | objem nezakříženého osnovního úseku v pórové buňce |
| $V_{zo+}$ [cm$^3$] | objem zakříženého osnovního úseku v pórové buňce |
| $V_{zu-}$ [cm$^3$] | objem nezakříženého útkového úseku v pórové buňce |
| $V_{zu+}$ [cm$^3$] | objem zakříženého útkového úseku v pórové buňce |
| $V_z$ [cm$^3$] | objem zakříženého úseku v pórové buňce |
| $V_1 - V_4$ [cm$^3$] | objem pórové buňky ***p1 - p4*** zaplněné vzduchem |
| $Z$ [%] | zakrytí celkové oběma soustavami |
| $Z$ [1/m] | zákrut příze |
| $Z_o$ [%] | zakrytí osnovou |
| $Z_u$ [%] | zakrytí útkem |
| $\mu$ [1] | zaplnění příze |
| $\mu_m$ [1] | mezní zaplnění příze |
| $\rho_S$ [kg/m$^2$] | plošná měrná hmotnost tkaniny |
| $\rho_V$ [kg/m$^3$] | objemová měrná hmotnost tkaniny |
| $\rho_{vl}$ [kg/m$^3$] | objemová měrná hmotnost vlákenného materiálu |
| $\varphi$ [°] | úhel provázání osnovy |
| $\psi$ [°] | úhel provázání útku |

# OBSAH

ÚVOD ... 11
CÍL PRÁCE ... 12
STRUKTURA PRÁCE ... 12
1. REŠERŠNÍ ČÁST ... 13
1.1 PRODYŠNOST ... 13
1.1.1 Typy pórů ... 14
1.1.2 Vyjádření pórů ... 15
2-D model póru ... 15
1.1.2.1 Kolmá projekce ... 15
1.1.2.2 Modifikovaná projekce podle Goiijera ... 16
3-D model póru ... 17
1.1.2.3 Z objemu tkaniny a nití ve tkanině ... 17
1.1.2.4 Z objemové hmotnosti tkaniny a nití ve tkanině ... 18
1.1.2.5 Podle Lua (z Backerových 4 typů pórů a Peircova modelu vazné vlny) 18
1.1.2.5 Zjednodušený podle Havrdové (z Backerových 4 typů pórů) ... 19
1.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRODYŠNOST TKANIN ... 21
1.2.1 Vliv vazby ... 21
Základní vazby ... 22
Odvozené vazby ... 23
1.2.1.1 Typy pórů ve vazbě ... 24
1.2.1.2 Opravný činitel ... 26
1.2.2 Vliv materiálu ... 27
1.2.2.1 Vlákna ... 27
1.2.2.2 Příze ... 28
1.2.3 Vliv dostavy ... 29
1.2.4 Další charakteristiky tkaniny ... 30
1.3 PREDIKCE PRODYŠNOSTI ... 32
1.3.1 Pro hustě tkané plátnové vazby (zohlednění průmětů 4 typů pórů) ... 32
1.3.2 Pro vazby plátnové z půdorysného průmětu tkaniny ... 33
1.3.3 Pro vazby jiné než plátnové ze zjednodušeného 3-D modelu 4 typů ... 34
1.3.4 Pro jiné než plátnové vazby u vazeb s flotážemi ... 36
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST ... 37
2.1. VZORKY TKANIN ... 37
2.1.1. Vlákenný materiál ... 37
Bavlna ... 37
Polypropylen ... 37
2.1.2. Příze ... 38
2.1.3. Tkaniny ... 38
2.2. MĚŘENÍ ... 40
2.2.1. Zjišťování prodyšnosti ... 41
2.2.2. Měření tloušťky ... 42
2.2.3. Měření plošné hmotnosti ... 43
2.2.4. Stanovení dostav ... 44
2.3 Hodnocení prodyšnosti ... 46
2.3.1 Prodyšnost a další faktory ovlivňující tuto vlastnost v závislosti na použitém materiálu a typu vazby ... 46
2.3.1.1 Vazby se stejným stupněm provázání ... 46
2.3.1.2 Vazby se stejnou hodnotou opravného činitele ... 48

2.3.1.3 Vazby se stejným počtem vazných bodů ..... 51
2.3.1.4 Vazby se stejným počtem pórů ..... 52
2.3.2 Predikce prodyšnosti ..... 54
2.3.2.1 Posouzení kvality teoretického odhadu prodyšnosti ..... 58
2.3.3. Vliv jemnosti příze na prodyšnost tkanin ..... 59
ZÁVĚR ..... 61
POUŽITÁ LITERATURA ..... 63

PŘÍLOHA 1: Výsledky statisticky zpracovaných naměřených dat ..... I
PŘÍLOHA 2: Popis vazeb použitých v experimentu ..... VIII
PŘÍLOHA 3: Grafické znázornění závislostí prodyšnosti na poměru PP ..... XI
PŘÍLOHA 4: Grafická závislost dalších charakteristik tkaniny na poměru PP a vazbě ..... XIII
PŘÍLOHA 5: Doplňující tabulky a grafy k predikci prodyšnosti ..... XVI
PŘÍLOHA 6: Graficky znázorněné závislosti prodyšnosti teoretické na experimentální ..... XIX
PŘÍLOHA 6: Vzorník tkanin ..... XXII

# ÚVOD

Tkaniny patří k nejstarším plošným útvarům a za dobu svého užívání dosáhly uplatnění v širokém spektru odvětví. V každém oboru jsou na ně kladeny různé požadavky, které se díky technickému rozvoji stále mění. Zároveň se mění i jejich charakter, který je dán jejich strukturou a vlastnostmi.

Struktura plošných textilií je ovlivňována použitým vlákenným materiálem a jednotlivými technologickými postupy v jednotlivých operacích celého výrobního procesu, ale také jejich vzájemným působením, které je dáno jejich vzájemným provázáním. Výsledné vlastnosti je možno při znalosti struktury tkaniny předvídat při projektování tkanin.

Mnoho prací, které se zabývají vztahy mezi prodyšností a strukturou plošných textilií se omezují pouze na tkaniny zhotovené z monofilů nebo z multifilů, protože tkaniny vyrobené ze staplových vláken jsou velmi složité pro přesná teoretická řešení. Tkaniny ze staplových vláken však mají široké uplatnění.

Předmětem této práce je snaha nalézt vzájemný vztah mezi prodyšností a strukturou tkanin vybraných vazeb, vyrobených ze směsi staplových přízí typu CO/PP.

# CÍL PRÁCE

Tato diplomová práce je zaměřena na vlastnost, která zásadním způsobem ovlivňuje fyziologický komfort textilií, na tzv. prodyšnost. O nalezení vzájemného vztahu mezi strukturou textilie a její prodyšností se zabývalo již mnoho výzkumných prací s výsledkem, že hodnota prodyšnosti je velmi citlivá na strukturu textilie. Struktura textilií je značně složitá a složité je také její chování a možné deformace způsobené silovými účinky proudícího vzduchu. Z těchto důvodů je každý nalezený model umožňující predikci prodyšnosti textilie z jejích strukturních parametrů platný pouze pro velmi omezenou skupinu materiálů.

Cílem této práce je zpracovat literární rešerši týkající se možnosti predikce prodyšnosti tkaniny a rozboru faktorů, které mohou prodyšnost ovlivňovat a způsob jejich experimentálního zjišťování.

Prodyšnost tkaniny je závislá, vzhledem k prostupu vzduchu skrz textilii, především na velikosti mezinitných pórů. Velikost, tvar, uspořádání a četnost těchto pórů je ovlivněna z hlediska struktury tkaniny mnoha faktory, ale především vazbou, dále pak dostavou a použitým materiálem.

V experimentální části se práce zabývá vybranými vlastnostmi u souboru tkanin vybraných vazeb o jemnosti nití 45 tex v pěti různých směsových podílech bavlny a polypropylenu (poměr PP je 0; 0,35; 0,5; 0,65; 1). Zjištěná prodyšnost, tloušťka, plošná hmotnost a dostava, je hodnocena a diskutována v závislosti na vazbě a použitém směsovém podílu.

V závěru práce jsou shrnuty poznatky z experimentu.

# STRUKTURA PRÁCE

Teoretická část práce se věnuje rozboru důležité vlastnosti tkaniny a to prodyšnosti. Je zde popsána vlastnost jako taková a způsob jejího měření. Dále jsou uvedeny možnosti predikce prodyšnosti a analyzovány faktory, které prodyšnost ovlivňují. Především vazba, dostava a použitý materiál.

V experimentální části je uveden soubor tkanin a u něho zjištěny vybrané vlastnosti těchto tkanin, a to prodyšnost, tloušťka, plošná hmotnost a dostava osnovy a útku. Tyto experimentálně zjištěné vlastnosti jsou hodnoceny v závislosti na vazbě a směsovém podílu s teorií. Dále je navržena úprava vztahu pro výpočet prodyšnosti vycházející ze zkoušeného souboru tkanin.

# 1. REŠERŠNÍ ČÁST

## 1.1 PRODYŠNOST

V případě, že je plošná textilie vystavena fyzikálnímu prostředí, které na obou jejích stranách (rub a líc) má rozdílnou intenzitu, mluvíme o propustnosti a dochází k prostupu tohoto media směrem k nižší úrovni přes plošnou textilii. Na základě těchto médií rozdělujeme propustnosti na propustnost:

- vzduchu – prodyšnost,
- vodní páry,
- vody,
- tepla.

Prodyšnost je vlastnost plošné textilie definovaná normou ČSN EN ISO 9237 Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií, při které dochází k průchodu vzduchu kolmo tkaninou za stanovených podmínek z jedné strany na druhou při specifikovaných podmínkách pro zkušební plochu a tlakový spád. Doporučená zkušební plocha je 20 $cm^2$ a tlakový spád 100 Pa pro oděvní plošné textilie při normálním ovzduší pro zkoušení. Zkušební podmínky lze ve výjimečných případech měnit, ale při srovnávacích zkouškách je nutno dodržet u všech měření stejnou zkušební plochu a stejný tlakový spád.

Měření probíhá tak, že se zkušební vzorek upne do kruhového držáku přístroje s použitím dostatečného napětí, které zabrání vzniku záhybů. Je třeba dbát na to, aby upnutá plocha textilie nebyla deformována. Zapne se přístroj, který nasává vzduch přes zkušební vzorek a po dosažení ustálených podmínek se zaznamená průtok vzduchu. Zkouška se opakuje u dalších vzorků za stejných podmínek.

Prodyšnost $\boldsymbol{AP_{exp}}$ , vyjádřená v mm/s, se vypočítá podílem naměřené rychlosti průtoku vzduchu $\boldsymbol{q}$ v l/min ku měřené ploše vzorku $\boldsymbol{A_{tk}}$ v $cm^2$ podle vzorce:

$$AP_{\exp} = \frac{q_v}{A_{tk}} 167 , \qquad (1)$$

kde 167 je přepočítávací faktor z decimetrů krychlových (nebo litrů) za minutu na centimetr čtvereční, na milimetry za sekundu.

Princip, ani způsob hodnocení prodyšnosti se od samotného vývoje přístroje příliš neliší. Prodyšnost lze v současné době zjistit na měřících přístrojích, které se liší kapacitou průtoku vzduchu, např. na:

- M021S s průtokem vzduchu 1440 l/hod,
- FF- 12/A s kapacitou průtoku vzduchu 8000 l/hod,
- FX 3300 Air Permeability Tester III. s horní hranicí rozsahu 100 000 l/hod.

Prodyšnost vypovídá o tom, kolik vzduchu projde skrz prostory uvnitř textilie. Těmito prostory jsou tzv. póry tkaniny. Jejich velikost, tvar, uspořádání a četnosti jsou rozhodující charakteristiky z hlediska prostupnosti vzduchu.

Hledání vzájemného vztahu mezi prodyšností plošné textilie a její strukturou je velmi komplikované. Navíc se struktura textilie silovým účinkem proudícího vzduchu mění, takže do značné míry závisí na podmínkách proudění, kterému je vystavena.

V plošné textilii jsou dva typy pórů, tzv. mikropóry jsou uvnitř vláken a mezi vlákny uvnitř nitě a tzv. makropóry jsou mezi nitěmi a mezi vrstvami textilie. Póry uvnitř textilních vláken jsou z hlediska prodyšnosti jednoznačně zanedbatelné, protože neprochází skrz textilii a pro svoji zanedbatelnou velikost [5].

Nalezením vztahů mezi prodyšností a strukturou tkaniny se zabývalo již mnoho výzkumných prací např. Robertson [12], Hoerner [13], Pedersen [11], Geooijer [10] a další. Z výsledků těchto prací vyplývá, že hodnota prodyšnosti je velmi citlivá na strukturu textilie. Struktura textile velmi složitá, k tomu silové účinky proudu vzduchu složitě ovlivňují její chování a možné deformace. Z tohoto plyne, že každý nalezený model pro odhad prodyšnosti ze strukturních parametrů je platný pro malou určitou skupinu materiálů.

Každý model struktury tkaniny zahrnuje jistou míru zjednodušujících předpokladů, proto i při hledání vztahů mezi prodyšností a strukturou tkaniny tomu tak je. Robertson [12], Hoerner [13] nebo Lu [14] přirovnávali tkaninu k drátěné síťce. U tohoto modelu však není brána v úvahu deformace nití při silovém účinku proudu vzduchu. Struktura tkaniny se mění v závislosti na typu vazby ve tkanině.

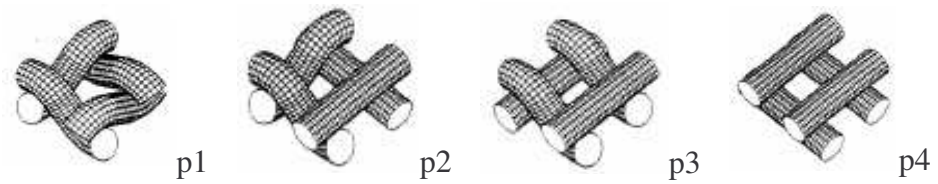
Dalším modelem tkaniny používaným ve výzkumných pracích (např. Lu, Pedersen [11], Geooijer [10]) je textilie utkaná z monofilu nebo multifilu. Gooijer, ve svých pracích potvrdil to, že prodyšnost nití je možno při predikci prodyšnosti tkanin zanedbat. Zjistil, že prodyšnost samotných nití vyrobených z multifilu a bavlny je 200 až 2000 krát nižší než prodyšnost tkaniny.

Nejčastěji je v pracích např.Geooijera [10] nebo Pedersen [11] jako výchozí parametr struktury tkaniny uváděna porozita, což je poměr prostoru vyplněného vzduchem ve tkanině k celkovému objemu tkaniny.

## 1.1.1 Typy pórů

Prodyšnost tkaniny je do jisté míry ovlivněna póry mezi vlákny uvnitř nití, ale hlavní podíl na hodnotách prodyšnosti mají póry mezinitné.

Pór může být chápán jako dvojrozměrný útvar, jedná se o tzv. 2-D projekci pórů, podle Goiijera [10], který postavil svou teorii na Backerových [15] čtyřech typech pórů, znázorněných na obr.1. Pomocí těchto pórů lze sestavit jakoukoliv vazbu tkaniny. Nitě jsou považovány za válce vzájemně se provazující ve tkanině.




*Obr.1 4typy pórů*

## 1.1.2 Vyjádření pórů

Za póry, jsou považovány všechny prostory textilie, které jsou vyplněné vzduchem. Tento prostor lze vyjádřit tzv. porozitou. Porozita je poměr vzduchu v textilii z intervalu (0; 1) nebo v procentech z intervalu (0; 100). Porozita takto uvedená z hlediska prodyšnosti vypovídá pouze o tom jaký poměr vzduchu je v textilii. Neříká nic o velikosti, distribuci a uspořádání nebo počtu pórů a přesto patří mezi významný parametr chápání struktury textilie.

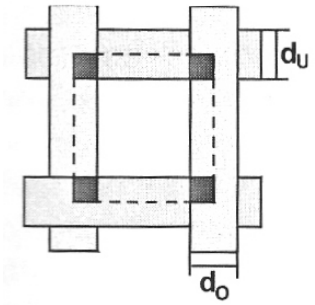
Póry z hlediska prodyšnosti lze vyjádřit geometricky několika způsoby a to vzhledem k vnímání prostoru. Jedná s o tzv. 2-D a 3-D model póru.

## 2-D model póru

### 1.1.2.1 Kolmá projekce

Nejjednodušším vyjádřením póru je kolmá projekce nití do roviny tkaniny. Z hlediska prodyšnosti se předpokládá, že vzduch může pórem pronikat mezi jednotlivými nitěmi jen kolmým směrem od roviny tkaniny. Tento model zanedbává třírozměrnou strukturu tkaniny a všechny póry se jeví v kolmé projekci jako stejné. Průměry těchto nití a dostava mají zřejmě větší vliv na prodyšnost.

Poměrnou velikost póru lze vypočítat z plošného zakrytí tkaniny [1]. Zakrytí tkaniny je poměr plochy zakryté dvěma soustavami nití, osnovou a útkem, k celkové ploše textilie nebo jejího vazného prvku.




*Obr.2 Pór v kolmé 2-D projekci*

Zakrytí tkaniny $\boldsymbol{Z_o, Z_u}$ je možné vyjádřit jednou soustavou nití, osnovou:

$$Z_o = \frac{d_o A}{AB} = \frac{d_o}{B}, \tag{2}$$

nebo útkem:

$$Z_u = \frac{d_u B}{AB} = \frac{d_u}{A}. \tag{3}$$

Potom celkový stupeň zakrytí tkaniny $\boldsymbol{Z_c}$ dvěma soustavami nití:

$$Z_c = \frac{d_o A + d_u B - d_o d_u}{AB} = Z_O + Z_U - Z_o Z_u , \tag{4}$$

kde je $\boldsymbol{A}$ rozteč útkových nití, $\boldsymbol{B}$ rozteč osnovních nití, $\boldsymbol{d_o}$ průměr osnovy, $\boldsymbol{d_u}$ průměr útku, $\boldsymbol{Z_o}$ zakrytí osnovou, $\boldsymbol{Z_u}$ zakrytí útkem a $\boldsymbol{Z}$ je zakrytí celkové oběma soustavami nití.

Zakrytí tkaniny lze vypočítat i dalšími způsoby, podle Walze nebo Pierceova faktoru krytí tzv. Cover faktoru .

Poměrná velikost póru je dána porozitou $\boldsymbol{P_S}$ [17], procentuelně nebo hodnotou z intervalu (0,1). Porozita je definována jako doplněk plošného zakrytí vztaženého k ploše textilie nebo jejímu vazebnému prvku a to:

$$P_S = 1 - Z . \tag{5}$$

Tento způsob vyjádření nevypovídá nic o velikosti, rozmístění nebo typu pórů.

### 1.1.2.2 Modifikovaná projekce podle Goiijera

V případě husté tkaniny dochází k těsnému provázání nití a při kolmé projekci takovéto tkaniny se mezinitné póry svou velikostí blíží nule. Tím by se teoreticky i hodnota prodyšnosti blížila k nule. V reálných podmínkách ovšem u takovéto tkaniny dochází k obtékání nití v šikmém směru. Takovým to modelem se zabýval Goiijer [10]. Při zkoumání jednotlivých typů provázání nití ve tkanině postavil svou teorii na Backerových [15] čtyřech typech pórů, zohledňují jejich tvarovou odlišnost. Jedná se o tzv. 2-D projekci pórů, kde jsou 2-D kolmé průměty získané v nejužším místě jednotlivých pórů položeny do roviny tkaniny.

K takto získaným pórům sestavil výpočet otevřených ploch těchto pórů. Pro typ póru ***p1*** je otevřená plocha póru definována vztahem:

$$A_1 = \frac{1}{D_o}\frac{1}{D_u} - \frac{\pi}{4} d_u \left( \frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2} \right) - \frac{\pi}{4} d_o \left( \frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2} \right), \tag{6}$$

kde $\boldsymbol{D_o}$ a $\boldsymbol{D_u}$ jsou dostavy osnovních a útkových nití na decimetr a $\boldsymbol{d_o}$, $\boldsymbol{d_u}$ jsou průměry osnovních a útkových nití v milimetrech.

Pro typ póru ***p2*** lze plochu póru vypočítat ze vztahu:

$$A_2 = \frac{1}{D_o}\frac{1}{D_u} - \frac{\pi}{8} d_u \left( \frac{1}{D_o} - \frac{d_o}{2} \right) - \frac{\pi}{4} d_o \left( \frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2} \right) - \frac{d_u}{2}\frac{1}{D_o}, \tag{7}$$

dále pak plocha póru ***p3*** je:

$$A_3 = \frac{1}{D_o}\frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2}\frac{1}{D_o} - \frac{\pi}{4} d_o \left( \frac{1}{D_u} - \frac{d_u}{2} \right), \tag{8}$$

a konečně pór ***p4*** má plochu odvozenou ze vztahu:

$$A_4 = \frac{1}{D_o}\frac{1}{D_u} - \frac{1}{D_o} d_u \,. \tag{9}$$

Vzájemnou kombinací těchto pórů je možno vytvořit každou tkaninu, respektive jakoukoliv vazbu.

S využitím vztahů (6-9) můžeme porozitu $\boldsymbol{P_G}$ určit jako podíl celkové plochy všech pórů ve střídě vazby $\boldsymbol{A_c}$ a celkové plochy $\boldsymbol{A_{sc}}$ střídy vazby tkaniny:

$$P_G = \frac{A_c}{A_{sc}}, \tag{10}$$

nebo vztahem:

$$P_G = \frac{\left(m_1 A_1 + m_2 A_2 + m_3 A_3 + m_4 A_4\right)}{n_{so} n_{su}}, \tag{11}$$

kde $\boldsymbol{n_{so}}$ je počet osnovních nití ve střídě vazby, $\boldsymbol{n_{su}}$ je počet útkových nití ve střídě vazby a $\boldsymbol{m_1 - m_2}$ jsou počty pórů 1 – 4, které jsou obsaženy ve střídě vazby.

## 3-D model póru

### 1.1.2.3 Z objemu tkaniny a nití ve tkanině

Z 3-D modelu póru je možno stanovit podíl objemu vzduchu obsaženého v textilii porozitou $\boldsymbol{P_V}$ [17] jako:

$$P_V = 1 - \frac{V_o D_o + V_u D_u}{V_{tk}}, \tag{12}$$

kde $\boldsymbol{V_o}$ a $\boldsymbol{V_u}$ jsou objemy osnovních a útkových nití vztažených na zvolenou plochu tkaniny, nejčastěji na m$^2$, $\boldsymbol{D_o}$ a $\boldsymbol{D_u}$ jsou dostavy osnovních a útkových nití na m$^2$ a $\boldsymbol{V_{tk}}$ je celkový objem této tkaniny. Objem jednotlivé nitě $\boldsymbol{V_c}$ je za předpokladu kruhového průřezu příze:

$$V_c = \frac{\pi d^2}{4} l = \frac{\pi l}{4}\frac{4T}{\pi\rho} = \frac{T}{\rho_{vl}\mu}\left(1 + \frac{s}{100}\right), \tag{13}$$

kde $\boldsymbol{T}$ je jemnost nitě, $\boldsymbol{\rho}$ je měrná hmotnost vlákna, $\boldsymbol{\mu}$ zaplnění nitě a $\boldsymbol{s}$ je setkání osnovy nebo útku. Toto vyjádření může být nepřesné a chybné, protože nejsou známy parametry setkání a zaplnění pro výpočet a musí se stanovit odhadem nebo na základě zkušeností.

### 1.1.2.4 Z objemové hmotnosti tkaniny a nití ve tkanině

Dalším způsobem vyjádření poměrné velikosti póru, porozita $P_\rho$ [17] dána podílem objemových hmotností. K tomuto způsobu vyjádření je potřeba znát jen materiálové složení, plošnou hmotnost a tloušťku tkaniny.

$$P_\rho = 1 - \frac{\rho_V}{\rho_{vl}}, \tag{14}$$

kde

$$\rho_V = \frac{m}{V} = \frac{m}{St} = \frac{\rho_S}{h}, \tag{15}$$

$\rho_V$ je objemová měrná hmotnost tkaniny a $\rho_{vl}$ je objemová měrná hmotnost vlákenného materiálu, $\rho_S$ je plošná měrná hmotnost tkaniny a $h$ je tloušťka tkaniny.
Dosazením (15) do vzorce (14) je potom:

$$P_\rho = 1 - \frac{\rho_S}{\rho_{vl} h} \tag{16}$$

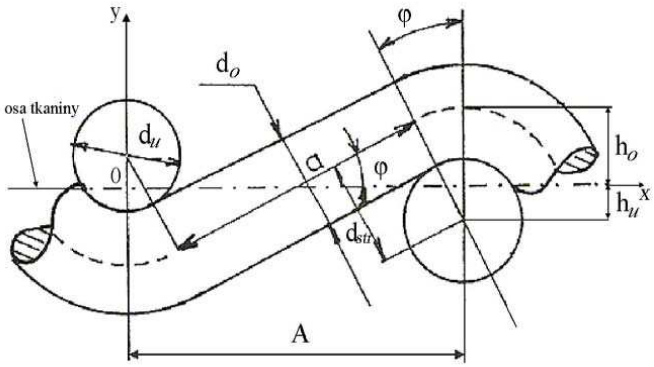
Pokud je tkanina utkána ze směsi vlákenného materiálu je nutno $\rho_{vl}$ nahradit váženým harmonickým průměrem objemových měrných hmotností jednotlivých vlákenných komponent směsi do vztahu (16) podle Neckáře [8]:

$$\rho_{vl} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{k} \left( \frac{g_i}{\rho_{vli}} \right)}, \tag{17}$$

$g_i$ je hmotnostní podíl i-té vlákenné komponenty a $\rho_{vli}$ je její objemová měrná hmotnost.

### 1.1.2.5 Podle Lua (z Backerových 4 typů pórů a Peircova modelu vazné vlny)

Luův [14] 3-D model póru vychází z Backerových 4 typů pórových buněk (obr.1) a Peircova modelu vazné vlny (obr.3).




*Obr.3 Peirceův model provázání [18]*

V tomto modelu se uvažují nitě neprodyšné, hladké, v celé své délce válce s průměrem $\boldsymbol{d}$ a tkanina vyrovnaná, tzn. že tloušťka tkaniny $\boldsymbol{t}$ je rovna průměru osnovní nitě $\boldsymbol{d_o}$ a útkové nitě $\boldsymbol{d_u}$:

$$t = d_o + d_u . \tag{18}$$

Předpokládá se, zakřížený úsek vycházející z Peirceova modelu provázání, má dva geometrické útvary: válec o kruhovém průřezu a dva zakřivené úseky. Objem zakříženého úseku nitě $\boldsymbol{V_z}$ je:

$$V_z = \frac{\pi d^2 \sqrt{\left(\frac{1}{D}\right)^2 - 3d^2}}{4} + 2\frac{\pi \varphi d^3}{4}, \tag{19}$$

a celkový objem pórové buňky $\boldsymbol{V_{cp}}$ je dán bez ohledu na její typ vztahem:

$$V_{cp} = \frac{d_o + d_u}{D_o D_u} . \tag{20}$$

Za předpokladu dostavy $\boldsymbol{D = D_o = D_u}$, průměru nitě $\boldsymbol{d = d_o = d_u}$ a úhlu provázání $\boldsymbol{\varphi = \varphi_o = \varphi_u}$ je porozita póru 1 $\boldsymbol{P_{L1}}$ odvozena:

$$P_{L1} = \frac{2d\left(\frac{1}{D}\right)^2 - 2V}{2d\left(\frac{1}{D}\right)^2} = \frac{\pi d\left(\sqrt{\left(\frac{1}{D}\right) - 3d^2} + 2\varphi d\right)}{4\left(\frac{1}{D}\right)^2} \tag{21}$$

Z teoretického hlediska je 3-D model póru popsaný Luem nejlépe propracovaný z hlediska tvaru mezinitného póru. Použití tohoto modelu u tkanin ze staplových přízí předurčuje jistou nestejnoměrnost (kolísání) vstupních zjednodušujících předpokladů, proto může velká komplikovanost tohoto modelu být nadbytečná.

### 1.1.2.5 Zjednodušený podle Havrdové (z Backerových 4 typů pórů)

Předpokladem pro tento model podle Havrdové [5] se, jako u ostatních modelů póry uvnitř nitě, tzv. mikroporozita, zanedbává a příze je uvažována jako válec o kruhovém průřezu. Tento model je navržen speciálně pro tkaniny vyrobené ze staplových přízí, kde lze předpokládat dostatek prostoru pro prostup vzduchu skrz mezinitné póry tkaniny.

Každá pórová buňka je tvořena ze dvou úseků osnovních nití a dvou úseků útkových nití. Buňky se od sebe navzájem liší různými kombinacemi zakřížených a nezakřížených úseků těchto nití. Celkový objem jedné libovolné pórové buňky $\boldsymbol{V_{cp}}$ je vyjádřen vztahem 20.

Situace je zřejmá v případě vyrovnané tkaniny, kdy platí, že tloušťka tkaniny $\boldsymbol{h}$:

$$h = d_o + d_u . \tag{22}$$

V případě, že osnovní a útkové nitě nejsou zvlněny ve stejné míře, je tloušťka tkaniny větší. Povrch tkaniny není rovinný, ale představuje určitý reliéf. Vzhledem k tomu se zdá rozumné vymezovat i v tomto případě „svislý rozměr“ buňky součtem průměrů osnovní a útkové nitě.

Celkový objem pórové buňky je částečně vyplněn hmotou příze. V případě nezakříženého úseku je objem příze v pórové buňce menší, než v případě zakříženého úseku. V místech vazných bodů je objem pórové buňky uvažován jako plně vyplněný hmotou příze. 4 typy pórových buněk se v těchto místech nijak významně neliší. Liší se především v místech spojovacích úseků těchto vazných bodů – v míře provázání, resp. též v míře zaplnění. Pórová buňka typu 1 je zaplněna nejvíce, je „nejprovázanější“ a zároveň platí, že tkaniny obsahující pouze póry typu 1 jsou nejméně prodyšné.

Objemy nezakříženého $V_{zo-}$, $V_{zu-}$ a zakříženého $V_{zo+}$, $V_{zu+}$ spojovacího úseku nitě zasahující do jedné pórové buňky lze vyjádřit jako poloviny válců:

$$V_{zo-} = \frac{\pi d_o^{\,2}}{8}\left(\frac{1}{D_u} - d_u\right), \tag{23}$$

$$V_{zu-} = \frac{\pi d_u^{\,2}}{8}\left(\frac{1}{D_o} - d_o\right), \tag{24}$$

$$V_{zo+} = \frac{\pi d_o^{\,2}}{8}\frac{\left(\frac{1}{D_u} - d_u\right)}{\cos\varphi}, \tag{25}$$

$$V_{zu+} = \frac{\pi d_u^{\,2}}{8}\frac{\left(\frac{1}{D_o} - d\right)}{\cos\psi}, \tag{26}$$

kde je úhel provázání $\varphi$ a $\psi$ definován:

$$\varphi = arctg\,\frac{\dfrac{4h_o^3}{(A)^2 - 8h_o^2}}{\dfrac{2h_O^2}{\sqrt{(A)^2 - 8h_o^2}}}, \tag{27}$$

$$\psi = arctg\,\frac{\dfrac{4h_u^3}{(B)^2 - 8h_u^2}}{\dfrac{2h_u^2}{\sqrt{(B)^2 - 8h_u^2}}}, \tag{28}$$

kde $\boldsymbol{A}$ a $\boldsymbol{B}$ je rozestup útkových a osnovních nití (50, 51) a $\boldsymbol{h_o}$ a $\boldsymbol{h_u}$ je výška vazné vlny osnovy a útku [18].

Na základě uvedených vztahů lze vyjádřit pro pórové buňky typu 1 až 4 objemy nevyplněné hmotou příze, resp. vyplněné vzduchem $\boldsymbol{V_1}$ **-** $\boldsymbol{V_4}$ jako:

$$V_1 = V_{cp} - \left[d_o d_u \left(d_o + d_u\right) + 2V_{zo+} + 2V_{zu+}\right], \tag{29}$$

$$V_2 = V_{cp} - \left[d_o d_u \left(d_o + d_u\right) + V_{zo+} + V_{zu+} + V_{zo-} + V_{zu-}\right], \tag{30}$$

$$V_{3a} = V_{cp} - \left[d_o d_u \left(d_o + d_u\right) + 2V_{zo-} + 2V_{zu+}\right], \tag{31}$$

$$V_{3b} = V_{cp} - \left[d_o d_u \left(d_o + d_u\right) + 2V_{zo+} + 2V_{zu-}\right], \tag{32}$$

$$V_4 = V_{cp} - \left[d_o d_u \left(d_o + d_u\right) + 2V_{zo-} + 2V_{zo+}\right]. \tag{33}$$

Porozitu $\boldsymbol{P_H}$ tkaniny s libovolným typem vazby pak lze vyjádřit jako:

$$P_H = \frac{m_1 V_1 + m_2 V_2 + m_{3a} V_{3a} + m_{3b} V_{3b} + m_4 V_4}{V_{cp} n_{so} n_{su}}, \tag{34}$$

kde $\boldsymbol{m_1 - m_2}$ je počet pórů typu ***p1 - p4***, $\boldsymbol{n_{so}}$ a $\boldsymbol{n_{su}}$ je počet osnovních a útkových nití ve střídě vazby.

Modelování pórů není jednoduchou záležitostí. Složitost struktury tkaniny ovlivňuje skutečnost, že se velikost mezinitných pórů vlivem proudění vzduchu mění. Obecně platí, že čím je vyšší dostava, zákrut nití, těsnost provázání, atd. tím jsou mezinitné póry menší, tím klesá prodyšnost a roste stabilita struktury tkaniny.

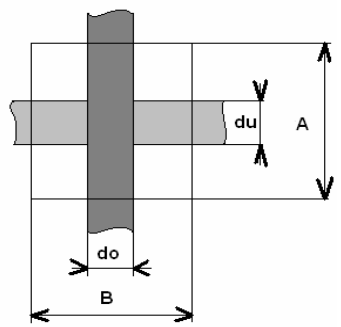
## 1.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRODYŠNOST TKANIN

Mezi základní parametry určující strukturu tkaniny patří materiál spolu s vazbou a dostavou, tyto faktory určitým způsobem ovlivňují prodyšnost.

### 1.2.1 Vliv vazby

Tkanina [2] je plošná textilie zhotovená ze dvou soustav nití, což je obecný název pro délkovou textilii ze staplových nebo nekonečných vláken, osnovy a útku. Osnovní nitě leží ve směru délky tkaniny a útkové nitě se ukládají ve tkanině kolmo k osnově. Způsob provázání těchto dvou vzájemně kolmých soustav nití je vyjádřen vazbou tkaniny.

Každá vazba se skládá z vazných bodů, což je místo překřížení těchto soustav nití. Výchozí představou plošné geometrie je tzv. vazná buňka tkaniny v půdorysném pohledu (obr.4). Takovýto model tkaniny má všechny vazné body v jedné rovině. Podle toho, která nit je v místě překřížení ve vazném bodě nahoře se nazývá vazný bod osnovní nebo vazný bod útkový.




*Obr.4 Model vazné buňky*

Střída vazby je nejmenší část vazby tkaniny, která se pravidelně opakuje v celé ploše tkaniny. Velikost střídy lze charakterizovat počtem osnovních nití s označením $n_{so}$ a počtem útkových nití s označením $n_{su}$. Velikost střídy je dána počtem osnovních a útkových vazných bodů. Značí se černou a bílou barvou. Opakování se značí červeně a bíle. Osnovní vazný bod se zakresluje plným čtverečkem nebo značkou. Útkový vazný bod se na vzornici nezakresluje (prázdný čtvereček). Vazba, v jejíž střídě převládají osnovní vazné body, je osnovní. Vazba, kde ve střídě převládají útkové vazné body, je útková.

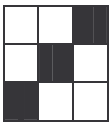
## Základní vazby

K základním vazbám tkanin patří vazba plátnová, keprová a atlasová.

Vazba plátnová (obr.5) je nejmenší možná vazba, protože střídu vazby tvoří jen dvě nitě a dva útky. Je-li vazba tkaniny stejná na líci i na rubu, je to vazba oboustranná. Používá se tam, kde od tkanin vyžadujeme velkou trvanlivost a pevnost, které je dosaženo hustým provázáním nití.

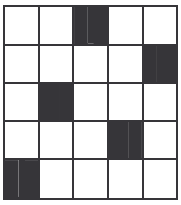
*Obr.5 Základní vazba plátnová*

Vazba keprová (obr.6) jejím charakteristickým znakem je šikmé řádkování levého nebo pravého směru. Pravý směr řádků se označuje písmenem Z, levý směr písmenem S. V keprovém řádku se vazné body dotýkají rohem. Rozlišujeme kepry osnovní a útkové. Nejmenší keprovou vazbou je kepr třívazný. Střída vazby je vždy do čtverce.



*Obr.6 Kepr třívazný útkový (Z)*

Vazba atlasová (obr.7) se vyznačuje tím, že vazné body jsou ve střídě vazby pravidelně rozloženy a nesmějí se vzájemně dotýkat, tj. u osnovního atlasu se nedotýkají útkové vazné body a naopak. Vazba atlasová má čtvercovou střídu vazby, nejmenší vazba je vazba pětivazného atlasu. Vzdálenost vazných bodů se určuje postupným číslem.



*Obr.7 Atlas pětivazný útkový s postupným číslem 3*

**Odvozené vazby**

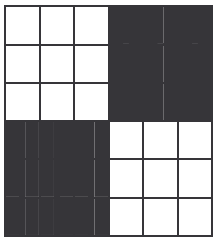
Práce se zabývá i vybranými odvozenými vazbami od základních vazeb. Odvozeniny základních vazeb vznikají přidáním vazných bodů, v případě útkové vazby osnovních vazných bodů nebo opačně, ve směru osnovy nebo útku nebo v obou směrech.

**Odvozeniny plátnové vazby** mají vždy větší střídu než základní plátnová vazba a jsou oboustranné.

Rypsová vazba tvoří ve tkanině podélné nebo příčné žebrovité řádky, které vzniknou provázáním dvou nebo více stejně provazujících nití. Jedná se o zesílení vazných bodů v plátnové vazbě pouze v jednom směru (v podélném nebo příčném).

*Obr.8 Ryps podélný 3/3*

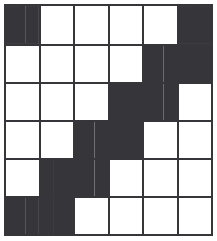
Panamová vazba vznikne rovnoměrným přidáním dalších vazných bodů k vazbě plátnové ve směru osnovy i útku.



*Obr.9 Panama 3/3*

**Odvozeniny vazby keprové**

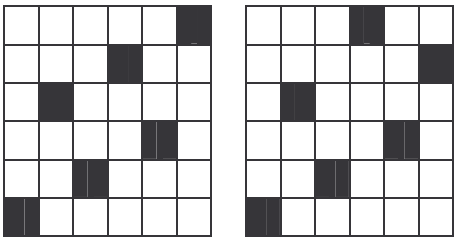
Zesílený kepr vznikne přidáním jednoho nebo několika osnovních vazných bodů k vazbě základního útkového kepru. Zesílení se provádí buď ve směru osnovy nebo útku, nejčastěji vpravo od původního řádku. Zesílené kepry mohou být oboustranné, osnovní nebo útkové.



*Obr.10 Kepr zesílený útkový 2/4 (Z)*

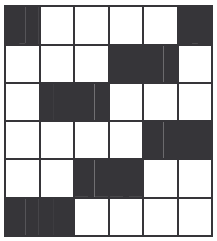
**Odvozeniny vazby atlasové**

Nepravidelný atlas nemá postupné číslo na rozdíl od pravidelných, má vazné body ve střídě vazby nepravidelně rozsazeny. Ve střídě vazby váže každá osnovní nit a každý útek jen jednou a vazné body se nedotýkají.



*Obr.11 Atlas nepravidelný 1/5*

Zesílený atlas se tvoří z útkového základního atlasu obdobně jako u zesílených keprů. Zesilující vazné body je možno zakreslovat libovolně, avšak jen v jednom zvoleném směru tj. ve směru osnovy nebo útku a možno je přidávat potud, aby na každé niti nebo útku zůstali nejméně dva útkové vazné body.



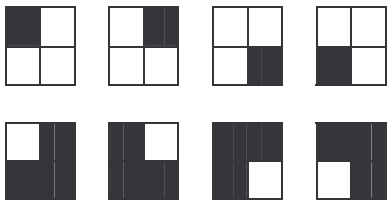
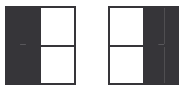
*Obr.12 Atlas zesílený nepravidelný 1/5*

### 1.2.1.1 Typy pórů ve vazbě

Jak již bylo uvedeno v kapitole 1.1.1, vazbu tkaniny lze sestavit ze 4 typů mezinitných pórů podle Backera. Velikost póru ve tkanině je dána způsobem provázání osnovních a útkových nití ve tkanině. Proto vzájemná kombinace těchto pórových buněk a jejich počet, tedy vazby má významný vliv na prodyšnost.

Možnosti způsobu provázání podle typu póru ve střídě vazby [4] jsou zobrazeny v tabulce 1.

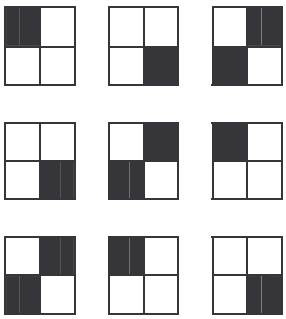
*Tab.1 Možnosti způsobu provázání podle typu póru*

| typ póru | způsob provázání pomocí vazných bodů |
|---|---|
| ***p1*** | |
| ***p2*** |  |
| ***p3a*** |  |
| ***p3b*** | |
| ***p4*** | |

Čím méně pórových buněk ***p1***, tím větší zaplnění tkaniny a menší prodyšnost tkaniny, projde méně vzduchu kolmým směrem k rovině tkaniny. Opačně čím více pórových buněk ***p4***, tím je vazba volnější, menší zaplnění póru a tím větší prodyšnost tkaniny.

Počet pórů v každé vazbě je roven součtu osnovních a útkových vazných bodů. Póry se čtou ze střídy vazby směrem z leva doprava a nahoru. Z leva doprava jsou označeny i osnovní nitě vzestupně $\boldsymbol{n_{oi}}$ a zdola nahoru vzestupně se značí útkové nitě $\boldsymbol{n_{ui}}$.

Příklad rozkreslené základní keprové vazby útkové 1/2 (Z) (obr.6) pomocí vazby do jednotlivých pórů je vidět na obrázku 13 a označení jednotlivých typů pórů je na obrázku 14.



*Obr.13 Rozkreslení jednotlivých pórů ve vazbě K 1/2 (Z)*

| | | |
|---|---|---|
| p2 | p2 | p1 |
| p2 | p1 | p2 |
| p1 | p2 | p2 |

*Obr.14 typy pórů ve vazbě K1/2 (Z)*

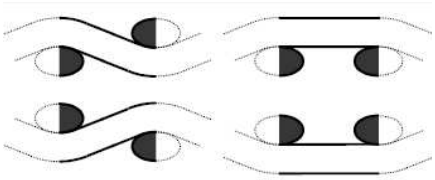
Celkový počet pórů $p_c$ je tedy 3x3=9, podle:

$$p_c = n_{so} n_{su} . \tag{35}$$

Počet pórových buněk podle jednotlivých typů pórů je pak ***p1*** = 3, ***p2*** = 6, ***p3a*** = 0, ***p3b*** = 0, ***p4*** = 0.

### 1.2.1.2 Opravný činitel

Ve tkanině existují dva typy úseků zakřížení nitě a to zakřížený a nezakřížený. Nezakřížený úsek nitě se může do jisté míry pohybovat v proudu vzduchu flotovat (plavat), jedná se o tzv. flotáž. Při hodnocení prodyšnosti plošných textilií je proto nutné brát v úvahu počet a rozložení těchto úseků ve střídě vazby, které mohou tuto vlastnost tkaniny ovlivňovat. Neprovazující úsek, je možné definovat pouze u neplátnových vazeb a díky němu mohou tyto vazby dosáhnout větších dostav než plátna (obr.15).



*Obr.15 Zakřížený a flotující úsek*

Užitím Brierleyho teorie, jak uvádí Nosek [3], lze vliv neprovázání nití na dostavy jednotlivých soustav vyjádřit na základě tzv. opravného činitele $f^m$. Míru provázání nití ve tkanině charakterizuje stupeň provázání tkaniny $f$. Může být vyjádřen pro jakýkoliv typ vazby takto:

$$f = \frac{n_{so} n_{su}}{ppn_u}, \tag{36}$$

$ppn_u$ je počet zakřížení útkových nití ve střídě vazby, tedy počet průchodů útku z rubu a líc a obráceně, $n_{so}$ a $n_{su}$ je počet osnovních a útkových nití ve střídě vazby.
Pro plátnovou vazbu je $f = 1$ a pro ostatní vazby je $f > 1$. Vazebný exponent $m$ (tab.2), vystihuje možnost podsouvání nití pod sebe ve volných vazbách.

*Tab.2 Vybrané vazební exponenty [18]*

| vazba ve tkanině | vazebný exponent - ***m*** |
|---|---|
| panama | 0,45 |
| ryps příčný | 0,42 |
| ryps příčný vzor. | 0,37 |
| ryps podélný | 0,35 |
| ryps podélný vzor. | 0,31 |
| kepr | 0,39 |
| malé vazebné figury | 0,42 |
| krep | 0,42 |
| atlas | 0,42 |

## 1.2.2 Vliv materiálu

Strukturu tkaniny tvoří příze (nitě) a strukturu příze vlákna. Každé vlákno má své charakteristiky a ty ovlivňují jak strukturu příze, tak i strukturu plošné textilie - tkaniny a její vlastnosti, tedy i prodyšnost.

### 1.2.2.1 Vlákna

Vlákno [2] je délková textilie, látkově homogenní. Je textilie jemná, tenká (pod 0,1mm), ohebná, pružná, může mít různý původ, různé profily, délky. Vlákno je základní stavební jednotkou všech textilií. Obecně se vlákna dělí na spřadatelná, nekonečná (viz. hedvábí) nebo nespřadatelná (vlákna kratší než 10mm). Jemnost vláken se nejčastěji udává v jednotkách dtex.

U textilních vláken se dle potřeby stanovuje mnoho různých charakteristik, jako např. jejich délka, jemnost, průměr, tvar příčného řezu, měrný povrch apod. V textilní praxi se používají vlákna buď dlouhá, označují se jako nekonečná a nebo naopak poměrně velmi krátká (dlouhá jen několik centimetrů či decimetrů) nazýváme staplová. Jednotlivá staplová vlákna ve vlákenné surovině bývají různě dlouhá.

Pokud by vlákno mělo kruhový průřez ***s*** s průměrem vlákna ***d***, platilo by:

$$s = \frac{\pi d^2}{4}, \tag{37}$$

$$d = \sqrt{\frac{4s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4t}{\pi\rho}}. \tag{38}$$

Průměr ***d*** může být vypočten ze vztahu 38 i pro vlákno s nekruhovým průřezem, potom je průměr vlákna nazýván ekvivalentním.

Jemnost vlákna ***t*** se vyjadřuje jeho délkovou hmotností, tj. podílem hmotnosti vlákna ***m*** ku jeho délce ***l***:

$$t = \frac{m}{l} = \frac{sl\rho}{l} = s\rho. \tag{39}$$

Každé vlákno má svou měrnou hmotnost $\boldsymbol{\rho}$, kterou laboratorně stanovit není snadné. Pro běžné účely postačují hodnoty z následující tabulky 3.

*Tab.3 Měrná hmotnost vláken [3]*

| Druh vláken | Měrná hmotnost $\boldsymbol{\rho}$ [kg/m$^3$] |
|---|---|
| bavlna | 1520 |
| polypropylenová vlákna | 910 |

Vlákno - délková textilie, látkově homogenní, je základní stavební jednotkou všech textilií. Textilní vlákna se nejčastěji rozdělují podle původu a podle chemického složení. Pro textilní technologii se používá rozdělení textilních vláken podle jejích délky.

### 1.2.2.2 Příze

Příze [7] je délková textilie ze spřadatelných vláken zpevněná zakroucením při předení. Při napínání příze dochází k přetržení vláken. Příze vypředená na dopřádacích strojích je jednoduchá.

Z hlediska hodnocení prodyšnosti plošných textilií lze mezi nejdůležitější charakteristiky použitých nití zařadit zejména jejich průměr a zaplnění. Do těchto základních charakteristik se samozřejmě promítají charakteristiky ostatní jako je jemnost zákrut, tvar příčného řezu, chlupatost, použitá vstupní surovina a použitá technologie výroby apod. Veškeré charakteristiky by měli být stanoveny vzhledem k hotové fázi technologického postupu, v níž chceme znát její schopnosti propouštět vzduch.

Pokud by vlákna byla stlačena do homogenního válce o ploše substančního průřezu $\boldsymbol{S}$, měla by příze průměr $\boldsymbol{d_s}$, tzv. substanční průměr příze, což je průměr teoretický nejmenší možný průměr příze (bez vzduchu):

$$d_s = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho}} \,. \tag{40}$$

Často se pro výpočet průměru přízí používají vztahy vycházející z předpokladu jejich kruhového průřezu, resp. z jejich válcového tvaru. Jedná se o ekvivalentní průměr příze $\boldsymbol{d_{ekv}}$ a ten je dán vztahem:

$$d_{ekv} = \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho\mu}} \,, \tag{41}$$

kde $\boldsymbol{T}$ je jemnost příze, $\boldsymbol{\rho}$ je objemová hmotnost použitých vláken a $\boldsymbol{\mu}$ je zaplnění příze. Vztah 40 kromě kruhového průřezu předpokládá jen jednu hodnotu zaplnění pro celý průřez příze, to ale zpravidla neodpovídá skutečnosti. Ze vztahu 41 lze odvodit, že průměr příze se při zachované jemnosti příze změní podle měrné hustoty použitých vláken.

Jemnost, nebo-li tloušťka, je důležitou geometrickou vlastností délkových textilií, vyjadřuje vztah mezi hmotností a délkou vlákenného útvaru. Ovlivňuje řadu vlastností, jako je velikost povrchu, způsob použití, technologie zpracování. Důležitá je i rovnoměrnost v jemnosti vláken. Jemnost se většinou neměří přímo, protože většinou průřez je nepravidelný. Nejčastěji je jemnost $\boldsymbol{T}$ vyjádřena hmotnostně, soustavou tex (normovaný způsob vyjádření):

$$T = \frac{m}{l} 1000 \,, \tag{42}$$

kde $\boldsymbol{m}$ je hmotnost příze v gramech a $\boldsymbol{l}$ je délka příze v metrech.

Zaplnění $\boldsymbol{\mu}$ je podíl objemu vláken ku celkovému objemu vlákenného útvaru:

$$\mu = \frac{V_{vl}}{V_c} \,, \tag{43}$$

kde je $V_{vl}$ objem vláken a $V_c$ objem příze. Ale lze ho též interpretovat jako podíl plochy vláken v příčném směru k celkové ploše příčného řezu:

$$\mu = \frac{S_{vl}}{S_c}, \tag{44}$$

kde $S_{vl}$ je souhrnná plocha vláken a $S_c$ celková plocha vlákenného útvaru

Zákrutem $Z$ rozumíme zakroucení vláken ve směru šroubovice kolem osy příze vyjádřené počtem celých otáček na metr. Můžeme ho vyjádřit pomocí Koechlinova zákrutového koeficientu $\alpha$:

$$Z = \frac{\alpha * 31{,}6}{\sqrt{T}}, \tag{45}$$

nebo díky Phrixovu zákrutovému koeficientu $am$:

$$Z = am \frac{100}{\sqrt[3]{T^2}}. \tag{46}$$

Příze použitá ve tkanině může být jedno-komponentní nebo více-komponentní. U jedno-komponentních přízí platí předchozí vztahy. Více-komponentní příze má dva a více různých komponent, neboli druhů vláken. Každá $i$-tá komponenta má svou měrnou hmotnost $\rho_i$, jemnost $t_i$ a je v celku zastoupena podílem hmoty $g_i$.

Střední měrná hmotnost vláken $\rho_{vl}$ je pak poměrem jednotkové hmotnosti a objemu vláken v ní obsažených (17).
Střední jemnost vláken $t$ je poměrem jednotkové hmotnosti a sumární délky vláken:

$$t = \frac{1}{\sum_{i=1}^{m} \left( \frac{g_i}{t_i} \right)}. \tag{47}$$

## 1.2.3 Vliv dostavy

Dostava [4] je charakterizována jako počet nití jednoho směru na určitou délku druhého směru, podle normy ČSN EN 1049-2 „Textilie. Tkaniny. Konstrukce. Metody analýzy. Část 2: Stanovení dostavy“. Dostava je definovaná zvlášť pro osnovní a zvlášť pro útkovou soustavu nití a značí se $D_o$ a $D_u$ a jedná se většinou o počet nití na 100 mm.

Dostava ovlivňuje velikost póru v tom smyslu, že vzdálenost jednotlivých nití od sebe vytváří prostor pro průchod vzduchu při měření prodyšnosti. Tento rozměr dobře charakterizuje rozteč nití v provázání. Rozteč útkových nití je označována $A$ a osnovních nití $B$:

$$A = \frac{1}{D_u}, \tag{48}$$

$$B = \frac{1}{D_o}. \tag{49}$$

Pro zpřesnění výpočtu rozteče, které bere v úvahu vzdálenost nití v nezakříženém úseku, je možno použít vztah:

$$A = \frac{\left(\frac{100}{D_u} n_{so}\right)\sqrt{4(d_{str})^2 - (d_{str})^2}}{ppn_o\sqrt{4(d_{str})^2 - (d_{str})^2} + d_u(n_{su} - ppn_o)}, \tag{50}$$

$$B = \frac{\left(\frac{100}{D_u} n_{so}\right)\sqrt{4(d_{str})^2 - (d_{str})^2}}{ppn_u\sqrt{4(d_{str})^2 - (d_{str})^2} + d_u(n_{so} - ppn_u)}, \tag{51}$$

kde $\boldsymbol{ppn_o}$ a $\boldsymbol{ppn_u}$ jsou počty přechodů (zakřížení) osnovy a útku, $\boldsymbol{n_{so}}$ a $\boldsymbol{n_{su}}$ je počet nití osnovních a útkových ve střídě vazby a $\boldsymbol{d_{str}}$ je střední průměr příze

Hustota [3], neboli plnost tkaniny je různá a závisí především na druhu a účelu použití tkaniny, jemnosti nitě, vazební technice atd. a vyjadřuje poměr mezi dostavou skutečnou a maximálně dosažitelnou (limitní).

Stoprocentní hustota tkaniny je výlučně přiřazena ke čtvercové tkanině v plátnové vazbě, kde útek i osnova jsou stejné „dráty“ z homogenního materiálu bez vzduchových mezer, vzájemně se dotýkají a obě soustav leží v osové rovině tkaniny. Skutečná tkanina je řidší, jednak protože se nedaří přirazit útky těsně k sobě, jak odpovídá stoprocentně husté tkanině a také proto, že se nitě nesemknou tak těsně, aby zcela vymizely vzduchové mezery mezi nimi. Proto je $\boldsymbol{H} < 100\%$, nejčastěji tkaniny dosahují hodnot okolo 50 až 70%, podle typu stroje a materiálu.

## 1.2.4 Další charakteristiky tkaniny

Plošná hmotnost $\boldsymbol{G}$ je hmotnost tkaniny vztažená na určitou plochu. Lze ji zjistit díky vážení (dle normy EN 12127) a přepočtem:

$$G = \frac{m * 1000}{A}, \tag{52}$$

kde $\boldsymbol{m}$ je hmotnost a $\boldsymbol{A}$ plocha tkaniny, nebo výpočtem dle vztahu pro běžný metr:

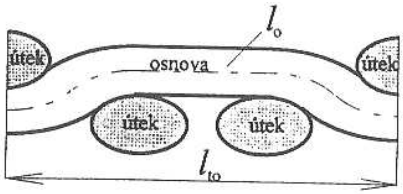
$$G = \left[D_o \cdot T_o \cdot \left(1 + \frac{s_o}{10^2}\right) + D_u \cdot T_u\left(1 + \frac{s_u}{10^2}\right)\right] \cdot \check{S}_{tk} \cdot 10^{-4}, \tag{53}$$

nebo na metr čtverečný:

$$G = \left[ D_o \cdot T_o \cdot \left(1 + \frac{s_o}{10^2}\right) + D_u \cdot T_u \left(1 + \frac{s_u}{10^2}\right)\right] \cdot 10^{-2}, \tag{54}$$

kde $\boldsymbol{G}$ je plošná hmotnost tkaniny, $\boldsymbol{T_{o,u}}$ jemnost osnovy nebo útku, $\boldsymbol{D_{o,u}}$ dostava osnovy nebo útku, $\boldsymbol{s_{o,u}}$ je setkání osnovy nebo útku a $\boldsymbol{Š_{tk}}$ šířka tkaniny.

Setkání $\boldsymbol{s}$ [4] je rozdíl mezi rozměrem tkaniny a délkou niti vytažené ze tkaniny.




*Obr.16 Setkání osnovy v tkanině*

Setkání osnovy $\boldsymbol{s_o}$ lze definovat:

$$s_o = \frac{l_o - l_{to}}{l_{to}} \cdot 10^2, \tag{55}$$

a setkání útku $\boldsymbol{s_u}$:

$$s_u = \frac{l_u - l_{tu}}{l_{tu}} \cdot 10^2, \tag{56}$$

$\boldsymbol{l_o}$ a $\boldsymbol{l_u}$ je délka nitě osnovní a útkové ve tkanině a $\boldsymbol{l_{to}}$ a $\boldsymbol{l_{tu}}$ délka tkaniny po osnově a útku. Setkání (obr.16) je možno zjistit modelovým výpočtem pomocí určené délky vazné vlny nebo experimentálními metodami (délku příze po vypárání z tkaniny je obtížné zjistit).

Tloušťka plošné textilie $\boldsymbol{h}$ je definována normou ČSN EN ISO 5084 Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků jako kolmá vzdálenost mezi lícem a rubem textilie, měřená za předepsaného zatížení. To proto, že textilie je útvar stlačitelný a neformovatelný i v příčném směru (odstávající vlákna, pórovitost atd.).

Charakteristika objemová měrná hmotnost tkaniny $\boldsymbol{\rho_V}$ se vyjadřuje pomocí plošné měrné hmotnosti a tloušťky hmotnost textilie daného objemu. Je uvedena vztahem:

$$\rho_V = \frac{m}{V_{tk}} = \frac{m}{S * h} = \frac{\rho_S}{h}, \tag{57}$$

$\boldsymbol{m}$ je hmotnost tkaniny, $\boldsymbol{V_{tk}}$ její objem, $\boldsymbol{S}$ plocha tkaniny a $\boldsymbol{\rho_S}$ plošná hmotnost.

Zaplnění tkaniny $\boldsymbol{\mu_{tk}}$ je poměr objemu nitě $\boldsymbol{V_c}$ k celkovému objemu textilie $\boldsymbol{V_{tk}}$ nebo jejímu vaznému prvku:

$$\mu_{tk} = \frac{V_c}{V_{tk}}, \tag{58}$$

## 1.3 PREDIKCE PRODYŠNOSTI

Prodyšnost ovlivňují jak již bylo řečeno póry ve tkanině vzniklé určitým typem provázání, hustotou provázání, průměrem použitých nití v tkanině a materiálem. Právě pomocí těchto strukturálních charakteristik lze podle Havrdové [4] odhadnout hodnotu prodyšnosti. Rozhodujícím faktorem pro zvolení způsobu predikce je plošné zakrytí tkaniny.

### 1.3.1 Pro hustě tkané plátnové vazby (zohlednění průmětů 4 typů pórů)

U hustě tkaných tkanin, jejichž plošné zakrytí se pohybuje v intervalu ***Z*** [%] = (88,1; 99,9) je projekce mezinitných pórů velmi malá, či se dokonce blíží 0. Vzduch nemá dostatek prostoru pro proudění mezinitnými póry v kolmém směru a je nutné brát v úvahu obtékání nití tkaniny v jejich těsné blízkosti, tedy v šikmém směru. Pro odhad prodyšnosti je vhodné použít postup dle Gooijera, který získal průměty 4 typů pórů v nejužším místě, které zohledňují jejich tvarovou odlišnost. Tímto způsobem je do úvah o vzájemném vztahu mezi strukturou tkaniny a její prodyšností zahrnut částečně také vliv provázání nití v tkanině resp. vliv vazby.

Výsledné vztahy pro výpočet otevřených ploch jednotlivých pórů $\boldsymbol{A_1 - A_4}$ jsou uvedeny v kapitole 1.1.2.2.
Prodyšnost $\boldsymbol{AP_A}$ [m/s] je pak možné odhadnout dle vztahu:

$$AP_A = a \exp^{bP_G} , \tag{59}$$

kde porozitu $\boldsymbol{P_G}$ s použitím vztahů (6-9) je možno stanovit jako podíl celkové plochy všech pórů ve střídě vazby a celkové plochy střídy vazby tkaniny takto:

$$P_G = \frac{m_1 A_1 + m_2 A_2 + (m_{3a} + m_{3b}) A_3 + m_4 A_4}{\frac{10}{D_o} n_{so} \frac{10}{D_u} n_{su}} , \tag{60}$$

kde $\boldsymbol{n_{so}}$ a $\boldsymbol{n_{su}}$ jsou počty osnovních a útkových nití ve střídě vazby a je $\boldsymbol{m_1 - m_4}$ počet jednotlivých typů pórů ***p1*** - ***p4***.

Parametry ***a*** a ***b*** jsou voleny na základě bližší specifikace konstrukce hodnocené tkaniny (materiálové složení, konstrukce nití apod.). Prozatím jsou nastaveny hodnoty pouze pro příze bavlnářského jednoduchého typu (tab.4).

*Tab.4 Parametry a, b pro postup A*

| parametr | CO typ, jednoduchá příze |
|---|---|
| **a** | 0,0072 |
| **b** | 10,8 |

### 1.3.2 Pro vazby plátnové z půdorysného průmětu tkaniny

Výpočet prodyšnosti podle modelu tkaniny vycházejícího z půdorysného průmětu tkaniny lze použít v případě plošného zakrytí tkaniny v intervalu ***Z*** [%] = (74,1; 88,0) a pokud platí, že počet pórů ***p1*** = 4, ***p2*** = 0, ***p3*** = 0, ***p4*** = 0 a zároveň se jedná o tkaninu s plátnovou vazbou. U takovéto tkaniny lze předpokládat dostatek prostoru pro kolmý proud vzduchu mezinitnými póry a současně se jedná o póry stejného typu, je jednoduchý model tkaniny v podobě destičky se systémem pórů ve tvaru pravoúhlého hranolu postačující.

Prodyšnost $\boldsymbol{AP_B}$ je pak:

$$AP_B = a\frac{1}{C} + b\,. \tag{61}$$

Parametr ***C*** charakterizuje podmínky toku (geometrické podmínky a viskozitu vzduchu):

$$C = \frac{15 * 10^{-9} K_1 h}{\left(\frac{1}{10D_o} - 10^{-3} d_o\right)^2}\,. \tag{62}$$

Hodnota $\boldsymbol{K_1}$ je volena (tab.5) na základě poměru délky stran příčného průřezu póru ***B***:

$$B[1] = \frac{\frac{10}{D_o} - \frac{d_o}{10}}{\frac{10}{D_u} - \frac{d_u}{10}} \tag{63}$$

*Tab.5 Parametr $K_1$ pro postup B*

| **B** | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **$K_1$** | 57 | 54,1 | 51,7 | 49,8 | 48 | 46,8 | 46 | 45,8 | 46 | 46,6 | 48 |

Parametry ***a*** a ***b*** jsou zde opět voleny na základě bližší specifikace konstrukce hodnocené tkaniny (materiálové složení, konstrukce nití apod.). Prozatím jsou nastaveny hodnoty pouze pro příze bavlnářského jednoduchého typu (tab.6).

*Tab.6 Hodnoty parametrů a, b pro postup B*

| parametr | CO typ, jednoduchá příze |
|---|---|
| **a** | 5,632 |
| **b** | 0,1757 |

### 1.3.3 Pro vazby jiné než plátnové ze zjednodušeného 3-D modelu 4 typů

Je-li plošné zakrytí tkaniny v intervalu ***Z*** [%] = (78,1; 88,0) a zároveň se jedná o tkaninu tkanou v jiné než plátnové vazbě a platí, že počet pórů ***p2*** ≠ 0 a/nebo ***p3A*** ≠ 0 a/nebo ***p3B*** ≠ 0 a/nebo ***p4*** ≠ 0, je potřeba do výpočtu prodyšnosti zahrnout tvarovou odlišnost jednotlivých typů pórových buněk podle zjednodušeného 3-D modelu, který vychází z Backerova rozlišení 4 typů pórů a je podrobně popsán v práci Havrdové [5].

Každá pórová buňka je tvořena ze dvou úseků osnovních nití a dvou úseků útkových nití. Buňky se od sebe navzájem liší různými kombinacemi zakřížených a nezakřížených úseků těchto nití. Celkový objem jedné libovolné pórové buňky $V_{cp}$ je vymezen jako:

$$V_{cp} = \frac{10(d_o + d_u)}{D_o D_u}. \tag{64}$$

U vyrovnané tkaniny platí, že tloušťka tkaniny ***h*** je rovna průměru osnovní $d_o$ a útkové nitě $d_u$. V případě, že osnovní a útkové nitě nejsou zvlněny ve stejné míře, je tloušťka tkaniny větší. Povrch tkaniny není rovinný, ale představuje určitý reliéf. Vzhledem k tomu se zdá rozumné vymezovat i v tomto případě „svislý rozměr“ buňky součtem průměrů osnovní a útkové nitě.

Celkový objem pórové buňky je částečně vyplněn hmotou příze. V případě nezakříženého úseku je objem příze v pórové buňce menší, než v případě zakříženého úseku. V místech vazných bodů je objem pórové buňky uvažován jako plně vyplněný hmotou příze. 4 typy pórových buněk se v těchto místech nijak významně neliší. Liší se především v místech spojovacích úseků těchto vazných bodů – v míře provázání, resp. též v míře zaplnění. Pórová buňka typu 1 je zaplněna nejvíce, je „nejprovázanější“ a zároveň platí, že tkaniny obsahující pouze póry typu 1 jsou nejméně prodyšné.

Objemy nezakříženého $V_{zo-}$, $V_{zu-}$ a zakříženého $V_{zo+}$, $V_{zu+}$ spojovacího úseku nitě zasahující do jedné pórové buňky lze vyjádřit jako poloviny válců:

$$V_{zo-} = \frac{\pi\left(\frac{d_o}{10}\right)^2}{8}\left(\frac{10}{D_u} - \frac{d_u}{10}\right), \tag{65}$$

$$V_{zu-} = \frac{\pi\left(\frac{d_u}{10}\right)^2}{8}\left(\frac{10}{D_o} - \frac{d_o}{10}\right), \tag{66}$$

$$V_{zo+} = \frac{\pi\left(\frac{d_o}{10}\right)^2}{8}\frac{\left(\frac{10}{D_u} - \frac{d_u}{10}\right)}{\cos\varphi}, \tag{67}$$

$$V_{zu+} = \frac{\pi\left(\frac{d_u}{10}\right)^2}{8}\frac{\left(\frac{10}{D_o} - \frac{d_o}{10}\right)}{\cos\psi}. \tag{68}$$

V uvedených vztazích je úhel provázání $\varphi$ a $\psi$ je definován v normě [18].

Na základě uvedených vztahů lze vyjádřit pro pórové buňky typu 1 až 4 objemy nevyplněné hmotou příze, resp. vyplněné vzduchem jako:

$$V_1 = V_c - \left[ \frac{d_o d_u}{1000} \left( d_o + d_u \right) + 2V_{zo+} + 2V_{zu+} \right], \tag{69}$$

$$V_2 = V_c - \left[ \frac{d_o d_u}{1000} \left( d_o + d_u \right) + V_{zo+} + 2V_{zu+} + V_{zo-} + V_{zu-} \right], \tag{70}$$

$$V_{3A} = V_c - \left[ \frac{d_o d_u}{1000} \left( d_o + d_u \right) + 2V_{zo-} + 2V_{zu+} \right], \tag{71}$$

$$V_{3B} = V_c - \left[ \frac{d_o d_u}{1000} \left( d_o + d_u \right) + 2V_{zo+} + 2V_{zu-} \right], \tag{72}$$

$$V_4 = V_c - \left[ \frac{d_o d_u}{1000} \left( d_o + d_u \right) + 2V_{zo-} + 2V_{zo+} \right]. \tag{73}$$

Porozitu tkanin s libovolným typem vazby pak lze vyjádřit jako:

$$P_H = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_{3A} V_{3A} + p_{3B} V_{3B} + p_4 V_4}{V_C n_o n_u}, \tag{74}$$

kde ***p1 – p2*** jsou počty jednotlivých pórů a $\boldsymbol{n_{so}}$ a $\boldsymbol{n_{su}}$ je počet útkových nití ve střídě vazby.

Pro predikci prodyšnosti je potom možno použít vztah:

$$AP_C \left[ m/s \right] = aP_H^b . \tag{75}$$

Parametry ***a*** a ***b*** jsou zde opět voleny na základě bližší specifikace konstrukce hodnocené tkaniny (materiálové složení, konstrukce nití apod.).

Prozatím jsou nastaveny hodnoty pouze pro příze bavlnářského jednoduchého typu (tab.7).

*Tab.7 Hodnoty parametrů a, b pro postup C*

| parametr | CO typ, jednoduchá příze |
|---|---|
| **a** | 68,32 |
| **b** | 6,376 |

### 1.3.4 Pro jiné než plátnové vazby u vazeb s flotážemi

U řídce tkaných tkanin s jinou než plátnovou vazbou, jejichž plošné zakrytí je v intervalu $\boldsymbol{Z}$ [%] = (60,1; 78,0) a zároveň platí, že počet pórů $\boldsymbol{p2} \neq 0$ a/nebo $\boldsymbol{p3A} \neq 0$ a/nebo $\boldsymbol{p3B} \neq 0$ a/nebo $\boldsymbol{p4} \neq 0$, nitě jsou relativně málo ukotveny. V případě vazeb s delšími neprovázanými úseky nití, tzv. flotážemi, se mohou tyto do značné míry pohybovat v proudu vzduchu, tzv. plavat. Uvedený jev má značný vliv na hodnotu prodyšnosti. Pro její predikci je proto nutné použít souhrnný parametr struktury tkaniny. Souhrnný parametr $\boldsymbol{S_T}$ [5] byl navržen pro popis struktury tkaniny, protože nejen počet pórů v tkanině, ale i jejich vzájemné uspořádání je pro schopnost tkaniny propouštět vzduch. Zahrnuje kromě porozity $\boldsymbol{P_S}$ také stupeň jejího provázání $\boldsymbol{f}$ a vazebný exponent $\boldsymbol{m}$ [18]:

$$S_T = Pf^m . \tag{76}$$

Pro stanovení porozity je přitom postačující, tzv. klasický 2-D model porozity tkaniny, kde je porozita $\boldsymbol{P_s}$ odvozena z prosté kolmé projekce přízí do roviny tkaniny a je definována jako doplněk k plošnému zakrytí tkaniny $\boldsymbol{P_s}$ definovanému v normě [18]:

$$P_s = 1 - Z . \tag{77}$$

Z hlediska hodnocení prodyšnosti předpokládá klasická plošná interpretace póru, že za předpokladu zanedbatelné prodyšnosti samotných nití, může pór přístupný pro vzduch vzniknout pouze mezi sousedními nitěmi ve směru kolmém ke tkanině.

$$AP_D = a\left(1 - \frac{Z}{100}\right)f^m - b . \tag{78}$$

Parametry $\boldsymbol{a}$ a $\boldsymbol{b}$ jsou zde opět voleny na základě bližší specifikace konstrukce hodnocené tkaniny (materiálové složení, typ nití apod.). Prozatím jsou nastaveny hodnoty pouze pro příze bavlnářského jednoduchého typu uvedené v tabulce 8.

*Tab.8 Hodnoty parametrů a, b pro postup D*

| parametr | CO typ, jednoduchá příze |
|---|---|
| a | 6,6094 |
| b | 0,9357 |

# 2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části práce je stanovení vlivu vazby a směsového podílu na prodyšnost a ověření současných teoretických modelů pro zjišťování prodyšnosti směsových tkanin. K tomu je potřeba znát charakteristiky tkaniny. Ty budou definovány, změřeny a statisticky zpracovány v experimentální části.

První část experimentu bude zaměřena na získání hodnot prodyšnosti a dalších vybraných charakteristik tkanin, které s prodyšností souvisí. K těmto charakteristikám patří tloušťka, plošná hmotnost a dostavy tkaniny. Všechna data budou statisticky zpracována.

Získané výsledky budou diskutovány s ohledem na cíle experimentu.

Teoreticky stanovené hodnoty prodyšnosti budou porovnány s experimentálně stanovenou prodyšností.

## 2.1. VZORKY TKANIN

V této práci je použit soubor neupravených tkanin utkaných z jednoduchých přízí o jemnosti 45 tex v různých poměrech bavlny (CO) a polypropylenu (PP), tedy 100% CO, 65% CO / 35% PP, 50% CO / 50% PP, 35% CO / 65%PP a 100% PP, na jehlovém tkacím stavu s listovým vzorovacím zařízením SULZER RUTI FS4111-180 firmou Spolsin, s. r. o. Česká Třebová. Požadavek pro výrobu byl, vytkat tkaniny ve stejné dostavě, v každé vazbě a ve všech uvedených směsových podílech. Zpracováním vláken vznikne příze a zpracováním příze vznikne tkanina. V této vzestupné hierarchii jsou vzorky tkanin popsány.

### 2.1.1. Vlákenný materiál

**Bavlna**

Bavlna (cotton – CO) patří mezi nejdůležitější přírodní vlákno.Vlákno bavlny má tvar šroubovicově stočené zploštělé stužky. Bavlna je vhodný vlákenný materiál pro mísení s jinými vlákny. Mezi její důležité vlastnosti patří výborná savost, za vlhka malá pružnost a za sucha střední, velmi dobrá tvárnost (mačká se), dobrá hřejivost (zvyšuje se počesáním povrchu) a při praní se může vyvářet. Nejznámější tkaniny z bavlny jsou, např. denim (riflovina), manšestr, froté, flanel, krep, damašek, satén, popelín, ryps apod.

**Polypropylen**

Polypropylen (PP) je chemické vlákno, které se získává za pomoci katalyzátorů polymerizací propenu. Ze tří známých variant se k výrobě textilních vláken hodí jen izotaktické polymery, které mají naprosto stejnoměrnou molekulární strukturu. Polypropylen je nejlehčí ze všech textilních vláken (0,91 g/cm³), vlákno je odolné proti chemikáliím, má velmi dobrou pevnost v oděru, minimální navlhavost, nízký sklon k nabíjení statickou elektřinou a ke žmolkování. V omaku se PP vlákna neliší od ovčí vlny. K nevýhodám patří nízká schopnost zotavení po deformaci, malá odolnost proti účinkům světla a vyšších teplot. Má široké spektrum využití, nejenom v oděvnictví.

Používá se často ve směsi s jinými umělými i přírodními vlákny např. jako geotextilie, umělé trávníky, podkladové tkaniny a vlasové příze na tkané a všívané koberce, pletené sportovní oděvy, dětské prádlo, jemné ponožky apod.

## 2.1.2. Příze

Příze použité pro výrobu tkanin byly zhotoveny z bavlněných a polypropylenových vláken v různém hmotnostním směsovém poměru: 100% CO, 65% CO / 35% PP, 50% CO / 50% PP, 35% CO / 65%PP a 100% PP. Pro výrobu tkanin byly použity prstencové mykané příze ze staplových vláken o jemnosti 45 tex při optimální hodnotě zákrutového koeficientu. V tabulce 9 jsou uvedeny vybrané vlastnosti těchto přízí. Experimentálně zjištěné hodnoty zákrutů a efektivního průměrů přízí jsou převzaty z interních materiálů [16]. Z tabulky je zřejmé, že s rostoucím poměrem PP se snižuje substanční měrná hmotnost vláken v přízi a zároveň se snižuje efektivní průměr příze.

*Tab.9 Základních vlastností přízí CO a PP*

| Poměr vláken v přízi | Substanční měrná hmotnost ρ [kg/m3] | Zákrut Z [1/m] | Průměr def [mm] |
|---|---|---|---|
| 100% CO | 1520 | 467 | 0,261 |
| 65% CO / 35% PP | 1306,5 | 478 | 0,313 |
| 50% CO / 50% PP | 1215 | 470 | 0,296 |
| 35% CO / 65% PP | 1123,5 | 470 | 0,320 |
| 100% PP | 910 | 489 | 0,338 |

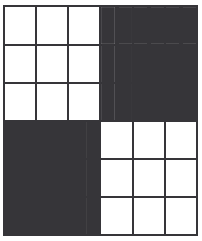
## 2.1.3. Tkaniny

Tkaniny jsou od výrobce vytkány v základních a vybraných odvozených vazbách s určitou dostavou, ale vždy ve všech typech výše uvedených vlákenných poměrů v přízi. Přehled všech vzorků tkanin použitých v této práci je uveden v tabulce 10. V některých případech díky vysoké hustotě nití nebylo možné vzorky vyrobit (více jak mezní dostavu nelze vytkat). Z toho důvodu byla hodnota dostavy oproti požadované snížena. Odchylky v parametrech tkaniny jsou označeny červeně.

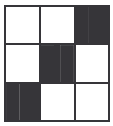
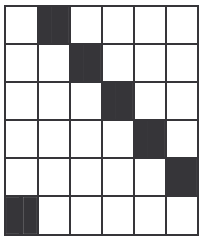
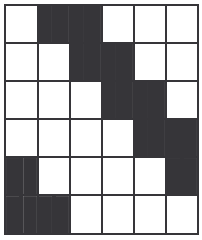
*Tab.10 Vzorky tkanin dle vazby a směsového podílu*

| vazba | **100%CO** | | **65%CO/ 35%PP** | | **50%CO/ 50%PP** | | **35%CO/ 65%PP** | | **100%PP** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | označení | Dú | označení | Dú | označení | Dú | označení | Dú | označení | Dú |
| **plátno** | P 7,2 | 7,2 | P 7,2 | 7,2 | P 7,2 | 7,2 | P 7,2 | 7,2 | P 7,2 | 7,2 |
| **plátno** | P 10,8 | 10,8 | P 10,8 | 10,8 | P 10,8 | 10,8 | P 10,8 | 10,8 | P 10,8 | 10,8 |
| **panama 3/3** | PA 3/3 | 18 | PA 3/3 | 18 | PA 3/3 | 18 | PA 3/3 | 18 | PA 3/3 | 18 |
| **ryps 3/3** | R 3/3 | 18 | R 3/3 | 18 | R 3/3 | 18 | R 3/3 | 18 | R 3/3 | 14,4 |
| **kepr 1/2** | K 2/1 | 16 | K 2/1 | 16,5 | K 1/2 | 13,4 | K 1/2 | 13,4 | K 1/2 | 13,4 |
| **kepr 1/5** | K 1/5 | 18 | K 1/5 | 18 | K 1/5 | 18 | K 1/5 | 18 | K 1/5 | 18 |
| **kepr 2/4** | K 2/4 | 18 | K 2/4 | 18 | K 2/4 | 18 | K 2/4 | 18 | K 2/4 | 18 |
| **atlas 1/5** | A 1/5 | 18 | A 1/5 | 18 | A 1/5 | 18 | A 1/5 | 16 | A 1/5 | 18 |
| **atlas 2/4** | A 2/4 | 18 | A 2/4 | 18 | A 2/4 | 18 | A 2/4 | 16 | A 2/4 | 18 |

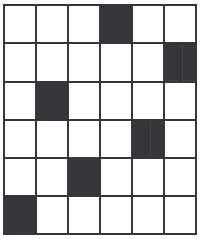
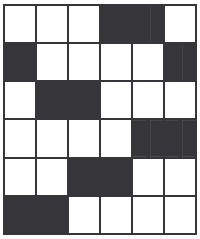
*Tab.11 Popis vzorků s vazbou plátnovou*

| Základní vazba | Typ a popis vazby | Zakreslení vazby vaznými body | Zápis vazby 4typy pórů | Velikost střídy vazby | Počet jednotlivých vazných bodů |
|---|---|---|---|---|---|
| Plátnová | - základní $P$ | | 1 1<br>1 1 | 2 x 2 | p1 = 4 |
| | - odvozená, panama $PA\,{}^{3}\!/_{3}$ |  | 3 3 1 3 3 1<br>4 4 3 4 4 3<br>4 4 3 4 4 3<br>3 3 1 3 3 1<br>4 4 3 4 4 3<br>4 4 3 4 4 3 | 6 x 6 | p1 = 4<br>p3a = 8<br>p3b = 8<br>p4 = 16 |
| | - odvozená, ryps podélný $R\,{}^{3}\!/_{3}$ | | 3 3 1 3 3 1<br>3 3 1 3 3 1 | 6 x 2 | p1 = 4<br>p3b = 8 |

*Tab.12 Popis vzorků s vazbou keprovou*

| Základní vazba | Typ a popis vazby | Zakreslení vazby vaznými body | Zápis vazby 4typy pórů | Velikost střídy vazby | Počet jednotlivých vazných bodů |
|---|---|---|---|---|---|
| Keprová | - základní $K\,{}^{1}\!/_{2}(Z)$ |  | 2 2 1<br>2 1 2<br>1 2 2 | 3 x 3 | p1 = 3<br>p2 = 6 |
| | - základní $K\,{}^{1}\!/_{5}(S)$ |  | 1 2 4 4 4 2<br>2 1 2 4 4 4<br>4 2 1 2 4 4<br>4 4 2 1 2 4<br>4 4 4 2 1 2<br>2 4 4 4 2 1 | 6 x 6 | p1 = 6<br>p2 = 12<br>p4 = 18 |
| | - odvozená, kepr zesílený vpravo $K\,{}^{2}\!/_{4}(S)$ |  | 2 2 2 4 4 2<br>2 2 2 2 4 4<br>4 2 2 2 2 4<br>4 4 2 2 2 2<br>2 4 4 2 2 2<br>2 2 4 4 2 2 | 6 x 6 | p2 = 24<br>p4 = 12 |

*Tab.13 Popis vzorků s vazbou atlasovou*

| Základní vazba | Typ a popis vazby | Zakreslení vazby vaznými body | Zápis vazby 4typy pórů | Velikost střídy vazby | Počet jednotlivých vazných bodů |
|---|---|---|---|---|---|
| Atlasová | - základní $A\,{}^{1}\!/_{5}$ |  | 2 4 2 2 4 2<br>4 4 2 2 2 2<br>2 2 4 4 2 2<br>2 2 4 2 2 4<br>4 2 2 2 2 4<br>2 2 2 4 4 2 | 6 x 6 | p2 = 24<br>p4 = 12 |
| | - odvozená, atlas zesílený vpravo $A\,{}^{2}\!/_{4}$ |  | 3 2 2 3 2 2<br>2 4 2 3 1 3<br>1 3 2 4 2 3<br>2 3 2 2 3 2<br>4 2 3 1 3 2<br>3 1 3 2 4 2 | 6 x 6 | p1 = 4<br>p2 = 16<br>p3b = 12<br>p4 = 4 |

V tabulkách 11 až 13 jsou popsány vazby experimentálně proměřovaných tkanin pomocí vazných bodů a pomocí pórových buněk. Dále je uvedena velikost střídy jednotlivých vazeb a počet pórů vyskytujících se v konkrétní vazbě.

## 2.2. MĚŘENÍ

Zkoušení je nutno provádět ve specifickém prostředí, což upravuje norma ISO 139: 1973 Textilie – Normální prostředí pro klimatizování a zkoušení.

Pro zjišťování parametrů plošných textilií je zapotřebí, tak jako u jakéhokoliv materiálu, provést výběr vzorků podle statistických kritérií, které jsou obvykle popsány v každé jednotlivé normě. Systém a způsob odběru vzorků je obecně uveden v normě ČSN 80 00 72 Plošné textilie. Odběr vzorků ke zkouškám. Zkušební vzorky je nutné volit tak, aby reprezentovaly celkovou plochu textilie potřebnou pro experiment. Systém výstřihu jednotlivých vzorků je většinou založen na principu, aby měřený parametr byl zjišťován u takových vzorků, kde se nebudou v žádném směru opakovat stejné nitě, tzn. že všechny vzorky jsou vystřiženy diagonálně ve směru tkaniny z leva doprava minimálně 15 cm od okraje tkaniny.

Každé měření může být i při nastavení specifického prostředí a použití reprezentativních vzorků další faktory. Jsou to vlivy:

- měřícího přístroje (přesnost měření, kalibrace),
- obsluhy (odčítání z rysky kapaliny pro tlakový spád),
- stability prostředí po dobu měření.

## 2.2.1. Zjišťování prodyšnosti

Prodyšnost se zjišťuje pomocí normy ČSN EN ISO 9237 Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií a je definována jako rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo na zkušební vzorek při specifikovaných podmínkách pro zkušební plochu, tlakový spád a plochu.

Princip měřících přístrojů pro zjišťování prodyšnosti spočívá ve vytvoření tlakového spádu mezi dvěma stranami plošné textilie. Tím dojde k protékání vzduchu přes textilii a zaznamenává se rychlost proudu vzduchu za daného tlakového spádu. Jednoduché měřící přístroje se od sebe mohou lišit např. způsobem uchycení vzorku, rozsahem měření, přesností měření, způsobem vytvoření tlakového spádu, způsobem zaznamenávání rychlosti vzduchu apod. Doporučené zkušební podmínky pro oděvní plošné textilie jsou:

- zkušební plocha 20 $cm^2$,
- tlakový spád 100 Pa.

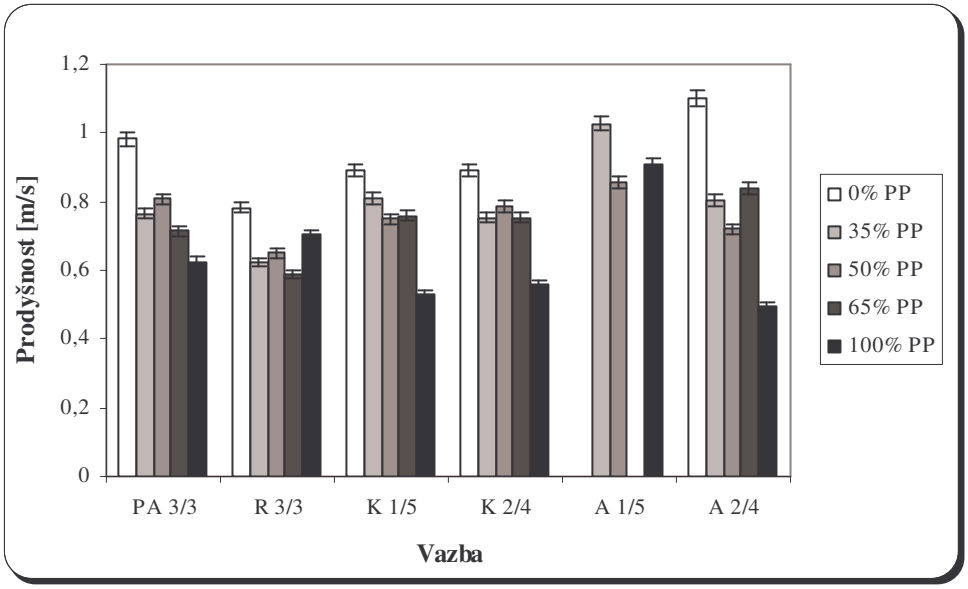
Prodyšnost byla měřena u všech 35 vzorků tkanin na přístroji s plováčkovým průtokoměrem Metefém FF-12/A na katedře textilních materiálů, směrem z líce do rubu, při tlakovém spádu 100 Pa, měřené ploše 20 $cm^2$ a v normálním ovzduší pro zkoušení. Každý vzorek tkaniny byl proměřen 20krát.

*Obr.17 Přístroj pro měření prodyšnosti Metefém FF - 12/A*

Zkouška probíhá tak, že je zkušební vzorek upnut do kruhového držáku přístroje s použitím dostatečného napětí, které brání vzniku záhybů. Upnutá plocha textilie nesmí být deformována. Po zapnutí přístroje, který nasává vzduch přes zkušební vzorek a po dosažení ustálených podmínek se zaznamená průtok vzduchu. Zkouška se opakuje u dalších vzorků za stejných podmínek.

Z naměřených hodnot průtoku vzduchu (příloha 1 tab.P1) se vypočítá prodyšnost vzduchu podle vztahu 1. Takto získaná data jsou následně statisticky zpracována. Je ověřena homogenita a normalita dat. Stanoveny jsou základní statistické ukazatele pro malý výběr (průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient

a 95% konfidenční interval). Všechny zjištěné hodnoty jsou uvedeny v příloze 1 tabulka P2.




*Obr.18 Graf experimentálně zjištěné prodyšnosti*

Na grafu obrázku 18 je zobrazena experimentálně zjištěná prodyšnost pro vybrané experimentální tkaniny o různých vazbách v pěti směsových poměrech 100% CO, 65% CO / 35% PP, 50% CO / 50% PP, 35% CO / 65% PP, 100% PP. Hodnoty prodyšnosti se zvyšujícím se poměrem polypropylenu se snižují.

Zjištěné hodnoty prodyšnosti budou podrobněji diskutovány v následujícím textu.

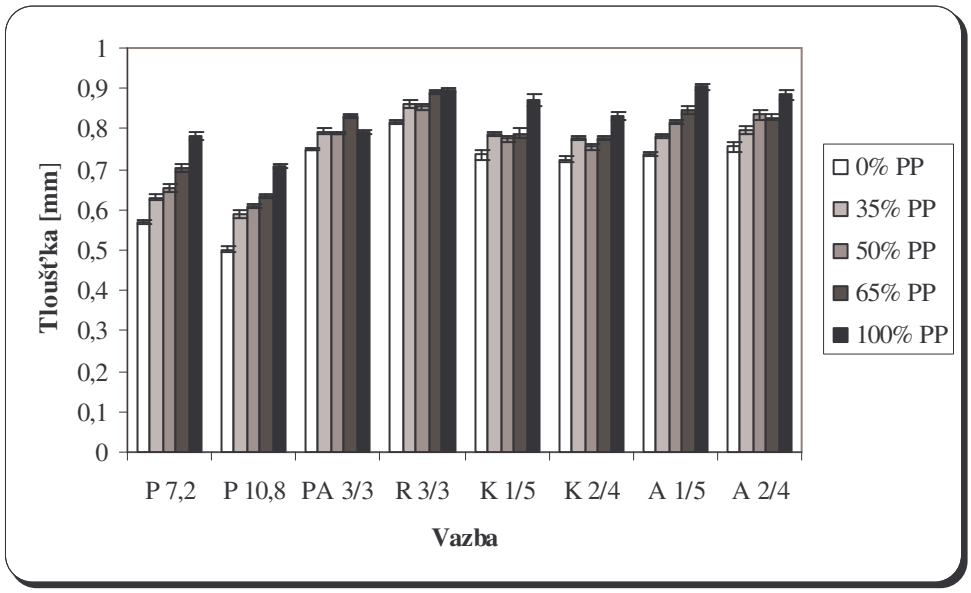
## 2.2.2. Měření tloušťky

Tloušťka se zjišťuje podle normy ČSN EN ISO 5084 Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků, kde je tloušťka definovaná jako kolmá vzdálenost mezi dvěma definovanými deskami, přičemž na textilii působí tlak 1kPa nebo nižší.

Podstatou zkoušky je měření zkoušky jako ve vzdálenosti mezi základní deskou, na které je vzorek umístěn a paralelním kruhovým přítlačným kotoučem, který vyvíjí specifikovaný přítlak na zkoušenou plochu textilie.

Tloušťka byla měřena 10krát u všech zkušebních vzorků (tzn. stejná vazba a směsový poměr) na Tloušťkoměru FF-27 v laboratoři na katedře textilních materiálů. Po očištění základní desky je zkontrolován přítlačný kotouč (musí se volně pohybovat) a je nastaven tak, aby působil stanoveným přítlakem 1kPa na základní desku od nuly. Zkušební vzorek se bez napětí a deformace umístí na základní desku tak, aby měřená plocha textilie ležela středem na jejím středu. Přítlačný kotouč se pomalu spustí na vzorek a po 30 s se odečte údaj měřidla a zaznamená se kolmá vzdálenost mezi deskami.

Získaná data jsou statisticky zpracována. Je ověřena homogenita a normalita dat. Jsou stanoveny základní statistické ukazatele pro malý výběr (průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient a 95% konfidenční interval). Výsledné hodnoty experimentálně zjištěné tloušťky jsou uvedeny v příloze 1 tabulka P3 .




*Obr.19 Graf experimentálně zjištěné tloušťky*

Graf na obrázku 19 znázorňuje experimentálně naměřené hodnoty tloušťky tkaniny v závislosti na vazbě jednotlivých vzorků tkaniny v pěti různých hmotnostních poměrech vlákenného materiálu. Hodnota tloušťky tkaniny se zvětšuje se zvětšujícím se poměrem polypropylenu. Jak je vidět z grafu, tloušťka tkaniny je závislá na průměru osnovních a útkových nití. Průměr příze je ovlivněn objemovou hmotností vláken. Nepravidelně vzrůstající hodnota tloušťky u jednotlivých vzorků s různým provázáním a hmotnostním poměrem PP je ovlivněna nestejnoměrným průměrem příze způsobeným hmotnostním směsováním a hustotou provázání nití, tedy dostavou a vazbou.

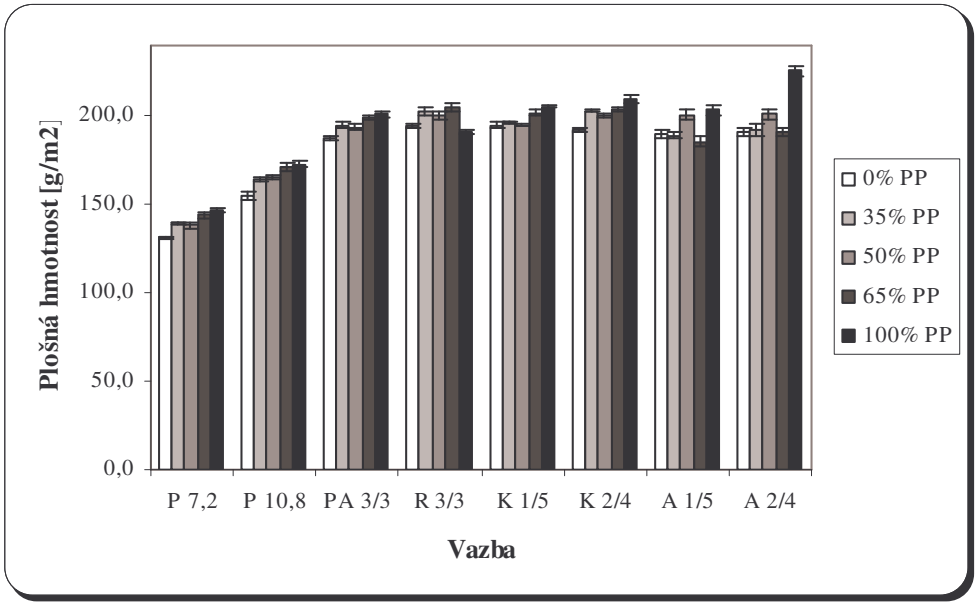
Ryps v poměru 100% PP má dostavu 14,4 nití na cm a atlas 1/5 a 2/4 v poměru 65% PP má dostavu 16 nití/cm místo 18 nití na cm.

## 2.2.3. Měření plošné hmotnosti

Plošná hmotnost je měřena podle české verze evropské normy EN 12 127: 1997 Textile. Plošné textilie. Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků. V normě je plošná hmotnost definovaná jako hmotnost známé plochy plošné textilie, vztažené k této ploše a je vyjádřená v gramech na čtverečný metr.

Pomocí nůžek bylo vystřiženo 10 kusů vzorků o rozměru 10cm$^2$ od každého typu tkaniny, tj. různé typy vazeb v pěti směsových poměrech bavlna/ polypropylen. Následně byl každý vzorek zvážen na laboratorních vahách na katedře textilních technologií a hodnota zaznamenána. Výsledky plošné hmotnosti každého vzorku jsou vyjádřeny v gramech na metr čtverečný, po přepočtení podle vztahu 54. Statistické zpracování dat bylo provedeno stejným způsobem jak je uvedeno v předchozích kapitolách.

Naměřené a statisticky zpracované hodnoty plošné hmotnosti jsou uvedeny v příloze 1 tabulka P4.




*Obr.20 Graf experimentálně zjištěné plošné hmotnosti*

Na obrázku 20 jsou zobrazeny všechny experimentálně naměřené hodnoty plošné hmotnosti. Plošnou hmotnost ovlivňuje nejen směsový podíl vláken použitý ve tkanině, ale také vazba, tedy počet a rozmístění jednotlivých typů pórů v měřeném (váženém) vzorku a také dostava.

Plošná hmotnost bude ještě podrobněji zmíněna v následujícím textu.

## 2.2.4. Stanovení dostav

Dostavy byly zjišťovány podle normy ČSN EN 1049-2 Textilie. Tkaniny. Konstrukce. Metody analýzy. Část 2: Stanovení dostavy.

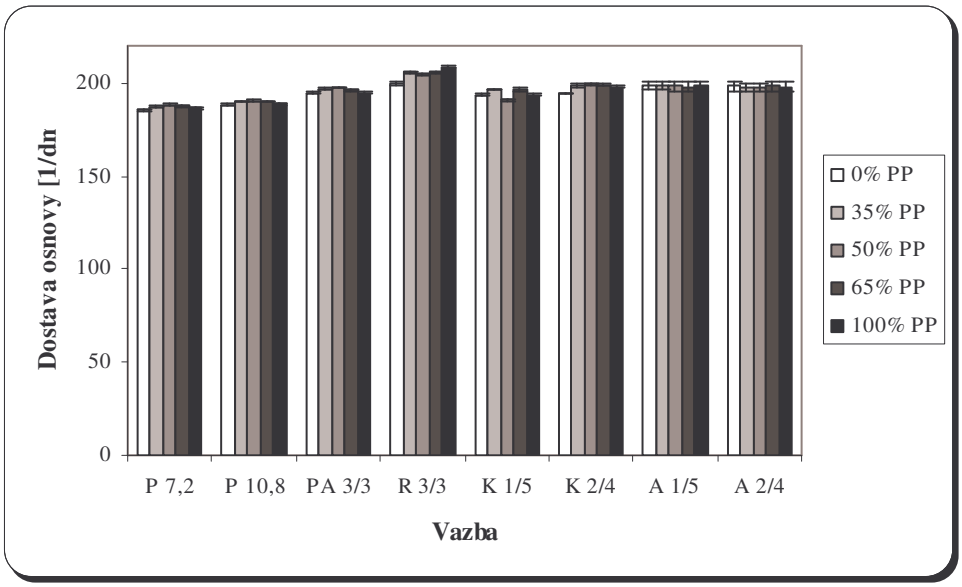
Existují tři metody pro určování dostavy v tkaninách a to:

- vypáráním tkaniny. Tento způsob je vhodný pro všechny druhy tkanin. Jedná se o nejnáročnější metodu, ale má méně omezení než ostatní metody, proto je nejčastěji doporučována.
- pomocí zařízení pro stanovení dostavy, kterým je textilní lupa. Tato metoda je vhodná pro tkaniny s více jak 50 nitěmi na centimetr.
- za pomoci rastrového zařízení pro stanovení dostavy. Tento postup je vhodný pro všechny tkaniny bez omezení.

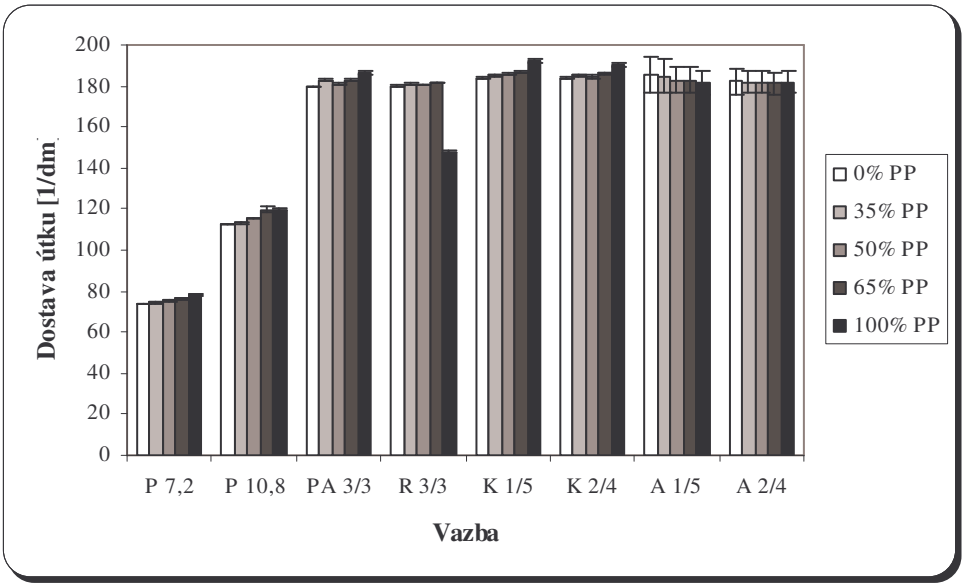
Každou z těchto metod je možno použít, přičemž volba závisí na druhu tkaniny, stejně jako minimální zkoušená délka.

Zjišťování dostav bylo provedeno první metodou, přímo počítáním nití na vzorku. Z připravených vzorků tkanin o rozměru 10 $cm^2$ je vypáráno 1-2cm útkové nitě a za použití dvou preparačních jehel je spočítán počet nití osnovních a opačně. Dostava tkaniny se spočítá v obou směrech na 10 vzorcích u každého typu tkaniny.

Získané hodnoty dostavy na 10 cm jsou statisticky zpracovány pro osnovu i pro útek a jsou uvedeny v tabulce P5 a P6 přílohy 1.




*Obr.21 Graf experimentálně zjištěné dostavy osnovy*




*Obr.22 Graf experimentálně zjištěné dostavy útku*

Grafy, které jsou uvedeny na obrázku 21 a 22 znázorňují vypočítané průměry dostav osnovních a útkových nití pro tkaniny různých vazeb v jednotlivých směsových podílech. Počet jednotlivých nití v dostavách je u tkanin ve stejných vazeb ve všech podílech CO/PP porovnatelný, kromě vzorků u nichž byla dostava z důvodu výrobnosti snížena (označených v kapitole 2.1.3 tabulka 10).

## 2.3 Hodnocení prodyšnosti

Každý textilní výrobek je zhotoven z vlákenného materiálu. Tkaniny použité v této práci jsou vytkány ze staplových přízí o jemnosti 45 tex ze dvou druhů vláken, bavlny a polypropylenu. Každé vlákno má své charakteristické vlastnosti, které ovlivňují konečný výrobek, v tomto případě tkaninu, tedy i její plošnou hmotnost, dostavu i prodyšnost.

### 2.3.1 Prodyšnost a další faktory ovlivňující tuto vlastnost v závislosti na použitém materiálu a typu vazby

Jedním z parametrů ovlivňující prodyšnost je materiálové složení příze. V experimentu jsou porovnány tkaniny vyrobené z příze 45 tex v pěti směsových podílech bavlny a polypropylenu. Jak je vidět na obrázku 18 prodyšnost se se zvyšujícím poměrem polypropylenu snižuje. To je způsobeno rozdílnou substanční objemovou hmotností. Přepočet objemových hmotností u jednotlivých vlákenných poměrů je uveden v tabulce 9. Tyto hodnoty byly získány přepočtem dle vztahu 17.

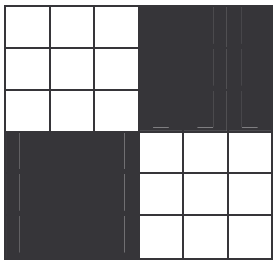
Pro nalezení závislosti mezi prodyšností a použitým směsovým materiálem v jednotlivých vazbách byli zkonstruovány grafy. Na následujících obrázcích jsou uvedeny grafy experimentálně zjištěné prodyšnosti u vzorků tkanin, které splňovali požadované vstupní parametry:

- jemnost příze 45 tex,
- dostava 18 nití na cm,
- střída vazby 6 x 6 nití.

#### 2.3.1.1 Vazby se stejným stupněm provázání

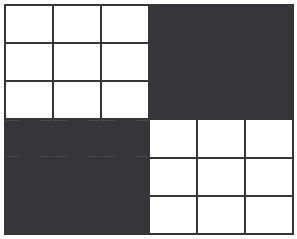
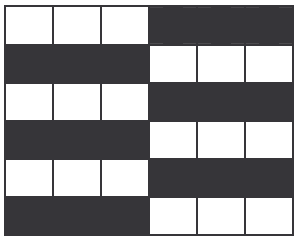
Z hlediska prodyšnosti se na vazbu pohlíží jako na soubor jednotlivých strukturních pórových buněk. Na obrázku jsou rozkresleny vazby ryps 3/3 a panama 3/3 a uveden počet jednotlivých pórů v těchto vazbách.

*Tab.14 Porovnání počtu pórových buněk vybraných vazeb*

| | |
|---|---|
| <br>**R 3/3** |  <br>**PA 3/3** |
| p1 = 4<br>p3b = 8 | p1 = 4<br>p3a = 8<br>p3b = 8<br>p4 = 16 |

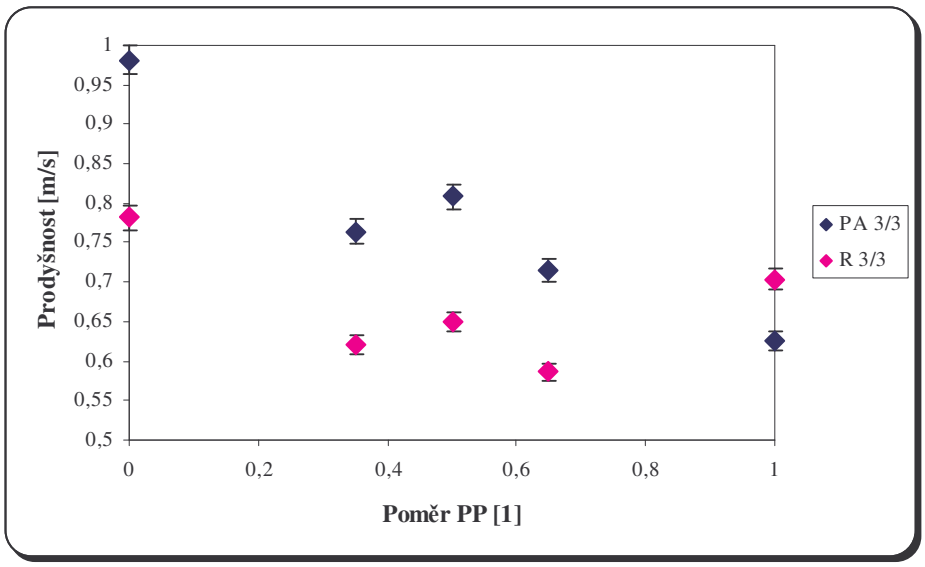
V tabulce 14 je vidět, že obě vazby mají podobně provazující útkovou nit ve střídě vazby, o tom svědčí i stejný počet pórových buněk ***p1*** a ***p3b***. Navíc vazba P 3/3 obsahuje póry typu ***p3a*** a velký počet otevřených pórů ***p4***. V další tabulce 15 jsou pro porovnání rozkresleny obě vazby do střídy vazby 6 x 6 nití.

*Tab.15 Počet průchodů osnovy a útku z lícu na rub a zpět*

| Typ vazby | Vazby tkanin zakreslené do střídy vazby 6 x 6 | ***ppo*** v celé střídě 6 x 6 | ***ppu*** v celé střídě 6 x 6 |
|---|---|---|---|
| $PA\ 3/3$ |  | 6 osnovních nití<br>x<br>2 průchody líc – rub<br><br>= 12 | 6 útkových nití<br>x<br>2 průchody líc – rub<br><br>= 12 |
| $R\ 3/3$ (3x) |  | 6 osnovních nití<br>x<br>6 průchody líc – rub<br><br>= 36 | 6 osnovních nití<br>x<br>2 průchody líc – rub<br><br>= 12 |

Útková nit má ve střídě vazby 6 x 6 stejně dlouhé volné úseky, tzv. flotáže jak bylo uvedeno v kapitole 1.2.1.2, u obou vazeb. Osnovní nit v případě panamy provazuje přes tři útkové nitě, stejně jako útková nit provazuje osnovu. V případě rypsu je osnova prochází kolem každé útkové nitě.

Mluvíme zde o zakřížených a nezakřížených úsecích tkaniny. Míra provázání je charakterizována stupněm provázání $f$, který má hodnotu 3 u obou uvedených vazeb podle vztahu 36. Hodnotu neprovázanosti vystihuje opravný činitel $f^m$, který je u PA 3/3 1,64 a u R 3/3 1,49.



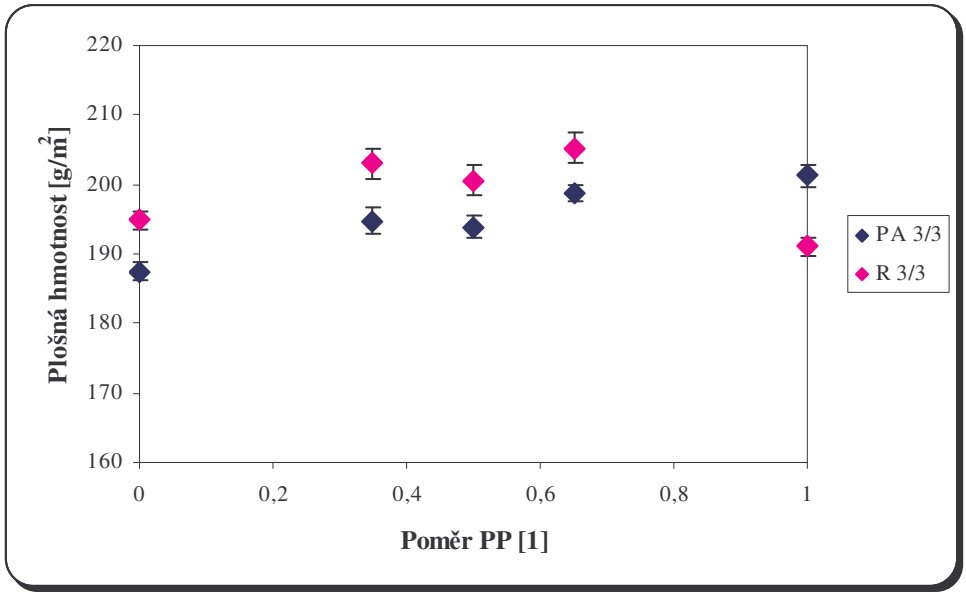

*Obr.23 Závislost prodyšnosti na směsovém podílu a vazbě*

Na obrázku 23 je vidět závislost prodyšnosti na odvozených vazbách plátnových v jednotlivých poměrech PP. Jedná se o vzorky panamy a rypsu ve všech pěti směsových podílech CO/PP.

Na ose ***x*** je vynesen podíl polypropylenu použitý v osnově i útku jednotlivých vzorků tkanin. Na ose ***y*** jsou vyneseny hodnoty experimentálně zjištěné prodyšnosti. U obou vazeb hodnoty prodyšnosti s přibývajícím poměrem polypropylenu klesají. Jak je vidět, obě vazby mají velmi podobný průběh. U uvedených vazeb je prokázána statisticky významná závislost.

Hodnota prodyšnosti vazby rypsové u 100% PP je vychýlena z důvodu výchozích hodnot dostavy útku. Tento vzorek vazby je zhotoven s dostavou útku 16. Na tomto případě je vidět, že dostava ovlivňuje velikost mezinitných pórů v tkanině a tedy i prodyšnost.

Na této dvojici vazeb je možno interpretovat i průběh plošné hmotnosti tkaniny. Hmotnost tkaniny je závislá na jemnosti nití použitých ve tkanině, dostavě a vazbě.



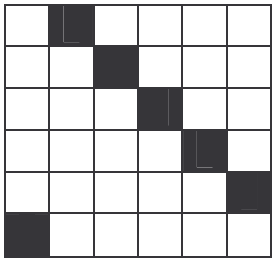
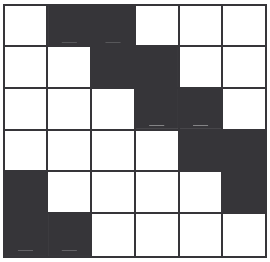

*Obr.24 Závislost plošné hmotnosti na poměru PP a vazbě*

Obrázek 24 znázorňuje grafickou závislost plošné hmotnosti na směsovém poměru CO/PP u PA 3/3 a R 3/3. Obě vazby mají podobný průběh. Se zvyšujícím se podílem polypropylenu se mírně zvyšuje i hmotnost tkaniny. Lze konstatovat, že teoretická souvislost mezi plošnou hmotností, dostavou a směsovým CO/PP přízí byla experimentálně ověřena. Panama, která má méně provazujících osnovních a útkových nití ve střídě 6 x 6 vykazuje výrazně nižší plošnou hmotnost v porovnání s rypsem. Počet zakřížení osnovních nití rypsové vazby ve shodné velikosti střídy je třikrát menší (tab.15).

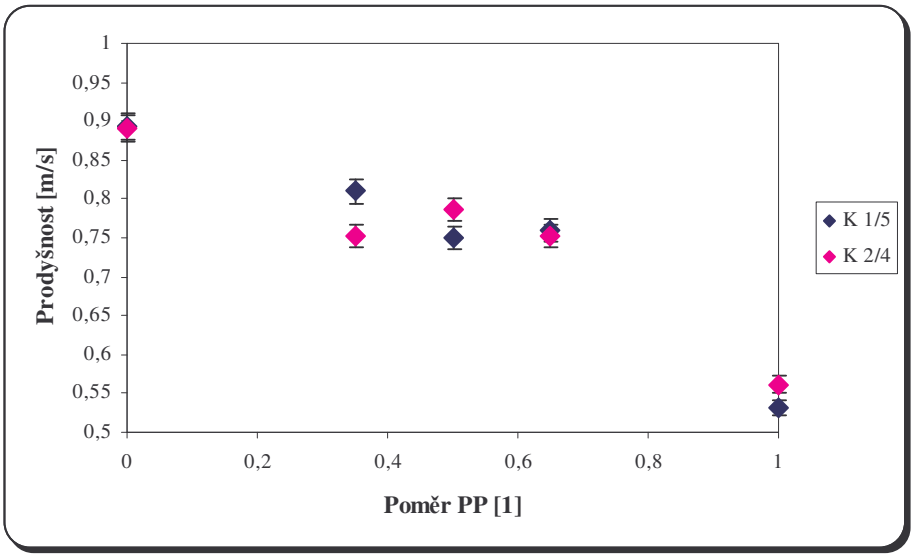
### 2.3.1.2 Vazby se stejnou hodnotou opravného činitele

Dvojice tkanin s vazbou K 1/5 a K 2/4 mají stejně velikou střídu vazby a jejích hodnoty stupně provázanosti $f$ i opravného činitele $f^m$ jsou stejné (3 a 1,535).

*Tab.16 Porovnání počtu pórových buněk vybraných vazeb*

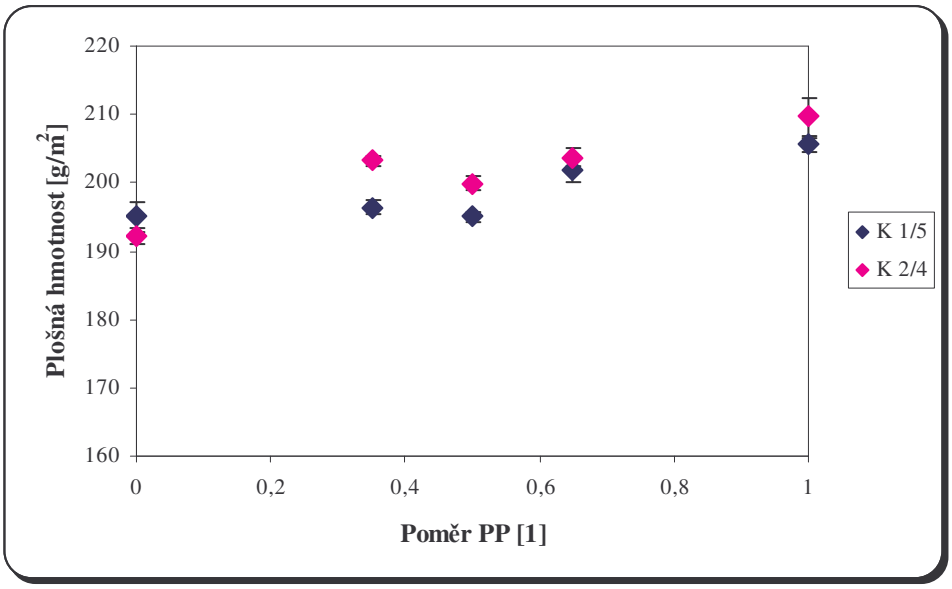
| | |
|---|---|
|  |  |
| **K 1/5 (S)** | **K 2/4 (S)** |
| p1 = 6<br>p2 = 12<br>p4 = 18 | p2 = 24<br>p4 = 12 |

Rozdílem těchto vazeb je různý počet mezinitných pórů, jak je uvedeno v tabulce 16. Vazba K 1/5 má oproti K 2/4 více otevřených pórů ***p4*** a zároveň obsahuje i póry nejvíce uzavřené, kterými jsou póry ***p1***. Průběh prodyšnosti těchto vazeb je uveden na následujícím obrázku 25.




*Obr.25 Závislost prodyšnosti na poměru PP a vazbě*

Grafické porovnání vzorků tkanin s keprovou vazbou základní a zesílenou vypovídá o silné závislosti prodyšnosti na vlákenném podílu PP ve zkoušených vzorcích. Opět je možné říci, že se vzrůstajícím podílem polypropylenu klesá naměřená hodnota prodyšnosti. Průběh hodnot je u obou vazeb velmi podobný.



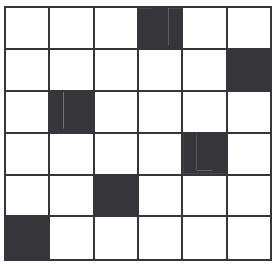
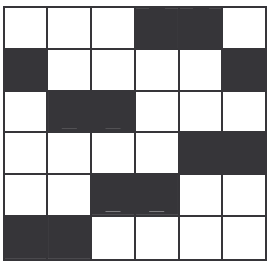

*Obr.26 Závislost plošné hmotnosti na poměru PP a vazbě*

Obrázek 26 vypovídá o vztahu mezi plošnou hmotností a podílem PP u těchto keprových vazeb. Se zvyšujícím se podílem polypropylenu ve vzorku tkaniny dochází ke zvýšení hmotnosti tkaniny. Hodnota plošné hmotnost v jednotlivých poměrech PP kopíruje hodnoty experimentálně zjištěného průměru příze (příloha 4 obr.P4)

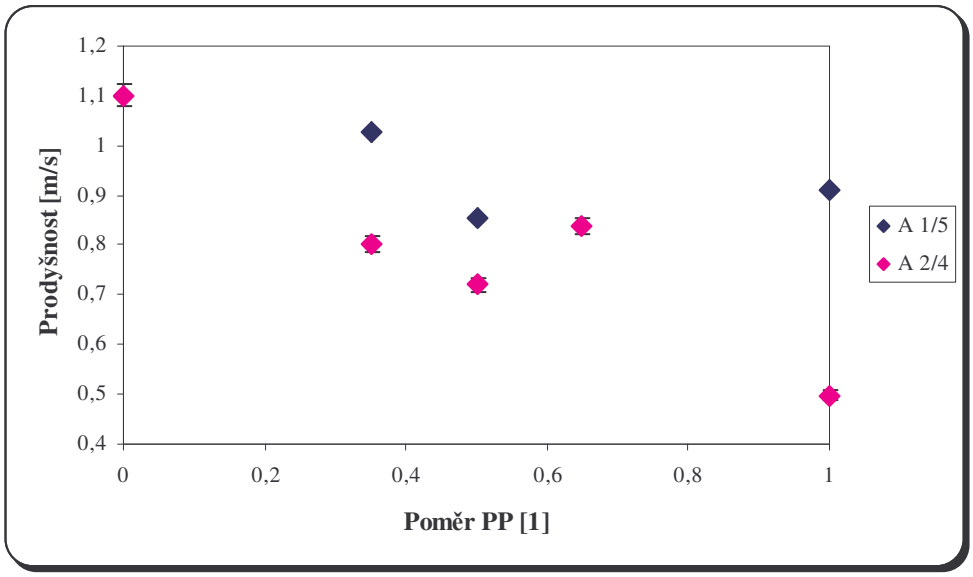
K 2/4 má plošnou hmotnost vyšší než K 1/5 díky větší hustotě dostavy.

Další dvojicí, která má stejnou hodnotu opravného činitele, jsou vazby atlasové. Jedná se o atlas šestivazný a zesílený. V tabulce 17 jsou tyto dvě vazby porovnány, co se týče střídy vazby a počtu pórových buněk.

*Tab.17 Porovnání počtu pórových buněk vybraných vazeb*

| | |
|---|---|
|  |  |
| **A 1/5** | **A 2/4** |
| p2 = 24<br>p4 = 12 | p1 = 4<br>p2 = 16<br>p2 = 12<br>p4 = 4 |

Přidáním jednoho osnovního vazného bodu vpravo k atlasu základnímu, dojde k mnohem většímu rozdílu prodyšností než u předchozího porovnávaného základního a zesíleného kepru na obrázku 25.



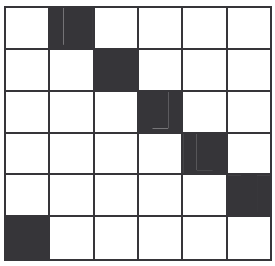
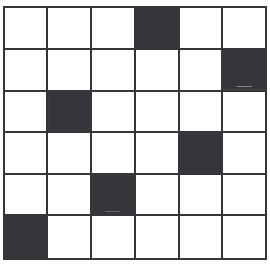

*Obr.27 Graf prodyšnosti vybraných vazeb v závislosti na směsovém poměru*

Na tomto grafu (obr.27) je vidět porovnání prodyšnosti u základní a odvozené atlasové vazby. Atlasové vazby mají oproti ostatním vazbám vyšší prodyšnost díky dlouhým flotujícím úseků. Základní atlasová vazba má ve střídě vazby jen jeden provazující bod na každém řádku i sloupku střídy vazby. Ostatní nitě jsou volné, tudíž flotující. V popisu vazby dle typů pórů převažují póry typu ***p4***. To má za následek průchod většího množství vzduchu oproti ostatním vazbám a to i oproti právě porovnávanému atlasu zesílenému. Při porovnávání je nutné vzít v úvahu výchozí parametry zkoušených vzorků uvedených v tabulce 10.

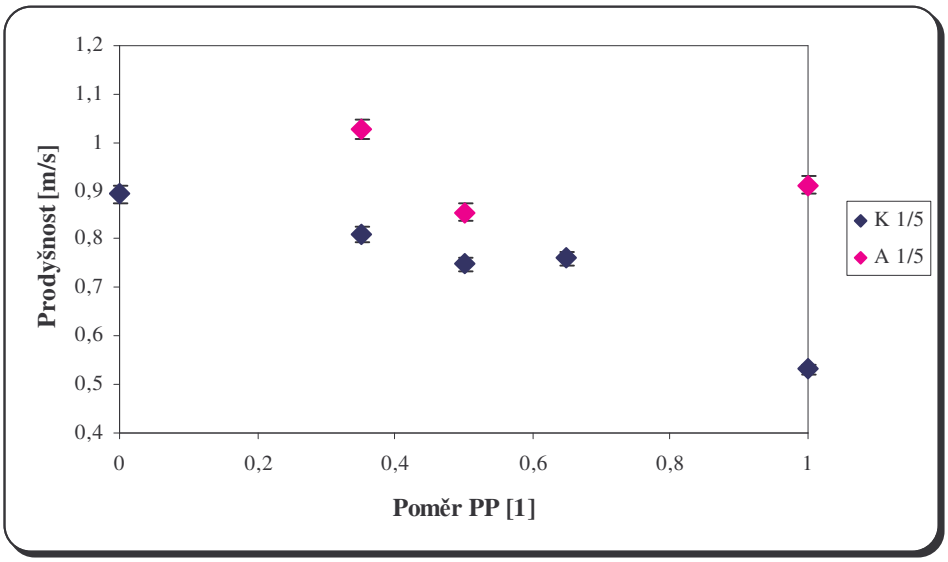
### 2.3.1.3 Vazby se stejným počtem vazných bodů

Nitě v jednotlivých vazbách jsou různě provázané, jak je uvedeno v kapitole 1.2.1. Střídu vazby tvoří osnovní i útkové vazné body, které jsou určitým způsobem uspořádané.

*Tab.18 Porovnání počtu pórových buněk vybraných vazeb*

| | |
|---|---|
|  |  |
| **K 1/5 (S)** | **A 1/5** |
| p1 = 6<br>p2 = 12<br>p4 = 18 | p2 = 24<br>p4 = 12 |

Tkaniny s vazbou K 1/5 a A 1/5 mají stejný počet vazných bodů a stupeň provázání *f* (3). Vzájemné uspořádání vazných bodů ve střídě vazby uvedených typů tkanin vytváří různě dlouhé neprovázané úseky. Hodnota opravného činitele je menší u K 1/5. Vazby nemají stejný počet jednotlivých typů pórových buněk, díky uspořádání vazných bodů, jak je uvedeno v tabulce 18.



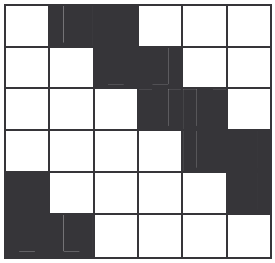
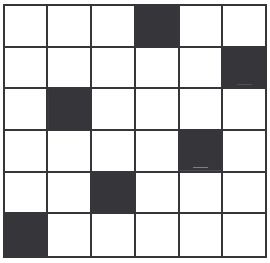

*Obr.28 Závislost prodyšnosti na poměru PP a vazbě*

Obrázek 28 popisuje závislost prodyšnosti na poměru PP a vazbě. Jedná se o dvě základní vazby útkové - kepr a atlas, s velikostí střídy 6 x 6 nití. Prodyšnost s nárůstem polypropylenu klesá. Hodnota prodyšnosti atlasu není změřena v poměru PP 0 a 0,65 požadované dostavě 18 nití na cm. Vzorky byly vytkány s dostavou 16 nití na cm a při měření prodyšnosti se nevešly do kapacity 8000/hod při tlakovém spádu 100 Pa.

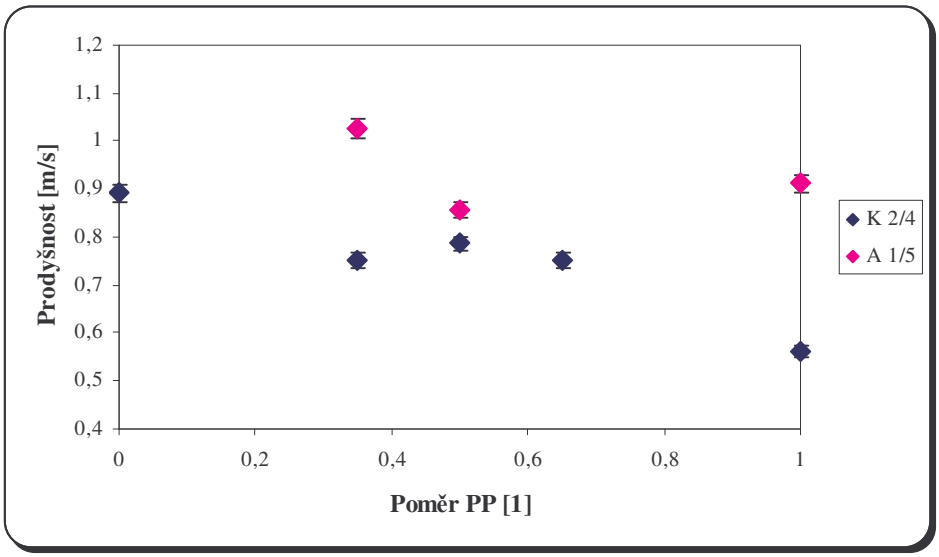
### 2.3.1.4 Vazby se stejným počtem pórů

Každá vazba má podle velikosti střídy a způsobu vzájemného provázání osnovních a útkových nití určitý počet jednotlivých typů pórů podle Backera, jak je uvedeno v kapitole 1.1.1.

*Tab.19 Porovnání počtu pórových buněk vybraných vazeb*

| | |
|---|---|
|  **K 2/4 (S)** |  **A 1/5** |
| p2 = 24<br>p4 = 12 | p2 = 24<br>p4 = 12 |

V tabulce 19 je vidět, že obě vazby mají stejný počet pórových buněk, konkrétně 6 osnovních a 30 útkových. Rozdílné je rozmístění těchto pórů ve vazbě, což ovlivňuje délku neprovázaného úseku nitě. Atlasová vazba má delší neprovázané úseky (přes pět nití), proto i hodnota opravného činitele je u této vazby vyšší, tedy 1,586 oproti 1,535. Počet průchodů nití z líce na rub a opačně je stejný, proto i stupeň provázání je stejný.




*Obr.29 Graf prodyšnosti vybraných vazeb v závislosti na směsovém poměru*

Vztah mezi prodyšností tkanin s vazbou K 2/4 a A 1/5 v závislosti na poměru PP je znázorněn na obrázku 29. Prodyšnost má opět klesající průběh směrem k zvyšujícímu se poměru polypropylenových vláken v přízi tkaniny z nichž je tato tkanina vytkána.

**Souhrnná diskuze**

Výchozím parametrem pro hodnocení prodyšnosti tkaniny je velikost, tvar a uspořádání mezivlákenných pórů. Velikost těchto pórů je dána použitým vlákenným, materiálem a dostavou. Tvar póru a jejich uspořádání je dáno vazbou.

Vzorky tkanin v různých směsových poměrech bavlny a polypropylenu (100% CO, 65% CO / 35% PP, 50% CO / 50% PP, 35% CO / 65% PP, 100% PP) a různých vazbách byly proměřeny postupem v kapitole 2.2. Zjištěné hodnoty prodyšnosti, tloušťky tkaniny, plošné hmotnosti, dostavy osnovy a útku byly následně statisticky zpracovány (příloha 1).

Vlákenný materiál ovlivňuje vlastnosti příze a vlastnosti příze tkaninu. Zkoušené tkaniny vyrobené ze staplových přízí typu CO/PP byly směsovány hmotnostně na jemnost příze 45 tex. Polypropylen je podstatně lehčí vlákenný útvar než bavlna, jak je uvedeno v tabulce 9. Se zvyšujícím se poměrem PP se zvyšuje i průměr efektního průměru příze (příloha 4 obr.P4). Vliv použitého materiálu je odvozen i pro další charakteristiky proměřované tkaniny.

Experiment prokázal, že se zvyšujícím se podílem polypropylenu při stejné výchozí jemnosti příze, dostavě tkaniny a vazbě se zvyšuje tloušťka tkaniny (kapitola 2.2.2) a plošná hmotnost (kapitola 2.2.3). Naopak proměřovaná prodyšnost tkanin se s přibývajícím poměrem polypropylenu snižovala. Platí tedy, čím větší zaplnění póru tím menší propustnost vzduchu.

Pro podrobnější hodnocení prodyšnosti z hlediska vazby byly dále porovnávány dvojice vazeb ve všech uvedených směsových podílech s podobnými strukturálními charakteristikami vhodnými vždy pro jednotlivá srovnání.

Všechny vazby byly vyjádřeny pomocí osnovních a útkových vazných bodů a stanoveny počty jednotlivých 4 typů pórů podle Backera (kapitola 1.1.1). Dále byl vypočten stupeň provázání dle vztahu 36 a opravný činitel charakterizující délku neprovázaného úseku byl stanoven podle tabulky 2.

Panamová vazba PA 3/3 patří mezi vazby s nejvyšším počtem neprovázaných úseků, má tedy nejvíce otevřených pórů, tzn. pórů ***p4.*** Tyto póry vykazují nejvyšší propustnost vzduchu, proto i prodyšnost je u tkanin s větším počtem těchto pórů vyšší.

Rypsová vazba R 3/3 v porovnání s panamovou má 3krát větší míru provázání osnovních nití. Více provázaná tkanina znamená méně otevřených pórů (typu ***p4***) a menší prodyšnost (obr. 23).

Keprová vazba K 1/5 v tkanině vykazuje silné úhlopříčné řádkování, její vazné body se dotýkají. Má delší neprovázané úseky nití tzv. flotáže. Delší flotáž znamená otevřenější strukturu tkaniny a zároveň klesá rozměrová stabilita tkaniny. V porovnání s keprem zesíleným K 2/4 (přidán jeden osnovní vazný bod vpravo) na prodyšnosti mnoho nezměnilo. Průběh hodnot prodyšnosti obou vazeb je podobný a klesá se vzrůstajícím podílem polypropylenu (obr.25).

Atlasová vazba A 1/5 nemá výrazné šikmé řádkování jako vazby keprové, její vazné body jsou pravidelně rozloženy vzájemně se nedotýkají. Tato vazba patří mezi vazby s nejnižší provázaností nití, má nejvolnější strukturu. V porovnání s K 1/5 má A 1/5 delší neprovázané úseky nití, větší možnost vytváření nových a větších pórů (podsouváním nití pod sebe) vzniklých působením průtoku vzduchu skrz tkaninu a tím větší prodyšnost.

V experimentu byl prokázán vliv použité vazby na prodyšnost. Způsob provázání osnovních a útkových nití ovlivňuje tvar mezinitného póru. Větší počet otevřených pórů typu ***p3*** a ***p4*** ve střídě vazby znamená větší prodyšnost. Způsob rozmístění vazných bodů ve střídě vazby má vliv na délku neprovázaných úseků ve střídě vazby. Delší neprovázaný úsek vykazuje větší prodyšnost.

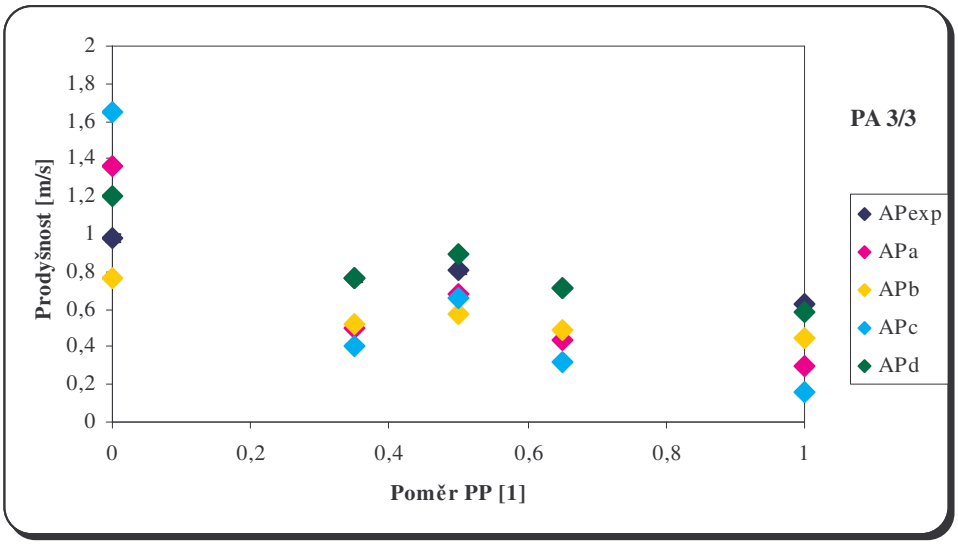
## 2.3.2 Predikce prodyšnosti

Prodyšnost je definovaná jako množství vzduchu, které projde při určitém tlakovém spádu zkoušenou plochou textilie. Je jí možno změřit způsobem popsaným v kapitole 2.2.1 a nebo predikovat dle vztahů uvedených v kapitole 1.3.

V této práci je pro výpočet prodyšnosti použit zjednodušený 3-D model Havrdové vycházející z plošného zakrytí tkaniny, který je popsán v první části této práce v kapitole 1.3. Hodnoty zjištěného plošného zakrytí jsou uvedeny v příloze 5 tabulka P9. Model zanedbává porozitu uvnitř přízí. Dle doporučení autorky je vhodný pro relativně volně tkané materiály a je možno zanedbat pro zjednodušení i zploštění vazných bodů. Z tohoto důvodu je pro výpočet použit efektivní průměr příze zjištěný experimentálně na základě analýzy volné příze viz. tabulka 9.

Všechny zjištěné hodnoty predikované i experimentální jsou uvedeny v příloze 5 tabulka P10.

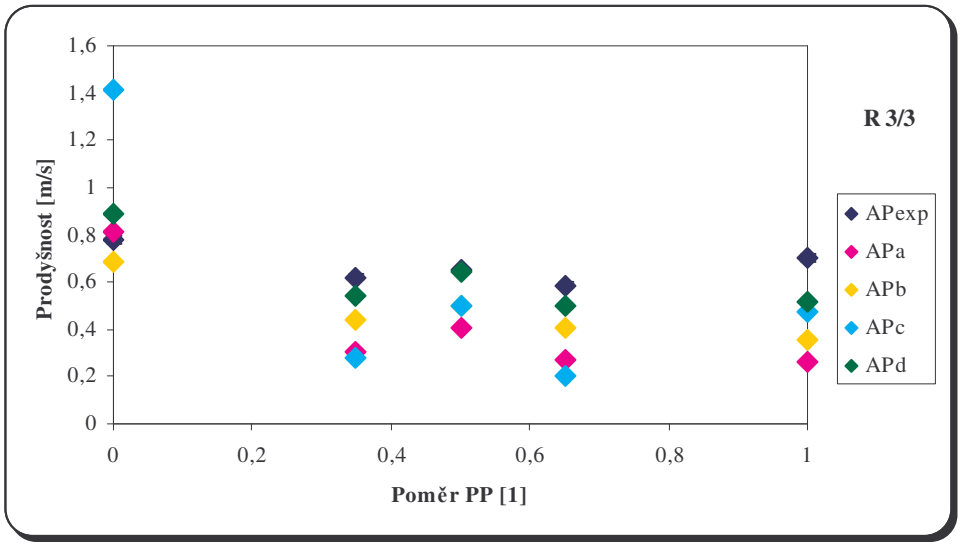
Predikované hodnoty prodyšnosti v jednotlivých podílech polypropylenu jsou s hodnotami prodyšnosti naměřenými porovnány v následujícím textu.




*Obr.30 Prodyšnosti v závislosti na podílu PP*

Na obrázku 30 je zobrazena prodyšnost experimentální s teoretickou u vzorků tkanin s vazbou PA 3/3 v závislosti na směsovém podílu. Naměřená hodnota prodyšnosti zrcadlově kopíruje v jednotlivých podílech polypropylenu efektivní průměr nitě. Tzn., že hodnota prodyšnosti se zvětšujícím se průměrem příze klesá.

Jak již bylo řečeno, rozhodujícím faktorem pro zvolení modelu prodyšnosti A-D je plošné zakrytí tkaniny. Kromě tkanin ze 100% CO, které podle plošného zakrytí určuje použití modelu predikce ***APc***, pro ostatní poměry PP by měl být vhodný model ***APd***. Z grafu vyplývá, že se model ***APd*** skutečně blíží nejvíce hodnotám experimentálním.

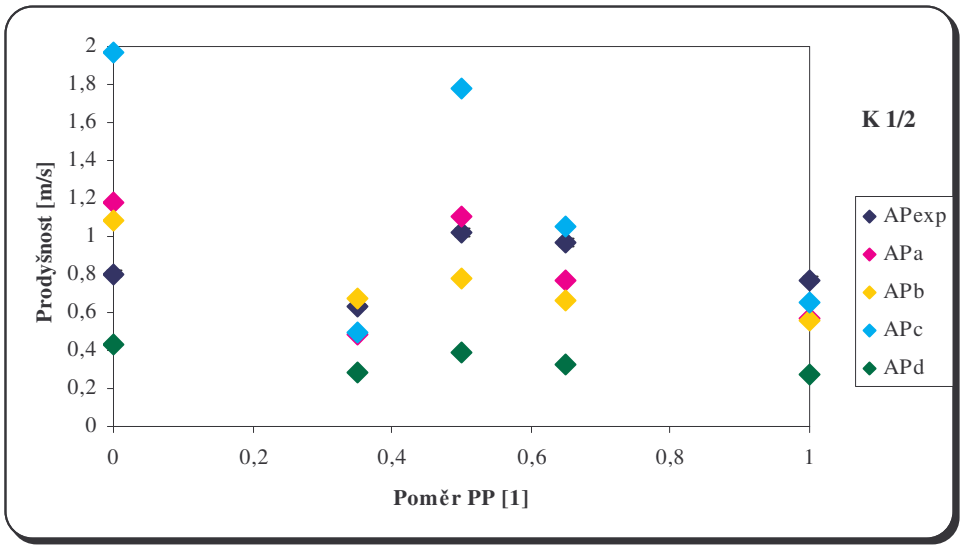



*Obr.31 Prodyšnosti v závislosti na podílu PP*

Obrázek 31 znázorňuje grafickou závislost jednotlivých hodnot prodyšností na směsovém poměru CO/PP u vazby R 3/3. Se zvyšujícím se podílem polypropylenu se mírně snižuje prodyšnost tkaniny.

Hodnoty prodyšnosti vazby rypsové u 100% PP jsou mírně vychýleny nahoru z důvodu výchozích hodnot dostavy útku. Tento vzorek tkaniny je zhotoven s dostavou útku 16 nití na centimetr. Při porovnání experimentálně zjištěné prodyšnosti

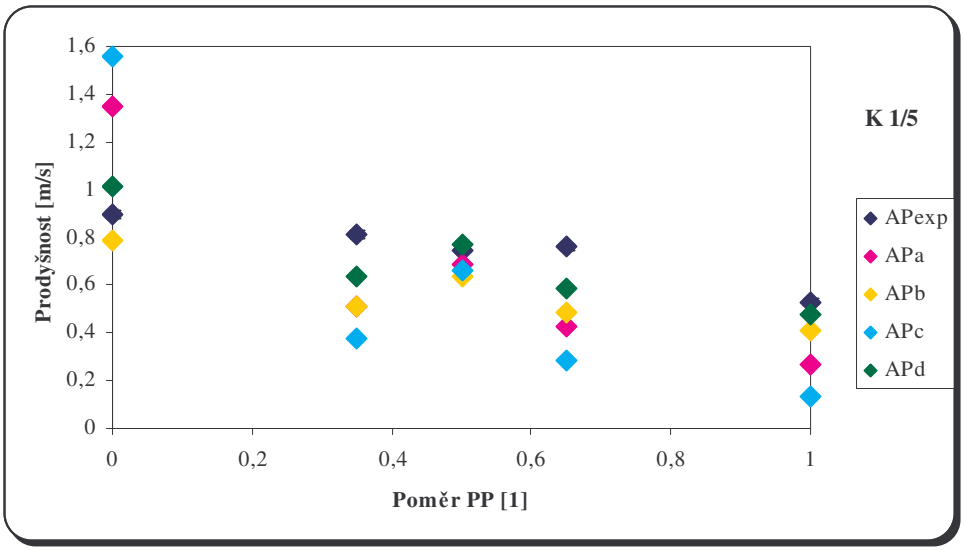
s predikovanou se jeví za použitelný pro odhad kromě vzorku ze 100% bavlny model ***APd***, který ale neodpovídá doporučovanému ***APc*** vycházejícímu z plošného zakrytí.




*Obr.32 Prodyšnosti v závislosti na podílu PP*

Na obrázku 32 je vidět závislost predikované a experimentální prodyšnosti základní vazby keprové o nejmenší střídě vazby na směsovém podílu bavlny a polypropylenu. Tato tkanina neměla stejné výchozí parametry jako je vazba a dostava ve všech směsových podílech.

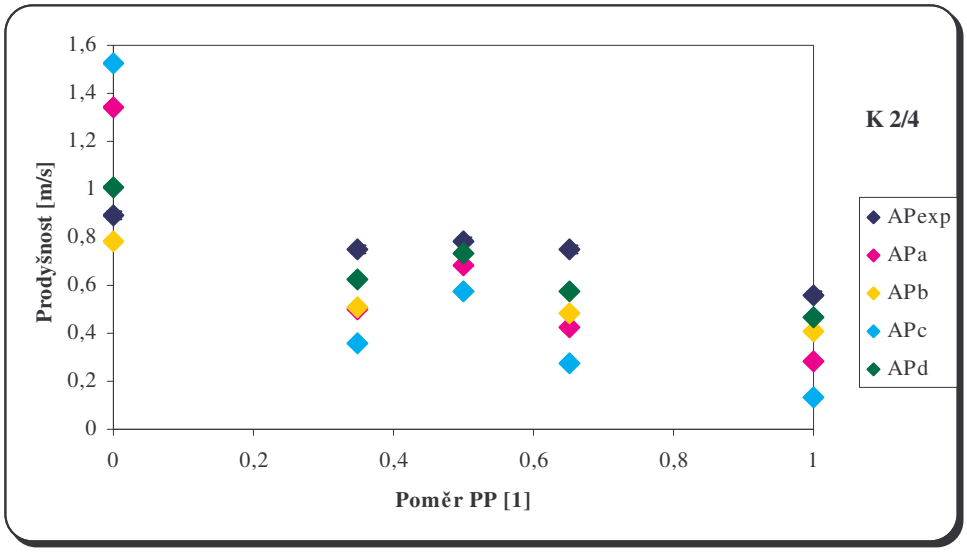
První dva vzorky o směsovém podílu 0 a 0,35 PP mají dostavu útku 16 a 16,5 nití na centimetr, navíc jsou utkány jako osnovní vazby. Ostatní vzorky jsou tkány ve vazbě útkové a dostavu útku mají 13,4 na centimetr. Proto není možné vzorky této vazby srovnávat a určovat u nich, který model je vhodnější pro predikci.




*Obr.33 Prodyšnosti v závislosti na podílu PP*

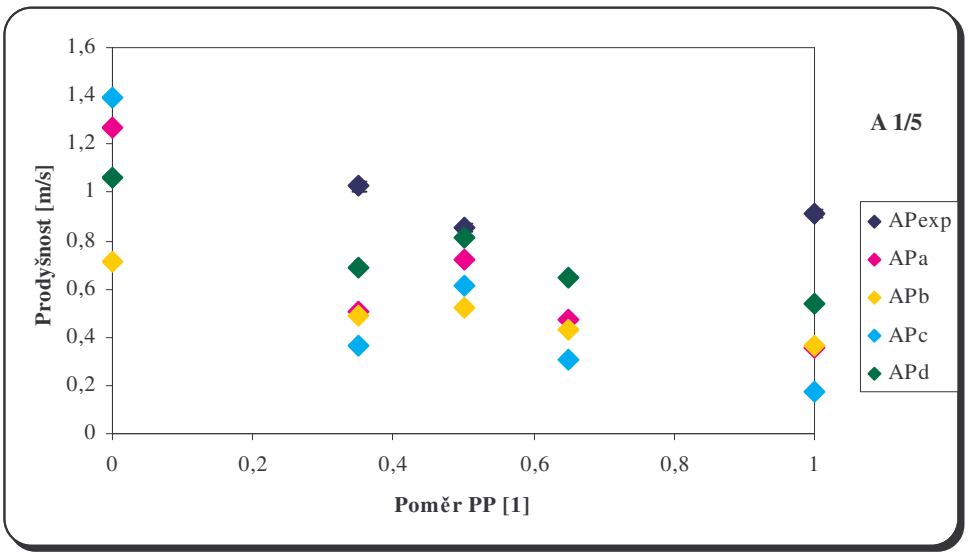
Obrázek 33 popisuje graficky závislost prodyšnosti experimentální a teoretické na poměru PP a vazbě. Jedná se o vazbu K 1/5. Prodyšnost s nárůstem polypropylenu klesá ve všech poměrech PP. Nejvhodnějším modelem se pro výpočet prodyšnosti z plošného

zakrytí jeví model ***APc***, kromě bavlněného vzorku tkaniny (***APd***). Skutečné hodnoty se však blíží spíše předikovanému modelu ***APd***.




*Obr.34 Prodyšnosti v závislosti na podílu PP*

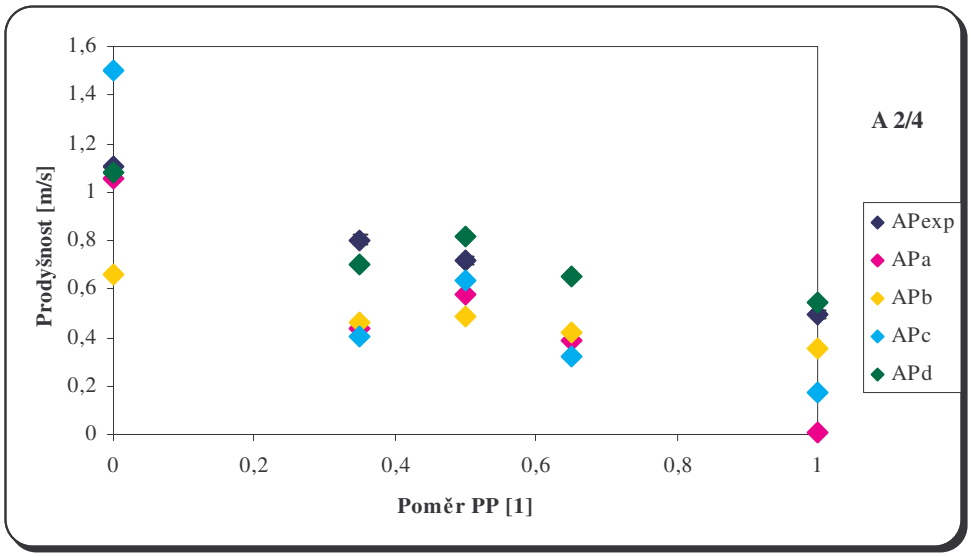
Další znázornění měřené a vypočtené prodyšnosti je uvedeno na obrázku 34. Jedná se o vazbu keprovou zesílenou. Pro tento typ vazby podle plošného zakrytí by měl vyhovovat model prodyšnosti ***APc*** pro směsové podíly 0,35 0,5 a 0,65 PP. Graf vypovídá o tom, že se predikované hodnoty blíží spíše modelu ***APd***. Hodnota 100% CO se blíží doporučované ***APd***. Pro 100% PP by tento model také vyhovoval v porovnání s experimentem, ale z plošného zakrytí je doporučen model ***APa***.




*Obr.35 Prodyšnosti v závislosti na podílu PP*

Srovnání predikované a experimentální prodyšnosti atlasu šestivazného A 1/5 je uvedeno na obrázku 35. Hodnoty prodyšnosti u vzorků tkanin o směsovém podílu 0 a 0,65 PP nebyly naměřeny z důvodu nepostačující kapacity přístroje. Na ostatní proměřené hodnoty prodyšnosti má u této vazby vliv především délka flotující nitě a efektivní průměr příze, proto se nedá jednoznačně říci, že prodyšnost u tohoto typu

vazby má klesající nebo vzrůstající tendenci. Naměřené hodnoty prodyšnosti ***APexp*** se nejvíce blíží modelu ***APd***.




*Obr.36 Prodyšnosti v závislosti na podílu PP*

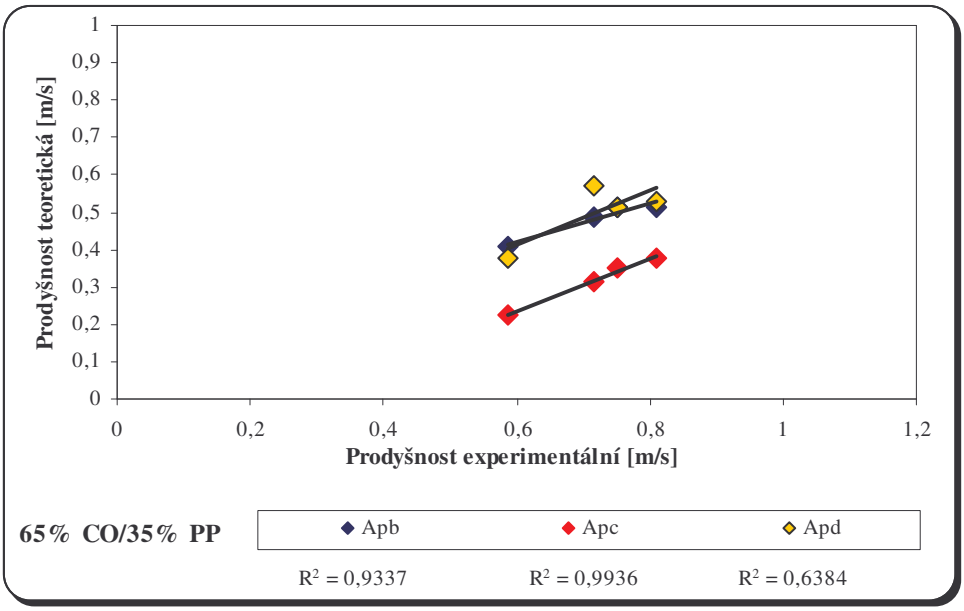
Výsledky teoretické a experimentální prodyšnosti A 2/4 jsou zobrazeny na obrázku 36. Vzorek tkaniny ve směsovém podílu 0,65 PP nebyl proměřen z důvodu menší dostavy (16 nití na cm) a tedy velkého množství procházejícího vzduchu skrz tkaninu, bez možnosti zaznamenat ho kapacitně na stupnici přístroje. U ostatních vzorků má prodyšnost klesající tendenci směrem k většímu podílu PP. Nejlépe se k experimentu ***APexp*** přibližuje vypočítaný model prodyšnosti ***APd***.

**Diskuse**

Teoretické vztahy navržené Havrdovou jsou určené pro bavlněné tkaniny. Lze předpokládat, že budou-li tyto znaky použity pro odhad prodyšnosti směsových tkanin, jejich vypovídací schopnost bude nižší. Což potvrdily výše uvedené grafické závislosti. Hlavním důvodem je jiný charakter tkanin z hlediska velikosti průměru příze, potencionálně vyšší míry zakrytí při užití vyššího směsového podílu PP vláken a větší tloušťky tkaniny.

### 2.3.2.1 Posouzení kvality teoretického odhadu prodyšnosti

Tkaniny byly rozděleny do skupin nejprve dle očekávané míry zakrytí a poté podle materiálového složení. S užitím vztahů uvedených v kapitole 1.3 byla teoreticky odhadnuta prodyšnost. Kvalita teoretického odhadu byla posuzována v souvislosti s korelačním koeficientem determinace.




*Obr.37 Závislost prodyšnosti teoretické na experimentální*

Na obrázku 37 je graficky porovnána vypočtená prodyšnost s prodyšností experimentálně zjištěnou pro vybrané vazby vyrobené ve směsovém podílu 65% CO / 35% PP. Ostatní grafická porovnání modelových výpočtů s experimentálně naměřenou prodyšností jsou uvedeny v příloze 6 obr.P8 až obr P11.

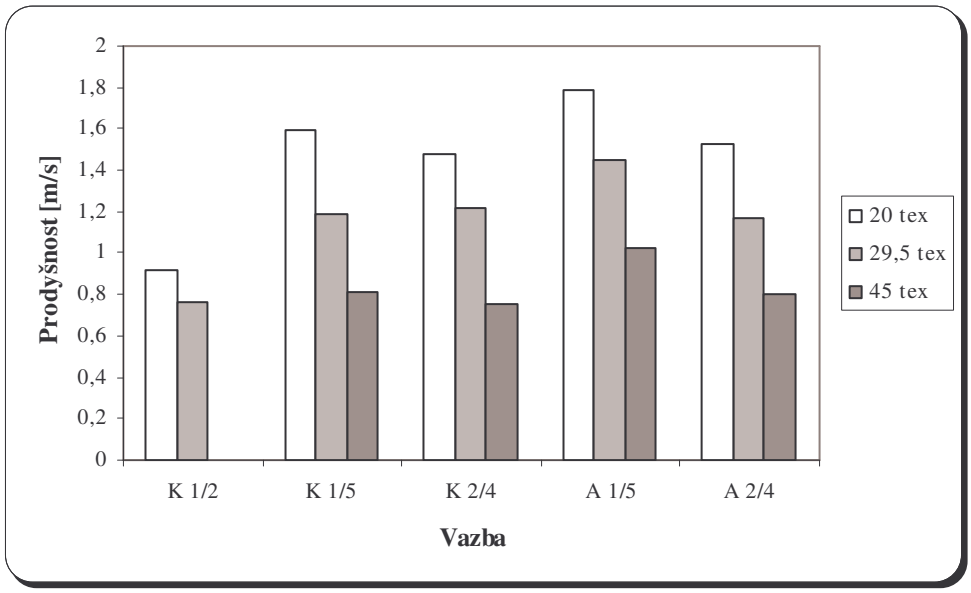
Z porovnání je patrné, že pro tkaniny 65% CO / 35% PP korelační koeficienty determinace dosahují pro komparaci modelu s označením ***APb*** a ***APc*** vysokých hodnot nad 0,9. Nejnižší hodnota korelačního koeficientu determinace byla zjištěna při porovnání experimentální prodyšnosti s modelovým výpočtem označeným jako ***APd***. Zjištěné výsledky mají pouze omezenou vypovídací schopnost, která je dána omezeným počtem vzorků v jednotlivých skupinách.

Ostatní graficky znázorněné závislosti jednotlivých směsových poměrů jsou uvedeny v příloze P6.

## 2.3.3. Vliv jemnosti příze na prodyšnost tkanin

Na míře prodyšnosti se projevují jemnosti použitých osnovních a útkových nití v kombinaci s jejich dostavami. Tloušťka tkaniny je ovlivněna možností podsouvání nití pod sebe. Tuto skutečnost bere na vědomí stupeň provázání, přesněji však opravný činitel. Čím je hodnota opravného činitele vyšší, tím je větší i tloušťka tkaniny.

V následujícím grafu na obr.38 je porovnána prodyšnost u pěti různých tkanin vytkaných v různých vazbách a ve třech jemnostech použité příze 20 tex, 29,5 tex a 45 tex. Hodnoty prodyšnosti u tkanin s jemností přízí 20 tex a 29,5 tex jsou získány z katedry textilních technologií.




*Obr.38 Grafické porovnání prodyšnosti tkanin o různých jemnostech příze v hmotnostním podílu 65% CO/36% PP*

Obrázek 38 znázorňuje hodnoty prodyšnosti tkanin s pěti vazbách a ve třech jemnostech přízí. Je patrné, že hodnota prodyšnosti se se zvyšující hodnotou jemnosti snižuje. Na grafu je zřetelně vidět, ověření předchozích tvrzení. Atlasová vazba, která má nejdelší volné úseky nití má nejvyšší prodyšnost ve všech použitých jemnostech příze oproti ostatním vazbám. Nejnižší prodyšnost má nejvíce provázaná tkanina s vazbou K 1/2. Tato vazba se skládá pouze z pórů typu ***p1*** a ***p2***.

**Diskuze**

Jak je vidět na uvedených vzorcích tkanin, použitím příze s větší délkovou hmotností, dochází k poklesu prodyšnosti vzduchu. Se zvětšující se jemností příze se zvětšuje průměr. Příze, která tvoří spolu s dostavou a vazbou tkaniny mezinitné póry tkaniny, způsobuje větší zaplnění prostoru v textilii a zároveň tedy i zmenšení mezinitných pórů.

Se zvětšující se hodnotou průměru příze se zvětšuje i tloušťka tkaniny. Tloušťka příze je závislá na hmotnostním podílu vláken v použité přízi i na použité vazbě, proto se zvětšuje i tloušťka tkaniny. Vazba tkaniny ovlivňuje tloušťku tkaniny tím, že u flotážových vazeb se volné nitě podsouvají těsněji k sobě. Samozřejmě, že tento jev nezpůsobuje jen samotná vazba, ale i hustota dostavy.

# ZÁVĚR

Hledání vzájemného vztahu mezi prodyšností plošné textilie – tkaniny a její strukturou je velmi komplikované. Struktura tkanin vyrobených ze staplových vláken je velmi složitá a tak je obtížné nalézt takové parametry tkaniny, na základě kterých by bylo možno předem odhadnout hodnotu prodyšnosti dříve, nežli budou vyrobeny. Navíc struktura textilie do značné míry závisí i na podmínkách silového účinku proudícího vzduchu při měření prodyšnosti, kterému je vystavena, protože jeho působením se mění. Každý model predikce prodyšnosti je vhodný pro určitou skupinu materiálů a zahrnuje určitou míru zjednodušujících předpokladů. Nalezením vztahů mezi prodyšností a strukturou tkaniny se zabývalo již mnoho výzkumných prací. Průřez současnými poznatky o prodyšnosti a způsoby predikce jsou uvedeny v rešeršní části práce.

Záměrem diplomové práce bylo vyhodnotit prodyšnost a další faktory, které prodyšnost ovlivňují v závislosti na materiálovém složení a na vazbě.

První část experimentu se zabývala způsobem měření prodyšnosti a dalších parametrů tkaniny, které jsou výchozími parametry pro predikci prodyšnosti (tloušťka, plošná hmotnost, dostavy osnovy i útku). Následovalo měření uvedených parametrů u souboru tkanin vyrobených z příze o jemnosti 45 tex a v pěti směsových podílech CO/PP (100% CO, 65% CO / 35% PP, 50% CO / 50% PP, 35% CO / 65% PP, 100% PP). Po proměření všech vzorků uvedených v příloze 2 tabulka P7 byly získané hodnoty statisticky zpracovány (příloha 1).

Následovalo hodnocení vlivu vazby a použitého směsového materiálu na prodyšnost, plošnou hmotnost a dostavy. Experiment potvrdil, že materiálové složení a vazba výrazně ovlivňují hodnoty prodyšnosti. Hodnoceny byli parametry ovlivňující velikost pórů v tkanině, protože mezinitný pór je výchozím parametrem pro odhad prodyšnosti, tedy použitý materiál, vazba a dostava. Vzájemně byli porovnávány dvojice tkanin, které měli některé shodné parametry.

Dvou-komponentní příze CO/PP s přibývajícím poměrem polypropylenu zvětšuje svůj průměr v případě hmotnostního mísení vlákenného materiálu. Se zvyšujícím se poměrem PP se snižuje prodyšnost tkaniny. Vazba určuje rozmístění jednotlivých pórů ve tkanině a zároveň délku volných nití ve tkanině. Čím je volnější vazba tkaniny, tzn. má více pórů ***p3*** a ***p4*** a delší flotující nitě, tím je prodyšnost tkaniny vyšší. Dostava ovlivňuje velikost pórů. Čím řidší dostava tím větší prodyšnost tkaniny.

Dále byla hodnocena plošná hmotnost v závislosti na použitém směsovém podílu PP a vazbě. Bylo potvrzeno, že s přibývajícím poměrem polypropylenu se plošná hmotnost tkanin zvyšuje. Z hlediska vazeb je pro hmotnost tkaniny rozhodující při stejné jemnosti příze počet nití, tedy dostava a počet provazujících nití na určité ploše tkaniny.

Další část práce byla věnována predikci prodyšnosti. Pro odhad prodyšnosti byl použit zjednodušený 3-D modelu Havrdové. Výchozími parametry pro odhad prodyšnosti byly efektivní průměr příze (tab.9) získaný z interních dat a experimentálně zjištěné hodnoty tloušťky tkaniny a dostavy osnovy a útku. Zjištěné výsledky mají pouze omezenou vypovídací schopnost, která je dána omezeným počtem vzorků v jednotlivých skupinách tkanin.

U tkanin v základních plátnových vazbách, nebylo možno porovnat výsledné hodnoty prodyšnosti. Experimentálně zjištěná prodyšnost byla měřena při tlakovém spádu 30, z důvodu malé kapacity přístroje pro tyto řídce tkané vazby.

Pro porovnání vlivu jemnosti příze na prodyšnost byly z katedry textilních technologií použity hodnoty prodyšnosti zjištěné pro tkaniny s jemnostmi použitých přízí 20 tex a 29,5 tex. Tato data byla porovnána a lze říci, že kromě vazby a poměru

použitého směsového materiálu ovlivňují prodyšnost tkanin velkou měrou i zvolené jemnosti použitých přízí. Se zvyšující se jemností příze se prodyšnost tkaniny snižuje podobným způsobem u všech vazeb (obr.38).

Pro nalezení regresních koeficientů upravujících zjednodušený model Havrdové nebyl postačující uvedený soubor směsových tkanin. Proto doporučuji, pro nalezení vhodných úprav uvedených vztahů, obsáhlejší soubor tkanin s větším počtem různých vazeb a ve více směsových podílech.

# POUŽITÁ LITERATURA

[1] Nosek, J.: *Nauka o textilních matriálech*, Díl 1., Část 4., Vlastnosti délkových a plošných textilií, skripta, VŠST v Liberci, 1988

[2] Dostálová, Křivánková: *Základy textilní a oděvní výroby*, skripta, VŠST v Liberci, 198

[3] Nosek, S.: *Struktura a geometrie tkanin*, Liberec 1996

[4] Kolčavová – Sirková, B.: *Systém projektování textilních struktur*, Část 2. Příze – tkanina, Výzkumné Centrum Textil, Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci 2004

[5] Havrdová, M.: *Příspěvek k hodnocení prodyšnosti oděvních tkanin*, Disertační práce, Liberec 2004

[6] Novotná, J.: *Propustnost tkanin z multifilu v závislosti na struktuře*, Diplomová práce, Liberec 2008

[7] Neckář, B.: *Příze. Tvorba, struktura a vlastnosti*, SNTL, Praha 1990

[8] Neckář, B.: *Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů,* Skriptum TUL, Liberec 1998, ISBN 80-7083-318-1

[9] Jirásková, P.: *Výroba délkových textilií*, Skriptum TUL, Liberec 2004

[10] Gooijer, H.: *Flow Resistence of Textile Materials*. Thisis UT Enschede. 1998, ISBN 90- 36511240

[11] Pedersen, G. C.: *Fluid Flow in Comresible Porous, Elastically Deformable Materials. Filtration/Separation*, November/ December 1974

[12] Robertson, A. F.: *Air Porosity of Open-Weave Fabric*. Text. Res. J. December 1950, 838 – 857.

[13] Hoerner, S. F.: *Aerodynamic Properties of Screens and Fabric*. Text. Res. J. Apríl 1952, 247 – 280

[14] Lu, W. M.; Tung, K. L.; Hwang K. J.: *Fluid Flou Through basic Weaves of Monofilament Filtr Cloth*. Text. Res. J. 66 (5). 311 – 323 (1996)

[15] Backer, S.: *The Relationship between the Structural Geometry of a Textile permeability*. Textile Res. J., 21, 1951

[16] Mertová, I.: *Vlastnosti tkanin typu PP/CO*, Interní materiál, KTT, Fakulta Textilní, Technická universita v Liberci 2008

[17] Delijová, R. A.; Afanasjevová, R. F.; Čubarovová, Z. S.: *Hygiena odívání*. SNTL Praha 1984

[18] Interní norma IN 13-108-01 10 – Definice. Geometrické parametry tkanin.

[19] Lord, J.: *Detrmination of the air permeability of fabrice*. Textile Research Journal, 1959 (569 – 582)

[20] Interní norma IN 13-108-01 10 – Definice. Geometrické parametry příze.

**PŘÍLOHA 1:** Výsledky statisticky zpracovaných naměřených dat

*Tab.P1 Experimentálně zjištěné hodnoty průtoku vzduchu [l/hod] na 20 cm²*

| označení vzorků | | | ***průměr*** | ***$s^2$*** | ***s*** | ***v*** | ***$IS_L$*** | ***$IS_P$*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | Dú | poměr PP | [l/hod] | [l/hod] | [l/hod] | % | [l/hod] | [l/hod] |
| P | 7,2 | 0 | 7305,0 | 297342,1 | 545,3 | 7,5 | 7094,2 | 7515,8 |
| P | 7,2 | 0,35 | 7075,0 | 573552,6 | 757,3 | 10,7 | 6782,2 | 7367,8 |
| P | 7,2 | 0,5 | 7570,0 | 227473,7 | 476,9 | 6,3 | 7385,6 | 7754,4 |
| P | 7,2 | 0,65 | 6577,5 | 474335,5 | 688,7 | 10,5 | 6311,2 | 6843,8 |
| P | 7,2 | 1 | 5466,0 | 268172,6 | 517,9 | 9,5 | 5265,8 | 5666,2 |
| P | 10,8 | 0 | 4565,0 | 258184,2 | 508,1 | 11,1 | 4368,5 | 4761,5 |
| P | 10,8 | 0,35 | 3900,0 | 195789,5 | 442,5 | 11,3 | 3728,9 | 4071,1 |
| P | 10,8 | 0,5 | 3765,0 | 213973,7 | 462,6 | 12,3 | 3586,1 | 3943,9 |
| P | 10,8 | 0,65 | 3407,5 | 224282,9 | 473,6 | 13,9 | 3224,4 | 3590,6 |
| P | 10,8 | 1 | 2292,5 | 95335,5 | 308,8 | 13,5 | 2173,1 | 2411,9 |
| PA 3/3 | 18 | 0 | 7055,0 | 267868,4 | 517,6 | 7,3 | 6854,9 | 7255,1 |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | 5490,0 | 168315,8 | 410,3 | 7,5 | 5331,4 | 5648,6 |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | 5807,5 | 157440,8 | 396,8 | 6,8 | 5654,1 | 5960,9 |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | 5135,0 | 111868,4 | 334,5 | 6,5 | 5005,7 | 5264,3 |
| PA 3/3 | 18 | 1 | 4497,5 | 98019,7 | 313,1 | 7,0 | 4376,4 | 4618,6 |
| R 3/3 | 18 | 0 | 5615,0 | 130815,8 | 361,7 | 6,4 | 5475,2 | 5754,8 |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | 4462,5 | 86282,9 | 293,7 | 6,6 | 4348,9 | 4576,1 |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | 4667,5 | 154809,2 | 393,5 | 8,4 | 4515,4 | 4819,6 |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | 4210,0 | 118842,1 | 344,7 | 8,2 | 4076,7 | 4343,3 |
| R 3/3 | 14,4 | 1 | 5055,0 | 171026,3 | 413,6 | 8,2 | 4895,1 | 5214,9 |
| K 2/1 | 16 | 0 | 5770,0 | 95631,6 | 309,2 | 5,4 | 5650,4 | 5889,6 |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | 4555,0 | 148657,9 | 385,6 | 8,5 | 4405,9 | 4704,1 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,5 | 7365,0 | 239236,8 | 489,1 | 6,6 | 7175,9 | 7554,1 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,65 | 6947,5 | 225651,3 | 475,0 | 6,8 | 6763,8 | 7131,2 |
| K 1/2 | 13,4 | 1 | 5527,5 | 161703,9 | 402,1 | 7,3 | 5372,0 | 5683,0 |
| K 1/5 | 18 | 0 | 6420,0 | 439578,9 | 663,0 | 10,3 | 6163,7 | 6676,3 |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | 5822,5 | 95388,2 | 308,8 | 5,3 | 5703,1 | 5941,9 |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | 5382,5 | 209809,2 | 458,0 | 8,5 | 5205,4 | 5559,6 |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | 5460,0 | 224631,6 | 474,0 | 8,7 | 5276,7 | 5643,3 |
| K 1/5 | 18 | 1 | 3817,5 | 193230,3 | 439,6 | 11,5 | 3647,5 | 3987,5 |
| K 2/4 | 18 | 0 | 6405,0 | 199447,4 | 446,6 | 7,0 | 6232,3 | 6577,7 |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | 5402,5 | 185125,0 | 430,3 | 8,0 | 5236,1 | 5568,9 |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | 5650,0 | 212105,3 | 460,5 | 8,2 | 5471,9 | 5828,1 |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | 5402,5 | 152493,4 | 390,5 | 7,2 | 5251,5 | 5553,5 |
| K 2/4 | 18 | 1 | 4035,0 | 164763,2 | 405,9 | 10,1 | 3878,1 | 4191,9 |
| A 1/5 | 18 | 0 | | | | | | |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | 7370,0 | 340105 | 583,2 | 7,91 | 7145 | 7595 |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | 6152,5 | 581967 | 762,9 | 12,4 | 5858 | 6447 |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | | | | | | |
| A 1/5 | 18 | 1 | 6547,5 | 253020 | 503 | 7,68 | 6353 | 6742 |
| A 2/4 | 18 | 0 | 7915,0 | 23447,4 | 153,1 | 1,93 | 7856 | 7974 |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | 5775,0 | 165132 | 406,4 | 7,04 | 5618 | 5932 |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | 5180,0 | 610105 | 781,1 | 15,1 | 4878 | 5482 |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | 6025,0 | 187237 | 432,7 | 7,18 | 5858 | 6192 |
| A 2/4 | 18 | 1 | 3572,5 | 180125 | 424,4 | 11,9 | 3408 | 3737 |

Poznámka k tabulce1: Vzorky byly měřeny při tlakovém spádu 100. Výjimku tvoří vzorky s plátnovou vazbou P, tlakový spád byl 30.

*Tab.P2 Experimentálně zjištěné hodnoty prodyšnosti [m/s]*

| označení vzorků | | | $Ap_{exp}$ | $s^2$ | $s$ | $v$ | $IS_L$ | $IS_P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | Dú | poměr PP | [m/s] | [m/s] | [m/s] | [%] | [m/s] | [m/s] |
| P | 7,2 | 0 | 1,017 | 0,27547 | 0,076 | 7,465 | 0,997 | 1,037 |
| P | 7,2 | 0,35 | 0,985 | 0,32465 | 0,105 | 10,7 | 0,965 | 1,004 |
| P | 7,2 | 0,5 | 1,053 | 0,25763 | 0,066 | 6,3 | 1,033 | 1,074 |
| P | 7,2 | 0,65 | 0,915 | 0,30959 | 0,096 | 10,47 | 0,897 | 0,933 |
| P | 7,2 | 1 | 0,761 | 0,26845 | 0,072 | 9,474 | 0,746 | 0,776 |
| P | 10,8 | 0 | 0,635 | 0,26592 | 0,071 | 11,13 | 0,623 | 0,648 |
| P | 10,8 | 0,35 | 0,543 | 0,24815 | 0,062 | 11,35 | 0,532 | 0,553 |
| P | 10,8 | 0,5 | 0,524 | 0,25372 | 0,064 | 12,29 | 0,514 | 0,534 |
| P | 10,8 | 0,65 | 0,474 | 0,25672 | 0,066 | 13,9 | 0,465 | 0,484 |
| P | 10,8 | 1 | 0,319 | 0,20729 | 0,043 | 13,47 | 0,313 | 0,325 |
| PA 3/3 | 18 | 0 | 0,982 | 0,26838 | 0,072 | 7,336 | 0,963 | 1,001 |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | 0,764 | 0,23895 | 0,057 | 7,473 | 0,749 | 0,779 |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | 0,808 | 0,23499 | 0,055 | 6,832 | 0,792 | 0,824 |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | 0,715 | 0,21575 | 0,047 | 6,513 | 0,701 | 0,729 |
| PA 3/3 | 18 | 1 | 0,626 | 0,20874 | 0,044 | 6,961 | 0,614 | 0,638 |
| R 3/3 | 18 | 0 | 0,781 | 0,22435 | 0,05 | 6,441 | 0,766 | 0,797 |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | 0,621 | 0,20218 | 0,041 | 6,582 | 0,609 | 0,633 |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | 0,65 | 0,234 | 0,055 | 8,43 | 0,637 | 0,662 |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | 0,586 | 0,21903 | 0,048 | 8,188 | 0,574 | 0,597 |
| R 3/3 | 14,4 | 1 | 0,703 | 0,2399 | 0,058 | 8,181 | 0,69 | 0,717 |
| K 2/1 | 16 | 0 | 0,803 | 0,20745 | 0,043 | 5,36 | 0,787 | 0,819 |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | 0,634 | 0,23164 | 0,054 | 8,465 | 0,621 | 0,646 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,5 | 1,025 | 0,2609 | 0,068 | 6,641 | 1,005 | 1,045 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,65 | 0,967 | 0,25711 | 0,066 | 6,837 | 0,948 | 0,986 |
| K 1/2 | 13,4 | 1 | 0,769 | 0,23656 | 0,056 | 7,275 | 0,754 | 0,784 |
| K 1/5 | 18 | 0 | 0,893 | 0,30376 | 0,092 | 10,33 | 0,876 | 0,911 |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | 0,81 | 0,20732 | 0,043 | 5,304 | 0,794 | 0,826 |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | 0,749 | 0,25248 | 0,064 | 8,51 | 0,734 | 0,764 |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | 0,76 | 0,25682 | 0,066 | 8,68 | 0,745 | 0,775 |
| K 1/5 | 18 | 1 | 0,531 | 0,24734 | 0,061 | 11,51 | 0,521 | 0,542 |
| K 2/4 | 18 | 0 | 0,891 | 0,2493 | 0,062 | 6,973 | 0,874 | 0,909 |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | 0,752 | 0,2447 | 0,06 | 7,964 | 0,737 | 0,767 |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | 0,786 | 0,25317 | 0,064 | 8,151 | 0,771 | 0,802 |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | 0,752 | 0,23312 | 0,054 | 7,228 | 0,737 | 0,767 |
| K 2/4 | 18 | 1 | 0,562 | 0,23767 | 0,056 | 10,06 | 0,551 | 0,573 |
| A 1/5 | 18 | 0 | | | | | | |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | 1,026 | 0,28489 | 0,081 | 7,913 | 1,006 | 1,046 |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | 0,856 | 0,32583 | 0,106 | 12,4 | 0,839 | 0,873 |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | | | | | | |
| A 1/5 | 18 | 1 | 0,911 | 0,26458 | 0,07 | 7,682 | 0,893 | 0,929 |
| A 2/4 | 18 | 0 | 1,102 | 0,14598 | 0,021 | 1,935 | 1,08 | 1,123 |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | 0,804 | 0,23781 | 0,057 | 7,037 | 0,788 | 0,819 |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | 0,721 | 0,3297 | 0,109 | 15,08 | 0,707 | 0,735 |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | 0,838 | 0,24539 | 0,06 | 7,182 | 0,822 | 0,855 |
| A 2/4 | 18 | 1 | 0,497 | 0,24303 | 0,059 | 11,88 | 0,487 | 0,507 |

Poznámka k tabulce 2: Vzorky byly měřeny při tlakovém spádu 100. Výjimku tvoří vzorky s plátnovou vazbou P, tlakový spád byl 30.

*Tab.P3 Experimentálně zjištěné hodnoty tloušťky*

| označení vzorků | | | *průměr* | $s^2$ | *s* | *v* | $IS_L$ | $IS_P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | Dú | poměr PP | [mm] | [mm] | [mm] | [%] | [mm] | [mm] |
| P | 7,2 | 0 | 0,569 | 1E-04 | 0,01 | 1,75 | 0,56 | 0,57 |
| P | 7,2 | 0,35 | 0,63 | 2E-04 | 0,01 | 0,55 | 0,62 | 0,64 |
| P | 7,2 | 0,5 | 0,653 | 2E-04 | 0,01 | 0,6 | 0,64 | 0,66 |
| P | 7,2 | 0,65 | 0,702 | 3E-04 | 0,02 | 0,62 | 0,69 | 0,71 |
| P | 7,2 | 1 | 0,782 | 2E-04 | 0,01 | 0,73 | 0,77 | 0,79 |
| P | 10,8 | 0 | 0,502 | 1E-04 | 0,01 | 0,45 | 0,5 | 0,51 |
| P | 10,8 | 0,35 | 0,589 | 2E-04 | 0,01 | 0,51 | 0,58 | 0,6 |
| P | 10,8 | 0,5 | 0,608 | 6E-05 | 0,01 | 0,58 | 0,6 | 0,61 |
| P | 10,8 | 0,65 | 0,634 | 9E-05 | 0,01 | 0,58 | 0,63 | 0,64 |
| P | 10,8 | 1 | 0,708 | 1E-04 | 0,01 | 0,68 | 0,7 | 0,71 |
| PA 3/3 | 18 | 0 | 0,75 | 7E-05 | 0,01 | 0,72 | 0,75 | 0,75 |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | 0,794 | 2E-04 | 0,01 | 0,74 | 0,79 | 0,8 |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | 0,789 | 5E-05 | 0,01 | 0,76 | 0,78 | 0,79 |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | 0,831 | 1E-04 | 0,01 | 0,78 | 0,82 | 0,84 |
| PA 3/3 | 18 | 1 | 0,792 | 1E-04 | 0,01 | 0,74 | 0,79 | 0,8 |
| R 3/3 | 18 | 0 | 0,816 | 7E-05 | 0,01 | 0,79 | 0,81 | 0,82 |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | 0,863 | 2E-04 | 0,02 | 0,81 | 0,85 | 0,87 |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | 0,855 | 1E-04 | 0,01 | 0,8 | 0,85 | 0,86 |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | 0,891 | 1E-04 | 0,01 | 0,84 | 0,88 | 0,9 |
| R 3/3 | 14,4 | 1 | 0,898 | 6E-05 | 0,01 | 0,87 | 0,89 | 0,9 |
| K 2/1 | 16 | 0 | 0,549 | 5E-05 | 0,01 | 0,52 | 0,54 | 0,55 |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | 0,605 | 3E-04 | 0,02 | 0,55 | 0,6 | 0,61 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,5 | 0,663 | 2E-04 | 0,01 | 0,61 | 0,65 | 0,67 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,65 | 0,663 | 1E-04 | 0,01 | 0,61 | 0,66 | 0,67 |
| K 1/2 | 13,4 | 1 | 0,725 | 9E-05 | 0,01 | 0,7 | 0,72 | 0,73 |
| K 1/5 | 18 | 0 | 0,736 | 4E-04 | 0,02 | 0,63 | 0,73 | 0,75 |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | 0,787 | 1E-04 | 0,01 | 0,76 | 0,78 | 0,79 |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | 0,775 | 2E-04 | 0,01 | 0,72 | 0,77 | 0,78 |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | 0,789 | 4E-04 | 0,02 | 0,71 | 0,78 | 0,8 |
| K 1/5 | 18 | 1 | 0,873 | 6E-04 | 0,02 | 0,76 | 0,86 | 0,89 |
| K 2/4 | 18 | 0 | 0,725 | 9E-05 | 0,01 | 0,7 | 0,72 | 0,73 |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | 0,777 | 9E-05 | 0,01 | 0,75 | 0,77 | 0,78 |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | 0,756 | 1E-04 | 0,01 | 0,7 | 0,75 | 0,76 |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | 0,776 | 9E-05 | 0,01 | 0,75 | 0,77 | 0,78 |
| K 2/4 | 18 | 1 | 0,831 | 4E-04 | 0,02 | 0,75 | 0,82 | 0,84 |
| A 1/5 | 18 | 0 | 0,738 | 6E-05 | 0,01 | 1,07 | 0,73 | 0,74 |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | 0,782 | 1E-04 | 0,01 | 1,32 | 0,78 | 0,79 |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | 0,818 | 8E-05 | 0,01 | 1,12 | 0,81 | 0,82 |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | 0,845 | 3E-04 | 0,02 | 1,95 | 0,84 | 0,85 |
| A 1/5 | 18 | 1 | 0,904 | 2E-04 | 0,01 | 1,49 | 0,9 | 0,91 |
| A 2/4 | 18 | 0 | 0,756 | 4E-04 | 0,02 | 2,51 | 0,75 | 0,77 |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | 0,798 | 3E-04 | 0,02 | 2,19 | 0,79 | 0,81 |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | 0,835 | 4E-04 | 0,02 | 2,48 | 0,82 | 0,85 |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | 0,829 | 3E-04 | 0,02 | 2,01 | 0,82 | 0,84 |
| A 2/4 | 18 | 1 | 0,884 | 3E-04 | 0,02 | 2,08 | 0,87 | 0,89 |

*Tab.P4 Experimentálně zjištěné hodnoty plošné hmotnosti*

| označení tkanin | | | ***průměr*** | ***$s^2$*** | ***s*** | ***v*** | ***$IS_L$*** | ***$IS_P$*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | Dú | poměr PP | [g/m$^2$] | [g/m$^2$] | [g/m$^2$] | [%] | [g/m$^2$] | [g/m$^2$] |
| P | 7,2 | 0 | 131,2 | 0,90 | 0,95 | 0,72 | 130,61 | 131,7 |
| P | 7,2 | 0,35 | 139,4 | 0,18 | 0,43 | 0,31 | 139,11 | 139,6 |
| P | 7,2 | 0,5 | 138,3 | 7,18 | 2,68 | 1,94 | 136,71 | 139,8 |
| P | 7,2 | 0,65 | 144,0 | 7,08 | 2,66 | 1,85 | 142,50 | 145,6 |
| P | 7,2 | 1 | 146,6 | 3,53 | 1,88 | 1,28 | 145,47 | 147,6 |
| P | 10,8 | 0 | 154,6 | 2,12 | 1,46 | 0,94 | 153,78 | 155,5 |
| P | 10,8 | 0,35 | 164,2 | 5,48 | 2,34 | 1,43 | 162,88 | 165,6 |
| P | 10,8 | 0,5 | 165,7 | 3,19 | 1,79 | 1,08 | 164,63 | 166,7 |
| P | 10,8 | 0,65 | 171,4 | 14,81 | 3,85 | 2,25 | 169,15 | 173,6 |
| P | 10,8 | 1 | 172,8 | 11,25 | 3,35 | 1,94 | 170,88 | 174,8 |
| PA 3/3 | 18 | 0 | 187,5 | 4,82 | 2,20 | 1,17 | 186,23 | 188,8 |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | 194,8 | 9,51 | 3,08 | 1,58 | 192,99 | 196,6 |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | 193,9 | 8,52 | 2,92 | 1,51 | 192,20 | 195,6 |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | 198,8 | 3,64 | 1,91 | 0,96 | 197,70 | 199,9 |
| PA 3/3 | 18 | 1 | 201,2 | 6,87 | 2,62 | 1,30 | 199,70 | 202,7 |
| R 3/3 | 18 | 0 | 194,9 | 5,08 | 2,25 | 1,16 | 193,62 | 196,2 |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | 203,0 | 15,57 | 3,95 | 1,94 | 200,69 | 205,3 |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | 200,6 | 13,35 | 3,65 | 1,82 | 198,49 | 202,7 |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | 205,3 | 15,06 | 3,88 | 1,89 | 203,02 | 207,5 |
| R 3/3 | 14 | 1 | 191,1 | 5,08 | 2,25 | 1,18 | 189,78 | 192,4 |
| K 2/1 | 16 | 0 | 185,7 | 2,51 | 1,58 | 0,85 | 184,75 | 186,6 |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | 198,1 | 11,10 | 3,33 | 1,68 | 196,15 | 200 |
| K 1/2 | 13 | 0,5 | 175,4 | 1,35 | 1,16 | 0,66 | 174,68 | 176 |
| K 1/2 | 13 | 0,65 | 182,8 | 7,31 | 2,70 | 1,48 | 181,25 | 184,4 |
| K 1/2 | 13 | 1 | 183,6 | 12,57 | 3,55 | 1,93 | 181,51 | 185,6 |
| K 1/5 | 18 | 0 | 195,0 | 13,57 | 3,68 | 1,89 | 192,84 | 197,1 |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | 196,4 | 2,94 | 1,71 | 0,87 | 195,39 | 197,4 |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | 195,0 | 13,57 | 3,68 | 1,89 | 192,84 | 197,1 |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | 201,9 | 10,73 | 3,28 | 1,62 | 200,03 | 203,8 |
| K 1/5 | 18 | 1 | 205,6 | 3,49 | 1,87 | 0,91 | 204,49 | 206,7 |
| K 2/4 | 18 | 0 | 192,2 | 3,29 | 1,81 | 0,94 | 191,15 | 193,3 |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | 203,2 | 1,70 | 1,30 | 0,64 | 202,44 | 204 |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | 199,9 | 3,28 | 1,81 | 0,91 | 198,89 | 201 |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | 203,7 | 5,01 | 2,24 | 1,10 | 202,41 | 205 |
| K 2/4 | 18 | 1 | 209,7 | 24,32 | 4,93 | 2,35 | 206,81 | 212,5 |
| A 1/5 | 18 | 0 | 189,6 | 18,4 | 4,29 | 2,26 | 187,15 | 192,1 |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | 189,1 | 8,02 | 2,83 | 1,498 | 187,49 | 190,8 |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | 200,5 | 25,1 | 5,01 | 2,499 | 197,61 | 203,4 |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | 185,7 | 29 | 5,38 | 2,898 | 182,62 | 188,9 |
| A 1/5 | 18 | 1 | 203,5 | 28,9 | 5,37 | 2,64 | 200,41 | 206,6 |
| A 2/4 | 18 | 0 | 190,6 | 15,5 | 3,93 | 2,063 | 188,36 | 192,9 |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | 192,7 | 36,7 | 6,06 | 3,142 | 189,21 | 196,2 |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | 201,4 | 25,9 | 5,09 | 2,528 | 198,47 | 204,4 |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | 191,2 | 12,2 | 3,5 | 1,829 | 189,13 | 193,2 |
| A 2/4 | 18 | 1 | 225,6 | 24,9 | 4,99 | 2,212 | 222,73 | 228,5 |

*Tab.P5 Experimentálně zjištěné hodnoty dostavy osnovy*

| označení tkanin | | | ***průměr*** | ***$s^2$*** | ***s*** | ***v*** | ***$IS_L$*** | ***$IS_P$*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | Dú | poměr PP | [pn/dm] | [pn/dm]$^2$ | [pn/dm] | [%] | [pn/dm] | [pn/dm] |
| P | 7,2 | 0 | 185,6 | 0,71 | 0,84 | 0,45 | 185,1 | 186,1 |
| P | 7,2 | 0,35 | 187,4 | 0,27 | 0,52 | 0,28 | 187,1 | 187,7 |
| P | 7,2 | 0,5 | 188,1 | 0,54 | 0,74 | 0,39 | 187,7 | 188,5 |
| P | 7,2 | 0,65 | 187,8 | 1,29 | 1,14 | 0,6 | 187,1 | 188,5 |
| P | 7,2 | 1 | 186,6 | 0,71 | 0,84 | 0,45 | 186,1 | 187,1 |
| P | 10,8 | 0 | 188,1 | 0,54 | 0,74 | 0,39 | 187,7 | 188,5 |
| P | 10,8 | 0,35 | 190 | 0,44 | 0,67 | 0,35 | 189,6 | 190,4 |
| P | 10,8 | 0,5 | 190,6 | 0,49 | 0,7 | 0,37 | 190,2 | 191 |
| P | 10,8 | 0,65 | 190,1 | 0,54 | 0,74 | 0,39 | 189,7 | 190,5 |
| P | 10,8 | 1 | 188,5 | 0,28 | 0,53 | 0,28 | 188,2 | 188,8 |
| PA 3/3 | 18 | 0 | 194,6 | 0,49 | 0,7 | 0,36 | 194,2 | 195 |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | 197 | 2,89 | 1,7 | 0,86 | 196 | 198 |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | 197,6 | 0,27 | 0,52 | 0,26 | 197,3 | 197,9 |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | 196,1 | 0,54 | 0,74 | 0,38 | 195,7 | 196,5 |
| PA 3/3 | 18 | 1 | 194,6 | 0,49 | 0,7 | 0,36 | 194,2 | 195 |
| R 3/3 | 18 | 0 | 199,7 | 0,9 | 0,95 | 0,48 | 199,2 | 200,2 |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | 205,7 | 0,9 | 0,95 | 0,46 | 205,2 | 206,2 |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | 204,8 | 1,29 | 1,14 | 0,55 | 204,1 | 205,5 |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | 205,6 | 0,71 | 0,84 | 0,41 | 205,1 | 206,1 |
| R 3/3 | 14,4 | 1 | 208,6 | 2,04 | 1,43 | 0,69 | 207,8 | 209,4 |
| K 2/1 | 16 | 0 | 190,7 | 2,23 | 1,49 | 0,78 | 189,8 | 191,6 |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | 193,2 | 1,51 | 1,23 | 0,64 | 192,5 | 193,9 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,5 | 191,3 | 0,9 | 0,95 | 0,5 | 190,8 | 191,8 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,65 | 191,6 | 0,93 | 0,97 | 0,5 | 191 | 192,2 |
| K 1/2 | 13,4 | 1 | 191 | 0,89 | 0,94 | 0,49 | 190,5 | 191,5 |
| K 1/5 | 18 | 0 | 193,5 | 0,72 | 0,85 | 0,44 | 193 | 194 |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | 196,4 | 0,27 | 0,52 | 0,26 | 196,1 | 196,7 |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | 190,9 | 0,77 | 0,88 | 0,46 | 190,4 | 191,4 |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | 196,4 | 2,04 | 1,43 | 0,73 | 195,6 | 197,2 |
| K 1/5 | 18 | 1 | 193,8 | 0,84 | 0,92 | 0,47 | 193,3 | 194,3 |
| K 2/4 | 18 | 0 | 194,4 | 0,49 | 0,7 | 0,36 | 194 | 194,8 |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | 198,8 | 1,73 | 1,32 | 0,66 | 198 | 199,6 |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | 199,3 | 1,34 | 1,16 | 0,58 | 198,6 | 200 |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | 198,9 | 0,54 | 0,74 | 0,37 | 198,5 | 199,3 |
| K 2/4 | 18 | 1 | 197,9 | 0,54 | 0,74 | 0,37 | 197,5 | 198,3 |
| A 1/5 | 18 | 0 | 198,5 | 15,8 | 3,98 | 2 | 196,2 | 200,8 |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | 198,6 | 16,3 | 4,03 | 2,03 | 196,3 | 200,9 |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | 198,4 | 18 | 4,25 | 2,14 | 195,9 | 200,9 |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | 198,1 | 15,9 | 3,98 | 2,01 | 195,8 | 200,4 |
| A 1/5 | 18 | 1 | 198,2 | 18,2 | 4,26 | 2,15 | 195,7 | 200,7 |
| A 2/4 | 18 | 0 | 198,2 | 18,2 | 4,26 | 2,15 | 195,7 | 200,7 |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | 197,8 | 17,7 | 4,21 | 2,13 | 195,4 | 200,2 |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | 197,9 | 16,3 | 4,04 | 2,04 | 195,6 | 200,2 |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | 198,3 | 19,6 | 4,42 | 2,23 | 195,7 | 200,9 |
| A 2/4 | 18 | 1 | 198,1 | 21 | 4,58 | 2,31 | 195,4 | 200,8 |

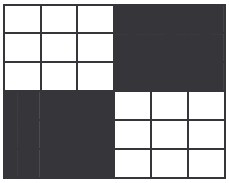
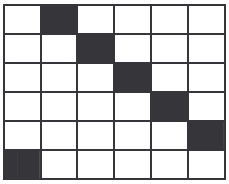
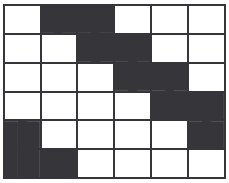
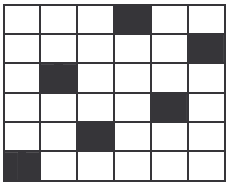
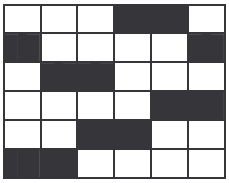
*Tab.P6 Experimentálně zjištěné hodnoty dostavy útku*

| označení tkanin | | | ***průměr*** | ***$s^2$*** | ***s*** | ***v*** | ***$IS_L$*** | ***$IS_P$*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | Dú | poměr PP | [pn/dm] | [pn/dm]$^2$ | [pn/dm] | [%] | [pn/dm] | [pn/dm] |
| P | 7,2 | 0 | 73,8 | 0,178 | 0,42 | 0,57 | 73,56 | 74,04 |
| P | 7,2 | 0,35 | 74,4 | 0,267 | 0,52 | 0,69 | 74,1 | 74,7 |
| P | 7,2 | 0,5 | 75,4 | 0,267 | 0,52 | 0,68 | 75,1 | 75,7 |
| P | 7,2 | 0,65 | 76,5 | 0,5 | 0,71 | 0,92 | 76,09 | 76,91 |
| P | 7,2 | 1 | 78,4 | 0,267 | 0,52 | 0,66 | 78,1 | 78,7 |
| P | 10,8 | 0 | 112,5 | 0,278 | 0,53 | 0,47 | 112,2 | 112,8 |
| P | 10,8 | 0,35 | 113,2 | 0,622 | 0,79 | 0,7 | 112,7 | 113,7 |
| P | 10,8 | 0,5 | 115,4 | 0,267 | 0,52 | 0,45 | 115,1 | 115,7 |
| P | 10,8 | 0,65 | 119,9 | 7,656 | 2,77 | 2,31 | 118,3 | 121,5 |
| P | 10,8 | 1 | 119,8 | 0,4 | 0,63 | 0,53 | 119,4 | 120,2 |
| PA 3/3 | 18 | 0 | 179,8 | 0,178 | 0,42 | 0,23 | 179,6 | 180 |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | 182,6 | 0,711 | 0,84 | 0,46 | 182,1 | 183,1 |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | 181 | 0,889 | 0,94 | 0,52 | 180,5 | 181,5 |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | 183 | 0,444 | 0,67 | 0,36 | 182,6 | 183,4 |
| PA 3/3 | 18 | 1 | 186,4 | 1,6 | 1,26 | 0,68 | 185,7 | 187,1 |
| R 3/3 | 18 | 0 | 180 | 0,444 | 0,67 | 0,37 | 179,6 | 180,4 |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | 180,8 | 1,067 | 1,03 | 0,57 | 180,2 | 181,4 |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | 180,6 | 0,489 | 0,7 | 0,39 | 180,2 | 181 |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | 181,7 | 0,233 | 0,48 | 0,27 | 181,4 | 182 |
| R 3/3 | 14,4 | 1 | 147,7 | 0,678 | 0,82 | 0,56 | 147,2 | 148,2 |
| K 2/1 | 16 | 0 | 170,8 | 0,4 | 0,63 | 0,37 | 170,4 | 171,2 |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | 173,8 | 0,844 | 0,92 | 0,53 | 173,3 | 174,3 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,5 | 142,6 | 0,267 | 0,52 | 0,36 | 142,3 | 142,9 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,65 | 143,1 | 0,767 | 0,88 | 0,61 | 142,6 | 143,6 |
| K 1/2 | 13,4 | 1 | 145,6 | 0,711 | 0,84 | 0,58 | 145,1 | 146,1 |
| K 1/5 | 18 | 0 | 183,7 | 0,456 | 0,67 | 0,37 | 183,3 | 184,1 |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | 185,1 | 0,989 | 0,99 | 0,54 | 184,5 | 185,7 |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | 185,6 | 0,711 | 0,84 | 0,45 | 185,1 | 186,1 |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | 186,6 | 1,156 | 1,07 | 0,58 | 186 | 187,2 |
| K 1/5 | 18 | 1 | 192 | 2 | 1,41 | 0,74 | 191,2 | 192,8 |
| K 2/4 | 18 | 0 | 183,8 | 0,844 | 0,92 | 0,5 | 183,3 | 184,3 |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | 185,1 | 0,544 | 0,74 | 0,4 | 184,7 | 185,5 |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | 184,4 | 0,933 | 0,97 | 0,52 | 183,8 | 185 |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | 186,1 | 0,544 | 0,74 | 0,4 | 185,7 | 186,5 |
| K 2/4 | 18 | 1 | 190,2 | 2,178 | 1,48 | 0,78 | 189,3 | 191,1 |
| A 1/5 | 18 | 0 | 185,6 | 224,7 | 15 | 8,08 | 176,9 | 194,3 |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | 184,7 | 194 | 13,9 | 7,54 | 176,6 | 192,8 |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | 182,6 | 116,3 | 10,8 | 5,91 | 176,3 | 188,9 |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | 182,7 | 120,5 | 11 | 6,01 | 176,3 | 189,1 |
| A 1/5 | 18 | 1 | 181,8 | 99,07 | 9,95 | 5,47 | 176 | 187,6 |
| A 2/4 | 18 | 0 | 182,1 | 109,2 | 10,5 | 5,74 | 176 | 188,2 |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | 182 | 90,44 | 9,51 | 5,23 | 176,5 | 187,5 |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | 182 | 96,67 | 9,83 | 5,4 | 176,3 | 187,7 |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | 181,3 | 79,79 | 8,93 | 4,93 | 176,1 | 186,5 |
| A 2/4 | 18 | 1 | 182 | 78,44 | 8,86 | 4,87 | 176,9 | 187,1 |

Poznámka k tabulkám P1 – P6: Naměřené hodnoty jsou statisticky zpracovány. Je ověřena homogenita a normalita dat. Stanoveny jsou základní statistické ukazatele pro malý výběr (průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient a 95% konfidenční interval).

**PŘÍLOHA 2:** Popis vazeb použitých v experimentu

*Tab.P7 Přehled vzorků podle vazby a jejich pórů*

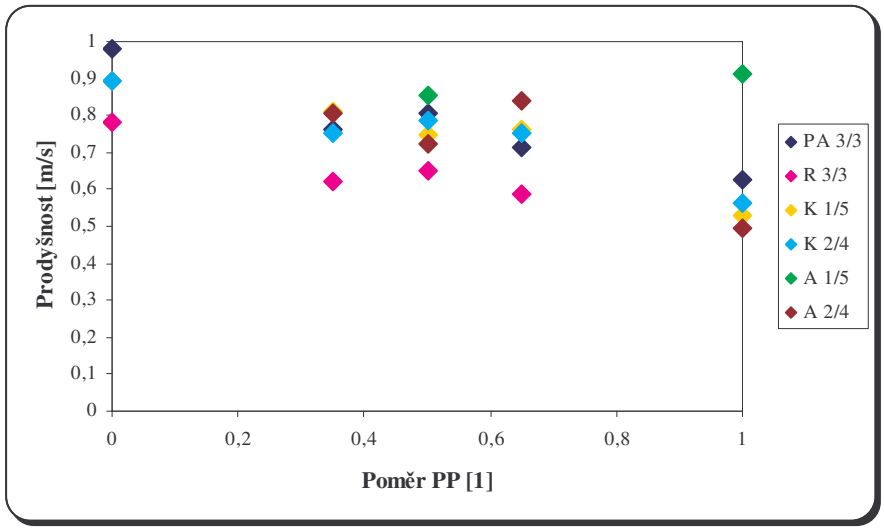
| Základní vazba | Typ a popis vazby | Vazba rozkreslená pomocí vazných bodů | Vazba rozkreslená pomocí 4 typů pórů | Velikost střídy vazby | Počet jednotlivých typů pórů |
|---|---|---|---|---|---|
| Plátnová | - základní<br>$P$ | | 1 1<br>1 1 | 2 x 2 | p1 = 4 |
| | - odvozená, panama<br>$PA\,{}^{3}\!/_{3}$ |  | 3 3 1 3 3 1<br>4 4 3 4 4 3<br>4 4 3 4 4 3<br>3 3 1 3 3 1<br>4 4 3 4 4 3<br>4 4 3 4 4 3 | 6 x 6 | p1 = 4<br>p3a = 8<br>p3b = 8<br>p4 = 16 |
| | - odvozená, ryps podélný<br>$R\,{}^{3}\!/_{3}$ | | 3 3 1 3 3 1<br>3 3 1 3 3 1 | 6 x 2 | p1 = 4<br>p3b = 8 |
| Keprová | - základní<br>$K\,{}^{1}\!/_{2}(Z)$ | | 2 2 1<br>2 1 2<br>1 2 2 | 3 x 3 | p1 = 3<br>p2 = 6 |
| | - základní<br>$K\,{}^{1}\!/_{5}(S)$ |  | 1 2 4 4 4 2<br>2 1 2 4 4 4<br>4 2 1 2 4 4<br>4 4 2 1 2 4<br>4 4 4 2 1 2<br>2 4 4 4 2 1 | 6 x 6 | p1 = 6<br>p2 = 12<br>p4 = 18 |
| | - odvozená, kepr zesílený pravý<br>$K\,{}^{2}\!/_{4}(S)$ |  | 2 2 2 4 4 2<br>2 2 2 2 4 4<br>4 2 2 2 2 4<br>4 4 2 2 2 2<br>2 4 4 2 2 2<br>2 2 4 4 2 2 | 6 x 6 | p2 = 24<br>p4 = 12 |
| Atlasová | - základní<br>$A\,{}^{1}\!/_{5}$ |  | 2 4 4 4 2 1<br>4 4 2 2 2 2<br>2 2 2 2 4 4<br>2 2 4 2 2 4<br>4 2 2 2 2 4<br>2 2 2 4 4 2 | 6 x 6 | p2 = 24<br>p4 = 12 |
| | - odvozená, atlas zesílený vpravo<br>$A\,{}^{2}\!/_{4}$ |  | 2 2 4 4 2 2<br>2 4 2 3 1 3<br>2 3 1 3 2 4<br>2 3 2 2 3 2<br>4 2 3 1 3 2<br>3 1 3 2 4 2 | 6 x 6 | p1 = 4<br>p2 = 16<br>p3b = 12<br>p4 = 4 |

*Tab.P8 Koeficienty provázání*

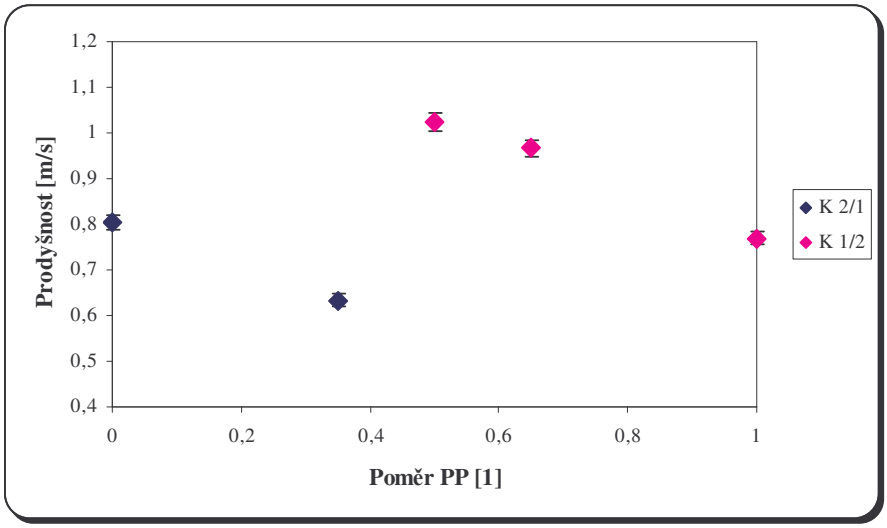
| | $f$ | $m$ | $f^m$ |
|---|---|---|---|
| P | 1 | 0,45 | 1 |
| R 3/3 | 3 | 0,35 | 1,469 |
| K 2/4 | 3 | 0,39 | 1,535 |
| K 1/5 | 3 | 0,39 | 1,535 |
| A 1/5 | 3 | 0,42 | 1,586 |
| A 2/4 | 3 | 0,42 | 1,586 |
| PA 3/3 | 3 | 0,45 | 1,639 |

**PŘÍLOHA 3:** Grafické znázornění závislostí prodyšnosti na poměru PP

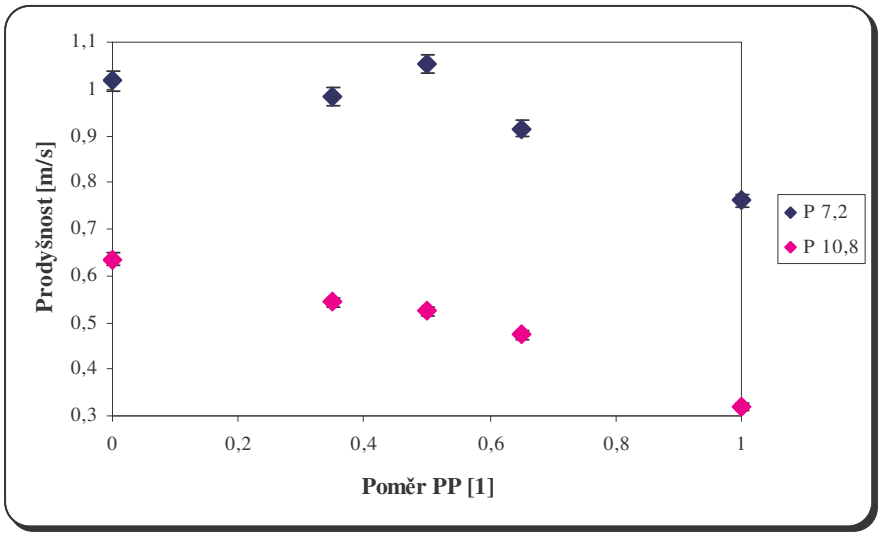
*Obr.P1 Grafická závislost prodyšnosti na poměru PP a vazbě*




*Obr.P2 Grafická závislost prodyšnosti na poměru PP a vazbě*

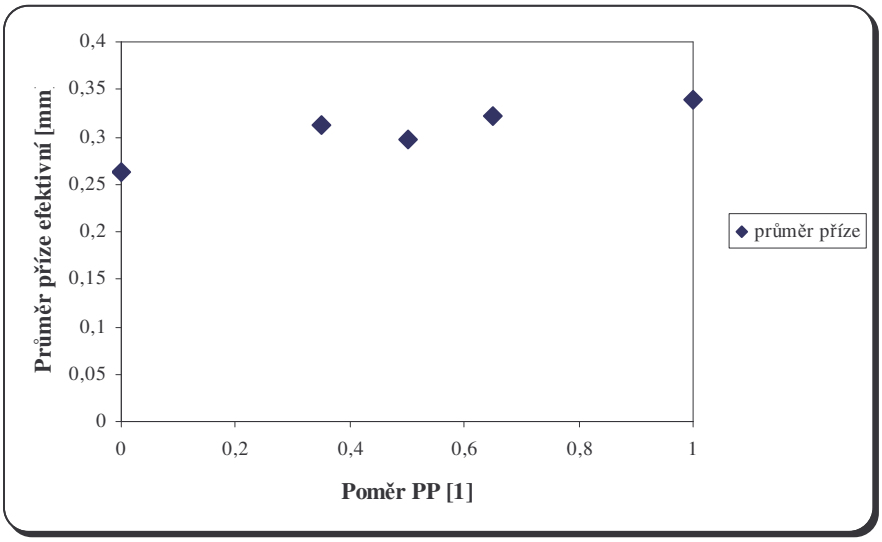



*Obr.P3 Grafická závislost prodyšnosti na poměru PP a vazbě při tlakovém spádu 30 Pa*



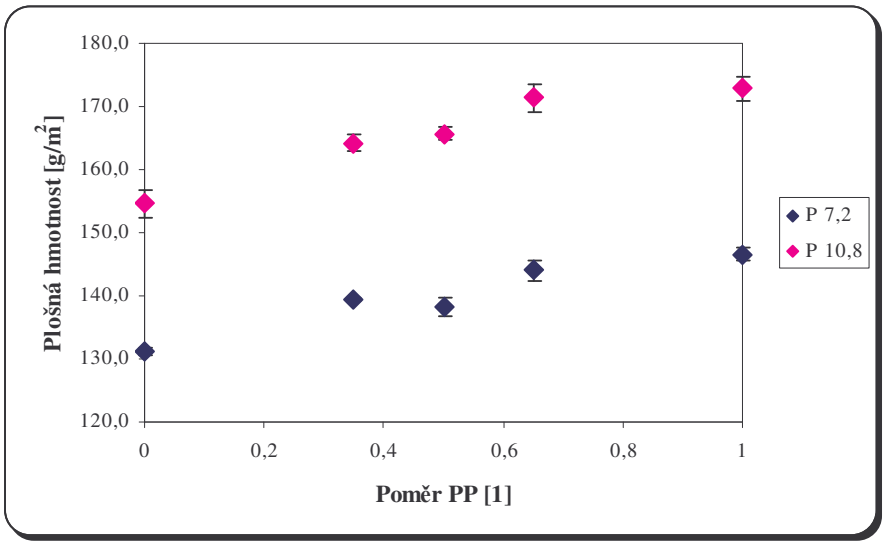
**PŘÍLOHA 4:** Grafická závislost dalších charakteristik tkaniny na poměru PP a vazbě

*Obr.P4 Efektivní průměr příze v jednotlivých poměrech PP*

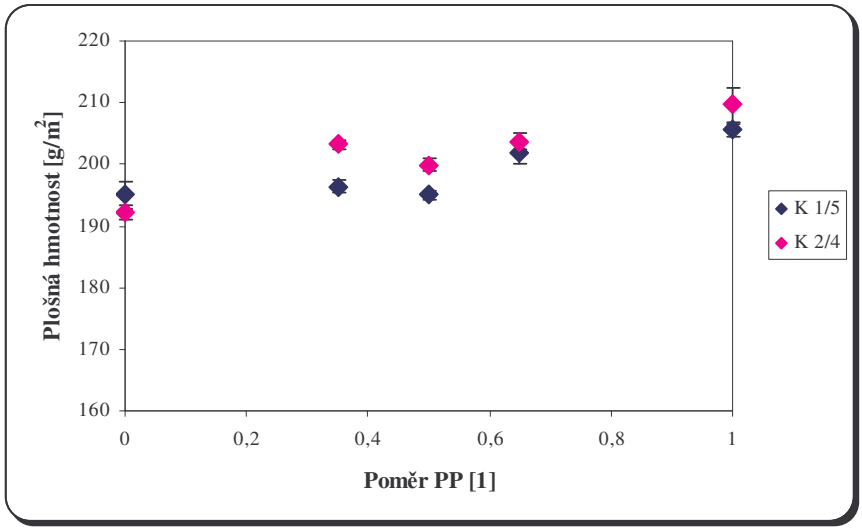



Poznámka k obrázku 4: Hodnoty efektivního průměru příze jsou získány z interních materiálů [16].

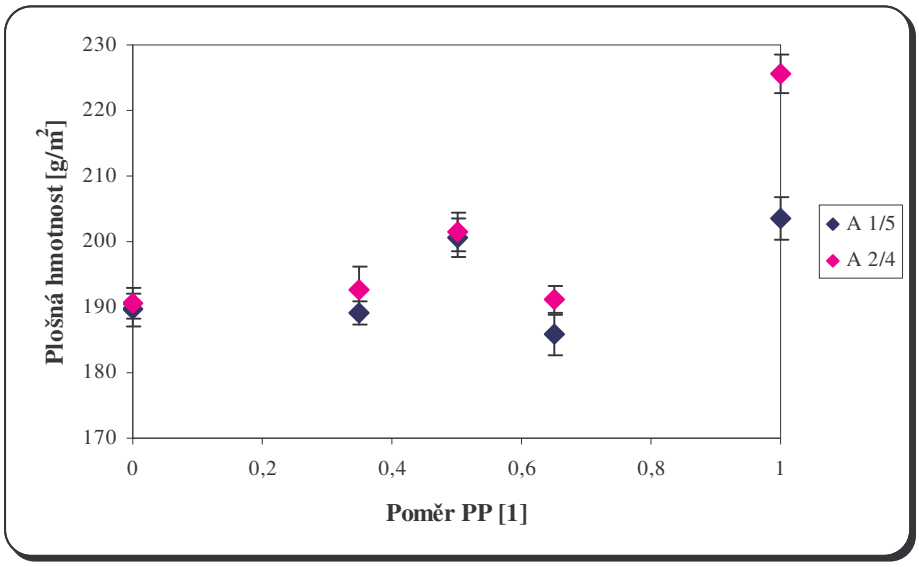
*Obr.P5 Experimentálně zjištěná hmotnost tkanin*




*Obr.P6 Experimentálně zjištěná hmotnost tkanin*



*Obr.P7 Experimentálně zjištěná hmotnost tkanin*



**PŘÍLOHA 5:** Doplňující tabulky a grafy k predikci prodyšnosti

*Tab.P9 Stanovení postupu predikce prodyšnosti z plošného zakrytí*

| označení tkanin | | | ***Do*** | ***Du*** | ***def*** | ***Zo*** | ***Zu*** | ***Z*** | ***postup*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | ***Dú*** | ***poměr PP*** | [1/dm] | [1/dm] | [mm] | [%] | [%] | [%] | ***predikce AP*** |
| P | 7,2 | 0 | 185,6 | 73,8 | 0,262 | 48,6 | 19,3 | 58,55 | D |
| P | 7,2 | 0,35 | 187,4 | 74,4 | 0,313 | 58,7 | 23,3 | 68,33 | D |
| P | 7,2 | 0,5 | 188,1 | 75,4 | 0,297 | 55,8 | 22,4 | 65,72 | D |
| P | 7,2 | 0,65 | 187,8 | 76,5 | 0,321 | 60,3 | 24,6 | 70,04 | D |
| P | 7,2 | 1 | 186,6 | 78,4 | 0,339 | 63,3 | 26,6 | 73,02 | D |
| P | 10,8 | 0 | 188,1 | 112,5 | 0,262 | 49,3 | 29,5 | 64,22 | D |
| P | 10,8 | 0,35 | 190 | 113,2 | 0,313 | 59,5 | 35,5 | 73,88 | D |
| P | 10,8 | 0,5 | 190,6 | 115,4 | 0,297 | 56,6 | 34,3 | 71,45 | D |
| P | 10,8 | 0,65 | 190,1 | 119,9 | 0,321 | 61 | 38,5 | 76,02 | B |
| P | 10,8 | 1 | 188,5 | 119,8 | 0,339 | 63,9 | 40,6 | 78,56 | B |
| PA 3/3 | 18 | 0 | 194,6 | 179,8 | 0,262 | 51 | 47,1 | 74,07 | D |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | 197 | 182,6 | 0,313 | 61,7 | 57,2 | 83,61 | C |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | 197,6 | 181 | 0,297 | 58,7 | 53,7 | 80,87 | C |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | 196,1 | 183 | 0,321 | 62,9 | 58,7 | 84,71 | C |
| PA 3/3 | 18 | 1 | 194,6 | 186,4 | 0,339 | 66 | 63,2 | 87,47 | C |
| R 3/3 | 18 | 0 | 199,7 | 180 | 0,262 | 52,3 | 47,2 | 74,8 | D |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | 205,7 | 180,8 | 0,313 | 64,4 | 56,6 | 84,58 | C |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | 204,8 | 180,6 | 0,297 | 60,8 | 53,6 | 81,81 | C |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | 205,6 | 181,7 | 0,321 | 66 | 58,3 | 85,83 | C |
| R 3/3 | 14,4 | 1 | 208,6 | 147,7 | 0,339 | 70,7 | 50,1 | 85,38 | C |
| K 2/1 | 16 | 0 | 190,7 | 170,8 | 0,262 | 50 | 44,7 | 72,35 | D |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | 193,2 | 173,8 | 0,313 | 60,5 | 54,4 | 82,02 | C |
| K 1/2 | 13,4 | 0,5 | 191,3 | 142,6 | 0,297 | 56,8 | 42,3 | 75,07 | D |
| K 1/2 | 13,4 | 0,65 | 191,6 | 143,1 | 0,321 | 61,5 | 45,9 | 79,19 | C |
| K 1/2 | 13,4 | 1 | 191 | 145,6 | 0,339 | 64,7 | 49,4 | 82,15 | C |
| K 1/5 | 18 | 0 | 193,5 | 183,7 | 0,262 | 50,7 | 48,1 | 74,42 | D |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | 196,4 | 185,1 | 0,313 | 61,5 | 58 | 83,84 | C |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | 190,9 | 185,6 | 0,297 | 56,7 | 55,1 | 80,54 | C |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | 196,4 | 186,6 | 0,321 | 63 | 59,9 | 85,18 | C |
| K 1/5 | 18 | 1 | 193,8 | 192 | 0,339 | 65,7 | 65,1 | 88,02 | C |
| K 2/4 | 18 | 0 | 194,4 | 183,8 | 0,262 | 50,9 | 48,1 | 74,55 | D |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | 198,8 | 185,1 | 0,313 | 62,3 | 58 | 84,15 | C |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | 199,3 | 184,4 | 0,297 | 59,2 | 54,7 | 81,51 | C |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | 198,9 | 186,1 | 0,321 | 63,8 | 59,7 | 85,44 | C |
| K 2/4 | 18 | 1 | 197,9 | 190,2 | 0,339 | 67,1 | 64,5 | 88,31 | A |
| A 1/5 | 18 | 0 | 198,5 | 185,6 | 0,262 | 52 | 48,6 | 75,34 | D |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | 198,6 | 184,7 | 0,313 | 62,2 | 57,9 | 84,08 | C |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | 198,4 | 182,6 | 0,297 | 58,9 | 54,2 | 81,17 | C |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | 198,1 | 182,7 | 0,321 | 63,6 | 58,6 | 84,94 | C |
| A 1/5 | 18 | 1 | 198,2 | 181,8 | 0,339 | 67,2 | 61,6 | 87,41 | C |
| A 2/4 | 18 | 0 | 198,2 | 182,1 | 0,262 | 51,9 | 47,7 | 74,86 | D |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | 197,8 | 182 | 0,313 | 62 | 57 | 83,65 | C |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | 197,9 | 182 | 0,297 | 58,7 | 54 | 81,03 | C |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | 198,3 | 181,3 | 0,321 | 63,7 | 58,2 | 84,81 | C |
| A 2/4 | 18 | 1 | 198,1 | 182 | 0,339 | 67,2 | 61,7 | 87,42 | C |

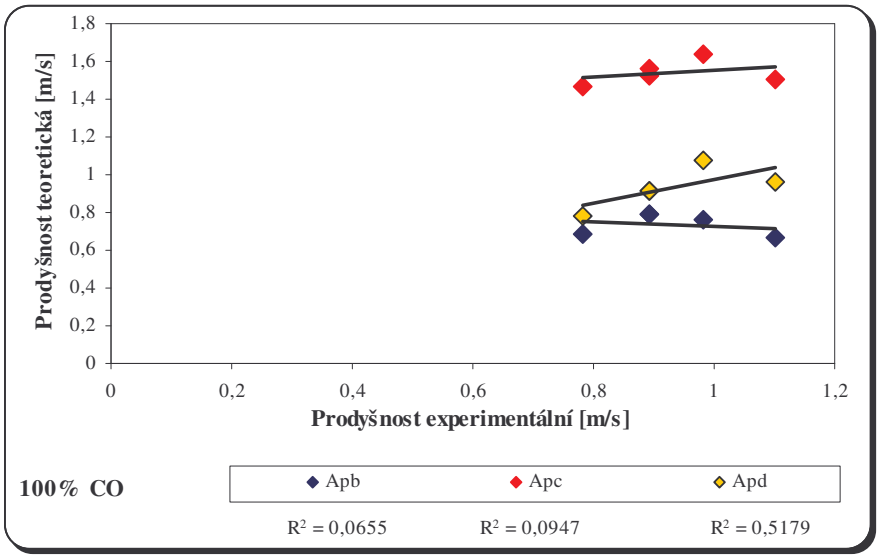
*Tab.P10 Experimentální a predikované hodnoty prodyšnosti*

| vzorky tkanin | | | ***APexp*** | ***APa*** | ***APb*** | ***APc*** | ***APd*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| vazba | ***Dú*** | ***poměr PP*** | [m/s] | [m/s] | [m/s] | [m/s] | [m/s] |
| P | 7,2 | 0 | **1,02** | 2,46 | 1,28 | 19,2 | 0,18 |
| P | 7,2 | 0,35 | **0,98** | 1,07 | 0,8 | 12,8 | 0,13 |
| P | 7,2 | 0,5 | **1,05** | 1,34 | 0,86 | 14,3 | 0,15 |
| P | 7,2 | 0,65 | **0,92** | 0,93 | 0,7 | 11,3 | 0,13 |
| P | 7,2 | 1 | **0,76** | 0,72 | 0,58 | 8,83 | 0,11 |
| P | 10,8 | 0 | **0,64** | 1,52 | 1,36 | 8,55 | 0,15 |
| P | 10,8 | 0,35 | **0,54** | 0,67 | 0,8 | 4,13 | 0,11 |
| P | 10,8 | 0,5 | **0,52** | 0,82 | 0,87 | 4,98 | 0,12 |
| P | 10,8 | 0,65 | **0,47** | 0,56 | 0,72 | 2,86 | 0,1 |
| P | 10,8 | 1 | **0,32** | 0,45 | 0,6 | 1,96 | 0,09 |
| PA 3/3 | 18 | 0 | **0,98** | 1,36 | 0,76 | 1,65 | 1,21 |
| PA 3/3 | 18 | 0,35 | **0,76** | 0,5 | 0,52 | 0,4 | 0,76 |
| PA 3/3 | 18 | 0,5 | **0,81** | 0,68 | 0,58 | 0,66 | 0,89 |
| PA 3/3 | 18 | 0,65 | **0,71** | 0,43 | 0,49 | 0,32 | 0,71 |
| PA 3/3 | 18 | 1 | **0,63** | 0,3 | 0,44 | 0,16 | 0,58 |
| R 3/3 | 18 | 0 | **0,78** | 0,81 | 0,68 | 1,41 | 0,89 |
| R 3/3 | 18 | 0,35 | **0,62** | 0,31 | 0,44 | 0,28 | 0,54 |
| R 3/3 | 18 | 0,5 | **0,65** | 0,41 | 0,5 | 0,5 | 0,64 |
| R 3/3 | 18 | 0,65 | **0,59** | 0,27 | 0,41 | 0,2 | 0,5 |
| R 3/3 | 14,4 | 1 | **0,7** | 0,26 | 0,35 | 0,48 | 0,52 |
| K 2/1 | 16 | 0 | **0,8** | 1,18 | 1,09 | 1,96 | 0,43 |
| K 2/1 | 16,5 | 0,35 | **0,63** | 0,48 | 0,68 | 0,49 | 0,28 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,5 | **1,02** | 1,1 | 0,78 | 1,78 | 0,39 |
| K 1/2 | 13,4 | 0,65 | **0,97** | 0,77 | 0,66 | 1,06 | 0,32 |
| K 1/2 | 13,4 | 1 | **0,77** | 0,57 | 0,55 | 0,65 | 0,28 |
| K 1/5 | 18 | 0 | **0,89** | 1,35 | 0,79 | 1,56 | 1,01 |
| K 1/5 | 18 | 0,35 | **0,81** | 0,51 | 0,51 | 0,38 | 0,64 |
| K 1/5 | 18 | 0,5 | **0,75** | 0,69 | 0,64 | 0,66 | 0,77 |
| K 1/5 | 18 | 0,65 | **0,76** | 0,43 | 0,49 | 0,29 | 0,59 |
| K 1/5 | 18 | 1 | **0,53** | 0,27 | 0,41 | 0,14 | 0,47 |
| K 2/4 | 18 | 0 | **0,89** | 1,34 | 0,79 | 1,53 | 1,01 |
| K 2/4 | 18 | 0,35 | **0,75** | 0,5 | 0,51 | 0,36 | 0,63 |
| K 2/4 | 18 | 0,5 | **0,79** | 0,68 | 0,58 | 0,58 | 0,73 |
| K 2/4 | 18 | 0,65 | **0,75** | 0,43 | 0,48 | 0,27 | 0,58 |
| K 2/4 | 18 | 1 | **0,56** | 0,28 | 0,41 | 0,13 | 0,46 |
| A 1/5 | 18 | 0 | | 1,27 | 0,72 | 1,39 | 1,06 |
| A 1/5 | 18 | 0,35 | **1,03** | 0,51 | 0,49 | 0,36 | 0,68 |
| A 1/5 | 18 | 0,5 | **0,86** | 0,72 | 0,52 | 0,61 | 0,81 |
| A 1/5 | 16 | 0,65 | | 0,47 | 0,43 | 0,31 | 0,65 |
| A 1/5 | 18 | 1 | **0,91** | 0,35 | 0,37 | 0,17 | 0,54 |
| A 2/4 | 18 | 0 | **1,1** | 1,06 | 0,66 | 1,5 | 1,08 |
| A 2/4 | 18 | 0,35 | **0,8** | 0,44 | 0,46 | 0,4 | 0,7 |
| A 2/4 | 18 | 0,5 | **0,72** | 0,57 | 0,49 | 0,64 | 0,82 |
| A 2/4 | 16 | 0,65 | | 0,39 | 0,42 | 0,32 | 0,65 |
| A 2/4 | 18 | 1 | **0,5** | 0,01 | 0,36 | 0,18 | 0,54 |

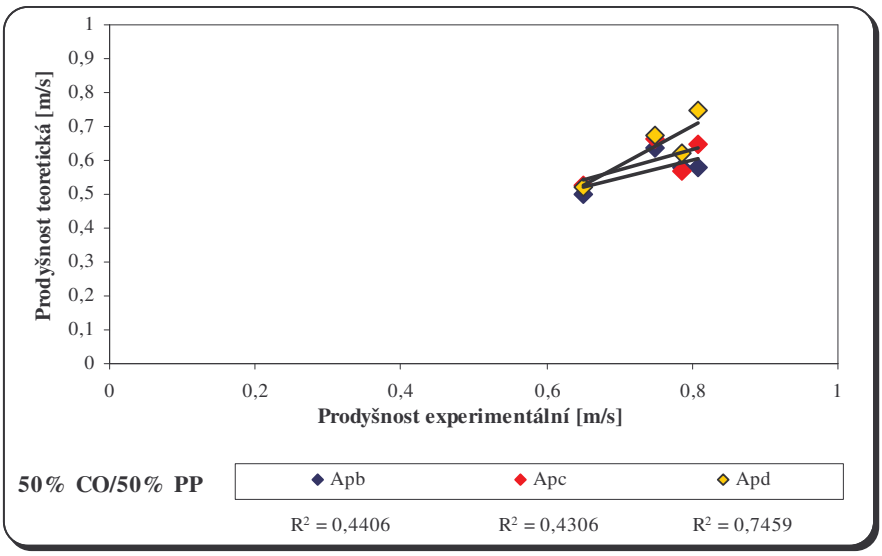
Poznámka k tabulce P10: Hodnoty experimentální prodyšnosti pro plátno jsou měřeny při tlakovém spádu 3O Pa, ostatní podle doporučení normy při tlakovém spádu 100 Pa.

**PŘÍLOHA 6:** Graficky znázorněné závislosti prodyšnosti teoretické na experimentální

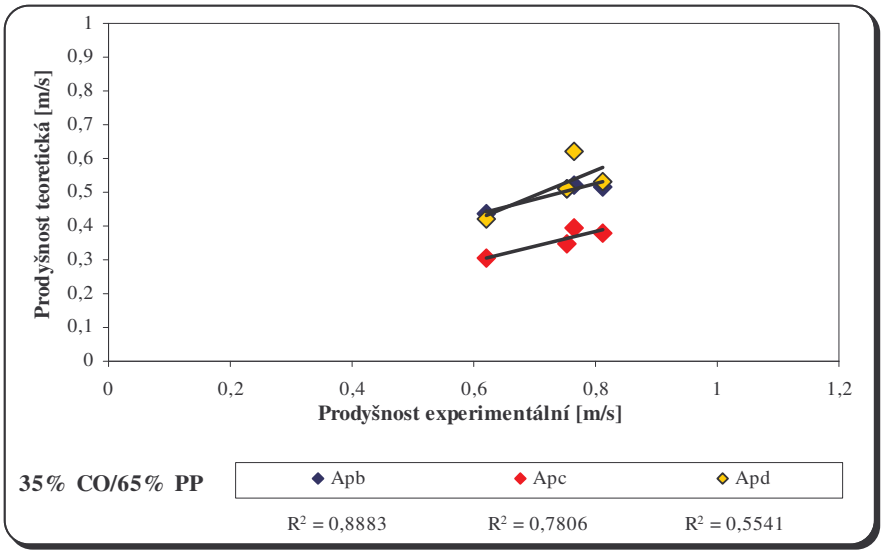
*Obr.P8 Závislost prodyšnosti teoretické na experimentální*



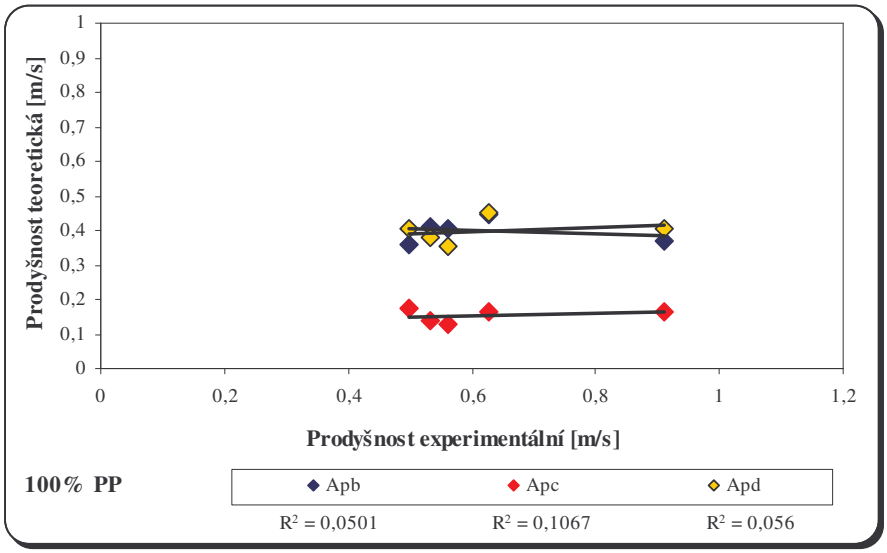

*Obr.P9 Závislost prodyšnosti teoretické na experimentální*




*Obr.P10 Závislost prodyšnosti teoretické na experimentální*



*Obr.P11 Závislost prodyšnosti teoretické na experimentální*



**PŘÍLOHA 6:** Vzorník tkanin