

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Liberec 2013

Bc. Libor Daněk

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Studijní program: Průmyslový management N3108

Studijní obor: Produktový management

TEPELNĚ – KOMFORTNÍ VLASTNOSTI HOKEJOVÝCH DRESŮ

HEAT – COMFORT FEATURES HOCKEY JERSEYS

KHT - 193

Vedoucí práce: prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Konzultant: Ing. Vladimír Bajzík, Ph. D.

Vypracoval: Bc. Libor Daněk

Počet stran: 108

Počet příloh: 1

Datum odevzdání: 27. 5. 2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Libor Daněk**
Osobní číslo: **T10000103**
Studijní program: **N3108 Průmyslový management**
Studijní obor: **Produktový management - Textil**
Název tématu: **Tepelné - komfortní vlastnosti hokejových dresů**
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Zásady pro vypracování:

1. Uveďte stručný přehled poznatků o komfortu textilií textilí a způsobů jeho hodnocení. Opatřete alespoň 4 odlišné vzorky dresů pro hráče hokeje a vzorek funkčního spodního prádla.
2. Na přístroji ALAMBETA proměřte tepelný odpor, tepelnou vodivost a tepelnou jímavost jednotlivých součástí dresů v suchém stavu. Zjistěte také celkový tepelný odpor složených vzorků. Na přístroji FX 3300 pak stanovte prodyšnost dresů.
3. Přístrojem PERMETEST pak proměřte relativní paropropustnost a výparný odpor všech jednotlivých i složených vzorků za sucha, se simulovanou 2 mm mezerou mezi textiliemi. Stanovte výparný odpor těchto mezer, jejich hodnoty porovnejte a korelujte s prodyšností jednotlivých dresů.
4. V dalším postupu zavlhčete vzorek spodního prádla pomocí 0,3 ml vlhkosti, přiložte distanční podložku 2 mm a vrchní dres a poté stanovte relativní paropropustnost složených vzorků. Stanovte opět výparný odpor této mezery pro jednotlivé systémy sportovního oblečení, jejich hodnoty porovnejte a korelujte s prodyšností jednotlivých dresů.
5. Výsledky měření dle možnosti vyhodnoťte pomocí statistických metod a znázorněte graficky. Komfortní vlastnosti jednotlivých vzorků za sucha i po zavlhčení porovnejte a komentujte.

Rozsah grafických prací:

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

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

Seznam odborné literatury:

Hes L., Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TUL-FT, Liberec 2005
Kuneš J. a kol. : Tepelné bariéry, Academia 2003

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

Katedra hodnocení textilií

Konzultant diplomové práce: **Ing. Vladimír Bajžák, Ph.D.**


Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2013**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




Ing. Vladimír Bajžák, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 4. ledna 2013

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

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

V Liberci, dne 7. 5. 2013

Bc. Libor Daněk

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc., za cenné a podnětné rady související s danou problematikou a dohledem při postupu vzniku mé práce.

Bc. Libor Daněk

Anotace v českém jazyce

V práci je zjišťován tepelný komfort vybraných hokejových dresů v suchém stavu a po aplikaci tzv. potního impulsu. Experimentálně byl stanoven tepelný odpor a paropropustnost jak vlastních dresů, tak vzorků sestavených ze spodního prádla, chrániče nebo vzduchové mezery a dresu, a to za sucha a po zavlhčení spodního prádla. Měření byla prováděna na přístrojích Alambeta, FX 3300 a Permetest, kde hodnoty takto získané znázorňují průběh změn tepelného odporu, výparného odporu a relativní paropropustnosti. V teoretické části je popsán lidský organismus zaměřený zejména na termoregulaci, základy historie ledního hokeje a vývoje hokejových dresů. V praktické části jsou zpracovány základní poznatky související s danou problematikou včetně užívaných typů přístrojů a výzkum tepelně – komfortních vlastností hokejových dresů.

Klíčová slova: tepelný odpor, výparný odpor, Alambeta, FX 3300, Permetest, paropropustnost, potní impuls, hokejový dres.

Annotation

This thesis deals with thermal comfort of selected ice-hockey dresses in dry state and after application of the sweating pulse. In this study, thermal resistance and water vapour permeability of knitted dresses and underwear fabrics, pads of air gap and knitted dresses were experimentally determined. The underwear was analysed in dry and wet state. The tests were done by the Alambeta, FX 3300 and Permetest instruments. The Alambeta is apparatus testing thermal conductivity, thermal absorptivity, thermal resistance, fabric thickness. The Permetest is apparatus testing water vapour permeability. In the theoretical part, human body as thermal machine and its thermoregulation, history of ice-hockey and ice-hockey knitted dresses were described.

Key Words: thermal resistance, water vapour permeability, Alambeta, FX 3300 Permetest, sweating impulse, ice.hockey dresses.

OBSAH

Seznam ilustrací	10
Seznam tabulek	11
Seznam grafů.....	12
Seznam zkratk a značek	13
Úvod	14
1 Termoregulace lidského organismu	15
1.1 Tělesná teplota	15
1.2 Teplota pláště a jádra	16
1.3 Plášť	16
1.4 Jádro	16
1.5 Tvorba tepla	17
1.6 Výdej tepla	18
1.7 Výměna tepla mezi jádrem a pláštěm	20
1.7.1 Reakce teplokrevných organismů na chlad a přehřátí	20
1.7.2 Termoneutrální zóna	21
1.8 Přizpůsobení člověka na chlad	22
1.9 Použití poznatků.....	24
2 Historie ledního hokeje.....	25
2.1 Historie hokejový dresů	26
2.2 Materiály spodního prádla.....	30
2.2.1 Coolmax.....	31
2.2.2 Coolmax Extreme Hexachannel	32
2.2.3 X-static.....	33
3 TESTOVÁNÍ DRESŮ	34
3.1 Alambeta	34
3.1.1 Obecné parametry textilií.....	34

3.2	Permetest	36
3.3	FX 3300.....	37
3.4	Měření	38
3.4.1	Měřené spodní prádlo	40
3.4.2	Měřené dresy.....	41
3.4.3	Měření chráničů	44
3.4.4	Měření spodního prádla	48
3.4.5	Měření vybraných hokejových dresů.....	48
3.4.6	Měření dresů a spodního prádla s potním impulsem	50
3.4.7	Měření složeného vzorku – Spodní prádlo-chránič-dres	51
3.4.8	Měření složeného vzorku – Spodní prádlo (potní impuls)-chránič-dres ..	54
3.4.9	Měření složeného vzorku – Spodní prádlo-vzduchová mezera-dres	57
3.4.10	Měření složeného vzorku – Spodní prádlo (potní impuls)-vzduchová mezera-dres.....	60
3.4.11	Zhodnocení testování na Alambetě.....	63
3.4.12	Matematický model pro výpočet q_{tot} u zavlhčené textilie	64
3.4.13	Měření paropropustnosti	66
3.4.14	Korelační analýza	73
4	Závěr	75
	Seznam literatury.....	77
	Seznam příloh.....	80
	Příloha č. 1 – Grafické vyjádření testování	81

Seznam ilustrací

1	Teplota lidského jádra v chladném a teplém prostředí	17
2	Moderní multifunkční aréna	26
3	Mistři Evropy 1911 – svetry	27
4	Kladenský hokejový mistrovský tým – bavlna	27
5	Žákovský dres Stadionu Liberec - PES	28
6	HOCKEY PRO 230 g/m ²	29
7	HOCKEY PRO PREMIUM 250 g/m ²	29
8	Bavlněné spodní prádlo	30
9	Spodní prádlo Coolmax	31
10	Spodní prádlo Coolmax Extreme Hexachannel	32
11	Spodní prádlo X-static	33
12	Permetest	36
13	FX 3300	37
14	Schéma měření 1	38
15	Schéma měření 2	38
16	Distanční podložka a výřez chrániče	39
17	Měřené spodní prádlo	40
18	Dres mládežnických týmů TJ Bílí Tygři Liberec (TJ BT LBC)	41
19	Pletenina TJ Bílí Tygři Liberec (TJ BT LBC)	41
20	Dres juniorských týmů Akademie TJ Bílí Tygři Liberec (Urban LBC)	42
21	Pletenina Akademie TJ Bílí Tygři Liberec (Urban LBC)	42
22	Juniorský dres týmu Piráti Chomutov	43
23	Pletenina Piráti Chomutov	43
24	Dres „A-týmu“ HC Bílí Tygři Liberec (Simm. LBC)	44
25	Pletenina „A-týmu“ HC Bílí Tygři Liberec	44
26	Rozkládání chráničů ramen	46
27	Hrudní díl chráničů ramen	46
28	Rozložený hrudní díl	47
29	Schéma odparu z pokožky přes textilii	64
30	Schéma výparných odporů zapojených do série	64

Seznam tabulek

1	Testování chráničů ramen	45
2	Testování spodního prádla	48
3	Testování jednotlivých dresů	48
4	Prodyšnost dresů	49
5	Dresy po vyprání	50
6	Testování dresů a spodního prádla s potním impulsem	50
7	Testování: Spodní prádlo–chránič–dres	51
8	Testování: Spodní prádlo (potní impuls)–chránič–dres	54
9	Testování: Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres	57
10	Testování: Spodní prádlo (potní impuls)–vzduchová mezera–dres	60
11	Testování spodního prádla	66
12	Testování dresu Piráti Chomutov	67
13	Testování dresu TJ BT LBC	67
14	Testování dresu Urban LBC	67
15	Testování dresu Simmonds LBC	68
16	Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, Piráti Chomutov	68
17	Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, TJ BT LBC	68
18	Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, Urban LBC	69
19	Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, Simmonds LBC	69
20	Spodní prádlo, potní impuls–vzduchová mezera–dres, Piráti Chomutov	70
21	Spodní prádlo, potní impuls–vzduchová mezera–dres, TJ BT LBC	71
22	Spodní prádlo, potní impuls–vzduchová mezera–dres, Urban LBC	71
23	Spodní prádlo, potní impuls–vzduchová mezera–dres, Simmonds LBC	71
24	Korelační analýza	73
25	Kontrolní měření prodyšnosti	76

Seznam grafů

1	Tepelný odpor chráničů s výsledným součtem	47
2	Průměrná prodyšnost testovaných dresů	49
3	Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 1	53
4	Celková tloušťka složeného vzorku 1	54
5	Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 2	56
6	Celková tloušťka složeného vzorku 2	57
7	Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 3	59
8	Celková tloušťka složeného vzorku 3	60
9	Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 4	62
10	Celková tloušťka složeného vzorku 4	63
11	Rozložení výparného odporu	70
12	Hodnoty relativní paropropustnosti	72

Seznam zkratek a značek

°C	Stupeň celsia
VO2max	Ukazatel sportovní výkonnosti
NHL	Kanadsko-americká Národní Hokejová Liga
KHL	Kontinentální Hokejová Liga
LIGH	Předchůdce IIHF (Mezinárodní hokejové federace – International Ice Hoceky Federation), Ligue Internationale de Hockey sur Glace
SSSR	Sovětský svaz socialistických republik
PES	Polyester
λ	Tepelná vodivost měřená přístrojem Alambeta [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]
b	Tepelná jímavost měřená přístrojem Alambeta [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}$]
r	Tepelný odpor měřený přístrojem Alambeta [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$]
h	Tloušťka materiálu měřená přístrojem Alambeta [mm]
a	Teplotní vodivost měřená přístrojem Alambeta [m^2s^{-1}]
q	Maximální tepelný tok měřený přístrojem Alambeta [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$]
TJ	Tělovýchovná jednota, občanské sdružení
HC	Hokejový klub, hockey club
BT	Bílí Tygři, zkrácení názvu Bílí Tygři Liberec
A-tým	Tým dospělých hokejistů
Chom.	Chomutov
Ret	Výparný odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]
Dc	Difúzní koeficient vztážen na koncentraci [$\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$]
Mw	Molární koncentrace vodní páry [mol/l]
R	Obecná plynová konstanta [$\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$]
T	Absolutní teplota vodní páry [K]
Směr. od.	Směrodatná odchylka

Úvod

Doposud žádná studie ani žádná diplomová nebo bakalářská práce neuvažuje o komfortu dresů hráčů ledního hokeje. Někteří naši hokejoví reprezentanti označují své dresy za nekomfortní, proto bylo velice zajímavé se do této problematiky podívat hlouběji a zjistit, zda má dres vliv na pocit komfortnosti pro samotné hráče.

Hlavní problematika teoretické části je zaměřena na tělesnou teplotu, teplotu jádra a termoregulaci lidského organismu. Aby se hráč cítil komfortně, je zapotřebí co nejrychleji odvést pot od těla. Pokud jsou sportovci v suchu, mohou se kvalitně soustředit na podání nejlepšího výkonu. Proto se v dnešní době dbá na vývoj funkčního prádla. U hráče ledního hokeje je situace komplikovanější, protože hokejista má na sobě celkem 3 vrstvy oblečení. První vrstva zahrnuje spodní prádlo, kterému se říká ribano. Ve druhé vrstvě nalezneme chrániče nebo vzduchovou mezeru tam, kde není tělo pokryto chráničem a až ve třetí má sportovec oblečen dres.

Tato diplomová práce studuje hodnoty jednotlivých komponentů všech vrstev jako jsou tepelná vodivost, tepelný odpor, tepelná jímavost, tloušťka, prodyšnost, výparný odpor a ekvivalentní výparný odpor. Práce zkoumá situace, kdy je hráč v klidu, tedy není zapocen a po zátěži, kdy se hráč zapotí.

Všechny tyto hodnoty a výsledky jsou experimentálně zjištěny v diplomové práci. Současně lze říci, že tato měření jsou díky použití rychlých měřících metod schopny zjistit měřené hodnoty přesněji než kdy předtím. Získané hodnoty mohou tedy kvalitně posloužit k orientaci v této problematice.

1 Termoregulace lidského organismu

Termoregulací se rozumí schopnost organismu udržet stálou optimální teplotu.

Touto schopností jsou však vybaveni pouze teplokrevní neboli homoiotermní živočichové. Studenokrevní neboli poikilotermní mění teplotu organismu podle teploty okolí. Člověk je od svého narození řazen mezi homoiotermní živočichy i přes neúplně vyvinutou termoregulaci u novorozenců. [2]

1.1 Tělesná teplota

Průměrná tělesná teplota člověka je 37 °C. Jedná se o teplotu, při které nejvýhodněji probíhá látková přeměna.

Všechny biochemické pochody v lidském organismu jsou závislé na teplotě těla. Procesy v našem metabolismu se buď zrychlují nebo zpomalují v závislosti na zvyšování a snižování tělesné teploty. Až o 2 °C stoupá tělesná teplota, když je lidské tělo vystaveno těžké svalové práci. Lidský organismus se dokáže zotavit i z těžkého podchlazení nebo naopak z přehřátí. Nejnižší teplota, ze které se člověk zotavil, je 20 °C.

Jako částečná izolace lidského těla od zevního prostředí slouží:

- Kůže.
- Podkožní tuk – zásobárna energie pro organismus. Je zde utvořeno teplotní rozhraní mezi chladnější kůží a teplejším vnitřkem těla.
- Svaly.

Běžnou tělesnou akcí je kolísání teploty v průběhu dne. Pokud člověku stoupne teplota pouze o 0,5 °C, má tento nárůst za následek povrchové roztažení cév, proto se průtok krve zvýší až sedmkrát a člověk zčervená. [2]

1.2 Teplota pláště a jádra

Tělesná teplota lidského těla měřená v axile, tedy v podpažní jamce, kolísá mezi 35,8 – 37,0 °C. Teplota pláště (slupky) je teplota závislá na aktivitě a stavu organismu, teplotě, vlhkosti a proudění vzduchu v okolí a měřená na oblečení. [3]

1.3 Plášť

Části těla, které označujeme jako plášť, jsou ty, které mění svou teplotu na základě vlivu okolí. Jedná se o:

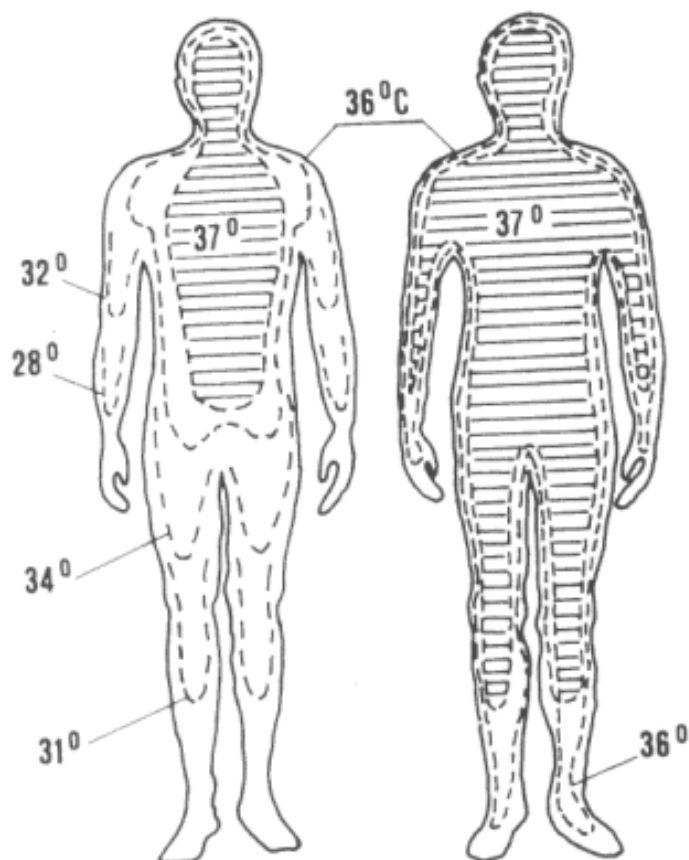
- horní končetiny,
- dolní končetiny,
- hlavu,
- povrchové vrstvy těla.

Teplota jádra je oproti teplotě pláště přibližně konstantní a nezávisí na teplotě okolí. Jedná se o teplotu v hrudní a břišní dutině a hodnota v játrech kolísá v rozmezí 39 – 40 °C. [3]

1.4 Jádro

Teplota jádra se nedá změřit pomocí zevního měření, avšak její změny sleduje nejlépe hodnota rektální teploty. Téměř konstantní teplotu jádra pomáhá udržet izolace pomocí kůže, podkožního vaziva a tukové vrstvy. Pokud klesne teplota pod 35 °C, nastanou symptomy jako euforie a ztráta orientace. Jedná se o první příznaky začínající poruchy fyziologického chování termoregulace. Tomuto stavu (pokles teploty jádra pod 35 °C) se říká hypotermie. Dalšími jejími projevy jsou třes a zmíněná euforie. Následuje ustávání třesu a projevuje se letargie a další psychické poruchy. Pokles teploty jádra pod 25 °C oslabuje dýchání a pokles pod 20 °C má za následek smrt selháním oběhu. Na

obrázku č. 1 je znázorněno rozložení tělesné teploty za nízké (vlevo) a vysoké (vpravo) teploty okolního prostředí. [3]



Obr. 1 Teplota lidského jádra v chladném a teplém prostředí [3]

1.5 Tvorba tepla

Chemické přeměny při látkovém metabolismu v každé činné tkáni mají za následek tvorbu tepla. Kosterní svalstvo, které zaujímá až 45 % hmotnosti těla, je nejdůležitější místo, kde se tvoří teplo. Výrazný podíl na tvorbě tepla mají po svalstvu i játra, která mají velmi aktivní metabolismus. Tvorba tepla je většinou vedlejším produktem metabolických dějů. Činností svalů se zvyšuje látková proměna a tím se tvoří i teplo. Kolik tepla tělo vyprodukuje je řízeno nervovým systémem a tato činnost není závislá na naší vůli. Ovlivnit tvorbu tepla lze pomocí pohybů kosterního svalstva. Cílená tvorba tepla je možná pomocí svalové činnosti nebo zvýšením metabolismu účinkem metabolických hormonů.

Tvorba a výdej tepla udržuje tělesnou teplotu. Pokud je tvorba tepla vyšší než tepelné ztráty, teplota lidského organismu stoupá a naopak. [4]

1.6 Výdej tepla

Výdej tepla probíhá v okamžiku, kdy teplo jádra je odváděno cirkulující krví do kůže (plášť). Ztráty tepla jsou závislé na podmínkách v okolí organismu:

- teplota,
- vlhkost,
- sálání,
- izolace organismu (oblečení). [4]

Přenosu tepla mezi člověkem a okolím dochází sáláním, vedením, prouděním a odpařováním.

SÁLÁNÍ (radiace)

Teplo se sdílí v podobě viditelných i neviditelných infračervených paprsků (elektromagnetického záření) a to z teplejšího tělesa o teplotě T_1 do chladnějšího tělesa o teplotě T_2 . Pokud má tělo vyšší teplotu než jeho okolí, pak se větší množství tepelného výkonu (W) z těla prostřednictvím záření vydává než přijímá. Pro lidské tělo o vyzařovací schopnosti (emisivitě) ε ($\varepsilon < 1$), ploše A a teplotě T_1 obklopené rozsáhlým okolím o teplotě T_2 dle Stefan-Bolzanova zákona platí

$$Q = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_1^4 - T_2^4) \quad (1)$$

kde:

T = absolutní teplota povrchu objektu ve stupních K

σ = Stefan-Bolzanova konstanta ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^{-4}$)

ε = emisivita (schopnost absorbovat nebo vysílat záření) [3]

VEDENÍ (kondukce)

Kondukcí ztrácíme až 5 % tepla, pokud je pokožka v kontaktu s chladnějším prostředím. Jedná se o přenos tepla chodidly, zadní částí těla při sezení nebo spánku, ale vedení tepla je také hlavním mechanismem přenosu tepla v tenkých vrstvách v oděvních systémech.

Fourierův zákon vyjadřuje úměrnost mezi tokem tepla q [W/m^2], tepelnou vodivostí λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] a teplotním gradientem $\Delta t/\Delta x$:

$$q = - \lambda \cdot \Delta t / \Delta x \quad (2)[1]$$

PROUDĚNÍ (konvekce)

Konvekce je nejvýznamnější přenos tepla mezi člověkem a okolím. Transport tepla probíhá pomocí částic tekutin pohybujících se rychlostí v [m/s]. Mezi objektem a prostředím se vytváří tzv. tepelně mezní vrstva o tloušťce δ , ve které dochází k realizaci teplotního spádu. Vyšší tloušťka mezní vrstvy je při tzv. laminárním proudění a nižší při turbulentním. Turbulentní proudění nastává, pokud je Reynoldsovo číslo Re větší než 2300.

$$Re = vd/\nu$$

d = charakteristický rozměr objektu [m],

ν = dynamická viskozita tekutiny [m^2/s].

Turbulentní proudění zajišťuje přenos tepla intenzivněji než proudění laminární. Další dělení proudění je na přirozené a nucené. [1]

ODPAŘOVÁNÍ (evaporace)

Jedná se o neúčinnější a nejdůležitější způsob vedení tepla. Jde o jediný možný způsob výdeje tepla za podmínek, že teplota okolního prostředí je vyšší než teplota těla. Tělo vylučuje na povrch tělesný pot, který se odpařováním mění do jiného skupenství, a tím odvádí určité množství tepla. Krev v podkoží se ochladí a proudí do hlubších tkání.

Jak se pot odpařuje, je přímo závislé na vlhkosti vzduchu (v rovníkových oblastech je vlhkost vzduchu až 90 %, pot se zde neodpařuje).

Dále se s potem odpařují tekutiny ze sliznic a z plic. Za normálních podmínek tělo takto ztratí kolem 450 – 800 ml tekutin denně. Tento proces odpařování není možné regulovat v procesu udržování tělesné teploty. Velikost vypařování z těl živočichů při atmosférickém tlaku odpovídající jedné atmosféře je dán vypařovací rovnicí

$$Q_e = hc (P_{wa} - Q_a \cdot P_{wa}) \cdot A \quad (4)$$

hc = koeficient přenosu tepla při dané teplotě kůže (je funkcí pohybu vzduchu, viskozity, hustoty a tepelné vodivosti),

Q_a = relativní vlhkost vzduchu [%],

P = tlak vodní páry [hPa],

A = povrch [m^2]. [3]

1.7 Výměna tepla mezi jádrem a pláštěm

Důležitým tepelným izolačním systémem je kůže, podkožní vazivo a především tuková vrstva. Pouze $\frac{1}{3}$ tepla vede tuková vrstva. Hlavním izolátorem je tedy podkožní vazivo. Studie ukazují, že plavci plavající ve studené vodě mají ve svém těle vyvinutou větší tukovou vrstvu i přes srovnatelný energetický výdej s jinými sportovci. Výměna tepla mezi jádrem a slupkou probíhá v krvi, především pomocí kapilár a venózními plexy (svazek cév). Pomocí venózních plexů má krevní průtok obrovský rozsah od pomalu nulového průtoku až po 30 % srdečního výdaje. Sympatický nervový systém řídí prokrvení v závislosti na teplotě jádra. [3]

1.7.1 Reakce teplokrevných organismů na chlad a přehřátí

Termoregulační mechanismy jsou hlavní příčinou udržování tělesné teploty v přijatelném rozmezí bez větších výkyvů. Termoregulaci můžeme dělit na fyzikální a chemickou. Úkolem chemické termoregulace je řízení tvorby tepla

v organismu, fyzikální řídí tepelné ztráty. Lidský organismus se snaží o rovnováhu mezi tvorbou tepla a jeho výdejem tak, aby se výdej rovnal výrobě tepla.

Pobyt v chladném prostředí má za následek zvýšení metabolismu. Tímto způsobem nahrazujeme ztrátu tepla a nastává vasokonstrikce (zúžení cév) v oblasti kůže.

V teplém prostředí se zvyšuje výdej tepla. Prvotním vyrovnáním je prokrvení kůže, při vyšších teplotách je hlavním termoregulačním mechanismem pocení. V situaci, kdy je teplota prostředí stejně vysoká jako teplota kůže, je jedinou možností organismu pro zbavování tepla odpařování. [3]

Stacionární tepelný stav mezi homoiotermním organismem (se stálou teplotou tělního jádra) a prostředím, vedoucím k ustálení tělesné teploty vyšší než je teplota prostředí, je výslednicí působení dvou protichůdných fyzikálních dějů – tepelných ztrát z těla do prostředí a produkce tepla uvnitř těla. [6]

Za určitých okolností je možné, aby se výdej a tvorba tepla ustálil i bez přispění termoregulačních zásahů organismu. [3]

1.7.2 Termoneutrální zóna

Homoiotermní organismy mají termoneutrální zónu v teplotách okolo 30°C. Šíře této vrstvy je však závislá na kvalitě izolační vrstvy. Tepelný spád z těla do prostředí vytváří v zóně termoneutrality uvnitř těla teplotní gradient. Tělesné jádro má svou stálou teplotu vyšší než je teplota okolí, přitom teplota tkání směrem k povrchu lidského těla se pomalu snižuje.

Výsledkem tohoto chování organismu je ustálení teploty kůže na úroveň teploty prostředí. Teplotní rozdíl mezi tělem a prostředím je tedy minimální a tepelné ztráty jsou sníženy tak, že postačí kompenzace produkce tepla klidového metabolismu různých tělních orgánů. Tepelné ztráty jsou pak určovány zejména velikostí tělního povrchu. Čím relativně větší povrch daný organismus má, tím jsou větší i jeho relativní tepelné ztráty.

Pokud teplota okolí klesne pod zónu termoneutrality, tepelné ztráty stoupají, jelikož v souvislosti se zákony termodynamiky přechází teplo po teplotním gradientu z míst o teplotě vyšší (teplokrevní organismus) do míst, kde je teplota nižší (chladné prostředí). Vzniklé ztráty pak musí homoiotermní organismus kompenzovat aktivním

zvýšením produkce tepla v těle. Za těchto podmínek pak závisí velikost tepelných ztrát na velikosti rozdílu mezi tělem a prostředím, na velikosti těla i na izolačních vlastnostech tělního povrchu. [3]

Jsou-li fyzikální vlastnosti tělního povrchu a jeho velikost konstantní, jsou tepelné ztráty tím větší, čím větší je rozdíl mezi teplotou těla a teplotou okolí. [6] Na základě této skutečnosti musí rovnoměrně stoupat intenzita metabolismu homoiotermních organismů. Chemická termoregulace, tedy zvyšování produkce tepla v chladu, má své hranice. Svého dlouhodobě udržitelného maxima dosahuje při tzv. spodním limitu přežití. Pod touto teplotou organismus podléhá prochlazení, protože neudrží již stálou tělní teplotu. [6]

1.8 Přizpůsobení člověka na chlad

Člověk se snaží v důsledku racionálních změn v chování vyhnout chladovému stresu. Tomuto stresu se brání především pomocí civilizačních a technologických opatření. Civilizovaný člověk je tepelně adaptovaný jedinec pro svou fyziologickou podstatu. Na naší planetě existují různé lidské rasy, kmeny a skupiny, které žijí nízkém stupni civilizace. U těchto lidí adaptaci pomocí civilizačních faktorů nemůžeme pozorovat. Přesto existují záznamy o přizpůsobení jedinců, kteří byli cíleně vystavováni chladu při laboratorních experimentech, jenž měly za cíl objasnit možnosti chladové adaptace člověka.

Je dokázáno, že člověk, který je několik dnů vystaven působení chladného prostředí, ztrácí nepříjemné pocity chladu. Teploty, které pak člověk vnímá jako příjemné (zóna teplotního komfortu), se posunují na nižší a zkoumané osoby mají sklon k dobrovolnému snižování množství oblečení. Člověk ztrácí nepříjemný pocit chladu, a tak dochází k přizpůsobení. Snížení nepříjemného pocitu po působení chladu může být způsobeno změnami v prokrvení nebo změněnou aktivitou receptorů.

U jedinců adaptovaných na chlad formou 1 – 3 hodinové chladové imerze (teplota vody = 10 – 15°C) realizované 5 krát týdně po dobu dvou měsíců byly pozorovány čtyři typy změn termoregulačních odpovědí: [5]

1. Časově zpožděný nástup svalového třesu.
2. Posun nástupu třesu k nižším hodnotám rektální a kožní teploty.

3. Nižší tělesná teplota v termoneutrální zóně.
4. Pokles velikosti tepelného dluhu, který byl vypočten jako rozdíl mezi celkovým tepelným ziskem a celkovými ztrátami tepla po dvouhodinové expozici. [3]

Všechny tyto změny vedly ke sníženým kalorickým nárokům a k redukci nepříjemných pocitů vyvolaných přítomností svalového třesu. [6]

Při působení chladu na člověka se rozlišují následující typy chladové adaptace:

HYPOTERMNÍ ADAPTACE

Charakteristickým rysem je snížení teploty jádra bez metabolické kompenzace, tedy bez zvýšené produkce tepla. Tato adaptace byla pozorována u Křováků z pouště Kalahari po působení mírného chladového třesu spojeného s nízkým energetickým příjmem. [3]

IZOLAČNÍ ADAPTACE

Charakteristickým rysem je snížení průměrné teploty kůže a normální rektální teplota. Tyto adaptace zvyšují tvorbu tepla v organismu a také organismus se brání tepelným ztrátám zvýšenou vazokonstrikcí nebo zmnožením podkožního tuku. Izolační adaptace byla pozorována u pobřežních kmenů tropické severní Austrálie při působení slabého chladového stresu s malým energetickým příjmem. [3]

METABOLICKÁ ADAPTACE

Charakteristickým rysem je zvýšení kožní teploty a kompenzační nárůst metabolických procesů, přičemž rektální teplota zůstává nezměněna. Metabolická adaptace byla pozorována u Eskymáků při působení chladového stresu spojeného s vysokým energetickým příjmem. [3]

Podle některých autorů ztrácejí více tepla vysocí a štíhlí jedinci, kteří mají relativně velký tělní povrch. Naopak menší jedinci s malým tělním povrchem ztrácejí tepla méně. Další autoři udávají, že rozdíl typu chladové adaptace určuje kromě individuálních antropometrických charakteristik (tloušťka tukové vrstvy a velikost tělního povrchu) úroveň jejich fyzické zdatnosti vyjádřené maximální hodnotou testu VO₂max. Štíhlí jedinci vykazují především adaptaci metabolického typu, obézní jedinci preferují izolační adaptaci. [3]

1.9 Použití poznatků

Výpomoc mechanismům termoregulace můžeme provádět několika způsoby. Pokud hrozí nebezpečí poklesu teploty, volíme vhodný oblek, který nejlépe používáme v několika vrstvách. Zabráníme tak nadměrnému výdeji tepla kožním povrchem. Pokud hrozí nebezpečí přehřátí, snižujeme tvorbu tepla zmenšením látkové přeměny, nevyvíjíme pohybovou aktivitu a veškeré naše činnosti přenášíme do ranních nebo večerních hodin. Studená sprcha či chladná lázeň dokáží rychle zbavit organismus značného množství tepla. Naopak zažité pití studených nápojů mnoho tepla organismu nevezme.

Nejvyšší výdej tepla zajistíme tak, že snížíme oblečení na minimum nebo použijeme vhodnou úpravu textilu. Funkční prádlo je vyvinuto zejména pro vrcholové sportovce, kteří jsou vystaveni extrémní fyzické zátěži a mezním klimatickým podmínkám. Důležité faktory jsou pro nás teplotní komfort a psychická pohoda. Kvalitní prádlo můžeme použít i při běžné všední aktivitě, protože i tehdy plní svojí funkci. Veškeré poznatky ohledně zvýšeného pohodlí a ochrany před následky podchlazení nebo přehřátí používají v dnešní době lidé ve všech oblastech sportu, oblastech namáhavé práce a v oblastech odpočinku a spaní. [3]

2 Historie ledního hokeje

Lední hokej je kolektivní sport, při kterém hráči na bruslích dokáží vyvinout vysokou rychlost a rychlost vystřeleného puku může dosahovat až 160 km/h. Hokej vznikl na konci 19. století v Kanadě, následně se rozšířil do Evropy a později i do Asie. Záznamy o prvním hokejovém utkání, které má známé místo a známý čas, se datuje na 3. března 1875 v Montrealu ve Viktoria Skating Rink. Nejznámější hokejovou soutěží na světě je kanadsko-americká NHL (National Hockey League), nejznámější a největší evropskou soutěží KHL (Kontinental Hockey League). KHL je ruská soutěž, ve které nastupují nejen kluby z Ruska, ale i z Běloruska, Lotyšska, Ukrajiny, Kazachstánu, Slovenska a také z Česka. Nejvyšší soutěží v České republice je Tipsport extraliga. [12]

Historie českého hokeje sahá do 19. listopadu 1908, kdy byl úředně uznán Český svaz Hockeyový. Zajímavostí je, že členem mezinárodní federace (LIHG – Ligue Internationale de Hockey sur Glace) jsme byli již od května 1908. Na přelomu 19. a 20. století znamenal hokej pro běžné lidi oživení jejich sportovního života. Hrál se o 11 hráčích a s kulatým míčkem. Na začátku 20. století hrálo na území Prahy hokej 5 mužstev.

V roce 1920 se lední hokej představil v Antverpách na letní olympiádě jako ukázkový sport. Celkové vítězství slavil tým Kanady. Češi si odvezli bronzové medaile. Teprve až v roce 1982 byl turnaj v Antverpách zpětně prohlášen za první mistrovství světa.

Československo vybojovalo v letech 1933 a 1938 bronz na mistrovství světa, které zprvu bylo součástí zimních her a od roku 1930 se začalo konat pravidelně každý rok. K tomu přidal národní tým v letech 1922, 1925, 1929 a 1933 titul mistrů Evropy. Roku 1921, 1926, 1936, 1938 a 1939 získal v kontinentálním šampionátu stříbro, v letech 1923, 1931, 1934 a 1935 bronz.

V roce 1947 vyhrál Český tým poprvé v historii titul mistrů světa. Tento šampionát se konal na pražské Štvanici.

Po sovětské okupaci po roce 1968 nastalo období, kdy hokej znamenal víc než sport. Bitvy proti SSSR utužovaly národ. V 80. letech se rozhodlo mnoho hokejistů opustit republiku, a tak se stali pro režim nežádoucí a proto nemohli reprezentovat. Mezi tyto hráče patřili Jiří Crha, Peter, Anton a Marián Šťastní, Vítězslav Ďuriš, Miroslav Fryčer, Peter Ihnačák, Petr Klíma, Michal Pivoňka, František Musil a David Volek. Po pádu

komunismu v listopadu 1989 byla cesta do zahraničí otevřená, a tak tyto hráče následovali mladí jako Jaromír Jágr, Robert Reichel, Robert Holík či Dominik Hašek.

Rok 1993 nám přinesl rozdělení Československa a tak vznikly 2 národní týmy. Na olympiádě roku 1994 v Lillehammeru se poprvé Češi postavili proti Slovákům. První samostatný titul mistrů světa získal Český tým ve Vídni v roce 1996. Následovaly olympijské hry v Naganu 1998, kdy poprvé mohli nastoupit hráči NHL, proto se hokejovému turnaji přezdívalo „Hokejový turnaj století“. Na tomto turnaji získali Češi zlaté medaile a v České republice vypuklo doslova hokejové šílenství. Další tituly Mistrů světa přidal Český tým v letech 1999, 2000, 2001, 2005, 2010. [7]

2.1 Historie hokejových dresů

Knižní publikace, články nebo jiné prameny ohledně historie hokejových dresů neexistují. Vývoj hokejových dresů a zkoumání jejich vlastností nebyl pro lední hokej prvořadý, nejprve se vyvíjely rozměry hřiště, branek, hrazení, rozměry a materiály chráničů. Neustálými změnami procházejí pravidla. Lední hokej se nejprve hrával na zamrzlých rybnících a řekách, tedy na přírodních kluzištích, až později se hrál na umělém ledu. Nejprve se umělý led vytvářel pod širým nebem a až později se začaly budovat zimní stadiony. V současnosti jsou pro lední hokej budovány moderní arény, kde mají hráči i diváci veškerý komfort vytvořený přímo na míru (obr. 2).



Obr. 2 Moderní multifunkční aréna [8]

První hráči ledního hokeje se chránili minimem chráničů. První hokejové dresy nemůžeme snad dresy ani nazývat. Týmy se odlišovaly pletenými vlněnými svetry (obr. 3).



Obr. 3 Mistři Evropy 1911 – svetry [9]

Vývojem hokejové výstroje už nebyla taková potřeba udržet hráče v teple pouze za pomoci dresu. Proto se začaly hokejové dresy vyrábět z bavlny (obr. 4). Bavlněné dresy se vyznačovaly dobrou pevností, možností sát značné množství potu a byly příjemné na omak. Bavlněná vlákna jsou dnes ve více než 50 % vyráběných textilií.



Obr. 4 Kladenský hokejový mistrovský tým – bavlna [10]

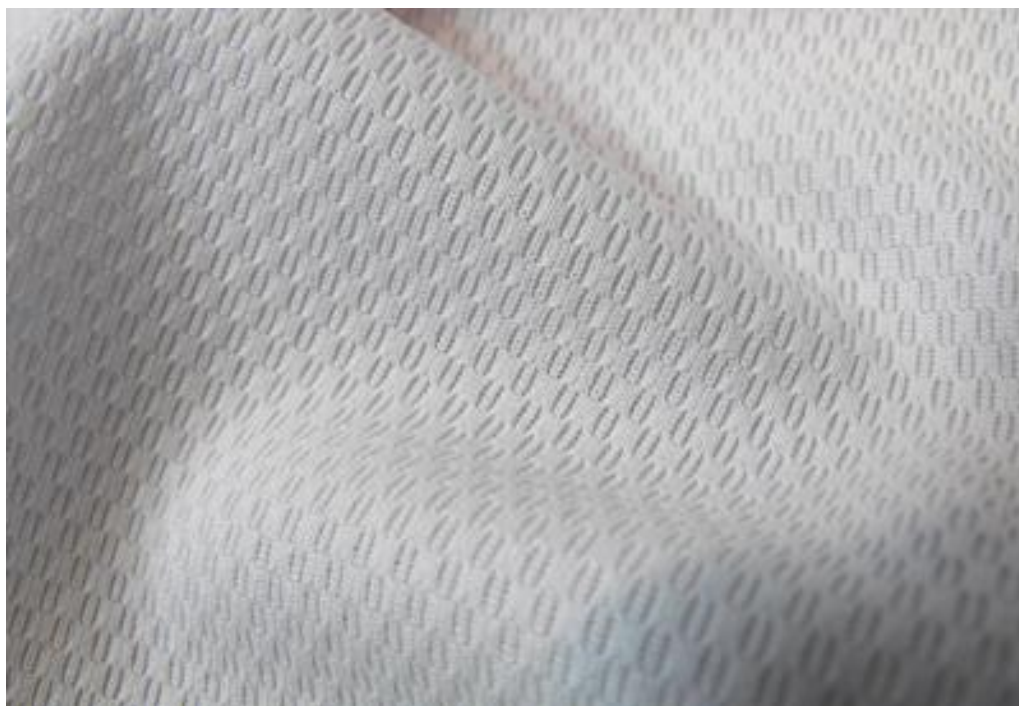
V 80. letech se do výroby hokejových dresů zapojila syntetika. Jednalo se o polyester, který se vyznačuje vysokou odolností na světle,

mikroorganismy, malou navlhavost, rychlé sušení. První polyesterové dresy byly perforované velkými průduchy a byly poměrně drsné (obr. 5).



Obr. 5 Žákovský dres Stadionu Liberec – PES

Polyester se používá do dnešní doby. Všechny dresy u nás i v zahraničí jsou ušity ze 100 % polyesteru a liší se pouze gramáží tkaniny. Přední čeští výrobci odebírají kvalitní materiál pouze od 3 výrobců a ostatní možnosti nákupu mají jako nouzové řešení. Za největší problém označují, že v České republice funguje pouze jedna barevná na jimi zakoupený materiál, která dokáže značně ovlivnit kvalitu výsledného výrobku. Nejčastěji používaný materiál je označován jako Hockey Pro 230 g/m² (obr. 6), ze kterého je vyráběna většina hokejových dresů. Tento materiál je ideální kompromis mezi minimální hmotností a maximální výdrží. Materiál používaný k výrobě profesionálních dresů, který je podle výrobců připraven na využití v extrémní zátěži, je označován jako Hockey Pro Premium 250 g/m² (obr. 7). [11]



Obr. 6 HOCKEY PRO 230g/m²[11]



Obr. 7 HOCKEY PRO PREMIUM 250g/m²[11]

2.2 Materiály spodního prádla

Spodní prádlo používají hokejisté už dlouhou dobu. Nejčastěji používaným materiálem byla v historii bavlna. Díky svým vlastnostem jako dobré pevnosti, příjemným omakem a schopností sít se vyrábí bavlněné spodní prádlo dodnes (obr. 8). Především malé děti a sportovci, kteří jsou na tento materiál zvyklí, nedají na bavlnu dopustit.

Další materiál, který dnes používáme k výrobě spodního prádla, je 100 % polyester. Důvod použití polyesteru nám jednoznačně prokazují jeho vlastnosti jako vysoká odolnost vůči světlu a mikroorganismům a malá navlhavost, tedy možnost rychlého sušení.

Ne všichni vrcholoví sportovci využívají spodní prádlo ze 100 % polyesteru. Dle odhadů až 50 % hráčů od 18 let používá spodní prádlo vyrobené z jiných textilií. Další materiály, které hráči nosí pod chrániči, jsou COOLMAX, COOLMAX EXTREME HEXACHANNEL a X-STATIC. [13]



Obr. 8 Bavlněné spodní prádlo [13]

2.2.1 Coolmax

Coolmax je speciální vlákno složené ze 100 % hydrofobního polyesteru. Jeho komfort zvyšuje laločnatý průřez. Čtyřkanálová vlákna mají schopnost odvádět pot bez absorpce do textilie. Coolmax zajišťuje okamžitý odvod vlhkosti od těla do dalších vrstev oblečení. Vlákno má schopnost rychlého schnutí a tím zajišťuje nositeli pocit sucha a pohodlí. Materiál je příjemný a lehký při nošení (obr. 9). [6]



Obr. 9 Spodní prádlo Coolmax [14]

2.2.2 Coolmax Extreme Hexachannel

Na rozdíl od klasického coolmaxu se vlákno coolmax extreme hexachannel liší tím, že má šestikanálovou strukturu, a proto by měl maximalizovat vlákna pro odvod potu. Výrobky z tohoto materiálu jsou vhodné do teplého prostředí nebo pro indoorové sporty (moderní arény). Vysoká ventilace vzduchu a odvod potu pomáhají udržovat optimální termoregulaci organismu (obr. 10). [6]



Obr. 10 Spodní prádlo Coolmax Extreme Hexachannel [15]

2.2.3 X-static

Jedná se o vlákno coolmax, které je vylepšeno příměsí stříbra. Výsledkem tohoto kroku je zvýšení svěžesti u materiálu. Po mnoha testováních byla zjištěna odolnost vůči mnoha typům mikroorganismů včetně bakterií a hub. Funkční mechanismus vlákna spočívá v pomalém uvolňování iontů stříbra pomocí iontové výměny. Důležité je, že aktivní složka je implementována přímo do vlákna a ne pouze nanесena na vlákno. Lze předpokládat, že účinky aktivní složky budou zachovány po celou dobu životnosti oblečení (obr. 11). [6]



Obr. 11 Spodní prádlo X-static [16]

3 TESTOVÁNÍ DRESŮ

3.1 Alambeta

Termofyzikální parametry textilií měří přístroj vyvinutý profesorem Hesem a Doležalem. Pomocí Alambety je možno měřit vlastnosti textilií, jako je tepelná vodivost

λ , tepelná jímavost b tepelný odpor r , tloušťka materiálu h , teplotní vodivost a , dále pak max. tepelný tok q nebo poměr maximálního a ustáleného tepelného toku p . Z měřených veličin se nejvíce využívá tepelná jímavost.

Princip spočívá v aplikaci snímače tepelného toku s konstantní teplotou 32°C na vzorek textilie a počítač začne vyhodnocovat průběh tepelného toku. Zároveň fotoelektrický senzor změří tloušťku vzorku.

Objektivnost tepelné jímavosti jako parametru hodnotící tepelný omak byla potvrzena dvěma testy. Vyšší hodnoty tepelné jímavosti charakterizují chladnější pocit. Tepelný omak je hlavně ovlivněn strukturou a složením materiálu. [17]

3.1.1 Obecné tepelné parametry textilií

Tepelná vodivost λ [W.m⁻¹.K⁻¹]

Představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1 K.

Příkladné hodnoty tepelné vodivosti:

λ polypropylen = 0,2 [W.m⁻¹.K⁻¹]

λ polyester = 0,4 [W.m⁻¹.K⁻¹]

λ vzduch = 0,026 (klidný vzduch) [W.m⁻¹.K⁻¹]

λ vody = 0,6 [W.m⁻¹.K⁻¹]

λ měď = 330 [W.m⁻¹.K⁻¹]

λ textilií = 0,035 [W.m⁻¹.K⁻¹]

Tepelný odpor r [$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$]

Je dán poměrem tloušťky materiálu a měrné tepelné vodivosti. Udává, jaký odpor klade materiál proti průchodu tepla textilií. Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor.

$$r = h / \lambda \quad (5)$$

h – tloušťka materiálu (mm)

Tepelný tok q [$W \cdot m^{-2}$]

Množství tepla procházející plochou v za určitý čas τ .

$$q = b \cdot (t_2 - t_1) / (\pi \cdot \tau)^{1/2} \quad (6)$$

b – tepelná jímavost

t – teplota (K)

Měrná teplotní vodivost a [$m^2 s^{-1}$]

Vyjadřuje schopnost látky vyrovnávat teplotu. Čím je hodnota vyšší, tím se látka rychleji vyrovnává s teplotou.

$$a = \lambda / c \cdot \rho \quad (7)$$

$$c \cdot \rho = \Delta Q / \Delta t \quad (8)$$

$c \cdot \rho$ - teplo potřebné k ohřátí 1 kg látky o 1 K

součin představuje teplo potřebné k ohřátí 1 kg látky o 1 K

Tepelná jímavost b [$W \cdot m^{-2} s^{1/2} K^{-1}$]

Množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu.

$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot c)^{1/2} \quad (9)$$

[1]

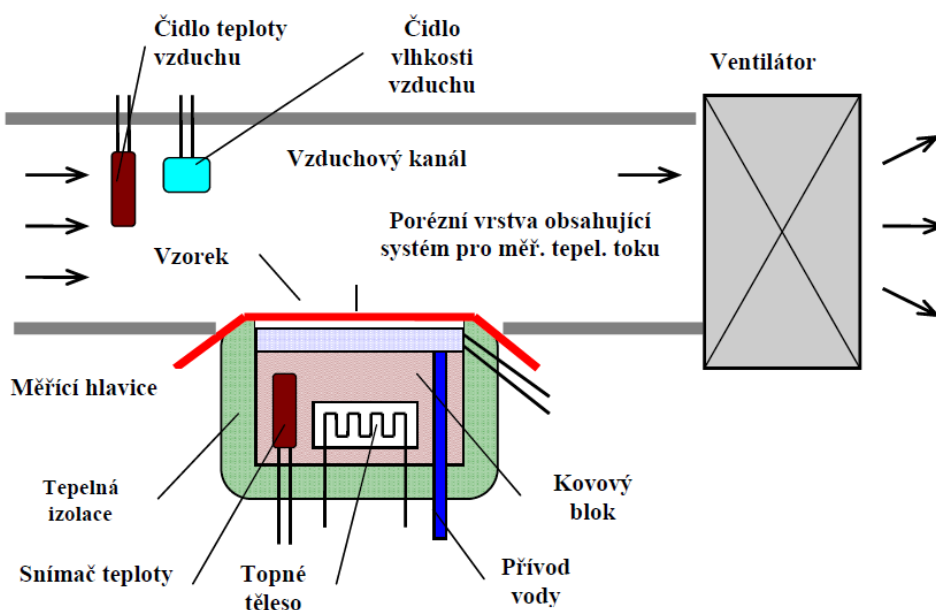
1.2 Permetest

Přístroj měřící tepelný odpor, výparný odpor a relativní paropropustnost. Jedná se o skin model, na kterém lze měřit za jakýchkoliv klimatických podmínek, neboť se měření provádí pod hlavici, kde jsou ustáleny podmínky. Přístroj byl nainstalován již ve 22 zemích světa, mimo Evropy také například v Austrálii, Brazílii či USA. V roce 1990 byl patentován profesorem Lubošem Hesem z Technické univerzity v Liberci (obr. 17). [17]

Mezi hlavní výhody Permetestu patří nedestrukční způsob měření, kdy můžeme textilní výrobek vkládat vcelku. Další výhodou jsou rozměry přístroje, které umožňují snadné přemístění stroje a v poslední řadě je velkou výhodou krátká doba měření (2 – 3 minuty).

Měřené hodnoty na Permetestu:

- 1. Měření tepelného odporu textilií při stabilizované teplotě textilie 32°C, nebo při zvoleném rozdílu teploty hlavice a teploty v kanálu v mokrém či suchém režimu.*
- 2. Měření výparného odporu a relativní paropropustnosti textilií při izotermních podmínkách.*
- 3. Měření výparného odporu a relativní paropropustnosti textilií při anizotermních podmínkách. [17]*



Obr. 12 Permetest [17]

Obrázek znázorňuje Permetest, který tvoří měřicí jednotka s regulací teploty a přívodem vody, tepelný chránič a zkušební prostor.

3.3 FX 3300

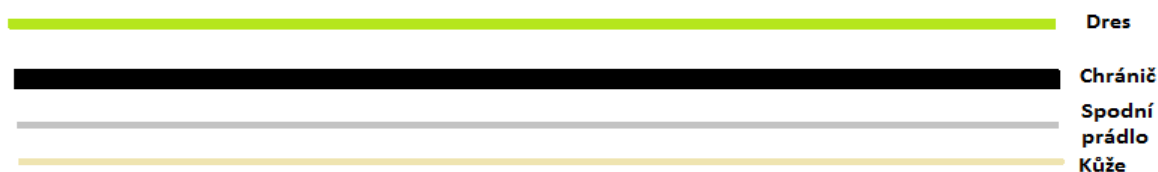
Tento přístroj slouží k měření propustnosti textilií pro vzduch neboli prodyšnosti (obr. 13). Přístroj je výrobkem švýcarské firmy TEXTEST AG. Jeho princip spočívá ve vytvoření tlakového rozdílu mezi oběma povrchy testované textilie a měření takto vyvolaného průtoku vzduchu. Testovaná plocha činí 5 cm² nebo 20 cm². Propustnost se udává v m/s. Měřená textilie se vkládá do přístroje vcelku, není třeba vystříhovat vzorek o speciálních rozměrech. [17]



Obr. 13 FX 3300 [17]

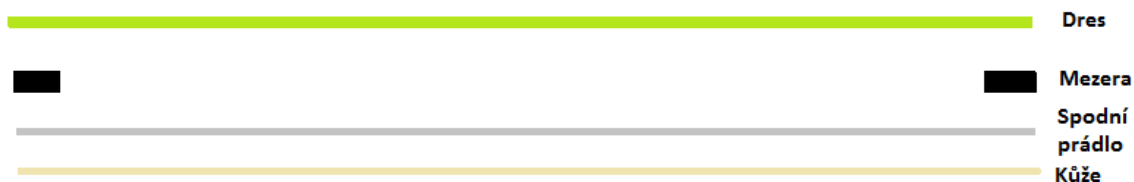
3.4 Měření

Čtyři hokejové dresy, jeden typ spodního prádla a chrániče byly podrobeny testování přístrojem Alambeta. Nejprve byl veškerý materiál otestován za sucha, následně byl při testování dresů a spodního prádla simulován potní impuls pomocí 0,2 ml vody a detergentu (bylo nutné použít 0,2 ml místo 0,3 ml, protože spodní prádlo nedokázalo větší množství tekutiny rozvést a kapalina prosakovala). Následné testování bylo prováděno po 1 minutě. Dále byla simulována situace, kdy má hráč na sobě spodní prádlo, chránič a dres (obr. 14), kde po měření za sucha bylo simulováno zapocení hráče tak, že bylo aplikováno na spodní prádlo 0,2 ml vody a detergentu.



Obr. 14 Schéma měření 1

U hráče ledního hokeje může nastat ještě jedna situace v horní polovině těla, spodní prádlo, vzduchová mezera (místo, kde dres nedoléhá a přitom tam není chránič) a dres (obr. 15). Složený vzorek byl otestován za sucha, následně jako v předchozí variantě, bylo do spodního prádla aplikováno 0,2 ml vody a detergentu k simulaci potního impulsu.



Obr. 15 Schéma měření 2

Další měření byla prováděna na přístroji Permetest. Na tomto přístroji byla otestována paropropustnost všech dresů a spodního prádla za sucha. Dále byly dresy proměřeny s 0,2 ml vody a detergentu, kde byl zjištěn ekvivalentní výparný odpor. Následovalo měření složeného vzorku spodní prádlo, vzduchová mezera a dres, kdy po suchém měření byla provedena aplikace potního impulsu do spodního prádla. Vzduchová mezera mezi spodním prádlem a dresem byla při měření zajišťována vsunutím distanční podložky kroužku resp. mezikruží o vnitřním průměru 45 mm, vnějším průměru 80 mm a tloušťce 2 mm. Vrstvu chrániče při měření zajišťoval výřez z chráničů ramen obdélníkového tvaru o rozměrech 90 x 70 mm a tloušťce 5 mm (obr. 16).



Obr. 16 Distanční podložka a výřez chrániče

U všech textilií bylo aplikováno 0,2 ml vody a detergentu, aby se zachovaly stejné podmínky. Všechny materiály (dresy a spodní prádlo) byly testovány po jejich vyprání v pračce, aby bylo opět zaručeno stejné výchozí ošetření materiálu.

Veškeré výsledky testování jsou zpracovány v tabulkách a grafické znázornění získaných hodnot jsou zpracovány ve formě sloupcových grafů v příloze č. 1 diplomové práce.

3.4.1 Měření spodní prádlo



Obr. 17 Měření spodní prádlo

3.4.2 Měřené dresy



Obr. 18 Dres mládežnických týmů TJ Bílí Tygři Liberec (TJ BT LBC)

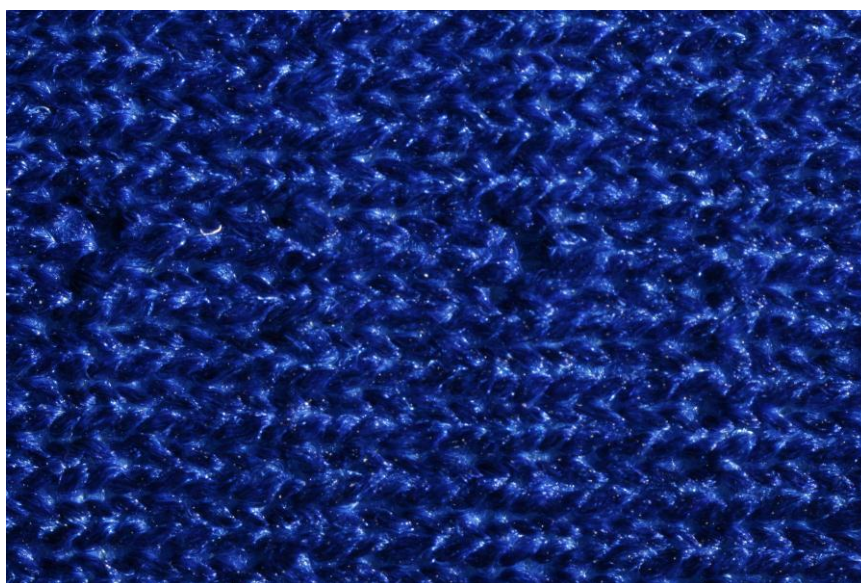


Obr. 19 Pletenina TJ Bílí Tygři Liberec (TJ BT LBC)

Na obrázku 18 je testovaný mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec (TJ BT LBC). Obrázek 19 znázorňuje zátažnou oboulicí pleteninu s petinovými otvory, ze které je dres vyroben.



Obr. 20 Dres juniorských týmů Akademie TJ Bílí Tygři Liberec (Urban LBC)

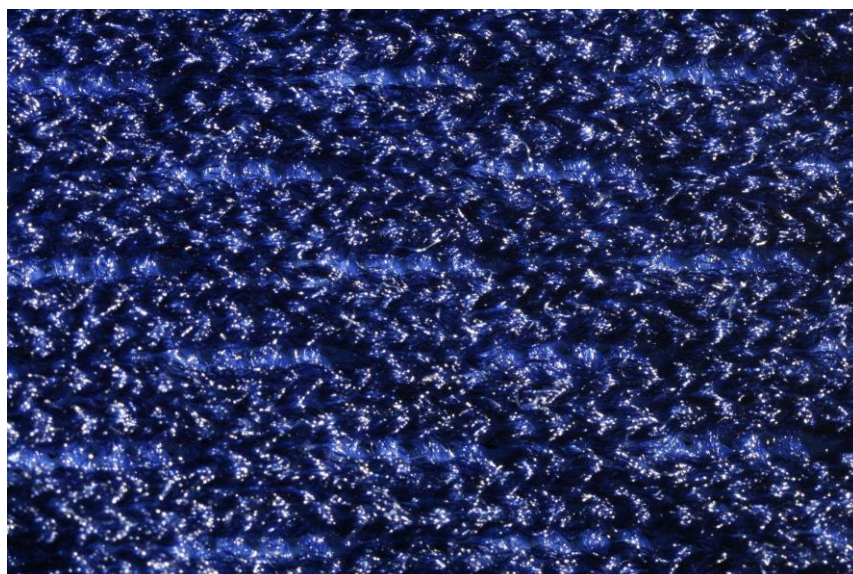


Obr. 21 Pletenina Akademie TJ Bílí Tygři Liberec (Urban LBC)

Na obrázku 20 je testovaný dres Akademie TJ Bílí Tygři Liberec (Urban LBC). Obrázek 21 znázorňuje zátažnou obouliční pleteninu s petinovými otvory, ze které je dres vyroben.



Obr. 22 Juniorský dres týmu Piráti Chomutov



Obr. 23 Pletenina Piráti Chomutov

Na obrázku 22 je testovaný dres Piráti Chomutov. Obrázek 23 znázorňuje zátažnou obouliční pleteninu s chytovou kličkou, ze které je dres vyroben.



Obr. 24 Dres „A-týmu“ HC Bílí Tygři Liberec (Simm. LBC)



Obr. 25 Pletenina „A-týmu“ HC Bílí Tygři Liberec (Simm. LBC)

Na obrázku 24 je testovaný dres „A-týmu“ HC Bílí Tygři Liberec (Simm. LBC). Obrázek 25 znázorňuje zátažnou obouliční pleteninu s chytovou kličkou, ze které je dres vyroben.

3.4.3 Měření chráničů

Jako první byly na přístroji Alambeta změřeny hodnoty týkající se chráničů ramen. Hodnoty, které byly testováním naměřeny, jsou znázorněny v tabulce 1.

Tab. 1 Testování chráničů ramen

	Střed chráničů (modrý)	Střed chráničů	Bok chráničů	Střed chráničů se všemi plasty
λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	0,046	0,0382	0,0489	0,135
b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$]	18	30,4	28,2	42
r [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$]	0,195	0,144	0,266	0,179
h [mm]	8,94	5,51	13	14,26

Teoretická hodnota:

$$R_s = R_{sm} + R_s + R_b + R_{sk} [\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2] \quad (10)$$

kde:

R_k = kompletní chrániče

R_{sk} = střed chráničů se všemi plasty

R_{sm} = střed chráničů (modrý)

R_s = střed chráničů

R_b = bok chráničů

$$R_{sk} = 0,195 + 0,144 + 0,266 + 0,179$$

$$\underline{R_{sk} = 0,784 [\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2]}$$

Na obrázcích (obr. 22, obr. 23, obr. 24) jsou vidět všechny části chráničů od firmy NikeBauer, která patří mezi přední výrobce hokejové výstroje. Jedná se o chrániče ramen, které zároveň chrání hrudní koš a páteř.



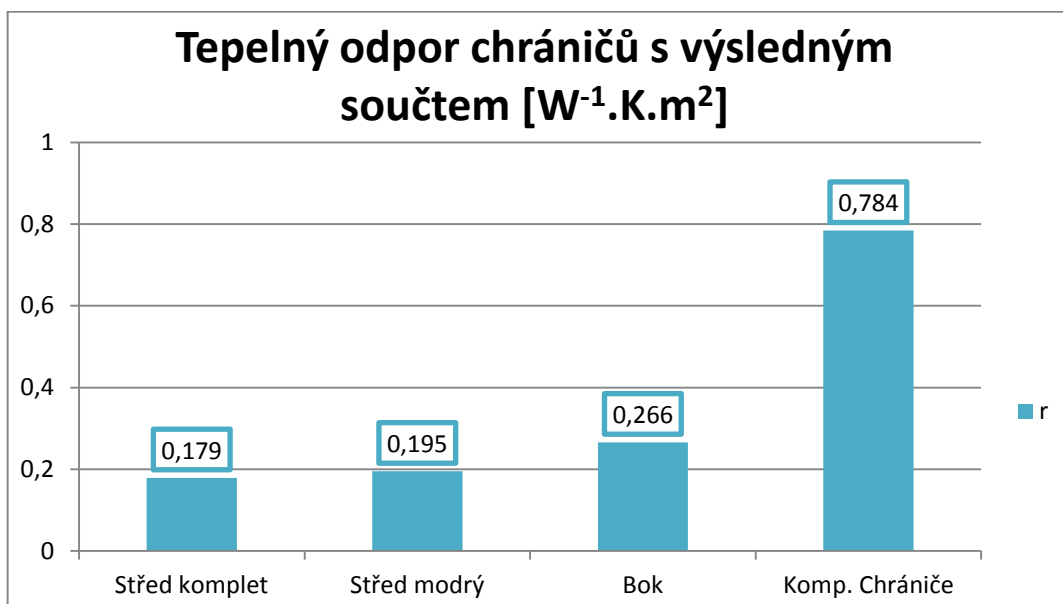
Obr. 26 Rozkládání chráničů ramen



Obr. 27 Hrudní díl chráničů ramen



Obr. 28 Rozložený hrudní díl



Graf 1 Tepelný odpor chráničů

Graf 1 znázorňuje rozložení tepelných odporů částí chráničů spolu s jeho výsledným součtem. Výsledný odpor roste se součtem jednotlivých vrstev.

3.4.4 Měření spodního prádla

Spodní prádlo, které bylo využito pro testování, bylo zapůjčeno od hráče „A-týmu“ Bílí Tygři Liberec.

Triko od výrobce Nike, by mělo zaručit ten nejlepší komfort pro hráče tak, aby se hráč cítil dobře a mohl na ledě odvádět ty nejlepší výkony. Hodnoty, které byly naměřeny, jsou znázorněny v tabulce 2.

Tab. 2 Testování spodního prádla

	Průměr	Var. koef.
λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	0,0488	3,2
b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$]	182	7
r [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$]	0,0072	2,5
h [mm]	0,35	3,6

3.4.5 Měření vybraných hokejových dresů

K testování byly vybrány dresy klubu Bílí Tygři Liberec. Jedná se o mládežnický dres, dres Akademie TJ Bílí Tygři Liberec a dres „A-týmu“ HC Bílí Tygři Liberec. Jako poslední byl k testování použit zapůjčený dres juniorů týmu Piráti Chomutov. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3 Testování jednotlivých dresů

	Urban LBC	Var. koef.	TJ BT LBC	Var. koef.	Simm. LBC	Var. koef.	Piráti Chom.	Var koef.
λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}\cdot 10^{-3}$]	0,0472	2,1	0,0475	1,5	0,0469	0,7	0,0480	1,7
b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$]	155	2,3	145	2,0	142	1,9	153	1,4
r [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2\cdot 10^{-3}$]	0,0123	3,5	0,0128	2,6	0,0161	5,5	0,0142	2,0
h [mm]	0,58	2,1	0,61	4,1	0,76	6,1	0,68	3,5

Další test, který byl na vybraných dresech proveden, bylo zjištění prodyšnosti materiálů při tlaku 200 Pa, ze kterých jsou dresy vyrobeny. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4 Prodyšnost dresů

Prodyšnost [l/m ² /s]	Urban LBC	TJ BT LBC	Simm. LBC	Piráti Chom.
1	1080	1150	2700	2230
2	1290	1140	2380	2170
3	1140	1560	2650	2150
4	1040	1210	2630	2130
5	1210	1260	2660	2220

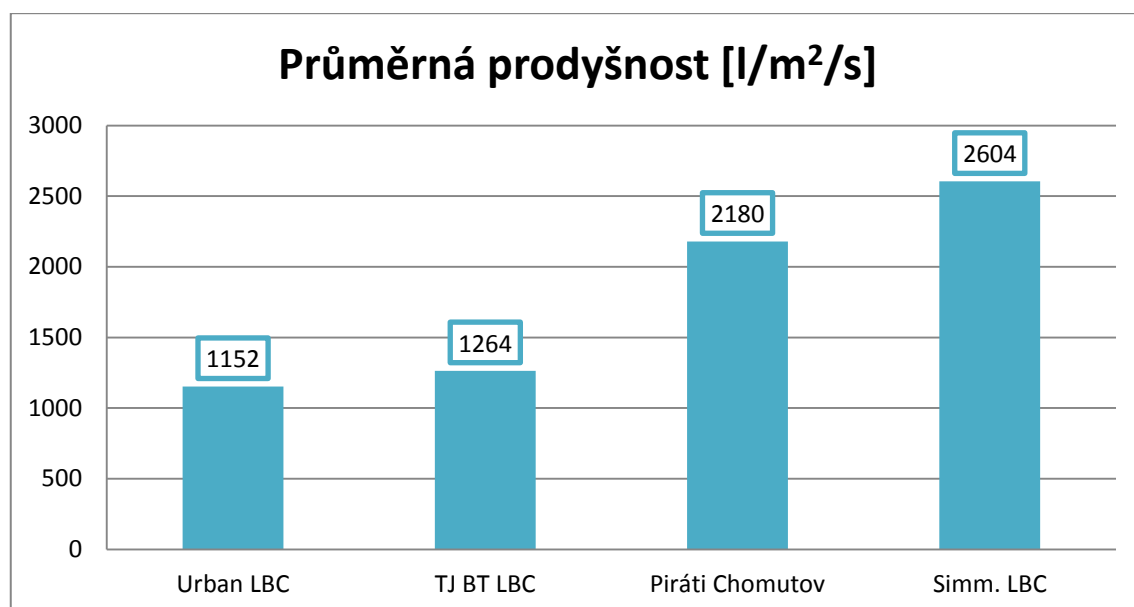
$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

$$\text{Urban LBC} = 1/5 (1080 + 1290 + 1140 + 1040 + 1210) = 1152 \text{ l/m}^2/\text{s}$$

$$\text{TJ BT LBC} = 1/5 (1150 + 1140 + 1560 + 1210 + 1260) = 1264 \text{ l/m}^2/\text{s}$$

$$\text{Simmonds LBC} = 1/5 (2700 + 2380 + 2650 + 2630 + 2660) = 2604 \text{ l/m}^2/\text{s}$$

$$\text{Piráti Chomutov} = 1/5 (2230 + 2170 + 2150 + 2130 + 2220) = 2180 \text{ l/m}^2/\text{s}$$



Graf 2 Průměrná prodyšnost testovaných dresů

Z graficky vyjádřených výsledků (graf 2) je zřejmé, že nejlepší prodyšnost má dres Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec). Druhý je juniorský dres Pirátů

Chomutov. Na třetím a čtvrtém místě jsou již s větším rozdílem dres Urban LBC (Akademie TJ Bílí Tygři Liberec) a dres TJ BT LBC (mládež Bílí Tygři Liberec).

Než došlo k druhému testování dresů, byly všechny dresy i spodní prádlo vyprány, aby byly pro všechny textilie zajištěné stejné startovací podmínky pro další testování. Výsledky testů dresů jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 5 Dresy po vyprání

	Urban LBC	Var. koef.	TJ BT LBC	Var. koef.	Simm. LBC	Var. koef.	Piráti Chom.	Var koef.
λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	0,0501	3,6	0,0506	2,1	0,0497	1,5	0,0500	3,2
b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$]	158	4,2	137	3,5	140	9,8	151	4,1
r [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$]	0,0125	2,3	0,0139	2,9	0,0160	6,1	0,0146	2,6
h [mm]	0,62	5,6	0,71	2,9	0,79	5,5	0,73	2,7

3.4.6 Měření dresů a spodního prádla s potním impulsem

Další testování bylo velice zajímavé, ale i náročné. Byl simulován potní impuls tak, že na dresy a spodní prádlo bylo aplikováno 0,2 ml vody a detergentu a výsledné testování bylo prováděno po 1 minutě. Výsledky testu dresů a spodního prádla jsou uvedeny v tabulce 6.

Tab. 6 Testování dresů a spodního prádla s potním impulsem

	Urban LBC	Var. koef.	TJ BT LBC	Var. koef.	Simm. LBC	Var. koef.
λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	0,168	15,5	0,139	6,1	0,175	3,7
b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$]	762	27,4	847	1,6	832	3,6
r [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$]	0,0039	15,5	0,0046	4,3	0,0044	1,3
h [mm]	0,64	4,8	0,64	3,2	0,76	4,1
	Piráti Chom.	Var. koef.	Spodní prádlo	Var. koef.		
λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	0,186	4,4	0,148	19,5		
b [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K}^{-1}$]	876	2,3	989	14,6		
r [$\text{W}^{-1}\cdot\text{K}\cdot\text{m}^2$]	0,0036	3,7	0,0029	18,2		
h [mm]	0,67	3,6	0,43	1,8		

Teoretická hodnota vlhké textilie:

$$\lambda_{\text{výsl.}} = \lambda_{\text{suché}}(1-U) + \lambda_{\text{vody}}U \quad (12)$$

$$U = (U_{\text{vlhké textilie}} - U_{\text{suché textilie}}) / U_{\text{suché textilie}} \quad (13)$$

Tento vzorec lze bohužel uplatnit jen tehdy, známe-li hodnotu U. Pro vlhkostní impuls je však stanovení hodnoty U v prostoru pod měřícím snímačem Alambety velmi obtížné.

3.4.7 Měření složeného vzorku – Spodní prádlo-chránič-dres

Pokud hráč nastupuje k rozbruslení na utkání, je jeho spodní prádlo, dres i chrániče v naprosto suchém stavu. Proto byla otestována tato situace a výsledky jsou uvedeny v tabulce 7.

Tab. 7 Testování: Spodní prádlo-chránič-dres

	Urban LBC	Var. koef.	TJ BT LBC	Var. koef.	Simm. LBC	Var. koef.	Piráti Chom.	Var koef.
λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,0421	2,1	0,0421	1,4	0,0436	2,2	0,0433	1,3
b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	58,9	39,2	51,1	42,3	35,3	51,1	27,7	25,2
r [W ⁻¹ .K.m ²]	0,159	1,8	0,161	1,5	0,160	2,3	0,160	1,4
h [mm]	6,72	0,1	6,78	0,1	6,97	0,1	6,92	0,1

Teoretická hodnota:

$$R_{\text{výsl}} = R_{\text{sp}} + R_{\text{ch}} + R_{\text{d}} \quad (14)$$

kde:

R_{sp} = spodní prádlo

R_{ch} = chránič

R_{d} = dres

$$h_{\text{výsl}} = h_{\text{sp}} + h_{\text{ch}} + h_{\text{d}} \quad (15)$$

kde:

h_{sp} = spodní prádlo

h_{ch} = chránič

h_{d} = dres

Urban LBC

$$R_{\text{výsl}} = 0,0078 + 0,144 + 0,0125$$

$$R_{\text{výsl}} = 0,1645 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{\text{výsl}} = 0,35 + 5,51 + 0,58$$

$$h_{\text{výsl}} = 6,44 \text{ mm}$$

TJ BT LBC

$$R_{\text{výsl}} = 0,0078 + 0,144 + 0,0139$$

$$R_{\text{výsl}} = 0,1657 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{\text{výsl}} = 0,35 + 5,51 + 0,71$$

$$h_{\text{výsl}} = 6,57 \text{ mm}$$

Simmonds LBC

$$R_{\text{výsl}} = 0,0078 + 0,144 + 0,0160$$

$$R_{\text{výsl}} = 0,1678 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{\text{výsl}} = 0,35 + 5,51 + 0,79$$

$$h_{\text{výsl}} = 6,65 \text{ mm}$$

Piráti Chomutov

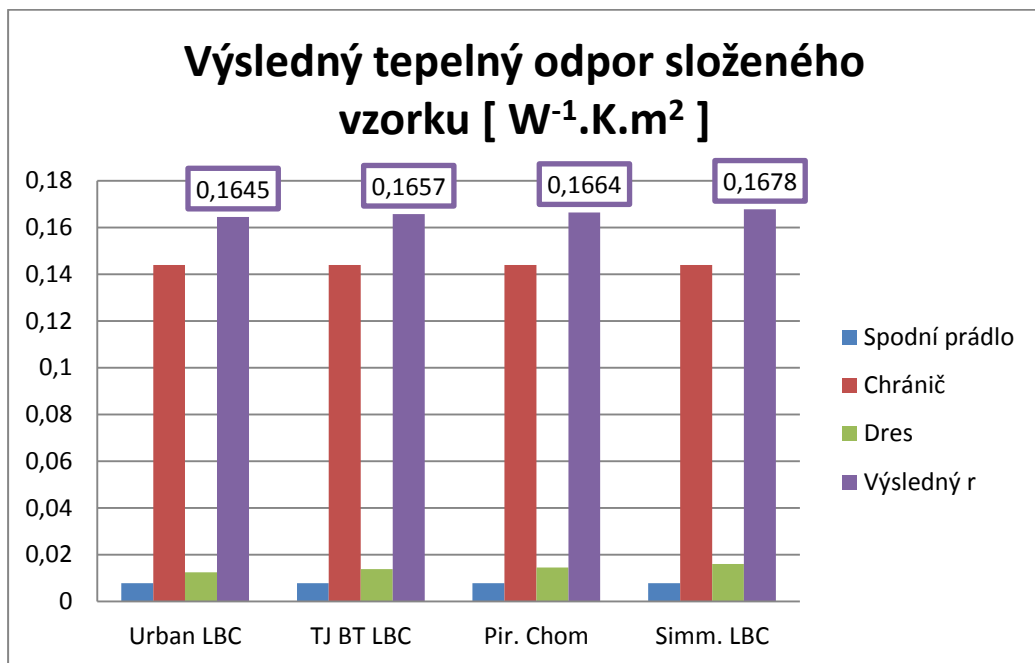
$$R_{\text{výsl}} = 0,0078 + 0,144 + 0,0146$$

$$R_{\text{výsl}} = 0,1664 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

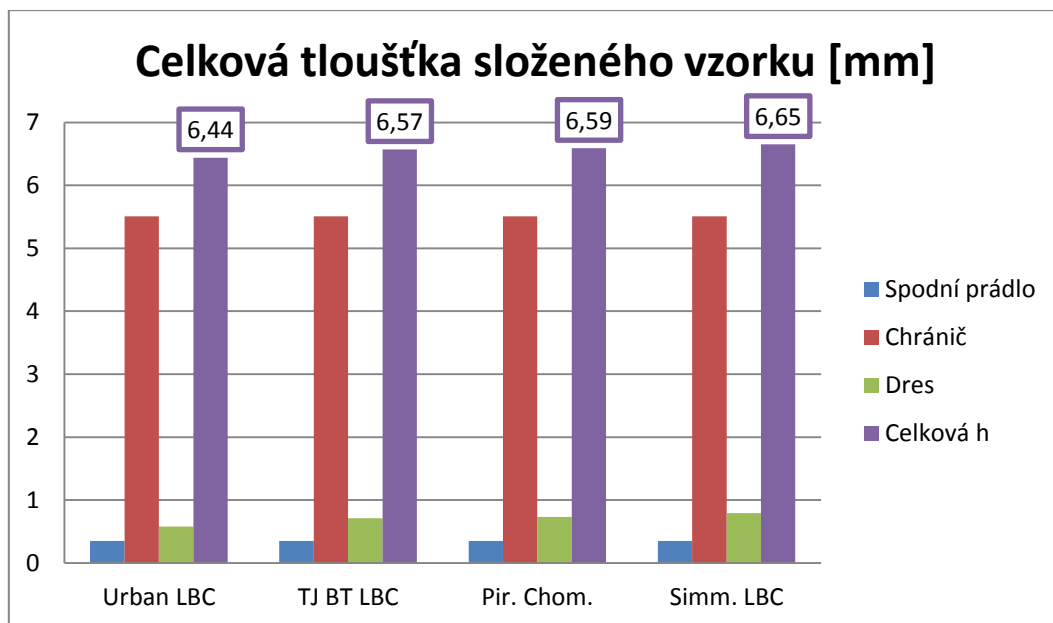
$$h_{\text{výsl}} = 0,35 + 5,51 + 0,73$$

$$h_{\text{výsl}} = 6,59 \text{ mm}$$

Nejlepší tepelná izolace byla zjištěna u složeného vzorku s dresem Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec) následovaný dresem Pirátů Chomutov, Urban LBC (Akademie TJ Bílí Tygři Liberec) a TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec). Grafické vyjádření jednotlivých komponentů a výsledného vzorku je v grafu 3. Graf 4 znázorňuje celkové tloušťky testovaných vzorků.



Graf 3 Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 1



Graf 4 Celková tloušťka složeného vzorku 1

3.4.8 Měření složeného vzorku – Spodní prádlo (potní impuls)-chráníč-dres

Po krátkém zapracování hráče nastává situace, která je simulována dalším testem. Do spodního prádla byl aplikován „potní impuls“, tedy 0,2 ml vody a detergentu, aby bylo získáno zapocení samotného hráče. Poté byl přiložen chráníč a navrch použit dres. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 8.

Tab. 8 Testování: Spodní prádlo (potní impuls)–chráníč–dres

	Urban LBC	Var. koef.	TJ BT LBC	Var. koef.	Simm. LBC	Var. koef.	Piráti Chom.	Var koef.
λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,0517	1,5	0,464	3,8	0,0457	1,7	0,0470	2,3
b [W.m ⁻² s ^{1/2} .K ⁻¹]	133	31,5	94,5	48,8	100	59,7	74,1	18,8
r [W ⁻¹ .K.m ²]	0,130	1,6	0,149	3,8	0,152	1,7	0,146	2,1
h [mm]	6,72	0,1	6,90	0,1	6,94	0,1	6,88	0,4

Teoretická hodnota:

$$R_{\text{výsl}} = R_{\text{vsp}} + R_{\text{ch}} + R_{\text{d}} \quad (16)$$

kde:

R_{sp} = vlhké spodní prádlo

R_{ch} = chránič

R_d = dres

$$h_{výsl} = h_{vsp} + h_{ch} + h_d \quad (17)$$

kde:

h_{sp} = vlhké spodní prádlo

h_{ch} = chránič

h_d = dres

Urban LBC

$$R_{výsl} = 0,0029 + 0,144 + 0,0125$$

$$R_{výsl} = 0,1645 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{výsl} = 0,43 + 5,51 + 0,58$$

$$h_{výsl} = 6,52 \text{ mm}$$

TJ BT LBC

$$R_{výsl} = 0,0029 + 0,144 + 0,0139$$

$$R_{výsl} = 0,1869 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{výsl} = 0,43 + 5,51 + 0,71$$

$$h_{výsl} = 6,65 \text{ mm}$$

Simmonds LBC

$$R_{výsl} = 0,0029 + 0,144 + 0,0160$$

$$R_{výsl} = 0,1629 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{\text{výsl}} = 0,43 + 5,51 + 0,79$$

$$h_{\text{výsl}} = 6,73 \text{ mm}$$

Piráti Chomutov

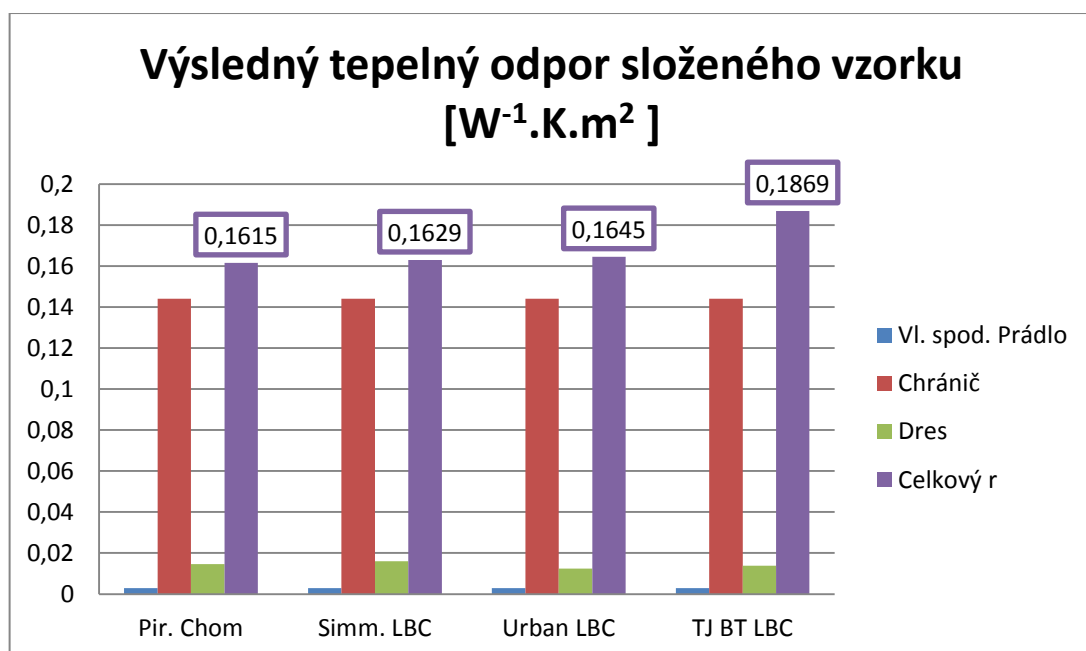
$$R_{\text{výsl}} = 0,0029 + 0,144 + 0,0146$$

$$R_{\text{výsl}} = 0,1615 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

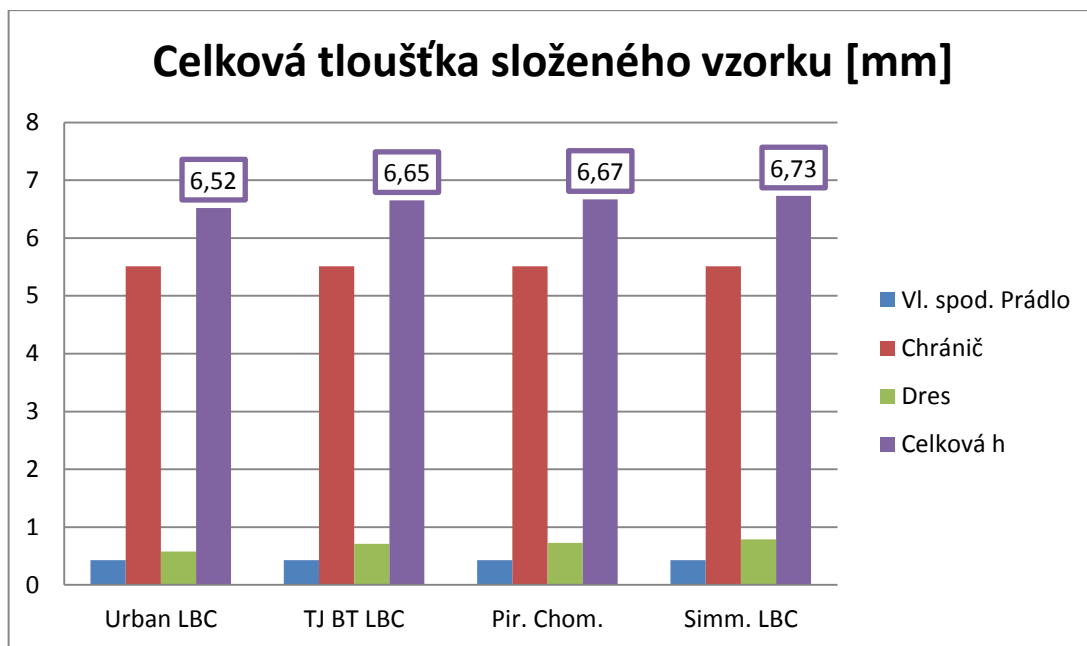
$$h_{\text{výsl}} = 0,43 + 5,51 + 0,73$$

$$h_{\text{výsl}} = 6,67 \text{ mm}$$

Nejlepší tepelnou izolaci má složený vzorek TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec) následovaný Urban LBC (Akademie TJ Bílí Tygři Liberec), Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec) a Piráty Chomutov. Grafické rozložení je znázorněno v grafu 5. Graf 6 znázorňuje celkové tloušťky testovaných vzorků.



Graf 5 Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 2



Graf 6 Celková tloušťka složeného vzorku 2

3.4.9 Měření složeného vzorku – Spodní prádlo-vzduchová mezera-dres

Druhá situace, která může u hráče ledního hokeje nastat, je složení oblečení a chráničů tak, že hráč má na sobě spodní prádlo, pak vzduchovou mezeru (ne na všech místech je hráč ledního hokeje chráněn) a dres. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 9.

Tab. 9 Testování: Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres

	Urban LBC	Var. koef.	TJ BT LBC	Var. koef.	Simm. LBC	Var. koef.	Piráti Chom.	Var koef.
λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,0429	1,7	0,0421	2,1	0,0422	1,1	0,0414	1,3
b [W.m ⁻² s ^{1/2} K ⁻¹]	63,0	19,0	58,1	19,7	60,2	8,5	56,7	20,4
r [W ⁻¹ .K.m ² .10 ⁻³]	0,0710	1,9	0,0747	1,6	0,0754	1,4	0,0765	1,3
h [mm]	3,04	0,5	3,15	0,6	3,18	0,4	3,17	0,5

Teoretická hodnota:

$$R_{\text{výsl}} = R_{\text{sp}} + R_{\text{vm}} + R_{\text{d}} \quad (18)$$

$$R_{\text{vm}} = R_{\text{výsl}} - (R_{\text{sp}} + R_{\text{d}}) \quad (19)$$

kde:

R_{sp} = spodní prádlo

R_{vm} = vzduchová mezera

R_d = dres

$$h_{výsl} = h_{sp} + h_{vm} + h_d \quad (20)$$

$$h_{vm} = h_{výsl} - (h_{sp} + h_d) \quad (21)$$

kde:

h_{sp} = spodní prádlo

h_{vm} = vzduchová mezera

h_d = dres

Urban LBC

$$R_{vm} = 0,0710 - (0,0078 + 0,0125)$$

$$R_{vm} = 0,0507 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{vm} = 3,04 - (0,39 + 0,62)$$

$$h_{vm} = 2,03 \text{ mm}$$

TJ BT LBC

$$R_{vm} = 0,0747 - (0,0078 + 0,0139)$$

$$R_{vm} = 0,0530 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{vm} = 3,15 - (0,39 + 0,71)$$

$$h_{vm} = 2,05 \text{ mm}$$

Simmonds LBC

$$R_{vm} = 0,0754 - (0,0078 + 0,0160)$$

$$R_{vm} = 0,0516 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{vm} = 3,18 - (0,39 + 0,79)$$

$$h_{vm} = 2,00 \text{ mm}$$

Piráti Chomutov

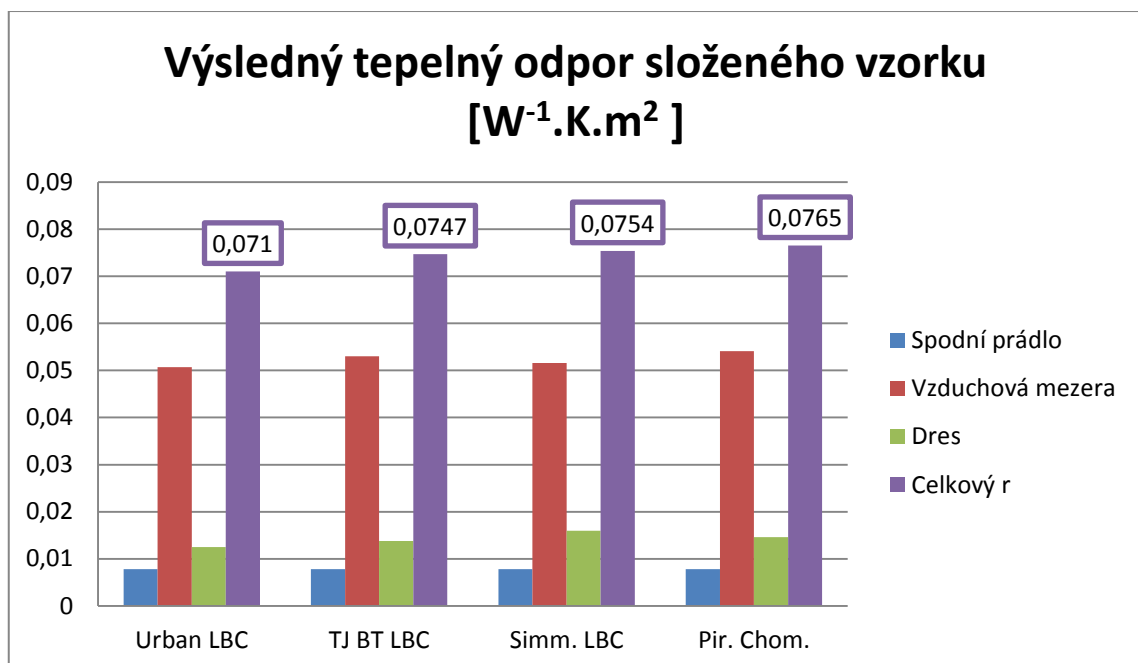
$$R_{vm} = 0,0765 - (0,0078 + 0,0146)$$

$$R_{vm} = 0,0541 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

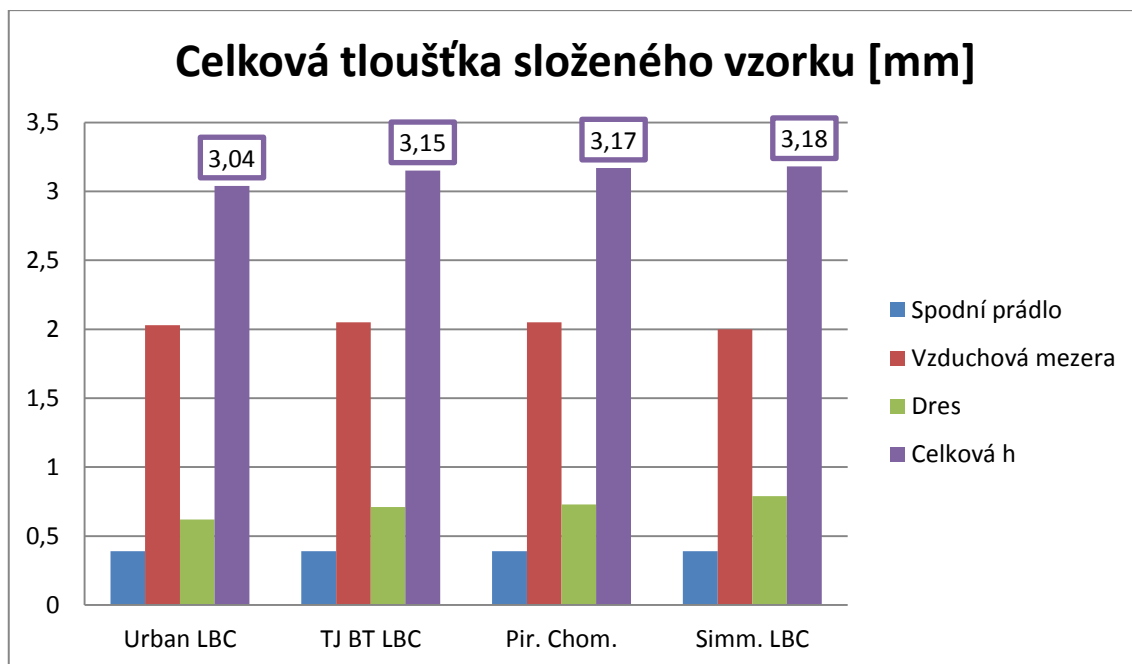
$$h_{vm} = 3,17 - (0,39 + 0,73)$$

$$h_{vm} = 2,05 \text{ mm}$$

Nejlepší tepelnou izolaci má složený vzorek s dresem týmu Piráti Chomutov následovaný Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec), TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec) a Urban LBC (Akademie TJ Bílí Tygři Liberec). Grafické znázornění rozložení vzorku je v grafu 7. Graf 8 znázorňuje celkové tloušťky testovaných vzorků.



Graf 7 Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 3



Graf 8 Celková tloušťka složeného vzorku 3

3.4.10 Měření složeného vzorku - Spodní prádlo (potní impuls)-vzduchová mezera-dres

Měření stejně složeného vzorku jako v předchozím bodě, ale na spodní prádlo byl aplikován potní impuls. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 10.

Tab. 10 Testování: spodní prádlo (potní impuls)–vzduchová mezera–dres

	Urban LBC	Var. koef.	TJ BT LBC	Var. koef.	Simm. LBC	Var. koef.	Piráti Chom.	Var koef.
λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,1060	1,5	0,0869	2,1	0,1030	9,8	0,1060	2,2
b [W.m ⁻² s ^{1/2} .K ⁻¹]	203	53,0	156	28,4	167	13,6	207	26,2
r [W ⁻¹ .K.m ²]	0,0291	1,6	0,0407	3,1	0,0319	9,3	0,0299	2,0
h [mm]	3,08	0,3	3,38	0,4	3,28	0,2	3,16	0,2

Teoretická hodnota:

$$R_{\text{výsl}} = R_{\text{vsp}} + R_{\text{vm}} + R_{\text{d}} \quad (22)$$

$$R_{\text{vm}} = R_{\text{výsl}} - (R_{\text{vsp}} + R_{\text{d}}) \quad (23)$$

kde:

R_{vsp} = vlhké spodní prádlo

R_{vm} = vzduchová mezera

R_d = dres

$$h_{výsl} = h_{vsp} + h_{vm} + h_d \quad (24)$$

$$h_{vm} = h_{výsl} - (h_{vsp} + h_d) \quad (25)$$

kde:

h_{vsp} = vlhké spodní prádlo

h_{vm} = vzduchová mezera

h_d = dres

Urban LBC

$$R_{vm} = 0,0291 - (0,0029 + 0,0125)$$

$$R_{vm} = 0,0137 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{vm} = 3,08 - (0,43 + 0,62)$$

$$h_{vm} = 2,03 \text{ mm}$$

TJ BT LBC

$$R_{vm} = 0,0407 - (0,0029 + 0,0139)$$

$$R_{vm} = 0,0239 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{vm} = 3,38 - (0,43 + 0,71)$$

$$h_{vm} = 2,24 \text{ mm}$$

Simmonds LBC

$$R_{vm} = 0,0319 - (0,0029 + 0,0160)$$

$$R_{vm} = 0,0130 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

$$h_{vm} = 3,28 - (0,43 + 0,79)$$

$$h_{vm} = 2,06 \text{ mm}$$

Piráti Chomutov

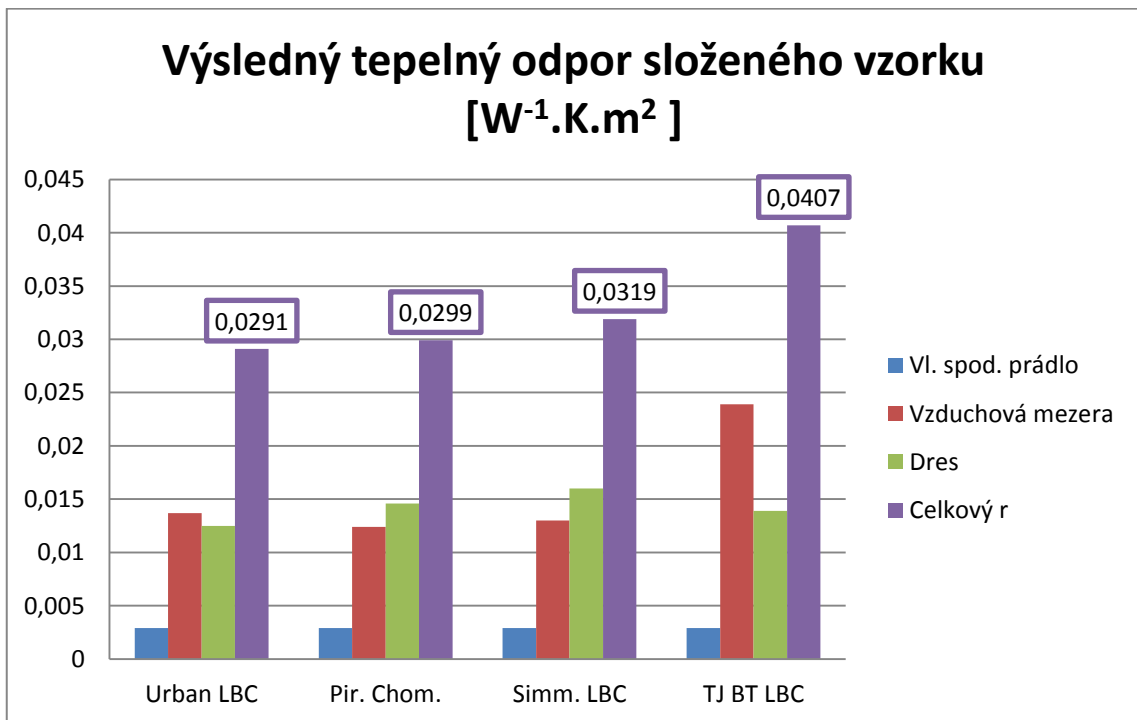
$$R_{vm} = 0,0299 - (0,0029 + 0,0146)$$

$$R_{vm} = 0,0124 \text{ W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$$

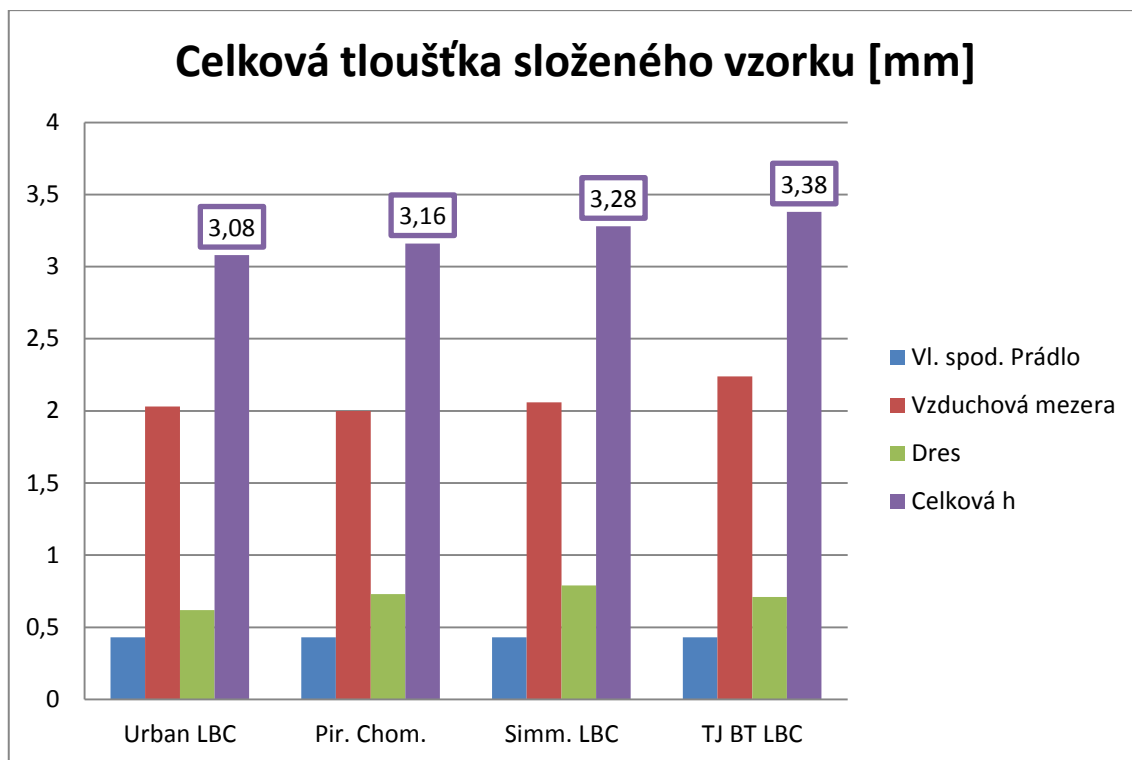
$$h_{vm} = 3,16 - (0,43 + 0,73)$$

$$h_{vm} = 2,00 \text{ mm}$$

Nejlepší tepelnou izolaci má vzorek s dresem TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec), následovaný Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec), Piráty Chomutov a Urban LBC (Akademie TJ Bílí Tygři Liberec). Grafické znázornění rozložení vzorku je v grafu 9. Graf 10 znázorňuje celkové tloušťky testovaných vzorků.



Graf 9 Výsledný tepelný odpor složeného vzorku 4



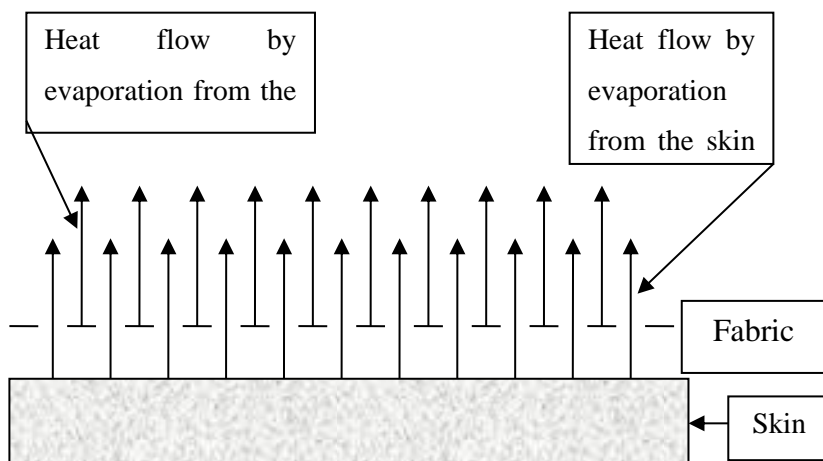
Graf 10 Celková tloušťka složeného vzorku 4

3.4.11 Zhodnocení testování na Alambetě

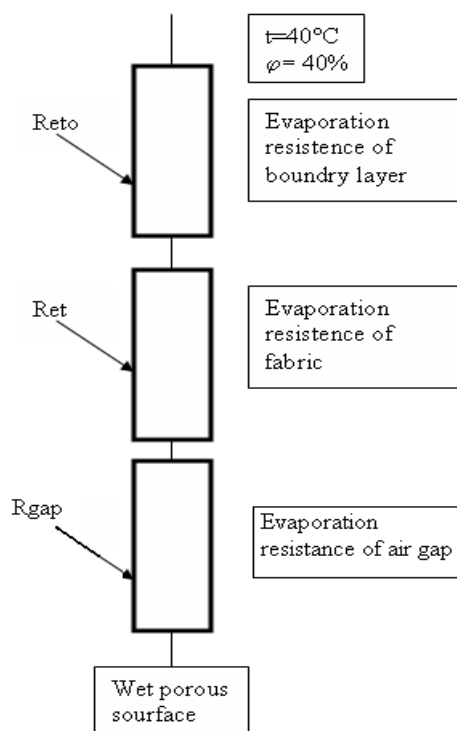
Při testování složeného vzorku se vzduchovou mezerou je celkový tepelný odpor nižší, protože tloušťka kroužku je nižší než tloušťka chrániče. Izolace je kvalitnější, a proto je nižší i λ . Při celkové tloušťce stejně jako u varianty s chráničem by byl tepelný odpor větší.

3.4.12 Matematický model pro výpočet q_{tot} u zvlhčené textilie

(převzato z diplomové práce Michala Kříže, 2007)



Obr. 29 Schéma odparu z pokožky přes textílii



Obr. 30 Schéma výparných odporů zapojených do série

Celkový tepelný tok:

$$q_{\text{tot}} = q_{\text{skin}} + q_{\text{fab}} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (26)$$

Tepelný tok kůže:

$$q_{\text{skin}} = \frac{p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}}{R_{\text{gap}} + R_{\text{et}} + R_{\text{eto}}} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (27)$$

Tepelný tok textilie

$$q_{\text{fab}} = \frac{(p_{\text{sat}} - p_{\text{air}})}{R_{\text{eto}}} + k \cdot U \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (28)$$

Výparný odpor vzduchové mezery:

$$R_{\text{gap}} = \frac{h}{D_p} \text{ [Pa.m}^2\text{/W]} \quad (29)$$

Výparný odpor mezní vrstvy:

$$R_{\text{eto}} = \frac{1}{\beta} \text{ [Pa.m}^2\text{/W]} \quad (30)$$

Difúzní součinitel pro vodní páry – vztaženo na tlak:

$$D_p = D_c \cdot M_w / RT \text{ [kg/m.s.Pa]} \quad (31)$$

kde:

D_c – difúzní koeficient vztažen na
koncentraci [mol/m².s]

M_w – molární koncentrace vodní páry
[mol/l]

R – obecná plynová konstanta [m .K⁻¹]

T – absolutní teplota vodní páry [K]

Po dosazení dostaneme rovnici celkového tepelného toku:

$$q_{\text{tot}} = (p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}) \cdot \left[\frac{1}{R_{\text{gap}} + R_{\text{et}} + R_{\text{eto}}} + \frac{k.U}{R_{\text{eto}}} \right] = (p_{\text{sat}} - p_{\text{air}}) \cdot \left[\frac{1}{\frac{h}{D_p} + R_{\text{et}} + \frac{1}{\beta}} + \frac{k.U}{\beta} \right]$$

[W/m²](32)

kde:

p_{sat} – nasycený tlak na povrchu textilie [Pa]

p_{air} – tlak vzduchu v okolním prostředí [Pa]

R_{gap} – výparný odpor vzduchové mezery [Pa.m²/W]

R_{et} – výparný odpor textilie [Pa.m²/W]

R_{eto} – výparný odpor mezní vrstvy [Pa.m²/W]

k – konstanta

U – hmotnostní přívažek vlhkosti v textilií [%]

h – výška vzduchové mezery [mm]

β – součinitel přenosu hmoty prouděním $\rightarrow \beta \approx \sqrt{v}$ [kg/m².s.Pa] [18]

3.4.13 Měření paropropustnosti

Další testování bylo prováděno na přístroji Permetest, kde byla testována paropropustnost jednotlivých částí našeho složeného vzorku (spodní prádlo a dres). Výsledky testování spodního prádla jsou uvedeny v tabulce 11.

Tab. 11 Testování spodního prádla

	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Rel. paropropustnost [%]
1	1,5	78,8
2	1,3	81
3	1,3	81,4
průměr	1,3(8,7%)	80,4(1,7%)
směr.od.	0,1(8,7%)	1,4(1,7%)

Následně byly otestovány jednotlivé dresy. Výsledky dresu Piráti Chomutov jsou uvedeny v tabulce 12.

Tab. 12 Testování dresu Piráti Chomutov

	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Rel. paropropustnost [%]
1	2,1	72,2
2	2,1	72,2
3	2,3	70,8
průměr	2,1(4,6%)	71,7(1,1%)
směr.od.	0,1(4,6%)	0,8(1,1%)

Výsledky dresu TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 13.

Tab. 13 Testování dresu TJ BT LBC

	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Rel. paropropustnost [%]
1	2,1	72,2
2	2,1	72,4
3	1,9	74,6
průměr	2,0(6,4%)	73,1(1,8%)
směr.od.	0,1(6,4%)	1,3(1,8%)

Výsledky dresu Urban LBC (Akademie Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 14.

Tab. 14 Testování dresu Urban LBC

	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Rel. paropropustnost [%]
1	2,2	71,2
2	2,2	71,6
3	2,1	72,7
průměr	2,1(3,6%)	71,9(1,0%)
směr.od.	0,1(3,6%)	0,8(1,0%)

Výsledky dresu Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 15.

Tab. 15 Testování dresu Simmonds LBC

	Výparný odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]	Rel. paropropustnost [%]
1	2,2	72,1
2	2,1	72,9
3	2,1	72,7
průměr	2,1(6,2%)	72,6(3,0%)
směr.od.	0,1(6,2%)	0,7(3,0%)

Teoretická hodnota:

$$\text{Platí: Ret(spodní prádlo)} + \text{Ret(mezera)} + \text{Ret(dres)} = \text{Ret celk.} \quad (33)$$

Následně byl na Permetestu testován složený vzorek spodní prádlo-vzduchová mezera-dres. Variantu s chráničem nelze u tohoto přístroje změřit, a tak bylo nutné ji vynechat.

Výsledky testu složeného vzorku dresu Piráti Chomutov jsou uvedeny v tabulce 16.

Tab. 16 Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, Piráti Chomutov

	Výparný odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]	Rel. paropropustnost [%]
1	5,9	48,7
2	6,3	46,8
3	6,2	46,5
průměr	6,1(3,6%)	47,3(2,4%)
směr.od.	0,2(3,6%)	1,2(2,4%)

Výsledky testu složeného vzorku TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 17.

Tab. 17 Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, TJ BT LBC

	Výparný odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]	Rel. paropropustnost [%]
1	5,8	48,6
2	5,8	48,4
3	5,7	48,7
průměr	5,8(1,4%)	48,6(0,3%)
směr.od.	0,1(1,4%)	0,1(0,3%)

Výsledky testu složeného vzorku Urban LBC (Akademie Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 18.

Tab. 18 Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, Urban LBC

	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Rel. paropropustnost [%]
1	6,4	47,2
2	6,5	47,2
3	6,4	47,5
průměr	6,4(0,4%)	47,3(0,4%)
směr.od.	0(0,4%)	0,2(0,4%)

Výsledky testu složeného vzorku Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 19.

Tab. 19 Spodní prádlo–vzduchová mezera–dres, Simmonds LBC

	Výparný odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Rel. paropropustnost [%]
1	6,8	46,1
2	6,4	47,2
3	6,4	47,5
průměr	6,5(1,5%)	46,9(0,9%)
směr.od.	0,4(1,5%)	1,1(0,9%)

Teoretická hodnota:

$$\text{Platí: Ret(spodní prádlo) + Ret(mezera) + Ret(dres) = Ret celk.} \quad (34)$$

$$\text{proto: Ret(mezera) = Ret celk. – Ret(spodní prádlo) – Ret(dres)} \quad (35)$$

$$\text{Ret(mezera) Urban LBC} = 6,4 - 1,3 - 2,1 = 3 \text{ Pa.m}^2\text{.W}^{-1}$$

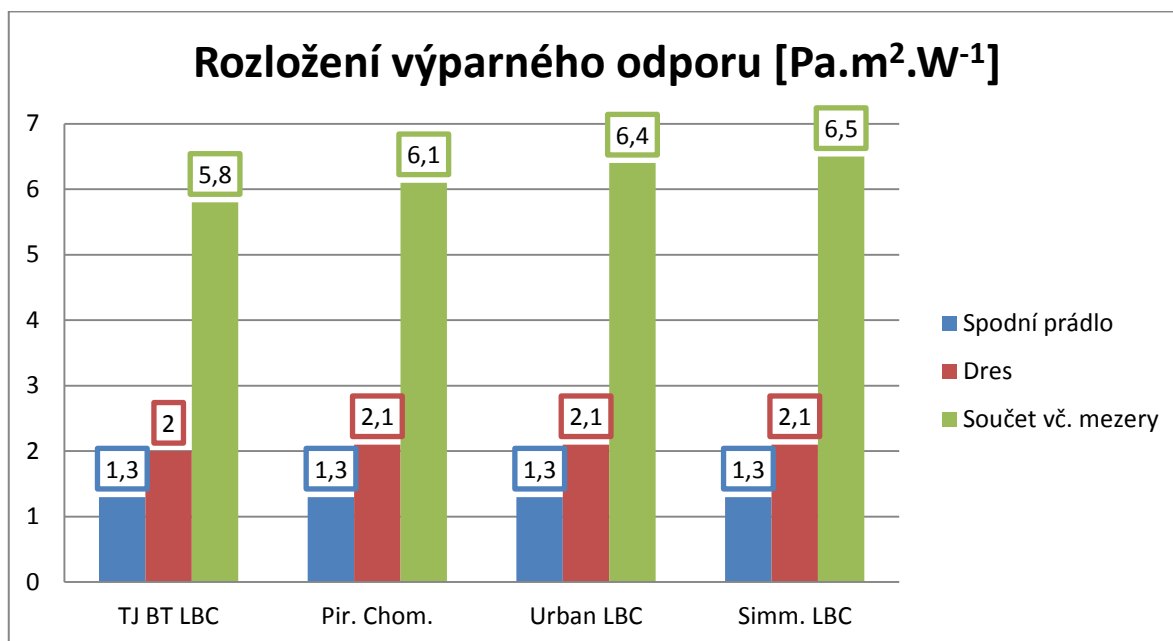
$$\text{Ret(mezera) TJ BT LBC} = 5,8 - 1,3 - 2,0 = 2,5 \text{ Pa.m}^2\text{.W}^{-1}$$

$$\text{Ret(mezera) Simm. LBC} = 6,5 - 1,3 - 2,1 = 3,1 \text{ Pa.m}^2\text{.W}^{-1}$$

$$\text{Ret(mezera) Piráti Chomutov} = 6,1 - 1,3 - 2,1 = 2,7 \text{ Pa.m}^2\text{.W}^{-1}$$

Protože mezera byla u všech měření stejná, měly by výpočty poskytnout stejné hodnoty. Vypočtené hodnoty jsou podobné, je možné tedy říci, že měření bylo celkem dobře reprodukovatelné.

Graf 11 znázorňuje průměrné hodnoty výparného odporu jednotlivých částí složeného vzorku spolu s celkovým součtem včetně mezery.



Graf 11 Rozložení výparného odporu

Při dalším měření byl opět použit stejný složený vzorek, ale s tou výjimkou, že na spodní prádlo byl aplikován potní impuls. Výsledky testu dresu Piráti Chomutov jsou uvedeny v tabulce 20.

Tab. 20 Spodní prádlo, potní impuls–vzduchová mezera–dres, Piráti Chomutov

	Ekv. výpar. odpor [Pa.m ² .W ⁻¹]	Rel. paropropustnost [%]
1	6	49,5
2	5,1	53,4
3	5,4	51,8
průměr	5,5(8,2%)	51,5(3,8%)
směr.od.	0,5(8,2%)	2,0(3,8%)

Výsledky testu dresu TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 21.

Tab. 21 Spodní prádlo, potní impuls–vzduchová mezera–dres, TJ BT LBC

	Ekv. výpar. odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]	Rel. paropropustnost [%]
1	4,5	56,3
2	4,8	54,4
3	5,2	53,4
průměr	4,9(7,0%)	54,7(2,7%)
směr.od.	0,3(7,0%)	1,5(2,7%)

Výsledky testu dresu Urban LBC (Akademie Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 22.

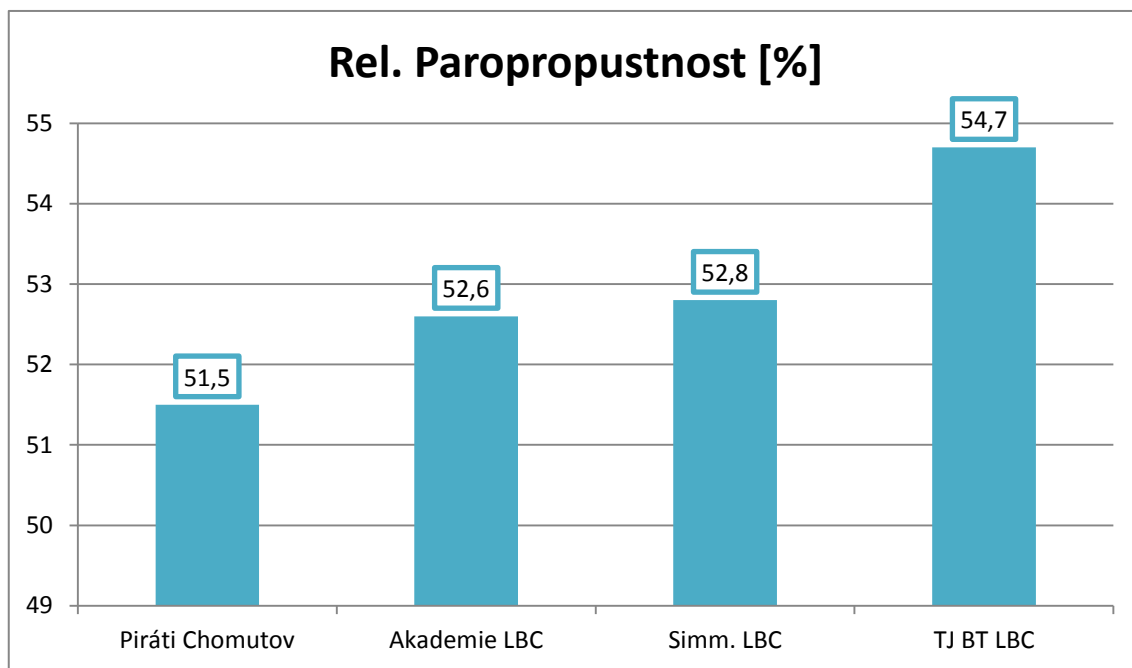
Tab. 22 Spodní prádlo, potní impuls–vzduchová mezera–dres, Urban LBC

	Ekv. výpar. odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]	Rel. paropropustnost [%]
1	5,6	50,8
2	5,2	52,7
3	4,9	54,2
průměr	5,3(6,6%)	52,6(3,3%)
směr.od.	0,3(6,6%)	1,7(3,3%)

Výsledky testu dresu Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec) jsou uvedeny v tabulce 23.

Tab. 23 Spodní prádlo, potní impuls-vzduchová mezera–dres, Simmonds LBC

	Ekv. výpar. odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$]	Rel. paropropustnost [%]
1	5,3	52,3
2	5,3	53,2
3	5,3	52,9
průměr	5,3(0,5%)	52,8(0,9%)
směr.od.	0(0,5%)	0,5(0,9%)



Graf 12 Hodnoty rel. paropropustnosti [%]

Podle grafu 12 je zřejmé, že nejlepší hodnoty z testování relativní paropropustnosti dosahuje dres TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec), tento dres lze tedy označit za nejlepší. Druhý je dres Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec) následovaný Urban LBC (Akademie Bílí Tygři Liberec) a Piráty z Chomutova.

3.4.14 Korelační analýza

Odpor mezery za sucha a relat. paropropustnost za vlhka může souviset s prodyšností dresu. Testované hodnoty jsou uvedeny v tabulce 24.

Tab. 24 Korelační analýza

Prodyšnost dresů [l/m ² /s]	Ret sl. vzorku za sucha [Pa.m ² .W ⁻¹]	Relat. paropropustnost sl. vzorku
1150	5,9	0,495
1210	6,3	0,534
1260	6,2	0,518
1080	5,7	0,563
1140	5,8	0,544
1210	5,8	0,534
2650	6,4	0,508
2630	6,5	0,527
2660	6,4	0,542
2170	6,8	0,523
2150	6,4	0,532
2220	6,4	0,529

$$\rho_{X,Y} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y))}{\sigma_X \sigma_Y}, \quad (38)$$

Protože $\mu_X = E(X)$, $\sigma_X^2 = E(X^2) - E^2(X)$ a obdobně pro Y , můžeme psát:

$$\rho_{X,Y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)} \sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}} \quad (39)$$

COR (prodyšnost, výparného odporu u vzorku za sucha) = 0,7840642

COR (prodyšnost, rel. paropropustnost) = -0,1702015

Z výsledku korelační analýzy můžeme říci, že existuje přímá závislost mezi prodyšností a výparným odporem složených vzorků za sucha. Na druhou stranu existuje slabá nepřímá závislost mezi prodyšností a relativní paropropustností, kterou lze považovat za bezvýznamnou.

4 Závěr

Tato diplomová práce se týkala testování komfortu hokejových dresů. Práce byla zaměřena na horní polovinu těla hráče ledního hokeje a zohledňovala dvě základní situace, které mohou ve vrstvách oblečení hokejisty nastat. První zahrnovala spodní prádlo, chránič a dres, kde byl následně simulován potní impuls. Druhá byla spodní prádlo, vzduchová mezera a dres. Zde byl také následně simulován potní impuls.

Všechny dresy se dnes vyrábějí ze 100 % polyesteru. Odlišnosti můžeme zjistit pouze na gramáži jednotlivých materiálů. Testování dresů ukázalo, že skutečně existují rozdíly kvality jednotlivých dresů, avšak výsledky testování byly velice překvapivé. Komfort a kvalitu dresů můžeme hodnotit z několika pohledů.

První ukazatel je prodyšnost. Po porovnání výsledků je nejprodyšnější dres Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec), naopak nejnižší prodyšnost má dres TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec). Vezmeme-li prodyšnost jako ukazatel, který může být i negativní, tak příliš vysoká prodyšnost může způsobit rychlé prochladnutí hráče, který momentálně není v pohybu.

Dalším faktorem hodnocení je tepelná izolace. Po porovnání tepelných odporů všech vzorků můžeme říci, že výsledky jsou velice podobné. Těsné, ale nejlepší hodnoty vykazují dresy Simmonds LBC („A-tým“ Bílí Tygři Liberec) a TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec).

Poslední hodnocení zahrnují výsledky výparného odporu a paropropustnosti. Z těchto výsledků je možné říci, že nejkomfortnější dres, tedy dres s nejnižším výparným odporem a tedy i nejvyšší paropropustností, je dres TJ BT LBC (mládežnický dres TJ Bílí Tygři Liberec). Vysoká prodyšnost by měla zaručit vysokou paropropustnost. Po provedení korelační analýzy byla však u sendvičových vzorků nalezena odlišná závislost. Existuje přímá poměrně silná závislost mezi prodyšností a výparným odporem, tedy čím vyšší bude prodyšnost, tím (oproti logice problému) bude vyšší výparný odpor a tím menší paropropustnost. Po tomto zjištění byla provedena

další kontrolní měření prodyšnosti při 200 Pa, 25 °C a 40 % vlhkosti vzduchu. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 25.

Tab. 25 Kontrolní měření prodyšnosti

[l/m²/s]	TJ BT LBC	Urban LBC	Piráti Chomutov	Simm. LBC
1.	1540	1230	2260	2400
2.	1440	1320	2110	2310
3.	1350	1120	2040	2390
4.	1550	1270	2080	2240
5.	1530	1160	2240	2160

Výsledky se výrazně neliší od prvotního měření prodyšnosti. Chyba měření byla vyloučena. Jev, který pozorujeme ve výsledcích testování, může být námětem dalšího zkoumání a výzkumu, stejně tak mechanické vlastnosti textilií použitých na jednotlivé dresy.

Seznam literatury

[1] HES L., SLUKA P. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005.

[2] KOLEKTIV FYZIOLOGICKÉHO ÚSTAVU. *NÁRYS FYZIOLOGIE ČLOVĚKA Sešit III.A*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum, 1994. 85 s. ISBN 80-7066-905-5.

[3] JÁNSKÝ L. *Vývojová fyziologie I. Základy termoregulace*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, Státní pedagogické nakladatelství n. p. 1990. 107 s. ISBN 80-7066-240-9.

[4] POKORNÝ J. a kol. *PŘEHLED FYZIOLOGIE ČLOVĚKA II. díl*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum, 1995. 162 s. ISBN 80-7184-165-X.

[5] HAVLÍČKOVÁ L. a kol. *FYZIOLOGIE TĚLESNÉ ZÁTĚŽE I. Obecná část*. 2. vyd. Praha: Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum, 2004. 204 s. ISBN 80-7184-875-1.

[6] KILLAR L. Bakalářská práce *Komfort fotbalového dresu a jeho použití*. Technická univerzita v Liberci, 2006.

[7] *ČSLH: Historie ČSLH* [online]. c2013 [cit. 2013-02-13]. Dostupný z WWW: <<http://cslh.cz/text/35-historie-slh.html>>.

[8] *Bílí Tygři Liberec: hcbilitygri.cz* [online]. c2013 [cit. 2013-02-13]. Dostupný z WWW: <<http://hcbilitygri.cz/foto/arena.jpg>>.

[9] *Wikipedie: České hokejové mužstvo – mistr Evropy 1911.jpg* [online]. c2009 [cit. 2013-02-13]. Dostupný z WWW: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/%C4%8Cesk%C3%A9_hokejov%C3%A9_mu%C5%BEstvo_-_mistr_Evropy_1911.jpg>.

[10] *Místní kultura: Historie ledního hokeje na Kladensku II.* [online]. c2012 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.mistnikultura.cz/historie-ledniho-hokeje-na-kladensku-ii>>.

[11] *Tex-print...: Materiál hokejových dresov* [online]. c2012 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.hokejovedresy-vyroba.sk/hokejove-dresy-material>>.

[12] *WIKIPEDIE: Lední hokej* [online]. c2013 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ledn%C3%AD_hokej>.

[13] *HOKEJOBCHOD.CZ: Ribano SALMING Exos Long Jr* [online]. c2013 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.hokejobchod.cz/ribano-salming-exos-long-jr.html>>.

[14] *FUNKČNÍ TERMO PRÁDLO: SENSOR COOLMAX FRESH Triko dlouhý rukáv.* [online]. c 2013 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.funkcni-termo-pradlo.cz/detail.php?zbozi=4235573>>.

[15] *BIKE-ARENA: Craft Zero Extreme pánské triko* [online]. c2013 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.bike-arena.cz/craft-zero-extreme-panske-triko-dlouhy-rukav-doprodej-2011/>>.

[16] *Kuba Sport: kubasport.cz* [online]. c2013 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.kubasport.cz/pict/katalog/main/4298.jpg>>.

[17] *Bakalářská práce: VLIV TEPLoty A VLHKOSTI VZDUCHU NA MĚŘENÍ TERMOFYZIOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ TEXTILIÍ POMOCÍ SKIN MODELU* [online]. c2010 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.kht.tul.cz/items/ABP/2010/Holem%C3%A1-Vliv%20teploty%20a%20vlhkosti%20vzduchu%20na%20m%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20termofyziologick%C3%BDch%20vlastnost%C3%AD%20textili%C3%AD%20pomoc%C3%AD%20Skin%20Modelu.pdf>>.

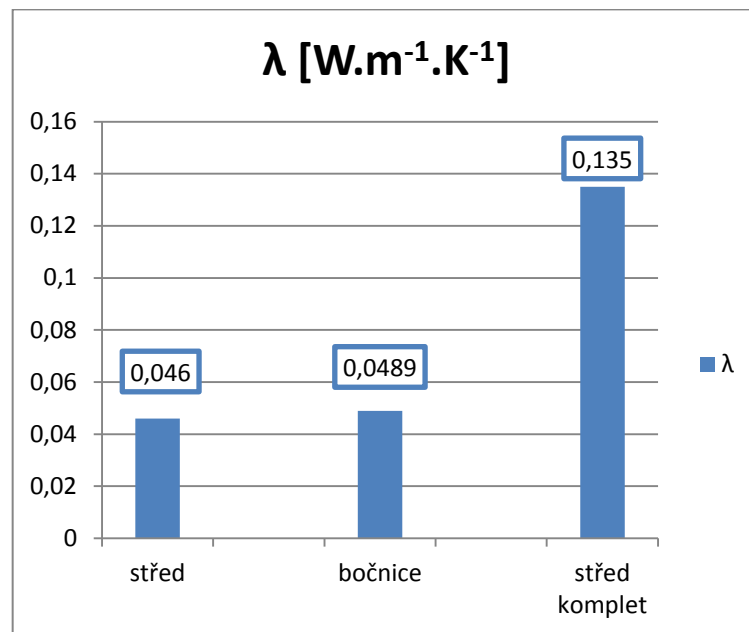
[18] *Bakalářská práce: PAROPROPUSTNOST A PRODYŠNOST POLOPROPUSTNÝCH MATERIÁLŮ TYPU WINDSTOPPER*[online]. c2009 [cit. 2013-02-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.kht.tul.cz/items/A-BP/2009/Mr%20z%20kov%20-%20Paropropustnost%20a%20prody%9Anost%20polopropustn%20ch%20materi%20-%20typu%20WINDSTOPPER.pdf>>.

Seznam příloh

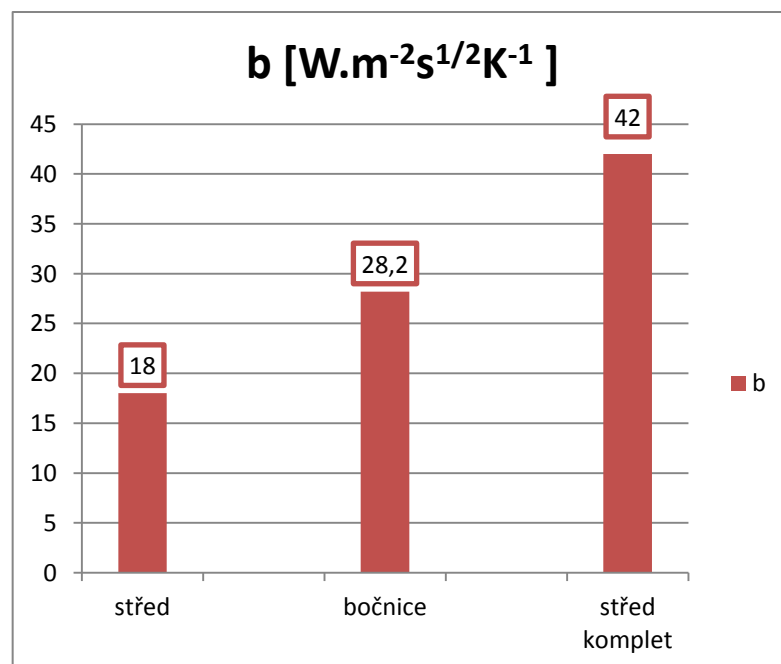
Příloha č. 1 Grafické vyjádření testování

Příloha č. 1 – Grafické vyjádření testování

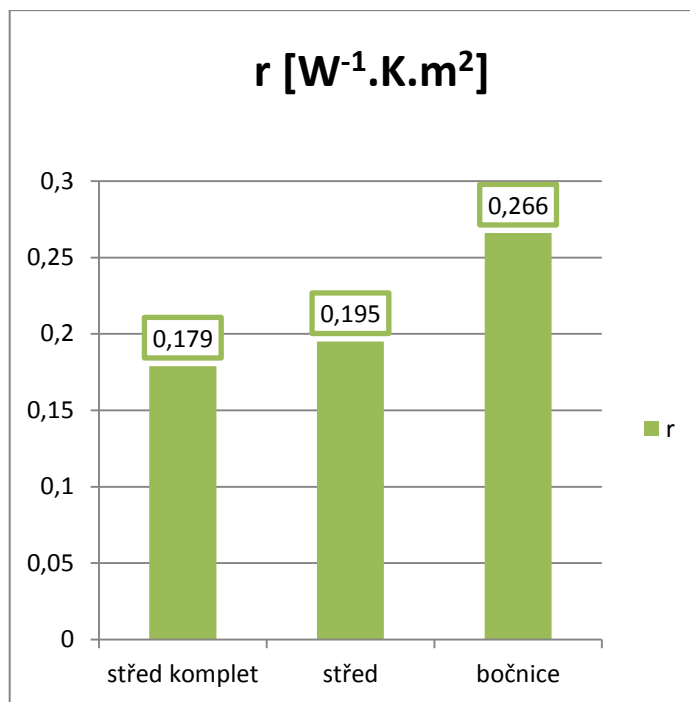
K tabulce č. 1



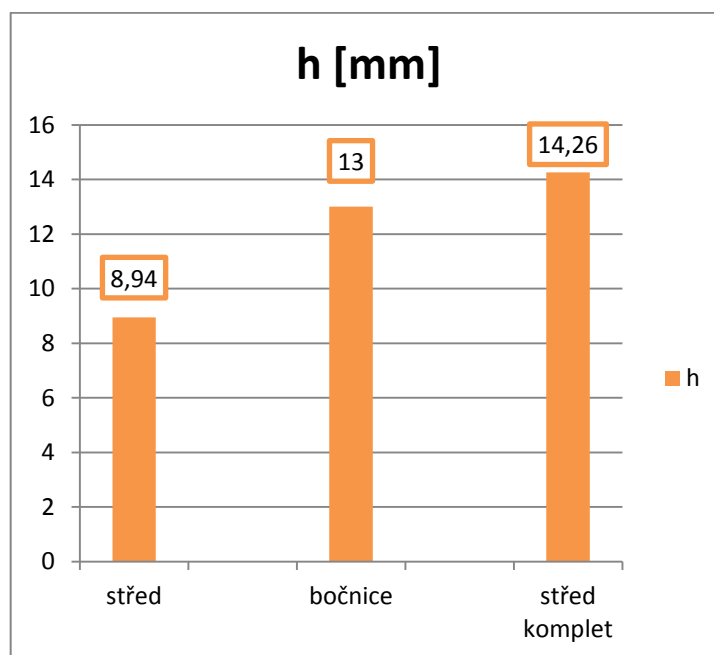
Graf 1 k tabulce 1



Graf 2 k tabulce 1

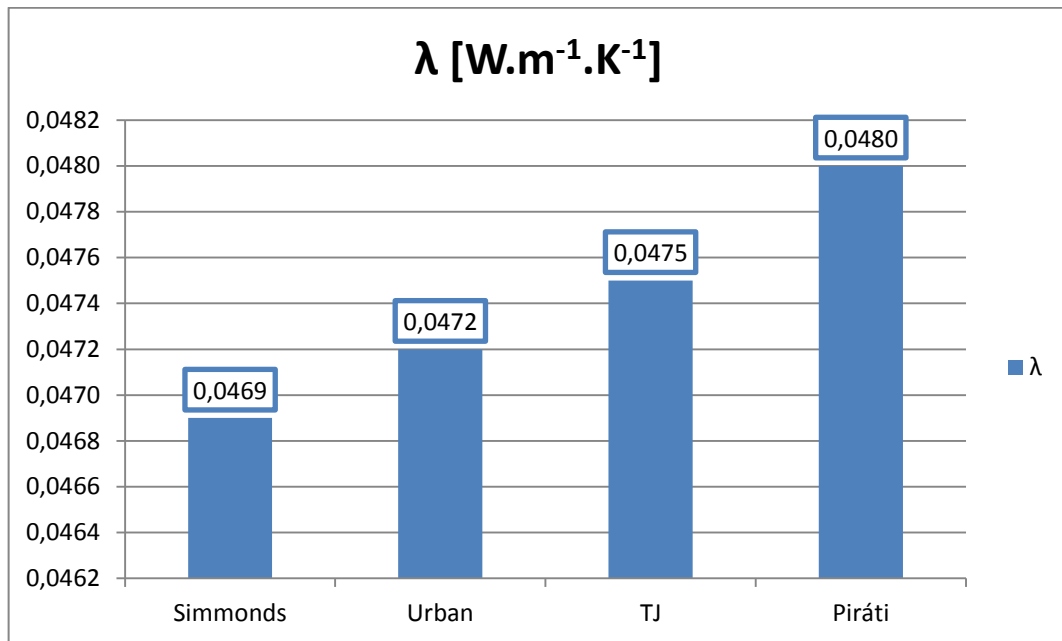


Graf 3 k tabulce 1

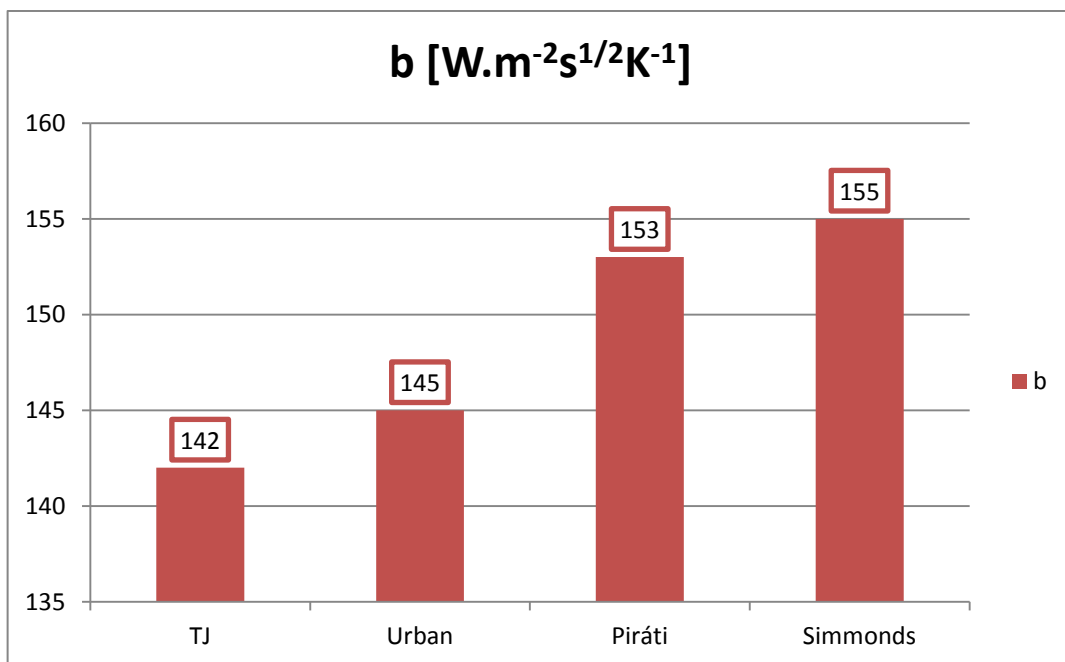


Graf 4 k tabulce 1

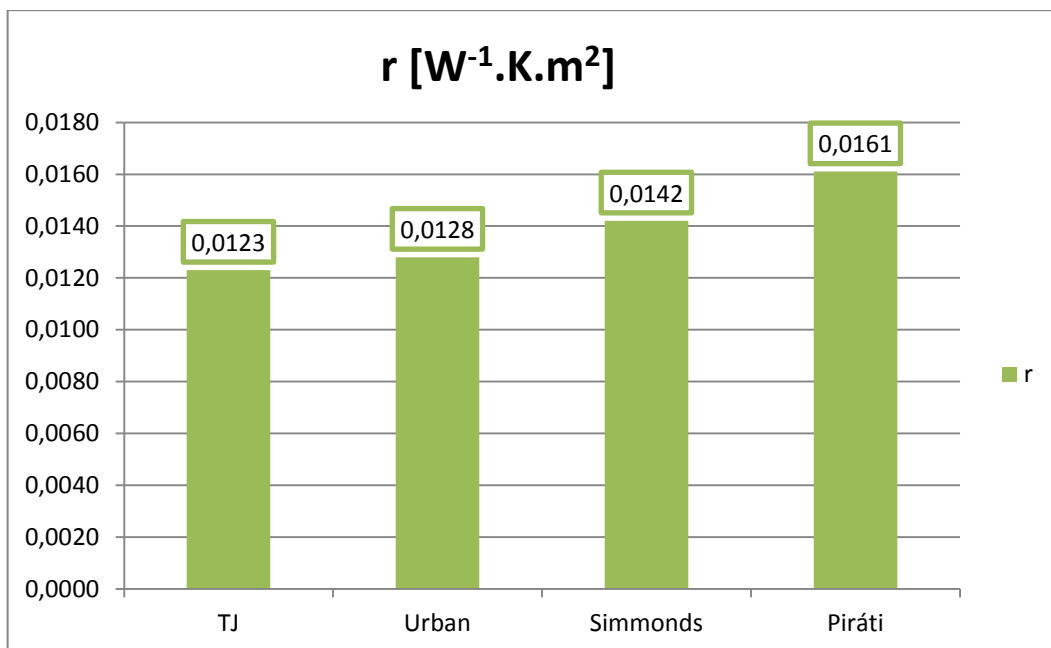
K tabulce č. 3



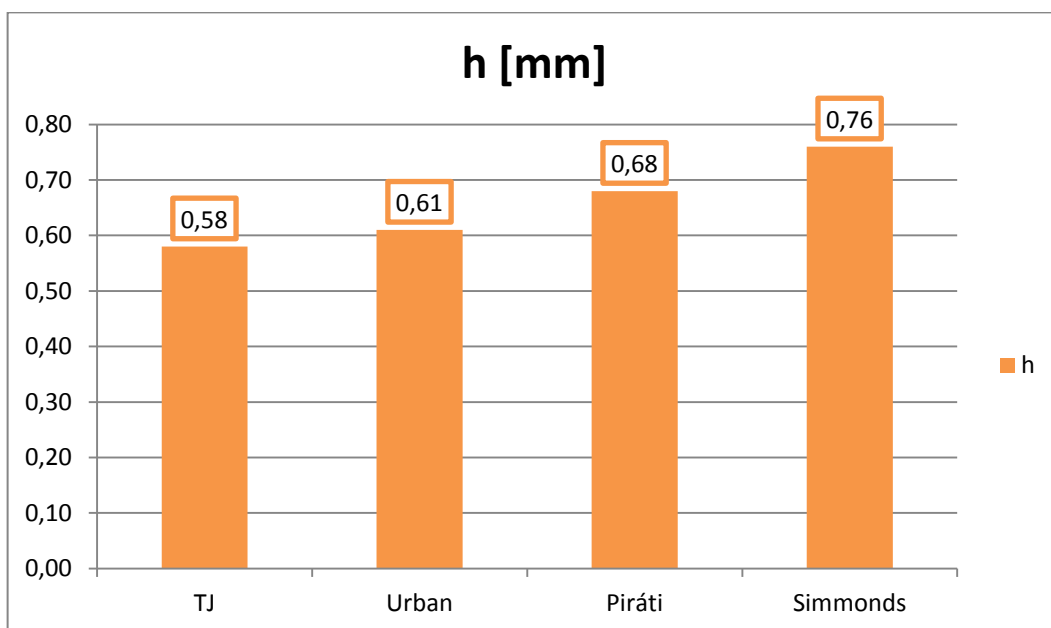
Graf 5 k tabulce 3



Graf 6 k tabulce 3

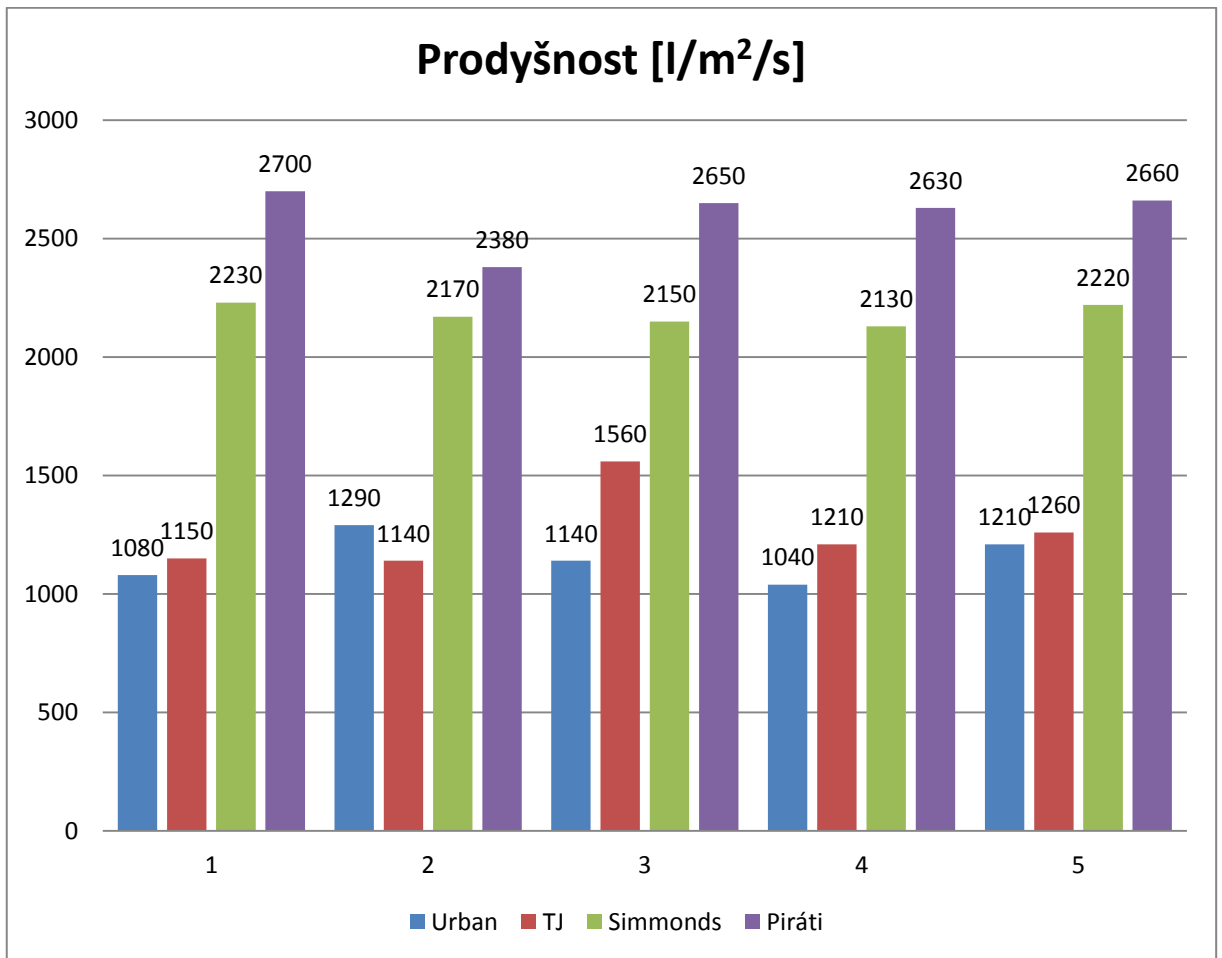


Graf 7 k tabulce 3



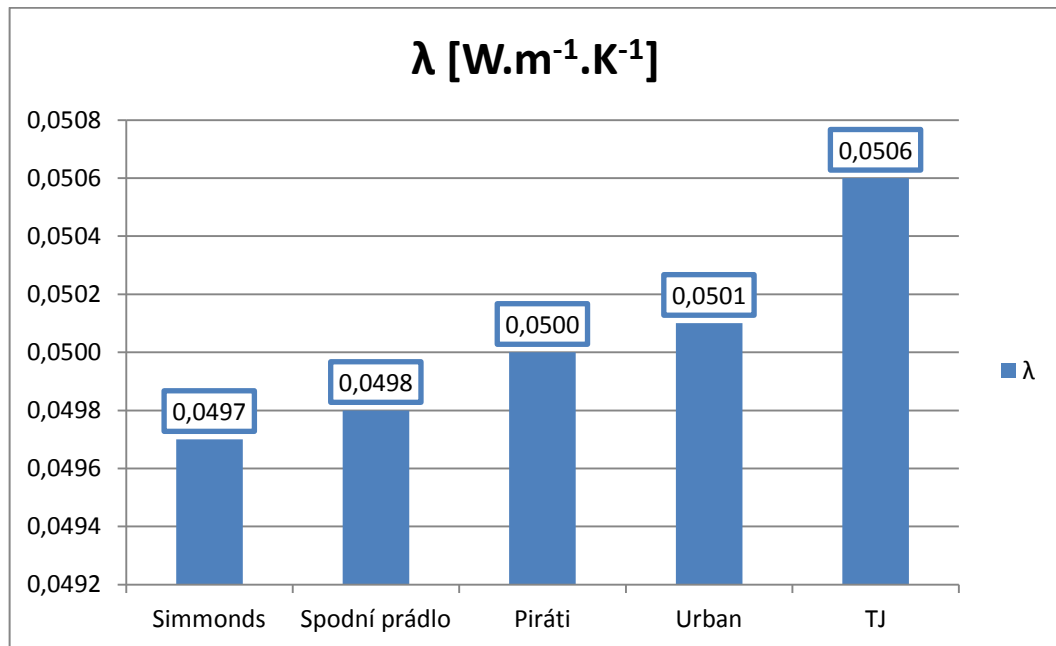
Graf 8 k tabulce 3

K tabulce č. 4

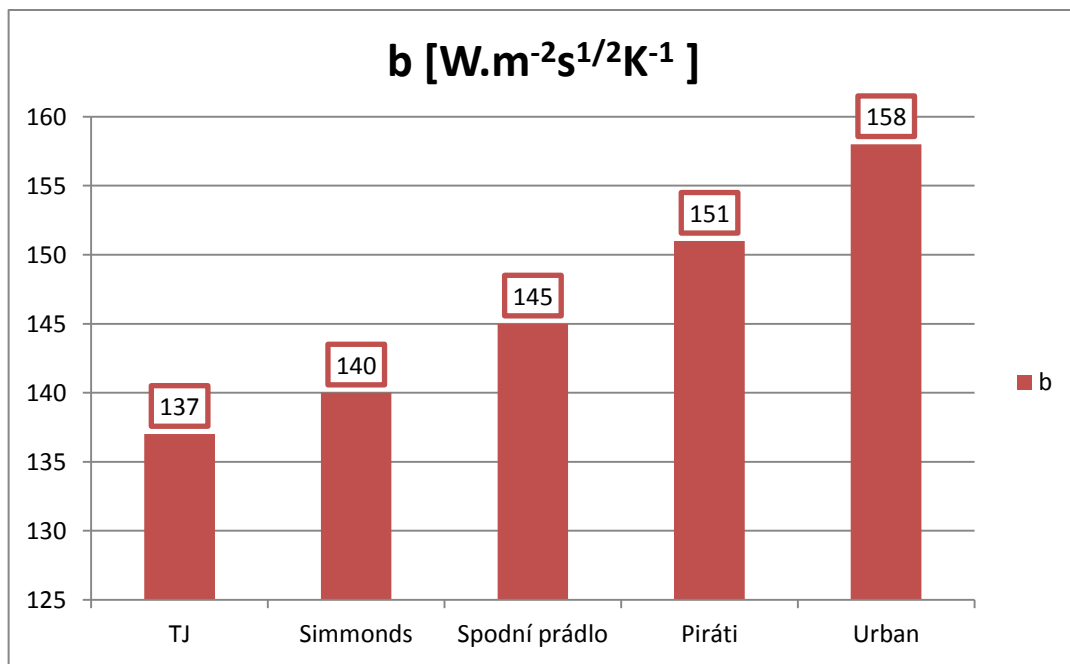


Graf 9 k tabulce 4

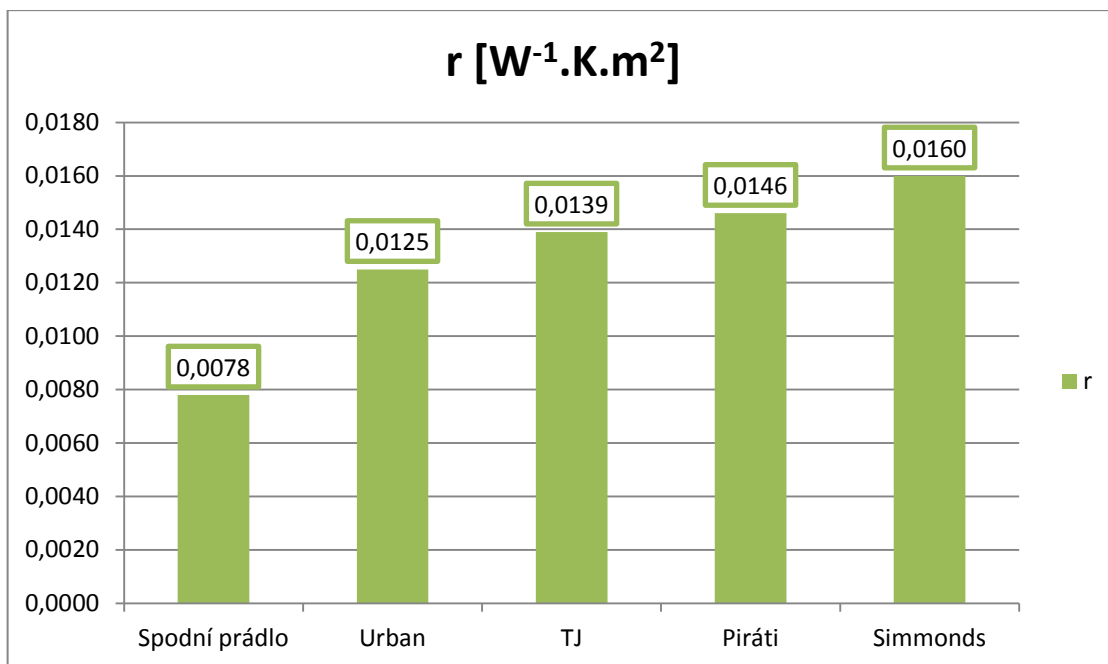
K tabulce č. 5



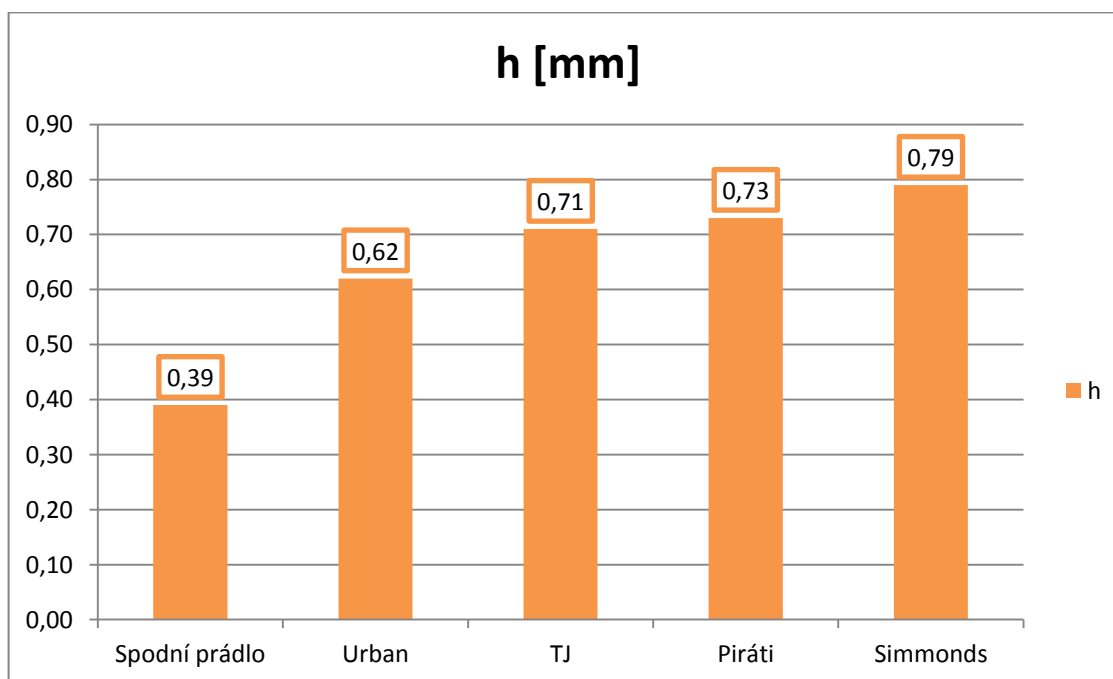
Graf 10 k tabulce 5



Graf 11 k tabulce 5

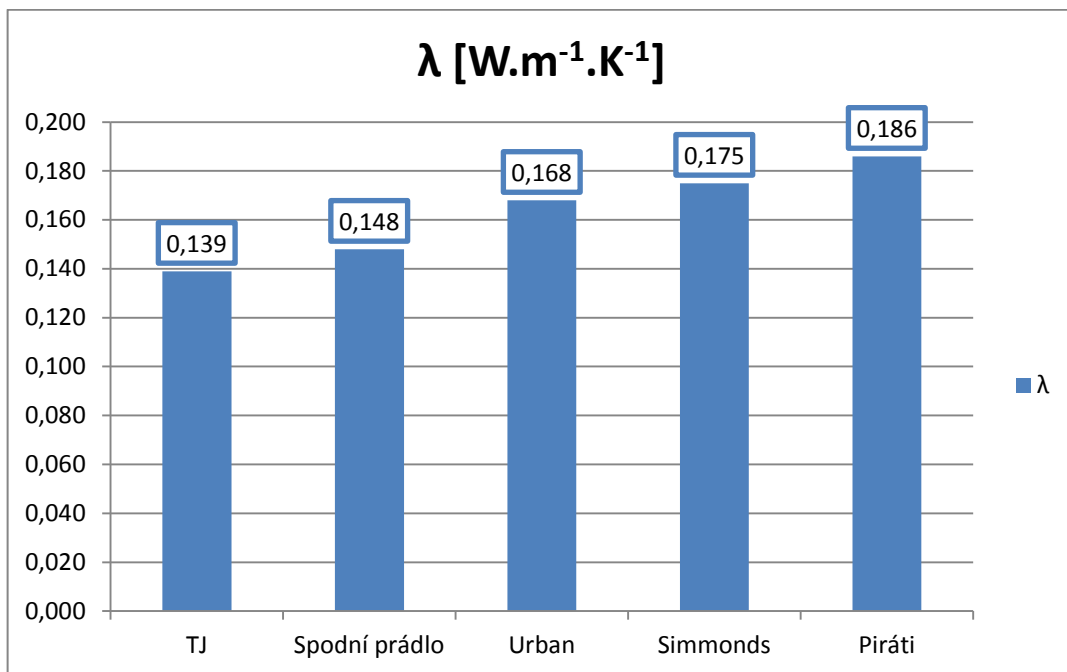


Graf 12 k tabulce 5

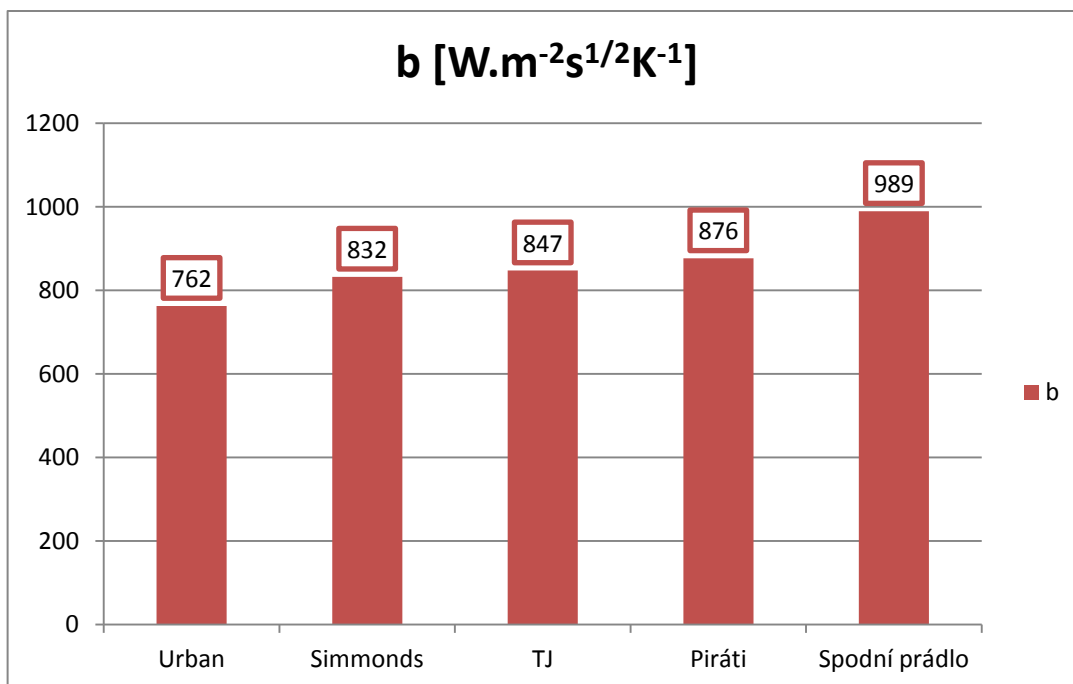


Graf 13 k tabulce 5

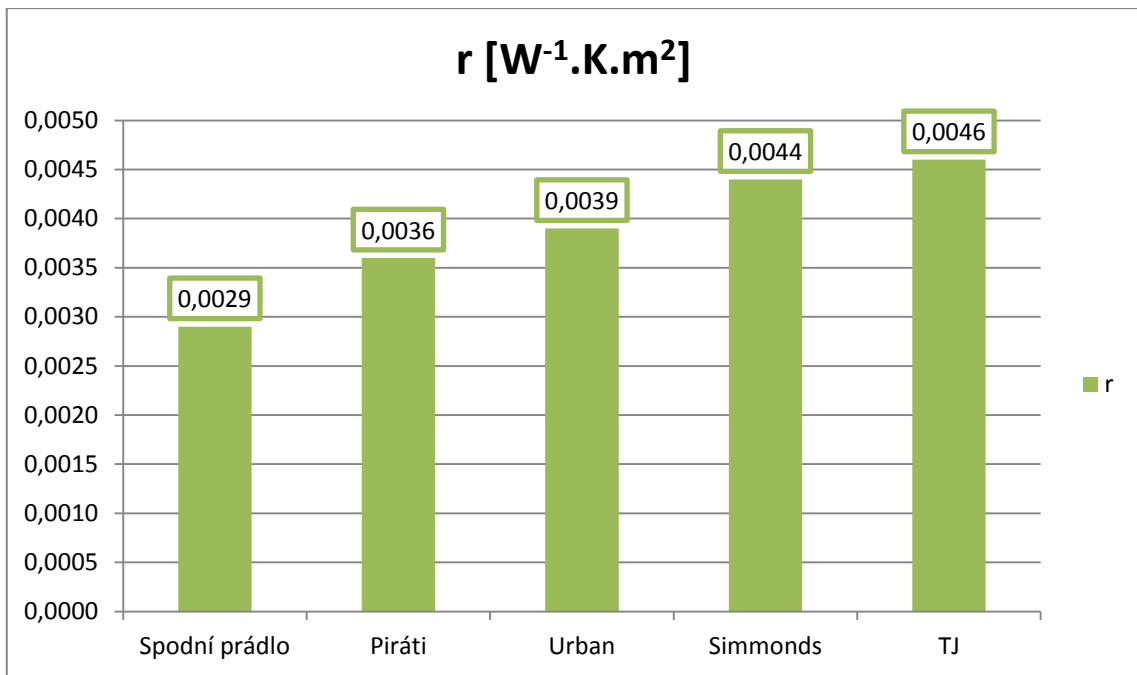
K tabulce č. 6



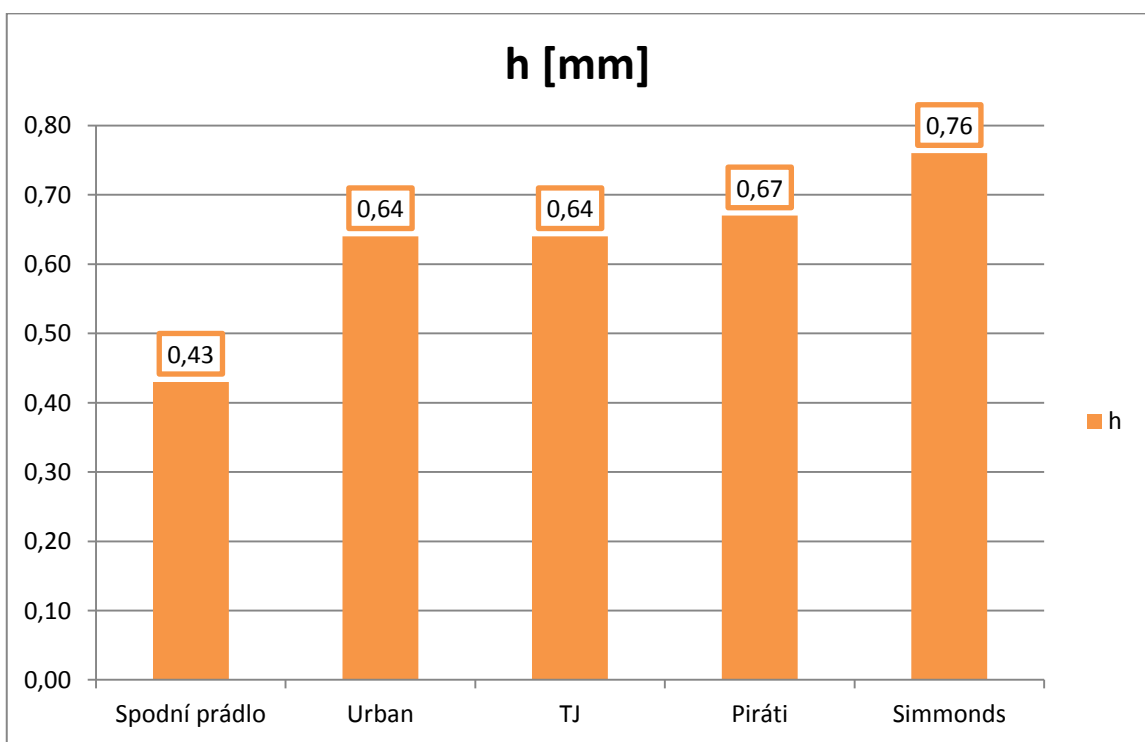
Graf 14 k tabulce 6



Graf 15 k tabulce 7

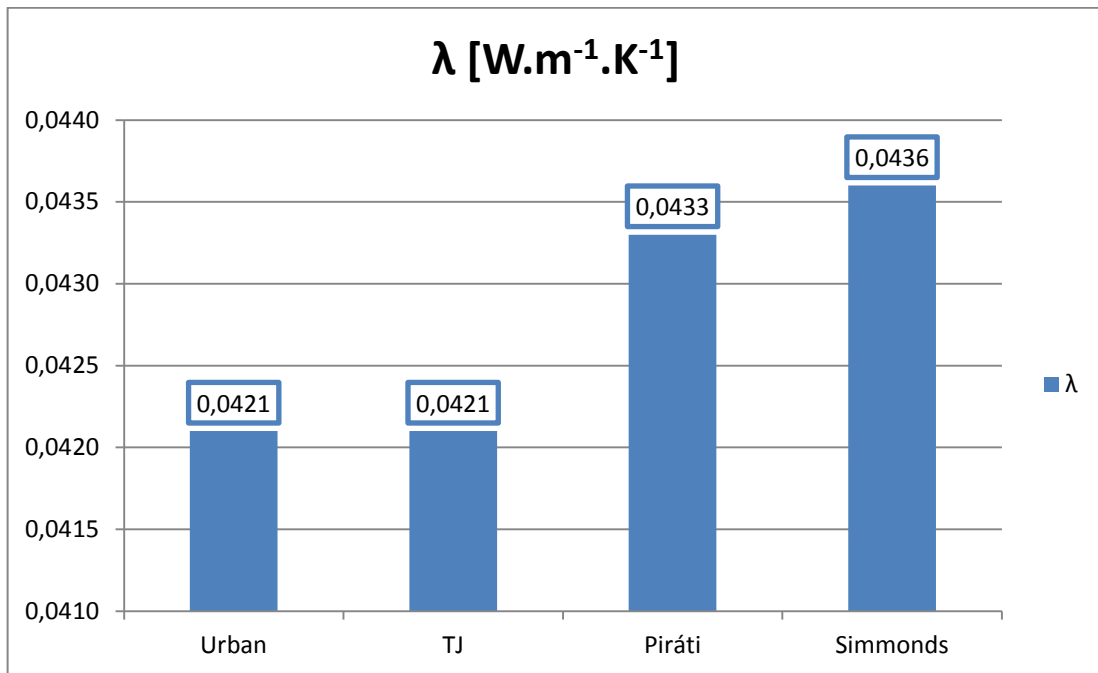


Graf 16 k tabulce 6

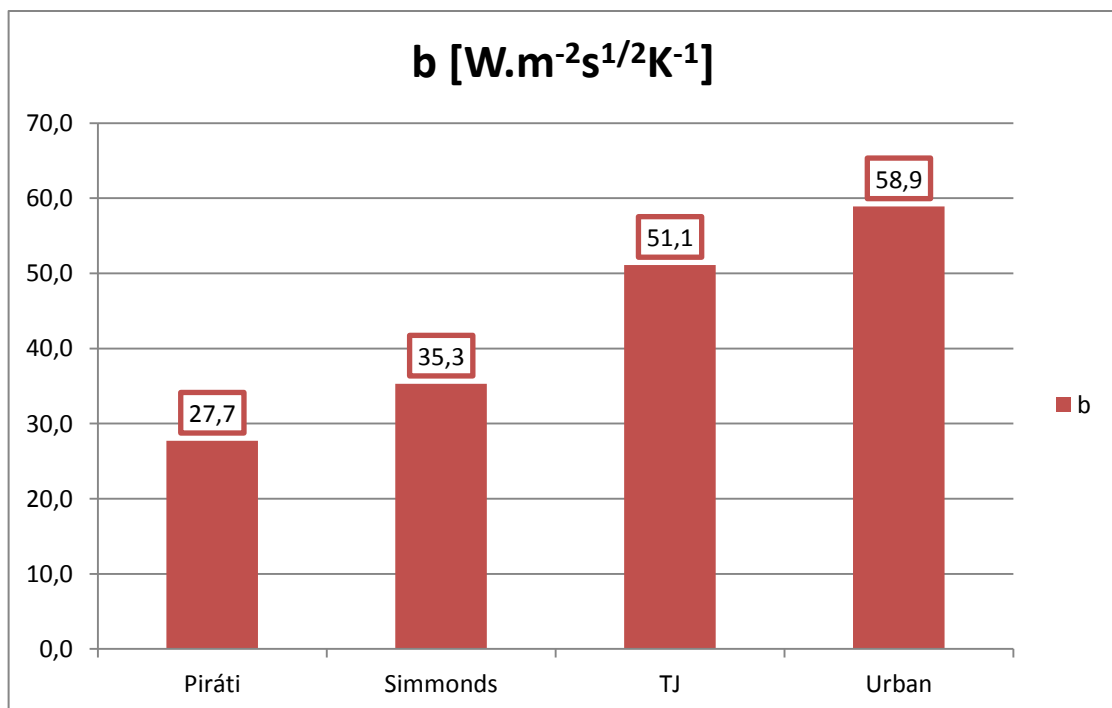


Graf 17 k tabulce 6

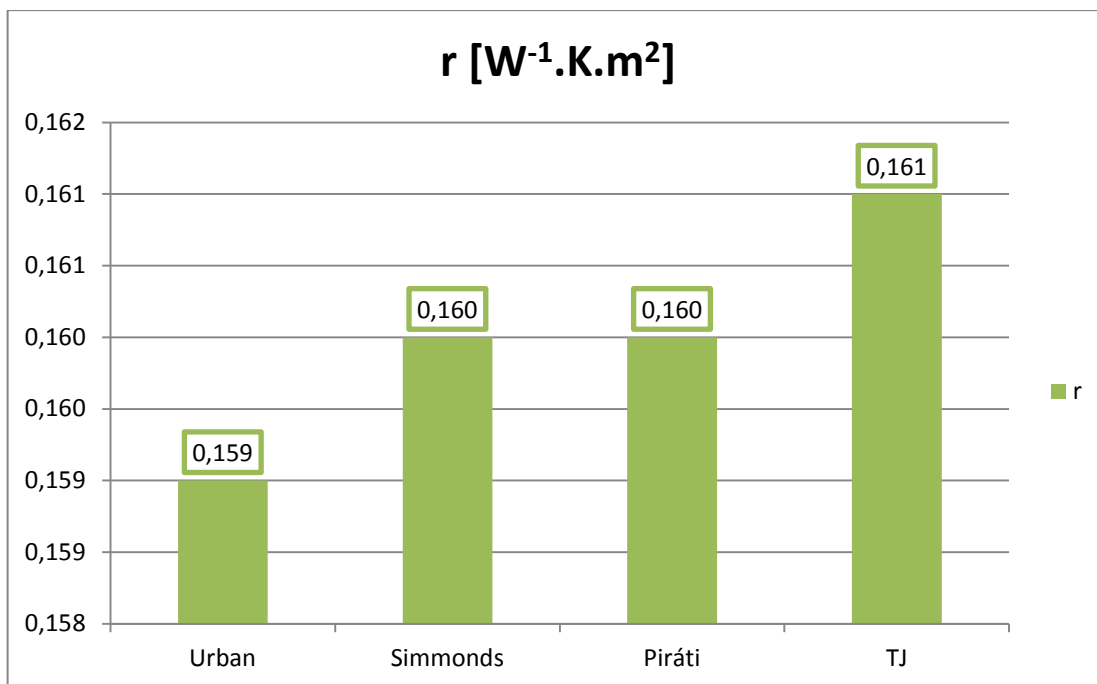
K tabulce č. 7



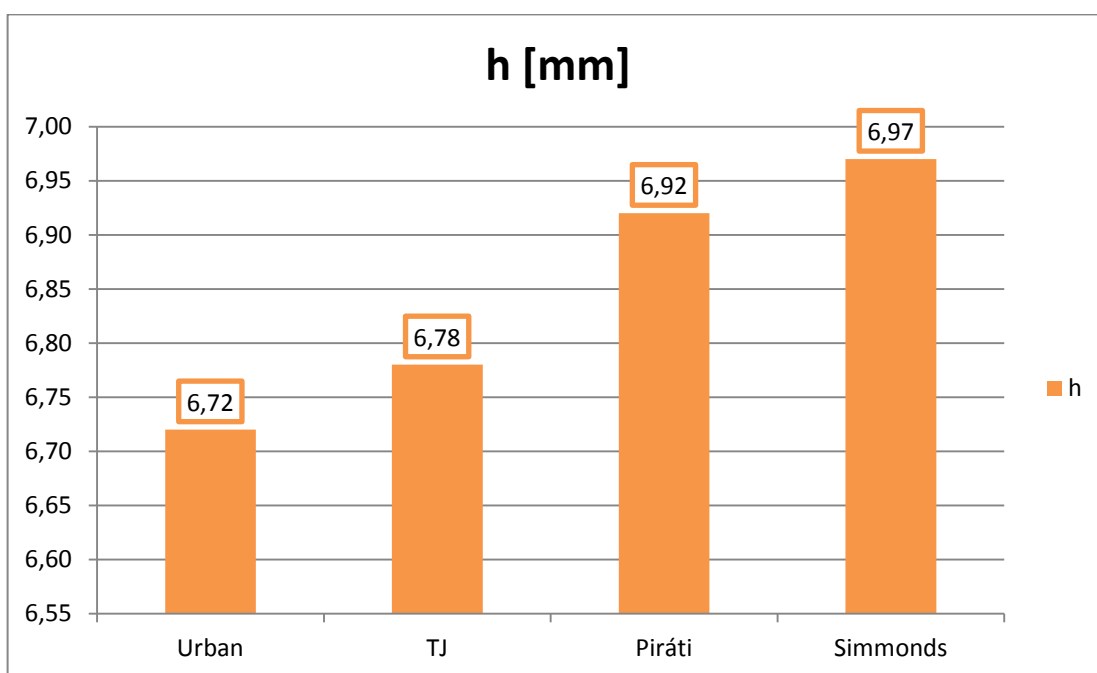
Graf 18 k tabulce č. 7



Graf 19 k tabulce č. 7

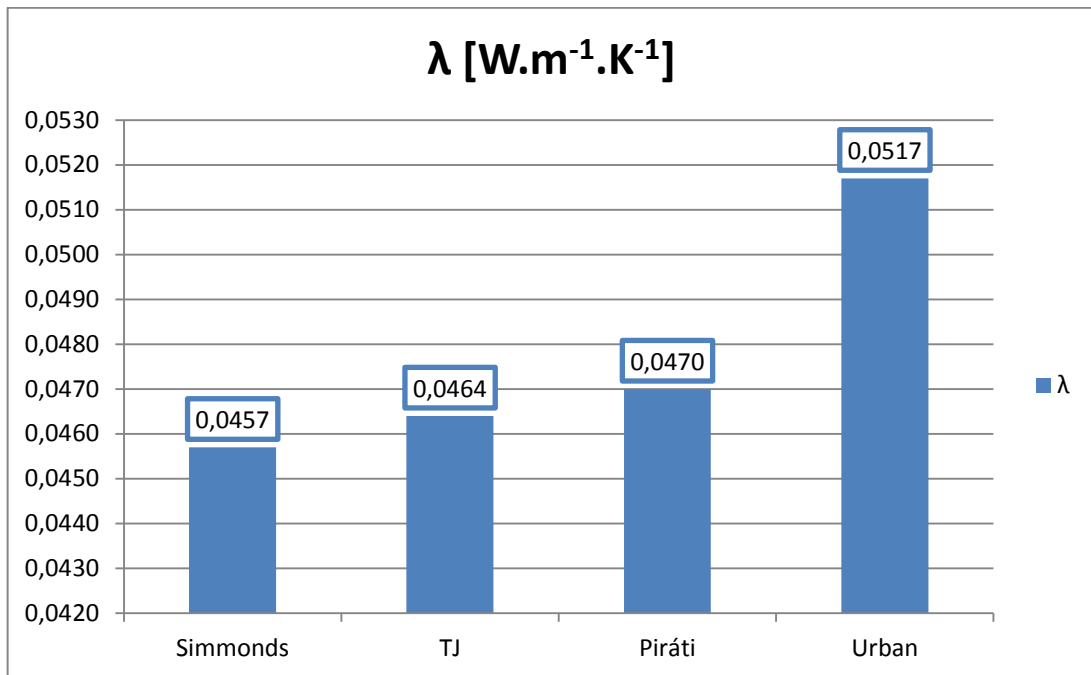


Graf 20 k tabulce 7

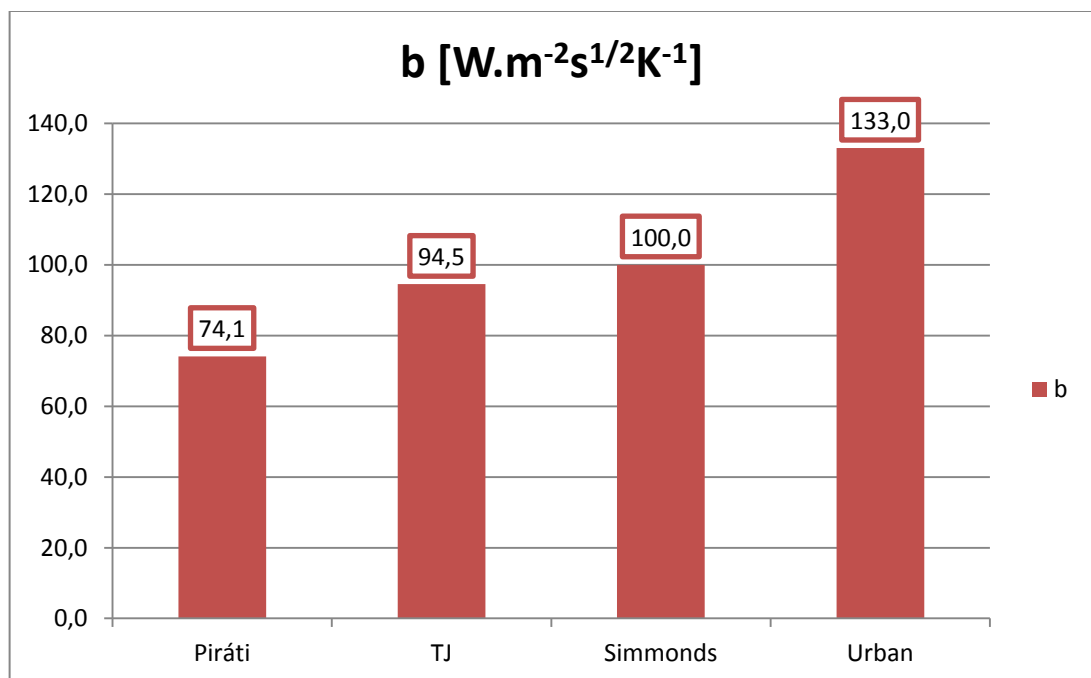


Graf 21 k tabulce 7

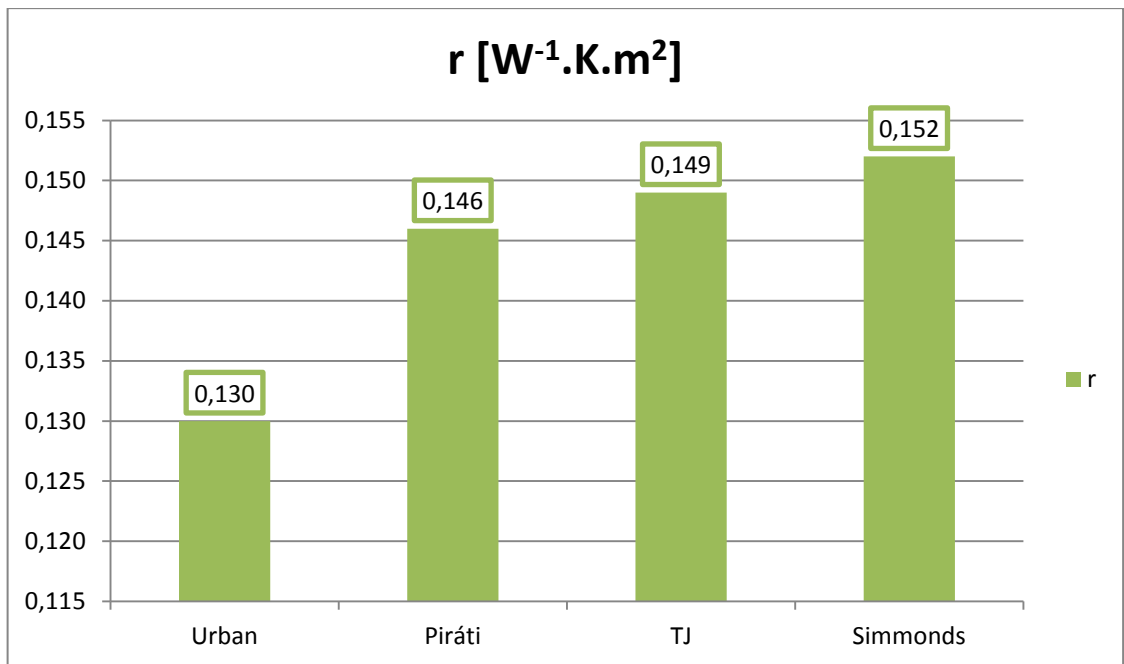
K tabulce č. 8



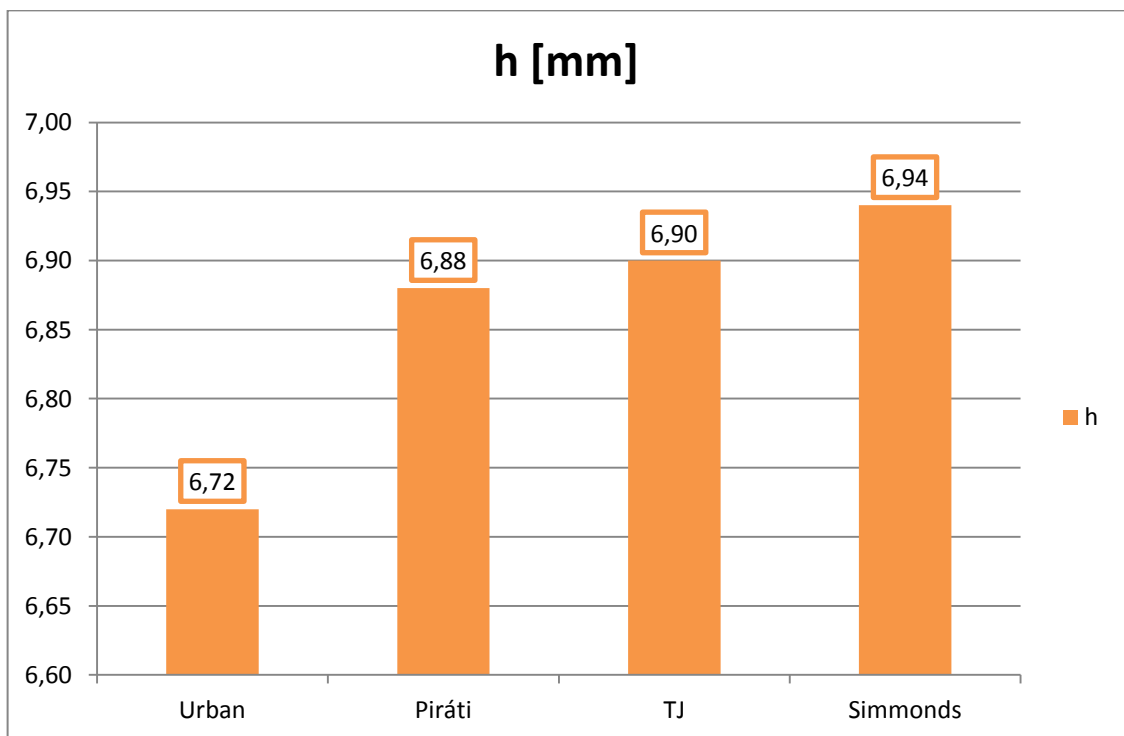
Graf 22 k tabulce 8



Graf 23 k tabulce 8

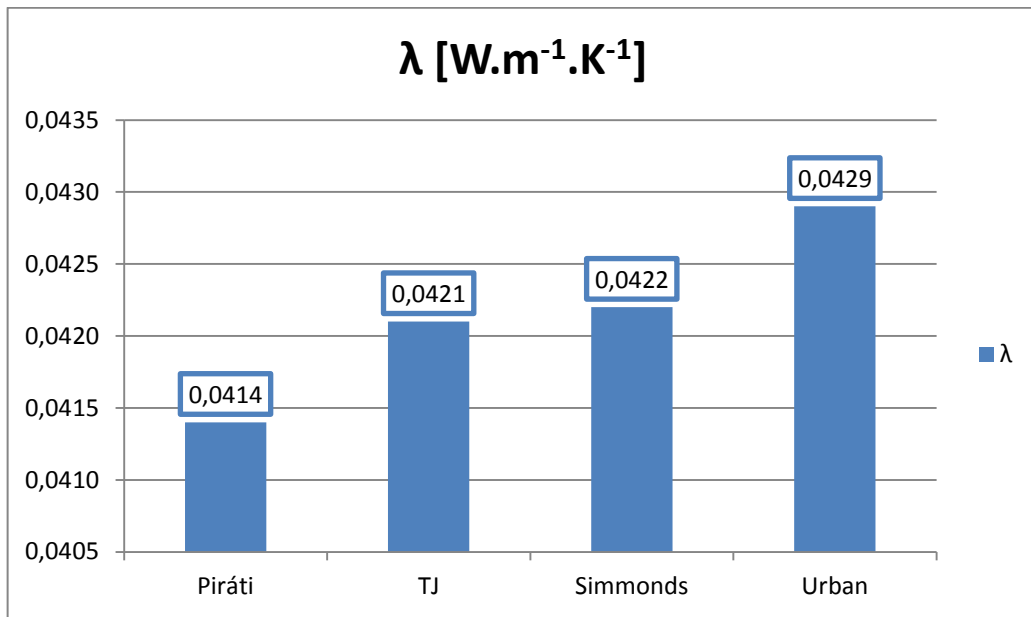


Graf 24 k tabulce 8

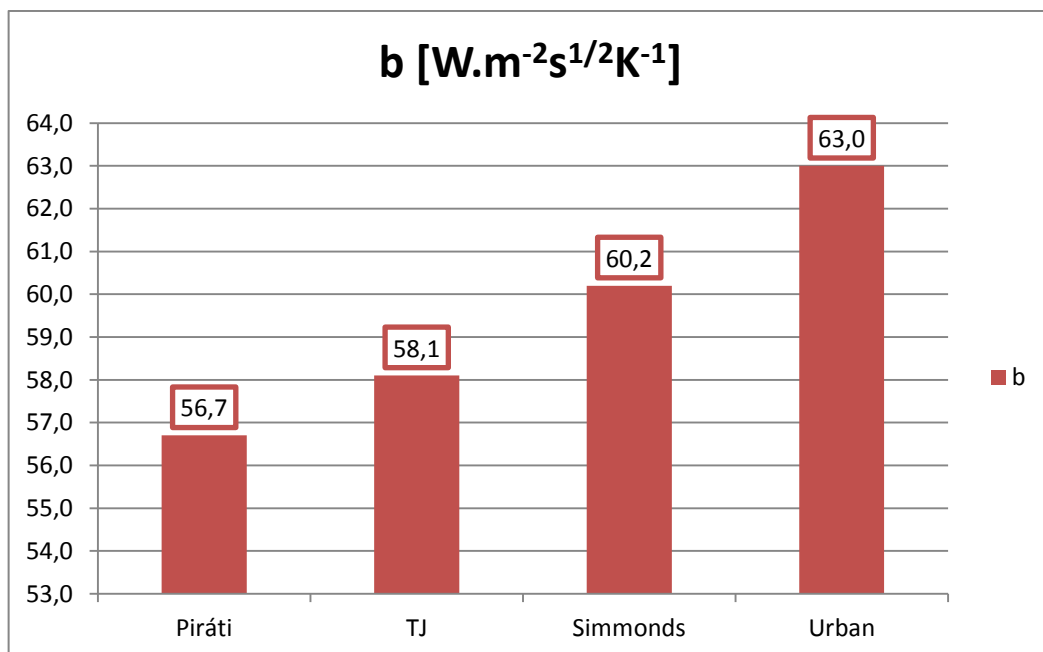


Graf 25 k tabulce 8

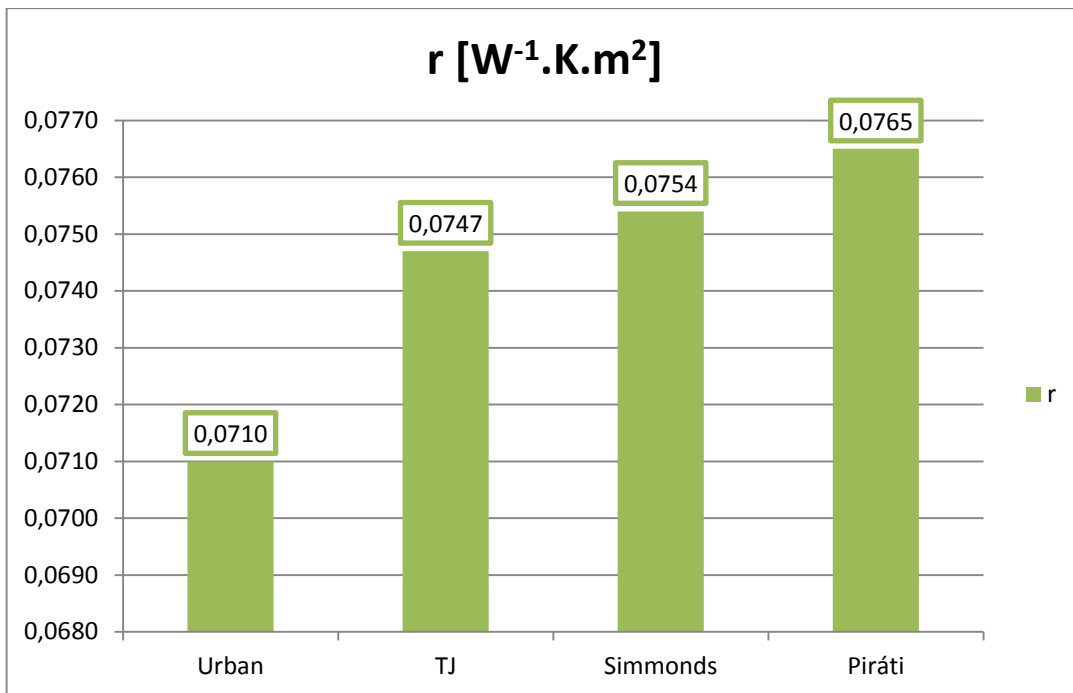
K tabulce č. 9



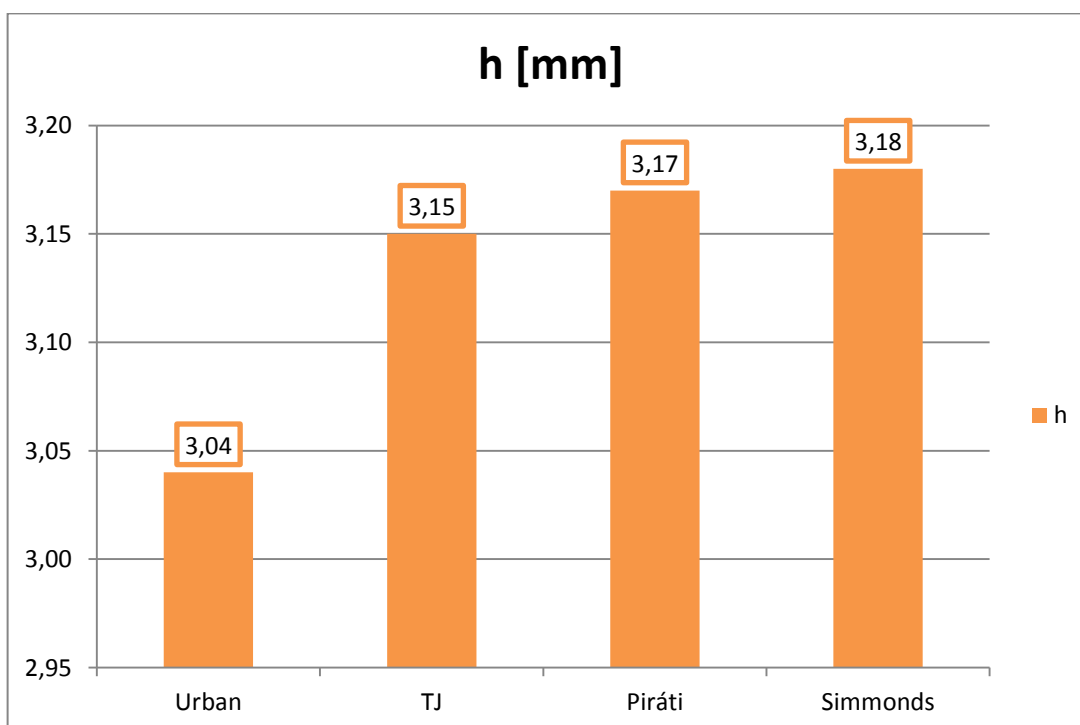
Graf 26 k tabulce 9



Graf 27 k tabulce 9

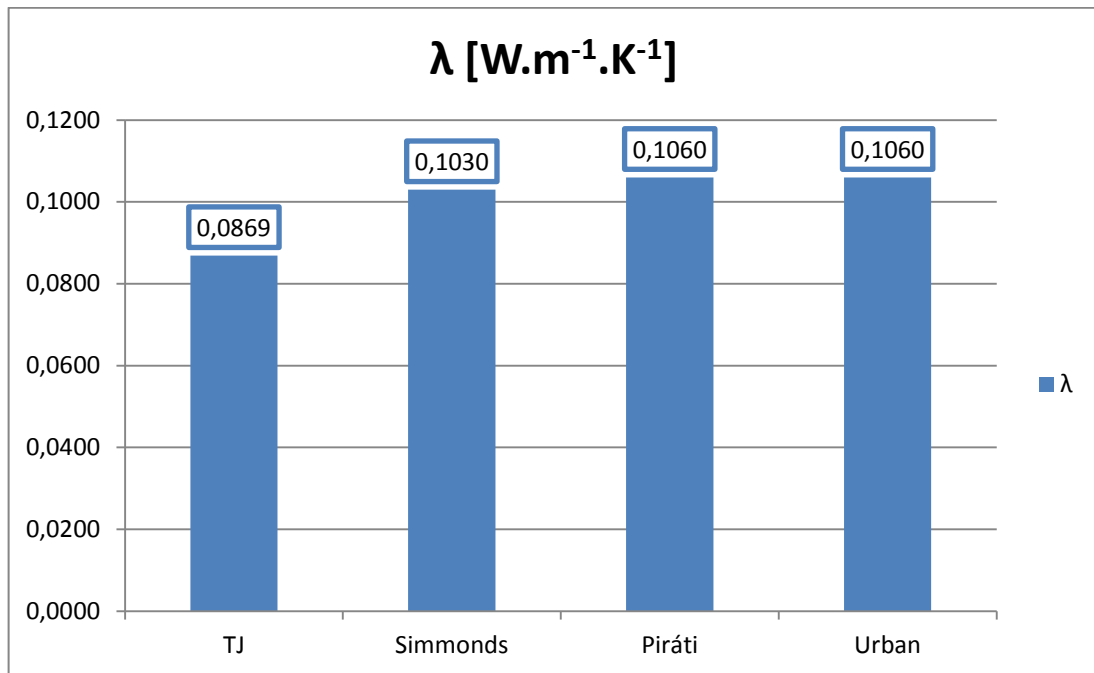


Graf 28 k tabulce 9

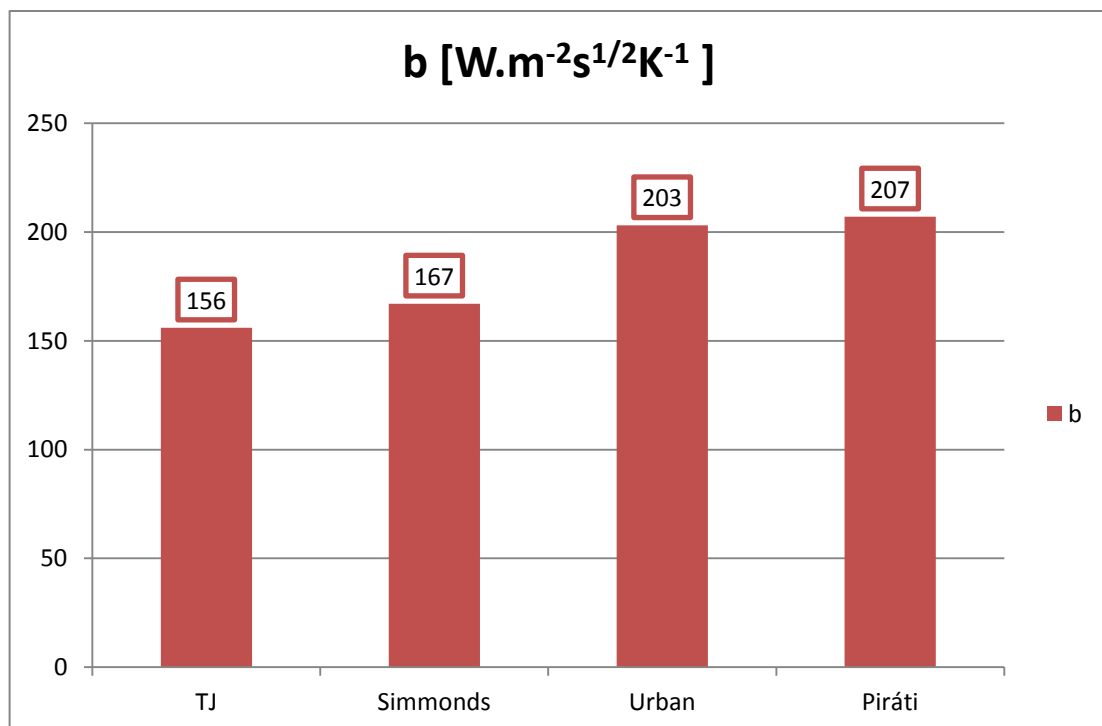


Graf 29 k tabulce 9

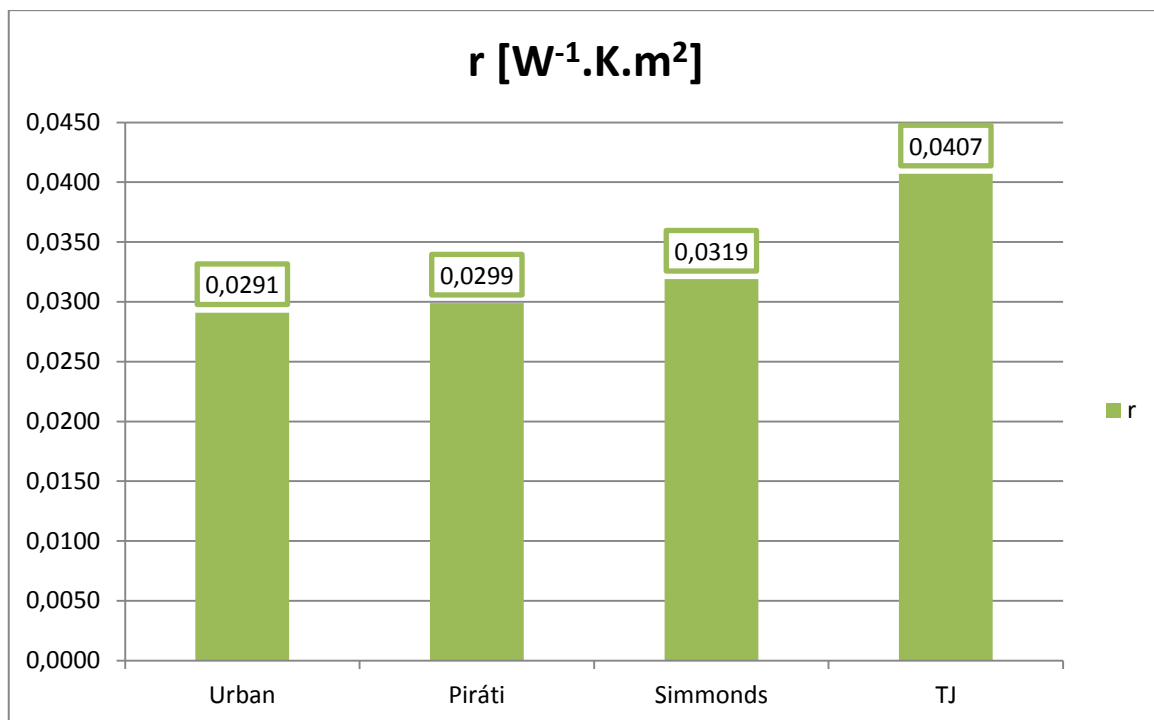
K tabulce č. 10



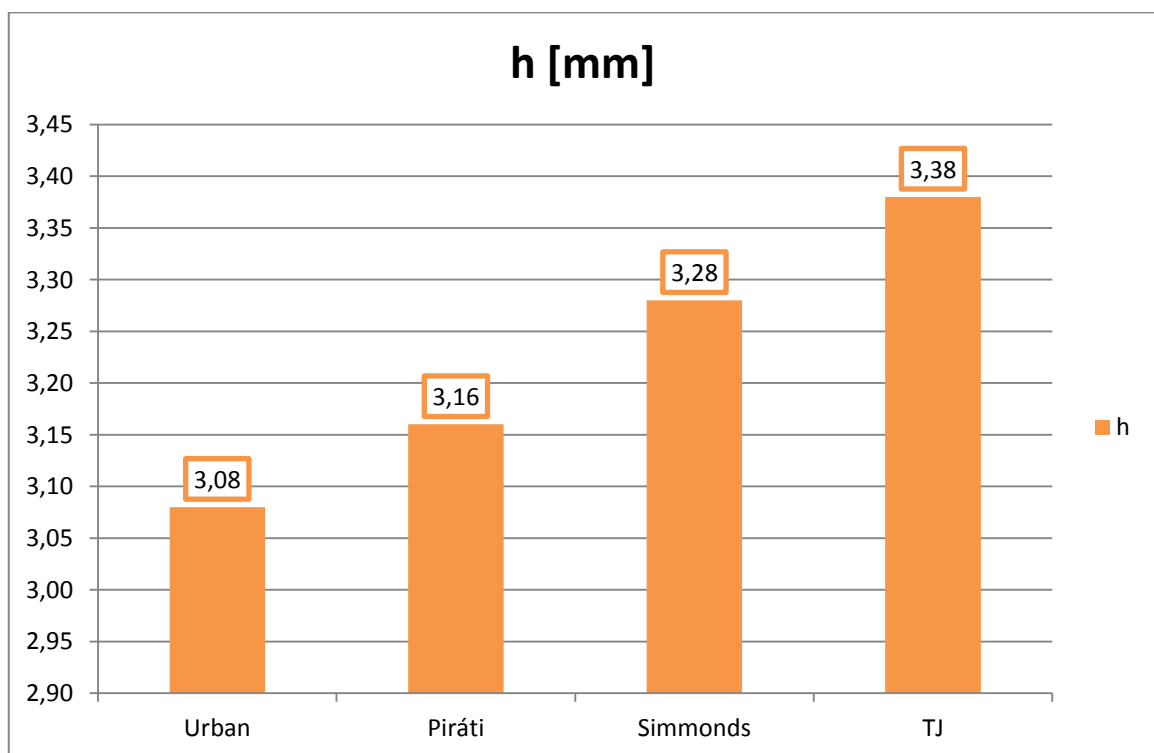
Graf 30 k tabulce 10



Graf 31 k tabulce 10

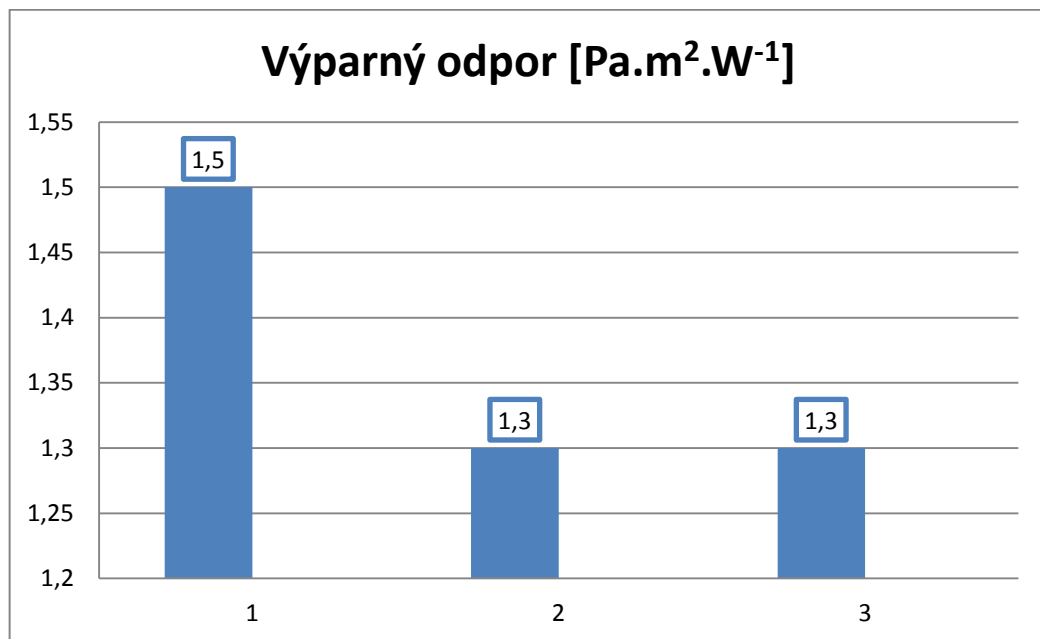


Graf 32 k tabulce 10

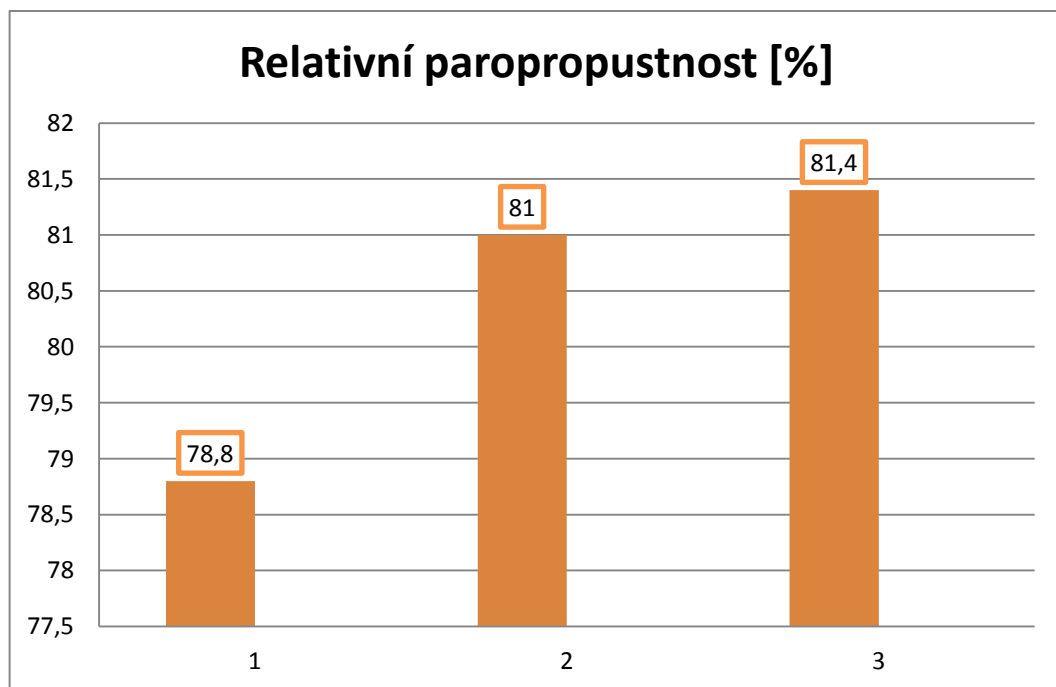


Graf 33 k tabulce 10

K tabulce č. 11

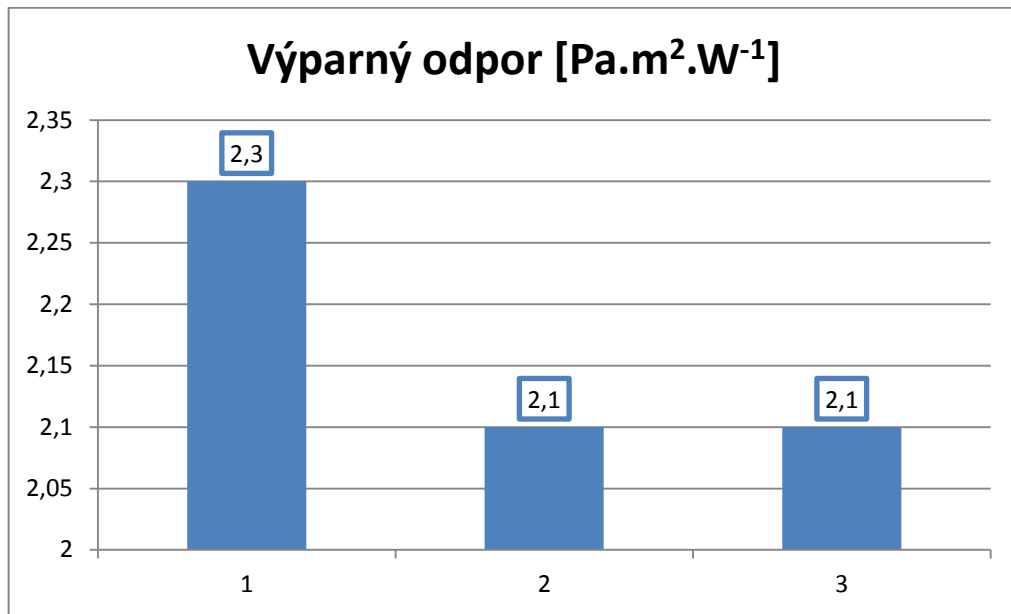


Graf 34 k tabulce 11

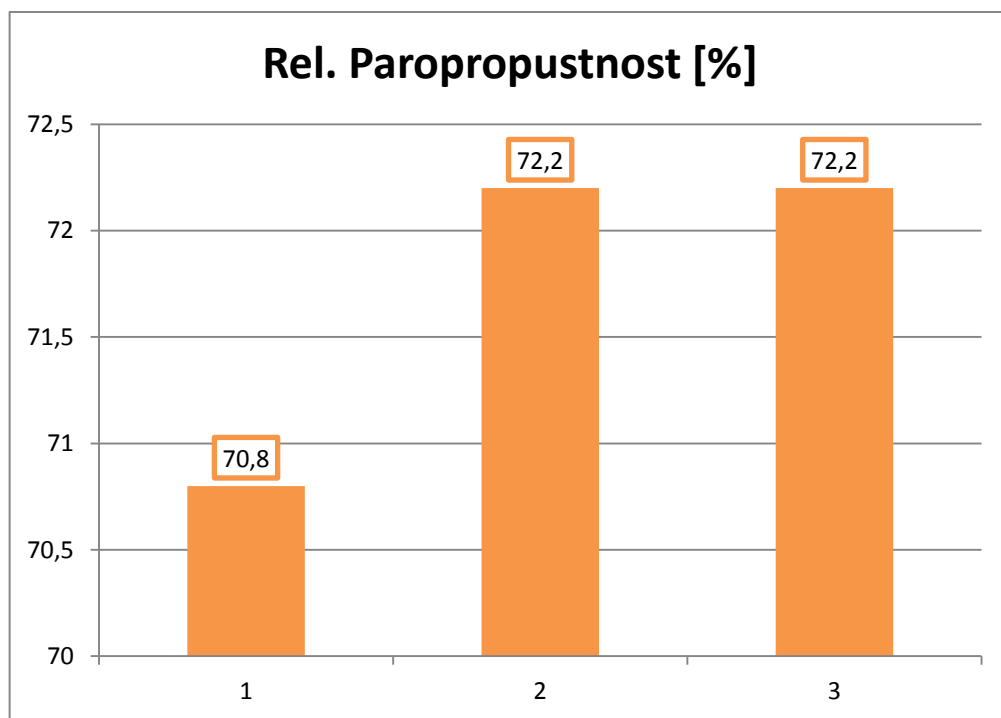


Graf 35 k tabulce 11

K tabulce č. 12

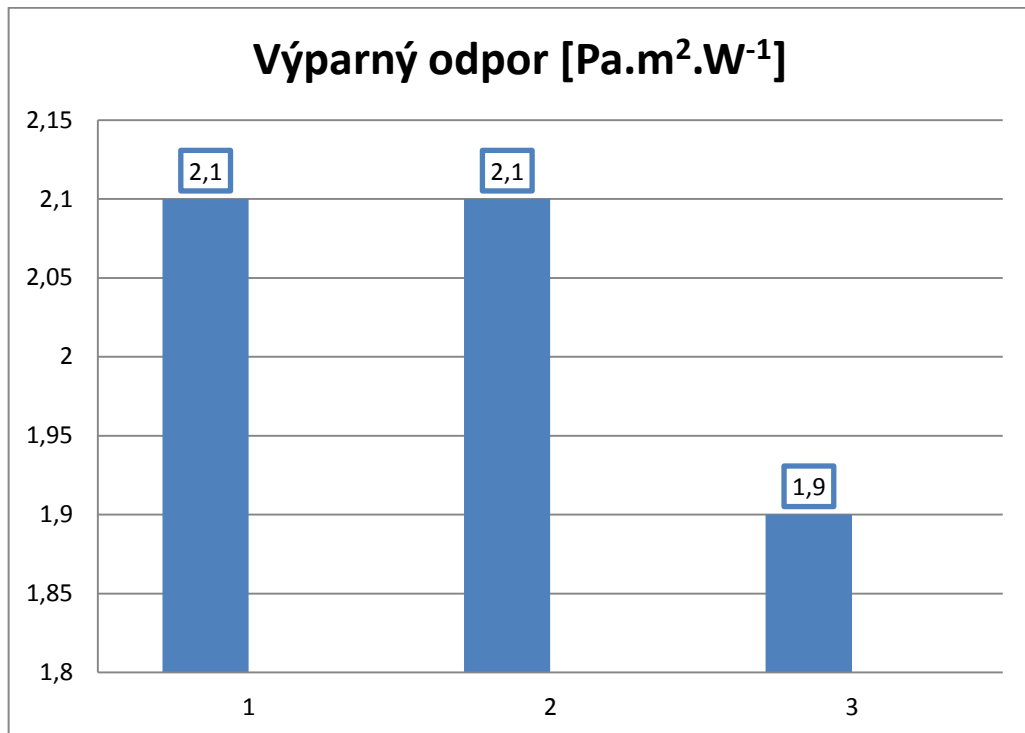


Graf 36 k tabulce 12

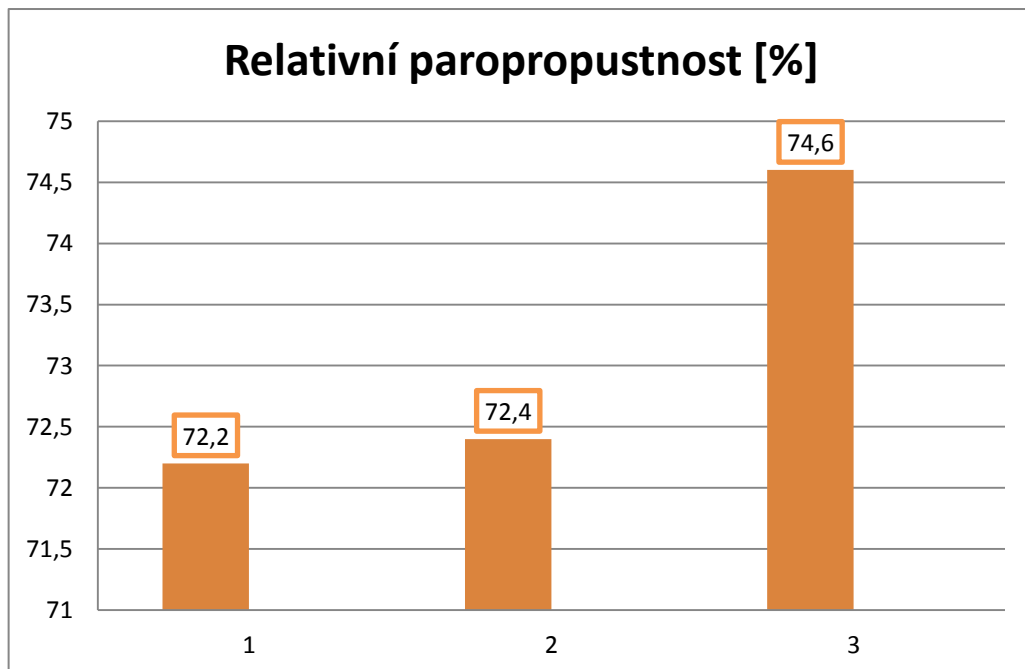


Graf 37 k tabulce 12

K tabulce č. 13

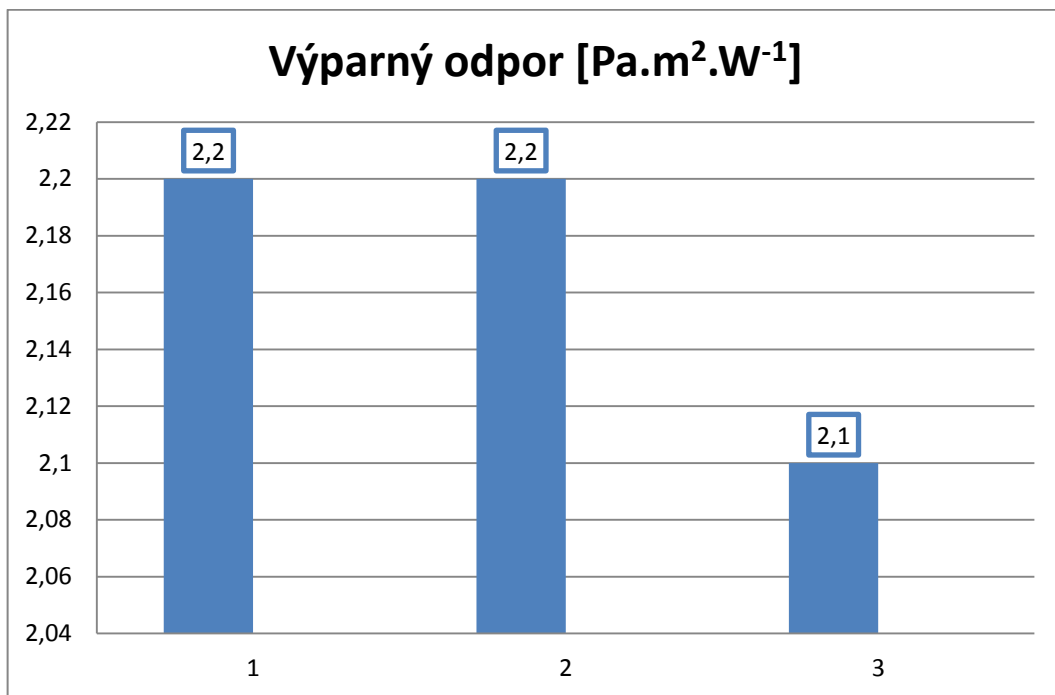


Graf 38 k tabulce 13

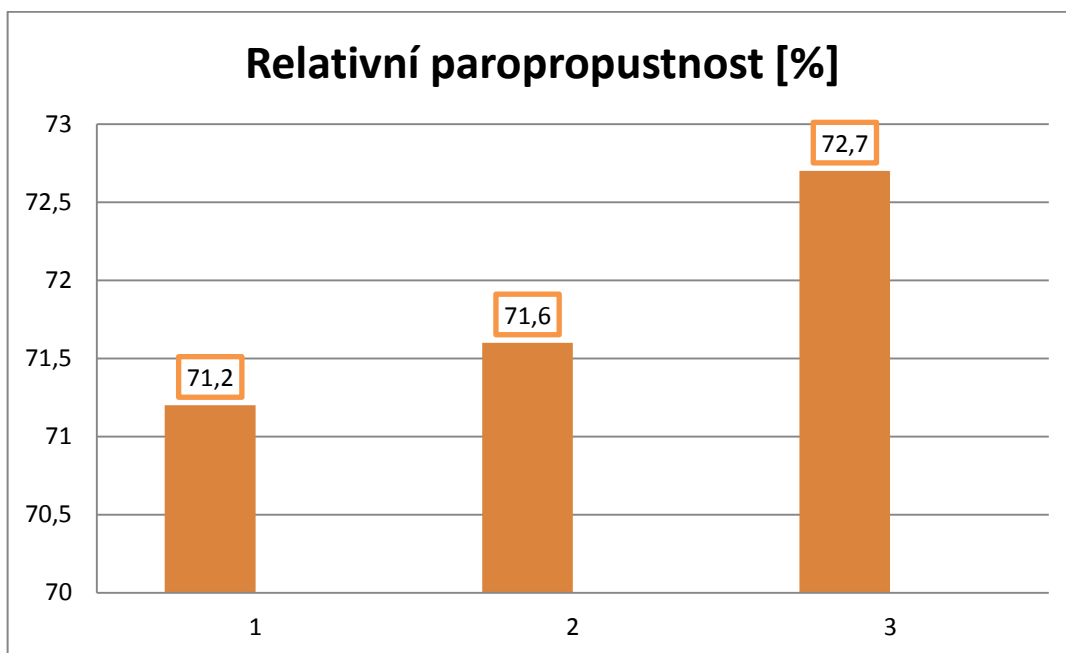


Graf 39 k tabulce 13

K tabulce č. 14

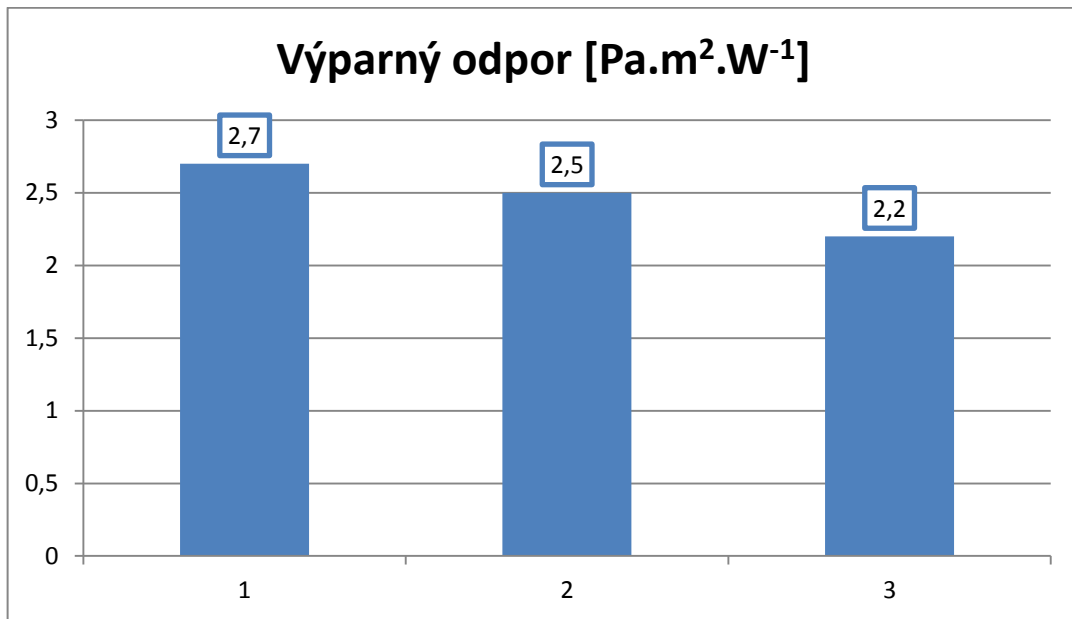


Graf 40 k tabulce 14

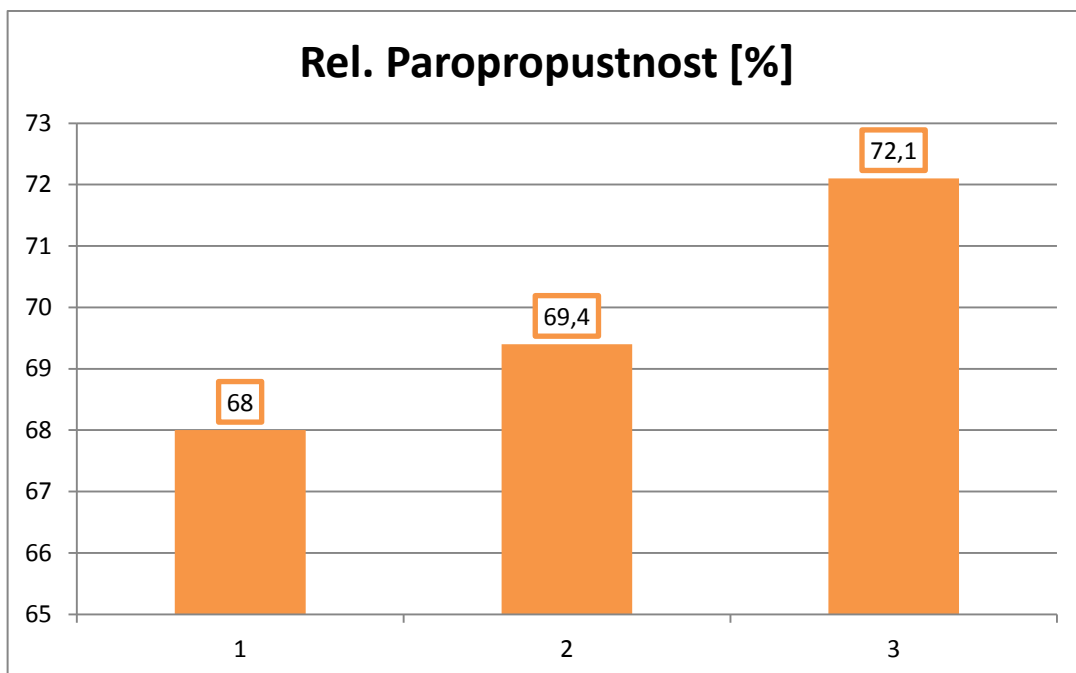


Graf 41 k tabulce 14

K tabulce č. 15

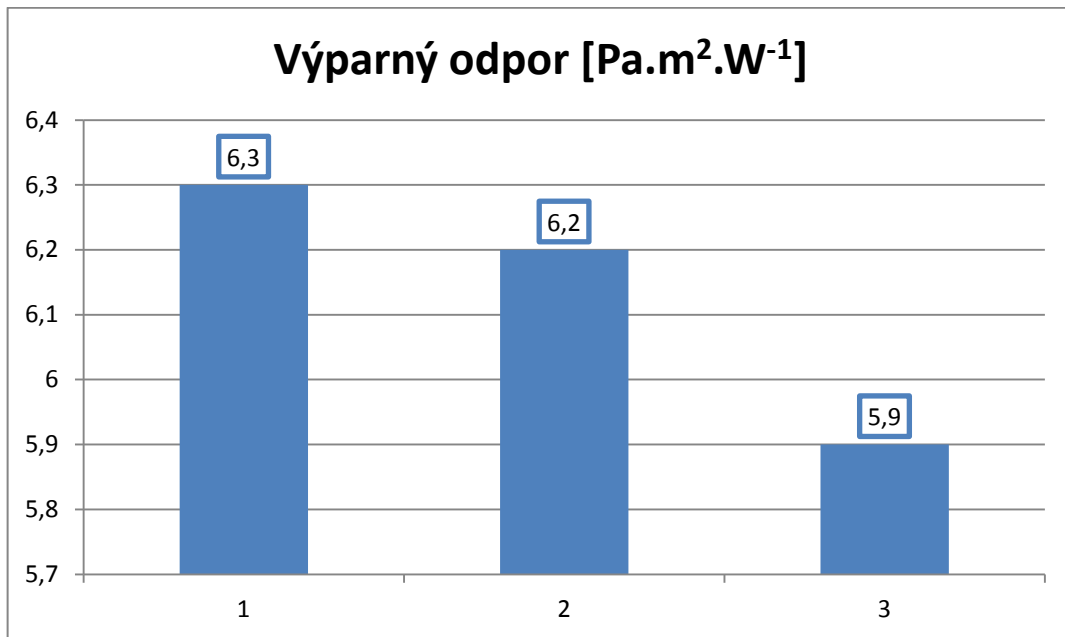


Graf 42 k tabulce 15

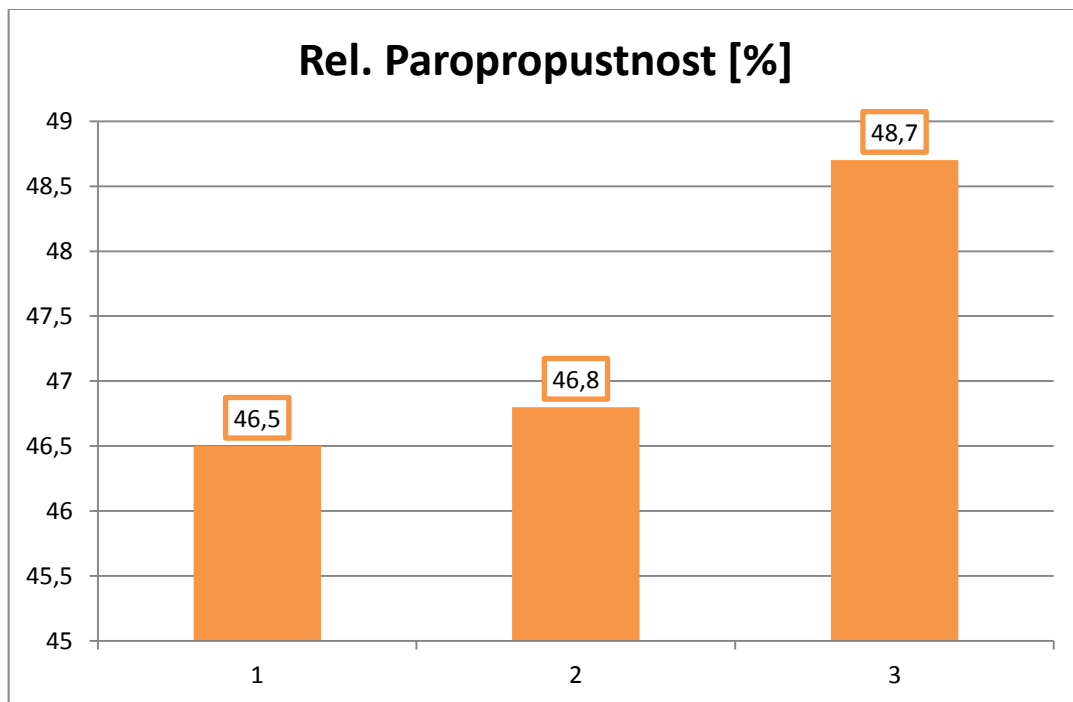


Graf 43 k tabulce 15

K tabulce č. 16

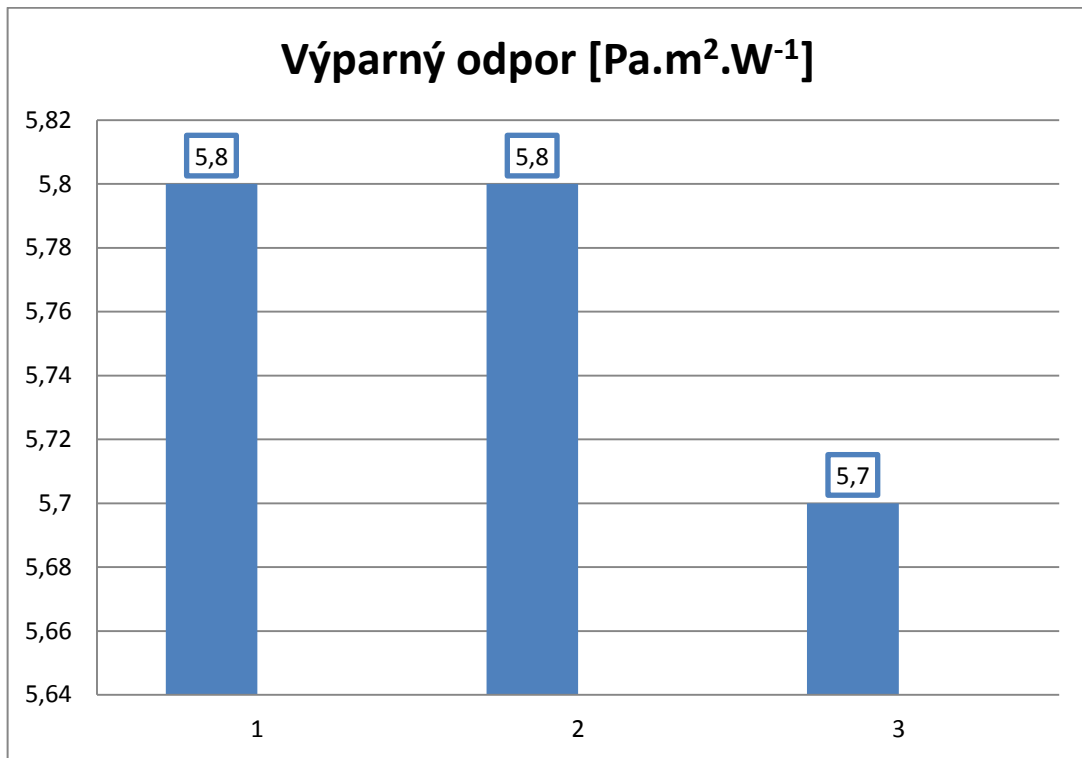


Graf 44 k tabulce 16

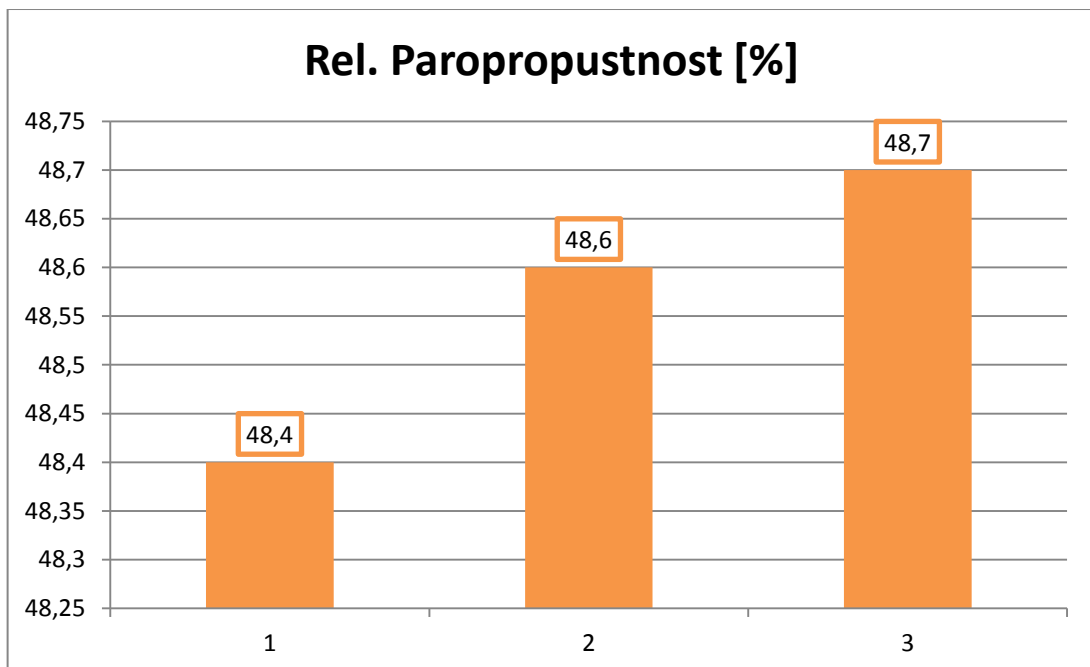


Graf 45 k tabulce 16

K tabulce č. 17

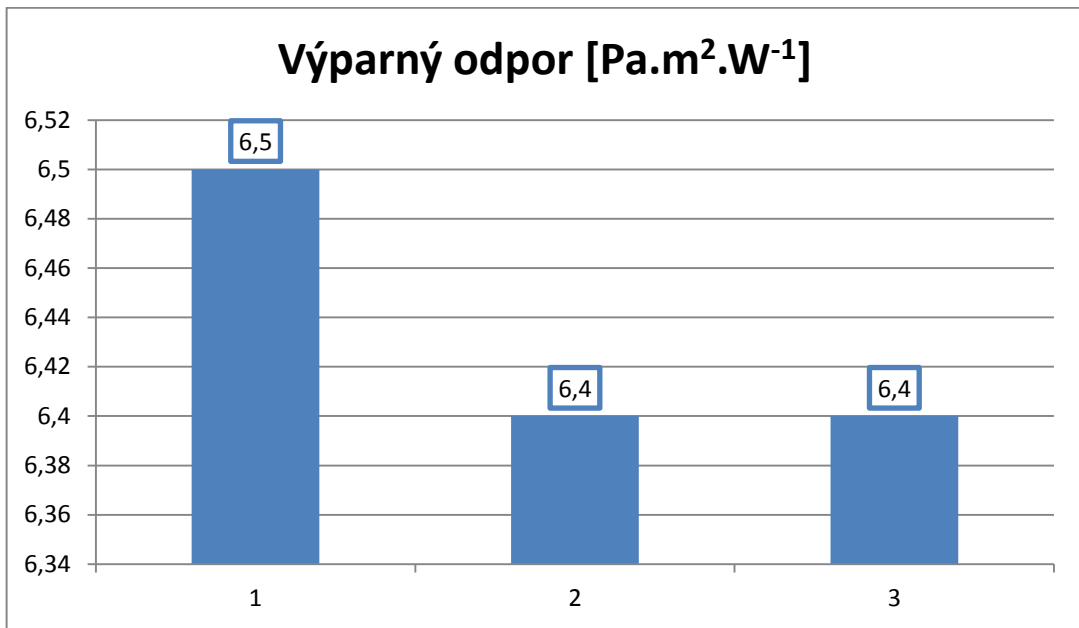


Graf 46 k tabulce 17

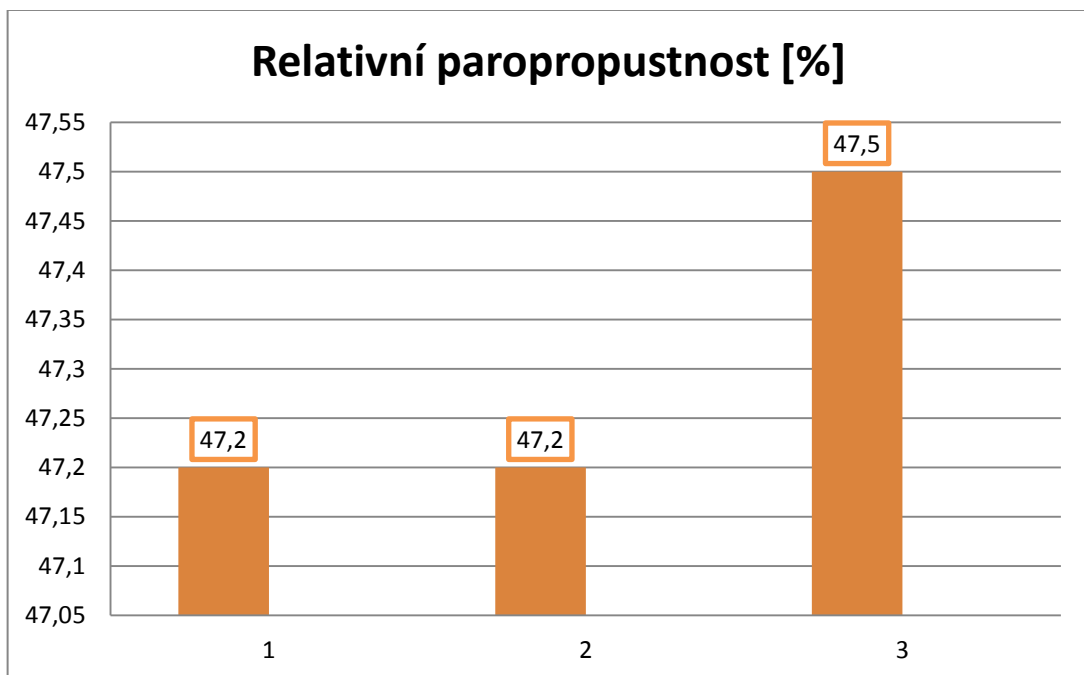


Graf 47 k tabulce 17

K tabulce č. 18

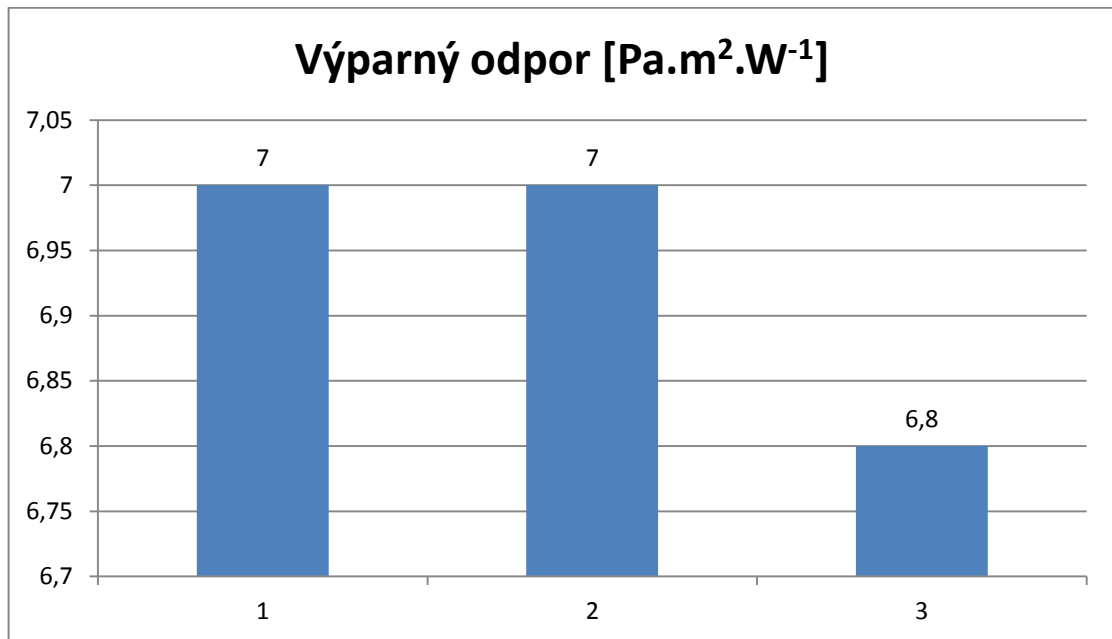


Graf 48 k tabulce 18

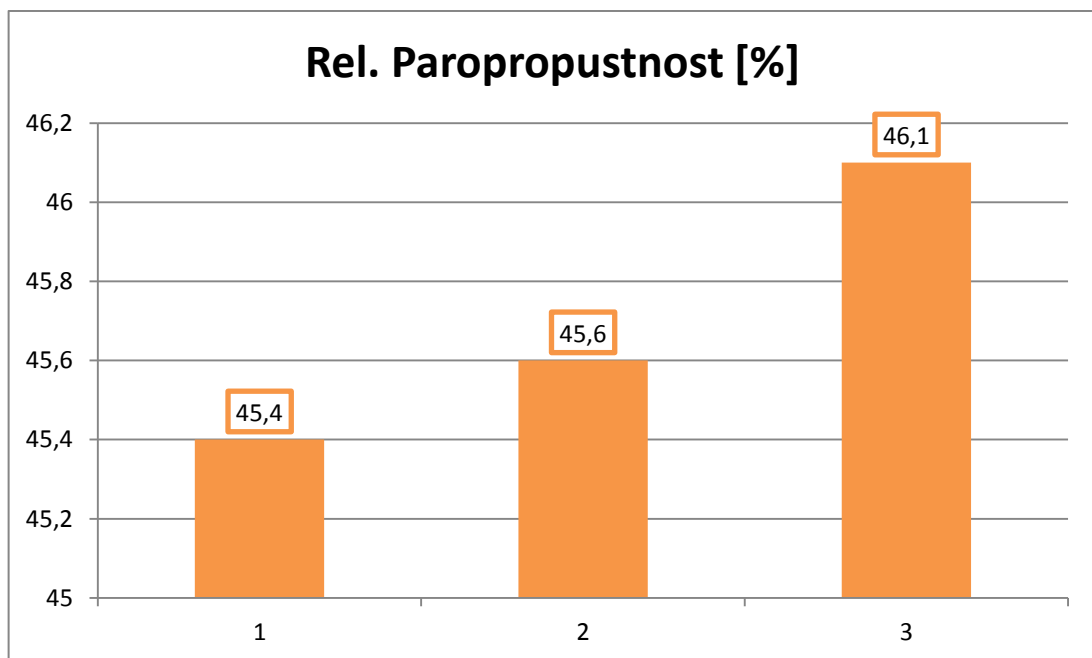


Graf 49 k tabulce 18

K tabulce č. 19

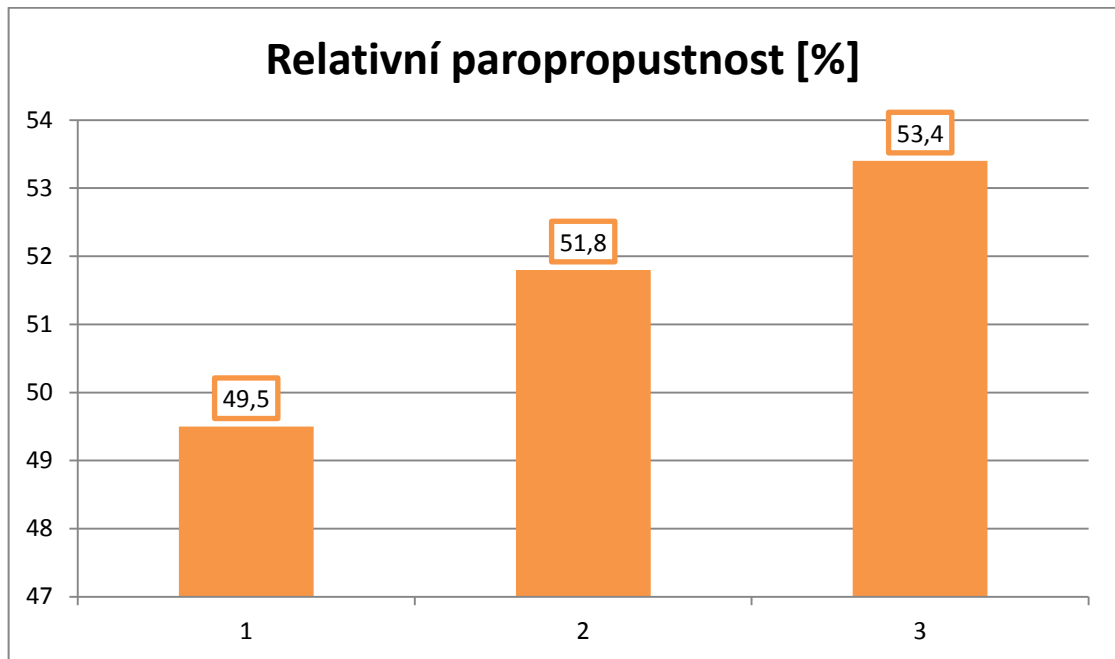


Graf 50 k tabulce 19



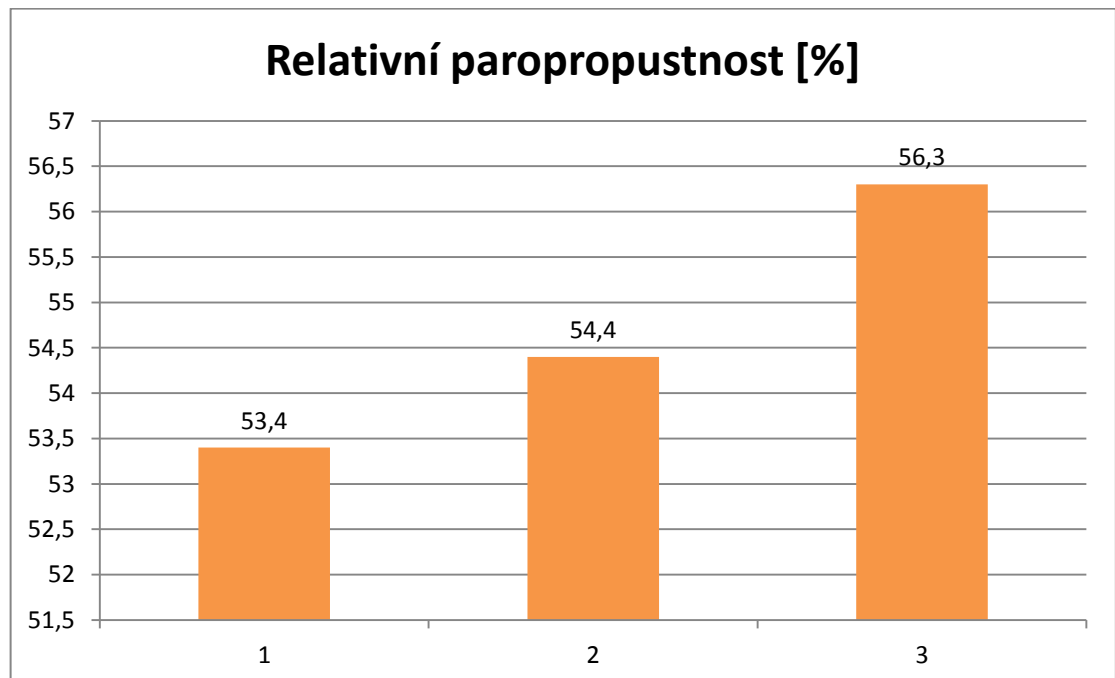
Graf 51 k tabulce 19

K tabulce č. 21



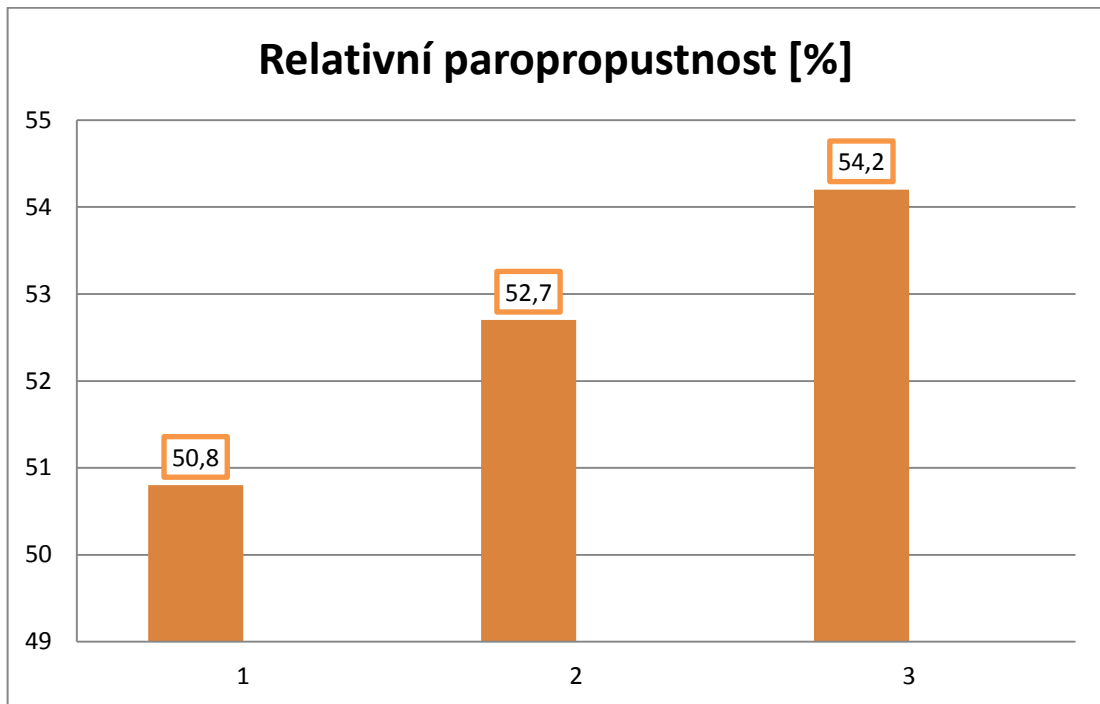
Graf 52 k tabulce 20

K tabulce č. 21



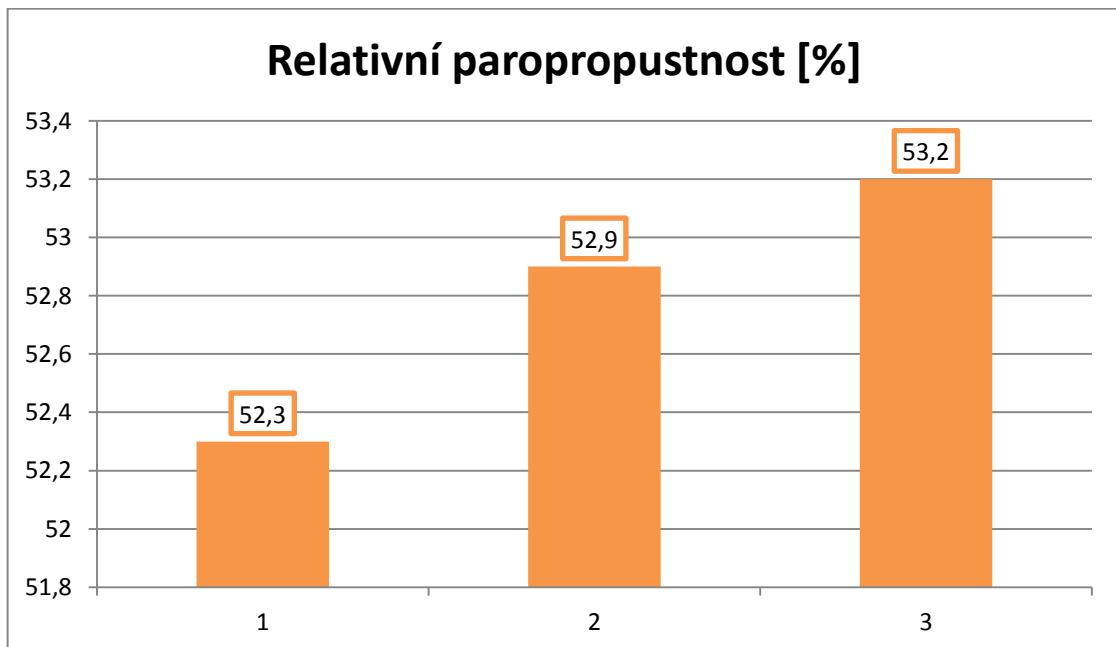
Graf 53 k tabulce 21

K tabulce č. 22



Graf 54 k tabulce 22

K tabulce č. 23



Graf 55 k tabulce 23