

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vliv spodního oblečení na tepelně kontaktní vjem při
oblékání a nošení vnějších oděvních součástí

Věra Balcaříková

Liberec

květen 2002

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Obor 3113-8

Oděvní technologie

Zaměření: Projektování konfekční výroby

Katedra oděvnictví

**Vliv spodního oblečení na tepelně kontaktní vjem při
oblékání a nošení vnějších oděvních součástí**

**The effect of underwear for thermal contact perception
in dressing up and wearing external clothing layers**

Věra Balcaříková

KOD - 558

Vedoucí práce: Prof.ing. Luboš Hes CSc.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 105

Počet obrázků: 17

Počet tabulek: 17

Počet příloh: 19

Fakulta textilní

Katedra oděvnictví

Školní rok : 2001/2002

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Pro : Balcaříkovou Věru

Obor : 3113-8 Oděvní technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách určuje toto zadání diplomové práce :

Název tématu : **Vliv spodního oblečení na tepelně kontaktní vjem při oblékání a nošení vnějších oděvních součástí**

Zásady pro vypracování :

1. Proveďte rešerši zadaného problému. Připravte několik nátělníků s odlišnou strukturou a vyrobených z různých materiálů a dále pak několik podobně se lišících vrchních oděvů.
2. Aktivní plochu měřicí hlavice přístroje ALAMBETA postupně obklopte připravenými nátělníky a takto upravenou hlavici proměřujte tepelnou jímavost rubní strany jednotlivých vrchních oděvů.
3. Vyhodnoťte vliv kombinace uvedených textilních výrobků a zjištěný tepelný omak pomocí regresních funkcí zahrnujících hodnoty tepelných jímavostí jednotlivých materiálů.
4. Dosažené výsledky zpracujte pomocí regresních funkcí a dle možností stanovte obecný princip umožňující dosažení co nejteplejšího nebo co nejchladnějšího tepelného omaku.

Rozsah grafických prací :

Rozsah původní zprávy : cca 40 stran

Seznam odborné literatury : Hes, L. : Vlákná a Textil 2, 2000, str. 91-96

Vedoucí diplomové práce : Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc

Konzultant : Ing. Marie Havrdová

Termín zadání diplomové práce : 31.10.2000

Termín odevzdání diplomové práce : 27. 5.2002




.....
Doc. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
vedoucí katedry


.....
Prof. Ing. Radko KOVÁŘ, CSc.
děkan

V Liberci, dne : 11. 4.2002

Anotace:

Téma: Vliv spodního oblečení na tepelně kontaktní vjem při oblékání a nošení vnějších oděvních součástí

Tato práce se zabývá tepelně kontaktním vjemem soustavy spodního prádla či trička a vrchových materiálů užívaných především pro sport a volný čas. Jedná se o krátkodobý kontakt těchto dvou vrstev vznikající při oblékání nebo pohybu člověka.

V teoretické části jsou rozebrány podmínky vzniku fyziologického komfortu a jeho vlastní definice. Jsou zde také uvedeny podmínky udržení tepelné bilance organismu prostřednictvím termoregulace.

Experimentální část seznamuje s použitými materiály a metodou měření tepelné jímavosti pomocí přístroje Alambeta. Jsou zde zhodnoceny získané výsledky a doporučeny nejvhodnější kombinace měřených soustav spodního a vnějšího oblečení.

Annotation:

Theme: The effect of underwear for thermal contact perception in dressing up and wearing external clothing layers

This work deal with thermal contact perception of underwear or T-shirt and upper materials systems, using especially for sport and leisure time. It is going about short time contact those two layers which is beginig by dressing up or moving.

In the teoretical part are analysed terms of creation fyziologic comfort and its own definition. Terms of keeping heat balance of organism by the thermoregulation are described here as well.

The experimental part presents used materials and metod of thermal capacity measurement by Alambeta instrument. The gained informations and recommended combination measured systems of underwear and external clothing are also presented.

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 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 vědom 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).

Beru na vědomí, že si svou diplomovou práci mohu vyzvednout v Univerzitní knihovně TUL po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Liberci 24.5.2002

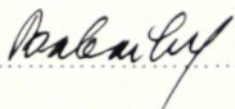


Věra Balcaříková

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

"Místopřísežně prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury".

V Liberci 24. 5. 2001


.....
Věra Balcaříková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda vyjádřila své díky panu profesoru Luboši Hesovi za jeho pomoc a cenné připomínky v průběhu mé práce. Nemohu opominout ani poděkování pánům Dr.Klakovi, ing.Homoláčovi a panu Havlovi za poskytnutí materiálů pro měření a potřebných informací.

Použité zkratky

cca	přibližně
obr.	obrázek
Tab.	tabulka
tzn.	to znamená
viz	odkaz na ..
CO	bavlna
VI	viskosa
PL	polyester
PA	polyamid
PU	polyuretan
PP	polypropylen
PC	polyakrylonitril

Obsah

1. ÚVOD	8
2. SOUHRN SOUVISEJÍCÍCH FAKTŮ	10
2.1. Fyziologie odívání	10
2.1.1. Oděvní komfort	10
2.1.1.1. Oděvní komfort psychologický	11
2.1.1.2. Oděvní komfort funkční	11
2.2. Systém organismus-oděv-prostředí	14
2.3. Výměna tepla mezi tělem a prostředím	16
2.3.1. Teplo	16
2.3.2. Teplota	16
2.3.2.1. Teplota lidského těla	16
2.3.2.2. Teplotní změny	18
2.4. Termoregulace	22
2.4.1. Aktivní termoregulační mechanismy	28
2.4.2. Tepelná bilance lidského organismu	31
2.5. Hodnocení tepelné složky omaku textilních materiálů	32
2.5.1. THERMO-LABO	32
2.5.2. Bioklimatické komory	33
2.5.3. ISOMET2104	33
2.5.4. ALAMBETA	34
3. TEORETICKÁ ČÁST	35
3.1. Hygienické požadavky kladené na oděv	35
3.1.1. Tepelný stav organismu	35
3.1.1.1. Tělesná teplota	35
3.1.1.2. Teplota kůže	36
3.1.1.3. Topografie kůže	36
3.1.1.4. Vylučování potu	37
3.1.1.5. Pocit tepla	38
3.1.1.6. Hustota tepelného toku	38
3.1.2. Parametry mikroklimatu	39
3.2. Požadavky na oděv při pohybu	40
3.2.1. Vlastnosti a funkce jednotlivých vrstev oděvu	40
3.2.1.1. Materiály pro spodní prádlo	44
3.2.2. Teoretická analýza efektu spodního prádla na tepelnou jímavost v oděvním systému	46
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	50
4.1. Definice řešeného problému	50
4.2. Návrh experimentu	50
4.2.1. Výběr zkoumaných materiálů	51
4.2.1.1. Materiály pro funkční prádlo	51
4.2.1.2. Materiály pro vnější vrstvu	54
4.2.2. Měřené veličiny	56
4.2.3. Princip přístroje Alambeta	57
4.2.4. Popis experimentu	61
4.3. Výsledky měření	64
5. ZÁVĚR	103
6. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	105
PŘÍLOHY	

1.Úvod

Základní potřeba člověka v oblékání se s časem mění, protože se používají nová vlákna a příze, tkaniny a technologie finálních úprav se zcela změnily.

Praktičnost a komfort, které byly dříve více méně náhodně spojeny s některými druhy textilních výrobků, se staly rozhodujícími faktory ke vzniku pro uživatele hodnotného a úspěšného výrobku. Nyní již musí být uvažováno od prvopočátku vývoje, kdy jsou koncipovány jednotlivé detaily.

Dnes jsou multifunkční výrobky mnohem častěji vyvíjeny a realizovány, tam kde kontrastní funkční charakteristiky musí koexistovat a kohabituovat, jako například nepropustnost vody a propustnost vzduchu – silná odolnost a měkkost. Vlákna, příze, plošné textilie a oděvy musí být projektovány tak, aby tyto hodnoty, které jsou pokládány za rozhodující pro standardy komfortu, byly dodrženy. I dnes je stále složité dosáhnout komfortu výrobků, protože subjektivní pocity člověka jsou velmi silné a těžko definovatelné. Musíme být schopni specifikovat pocity, důležité rozměry, měřit je a určit jejich optimální hodnoty k získání.

Jednou z důležitých vlastností z pohledu zákazníka jsou dynamické tepelné vlastnosti textilií při jejich nošení. Na tuto skutečnost poprvé upozornili v r. 1977 Kawabata a Akaci a charakterizovali tyto vlastnosti jako warm – cool feeling. Podle literatury [1] jsou tyto vlastnosti součástí komplexně pojaté užité hodnoty textilií omaku.

Pojem omak je používán jak výrobci textilií, tak zejména jejich uživateli, k hrubému a špatně reprodukovatelnému hodnocení povrchových a dalších užitečných vlastností textilie, zvláště pak oděvní textilie.

Omak lze charakterizovat těmito čtyřmi vlastnostmi:

1. hladkost (součinitelem povrchového tření)
2. tuhost (ohybovým modulem)
3. objemnost (stlačitelností)
4. tepelný charakter textilie

S rozvojem vědy a techniky se prosazuje snaha o objektivizaci mnohých veličin. Zatím však právě při hodnocení omaku bylo dosaženo nejmenší míry objektivizace a to zejména v oblasti tepelného charakteru textilie.

Problém konkretizace tepelného charakteru textilie spočívá v tom, že tepelný charakter textilie z hlediska omaku je složitou veličinou, která popisuje zejména dynamiku tepelného děje při prvním kontaktu lidské pokožky s textilií. V praxi se však dynamický charakter textilie uplatňuje velmi často, a to zejména při nošení a oblékání oděvu. Jedná se o krátkodobé kontakty vnějších oděvních součástí s pokožkou buď přímo nebo prostupem spodní vrstvou oděvu.

2.Souhrn souvisejících faktů

2.1.Fyziologie odívání

Fyziologie je obecně vědní disciplína o životních funkcích organismů (rostlin, živočichů). Životními funkcemi rozumíme proces výživy, trávení, metabolismu, růstu, pohybu a rozmnožování.

Fyziologie odívání - je vědní obor, který se zabývá navrhováním oděvu pro dané prostředí, tak aby se v něm člověk cítil dobře a byl vytvořen klimatický pocit pohodlí. Studuje vzájemné vztahy mezi okolním prostředím, oděvem a organismem a psychologický a fyziologický vliv oděvu na lidský organismus a tím se řadí mezi vědy ekologické. Všechny tyto vztahy se sledují, pro navození pocitu *oděvního komfortu*.

Fyziologie odívání má převážně charakter experimentálního a analytického výzkumu.

2.1.1. Oděvní komfort

Komfort je termín, volně užívaný k popsání lidských senzorických vnímání. Je obecně definován jako pocit blaha, jako absence vjemu znepokojivých a bolestivých jevů, neutrální stav.

Nedostatek komfortu způsobuje větší napětí než jeho pozitivní přítomnost. Mnoho vědců provádí výzkum v naději nalézt příčiny a důvody nedostatku komfortu v oboru textilu a odívání.

Oděvní komfort je pro každého člověka čistě subjektivním pocitem a můžeme jej rozdělit následujícím způsobem :

1. *Oděvní komfort funkční* - může být vyhodnocován subjektivně a objektivně.
 - *fyziologický komfort*
 - *senzorický komfort*
 - *patofyziologický komfort*

2. *Oděvní komfort psychologický* – zahrnuje styl, tvar, barvu, velikost oděvu apod. Závisí na individualitě člověka a také na sociálním a kulturním původu.

2.1.1.1.Oděvní komfort psychologický

Složky psychologického komfortu

- *klimatická hlediska* – typické denní oblečení by mělo v první řadě respektovat tepelně-klimatické podmínky, které jsou podmíněny geograficky, oděv pro dané podmínky se stává normou
- *ekonomická hlediska* – přírodní podmínky obživy, výrobní prostředky, politický systém, úroveň technologie.....
- *historická hlediska* – sklon k výrobkům vyrobených z přírodních materiálů, k výrobkům napodobujícím přírodu, tradice v životním stylu a módě
- *kulturní hlediska* – náboženství, zvyky, obřady
- *sociální hlediska* – věk, vzdělání, kvalifikace, sociální třída, postavení nebo pozice v této třídě
- *individuální a skupinová hlediska* – módní vlivy, barvy, lesk, styl, trendy, osobní preference

2.1.1.2.Oděvní komfort funkční

Fyziologický komfort

Fyziologický komfort vyjadřuje stav tepelné pohody, která nastává, jestliže při normálním prokrvení organismu nedochází k pocení a ani nenastává pocit chladu. Organismus tedy nemusí regulovat teplotu lidského organismu, nedochází k termo- regulaci. Je to tedy stav ve kterém člověk vydrží pracovat neomezeně dlouho, stav fyziologické, psychologické a fyzikální harmonie mezi člověkem a okolím.

Fyziologický komfort můžeme popisovat třemi stavy :

1. tělesnou teplotou
2. vlhkostí pokožky
3. dýchání pokožky

Ad. 1. Tělesná teplota

Tělesná teplota, není zcela stálá, je různá na různých místech těla, v důsledku její závislosti na fyziologickém stavu a okolních podmínkách. Nejvyšší teplotu 34 – 36 °C naměříme na nejlépe prokrvených částech těla. Člověk se cítí dobře pokud průměrná teplota tělní slupky (teplota pokožky) je 32 - 34 °C, teplota jádra (vnitřní teplota organismu) je vyšší cca. 37°C. Je výrazným faktorem v procesu termoregulace.

Ad. 2. Vlhkost pokožky

Lidský organismus v rámci procesu termoregulace vylučuje vodu nejen potními žlázami, ale i povrchem pokožky – póry, ve formě potu (vodný roztok soli). Vlhkost pokožky vyjadřuje množství potu, které je dáno teplotou proudící krve, vyloučené pokožkou a závisí na fyzické námaze a klimatických podmínkách.

Ad. 3. Dýchání pokožky

Tímto termínem popisujeme prostup kyslíku kůží a jeho následnou vazbu na krev. A naopak výstup CO₂ a jeho následné ovlivnění *mikroklimatu*, vzniklého mezi pokožkou a první vrstvou oděvu.

Fyziologický komfort nastává za těchto optimálních podmínek:

- teplota pokožky 33 – 35 °C
- relativní vlhkost vzduchu 50±10%

- rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10 \text{ cm.s}^{-1}$
- obsah CO_2 0,07%
- nepřítomnost vody na pokožce

Senzorický komfort

Senzorický komfort je popsán reakcí člověka při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu. Pocity vznikající při styku pokožky a textilie mohou být příjemné, jako pocit měkkosti, splývavosti nebo naopak nepříjemné a dráždivé, jako škrábání, kousání, lepení apod.

Senzorické vlastnosti jsou – schopnost textilie transportovat vlhkost
v plynné nebo kapalně formě
– povrchovou strukturou textilie

Právě pro tyto senzorické vlastnosti je senzorický komfort velice úzce spjatý s komfortem fyziologickým.

Složky senzorického komfortu:

- komfort nošení
- omak

komfort nošení zde se hodnotí vliv přitlaku oděvu na tělo a interakce oděvu s povrchem těla za přítomnosti vlhkosti

omak je veličina značně subjektivní a špatně reprodukovatelná založená na vjemech prostřednictvím prstů a dlaně. Při jistém zjednodušení ji lze charakterizovat těmito vlastnostmi:

- hladkostí (součinitelem povrchového tření)
- tuhostí (ohybovým modulem)
- objemností (lze nahradit stlačitelností)
- tepelným charakterem

Značný význam mají odstávající konce vláken sloužící jako "prvky udržující vzdálenost od pokožky".

[1]

Patofyziologický komfort

Patofyziologický komfort popisuje změny komfortu působením patofyziologických vlivů. Toto působení závisí na

- odolnosti lidského organismu zejména pak pokožky vůči alergenům, jako jsou různé chemické látky, které mohou být v textiliích obsaženy.
- podmínkách růstu běžných mikroorganismů, vyskytujících se v mikroklimatu

Látky a alergeny, které dráždí pokožku, vyvolávají lokální zánětlivou či alergickou reakci. Obvykle po odstranění původce dráždivosti podráždění samo odezní. Testování je prováděno buď na laboratorních zvířatech, jako akutní oční dráždivost, nebo na skupině dobrovolníků.

Aby se dosáhlo oděvního komfortu i z tohoto hlediska, provádí se různé chemické úpravy plošných textilií nebo již během procesu výroby vláken. Používané úpravy jsou baktericidní, bakteriostatické, hygienické apod.

2.2. Systém organismus–oděv–prostředí

Při nošení oděvu dochází k tomu, že vlastnosti použité oděvní textilie jsou namáhány v čase – dostávají dynamický charakter a jsou ovlivňovány jak ze strany organismu, tak ze strany okolního prostředí. Vzájemná interakce těchto obou protisměrných vlivů probíhá v jednotlivých oděvních vrstvách jako časová funkce v dynamickém procesu používáním oděvu. Z tohoto důvodu je třeba chápat tyto vlivy jako komplex, který má tři hlavní části, dané charakteristikami: *organismus–oděv–prostředí*. [2]

Organismus– lidské tělo – je popisováno také jako tepelný stroj, v němž dochází na základě složitých metabolických pochodů k výdeji a příjmu tepla, a důsledku toho k *termoregulačním procesům*, které jsou závislé jednak na činnosti organismu, tak na prostředí, do kterého je zasazen. Obecně je v tomto

případě systému organismus–oděv–okolí lidské tělo považováno za otevřený systém, kde v otevřené interakci s okolím probíhají následující procesy :

- Neurofyzilogické procesy, tj. neurofyzilogické mechanismy - systém sensorického příjmu těla a jejich interakce s oděvem během nošení.
- Termofyzilogické procesy těla, tj. tepelná rovnováha a komfort těla, jeho termoregulační reakce a dynamické interakce s oděvem a okolím.
- Psychologické procesy, tj. procesy tvořící subjektivní vnímání komfortních pocitů a dávání předností z různých sensorických signálů.
- Fyzikální procesy v oděvu a v okolním prostředí, jako například transport tepla a vlhkosti lidského těla oděvem a mechanické chování textilie během nošení.

Oděv– vrstva, v níž dochází k prostupu tepla a vlhkosti. Na základě konstrukce střihu, materiálovým konstantám a ostatním parametrům jsou tyto prostupy bržděny či usnadňovány. Oděv tak napomáhá k *termoregulaci* organismu v takových podmínkách, kde je samo tělo nezreguluje. Oděv často vytváří oděvní systém, který se skládá z několika oděvních vrstev a vrstev vzduchu vznikajících mezi těmito oděvními vrstvami, přičemž se první vzduchová vrstva nazývá mikroklima, jak již bylo uvedeno výše.

Prostředí– jsou podmínky, do kterých je organismus zasazen. Dělí se na dvě oblasti:

1.) *podnebí zeměpisné* – určuje typ a tepelně izolační hodnoty oděvů

osob pohybujících se mimo objekty.

2.) *pracovní prostředí* – jakmile je organismus uvnitř objektu, nastupují

podmínky vnitřního pracovního prostředí

2.3.Výměna tepla mezi tělem a prostředím

Teplota na Zemi je většinou nižší než teplota lidského organismu, což umožňuje unikání tepla do prostředí. V souladu s tepelnými zákony vzniká tepelný spád mezi teplotou těla a prostředím.

Teplotní změny se promítají i do vědomí člověka. Znamená to, že teplotní informace mohou zasahovat do mozkové kůry. Pocit teplotní změny nastává pouze tehdy, jestliže se ohřeje nebo ochladí teplotní periferie těla. Pocit chladu nebo tepla nastává v jen případě, jestliže se do centrální nervové soustavy dostane z periferie dostatečné množství vzruchů, přičemž se pocit chladu dostává do vědomí rychleji než pocit tepla.

2.3.1.Teplo

Teplo je druh energie vyvolávající pohyb molekul. Všechny systémy, které mají teplotu vyšší než absolutní nula (-273°C , 0 K) obsahují teplo. Toto teplo je funkcí celkové kinetické energie určitého systému a přenáší se v důsledku teplotních rozdílů v tomto systému. Jestliže se spojí dva systémy s různými teplotami , tepelná energie přechází ze systému o vyšší teplotě do systému o teplotě nižší. [3]

2.3.2.Teplota

Teplota je mírou tepelného stavu.

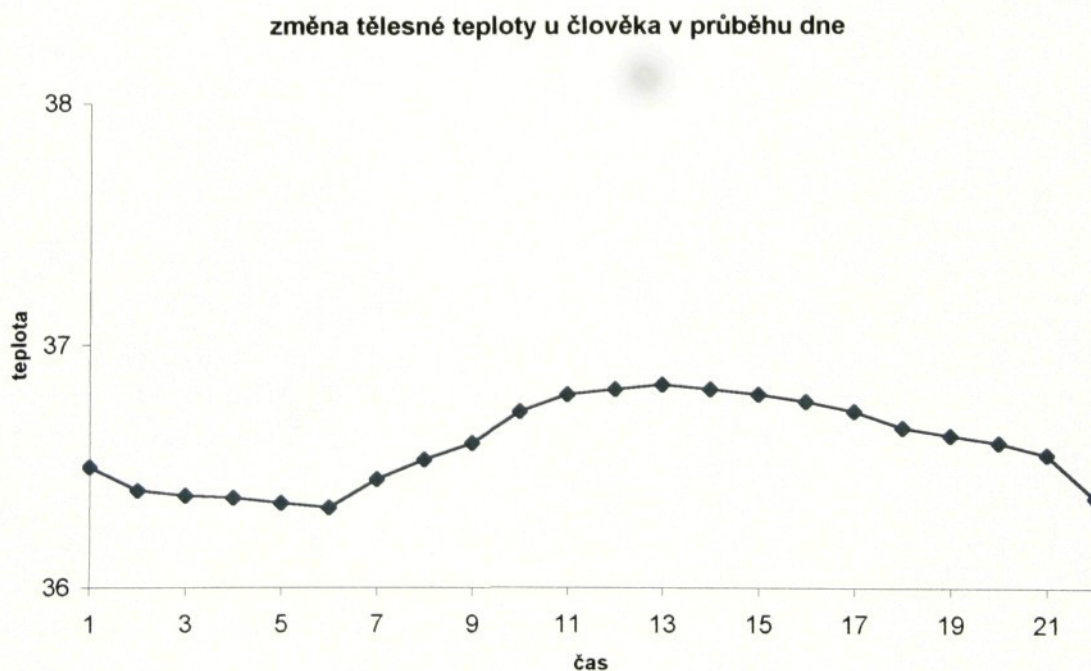
2.3.2.1.Teplota lidského těla

Člověk patří mezi endotermní živočichy, schopné udržovat teplotu těla v rozmezí asi 2°C v průběhu 24 hodin viz graf č.1. Teplota lidského těla není zcela stálá, je různá v různých částech těla v důsledku její závislosti na fyziologickém stavu organismu a okolních podmínkách viz graf č.2. Výdej tepla do okolí kůže je procesem čistě fyzikálním, avšak organismus je schopen do určité míry jeho výdej upravovat . Teplota kůže se upravuje změnou velikosti průtoku krve a to zúžením kožních arteriol.

Zóna komfortu je rozmezí teploty pokožky, ve kterém nemáme pocit tepla či chladu.

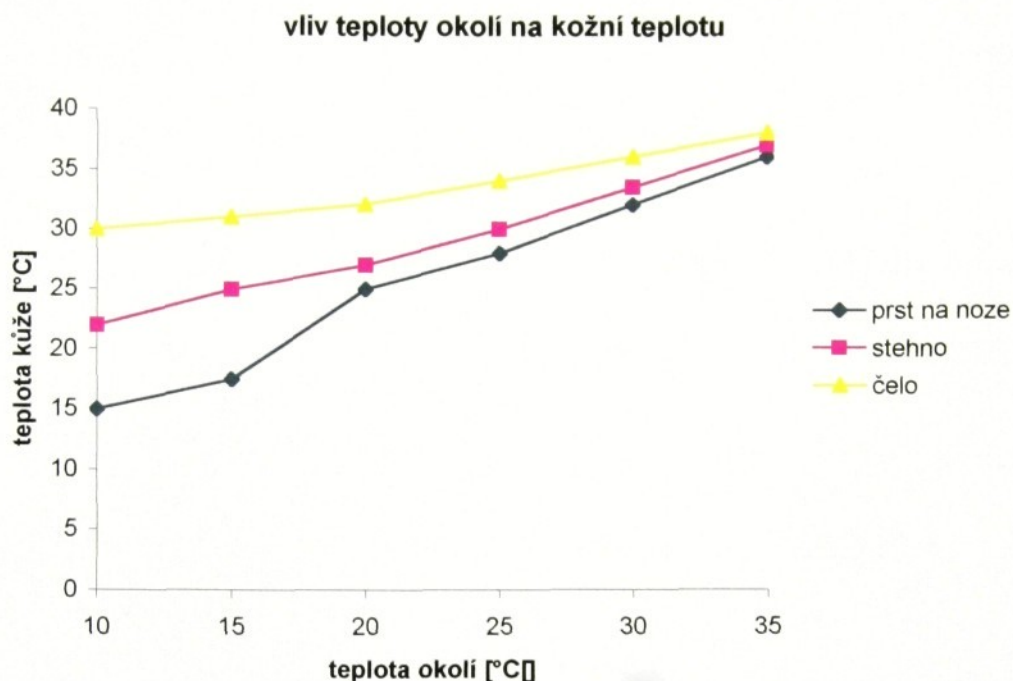
Dynamické vnímání teploty – nastává, jestliže teplota kůže překročí rozsah komfortní zóny. Pocit tepla či chladu poté závisí na výchozí teplotě kůže, na rychlosti změny teploty a na velikosti kožní oblasti, která je změně vystavena. Pocit tepla nebo chladu jsou tedy jen dočasné, nedochází-li k příliš výrazným změnám.

Statické vnímání teploty – teplotní pocity, je-li teplota kůže a okolí stálá.



Graf. 1

[3]



Graf.2

[3]

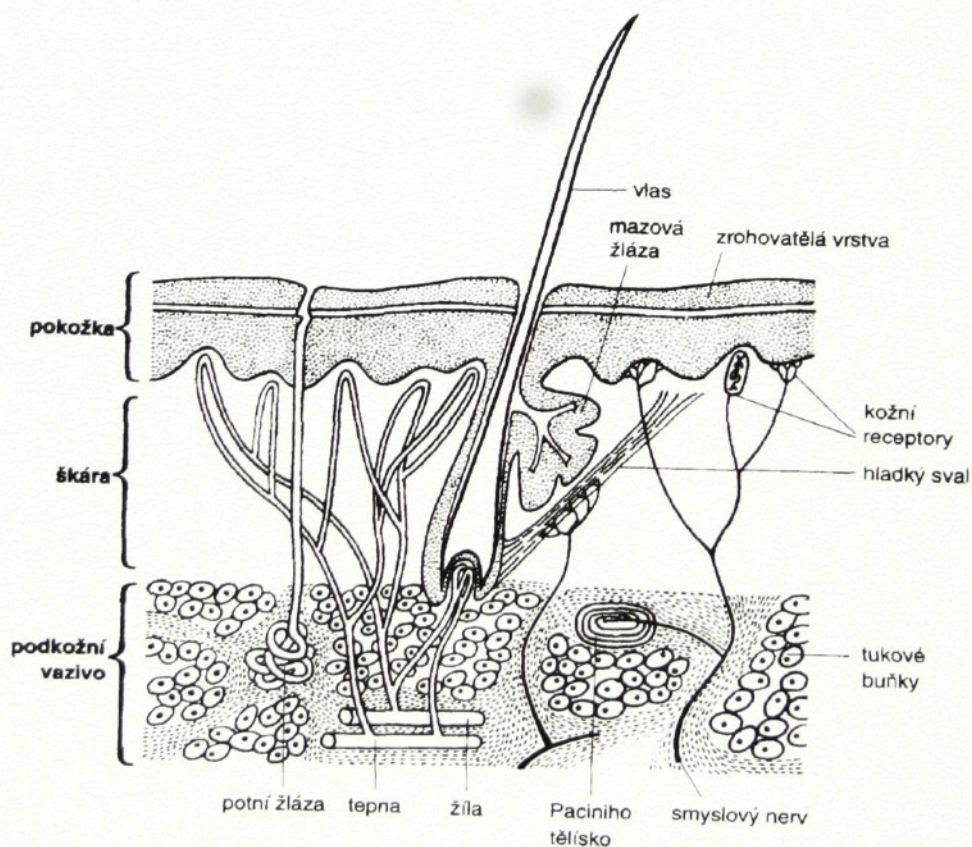
2.3.2.2.Teplovní změny

Teplo a chlad jsou zaznamenávány dvěma samostatnými typy receptorů, které jsou umístěny v pokožce, v centrální nervové soustavě a v cévách vnitřních orgánů. Tyto receptory vnímají buď vzestup teploty nad normální úroveň – *teplové receptory* nebo její pokles – *chladové receptory*. Udává se, že existují i receptory vnímající současně obě modality. Morfologicky nejsou receptory nijak vyznačeny (starší teorie Krauseho a Ruffiniho tělísek nebyly potvrzeny). Podle současných teorií jsou kožní chladové receptory představovány volnými zakončeními nervových vláken, která jsou uložena hned pod epitelem pokožky a teplové receptory jsou představovány vlákny umístěnými v horní a střední vrstvě šráry.

Charakteristika termoreceptorů

1. při konstantní teplotě vykazují určitou frekvenci výbojů
2. statická frekvence výbojů je různá při různé teplotě
3. náhlá změna teploty vyvolá vzrůst nebo pokles frekvence
4. nervová vlákna mají obvykle jeden, výjimečně více chladových či teplových bodů
5. rychlost vedení nervových vláken je menší než 20 m s^{-1} (někdy jen $0,4\text{ m s}^{-1}$)

Nejvíce termoreceptorů je v kůži obličeje a na hřbetu ruky, nejméně v kůži zad.
Chladových receptorů je v kůži asi 8krát více než tepelných. [3]



obr.1 : řez kůží

[4]

Pocity tepla - dostavují se při větším pracovním zatížení nebo při působení teplého eventuálně vlhkého klimatu při nošení oděvu, který nemá optimální fyziologicko-hygienické vlastnosti.

Mírné teplo

Teplo

Horko

Mírné teplo

Mírné teplo se projevuje jako lokální pocity zvýšeného tepla periferních oblastí (dlaň, čelo, chodidlo) doprovázené počínajícím pocením těchto míst. Oděv, který při nošení způsobuje tyto pocity, má vyhovující fyziologicko-hygienické vlastnosti pro daný účel a způsob použití. Lze v něm nepřetržitě pracovat.

Teplo

Teplo se projevuje jako prohlubující se pocity tepla po celém těle. Pot vyrazí kromě periferních oblastí i na zádech a na hrudníku. Jedná se o takovou intenzitu, kdy je vylučovaný pot za spolupůsobení oděvu z povrchu pokožky odpařován i odsáván a nestéká. Fyziologicko-hygienické vlastnosti oděvu, který vyvolává takové pocity při daném účelu a způsobu použití jsou na rozhraní mezi vyhovující a nevyhovující úrovní. Pracovat v těchto podmínkách lze pouze krátkodobě (časté střídání práce a odpočinku). Vhodnost oděvu lze relativně zlepšit použitím při nižší fyzické zátěži nebo při nižších teplotách klimatu.

Horko

Pocit horka se dostavuje při celkovém přehřátí organismu provázeném maximální intenzitou pocení a ztíženým dýcháním. Stékající pot nestačí být z povrchu pokožky odpařován a odsáván. Jsou to průvodní jevy teplotního i vlhkostního diskomfortu. Oděv vyvolávající tyto pocity je pro daný účel a způsob použití fyziologicky nevhodný, má nedostatečnou propustnost tepla a vodních par a nedostatečnou prodyšnost.

Pocity chladu –tyto pocity se dostavují především jako reakce na nízkou teplotu klimatu nebo nízké pracovní zatížení v oděvu, který nemá optimální fyziologicko-hygienické vlastnosti:

Mírné chladno

Zima

Tuhnutí

Mírné chladno

Mírné chladno se projevuje pocity lokálního mrazení na některých místech těla, nezakrytých nebo nedostatečně oblečených, doprovázenými výskytem husí kůže. Mohou být vyvolány například pouze zvýšeným prouděním vzduchu nebo nečinností po předcházející námaze a zapocení. Oděv, který při nošení vyvolává má ještě vyhovující fyziologicko-hygienické vlastnosti pro daný účel a způsob použití a lze v něm nepřetržitě pracovat.

Zima

Zima se projevuje pocity mrazení po celém těle. Současně se dostavuje chvění těla (třes jednotlivých svalů nebo celých svalových skupin). Jedná-li se o pobyt v teplotách pod bodem mrazu, mrznou prsty nohou i rukou, tváře i ušní boltce. Fyziologicko-hygienické vlastnosti oděvu, který vyvolává při daném účelu a způsobu použití tyto pocity, jsou na rozhraní mezi vyhovující a nevyhovující úrovní a lze v něm pracovat pouze krátkodobě. Vhodnost oděvu lze relativně zlepšit použitím při vyšší fyzické zátěži nebo při vyšších teplotách klimatu.

Tuhnutí

Tuhnutí se projevuje pocity celkového hlubokého prochlazení ochromujícího pohyb končetin. Nastává strnutí nohou i rukou, může se dostavit i šok z chladu. Fyziologicko-hygienické vlastnosti oděvu vyvolávajícího takové pocity jsou pro dané účely a použití nevhodné zejména z důvodu nedostatečných tepelně-izolačních vlastností (nadměrná tepelná propustnost).

2.4. Termoregulace

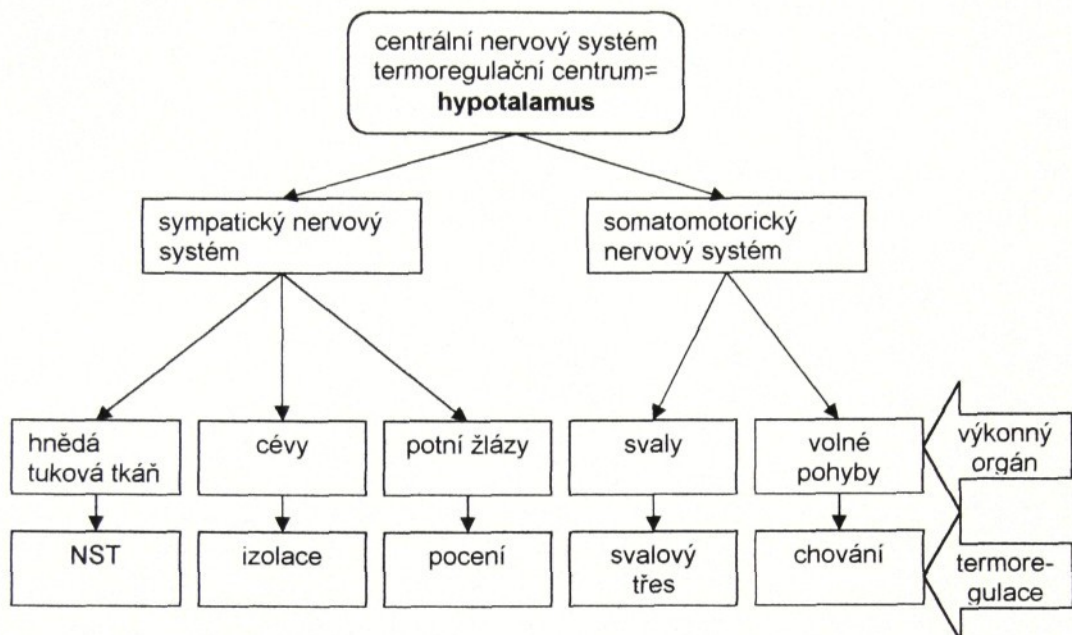
Termoregulací nazýváme schopnost organismu udržovat stálou tělesnou teplotu, přestože produkce tepla, jeho příjem i ztráty, nepřetržitě kolísají. Organismus člověka představuje samoregulační systém, jehož fyziologický mechanismus je zaměřen na udržení stálosti vnitřního prostředí, což je pochopitelně podmínkou nezávislého života. Udržení stálosti vnitřního prostředí probíhá zajišťováním rovnováhy mezi množstvím tepla vytvořeného organismem a množstvím tepla odevzdaného do okolního prostředí.

Člověk si různými termoregulačními mechanismy udržuje stálou teplotu vnitřního prostředí, kolísající v rozmezí $\pm 4^{\circ}\text{C}$ okolo průměrné hodnoty $36 - 37^{\circ}\text{C}$. Kolísání je způsobeno vnitřními i vnějšími vlivy. Teplota lidského těla je závislá na tvorbě tepla a na faktorech okolního prostředí (teplota, vlhkost, proudění vzduchu a tepelné záření).

Změny tělesné teploty vyvolávají změny na buněčných strukturách, ovlivňují enzymatické pochody a zasahují do řady chemicko-fyzikálních procesů. Nevratné poškození buňky vzniká při teplotě -1°C , kdy se v buňce tvoří krystalky ledu. Naopak při teplotě 45°C dochází ke koagulaci bílkovin.

Ve schématu na obr. 2 můžeme zjistit jaký orgán zajišťuje termoregulační procesy v lidském těle s ohledem na místo předání informace o pocitu diskomfortu organismu.

[5]



obr.2.schéma odstředivých nervových drah řídících termoregulační děje člověka

[3]

Chemická termoregulace představuje látkovou přeměnu, tedy intenzitu chemických reakcí, a tedy tvorbu tepla. Je zároveň závislá na fyzické zátěži organismu.

Fyzikální termoregulace zahrnuje podíly jednotlivých odvodů tepla z organismu, tedy výdej tepla. Ten je rozdělen do několika typů.

1. *kondukcí – vedením*
2. *konvencí – prouděním*
3. *radiací – zářením*
4. *evaporací – odpařováním potu*
5. *respirací – dýcháním*

ad 1. Přenos tepla kondukcí

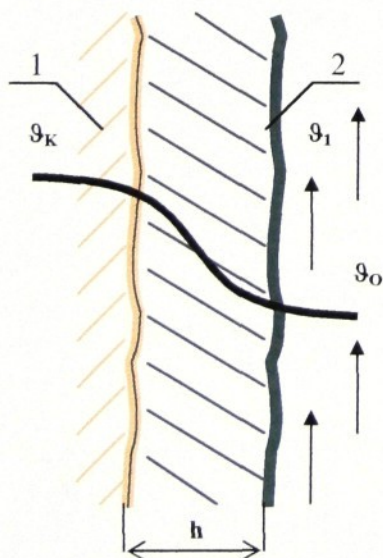
Vedení nastává dotykem s různými látkami pevného, tekutého či plynného charakteru. Spočívá v přenosu kinetické energie mezi sousedními molekulami.

V našem případě se jedná o textilní vrstvu, která je v přímém kontaktu s pokožkou a tím odnímá teplo kontaktním způsobem.(obr.3) Přenos tepla vedením je přímo úměrný vodivosti látek a má zásadní význam. Nevodivé materiály zabraňují ztrátám tepla – *izolují*.

$$Q_{ved} = -\lambda \cdot \left(\frac{\vartheta_k - \vartheta_e}{h} \right) \cdot S \quad [\text{J} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (1)$$

kde:

- S - velikost kontaktní plochy $[\text{m}^2]$,
- λ - koeficient tepelné vodivosti,
- ϑ_k - teplota kůže $[\text{°C}]$,
- ϑ_2 - vnější teplota textilní vrstvy $[\text{°C}]$,
- h - tloušťka textilie $[\text{m}]$.



1 – pokožka
2 – textilní vrstva
 ϑ_k – teplota pokožky
 ϑ_o – teplota okolí
 ϑ_1 – teplota vnější vrstvy
oděvu
 h – tloušťka textilní vrstvy

obr.3 přenos tepla kondukcí

ad 2. Přenos tepla konvencí

Přenos tepla konvencí nebo-li prouděním je umožněn pohybem molekul tekutiny (vody nebo plynu). Je účinnější než přenos tepla vedením. Jestliže se tekutina pohybuje, potom se rychleji pohybují molekuly kolem daného objektu a teplo se může rychleji přenášet. Zde předpokládáme vzduchovou vrstvu, mezi pokožkou a první textilní vrstvou – *mikroklima* (obr.4), ve kterém dochází k částečnému proudění a poklesu teploty. Mikroklima má charakteristiku optima (teplotu, vlhkost, obsah CO₂, tloušťku) a má podstatný vliv na pocit fyziologického komfortu.

$$Q_{pr} = \alpha_p \cdot S \cdot [(\vartheta_K - \vartheta_1) + (\vartheta_2 - \vartheta_0)] \quad [\text{J} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (2)$$

kde: α_p - koeficient přestupu tepla,

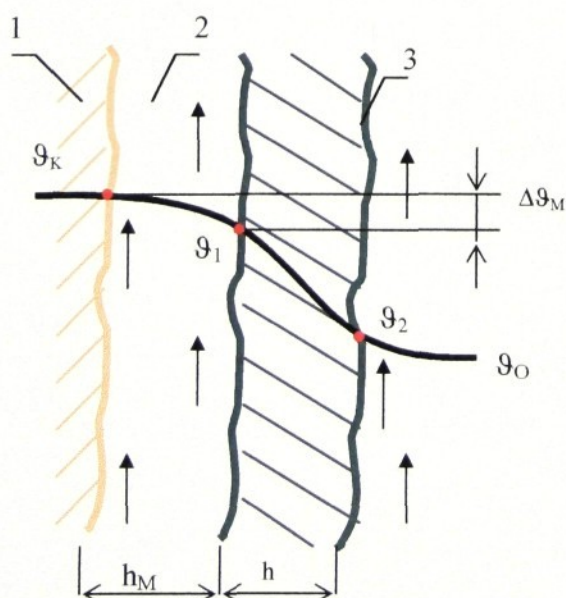
S - plocha (m²),

ϑ_K - teplota kůže (°C),

ϑ_1 - teplota vnitřní textilní vrstvy (°C),

ϑ_2 - teplota vnější textilní vrstvy (°C),

ϑ_0 - teplota okolí (°C).



1 – pokožka

2 – mikroklima

3 – textilie

ϑ_K – teplota pokožky

ϑ_0 – teplota okolí

$\Delta\vartheta_M$ – pokles teploty

h_M – tloušťka mikroklimatu

h – tloušťka materiálu

Obr. 4 Přestup tepla prouděním

ad 3. Přenos tepla radiací

Radiace nebo také záření přenáší energii elektromagnetickými vlnami rychlostí světla. Všechny předměty, které mají teplotu vyšší než absolutní nula, vydávají elektromagnetické záření. Všechny předměty také záření ze svého okolí přijímají. Radiační odvod tepla vychází ze Stefan–Bolzmanova zákona, podle kterého platí:

$$Q_S = c \cdot S \cdot \left[\left(273 - \frac{\vartheta_k}{100} \right)^4 - \left(273 + \frac{\vartheta_o}{100} \right)^4 \right] \quad [\text{J} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (3)$$

kde: c - koeficient sálání $[\text{Wm}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^4]$,

S - plocha textilie $[\text{m}^2]$,

ϑ_K - teplota kůže $[\text{ } ^\circ\text{C}]$,

ϑ_o - teplota okolí $[\text{ } ^\circ\text{C}]$.

Každé těleso, které výrazně pohlcuje teplo, má současně také vysokou schopnost teplo vyzařovat. Proto také lidský organismus dokonale vyzařuje teplo. Lidské tělo vydává záření odpovídající středu infračerveného spektra (10 000nm) a vlnová délka viditelného světla je mezi 450 – 700 nm, není záření lidského těla viditelné.

ad 4. Přenos tepla evaporací

Přeměna vody ve vodní páru absorbuje energii z prostředí. Při tomto procesu dochází k přesunu velkého množství tepla. Na vypaření jednoho gramu vody je zapotřebí 2,45 kJ při 30°C. Toto množství energie se nazývá latentní teplo vypařování a stoupá s klesající teplotou okolí.

Odparné teplo je množství tepla, které odchází z povrchu kůže insenzibilní respirací (neznatelným pocením) a je závislé především na měrném výparném skupenském teple a na rozdílu parciálních tlaků vodních par a je dáno vztahem:

$$Q_O = \Delta i \cdot m_k \cdot S \cdot (P_k - P_t) \quad [\text{J} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4)$$

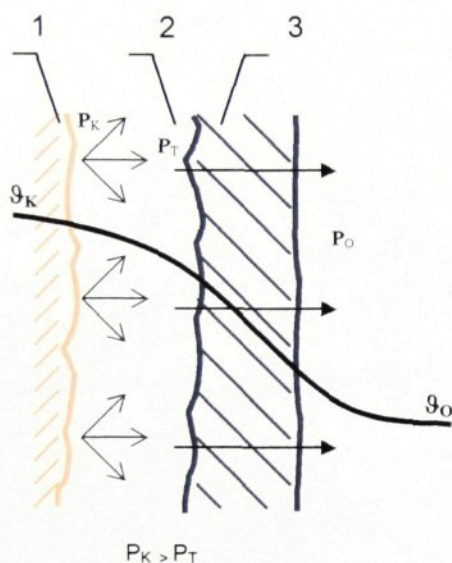
kde: Δi - měrné výparné skupenské teplo (J),

m_k - permeabilita kůže ($\text{kg s}^{-1} \text{m}^{-2} \text{Pa}^{-1}$),

S - plocha (m^2),

P_k - parciální tlak vodních par na povrchu kůže (Pa),

P_t - parciální tlak vodních par na povrchu textilie (Pa).



1 – pokožka

2 – mikroklima

3 – textilie

P_k – parciální tlak vodních par na povrchu kůže

P_t – parciální tlak vodních par na povrchu textilie

P_o – tlak okolí

θ_k – teplota pokožky

θ_o – teplota okolí

Obr. 5 přenos tepla evaporací

Pod oděvem resp. v mikroklimatu není rozdíl parciálních tlaků tak velký. Závisí na sorpčních a transportních vlastnostech všech vrstev textilií a z tohoto důvodu je nejvyšší u neoblečeného organismu.

ad 5. Přenos tepla respirací

Respirační odvod tepla je realizován dýchacími cestami a jeho množství vyjadřuje vztah:

$$Q_d = \Delta i \cdot (W_{ex} - W_a) \cdot \frac{1}{t} \quad [\text{J} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (5)$$

kde: Δi - měrné výparné skupenské teplo [J],

W_{ex} - množství vodních par vydechovaných [kg],

W_a - množství vodních par vdechovaných [kg],

t - čas [s].

[2]

2.4.1. Aktivní termoregulační mechanismy

- pocení
- zrychlené dýchání
- svalový třes
- chování

Pocení

Lidský organismus v rámci termoregulační činnosti produkuje vodu ve formě potu. Ochlazování těla pocením je výsledkem dvou rozdílných procesů :

- 1.) změnou produkci a sekreci potu, což jsou děje fyziologické
- 2.) změnou odpařování vyloučeného potu, což je děj fyzikální záviselý na vlastnostech okolního prostředí

Produkce potu není na všech místech těla stejná. Množství potu je dáno teplotou proudící krve v podkoží a regulačním centrem v hypothalamu. Tvorba potu je realizována jednak sekrecí potních žláz – diskontinuálně, jednak transepidermální difúzí. Při vnitřních teplotách organismu do 34 °C předá do okolí asi $0,03 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$ potu a nad tuto teplotu až $0,4 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$.

Toto je možné při vysoké teplotě okolí a nebo při vysoké zátěži organismu, kdy dochází ve svalech ke zvýšení metabolismu. vlastnostech okolního prostředí případě neoblečeného organismu je předpokladem, aby rozdíl parciálních tlaků určujících rychlost odvodu vlhkosti byl co nejvyšší – okolí musí být schopno toto množství vodní páry přijmout. Pokud se rozdíl snižuje, odvod vlhkosti klesá a ochlazovací účinek systému mizí. Jiná situace nastane v případě oblečeného organismu, kdy je vlhkost odváděna podle jiných principů hned několika způsoby:

1. kapilárně

2. migračně

3. difúzí

4. sorpčně

ad 1. Kapilární odvod potu

Kapilární odvod potu spočívá v tom, že pot v kapalném stavu je odsáván první textilní vrstvou a jejími kapilárními cestami vzlíná do její plochy všemi směry eventuálně stejným principem do dalších vrstev. Tento proces přenosu vlhkosti přes póry textilie je jedním z nejdůležitějších a nejrychlejších z hlediska fyziologického komfortu.

Prostup vodních par bude vyšší, čím vyšší bude poréznost textilie. Množství a velikost pórů je závislá na konstrukci příze a textilie a na povrchu, resp. profilu použitého vlákna. Kapilární odvod potu je závislý zejména na smáčecí schopnosti textilie.

ad 2. Migrace potu

Migrace vody po povrchu vláken je další mechanismus přenosu vlhkosti. Závisí na konstrukci jak textilie, tak i příze a povrchových vlastnostech použitého vlákna. Migrace vzniká především teplotním spádem mezi teplotou mikroklimatu a okolním prostředím, za těchto podmínek může dojít ke kondenzaci vlhkosti na povrchu vláken. Tato voda je buď odvedena kapilárně, nebo migruje na povrchu vlákna.

ad 3. Difúzní odvod potu

Difúzní odvod potu z povrchu kůže přes textilií je realizován prostřednictvím pórů, jež se svojí velikostí a křivolakostí zúčastňují na kapilárním odvodu potu. Vlhkost prostupuje textilií směrem nižšího parciálního tlaku vodní páry. U tohoto způsobu se neprojevuje vliv vláknenné suroviny, ze které byly jednotlivé textilie

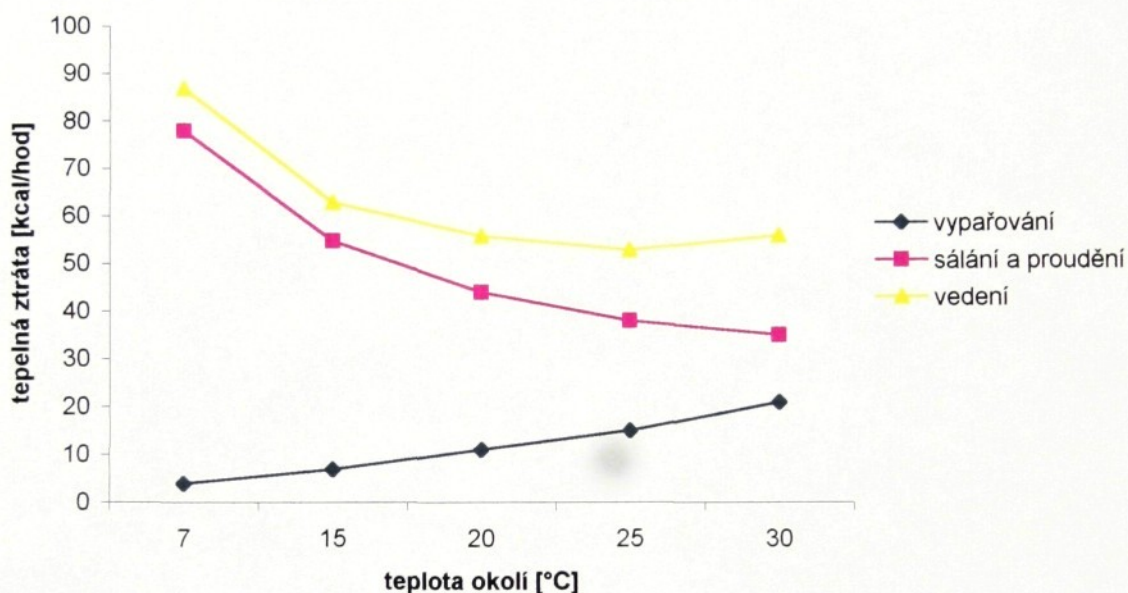
Vyrobeny, pokud tato vlákna nemění svoji geometrii.

ad 4. Sorpční odvod potu

Sorpční proces předpokládá nejprve vnik vlhkosti či kapalného potu do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a následné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Tento proces je

nejpomalejší a předpokládá se u textilie, alespoň částečně vyrobené ze sorpčních vláken.

vliv teploty okolí na různé cesty tepelných ztrát



graf 3.

[3]

Zrychlené dýchání

Tímto způsobem dochází k ochlazování organismu v novorozených dětí, u kterých se pocení vyvíjí až po několika měsících života.

Svalový třes

Způsob tvorby tepla u člověka trpícího diskomfortem následkem chladu, u kterého hlavní úlohu nemají hormonální vlivy, ale změna ve svalové aktivitě. První změnou ve svalové činnosti při vystavení chladu je postupný a celkový vzestup svalového tonu, po kterém brzy následuje svalový třes jako charakteristická svalová odpověď na chlad. Třes spočívá v asynchronních stazích svalových vláken, nedochází při tom k žádné práci a všechna uvolněná energie se projeví jako teplo. Tímto způsobem se tvorba tepla může zvýšit až několikanásobně.

Chování

Člověk vykazuje pod vlivem různých teplot výrazné změny ve svém chování – obléká se, buduje si obydlí, které ohřívá nebo chladí a cílevědomě se ohřívá svalovou prací atd. Termoregulační mechanismus, který je závislý na vůli člověka, kdy může zvyšovat tvorbu tepla volnou svalovou činností jako přešlapování, tleskání apod.

Schopnost člověka zabydlet nejrozmanitější klimatické oblasti souvisí s jeho schopností usměrňovat svoje chování tak, aby žil v teplotních podmínkách, které jsou pro něho nejpříjemnější. [5]

2.4.2. Tepelná bilance lidského organismu

$$Q_{tt} + Q_{tz} = Q_s + Q_{pr} + Q_{ved} + Q_{od} + Q_{odc} + Q_{op} + Q_{ov} \pm \Delta Q \quad (6)$$

Kde: Q_{tt} - tvorba tepla v organismu [J],

Q_{tz} - vnější tepelné zatížení, např. slunečním zářením [J],

Q_s - tepelné ztráty sáláním [J],

Q_{pr} - tepelné ztráty prouděním [J],

Q_{ved} - tepelné ztráty vedením [J],

Q_{od} - tepelné ztráty v důsledku odpařování difúzní vlhkosti z povrchu pokožky [J],

Q_{odc} - tepelné ztráty v důsledku odpařování vlhkosti z horních cest dýchacích [J],

Q_{op} - tepelné ztráty v důsledku odpařování potu (J),

Q_{ov} - tepelné ztráty na ohřev vydechovaného vzduchu (J),

ΔQ - změna tepelného stavu organismu proti stavu tepelné pohody - deficit tepla (J).

Všechny složky rovnice tepelné rovnováhy jsou uvedeny za jednotkový čas τ (s), tzn. $J s^{-1} \equiv W$.

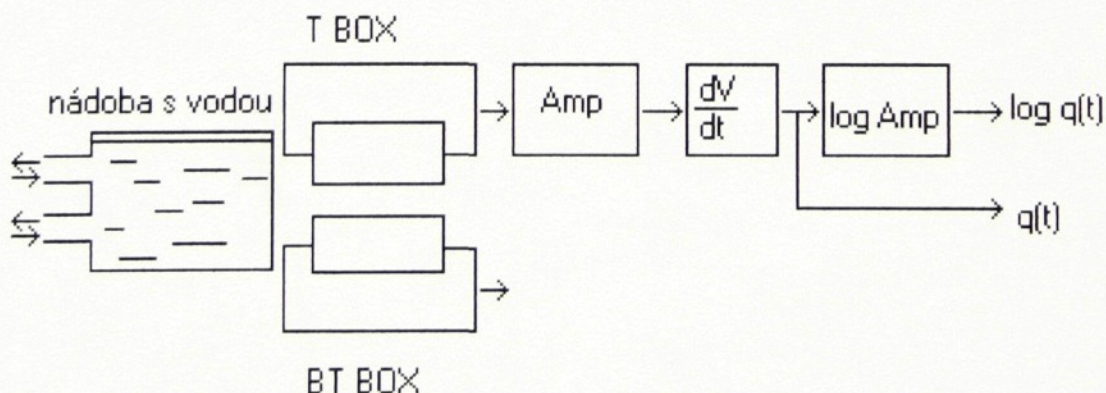
2.5. Hodnocení tepelné složky omaku textilních materiálů

2.5.1. THERMO-LABO

První přístroj, který byl schopen objektivně hodnotit tepelný omak textilních materiálů, byl vyvinut Kawabatou a Yonedou v roce 1983. Za objektivně stanovenou veličinu hodnoty charakterizující tepelně-kontaktní vlastnosti zvolili maximální úroveň kontaktního tepelného toku $q_{\max}$ [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$] vypočtenou z naměřené přechodové křivky teploty.

Princip měření spočívá v přikládání předehřátého měděného bloku (o tloušťce $\approx 1\text{mm}$) na textilní materiál. Tento je umístěn na nádobě s vodou a pomocí cirkulace vody je její teplota udržována před měřením na konstantní hodnotě. Zadní strana, jež se nebude dotýkat vzorku, je tepelně izolovaná tvrdou polyesterovou pěnou. Čidlo teploty je připojeno k této straně. Tepelný zdroj rozehřejeme na určitou teplotu, která je vyšší než teplota okolí tak, že zapneme "BT BOX", který je složen z měděného kvádru, jehož teplota je ovládána řídicím systémem topného tělesa.

Hlavní nevýhodou popsané metody je náročnost matematického zpracování výsledků, časová náročnost při měření a těžkopádnost postupu, která znemožňuje automatizaci přístroje. [6]



obr .6 schéma měřícího přístroje Thermo – labo

2.5.2. Bioklimatické komory

Vnější podmínky se simulují v bioklimatických komorách a pro snímání hodnot teplot a vlhkosti používají speciálních čidel, jež jsou napojena na výpočetní systém. Bioklimatické komory jsou stavěny pro nastavené prostředí, ve kterém má být oděv nebo jeho část zkoušena. Jsou to ocelové komorové termostaty, které mají regulovatelné vyhřívání plášťových stěn a přívod vzduchu dané teploty a vlhkosti včetně jeho výměny. Průchodkami ve stěnách jsou vedeny kabely tepelných a vlhkostních čidel, snímačů tepů, dechů atd., jednotlivé hodnoty jsou registrovány.

Protože tato měření se provádějí na osobách, jejichž individualita není zanedbatelná a je třeba velkého vzorku zkoušených osob proto, aby hodnoty byly reprodukovatelné, jsou pokusy, zjišťované tyto charakteristiky laboratorně, kde vliv subjektu je vyloučen. Zvláštní zmínku zasluhují metody, jež byly vyvinuty na figurínách typu „Charly“. Jedná se o model – loutku člověka ve skutečné velikosti, jež splňuje ty nejjzákladnější termoregulační funkce a v některých případech je schopna i omezeného pohybu.

2.5.3. ISOMET 2104

ISOMET 2104 je mobilní přístroj pro přímé měření tepelných vlastností širokého okruhu materiálů. Je opatřen různými druhy snímačů, které jsou určeny pro porézní, vlákenný nebo jemný materiál, plocha snímačů je vhodná i pro měření tuhých materiálů. Používá dynamickou měřicí metodu, která redukuje periodu měření tepelné vodivosti na cca. 10 - 16 min. Má zabudovaný čtyřřádkový alfanumerický display umožňuje efektivní komunikaci s přístrojem a překalibrování měřících snímačů podle způsobu využití materiálu. Kalibrace dat ve vnitřní paměti zabezpečuje vyměnitelnost snímačů bez efektu na přesnost měření.

[7]

2.5.4. ALAMBETA

Přístroj vyvinutý na Technické Univerzitě v Liberci na katedře netkaných textilií pro měření termofyzikálních parametrů textilií a to jak stacionárně tepelně – izolační vlastnosti (tepelný odpor, tepelná vodivost), tak i v dynamickém stavu (tepelná jímavost, tepelný tok). Jedná se o poloautomatický počítačem řízený přístroj, který je zároveň s měřením schopen vyhodnocovat statistické hodnoty naměřených údajů a obsahuje autodiagnostický program, který zabraňuje chybným operacím přístroje. Celá měřicí procedura, včetně měření tepelné vodivosti λ , tepelného odporu R , tepelného toku $q_{\max}$, tloušťky vzorku a statistické zpracování výsledků trvá méně než 3 – 5 min. Jako objektivní parametr tepelného omaku textilií byla na základě analýzy vybrána tepelná jímavost b [$W^{1/2}m^2K^{-1}$]. U přístroje Alambeta je využito impulsní okrajové podmínky 1. druhu – podmínka konstantní teploty $35^{\circ}C$, která odpovídá konstantní teplotě lidské pokožky, která si i po kontaktu s textilií díky průtoku krve tuto teplotu zachová. [8]

3.Teoretická část

3.1.Hygienické požadavky kladené na oděv

Tvorba oděvu je vyvolána nutností zajistit normální životní činnost člověka, zachovat jeho zdraví a pocit komfortu v různých klimatických i výrobních podmínkách.

Oděv vyrobený s přihlédnutím k hygienickým požadavkům na oděv musí chránit člověka před nepříznivými vlivy okolního prostředí, oděv tedy vytváří normální podmínky pro životní funkce člověka a to jsou: udržování normálního tepelného stavu organismu

zabezpečení kožního dýchání

zabezpečení krevního oběhu

zabezpečení dýchání

zabezpečení pohybu

3.1.1.Tepelný stav organismu

Jedná se o základní ukazatel hodnocení oděvu z hlediska hygienického. Tepelný stav člověka je takový stav, který je charakterizován obsahem a rozdělením tepla v "jádre" a v obalu (v povrchových vrstvách) organismu a stupněm napětí termoregulačního aparátu.

Ukazateli tepelného stavu člověka jsou tělesná teplota, teplota kůže, energetické výdaje, intenzita vylučování potu, pocit tepla, deficit a akumulace tepla, obsah tepla v organismu a jeho měření. Kromě toho jako ukazatel napjatosti mechanismů termoregulace slouží tepová frekvence a arteriální tlak.

3.1.1.1. Tělesná teplota

Ve stavu fyzického klidu je tělesná teplota člověka $37,2 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ (v konečníku). Při tělesné teplotě $37,0$ až $36,8^{\circ}\text{C}$ ve stavu fyzického klidu člověk hodnotí své tepelné pocity jako chladno. Tělesná teplota $37,6^{\circ}\text{C}$ je znakem přehřátí organismu.

Úroveň tělesné teploty odpovídající pocitům tepelné pohody je možné při různých výdajích energie stanovit ze vztahu:

$$t_r = 36,61 + 0,007 \frac{Q_{ev}}{S} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (7)$$

kde: Q_{ev} - energetické výdaje [W],
 S - plocha těla [m²]

3.1.1.2. Teplota kůže

Teplota kůže je v těsné souvislosti se subjektivními tepelnými pocity a může sloužit jako ukazatel tepelného stavu organismu. Představu o tepelném stavu organismu dává průměrná teplota kůže, respektující plochu částí těla s nestejnou teplotou (tímto se zabývá topografie teploty kůže). Průměrná teplota kůže není vždy dostatečně přesným ukazatelem tepelného stavu organismu, zejména je-li nerovnoměrně tepelně izolován, protože průměrnou hodnotu ovlivňují údaje o teplotě kůže dvou zásadně různě reagujících oblastí a to oblast hlavy a trupu a oblast končetin.

$$t_{k\ddot{u}\ddot{z}e} = 36,07 - 0,0354 Q_{ev}/S \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (8)$$

kde: Q_{ev} - energetické výdaje [W],
 S - plocha těla [m²]

$$t_{k\ddot{u}\ddot{z}e} = 0,88t_{\check{c}ela} + 0,340t_{trupu} + 0,134t_{ramena} + 0,045t_{ruky} + 0,230t_{stehna} + 0,125t_{l\ddot{y}tka} + 0,0644t_{chodidla} \quad (10)$$

3.1.1.3. Topografie kůže

Průměrná teplota kůže není vždy dostatečně přesným ukazatelem tepelného stavu organismu, zejména je-li nerovnoměrně tepelně izolován, protože průměrnou hodnotu ovlivňují údaje o teplotě kůže dvou zásadně různě reagujících oblastí a to oblast hlavy a trupu a oblast končetin. Místní tepelné pocity podmíněny teplotou kůže příslušných částí těla. V souvislosti s tím není

průměrná teplota kůže vždycky dostatečně přesným ukazatelem tepelného stavu člověka. Topografii teploty kůže ovlivňuje oděv, obuv, rukavice, stupeň celkového přehřátí nebo podchlazení, druh fyzické práce, pohlaví apod..

3.1.1.4. Vylučování potu

Při vykonávání fyzické práce je pro zajištění tepelné pohody mírné tepelné ztráty vypařováním potu nutné. Přestane-li se člověk potit, pociťuje okolní prostředí jako chladné.

V podmínkách tepelné pohody a ochlazení člověk ve stavu relativního fyzického klidu ztrácí vodu pokožkou, a to difúzí vodních par. Při přehřátí organismu a při výkonu svalové činnosti se zapojuje jeden z nejsilnějších termoregulačních mechanismů - vylučování potu.

tepelné pocity	velmi horko	horko	teplo	pohoda	chladno	zima	velká zima
ztráty vlhkosti (g h^{-1})	500 až 2000 (značná část potu stéká)	250 až 500 (značná část potu stéká)	60 až 250 (pot nestéká)	50 ± 10	pod 40	necharakteristické	

Tab. 1. tepelné pocity a vlhkostní ztráty člověka ve stavu relativního klidu

Fyzická zátěž	Energetické výdaje Q_{ev} [W]	Ztráty hmotnosti [g h^{-1}]
Nepatrná	do 104	50 až 70
Lehká	do 208	90 až 140
Střední	do 348	150 až 190
Těžká	do 487	210 až 240

Tab. 2. vlhkostní ztráty organismu v podmínkách pohody při práci

3.1.1.5.Pocit tepla

Působením tepla a chladu se v organismu mění prokrvování pokožky a podkožní struktury, jejich teplota a dále teplota krve v žilách, následkem reakce kardiovaskulárního systému na přehřátí či podchlazení organismu, který vyvolá změny v srdeční a cévní činnosti, a to jsou základy pocitu tepelného diskomfortu. Důležitý úkol ve tvorbě tepelných pocitů mají receptory tepla a chladu (viz. výše).

Vyhodnocování změn krevního tlaku a frekvence srdečních stahů mohou sloužit jako ukazatele tepelného stavu organismu (musí se ale brát v úvahu intenzita fyzické zátěže, která ovlivňuje frekvenci srdečních stahů).

3.1.1.6.Hustota tepelného toku

Umožňuje nepřímě posoudit tepelný stav organismu a kvantitativně hodnotit tepelně izolační vlastnosti oděvu (tepelný omak). Je měřen na stejných částech těla jako teplota.

fyzická aktivita	tepelný tok (%)						
	hlava	trup	ramena	ruka	stehno	lýtka	chodidlo
klid	14,8	28,5	11,5	7,7	16,8	13,5	7,2
chůze	18,1	21,8	7,8	6,4	20,6	16,9	8,4

Tab. 3. topografie tepelného toku

3.1.2.Parametry mikroklimatu

Vlhkost vzduchu pod oděvem

V podmínkách tepelné pohody se relativní vlhkost vzduchu pod oděvem pohybuje v rozmezí 35 až 60 %. Důležitým ukazatelem je dynamika vlhkosti vzduchu, protože ovlivňuje schopnost odvádět vlhkost z oděvu do okolního prostředí. Vhodnější oděv je ten, kde narůstá vlhkost pomaleji.

Teplota vzduchu pod oděvem

Optimální úroveň teploty vzduchu pod oděvem záleží na fyzické aktivitě člověka. Je-li člověk v klidu - optimální teplota se pohybuje mezi 30 a 32°C. Osoba fyzicky aktivní cítí pohodlí při teplotě 15°C v případě fyzicky náročné práce. Z tohoto je zřejmé, že hodnocení teploty pod oděvem záleží na fyzické náročnosti vykonávané práce pro kterou je daný oděv určen.

Obsah oxidu uhličitého pod oděvem

Do vzduchu se v prostoru mezi tělem a oděvem se pokožkou neustále dostávají produkty látkové výměny, mezi něž patří zejména oxid uhličitý.

Zvětšení obsahu CO₂ pod oděvem tedy ukazuje na nedostatečné větrání oděvu. Obsah CO₂ překračující hranice 0,8 % oproti okolnímu prostředí vyvolává nepříjemné pocity, způsobené zhoršením tepelného stavu organismu důsledkem narušené tepelné výměny s okolím. Při fyzické práci v teplém prostředí se uvolňování CO₂ zvětšuje, proto je třeba dbát na dostatečné větrání oděvů určených do těchto podmínek.

[9]

3.2.Požadavky kladené na oděv při pohybu

- nesmí bránit pohybu přílišnou těsností (škrcením), ale i nadměrnou volností oděvu,
- prodyšnost,
- vynikající odvod vlhkosti z pokožky z důvodu poměrně vysokého pocení i při rekreačním pohybu,
- dobrá tepelná propustnost - účinnost sportovní aktivity je přibližně 20 až 25 %, zbylá část energie se mění na teplo,
- nesmí vyvolávat dermatologickou dráždivost - neustálé tření v oblastech podpaží a vnitřní strany stehen,
- stálobarevnost při UV záření,
- stálobarevnost za mokra - vzhledem k častému pocení i při malé intenzitě a následném praní,
- rozměrová stálost,
- odolnost v oděru a žmolkování - tření v oblastech podpaží a stehen
- nízká hmotnost,
- ochrana před UV zářením,
- celkový pocit pohodlí a komfortu při nošení

3.2.1.Vlastnosti a funkce jednotlivých vrstev oděvu

Při pohybu bychom se měli udržovat na dolní hranici tepelného komfortu. K tomu nám pomůže oblékání do více vrstev z nichž každá plní svoji specifickou funkci:

- 1.vrstva** – spodní prádlo: transport vlhkosti od těla, sensorický komfort
- 2.vrstva** – různě silné (teplé) materiály pro různé klimatické podmínky
- 3.vrstva** – tepelná izolace
- 4.vrstva** – větrovka a větrové kalhoty („šustáky“): ochrana před větrem a únikem tepla od těla, dobrá propustnost vodních par, odolnost proti oděru a špíně, kapsy, kapuce
- 5.vrstva** – bunda a kalhoty z „nepropro“ materiálu: zneškodnění větru a deště,

dostatečná propustnost vodních par pro běžnou pohybovou aktivitu („nepropro“ = zkratka pro nepromokavý a přitom pro vodní páry propustný textilní materiál)

6.vrstva – pláštěnky: dokonalá ochrana před deštěm a větrem za cenu absolutní nepropustnosti vodních par, pláštěnka není potřebná, pokud máme kvalitní 5. vrstvu

7.vrstva – bundy a kalhoty (péřové nebo z umělých vláken): zahřejí v extrémních podmínkách, tam kde jsou vrstvy nepostačující.

1. vrstva

Správným zvolením spodní vrstvy oblečení a to jak spodního prádla či trika začíná lidské tělo pociťovat pohodu našeho organismu. Spodní prádlo by mělo být co nejpříjemnější lidské pokožce, nealergické a u teplejších provedení má i výrazně zlepšovat tepelnou izolaci, obecně řečeno mikroklima kolem pokožky. Prádlo chrání tělo před zašpiněním a ochlazením, sají pot, zachycuje kožní tuk a epitel odlupující se z vrchní vrstvy pokožky. Po celém povrchu kůže jsou rozmístěny přibližně 3 miliony potních žlázek, které vylučují pot a CO₂, kůže obsahuje také tukové žlázy. Za jeden den se z kůže vyloučí přibližně 40 g kožního tuku a podle typu člověka a jeho fyzické zátěže 0,5 až 6 litru potu a ve velmi horkém prostředí i více.

Dělení spodního prádla : a) funkční spodní prádlo

b) tradiční spodní prádlo

Toto dělení je užíváno především pro odlišení spodního prádla pro sportovce a prádla k běžnému pohybu. Tradiční spodní prádlo, užívané při běžném pohybu, bývá vyrobeno především z bavlněných pletenin pro jejich dobrou savost a prodyšnost. Funkční prádlo využívá syntetické materiály ne z důvodů savosti materiálu, ale díky schopnosti odvést vlhkost z povrchu a předat ji další oděvní vrstvě, protože při zvýšené činnosti lidského organismu, jako je sport dochází ke rychlejšímu ohřátí organismu a zvýšenému pocení, jestliže totiž dosáhneme určité meze nasycení textile potem může docházet ke stékání potu po pokožce - jedna z příčin diskomfortu a následovně přerušením nebo ukončením takovéto činnosti pak dochází k prochlazení vlivem zvýšené

tepelné vodivosti zvlhčené textilie a prádlo se lepí na tělo, což nepřispívá k příjemným pocitům.

Ukazatel	Přípustné parametry prádla při použití	
	v zimním oděvu	v letním oděvu
Tloušťka [mm]	1,3 až 1,5	0,1 až 0,3
Prodyšnost [$\text{dm}^3\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	51 až 100	min. 100
Propustnost pro vodu [$\text{g m}^{-2}\text{h}^{-1}$]	51 až 56	min. 56
Navlhavost [%] - při relativní vlhkosti 65 %	min. 7	min. 7

Tab. 4 hygienické požadavky na prádlo

funkční spodní prádlo

Pod pojmem funkční spodní prádlo se obvykle myslí takové spodní prádlo, které má schopnost dobře odvádět přebytečný pot od těla, předávat jej další vrstvě oblečení, nebo odpařovat tuto vlhkost pryč, přímo do vzduchu.. Funkční a trvalé odsávání potu od těla je docela příjemné a to i u běžného každodenního nošení. Je také třeba pamatovat, že při velkém pocení ve vedrech může docházet k větší trvalé ztrátě tekutin, které pak musíme častěji doplňovat. Problémy s tzv. funkčností prádla mohou pak nastat v teple a současně při vysoké vzdušné vlhkosti, kdy odpařování je jen zcela minimální a vlhké je pak všechno, včetně oblečení. Nepomůže pak ovšem ani úplné svlečení, navíc takto pot po nás už i volně stéká. Funkční prádlo se vyrábí ze syntetických vláken nebo ze kombinovaných materiálů obsahující syntetická vlákna. Jako nejpoužívanější materiály na funkční spodní prádlo figurují nejčastěji polypropylen (PP) nebo polyester(PL). Tyto materiály se některými svými vlastnostmi dosti liší. Závisí však hodně na zpracování takže výrobky pak dosahují mnohdy podobných vlastností a funkčnosti.

běžné spodní prádlo

Tímto termínem popisujeme prádlo vyrobené z bavlny, viskózy, a jejich kombinací se syntetickými materiály. Je příjemné na dotek s pokožkou, ale není vhodné jako spodní vrstva při zvýšené fyzické zátěži a sportu.

2. vrstva

Různá trička, košile, roláky, halenky a další. Oblékáme je proto, abychom v samotném spodním prádle nebudili rozruch, a také proto, abychom mohli demonstrovat svůj vkus a poplatnost módě. Jsou navíc další izolační vrstvou, díky které můžeme plynule reagovat na mírné změny v teplotě okolního prostředí. Materiály druhé vrstvy jsou lehounké, „necucající“ vodu, dokonale prodyšné, fantasticky rychle schnoucí a tedy pochopitelně ze syntetických mikrovláknenných tkanin. Jedná se často o stejné materiály, které nalezneme ve vrstvě třetí, jsou však tenčí.

3.vrstva

V uvedeném principu oblékání nahrazuje třetí vrstva náplň zimní bundy. Jsou to nejčastěji fleece materiály, vyrobené z polyesterových vláken. Kvalitní fleece je lehký, neabsorbuje vlhkost, tepelně izoluje, je pěkný i vzhledově a příjemný na omak. Je ideálním oblečením pro turistiku za mrazivého, avšak bezvětrného počasí. Jakmile však foukne, musíme přiblíci větrovku.

4.vrstva

Kalhoty a větrovka, zařazené do čtvrté vrstvy, musí být dostatečně velké a volné tak, aby se pohodlně oblékaly přes předchozí vrstvy. Materiálově se sem hodí „obyčejná šustákovka“ (polyamid=PA). Vůbec nevadí, že je promokavá! Má chránit před větrem a přitom propouštět co nejvíce vodních par, odpařených s povrchu těla při aktivním pohybu. Jakýkoli zátěr či membrána jsou spíše na obtíž.

5.vrstva

Úkolem 5. vrstvy oděvu je chránit před povětrnostními vlivy a schopnost transportovat vlhkost zachycenou spodní vrstvou do okolního prostředí. Materiály pro výrobu oděvů, které jsou určeny pro aktivní pohyb v náročných klimatických podmínkách ve volné přírodě, však musí mít schopnost kromě toho, že dobře zvládají vlhkost i schopnost dobře dýchat, tedy odvádět tělesné výpary skrz oděv ven a tím chránit před přehřátím a po útlumu aktivity před prochlazením díky provlhlému spodnímu oděvu. Běžně dostupnější materiály odolné vůči vlhkosti mají nízkou hodnotu prodyšnosti a nejsou vhodné pro aktivní pohyb v náročnějších podmínkách.

6.vrstva

Požadavky páte vrstvy splňují jen velmi drahé obleky z „nepromokavých vlhkost propustných materiálů a proto mnoha cestovatelům nadále věrně slouží pláštěnka.

7. vrstva

Zimní bunda

[10]

3.2.1.1.Materiály pro spodní prádlo

Bavlna Vlákná ze semen bavlníku. Vláknó je jednobuněčné, má tvar zploštělé stužky , která je zkroucena šroubovým zákrutem a má zesílené kraje.Po celé délce vlákna je dutina vyplněná vzduchem a zbytky protoplasmy. Délka vlákna je 10 – 60mm a tloušťka 12–40µm. Má vysokou odolnost vůči teplu, ale její tepelná izolace je malá. Vyznačuje se velkou pevností, tvarovou stálostí. Důležitou vlastností bavlny je její savost. Bavlna dokáže přijmout vlhkost až do 20 % své hmotnosti, aniž by zůstala vlhká na omak. Ani obsahu vlhkosti, který je 65 % hmotnosti bavlna „nekape“, ale schne relativně pomalu.Hřejivost bavlny se dá výrazně zlepšit např. počesáním. Další nevýhoda a to mačkavost a sráživost se dají řešit zušlechťováním nebo směšováním s jinými vlákny, jako je PL, lycra apod.

Viskóza Textilní vlákno vyrobené z xantogenátu celulózy, rozpuštěného v roztoku hydroxidu sodného. Viskóza se vyznačuje vyšší savostí než bavlna, avšak za mokra se podstatně snižuje její pevnost a odolnost. Vyrábí se jako viskózové hedvábí nebo stříž, která se mísí nejčastěji s bavlnou, vlnou, PL vlákem.

[11]

Polypropylenová vlákna (PP nebo také POP) jsou inertní vůči bakteriím, plísním, jsou dobře snášitelná s lidskou pokožkou, nevyvolávají alergické reakce. Z textilních vláken má polypropylén (polyolefin) nejnížší nasáklivost, velmi nízkou tepelnou vodivost a také nízkou hmotnost. Polypropylen si udržuje mírně záporný elektrický náboj, což je pro lidský organizmus příznivé. Vlákna se nedají povrchově barvit, ale ani znečistit, jsou chemicky, vůči kyselinám, zásadám, redukčním i oxidačním činitelům netečná! Barvu vlákno získá jen obarvením základní suroviny při její výrobě a to pouze v omezeném sortimentu barev. Většinou výrobky z PP také dobře a snadno usychají a mokré na těle příliš nestudí, nejsou-li ovšem jen jedinou vrstvou. Takto samotné se nosí pouze v teple a pak při zpocení lehce chladí, to díky vydatnému odpařování. Problém způsobí jen 100% vlhkost okolního vzduchu, pak přebytný pot s těla je sice také odváděn pryč, ale neodpařuje se a pletenina je vlhká, ostatně jako každá jiná textilie za těchto podmínek. Pletenina v bílé barvě poskytuje přirozený ochranný sluneční filtr nejméně hodnoty SF7, barevná pak samozřejmě ještě víc.

Polyesterová vlákna (PL) jsou nejčastěji používaným syntetickým vláknem hlavně v textilním průmyslu, často z důvodů tradic výroby i vzhledem ke snadnému zpracování. Navlhavost je také poměrně nízká, horší je to už s tepelnou vodivostí PL vláken a jejich váhou, ta je 2× vyšší, a zde za polypropylenem zaostávají. Vlákna jsou však stále dostatečně pevná a odolná i vůči vyšším teplotám, lze je dokonce i opatrně přezehlit. Polyester má dosti silný kladný elektrický náboj, který může podle některých informací přivodit náchylným jedincům kožní alergie. Vlákna se dají povrchově barvit, sice pod značným tlakem (asi 4 atmosféry), ale lze takto docílit větší barevné spektrum, což je pro zákazníky lákavější. Většina známých zahraničních firem šijících

spodní prádlo, používá většinou také pleteninu PL, byť často v kombinacích s jinými materiály. [12]

3.2.2. Teoretická analýza efektu spodního prádla na tepelnou jímavost v oděvním systému

V nové verzi přístroje Alambeta není aplikován pouze jeden snímač, ale dva snímače tepelného. Toto umožňuje zjednodušit zpracování signálů tepelného toku a kromě toho přístroj může registrovat úroveň ztrátového tepla, které je během měření odváděno do okolního prostředí ze vzorku, což zvyšuje přesnost měření.

Během měření vnitřní počítač integruje teplo Q [W] procházející oběma měřicími snímači tepelného toku, které je akumulováno v měřeném vzorku podle rovnice:

$$Q = q(\tau) d\tau = \int_1^T (q_1 - q_0) d\tau \quad (9)$$

Měření končí v čase T , když $q_1(T)$ je rovno $q_0(T)$. Po celou dobu měření jsou na površích textilních vzorků udržovány konstantní teploty t_0 a t_1 (okrajové podmínky 1. druhu jsou vzhledem k nízké tepelné vodivosti dobře realizovatelné) a ke konci měření se mezi oběma povrchy ustaví lineární teplotní spád. Potom teplo Q dané přírůstkem průměrné teploty uvnitř měřeného vzorku lze určit z následujícího vztahu:

$$Q = \frac{1}{2} m_0 c_0 (t_1 - t_0) \quad (10)$$

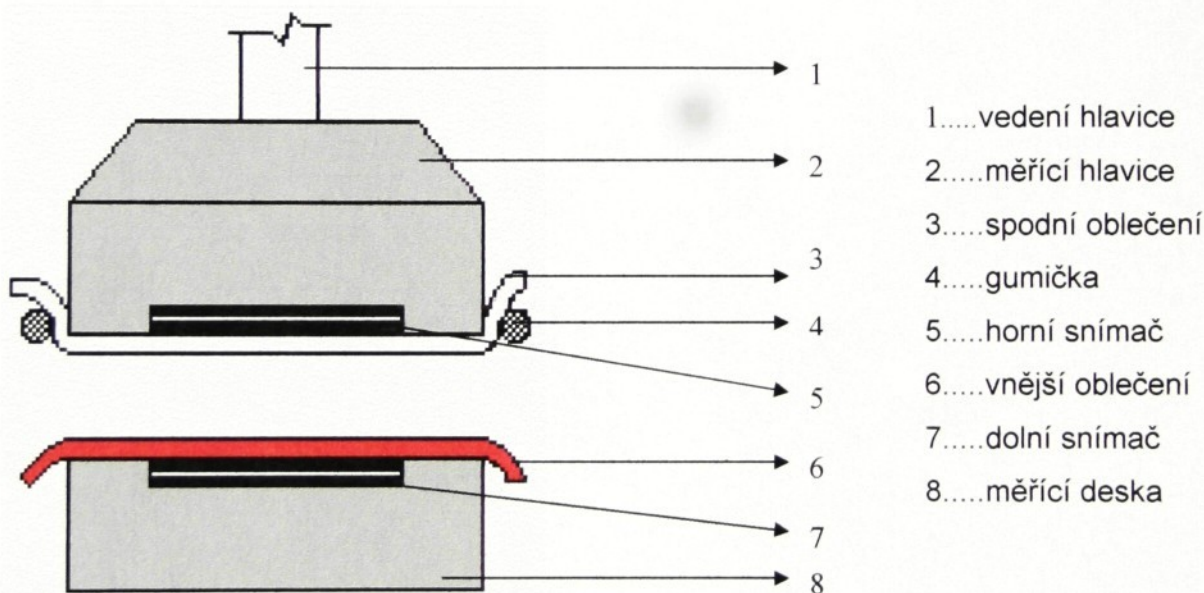
Tato rovnice pak udává velikost hledané tepelné kapacity $m_0 c_0$ [J m⁻²]. Zároveň je měřena tloušťka vzorku h [m] a použita stanovení tepelné kapacity textilie $\rho_0 c_0$ [J m⁻³] z rovnice:

$$\rho_0 c_0 = m_0 c_0 / h \quad (11)$$

Po cca 2 minutách se tepelný tok procházející vzorkem ustálí, což počítač přístroje využije ke stanovení koeficientu tepelné vodivosti λ [$\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$] a tepelného odporu textilie R [$\text{m}^2 \text{K W}^{-1}$]. Parametr charakterizující tepelný omak – tepelná jímavost vyplývá z rovnice:

$$b = (\lambda \rho c)^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

Experimentální analýza vlivu spodního prádla na tepelně kontaktní vjem při oblékání a nošení vnějších oděvních vrstev oděvu je založena na oblečení měřicí hlavice přístroje Alambeta do vybrané textilie (spodní prádlo), a následném stanovení tepelné jímavosti vnější oděvní vrstvy pomocí této měřicí hlavice (obr. 7).



obr. 7. simulace efektu spodního prádla na přístroji Alambeta

V tomto případě tepelná bilance prostoru mezi oběma snímači tepelného toku bude zahrnovat efekt měrné tepelné kapacity textilie spodního prádla $m_1 c_1$ za předpokladu, že "oblečená" měřicí hlavice je na začátku měření volná a po jejím dopadu se vrchní strana textilie simulující spodní prádlo dostane do kontaktu s měřenou vnější textilií (s její vnitřní stranou- z pohledu osoby v této oblečené strana kontaktní se spodním prádlem). Tepelná bilance pak bude následující:

$$Q_i = \frac{1}{2} m_0 c_0 (t_1 - t_i) + \frac{1}{2} m_1 c_1 (t_1 - t_i) \quad (13)$$

Zde t_1 je teplota na kontaktní ploše obou textilií. Tato "vnitřní" teplota t_1 v podmínkách ustáleného stavu může být stanovena bez problémů, protože je úměrná poměru tepelných odporů:

$$t_1 / (t_1 - t_0) = R_1 / (R_1 + R_0) \quad (14)$$

V dalším kroku budeme respektovat fakt, že spodní prádlo je předeřháno na teplotu blízkou tělesné teplotě. Ke zjednodušení simulace budeme stálou teplotu měřící hlavice oblečené do textilie považovat za rovnou teplotě hlavice t_1 . Při výpočtu skutečná tepelná bilance systému spodní prádlo – vnější textilie budeme respektovat přenos tepla od předeřhátého spodního prádla do vnější textilie, viz následující rovnice:

$$Q_i = \frac{1}{2} m_0 c_0 (t_1 - t_i) - \frac{1}{2} m_1 c_1 (t_1 - t_i) \quad (15)$$

Tato rovnice bude upravena tak abychom eliminovali neznámou vnitřní teplotu t_1 :

$$Q_i = \frac{1}{2} m_0 c_0 (t_1 - t_0) R_0 / (R_1 + R_0) - \frac{1}{2} m_1 c_1 (t_1 - t_0) R_0 / (R_1 + R_0) \quad (16)$$

Pozitivní hřejivý efekt spodního prádla může pak být vyjádřen jako poměr tepla odvedeného z pokožky spodním prádlem při oblékání vnější oděvní vrstvy oděvu ku teple odvedenému bez spodního prádla. Porovnáním rovnic 10 a 16 dostaneme:

$$Q_i / Q_0 = R_0 / (R_1 + R_0) - [m_1 c_1 R_1 / m_0 c_0 (R_1 + R_0)] \quad (17)$$

Všechny parametry v rovnici 7 mohou pak být snadno stanoveny pomocí přístroje Alambeta. Z této rovnice jasně vyplývá, že celkové kontaktní teplo při oblékání vnějšího oděvu je sníženo, když oblékající obléká spodní prádlo. V

tomto případě, oblékání vnější vrstvy oděvu se pak projevuje jako oblékání textilie se sníženou tepelnou jímavostí $b_{(0)}$. Rovnice pak může být vyjádřena následovně:

$$Q_i / Q_0 = m_{(0)} c_{(0)} \Delta t / m_0 c_0 \Delta t = m_{(0)} c_{(0)} / m_0 c_0 = \rho_{(0)} c_{(0)} / \rho_0 c_0 = (b_{(0)} / b_0)^2 (\lambda_0 / \lambda_{(0)}) \quad (18)$$

Díky faktu, že hodnoty tepelné vodivosti oděvů se příliš neliší, když si oblékáme podobné textilie (výjimkou může být jen PP textilie), rovnice 18 se dá zapsat jako:

$$Q_i / Q_0 = (b_{(0)} / b_0)^2 \quad (19)$$

[13]

4.Experimentální část

4.1.Definice řešeného problému

Studie je založena na znalosti poměrně nového faktu, že lidské tělo vnímá nejen tepelný odpor (statická charakteristika) – tepelnou izolaci, ale díky mělce uloženým receptorům tepla a chladu v lidské kůži vnímáme citlivě i jevy dynamického charakteru v našem případě nás zajímají dynamické změny $q_{\max}$ při krátkodobém kontaktu pokožky s textilií, který vzniká při nošení a oblékání vnějších oděvních součástí přes spodní oblečení, kdy dochází ke krátkodobým kontaktům mezi vnitřní a vnější vrstvou oblečení a následně k přenosu tepelného impulsu lidskou pokožkou následkem oblékání, pohybu nebo působení větru, za předpokladu, že vnitřní vrstva přiléhá přímo na pokožku těla. Intenzita tohoto vjemu tak závisí nejen na teplotním spádu mezi pokožkou a textilií, ale i na nějaké dynamické tepelné charakteristice.

Na základě [1] je pro popis dynamických vlastností textilie nejvhodnější charakterizovat tepelnou jímavost nebo tepelný tok, podle 1 je sice charakteristika tepelného toku postačující, ale není předem zjistitelná na základě struktury a složení daného materiálu – je ryze experimentální.

4.2.Návrh experimentu

S ohledem na zadání byl pro řešení vybrán dvouvrstvý systém– spodní prádlo a vnější vrstva. Vzhledem k povaze spodního prádla bylo jako vnější vrstvy použito podle doporučení výrobců materiálů pro spodní prádlo až páte vrstvy viz výše.

Z důvodů, aby bylo alespoň částečně vyhověno požadavku krátkodobého kontaktu mezi vnější oděvní vrstvou a spodním oblečením byl pro hodnocení tepelné jímavosti použit měřicí přístroj Alambeta, který má z výše uvedených metod časovou konstantu (0,2sec) dosažení plného signálu nejbližší k lidské pokožce(0,07sec) a je schopen změřit nejen statickou ale i dynamickou složku tepelného omaku.

Analýza vlivu spodního prádla na tepelně kontaktní vjem při oblékání a nošení vnějších vrstev oděvu je pak založena na „oblečení “ horní měřicí hlavice přístroje Alambeta do vybrané textilie (simulující spodní prádlo) jako na

obr.12 podle teorie uvedené výše, a následném stanovení tepelné jímavosti „vnější oděvní vrstvy“ pomocí spodního snímače opatřeného vrstvou textilního materiálu simulujícího vnější oděvní vrstvu, který leží lícovou stranou na spodním snímači.

4.2.1.Výběr zkoumaných materiálů

Materiály simulující spodní oblečení byly zvoleny tak, aby byly zastoupeny nejvíce používané materiály využívané pro výrobu sportovních oděvů a spodního prádla pro sportovce.

Jako vnější oděvní vrstva jsou měřeny materiály ze kterých se vyrábějí bundy a větrovky, jak pro extrémní sporty tak pro volný čas.

Spodní oblečení –funkční prádlo	– materiály Moira : Ultralight, Mono, Mikro, Duo, Tropiko
	– materiály CoolMax : FC 303, IC 329, JC 309
– běžné prádlo	– pleteniny firmy Sintex s.r.o.
Vnější oděvní vrstva – bundy	– materiály Gelanots: dvouvrstvé lamináty, membrána,
	šustákovina, mřížka

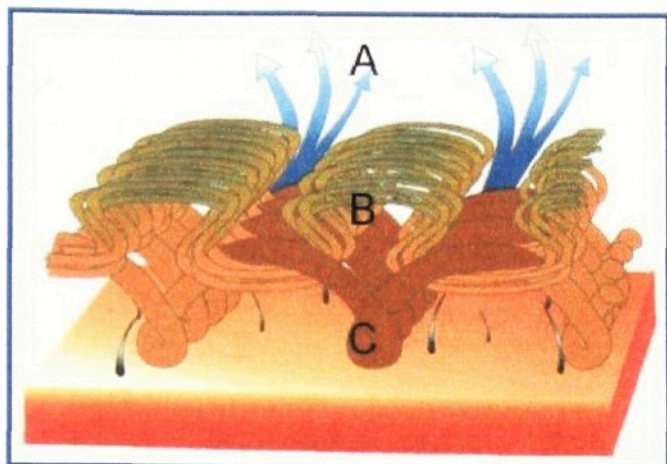
Bližší materiálové charakteristiky jsou uvedeny dále a v příloženém vzorníku.

4.2.1.1.Materiály pro funkční prádlo:

moira

Hlavní surovinou pro výrobu pleteniny MOIRA je modifikovaný polypropylen, ze kterého je složitým technologickým procesem zvláknován na speciálně profilované polypropylenové vlákno (obr.8).

Funkčnosti výrobků se dosahuje speciálními úpravami syntetický vláken na bázi polypropylenu, ze kterých se nit Moiry spřádá, důmyslnými konstrukcemi nití a specifickými vazbami pletenin (obr.9).



Obr .8 pletenina Moira

A - Vlákno do sebe

neabsorbuje žádnou vodu, vlhkost se pohybuje po jeho povrchu, což je rychlejší a snadnější

B - Rozsáhlý vnější povrch pleteniny:dává vzniknout prostoru pro velké množství vzduchu působícího jako izolační vrstva umožňuje velmi rychlé odpaření

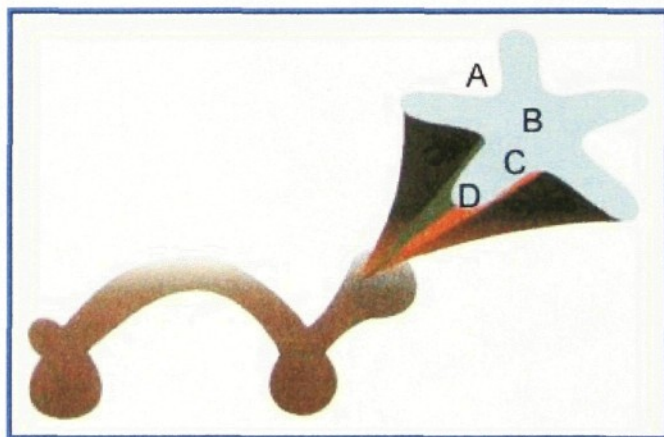
C - Zvětšením povrchu vláken a zvýšením jejich počtu dochází k urychlení transportu a odpařování vlhkosti

A-Mezi laloky zůstává velké množství vzduchu působící jako izolační vrstva

B - Ve vnitřním zakřivení laloků jsou vodní částice transportovány výrazně rychleji než na rovném povrchu.

C - Dvakrát větší povrch než u kruhového profilu umožňuje dvakrát rychlejší odpaření vlhkosti z povrchu vlákna

D - Vlákno se dotýká pokožky pouze laloky, proto je na omak vždy suché



Obr.9 pětilaločné vlákno Moira

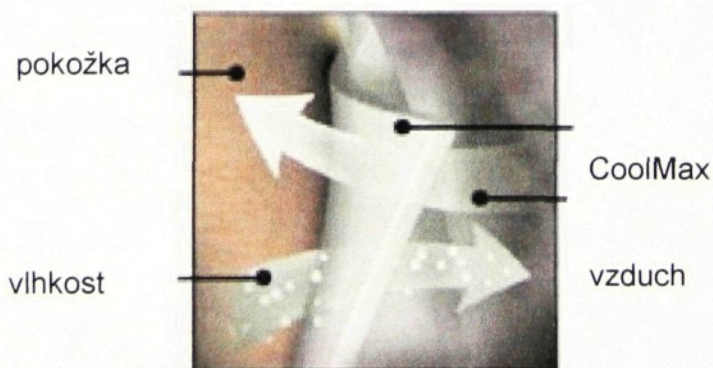
CoolMax

CoolMax je ochranná značka pro certifikované vysoce funkční látky se 100% patentovaným DuPont polyesterovým vláknem.

CoolMax je nejmodernější technologií vyrobená látka z polyesterového vlákna Dacron se zvýšenou plochou povrchu. Toto speciální čtyřkanálkové polyesterové vlákno (obr.10) je vodoodpudivé a nenasákavé a velmi rychle odvádí tělesnou vlhkost z pokožky na horní vrstvu materiálu. Tam CoolMax, rychleji než jiné textilie, odvádí vlhkost ve formě páry (odpařováním) a reguluje tělesnou teplotu (obr. 11).



obr. 10 čtyřkanálkové vlákno CoolMax



obr. 11 odvod vlhkosti materiálem CoolMax

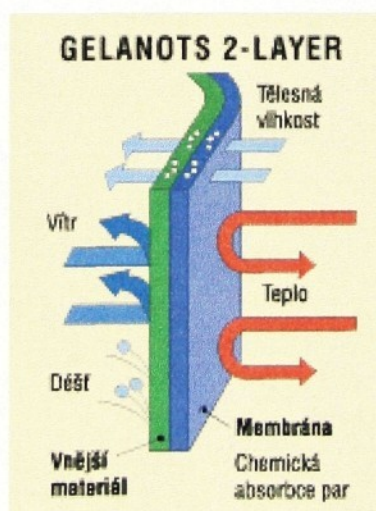
4.2.1.2. Materiály pro vnější vrstvu:

Gelanots

K výrobě membrány Gelanots se používá speciálně povrchově upravený polyuretan, který je extrémně měkký, pružný a netrhá se, pokud je natažen. Výjimečná flexibilita je zachována i v chladných podmínkách.

Membrána Gelanots, stejně jako lidská kůže, automaticky reaguje na změny Vaší tělesné teploty a zároveň pocení. Tím také reguluje teplotu a umožňuje odchod vlhkosti směrem ven a cítit se příjemně za nejrůznějších podmínek. Když cvičíte, Vaše tělesná teplota vzrůstá a začínáte se potit. Se vzrůstem teploty se molekuly v membráně pohybují rychleji a prostory mezi nimi se zvětšují. Tělesná vlhkost odchází rychleji na venkovní stranu oděvu. K výrobě membrány Gelanots se používá speciálně povrchově upravený polyuretan, který je extrémně měkký, pružný a netrhá se, pokud je natažen. Výjimečná flexibilita je zachována i v chladných podmínkách.

Výrobky s membránou Gelanots jsou vhodné pro střední až vysoké pohybové aktivity dle druhu laminace a použitého vnějšího materiálu obr. 12. Vhodné jsou pro výrobu oděvů pro různé činnosti v extrémních podmínkách, pro horolezectví, lyžování, snowboarding, trekking, turistiku.



obr. 12 membrána laminovaná na vnější materiál

Perforovaná podšívka - většinou polyamidová a perforovaná z důvodu úspory hmotnosti a také proto, aby se tělesné výpary dostaly bez zbytečných překážek co nejrychleji k membráně v podobě par. Jejím úkolem je chránit membránu zevnitř oděvu.

Membrána – je vysoce elastická a odolná vůči poškození. Neláme se ani při nízkých teplotách, je velmi lehká a ekologická.

Membrána v systému plní nejdůležitější funkci, tzn., že převádí tělesné výpary do prostoru za membránu, jehož druhou stěnu tvoří vnější látka. Z tohoto prostoru je vlhkost odváděna dále z oděvu způsobem níže uvedeným. Vysoká funkčnost membrány je tedy příčinou, že tělesné páry nekondenzují ve spodních vrstvách oblečení a uživatel není obtěžován provlhkým prádlem ani při poměrně vysoké aktivitě. Zároveň je hlavním nositelem nepromokavosti.

Vnější materiály – plní v přeneseném smyslu funkci vnější ochrany relativně choulostivé membrány a jsou nosnou kostrou celého oděvu. Zvyšují rovněž hodnotu vodního sloupce, tedy nepromokavost celého oděvu (zejména při použití zátěrovaných materiálů). Uvedené parametry nepromokavosti jsou však hodnotou pouze volné membrány. Vnější materiály jsou zároveň nositeli designu oděvu.

[13]

4.2.2. Měřené veličiny

Pro popis tepelného–kontaktního vjemu textilie je nutné změřit následující veličiny :

Měrná tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} K^{-1}$]

Charakterizuje schopnost látek vést teplo, za stacionárních podmínek, když je tepelný tok ustálen tak, že se rozložení teplot uvnitř látek nemění.

Definovat ji můžeme pomocí *Fourierova zákona*

$$\lambda = \frac{-q}{\text{grad}(T)} \quad [W \cdot m^{-1} K^{-1}] \quad (20)$$

kde: T.....teplota[K]

q..... hustota tepelného toku[$W \cdot m^{-2}$]

grad....gradient teploty[$K \cdot m^{-1}$]

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

Někdy bývá označována jako tepelný puls. Lze ji popsat jako okamžitý teplotní puls způsobený odvodem tepla z pokožky do textilie. Tento tepelný puls je v prvním okamžiku roven tepelné jímavosti. [13]

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} \quad [W s^{1/2} m^{-2} K^{-1}] \quad (21)$$

plošný tepelný odpor r [$K W^{-1} m^2 10^{-3}$]

Jedná se o odpor, který klade daný materiál průchodu tepla. Je charakterizován množstvím tepla, které projde za jednotku času jednotkou plochy při teplotním spádu 1K.

$$r = \frac{\Delta t}{Q} = \frac{h}{\lambda} \quad [K W^{-1} m^2 10^{-3}] \quad (22)$$

kde: Δt rozdíl teplot [K]

4.2.2. Měřené veličiny

Pro popis tepelného–kontaktního vjemu textilie je nutné změřit následující veličiny :

Měrná tepelná vodivost λ [$W \cdot m^{-1} K^{-1}$]

Charakterizuje schopnost látek vést teplo, za stacionárních podmínek, když je tepelný tok ustálen tak, že se rozložení teplot uvnitř látek nemění.

Definovat ji můžeme pomocí *Fourierova zákona*

$$\lambda = \frac{-q}{\text{grad}(T)} \quad [W \cdot m^{-1} K^{-1}] \quad (20)$$

kde: T.....teplota[]

q..... hustota tepelného toku[]

grad....gradient teploty[]

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

Někdy bývá označována jako tepelný puls. Lze ji popsat jako okamžitý teplotní puls způsobený odvodem tepla z pokožky do textilie. Tento tepelný puls je v prvním okamžiku roven tepelné jímavosti. [13]

$$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} \quad [W s^{1/2} m^{-2} K^{-1}] \quad (21)$$

plošný tepelný odpor r [$K W^{-1} m^{-2} 10^{-3}$]

Jedná se o odpor, který klade daný materiál průchodu tepla. Je charakterizován množstvím tepla, které projde za jednotku času jednotkou plochy při teplotním spádu 1K.

$$r = \frac{\Delta t}{Q} = \frac{h}{\lambda} \quad [K W^{-1} m^{-2} 10^{-3}] \quad (22)$$

kde: Δt rozdíl teplot [K]

Qteplo [J]

htloušťka [mm]

λtepelná vodivost [$\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$]

maximální tepelný tok $q_{\max}$ [$\text{W m}^{-2} 10^{-3}$]

Množství tepla procházející jednotkou plochy v čase $t_{\text{krit.}} \gg 0$.

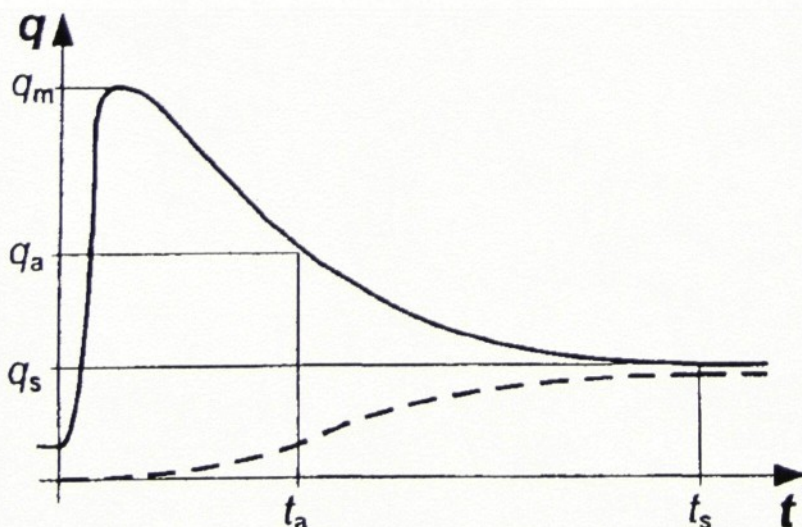
$$q_{\max} = \alpha \cdot (t_1 - t_2) \quad [\text{W m}^{-2} 10^{-3}] \quad (23)$$

kde: tteplota [K]

αsoučinitel přenosu tepla [$\text{W K}^{-1}\text{m}^{-2}$]

4.2.3.Princip přístroje Alambeta

Jádrem přístroje je měřicí hlavice, elektricky vytápěná 3 a udržovaná regulací 8 na teplotě o 10 K (dle normy ISO) nebo o 40 K pro izolační textilie vyšší než je teplota okolí. Hlavice se náhle přiloží na měřený vzorek, který byl temperován na teplotu okolí. Nejprve je zaznamenán dynamický a následně i statický tepelný tok tekoucí z hlavice do vzorku (měřen alfametrem). Teplotní vodivost se určuje vztahem:



obr. 13 tepelný tok snímači přístroje Alambeta

[14]

$$a = \frac{d^2}{4\pi t_a} \quad (26)$$

kde čas t_a nastane na vzorku o tloušťce d při poklesu tepelného toku na dvojnásobek ustáleného tepelného toku q_s sloužícího k určení tepelné vodivosti vzorku :

$$\lambda = \frac{q_s d}{\vartheta_1 - \vartheta_2} \quad (27)$$

kde : ϑ_1 teplota měřicí hlavice

ϑ_2 počáteční teplota vzorku i teplota základny a okolí

q_sustálen tepelný tok

V přístroji Alambeta je využita metoda měření na principu měření tepla akumulovaného ve vzorku. K tomu je Alfametrem opatřena měřicí hlavice i základna. Tepelný tok druhým alfametrem je tok ze vzorku do základny. Rozdíl tepla vzorkem přijatého a odevzdaného je úměrný zvýšení teploty vzorku:

$$Q_1 - Q_2 = mc\Delta\vartheta \quad (28)$$

pro jednotkovou plochu:

$$\int_0^{t_s} q_1(t) dt - \int_0^{t_s} q_2(t) dt = C_v \int_0^d \Delta\vartheta_s(x) dx \quad (29)$$

kde : $\Delta\vartheta_s(x)$ přírůstek teploty elementu o tloušťce dx vzdáleného x od spodního okraje vzorku. Nahradíme-li integrál na pravé straně rovnice využitím středního přírůstku teploty vzorku

$$\Delta\vartheta_{av} = \Delta\vartheta/2 \quad (30)$$

získáme vťah pro hustotu tepelné kapacity

$$C_v = \frac{2\Delta Q}{d\Delta\vartheta} \quad (31)$$

tepelnou vodivost určíme ze vztahu

$$\lambda = q_s d / \Delta\vartheta \quad (32)$$

a teplotní vodivost dopočítáme podle vztahu

$$\alpha = \lambda / C_v \quad (33)$$

V uvedených vztazích se zanedbává vliv tepelného odporu alfametrů a rozbíhavost tepelného toku do plochy vzorku.

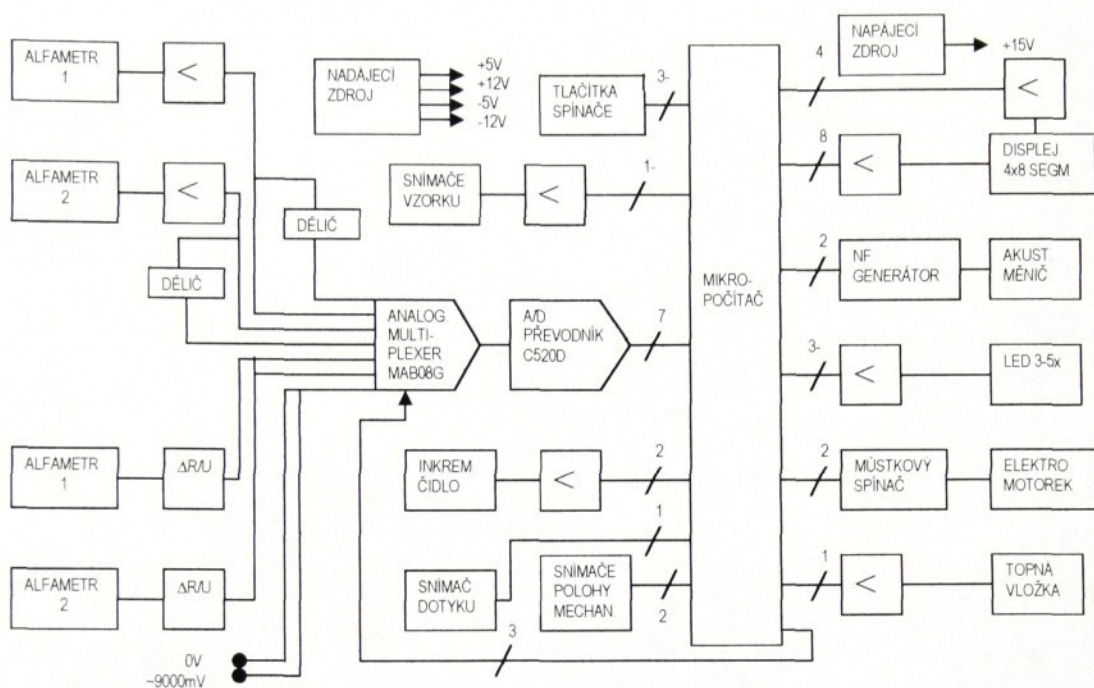
Tloušťka vzorku d se měří podle rozdílu pootočení přesného pohybového šroubu pohonu unášeče hlavice mezi výchozím bodem a dvěma různými polohami –

první poloha: referenční poloha, měřená při inicializaci dosednutím přímo na základnu (nulování metoda)

druhá poloha: měřicí poloha, hlavice s definovaným přtlakem dosedne na vzorek

Pootočení šroubu se měří jednostopým optoelektrickým inkrementálním snímačem, dotyk unášeče s hlavicí jednoduchým kontaktním snímačem.

Algoritmus měření zahrnuje i korekci tepelných odporů alfametrů a do značné míry i rozbíhání tepelného toku kolmo na tloušťku vzorku. [14]



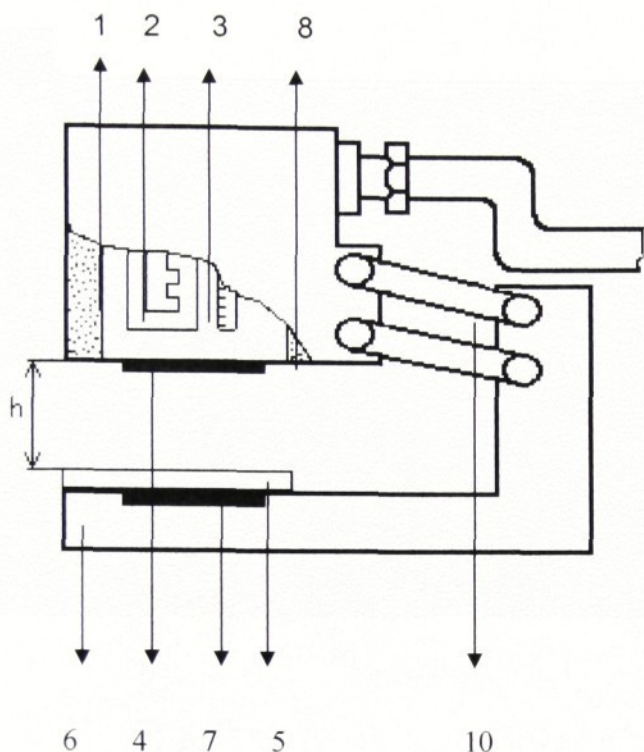
Obr.14 skupinové schéma mikropočítačového řízení měniče přístroje Alambeta

[1]

Přístroj Alambeta

Technická data :

Rozměry:	200 x 500 x 300 mm
Hmotnost:	15 kg
Napájení:	220 V ± 10, 50 Hz
Tloušťka vzorku:	max.20 mm
Doba měření:	10 – 100 sec
Přítlak:	0,5 MPa



- 1.....tepelně izolační kryt
- 2.....kovový blok
- 3.....topné těleso
- 4.....snímač tepelného toku
- 5.....vzorek textilie
- 6.....základna přístroje
- 7.....snímač tepelného toku
- 8.....teploměr
- 10.....paralelní vedení

obr.15 schéma přístroje Alambeta

[8]

4.2.4. Popis experimentu:

Při měření tepelných charakteristik jednotlivých textilií, které byly následně měřeny v soustavě je postupováno následovně:

1.nejprve se nechá horní hlavice spustit na prázdnou základní desku, aby mohlo dojít k nastavení počátečních hodnot.

2.měřená textilií je položena na základní desku (obr.16) stranou blíže (rubní stranou textilie) k tělu nahoru, aby při spuštění hlavice došlo k přímému kontaktu s horním snímačem.

3.po 3-5 minutách je možné začít samotné měření spuštěním horní hlavice.(Tato doba je nutná k vyrovnání teploty vzorku s okolím), mezi každým jednotlivým měřením je doporučeno opět 3-5 minut vyčkat

4. každé měření opakujeme nejméně 10x, aritmetický průměr a variační koeficient počítá přístroj Alambeta samostatně.

Měření tepelně kontaktního vjemu dvěma dotýkajícími se vrstvami textilií, kdy jedna z textilií simuluje spodní prádlo a druhá vnější oděvní vrstvu:

1. nejprve se nechá horní hlavice spustit na prázdnou základní desku, aby mohlo dojít k nastavení počátečních hodnot.

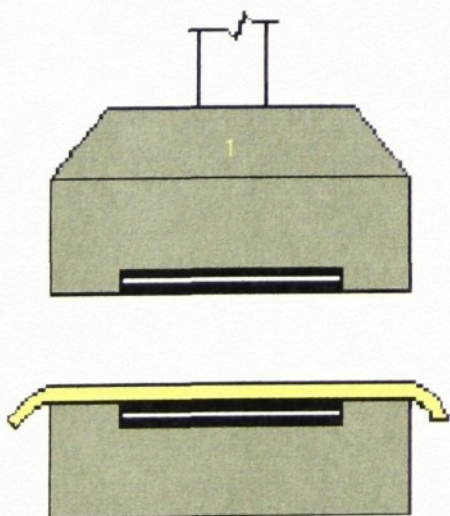
2. hlavice přístroje Alambeta, byla oblečena dle obr.17 do textilie simulující spodní prádlo, tak aby strana, které má při běžném nošení kontakt s pokožkou přiléhala přímo k hornímu snímači. Pro zajištění byla textilie upevněna gumičkou

3. Na základní desku byla položena vnější vrstva (v našem případě systém textilií simulujících lehkou bundu), aby byla se spodní deskou v kontaktu ta strana, jež je běžně v kontaktu s okolím.

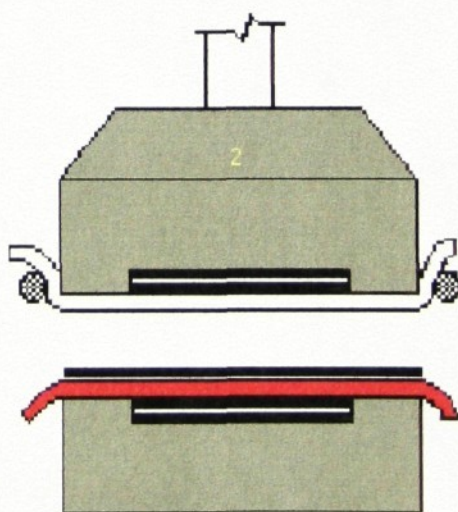
4. po 3-5 minutách je možné začít samotné měření spuštěním horní hlavice. (Tato doba je nutná k vyrovnaní teploty vzorku s okolím), mezi každým jednotlivým měřením je doporučeno opět 3-5 minut vyčkat

5. každé měření opakujeme nejméně 10x, aritmetický průměr a variační koeficient počítá přístroj Alambeta samostatně

Uspořádání materiálů při měření:



obr. 16



obr. 17

Z materiálů pro vnější vrstvu je vytvořeno následujících pět kombinací

system 1

vrchový materiál : Gelanots (vzorník, vzorek č.1)

podšívka : perforovaná mřížka (vzorník, vzorek č.6)

system 2

vrchový materiál : Gelanots (vzorník, vzorek č.2)

podšívka : perforovaná mřížka (vzorník, vzorek č.6)

system 3

vrchový materiál : Gelanots (vzorník, vzorek č.3)

podšívka: perforovaná mřížka (vzorník, vzorek č.6)

system 4

vrchový materiál : Gelanots (vzorník, vzorek č.5)

vlastní membrána : Gelanots (vzorník, vzorek č.4)

podšívka: perforovaná mřížka (vzorník, vzorek č.6)

system 5

vrchový materiál : Gelanots (vzorník, vzorek č.5)

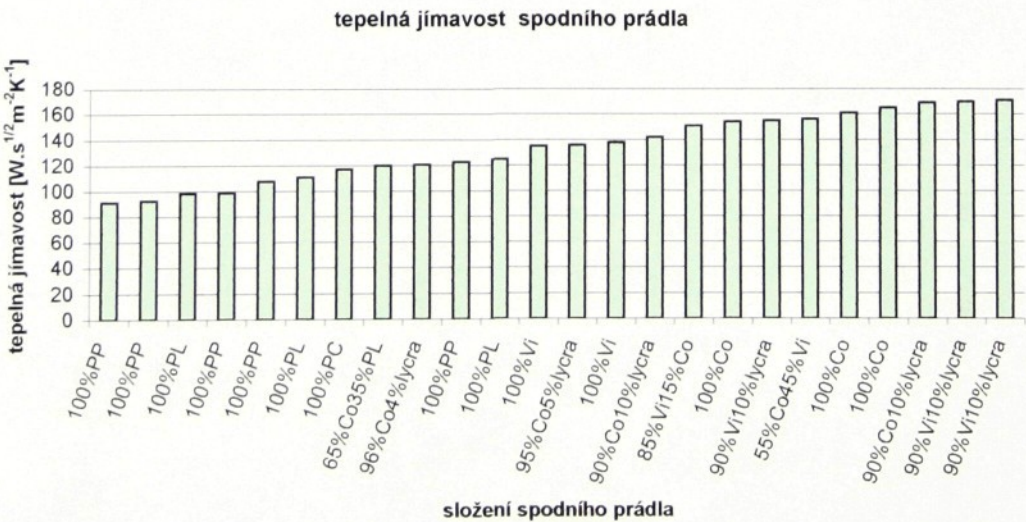
podšívka: perforovaná mřížka (vzorník, vzorek č.6)

4.3.Výsledky měření

CHARAKTERISTIKA SPODNIHO PRÁDLA

	složení	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	q _{max} [W.m ⁻² 10 ⁻³]
IC 311	100%VI	0,149	41,9	138	11,2	0,47	0,919
JK 307	55%CO,45%VI	0,160	41,1	156	14,9	0,61	0,732
JB 390	100%CO	0,185	47,4	165	12,3	0,58	0,849
JB 340	100%CO	0,150	43,3	161	13,7	0,59	0,79
PB 301	100%CO	0,197	43,2	154	14,3	0,62	0,715
JC 210	95%VI,5%lycra	0,210	43,4	171	14,4	0,63	0,79
JC 109	90%VI,10%lycra	0,205	45,5	170	14,5	0,65	0,816
JM 360	85%CO,15%VI	0,180	43	151	15,5	0,67	0,745
JB 135	95%CO,5%lycra	0,200	46,3	136	16,5	0,76	0,692
JC 108	90%VI,10%lycra	0,270	53,2	155	16,9	0,83	0,72
JB 148	90%CO,10%lycra	0,240	52,4	142	17,1	0,85	0,648
IC 320	100%VI	0,205	45,8	135	18,7	0,86	0,716
JB 158	90%CO10%lycra	0,158	54,6	169	18,6	0,87	0,686
IS 301	65%CO,35%PL	0,150	45,5	120	19,3	0,88	0,604
IC 319	100%PC	0,319	44,2	117	22,9	1,01	0,53
FB 201	96%CO,4%lycra	0,260	56,9	112	21,1	1,01	0,51
FC 303	100%PL	0,180	40,3	121	19,6	0,79	0,641
IC 329	100%PL	0,150	36,7	125	17,6	0,65	0,676
JC 309	100%PL	0,120	34,8	98,4	18,2	0,63	0,504
UL	100%PP	0,150	39	91,2	30	1,17	0,452
MONO	100%PP	0,136	41,9	92,4	35,8	1,5	0,421
MIKRO	100%PP	0,098	35,9	123	19,2	0,69	0,95
DUO	100%PP	0,163	45,4	108	24,4	1,11	0,653
TROPIKO	100%PP	0,159	41,6	98,9	43,7	1,82	0,401

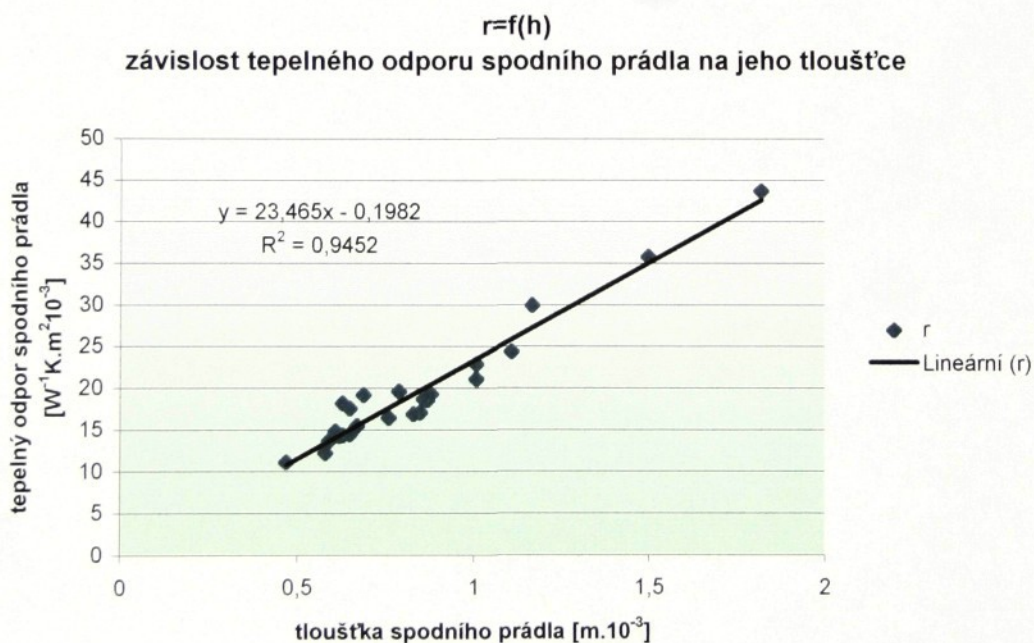
Tab.5



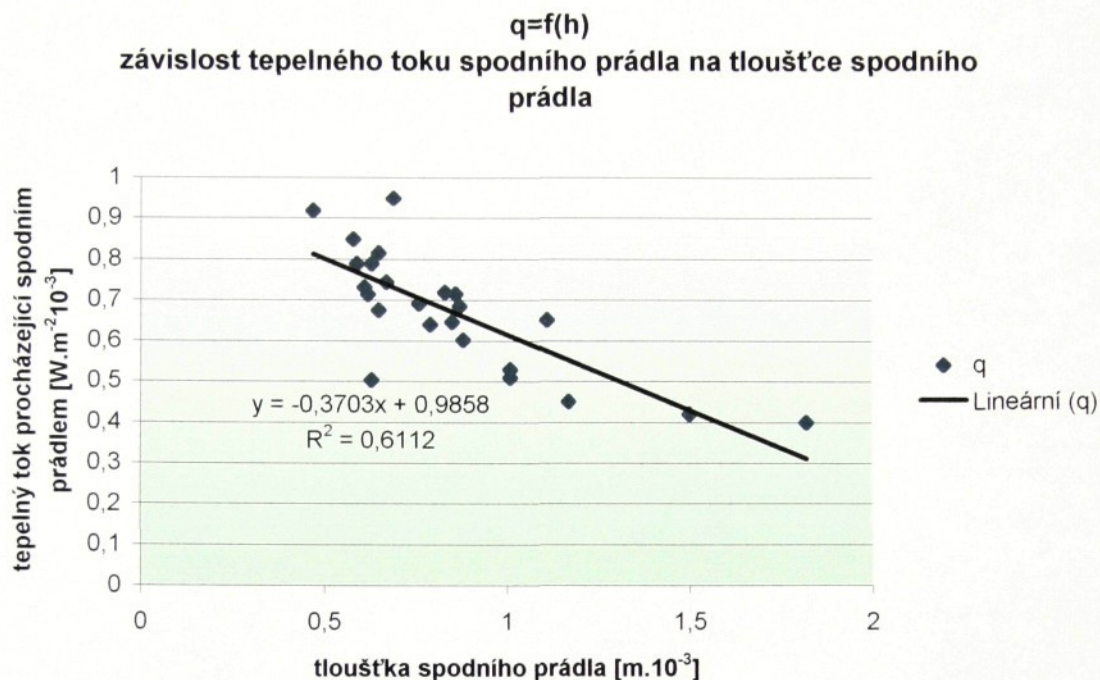
Graf 4

V grafu 4 můžeme sledovat jakým způsobem se mění tepelná jímavost v závislosti na složení a potvrzuje se, že nejteplejší omak mají materiály z PP a PL a nejchladnější omak jeví textilie ze směsí Vi+lycra a Co+lycra. I vzhledem ke skutečnosti, že materiálové složení silně ovlivňuje tepelný omak, nemůže zde být tato závislost popsána, jelikož nebylo k dispozici dostatečné množství složením si podobných textilií.

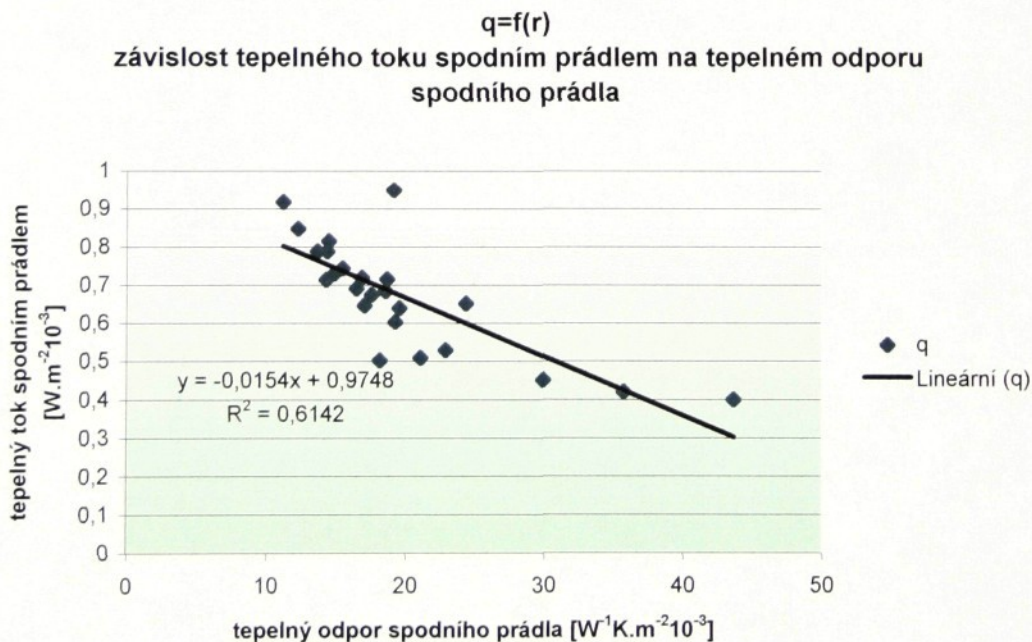
Ze závislosti uvedené v grafu 5 zjišťujeme, že tepelný odpor textilie r je lineárně přímo závislý na tloušťce spodního prádla. Tepelná jímavost b je velmi nezávislá na tloušťce spodního prádla i na tepelném odporu (viz příloha) zatímco $q_{\max}$ – tepelný tok je slabě závislý na tloušťce spodního prádla graf 6 a na tepelném odporu textilie graf 7. V každém případě se potvrzuje tvrzení, že hodnoty tepelné vodivosti se příliš neliší jestliže si oblékáme podobné textilie graf v příloze 1.



graf 5



graf 6



graf 7

CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH MATERIÁLŮ VNĚJŠÍ VRSTVY

	složení	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	$q_{\max}$ [W.m ⁻² 10 ⁻³]
LAMINÁT 1	100%PA	0,12	32,5	200	8,4	0,27	1,12
LAMINÁT 2	100%PA	0,115	30,2	231	6,1	0,18	1,44
LAMINÁT 3	100%PA	0,075	17	206	4,4	0,07	1,29
MEMBRÁNA	100%PU	0,058	24,1	75,7	11	0,27	0,535
„ŠUSTÁK“	100%PL	0,053	16,7	147	4,5	0,07	1,17
PODŠÍVKA	100%PA	0,057	27,6	111	9,8	0,27	0,711

Tab.6

CHARAKTERISTIKA VNĚJŠÍCH VRSTEV (systémů)

	Λ [J.kg ⁻¹ K ⁻¹]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	R [K ⁻¹ m ⁻² 10 ⁻³]	h [mm]	$q_{\max}$ [Wm ⁻² 10 ⁻³]
systém 1	39,2	135	14,2	0,57	0,677
systém 2	38,1	140	12,8	0,49	0,67
systém 3	34,4	124	11,3	0,38	0,677
systém 4	36,1	107	18,3	0,66	0,637
systém 5	33,6	115	11,1	0,37	0,655

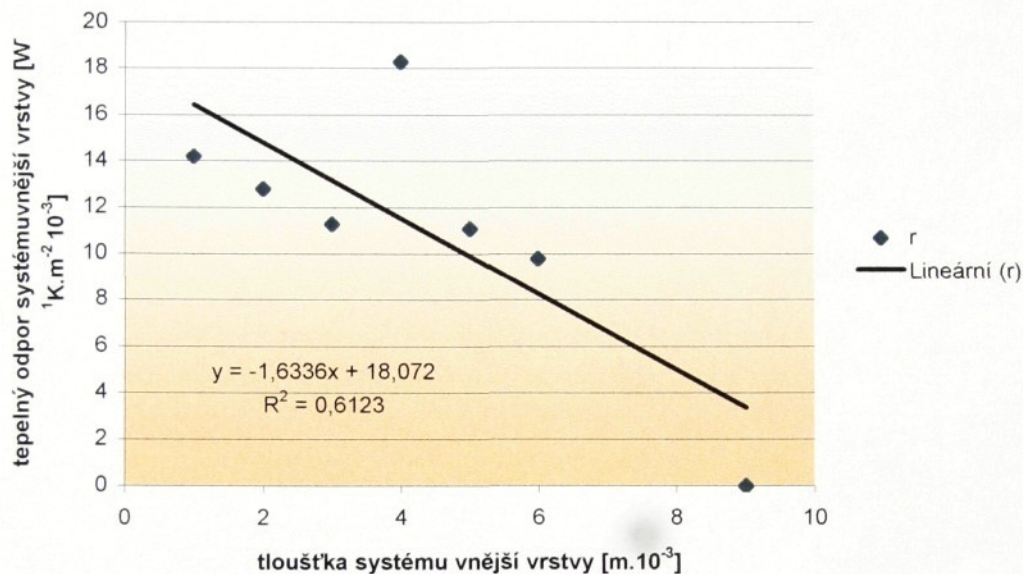
Tab.7

Podle hodnot uvedených v tabulce 7 má nejteplejší omak systém 4, tedy vrchní oděv s volně loženou membránou, naopak chladný omak mají vrchní oděvy s dvouvrstvým laminátem.

Z těchto plyne, že tepelný odpor je částečně závislý na tloušťce graf 8, závislost mezi ostatními parametry nebyla zjištěna.

V příloze 1 jsou uvedeny ostatní grafy závislostí tepelných charakteristik na tloušťce a tepelném odporu.

$r=f(h)$
závislost tepelného odporu systémů vnější vrstvy na tloušťce
systému vnější vrstvy



graf 8

SOUSTAVA: FUNKČNÍ PRÁDLO+ SYSTÉM 1

CoolMax	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ .10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	q _{max} [W.m ⁻² 10 ⁻³]
FC 3030	100%PL	0,180	44	51,9	30,8	1,35	0,206
IC 329	100%PL	0,150	42,4	59,2	28,6	1,21	0,223
JC 309	100%PL	0,120	41,4	59	29,6	1,22	0,211
MOIRA							
ultralight	100%PP	0,145	39,5	42,2	36	1,42	0,172
mono	100%PP	0,136	41,3	41	40,9	1,69	0,153
mikro	100%PP	0,098	40,6	59,1	29,8	1,21	0,206
duo	100%PP	0,163	44,5	55,3	32,6	1,45	0,191
tropiko	100%PP	0,159	41	30,8	48,3	1,98	0,129

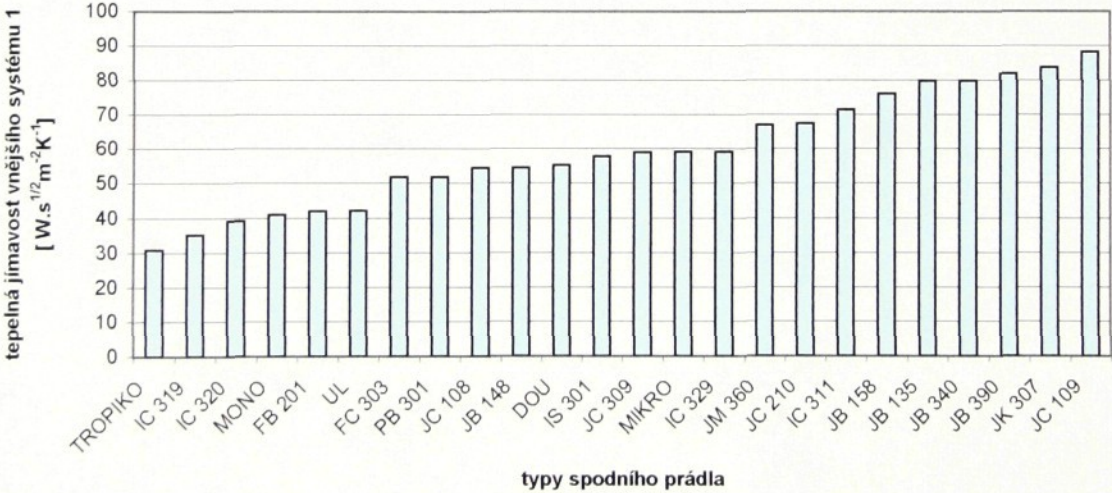
Tab.8

SOUSTAVA : BĚŽNÉ SPODNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 1

	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	q _{max} [W.m ⁻² 10 ⁻³]
IC 311	100%VI	0,149	46,4	71,6	22,6	1,05	0,283
JK 307	55%CO,45%VI	0,160	48,1	83,7	22,9	1,1	0,257
JB 390	100%CO	0,185	49,3	81,9	23,6	1,16	0,283
JB 340	100%CO	0,150	48,6	79,9	23,5	1,14	0,287
PB 301	100%CO	0,197	52,2	51,9	27,4	1,43	0,226
JC 210	95%VI,5%lycra	0,210	46,6	67,5	24,9	1,16	0,257
JC 109	90%VI,10%lycra	0,205	49,2	88,2	22,8	1,12	0,289
JM 360	85%CO,15%VI	0,180	46,9	67,1	25,7	1,2	0,255
JB 135	95%CO,5%lycra	0,200	48,4	79,9	25,4	1,23	0,266
JC 108	90%VI,10%lycra	0,270	51,8	54,5	25,7	1,33	0,236
JB 148	90%CO,10%lycra	0,240	51,8	54,5	26,4	1,37	0,233
IC 320	100%VI	0,205	48,2	39,2	29,4	1,41	0,211
JB 158	90%CO10%lycra	0,158	55,3	76,1	23,5	1,3	0,256
IS 301	65%CO,35%PL	0,150	45,9	57,8	30,5	1,4	0,21
IC 319	100%PC	0,319	45,8	35,1	32,8	1,5	0,185
FB 201	96%CO,4%lycra	0,260	55,6	42,1	27,6	1,54	0,219

Tab. 9

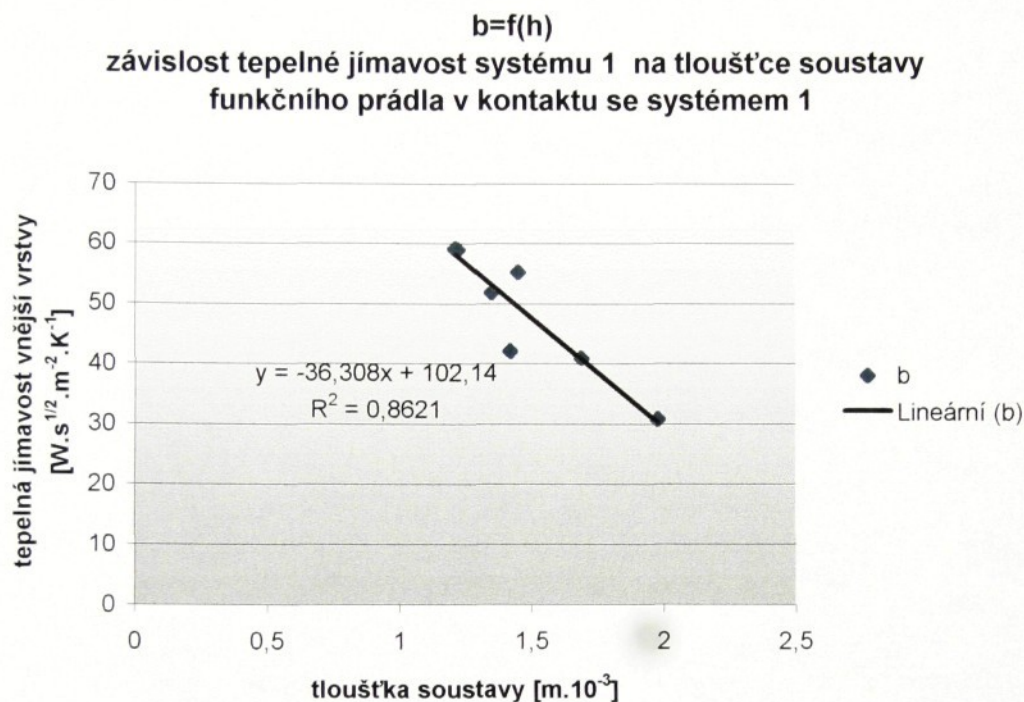
tepelná jímavost soustavy spodního prádla a vnějšího systému 1



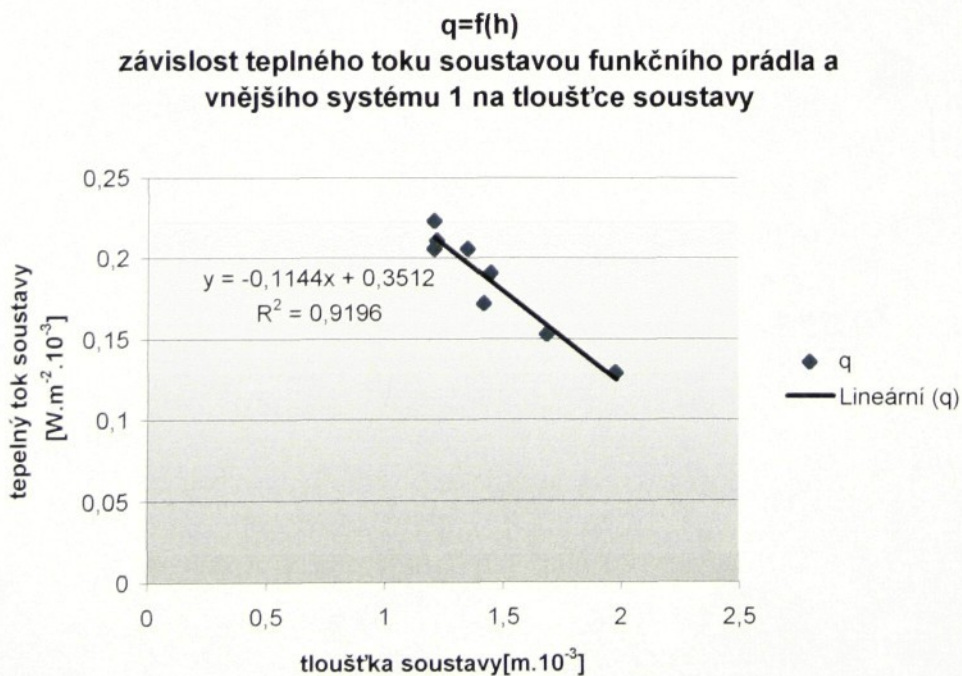
graf 9

Z grafu 9 je zjištěno, že nejteplejší omak spodního prádla se systémem 1 vykazuje materiál tropiko(100%PP) = 30,8 W.s^{1/2}m⁻²K⁻¹ a naopak nejchladnější omak materiál JC 109 (90%Vi10%lycra) = 88,2 W.s^{1/2}m⁻²K⁻¹.

Závislosti soustavy funkčního prádla a systému 1

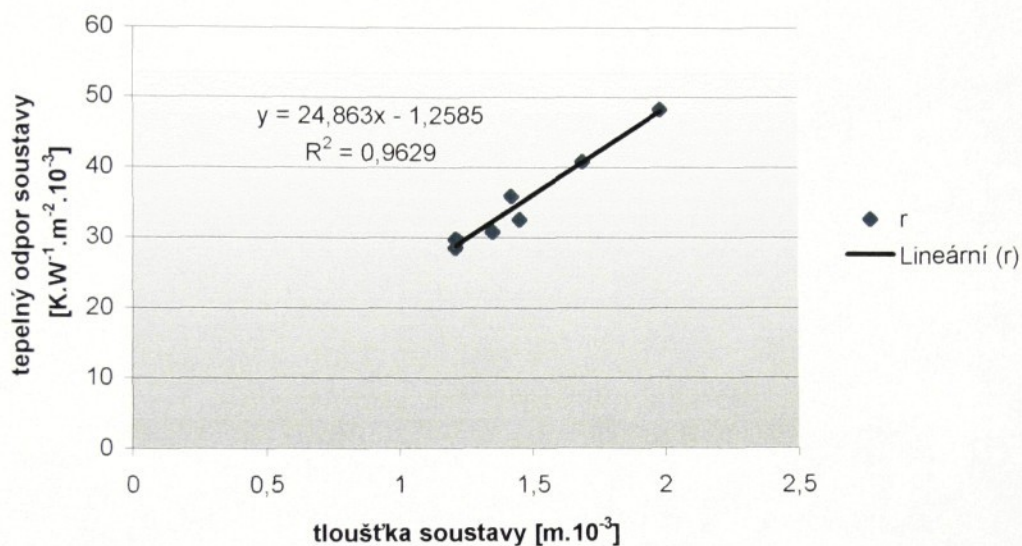


graf 10



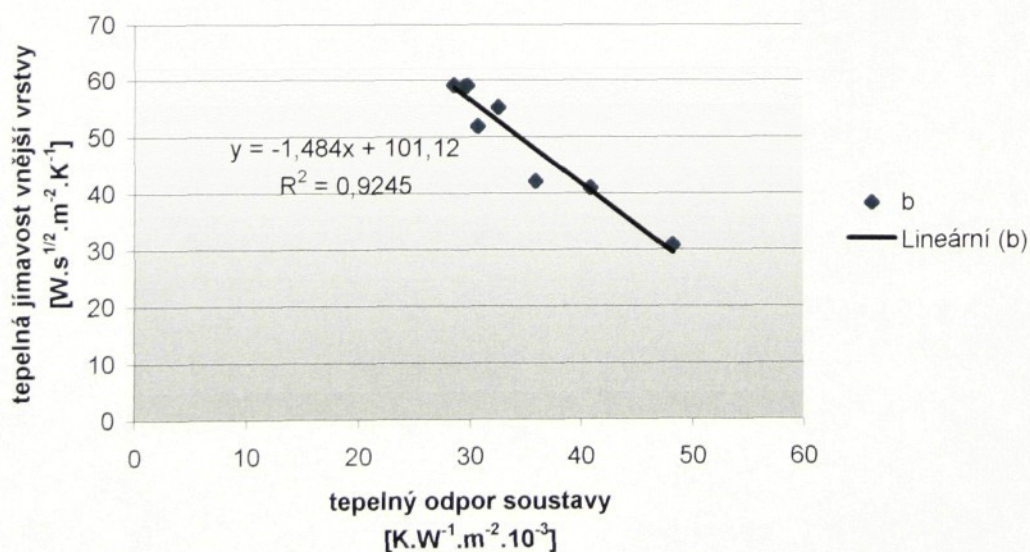
graf 11

$r=f(h)$
závislost tepelného odporu soustavy funkčního prádla a
vnějšího systému 1

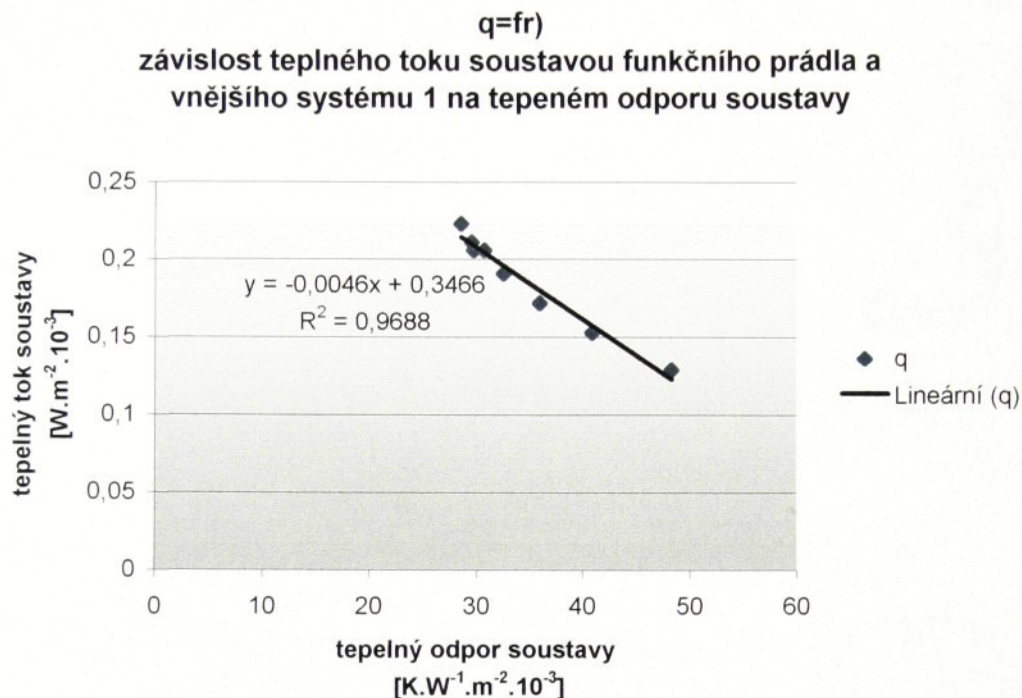


graf 12

$b=f(r)$
závislost tepelné jímavosti vnější vrstvy na tepelném
odporu soustavy funkčního prádla s vnějším systémem 1

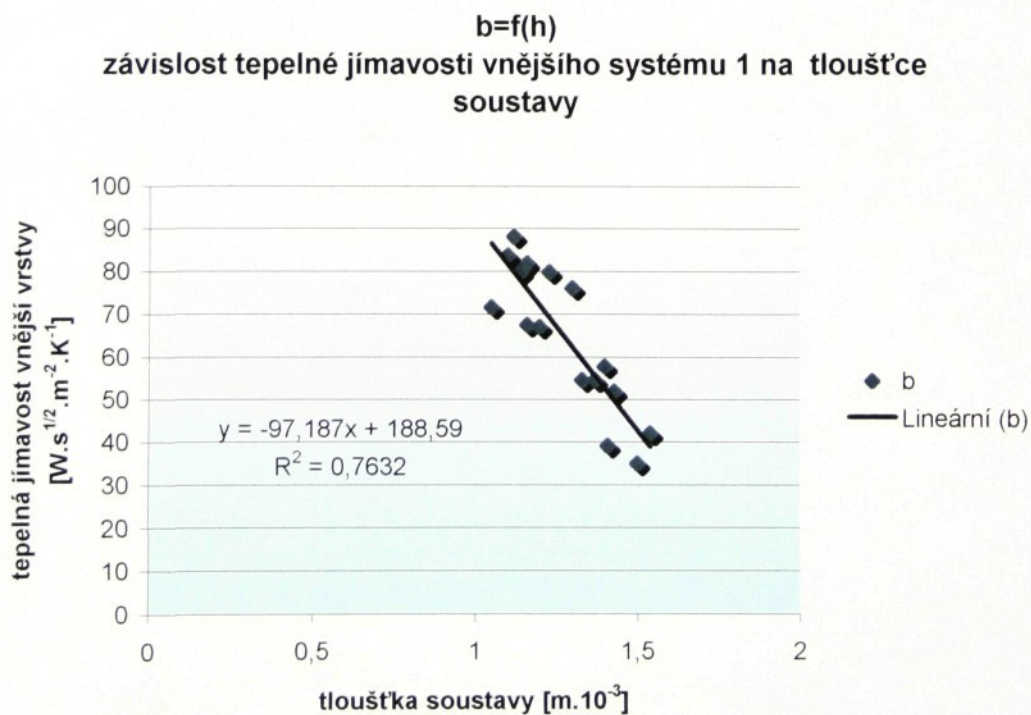


graf 13

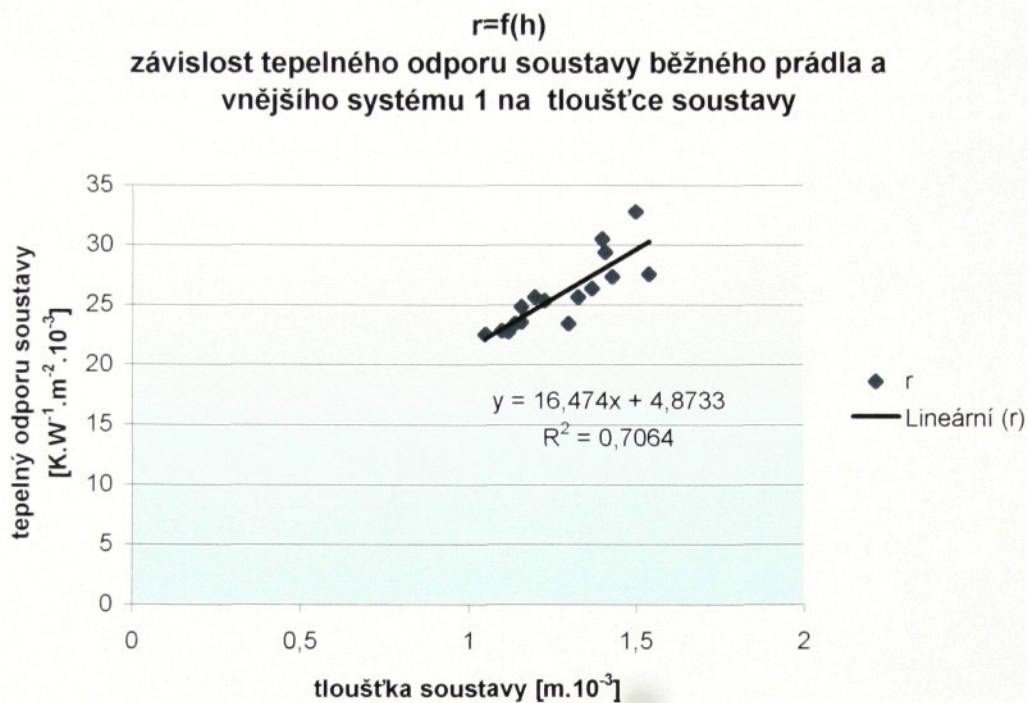


graf 14

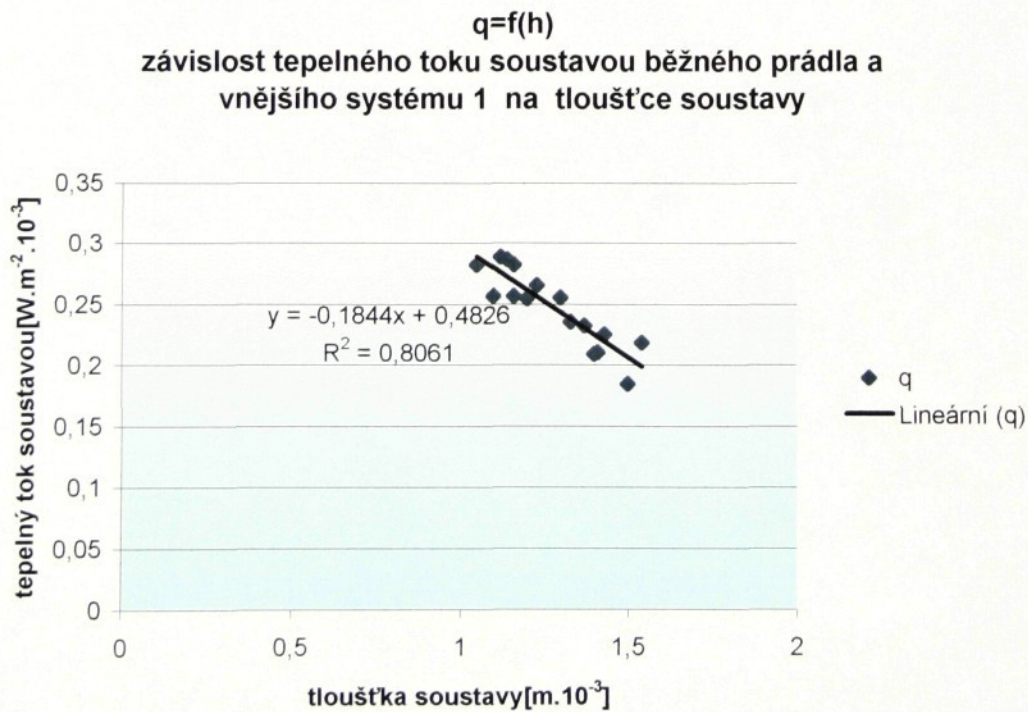
Závislosti soustavy běžného prádla a systému 1



graf 15

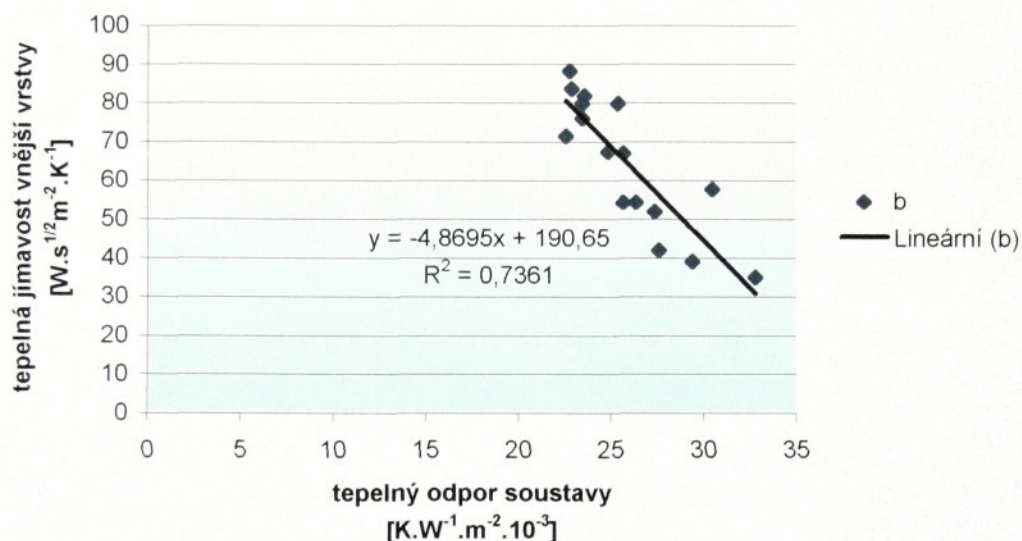


graf 16



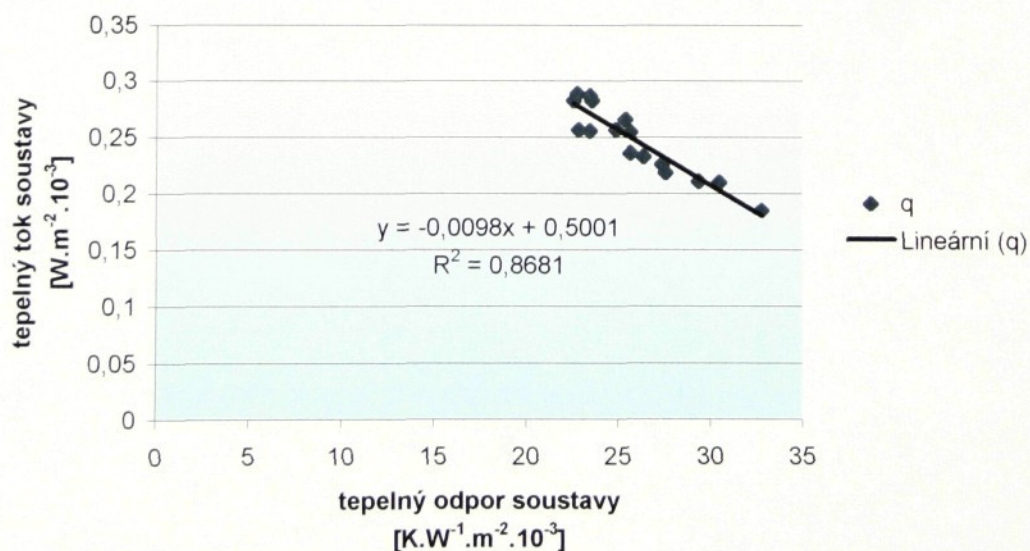
graf 17

$b=f(r)$
**závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 1 na
 tepelném odporu soustavy**



graf 18

$q=f(r)$
**závislost tepelného toku soustavou běžného prádla a
 vnějšího systému 1 na tepelném odporu soustavy**



graf 19

SOUSTAVA: FUNKČNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 2

CoolMax	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	q_{max} [W.m ⁻² 10 ⁻³]
FC 3030	100%PL	0,180	44	51,9	28,8	1,27	0,208
IC 329	100%PL	0,150	42,3	55,6	27,7	1,17	0,223
JC 309	100%PL	0,120	40,6	52,2	28,1	1,14	0,22
MOIRA							
ultralight	100%PP	1,450	39,3	30,1	37,6	1,48	0,164
mono	100%PP	1,360	41	27	38,1	1,56	0,165
mikro	100%PP	0,980	40,9	50,1	28,1	1,15	0,219
duo	100%PP	1,630	43,6	35,6	31,8	1,39	0,191
tropiko	100%PP	1,590	41,7	19,9	48,2	2,01	0,127

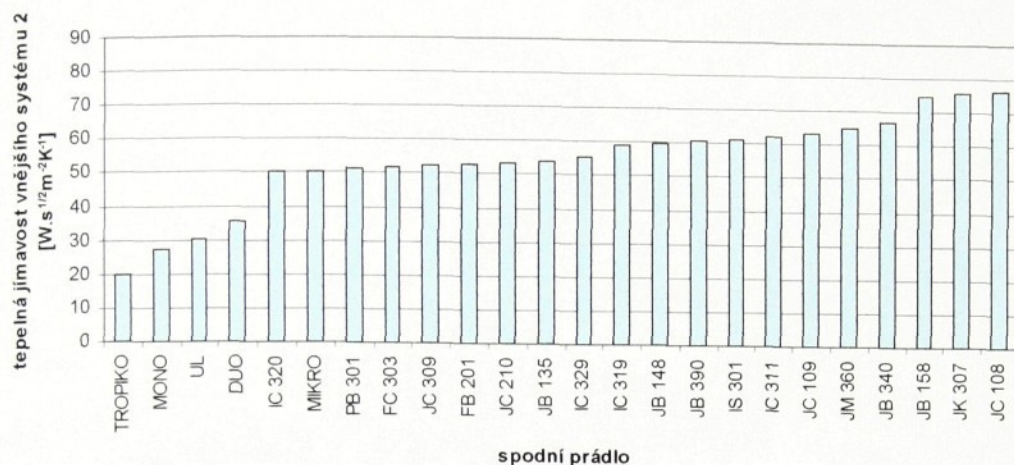
Tab.10

SOUSTAVA : BĚŽNÉ PRÁDLO + SYSTÉM 2

	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	q_{max} [W.m ⁻² 10 ⁻³]
IC 311	100%VI	0,149	45,7	62,4	21	0,96	0,3
JK 307	55%CO,45%VI	0,160	49,1	75,9	20,5	1,01	0,304
JB 390	100%CO	0,185	49,9	60,9	21,5	1,07	0,283
JB 340	100%CO	0,150	48,4	66,8	22,1	1,07	0,289
PB 301	100%CO	0,197	53,3	51,4	25	1,33	0,244
JC 210	95%VI,5%lycra	0,210	48,6	53,5	22,3	1,08	0,273
JC 109	90%VI,10%lycra	0,205	47,1	63,3	22,7	1,07	0,274
JM 360	85%CO,15%VI	0,180	49,5	64,9	22,4	1,11	0,278
JB 135	95%CO,5%lycra	0,200	50,1	54	22,8	1,14	0,272
JC 108	90%VI,10%lycra	0,270	53,7	76,3	22,8	1,22	0,279
JB 148	90%CO,10%lycra	0,240	53,6	59,4	22,4	1,2	0,271
IC 320	100%VI	0,205	55,3	50	23	1,24	0,25
JB 158	90%CO10%lycra	0,158	54,9	74,8	22,3	1,22	0,28
IS 301	65%CO,35%PL	0,150	48,7	61,3	26	1,27	0,24
IC 319	100%PC	0,319	45,4	59	28,1	1,46	0,19
FB 201	96%CO,4%lycra	0,260	53,6	53	25,6	1,37	0,237

Tab.11

tepelná jímavost soustavy spodního prádla a systému 2

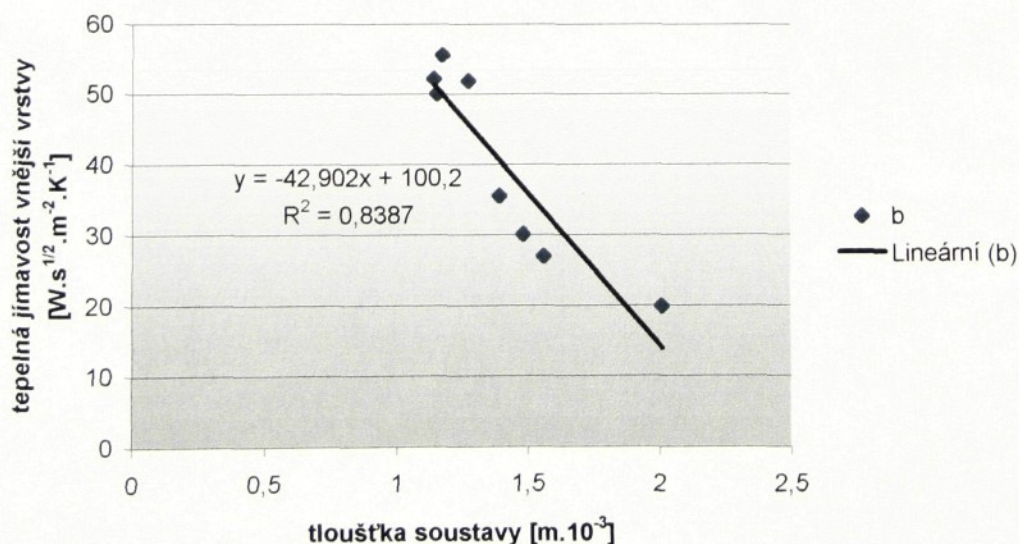


graf 20

V soustavě spodního prádla se systémem 2 viz graf 20, byl nejteplejší omak naměřen u materiálu tropiko (100%PP) = $19,9 \text{ W.s}^{1/2}\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$ a nejchladnější omak u materiálu JC 108 (90%Vi10%lycra) = $76,3 \text{ W.s}^{1/2}\text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$.

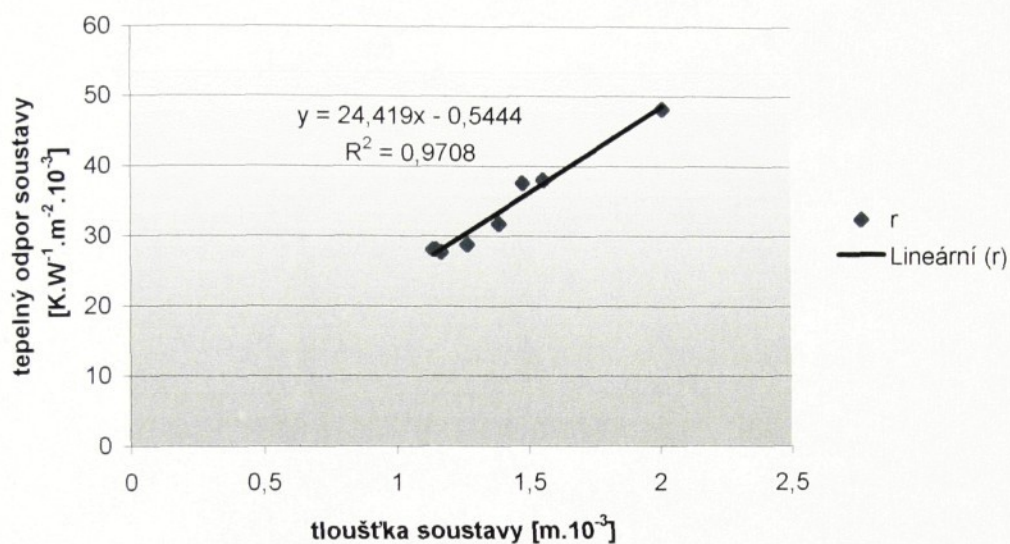
Závislosti soustavy funkčního prádla a systému 2

$b=f(h)$
závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 2 na tloušťce soustavy



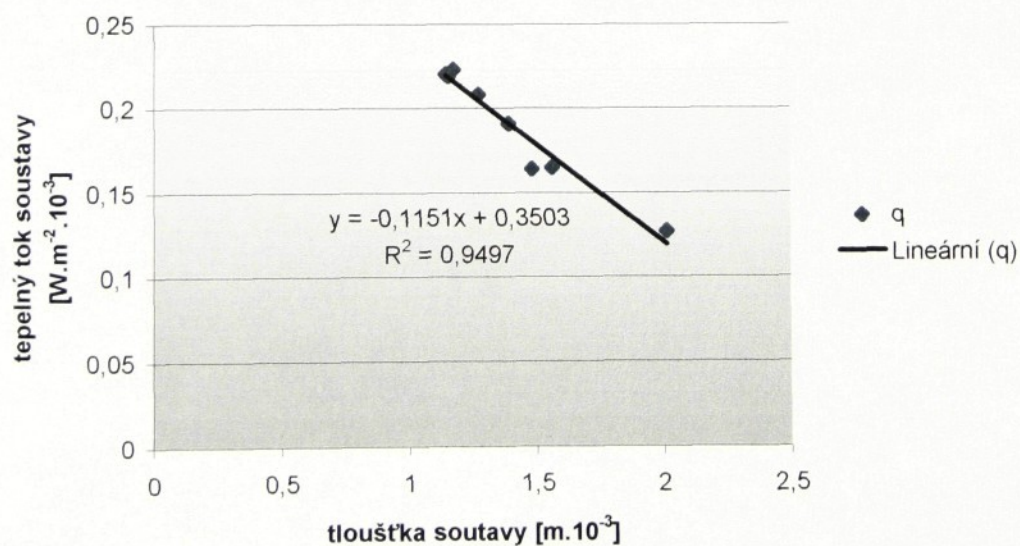
graf 21

$r=f(h)$
závislost tepelného odporu soustavy funkčního prádla a
vnějšího systému 2 na tloušťce soustavy



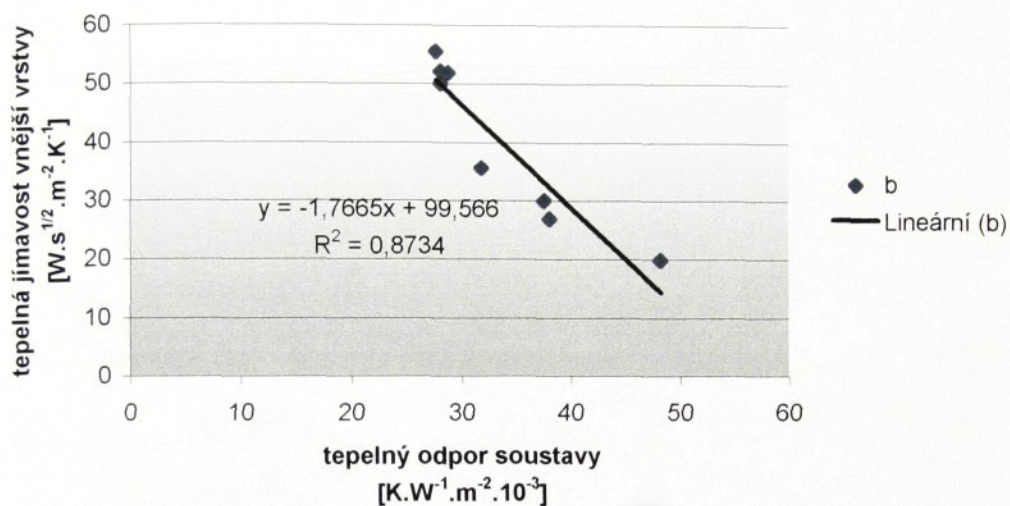
graf 22

$q=f(h)$
závislost tepelného toku soustavou funkčního prádla a
vnějšího systému 2 na tloušťce soustavy



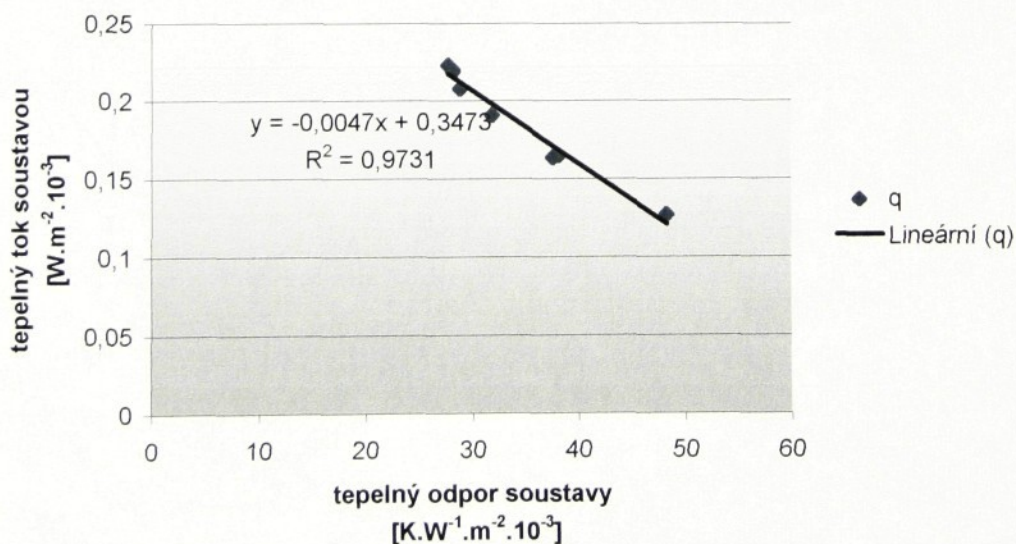
graf 23

$b=f(r)$
závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 2 na tepelném odporu soustavy



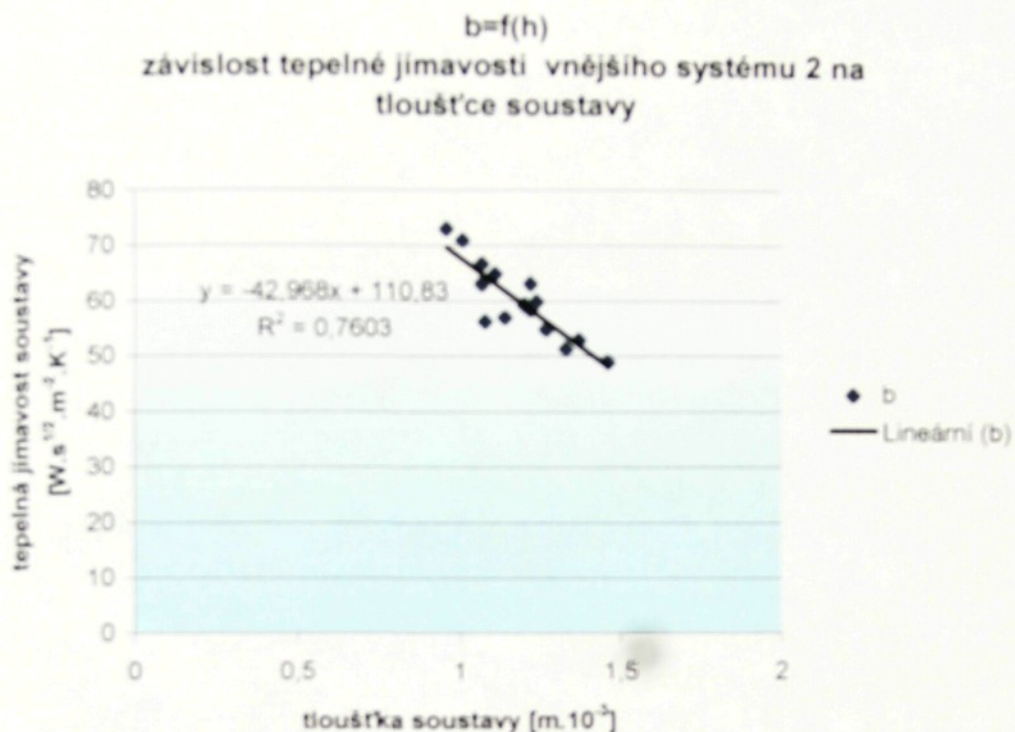
graf 24

$q=f(r)$
závislost tepelného toku soustavou funkčního prádla a vnějšího systému 2 na tepelném odporu soustavy

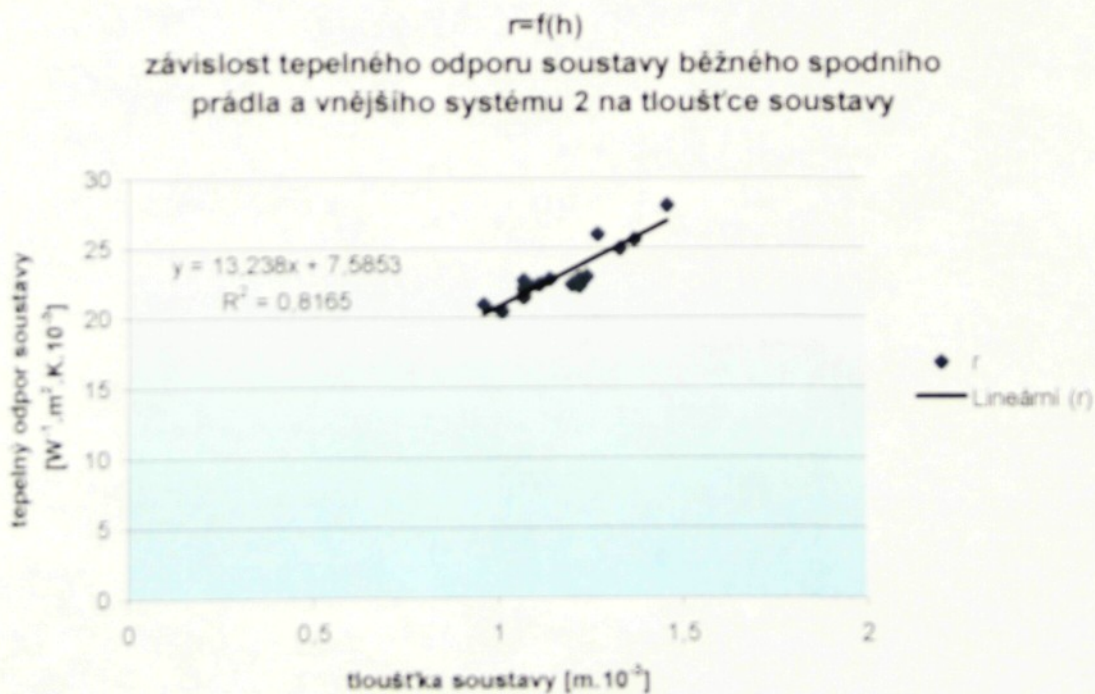


graf 25

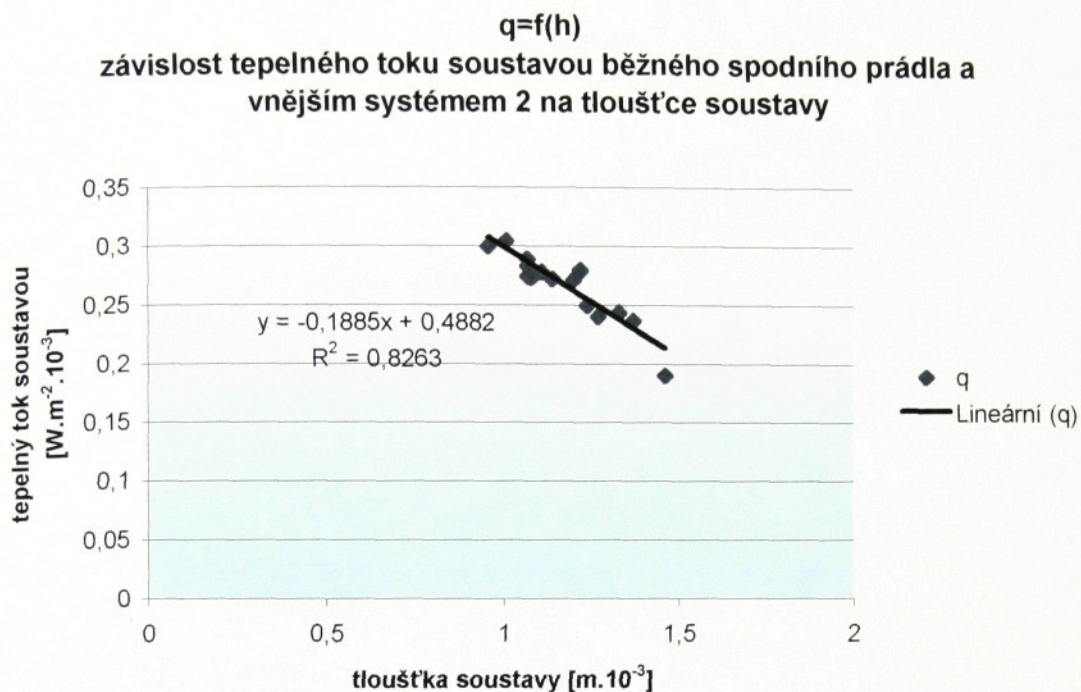
Závislosti soustavy běžného prádla a systému 2



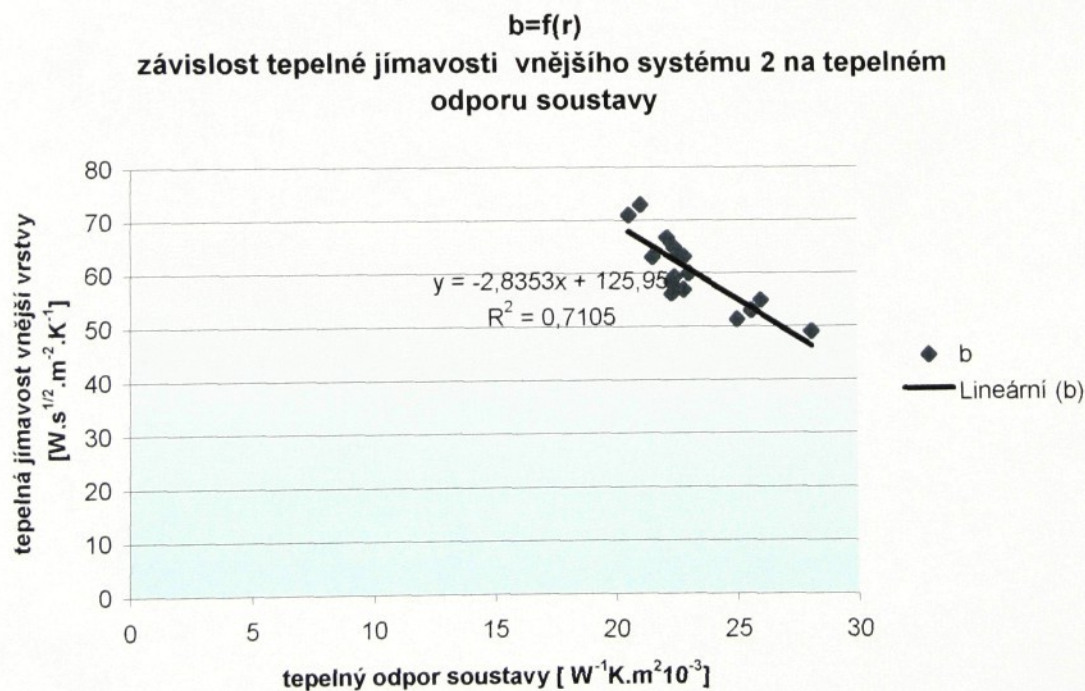
graf 26



graf 27

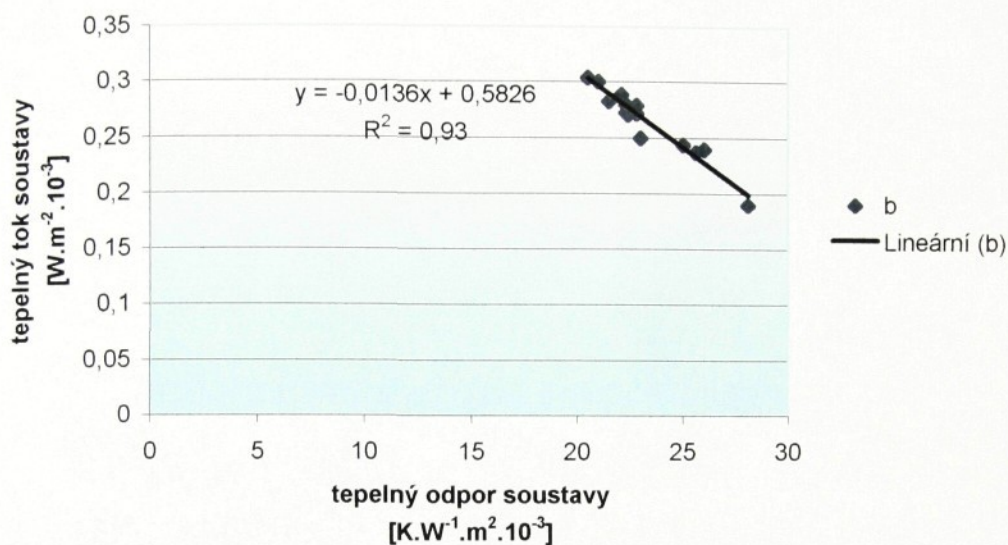


graf 28



graf 29

$q=f(r)$
závislost tepelného toku soustavou běžného spodního
prádla a vnějšího systému 2



graf 30

SOUSTAVA : FUNKČNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 3

CoolMax	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ .10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	$q_{\max}$ [W.m ⁻² 10 ⁻³]
FC 3030	100%PL	0,180	42,5	17,3	25,7	1,1	0,231
IC 329	100%PL	0,150	41,4	18,6	25	1,03	0,24
JC 309	100%PL	0,120	39,7	18,1	26,4	1,05	0,228
MOIRA							
ultralight	100%PP	1,450	40,1	16,8	28,5	1,31	0,186
mono	100%PP	1,360	41,4	12,3	35,3	1,54	0,165
mikro	100%PP	0,980	40	15,9	25,2	1,01	0,239
duo	100%PP	1,630	44,2	11,2	28,6	1,27	0,209
tropiko	100%PP	1,590	42,5	10,2	41,8	1,89	0,141

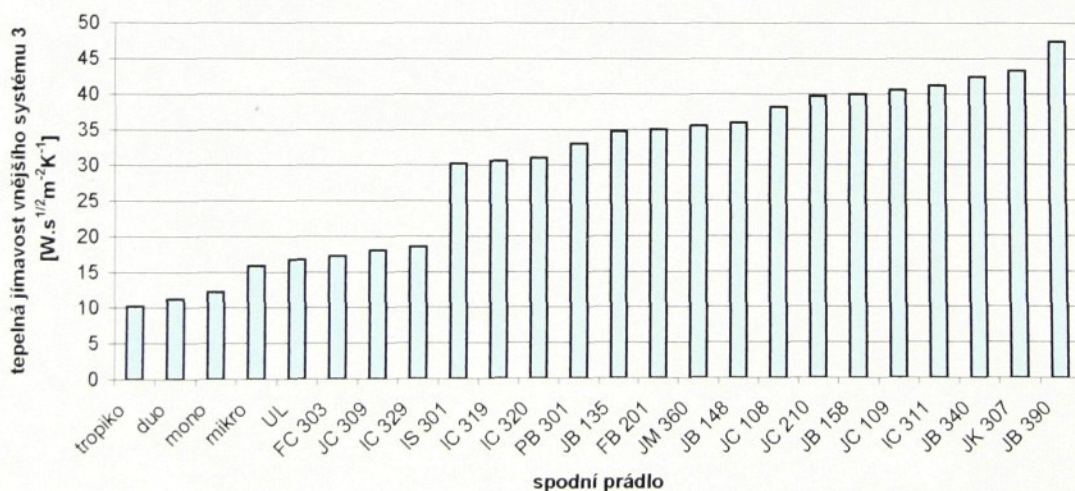
Tab.12

SOUSTAVA : BĚŽNÉ SPODNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 3

	složení	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} .m ⁻² .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ .K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	q_{max} [W.m ⁻² 10 ⁻³]
IC 311	100%VI	0,149	44	41,2	19,1	0,86	0,306
JK 307	55%CO,45%VI	0,160	48	43,3	18,1	0,87	0,329
JB 390	100%CO	0,185	50	47,4	18,8	0,94	0,334
JB 340	100%CO	0,150	48,2	42,4	19,6	0,95	0,302
PB 301	100%CO	0,197	52,5	33	23,3	1,22	0,258
JC 210	95%VI,5%lycra	0,210	46,1	39,7	19,8	0,91	0,302
JC 109	90%VI,10%lycra	0,205	47,3	40,6	19,4	0,92	0,336
JM 360	85%CO,15%VI	0,180	46,8	35,6	21,1	0,99	0,285
JB 135	95%CO,5%lycra	0,200	49,8	34,8	20,2	1,01	0,3
JC 108	90%VI,10%lycra	0,270	52,8	38,2	21,4	1,13	0,282
JB 148	90%CO,10%lycra	0,240	53,3	36	19,9	1,06	0,296
IC 320	100%VI	0,205	45,1	31	26,4	1,19	0,23
JB 158	90%CO10%lycra	0,158	57,5	40	20,2	1,1	0,295
IS 301	65%CO,35%PL	0,150	46,1	30,2	25,9	1,16	0,24
IC 319	100%PC	0,319	45,7	30,6	28,1	1,29	0,213
FB 201	96%CO,4%lycra	0,260	55,5	35,1	23,4	1,3	0,257

Tab. 13

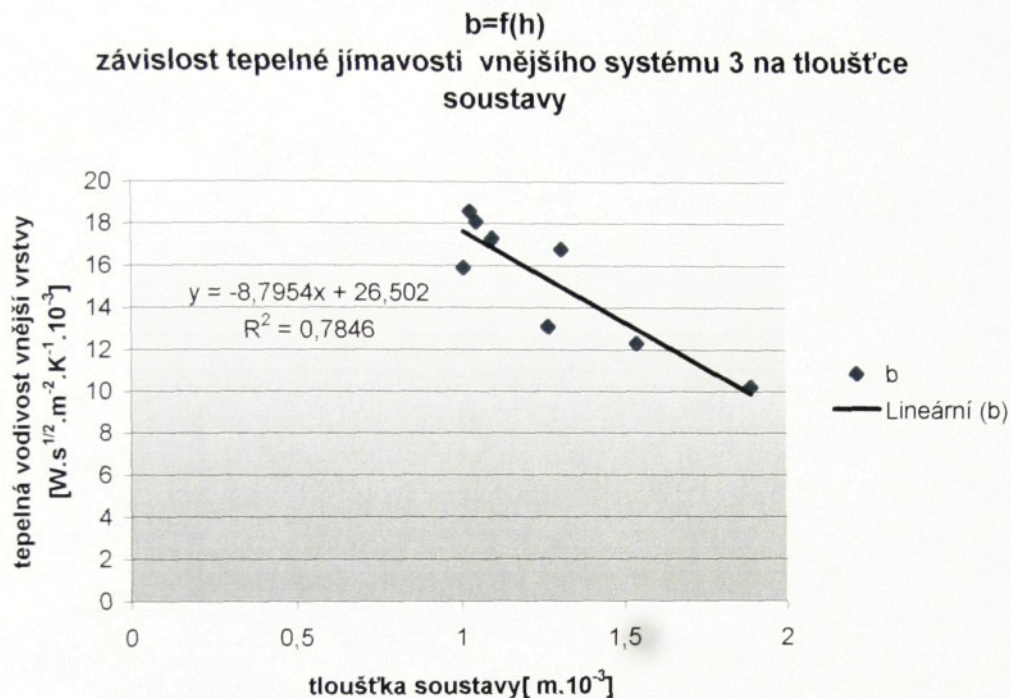
tepelná jímavost soustavy spodního prádla a systému 3



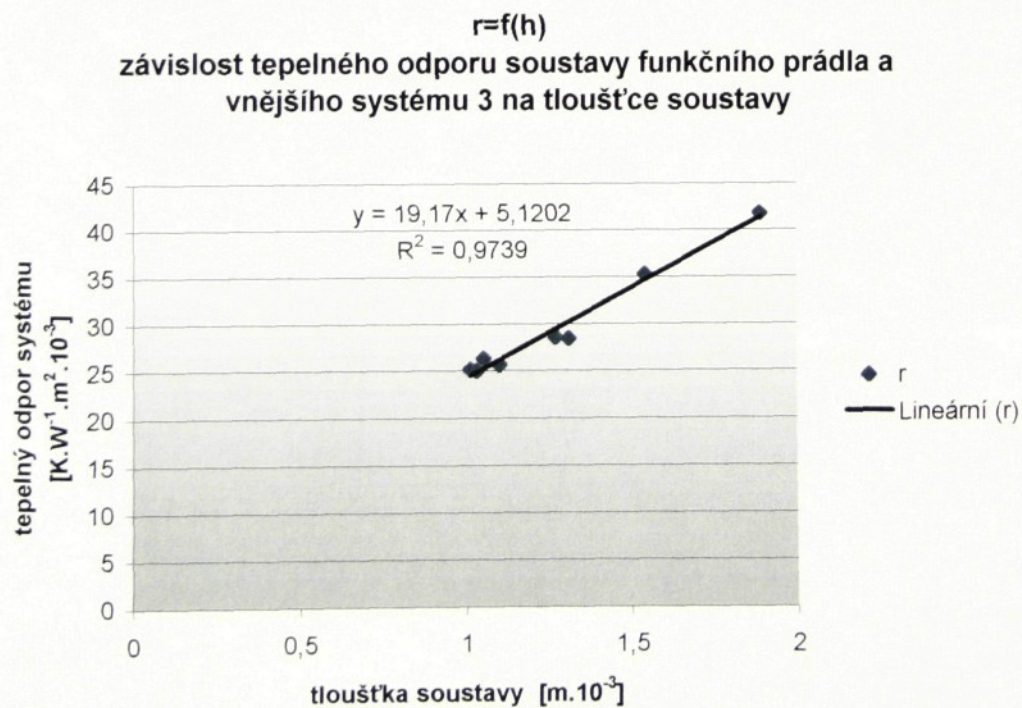
graf 31

U soustavy spodního prádla se systémem 3 bylo opět naměřeno, že nejteplejší omak má materiál tropiko (100% PP) = 10,2 W.s^{1/2}.m⁻².K⁻¹ a nejchladnější omak materiál JB 390 (100%Co) = 47,4 W.s^{1/2}.m⁻².K⁻¹.

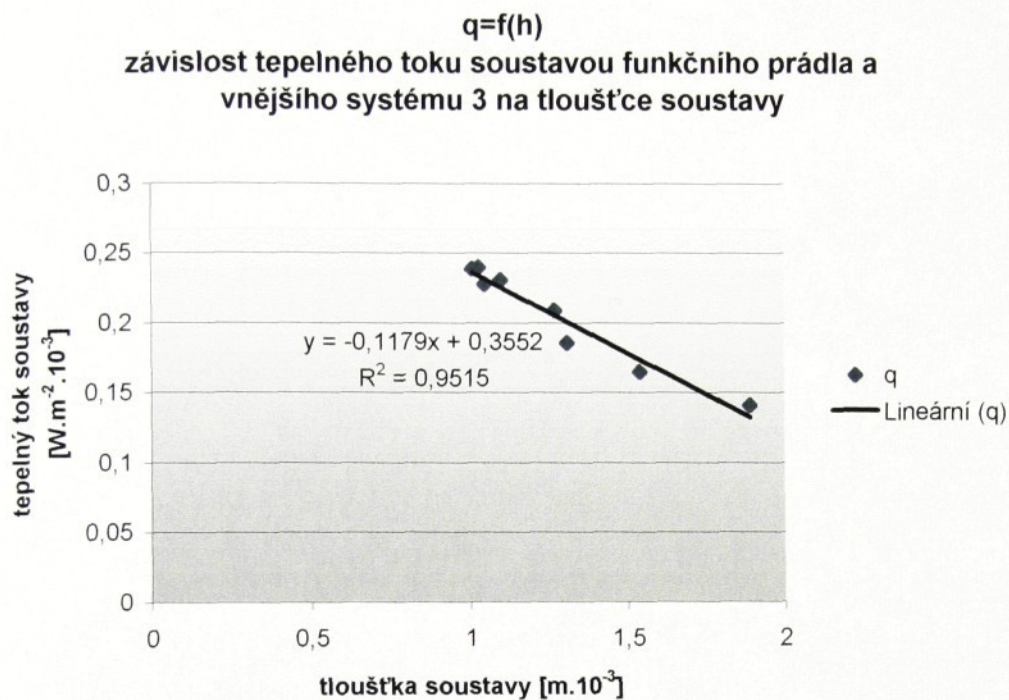
Závislosti soustavy funkčního prádla se systémem 3



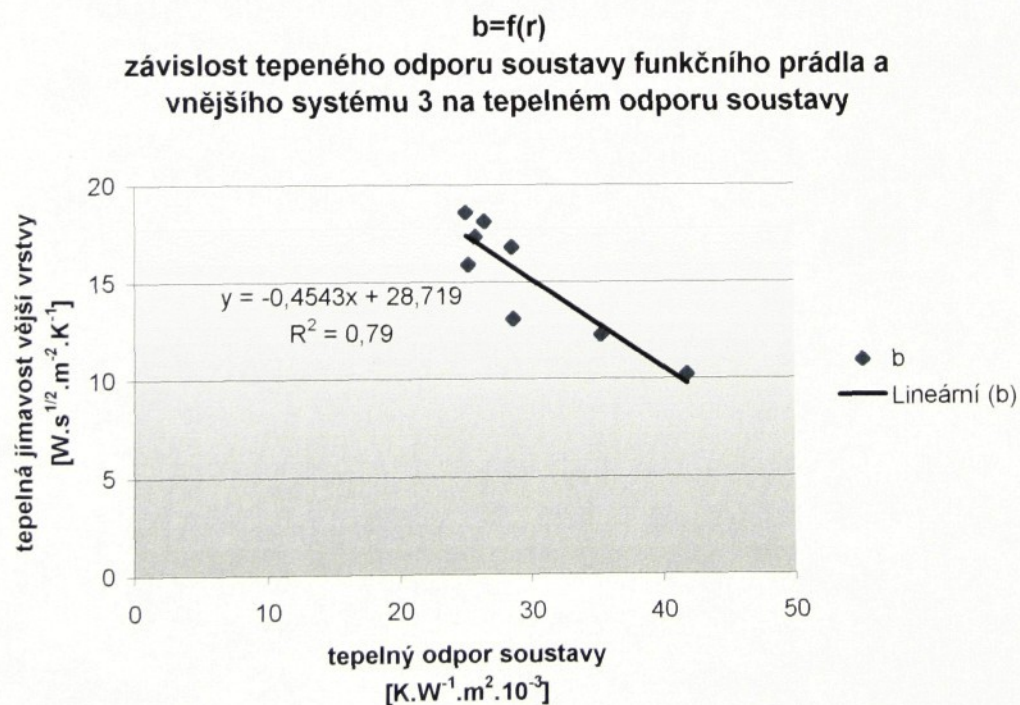
graf 32



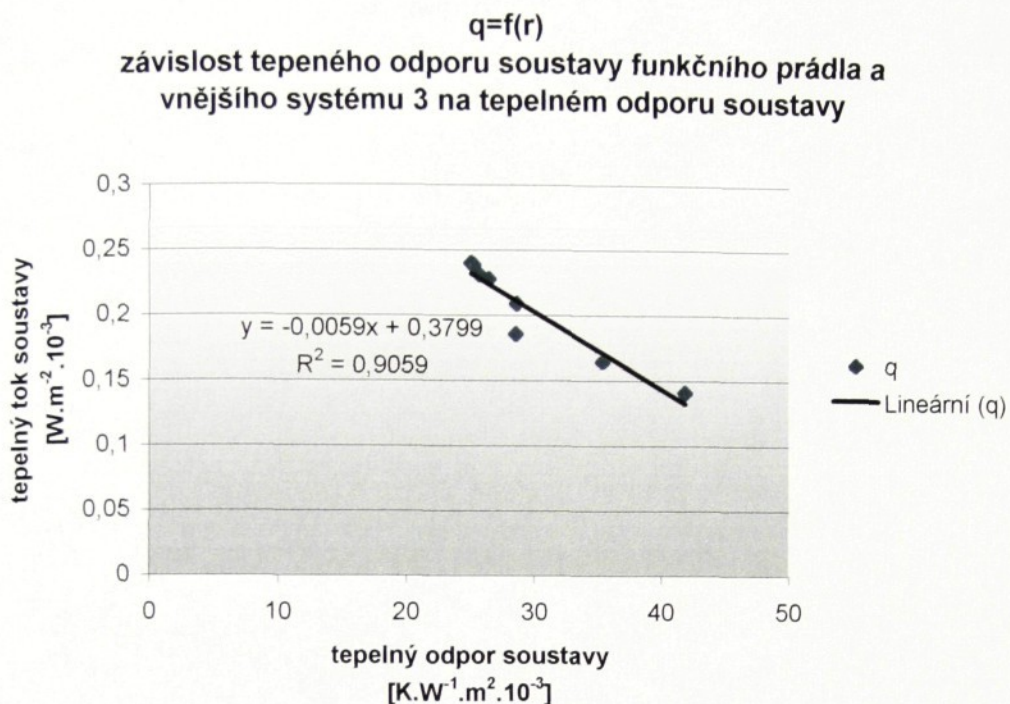
graf 33



graf 34

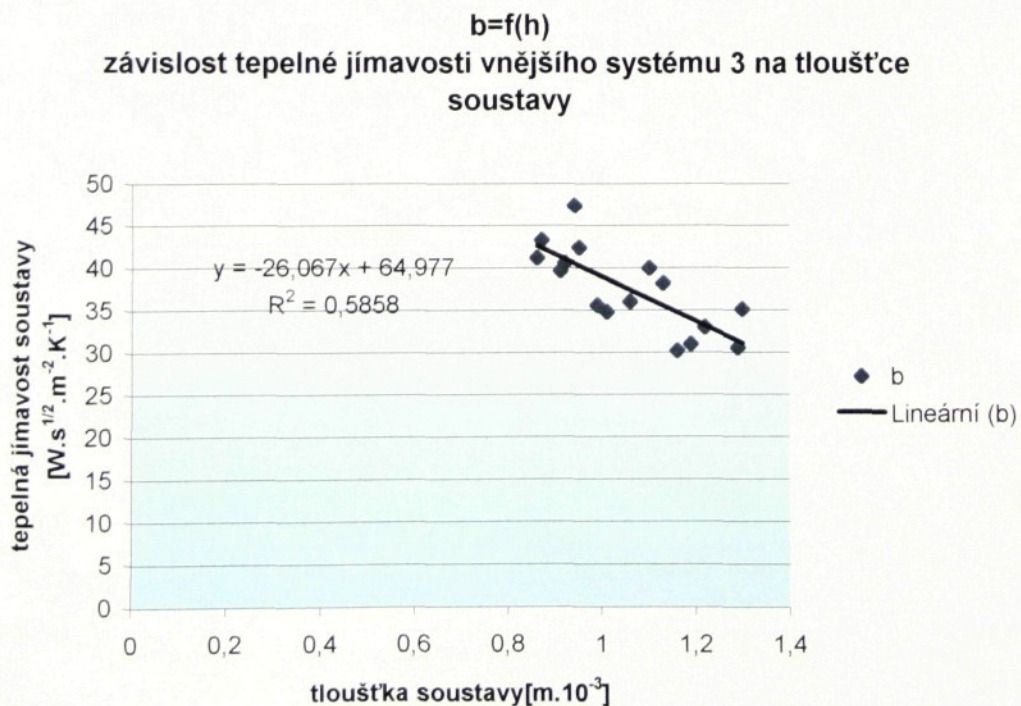


graf 35

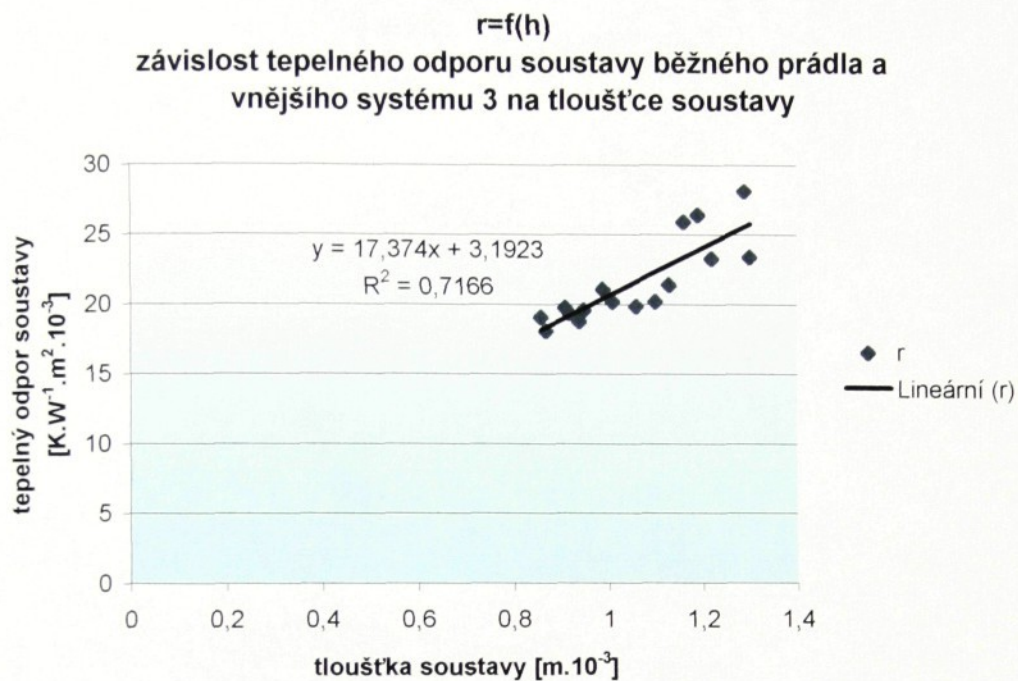


graf 36

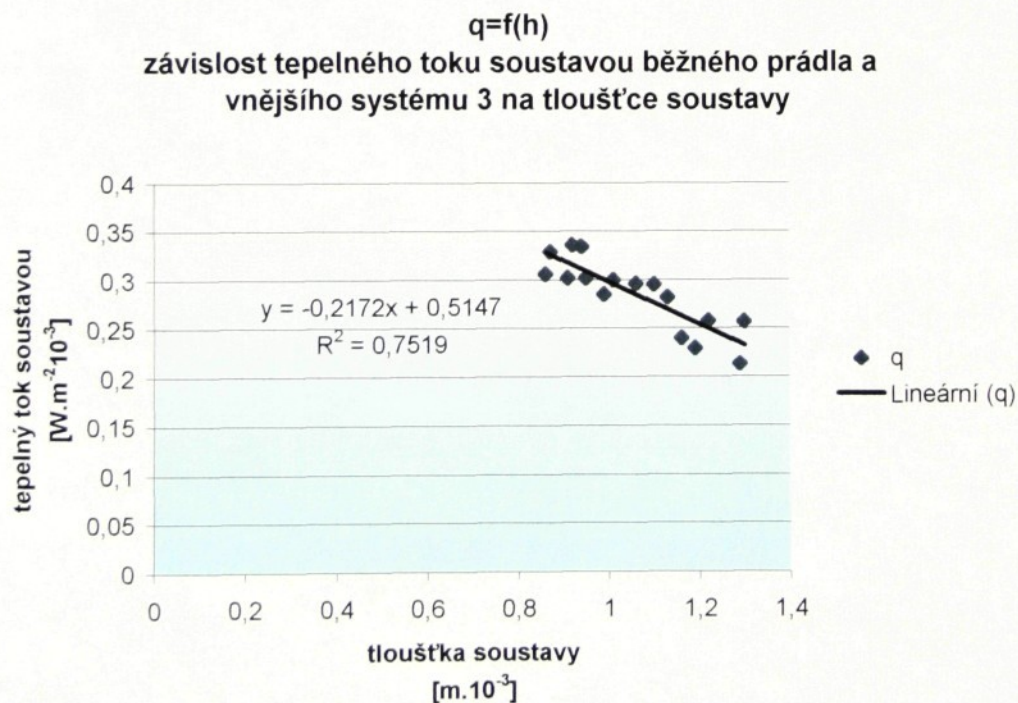
Závislosti soustavy běžného prádla a systému 3



graf 37

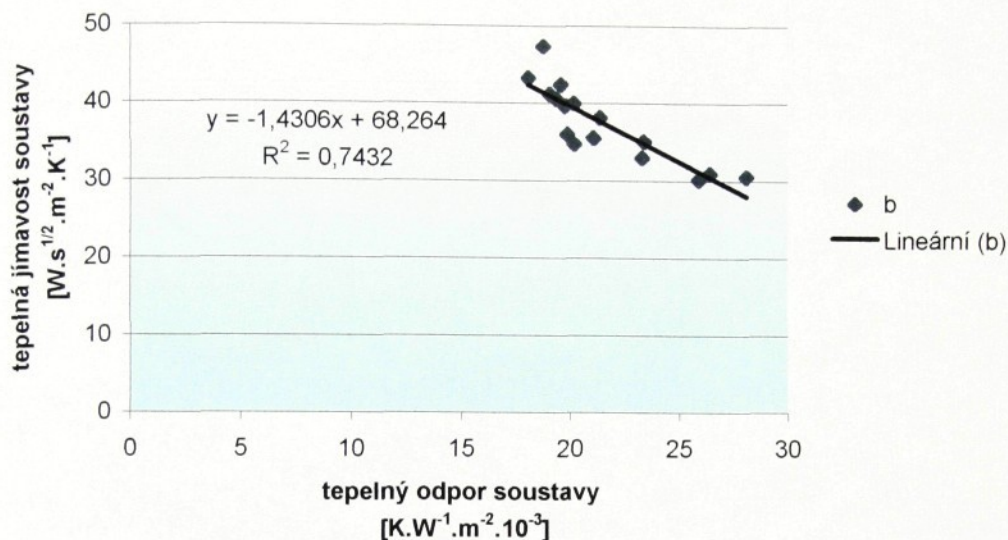


graf 38



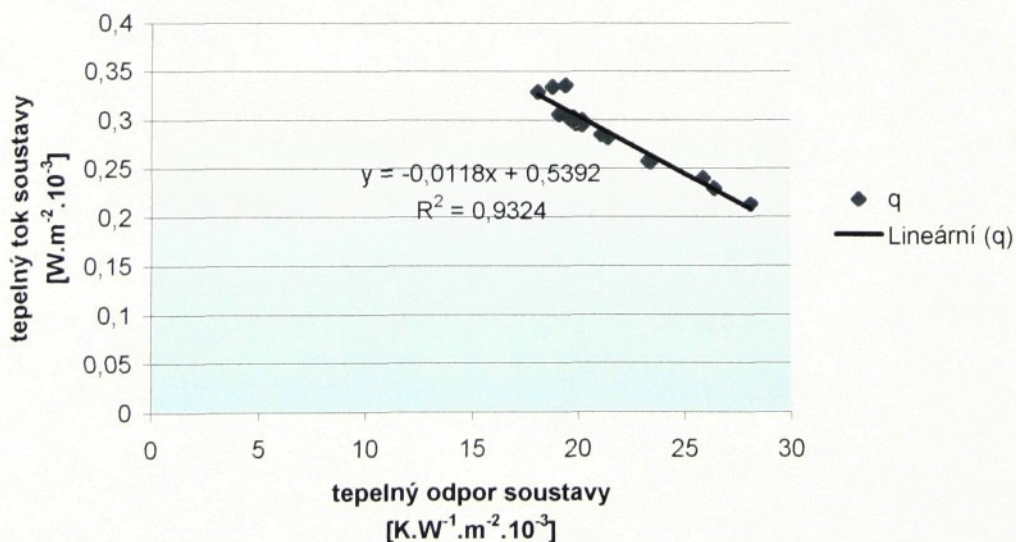
graf 39

b=f(r)
závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 3 na tepelném odporu soustavy



graf 40

q=f(r)
závislost tepelného odporu soustavy běžného prádla a vnějšího systému 3 na tepelném odporu soustavy



graf 41

SOUSTAVA: FUNKČNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 4

CoolMax	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	$q_{\max}$ [W.m ⁻² 10 ⁻³]
FC 3030	100%PES	0,180	41,7	50,7	33	1,37	0,204
IC 329	100%PES	0,150	40,1	53,7	32,4	1,3	0,215
JC 309	100%PES	0,120	38,6	55,9	34,3	1,33	0,194
MOIRA							
ultralight	100%PP	1,450	39,4	35,3	42	1,65	0,147
Mono	100%PP	1,360	40,8	31,5	44,7	1,82	0,137
mikro	100%PP	0,980	40,1	51,2	32,4	1,3	0,2
Duo	100%PP	1,630	43,2	40,6	37,2	1,61	0,165
Tropiko	100%PP	1,590	41,5	30,7	53,1	2,2	0,116

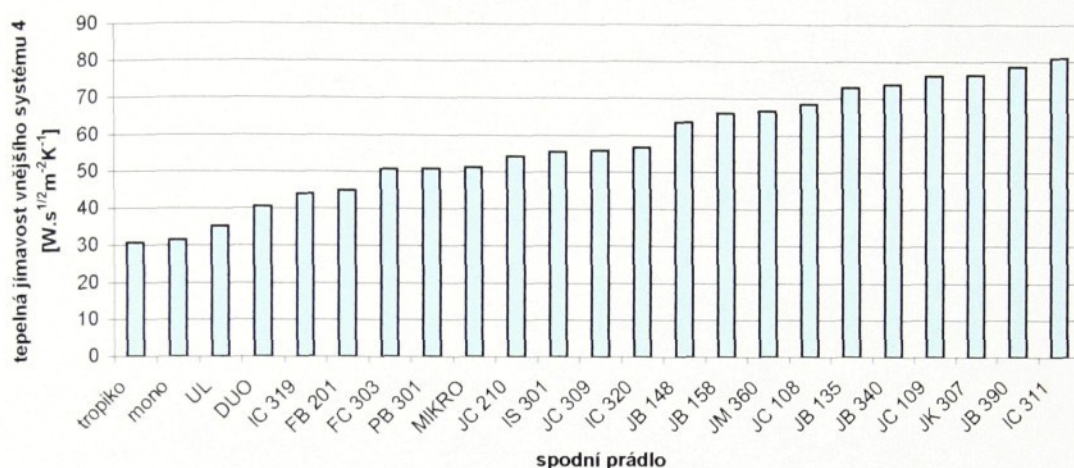
Tab.14

SOUSTAVA : BĚŽNÉ SPODNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 4

	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	$q_{\max}$ [W.m ⁻² 10 ⁻³]
IC 311	100%VI	0,149	42,9	81	26,6	1,14	0,263
JK 307	55%CO,45%VI	0,160	45,5	76,5	26	1,18	0,288
JB 390	100%CO	0,185	46,1	78,6	26,9	1,24	0,287
JB 340	100%CO	0,150	45,7	73,9	26,8	1,22	0,284
PB 301	100%CO	0,197	49,3	50,8	30,2	1,49	0,221
JC 210	95%VI,5%lycra	0,210	43,7	54,2	28,7	1,25	0,28
JC 109	90%VI,10%lycra	0,205	45,2	76,2	26,8	1,21	0,277
JM 360	85%CO,15%VI	0,180	44,6	66,6	28,7	1,28	0,252
JB 135	95%CO,5%lycra	0,200	46,4	73,1	28,6	1,33	0,267
JC 108	90%VI,10%lycra	0,270	48,5	68,5	28,6	1,39	0,251
JB 148	90%CO,10%lycra	0,240	49,6	63,7	27,4	1,36	0,244
IC 320	100%VI	0,205	44,6	56,7	33,2	1,48	0,225
JB 158	90%CO10%lycra	0,158	50,5	66,1	28,1	1,42	0,248
IS 301	65%CO,35%PL	0,150	43,6	55,5	33,2	1,45	0,214
IC 319	100%PC	0,319	44,4	44	37	1,65	0,17
FB 201	96%CO,4%lycra	0,260	50,6	45	35	1,58	0,229

Tab. 15

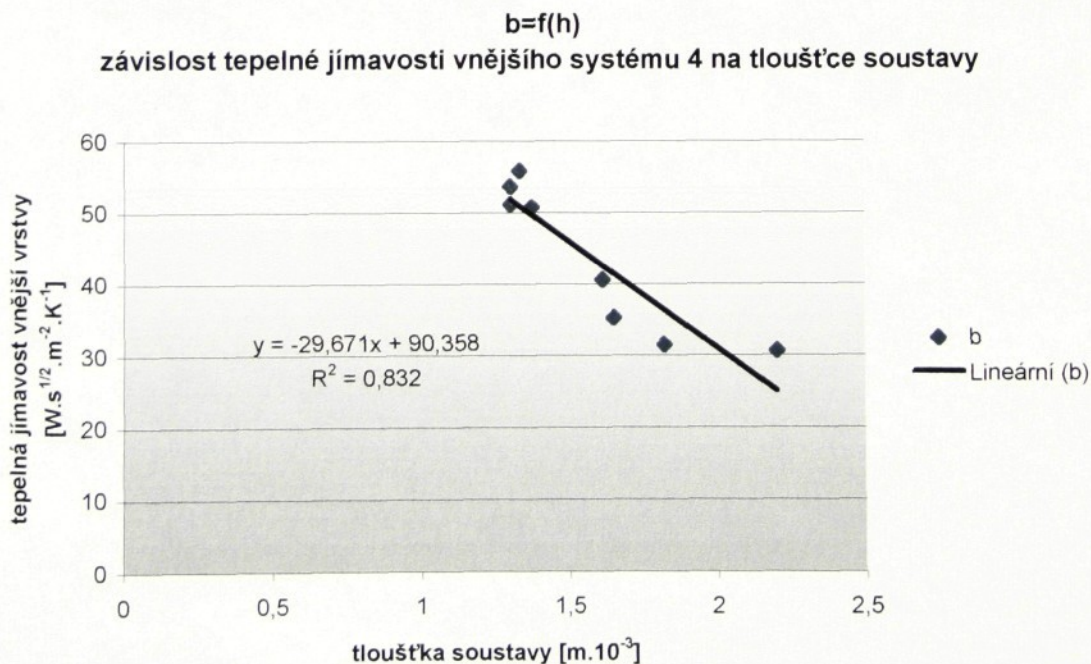
tepelná jímavost soustavy spodního prádla a systému 4



graf 42

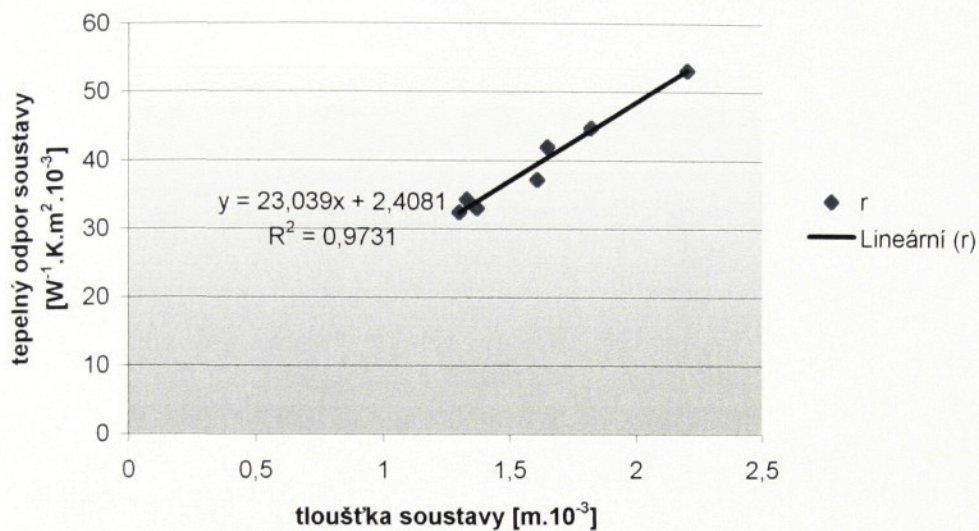
V soustavě spodního prádla se systémem 4 má nejteplejší omak materiál tropiko (100% PP) = 30,7 W.s^{1/2}.m⁻².K⁻¹ a nejchladnější omak materiál IC 311(100%VI) = 81 W.s^{1/2}.m⁻².K⁻¹.

Závislosti soustavy funkčního prádla se systémem 4



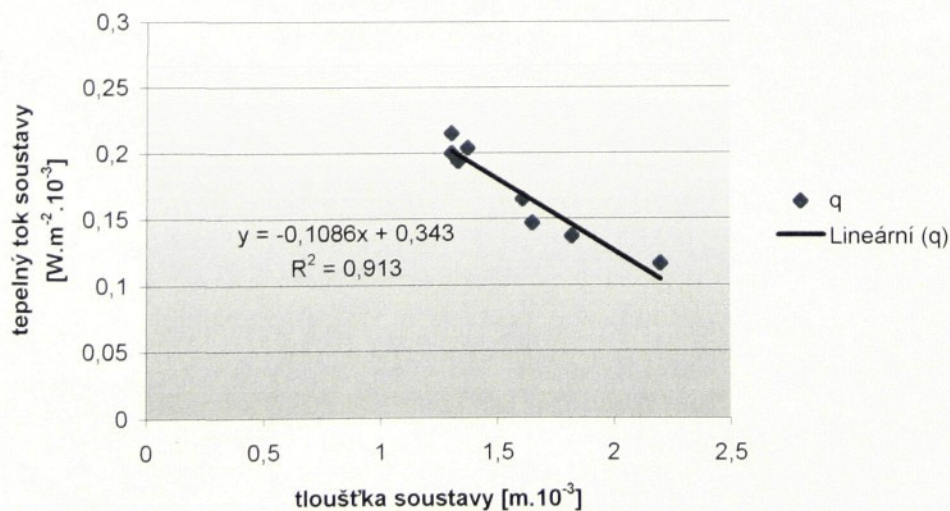
graf 43

$r=f(h)$
**závislost tepelného odporu soustavy funkčního prádla a
 vnějšího systému 4 na tloušťce soustavy**

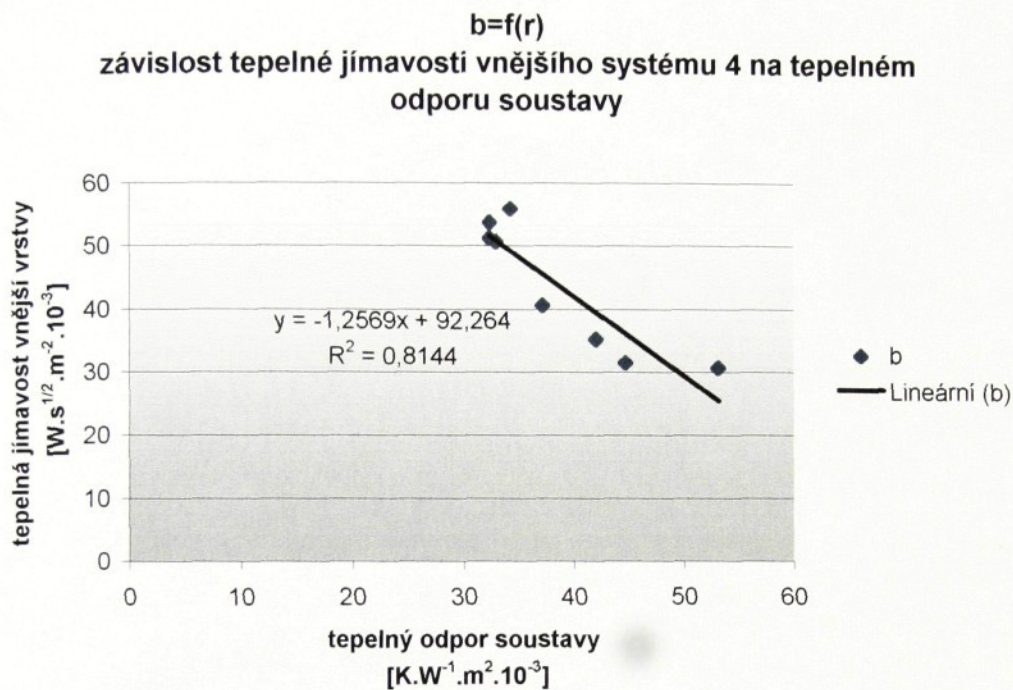


graf 44

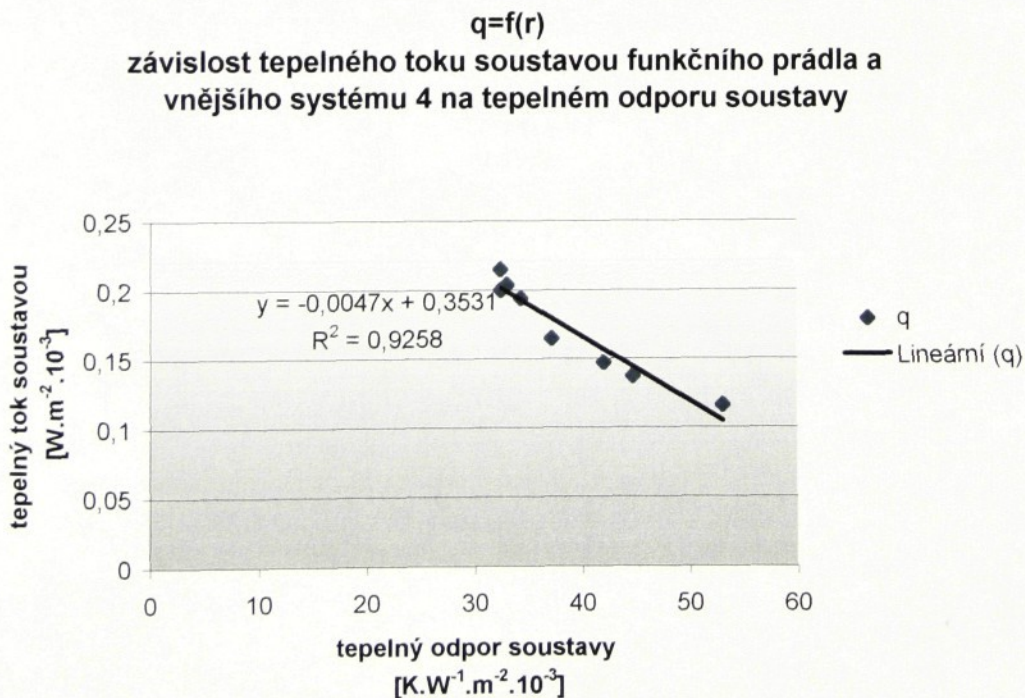
$q=f(h)$
**závislost tepelného toku soustavou funkčního prádla a
 vnějšího systému 4 na tloušťce soustavy**



graf 45

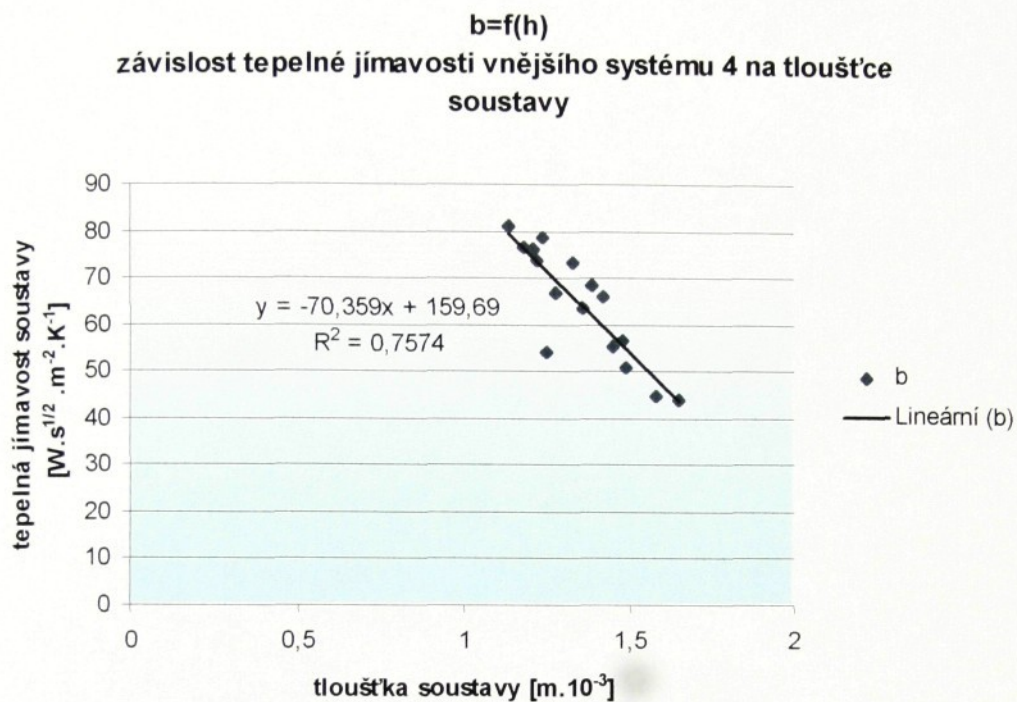


graf 46

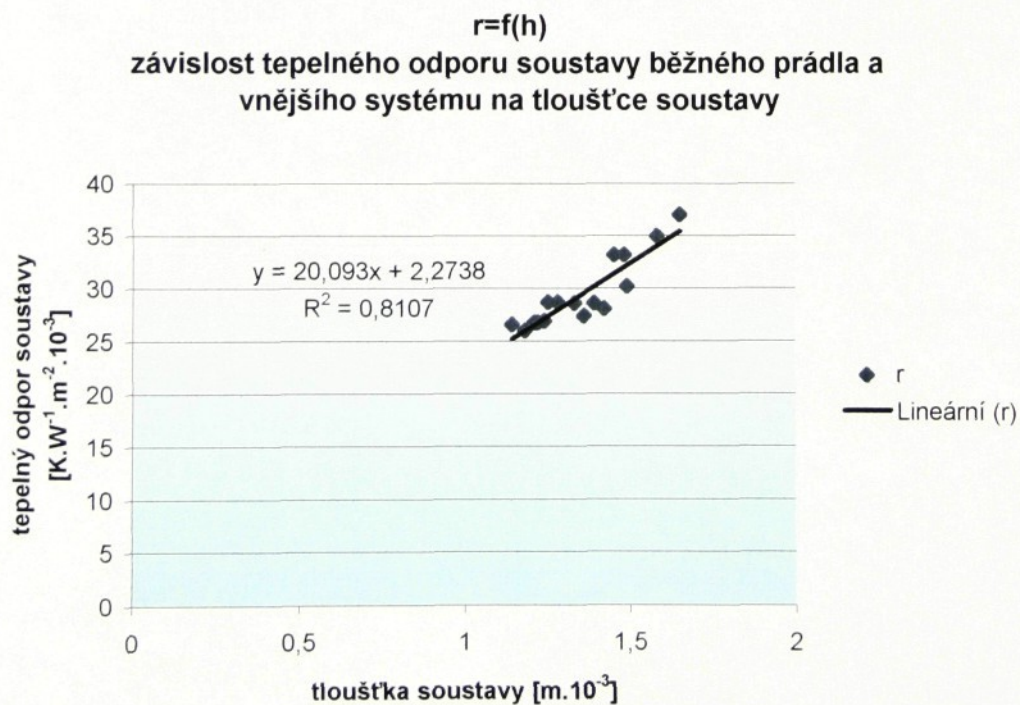


graf 47

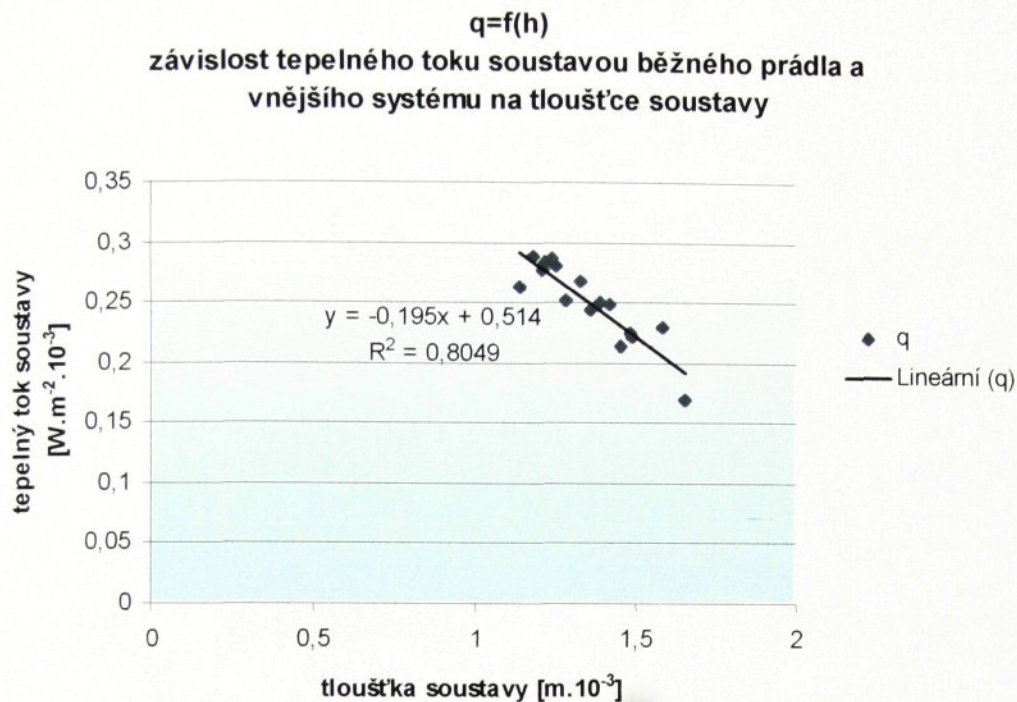
Závislosti soustavy běžného prádla a systému 4



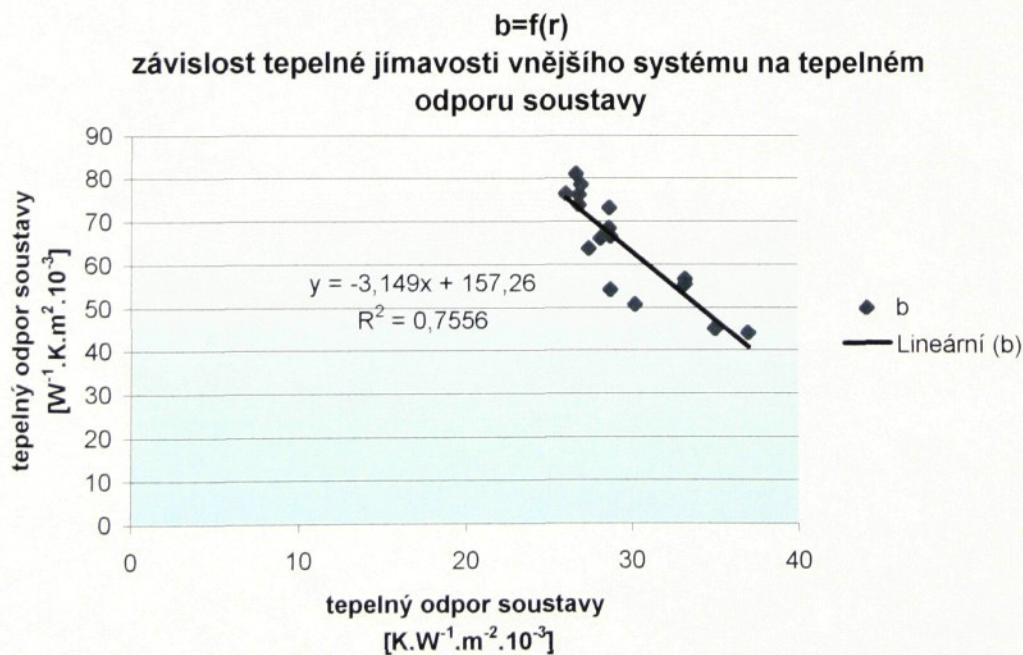
graf 48



graf 49

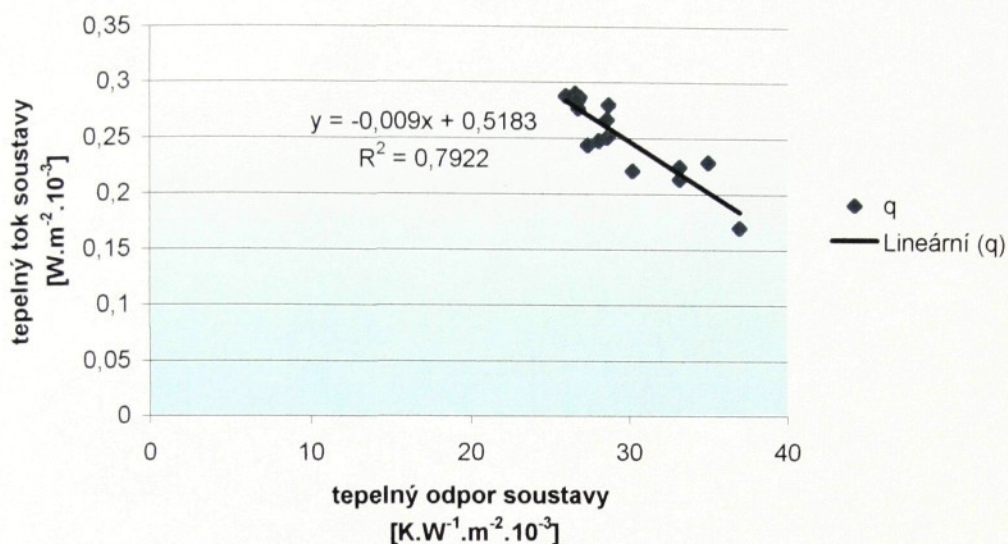


graf 50



graf 51

$q=f(r)$
závislost tepelného toku soustavou běžného prádla a
vnějšího systému 4 na tepelném odporu soustavy



graf 52

SOUSTAVA : FUNKČNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 5

CoolMax	složení	ρ [kg.m ⁻²]	λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹ 10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} m ⁻² K ⁻¹]	r [W ⁻¹ K.m ² 10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	$q_{\max}$ [W.m ⁻² 10 ⁻³]
FC 303	100%PL	0,180	43,9	23	25,7	1,13	0,235
IC 329	100%PL	0,150	40,8	21,4	24,8	1,01	0,24
JC 309	100%PL	0,120	40	19,1	26,4	1,05	0,227
MOIRA							
ultralight	100%PP	1,450	39,6		31,3	1,24	0,192
mono	100%PP	1,360	41,5		37	1,54	0,163
mikro	100%PP	0,980	39,3		25,8	1,01	0,233
Duo	100%PP	1,630	44		29,7	1,31	0,204
tropiko	100%PP	1,590	42,1		43,6	1,84	0,142

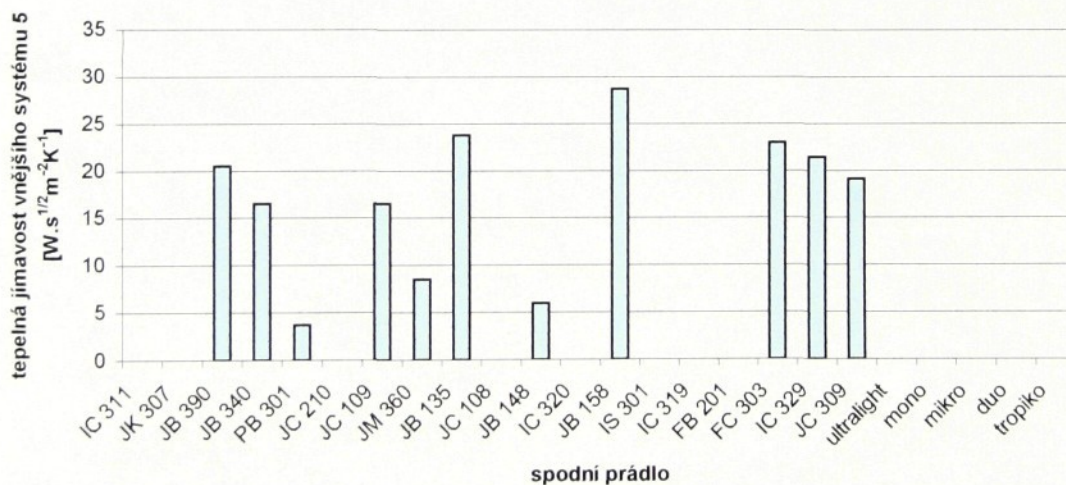
Tab.16

SOUSTAVA : BĚŽNÉ SPODNÍ PRÁDLO + SYSTÉM 5

	složení	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹ .10 ⁻³]	b [W.s ^{1/2} .m ⁻² .K ⁻¹]	r [W ⁻¹ .K.m ² .10 ⁻³]	h [m.10 ⁻³]	q _{max} [W.m ⁻² .10 ⁻³]
IC 311	100%VI	0,149	45,1		17,8	0,8	0,336
JK 307	55%CO,45%VI	0,160	46,5		18,3	0,85	0,321
JB 390	100%CO	0,185	50,3	20,5	17,2	0,86	0,345
JB 340	100%CO	0,150	47,8	16,5	19,4	0,93	0,305
PB 301	100%CO	0,197	50,9	3,7	23,9	1,22	0,251
JC 210	95%VI,5%lycra	0,210	46,2		20,8	0,96	0,29
JC 109	90%VI,10%lycra	0,205	47,4	16,5	19,7	0,93	0,301
JM 360	85%CO,15%VI	0,180	47,5	8,5	20,8	0,99	0,288
JB 135	95%CO,5%lycra	0,200	50	23,8	20,1	1,01	0,293
JC 108	90%VI,10%lycra	0,270	53,4		20,7	1,11	0,286
JB 148	90%CO,10%lycra	0,240	54	6	18,9	1,02	0,316
IC 320	100%VI	0,205	47,1		24,7	1,16	0,245
JB 158	90%CO10%lycra	0,158	56,1	28,7	18,4	1,03	0,321
IS 301	65%CO,35%PL	0,150	44,7		26,5	1,18	0,229
IC 319	100%PC	0,319	45,2		29	1,31	0,206
FB 201	96%CO,4%lycra	0,260	54,1		23,8	1,29	0,249

Tab.17

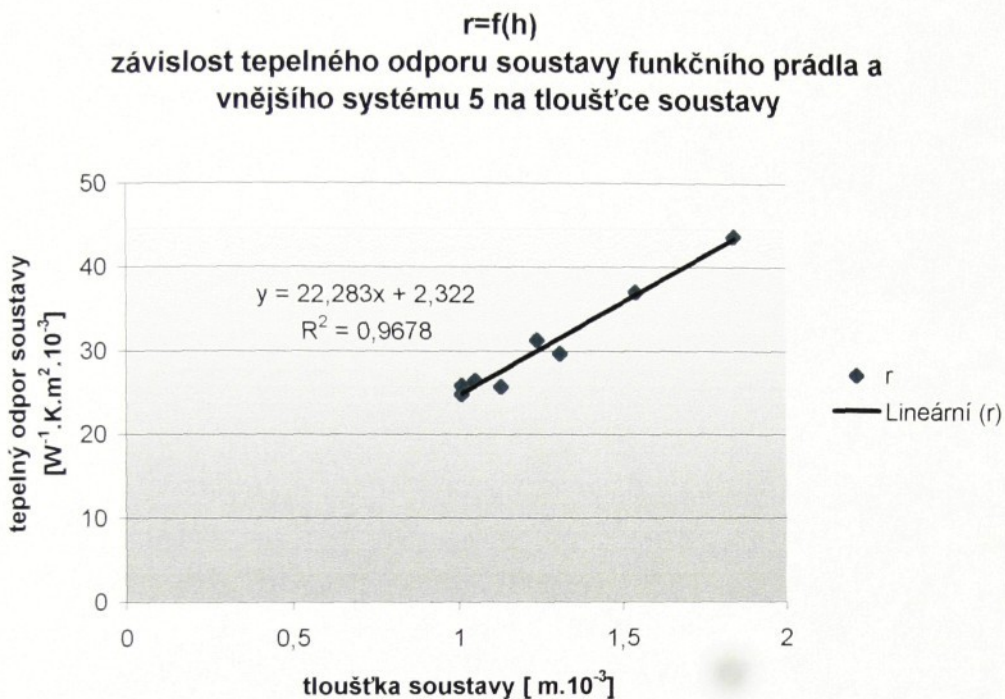
tepelná jímavost soustavy spodního prádla a systému 5



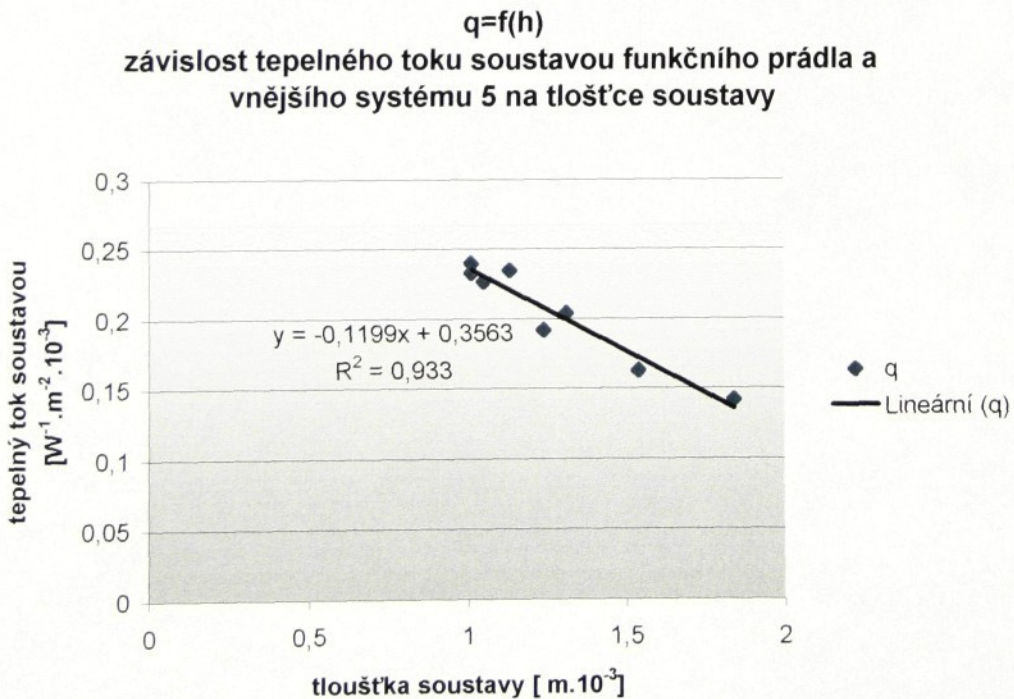
graf 53

Podle grafu 9 je patrné, že v případě soustavy spodního prádla se systémem 5 nebyly naměřeny všechny hodnoty tepelné jímavosti vnějšího systému 5, proto tu nemohou být vyhodnoceny materiály s nejteplejším a nejchladnějším omakem. A také samozřejmě nemůže být hodnocena závislost tepelné jímavosti vnější vrstvou soustavy spodního prádla a systému 5 na hodnotách spodního prádla.

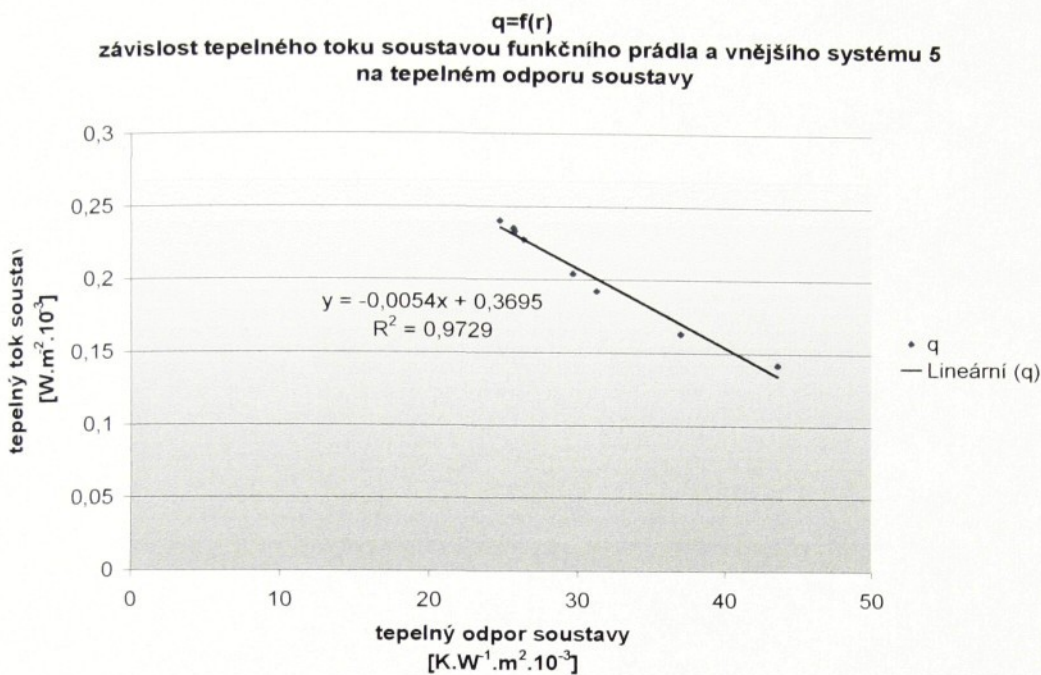
Závislosti soustavy funkčního prádla a systému 5



graf 54

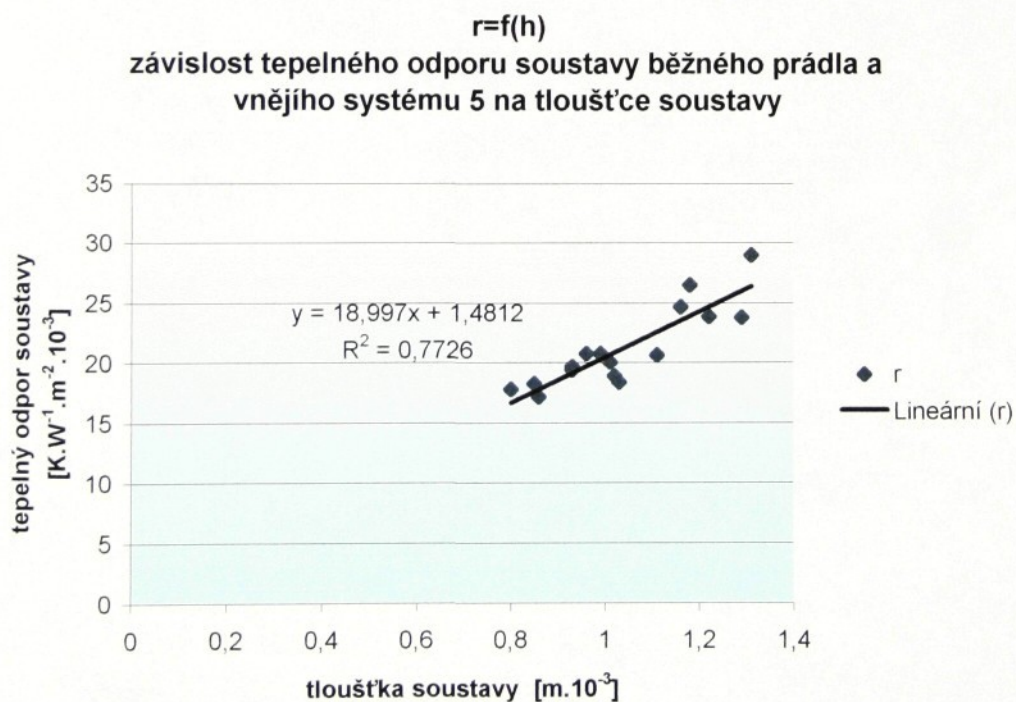


graf 55



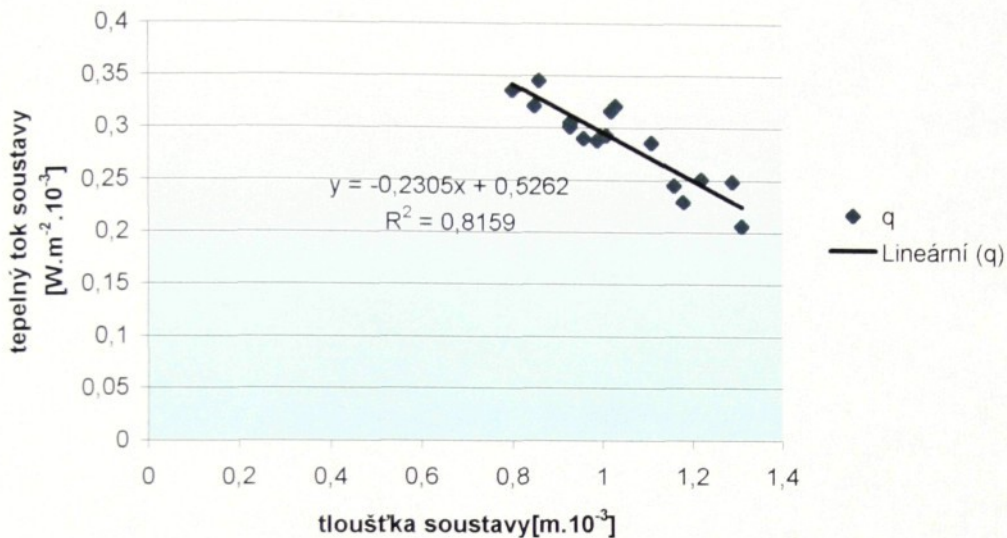
graf 56

Závislosti soustavy běžného prádla a systému 4



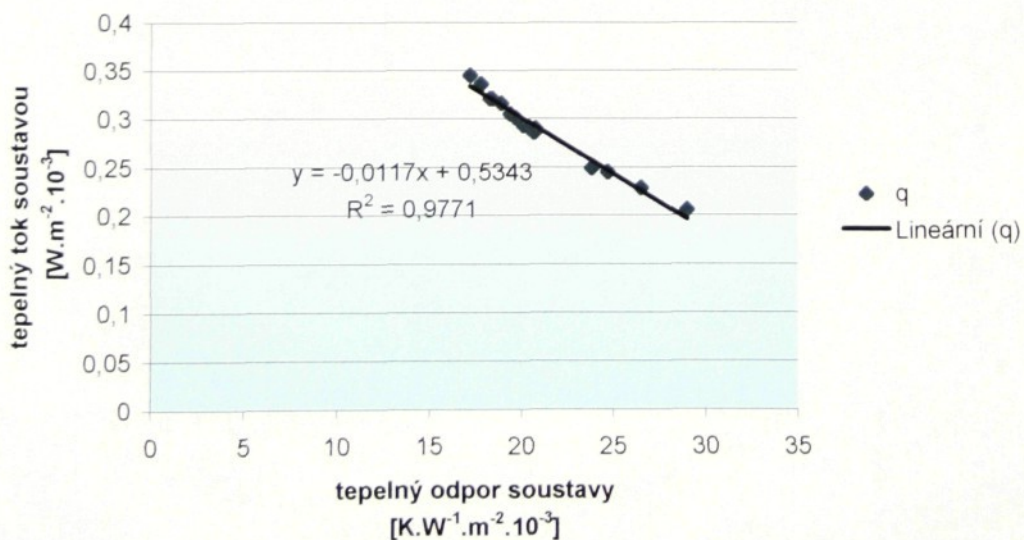
graf 57

$q=f(h)$
závislost tepelného toku soustavou běžného prádla a
vnějšího systému 5 na tloušťce soustavy



graf 58

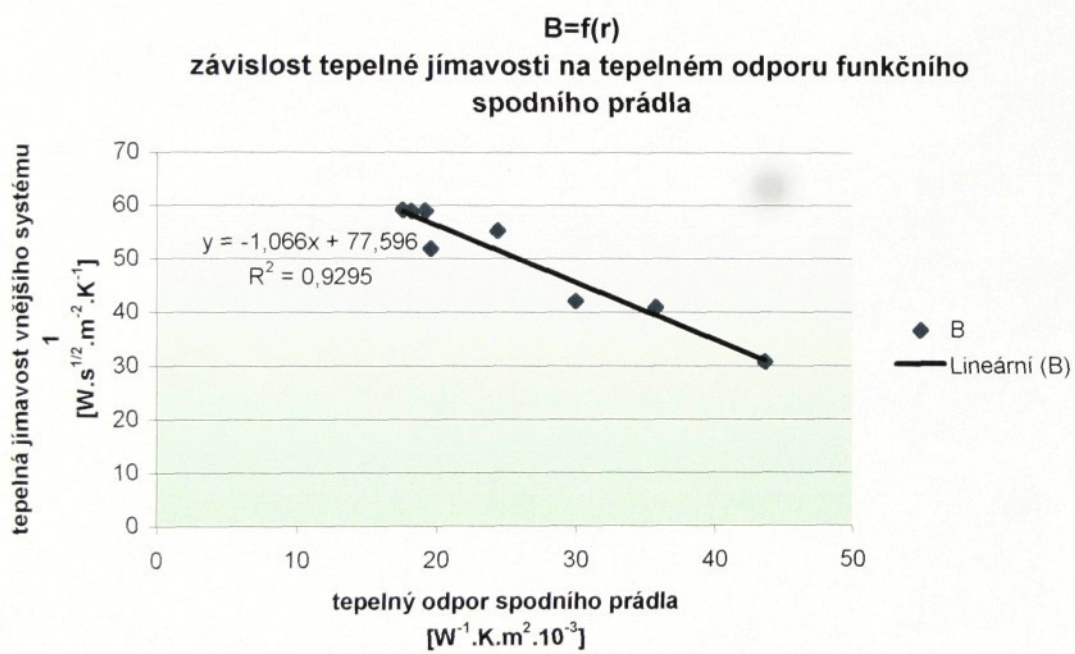
$q=f(r)$
závislost tepelného toku soustavou běžného prádla a
vnějšího systému 5 na tepelném odporu soustavy



graf 59

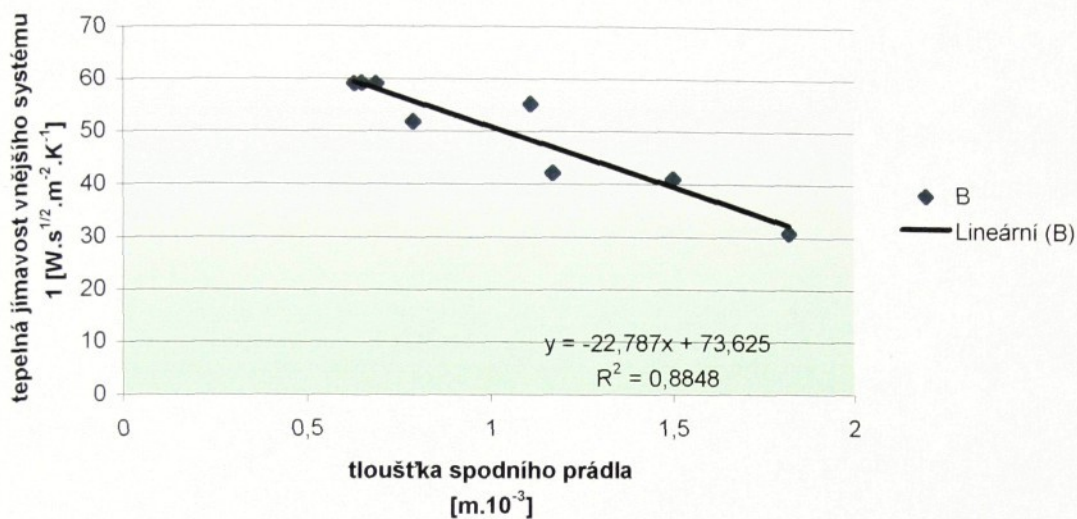
Závislosti tepelné jímavosti vnější vrstvy systémů na tloušťce, tepelné jímavosti a odporu spodního prádla

Podle výsledků uvedených v následujících grafech, je zřejmé, že tepelná jímavost závisí na tloušťce nebo tepelném odporu spodního prádla, pouze v případě, že spodní prádlo je z PP nebo PL tzn. musí být vnější oděv v kombinaci s funkčním prádlem.



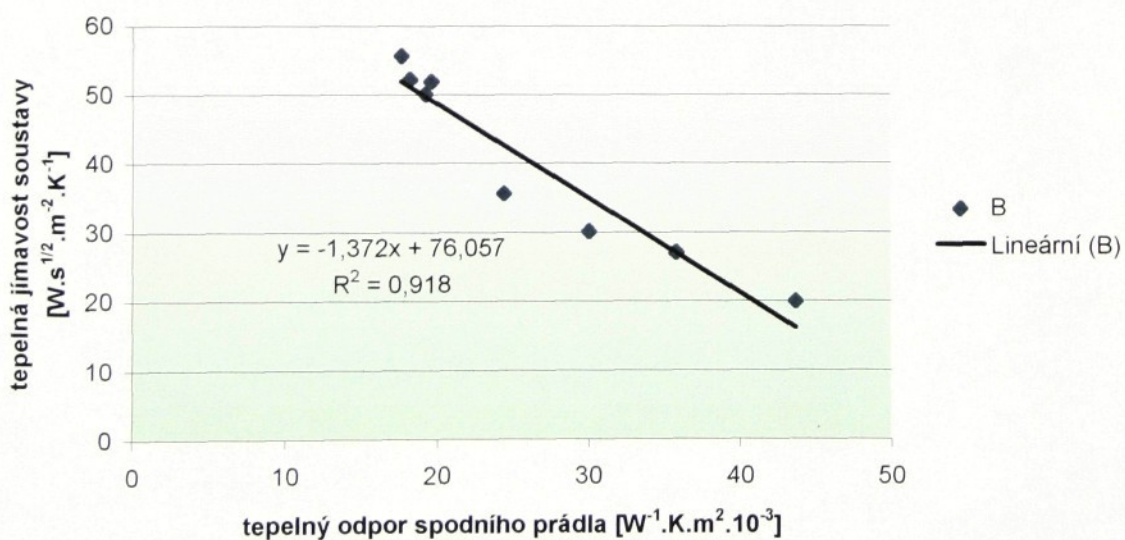
graf 60

B=f(h)
závislost tepelné jímavosti vnější vrstvy č.1 na tloušťce
funkčního prádla

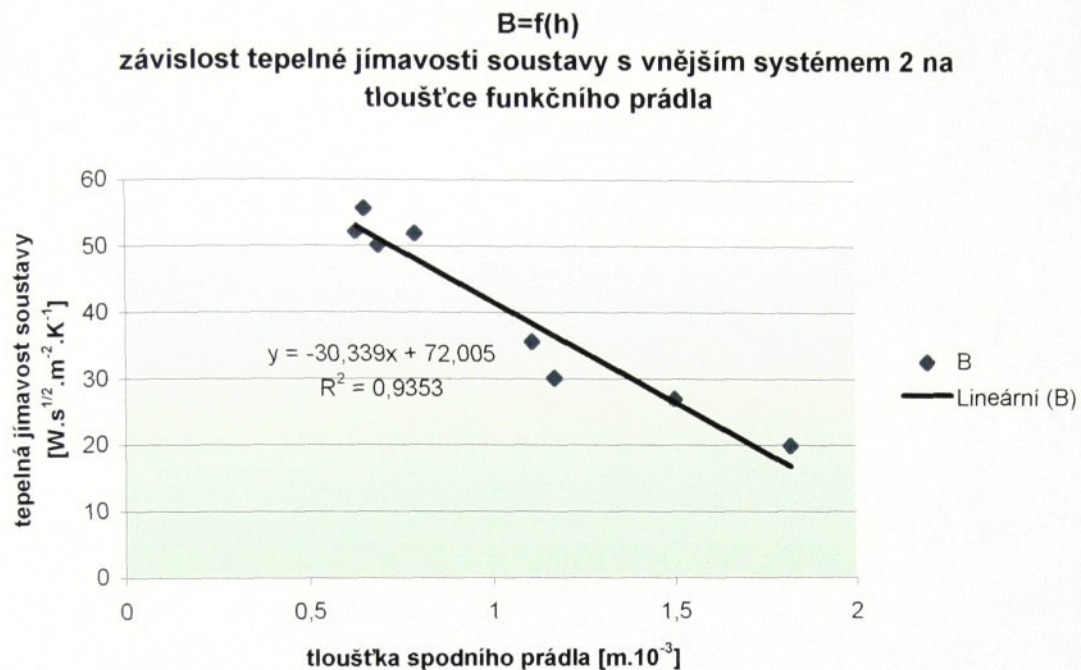


graf 61

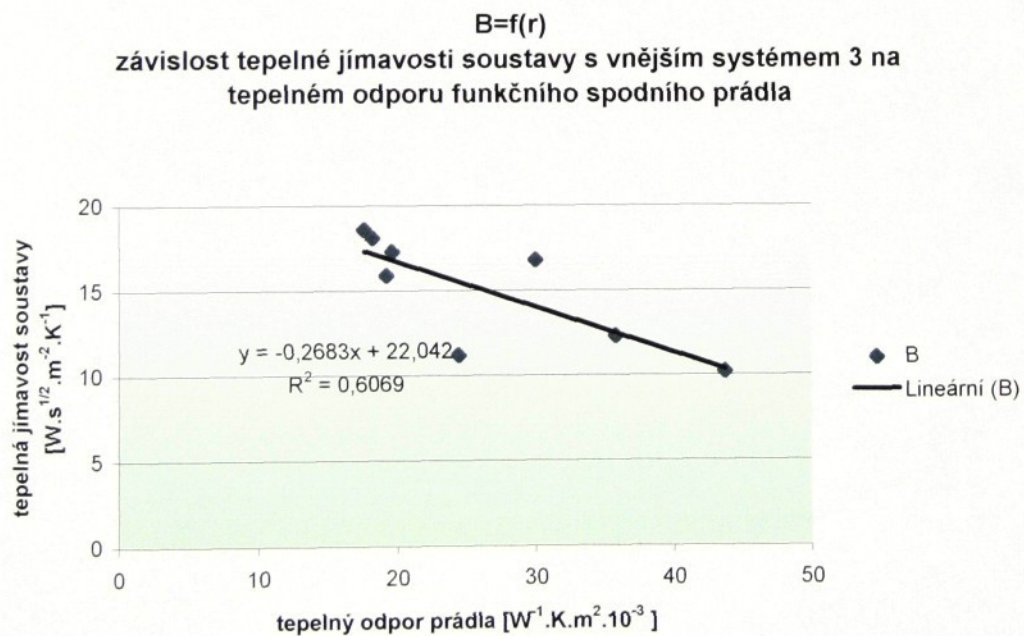
B=f(r)
závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 2 na
tepelném odporu funkčního prádla



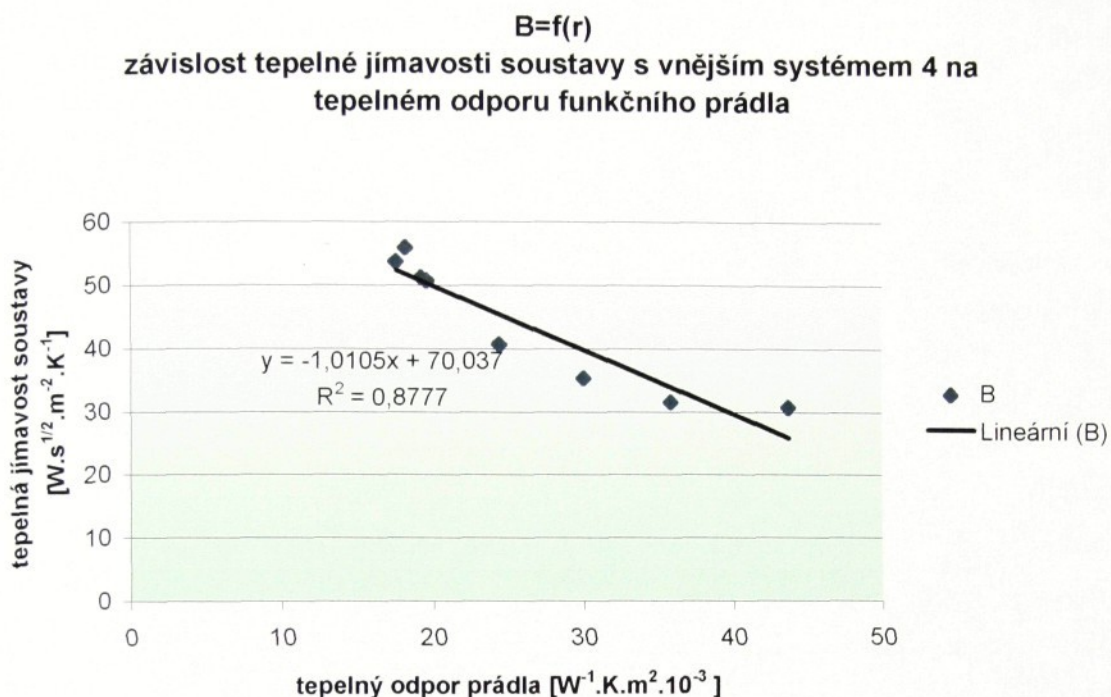
graf 62



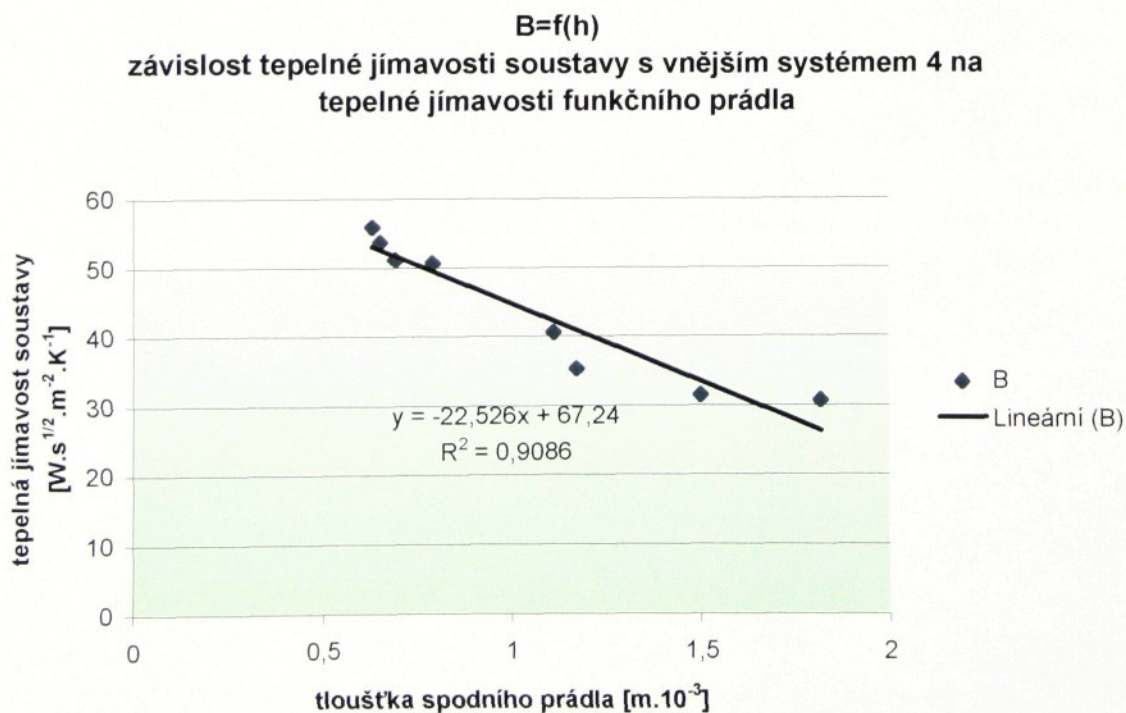
graf 63



graf 64



graf 65



graf 66

5. Závěr

V této práci byl zkoumán krátkodobý tepelně kontaktní vjem spodního prádla v soustavě s textiliemi užívanými jako pátá vnější vrstva na základě dynamických a statických tepelných charakteristik materiálů. Jako pátá vrstva bylo zkoumáno pět vnějších systémů, které korespondují s běžnými bundami nebo větrovkami. Jako první vrstva oděvu bylo hodnoceno 6 typů materiálů pro výrobu funkčního prádla a 18 typů materiálů pro výrobu běžného prádla.

Měření tepelných charakteristik jednotlivých vrstev oblečení a jejich soustav bylo prováděno na přístroji Alambeta.

Při měření samostatného spodního prádla byl na základě údajů z grafu 4 jako materiál pro spodní prádlo s neteplejším omakem vyhodnocen materiál UltraLight (100%PP). Naopak materiál s nejchladnějším omakem je materiál JC 210 (90%VI10%lycra).

U vnějších systémů byl zjištěn nejteplejší omak u systému 4 s volně vloženou membránou, nejchladnější omak u systému 2 (oděv z dvouvrstvého laminátu membrány na vrchní textilii).

Ze všech měřených soustav má nejteplejší tepelný omak soustava, u které první vrstvu tvoří materiál Tropiko(100%PP) a systém 3. Nejchladnější tepelný omak má soustava – běžné spodní prádlo JC 109 (90%VI,10%lycra) v kombinaci s vnějším systémem 1.

Měření bylo zjištěno, že tepelná jímavost soustavy klesá, a tím se tedy omak stává teplejším, se vzrůstajícím tepelným odporem a tloušťkou funkčního prádla, jak bylo pozorováno v grafech 60–65, Závislost tepelné jímavosti soustavy na tepelném odporu nebo tloušťce běžného prádla se nepotvrdila (příloha 3), pravděpodobně jde o důsledek nízkého tlumícího účinku relativně slabých a špatně tepelně izolujících materiálů pro běžné spodní prádlo.

Na základě získaných poznatků můžeme dále konstatovat, že závislosti charakteristik měřených v rámci systému jsou podle grafů 10 – 59 silně závislé, tzn. že tepelná jímavost soustavy klesá s rostoucím tepelným odporem nebo tloušťkou soustavy. V některých případech ovšem přístroj není schopen zjistit tepelnou jímavost - viz. tab. 16 a 17, zde bylo užito pouze $q_{\max}$ jako způsobu vyjádření hodnoty tepelného omaku.

Vzhledem k výše uvedeným faktům je doporučováno pro zajištění komfortu při dynamických činnostech používat prádlo s co nejvyšším tlumícím účinkem, tuto vlastnost mají textilie s vysokým tepelným odporem jako jsou PP a PL materiály.

Co se týče samotné měřicí metody bylo doporučeno využít možnosti přístroje k připojení PC pro přehlednější záznam měření. Mimo jiné se dále doporučuje zvýšit citlivost přístroje pro měření tepelné jímavosti.

Použitá literatura:

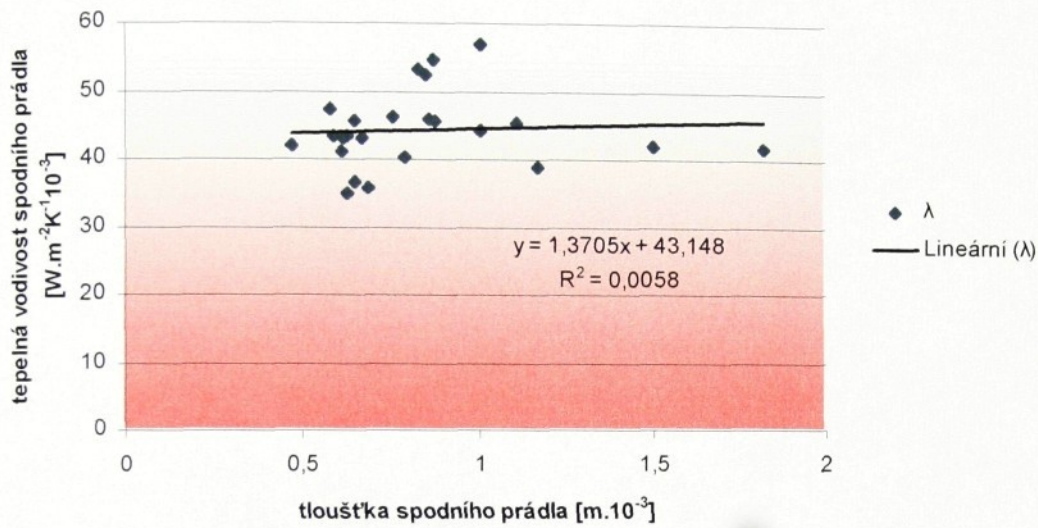
- [1] Hes, L., Nové metody tepelných měření při optimalizaci výroby a vlastností textilií, doktorská disertační práce, TU Liberec 1991
- [2] Staněk, J., Kubíčková, M., Oděvní materiály, Liberec, VŠST 1986
- [3] Novotný, I., Úvod do fyziologie živočichů a člověka, I. díl - vegetativní funkce, Praha, Univerzita Karlova 1981
- [4] Novotný, I., Hruška, M., Biologie člověka pro gymnázia, Praha, Fortuna 1995
- [5] Jánský, L., Vývojová fyziologie, I. Základy termoregulace, Praha, Státní pedagogické nakladatelství 1990
- [6] Velková, J., Hodnocení tepelného omaku plošných textilií zákazníkem, FT bakalářská práce, 2000
- [7] Applied [online]. [cit. 18.4.2002]. Dostupné na internetu: <http://www.appliedp.sk/en/isomet.htm>, [cit. 18.4.2002]
- [8] Hes, L., Thermal Properties of Nonwovens, in: Kongres INDEX 87, 1987
- [9] Delljová, R., A., Afanasjevová, R., F., Čubarová, Z. S., Hygiena odívání, Praha, SNTL 1984
- [10] malý průvodce světem outdooru [online]. [cit. 29.4.2002]. Dostupné na Internetu : <http://www.malypruvodce.cz/iturist/obleceni98.htm>
- [11] Teršl, S., Abeceda textilu a odívání, Praha, Noris, 1994
- [12] <http://www.ov.cz/show.asp?ID=73>, [cit. 15.5 2002]
- [13] Hes L, Dvořáková, I., et al: The Effect of underwear on thermal contact feeling caused by dressing and wearing of garments. In 1st AUTEX International conference, p.236-146, Pova de Varzim, Portugal 2001
- [14] Doležal, I, Příspěvek k automatizaci tepelných měření, Habilitační práce, 26-15-9 Technická kybernetika, Liberec 1999

PŘÍLOHY

samostatné spodní prádlo

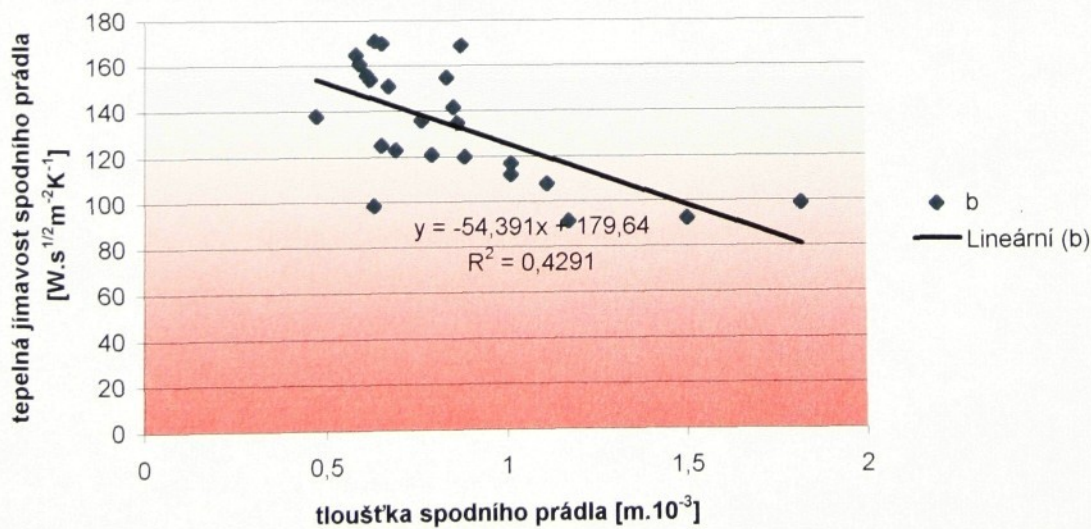
$\lambda=f(h)$

závislost tepelné vodivosti spodního prádla na tloušťce
spodního prádla

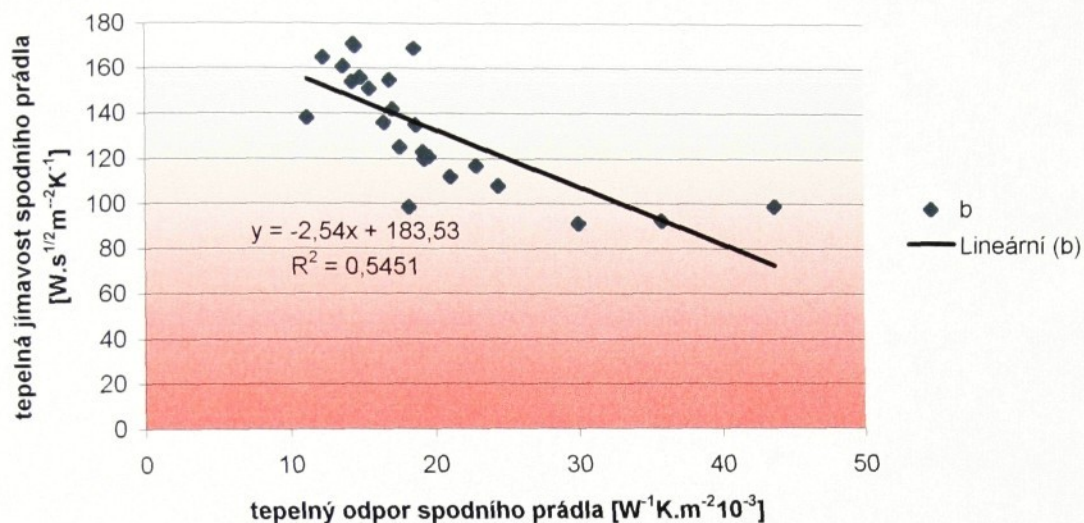


$b=f(h)$

závislost tepelné jímavosti spodního prádla na tloušťce spodního
prádla

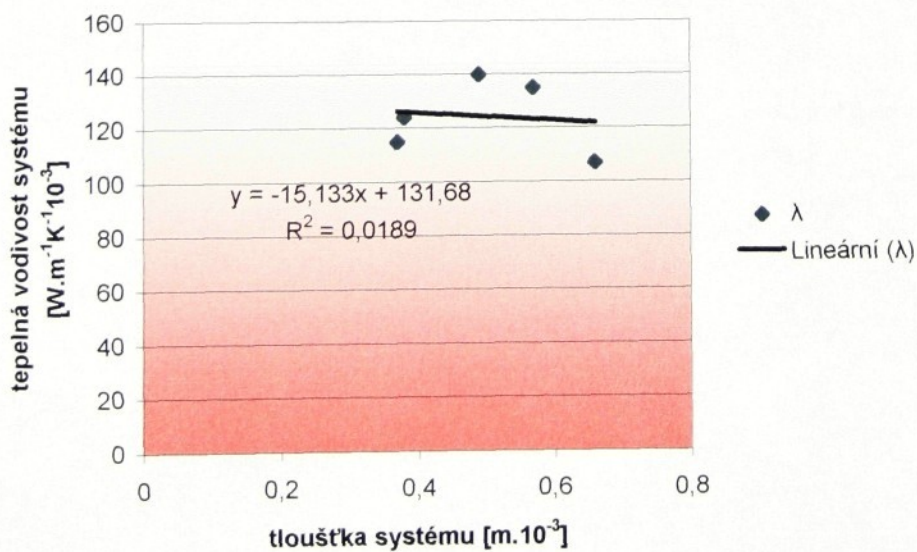


$b=f(r)$
závislost tepelné jímavosti spodního prádla na tepelném odporu
spodního prádla

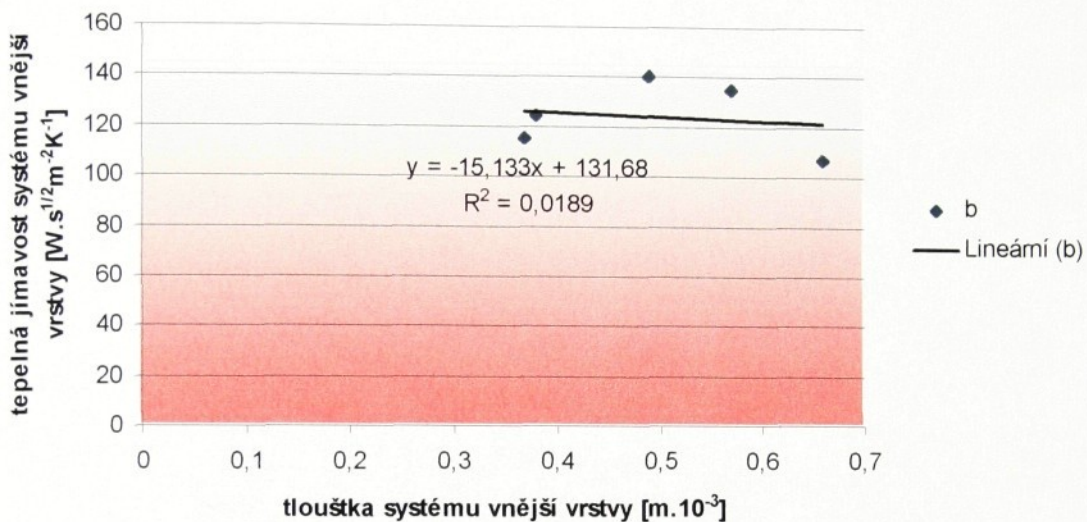


systém vnější vrstvy

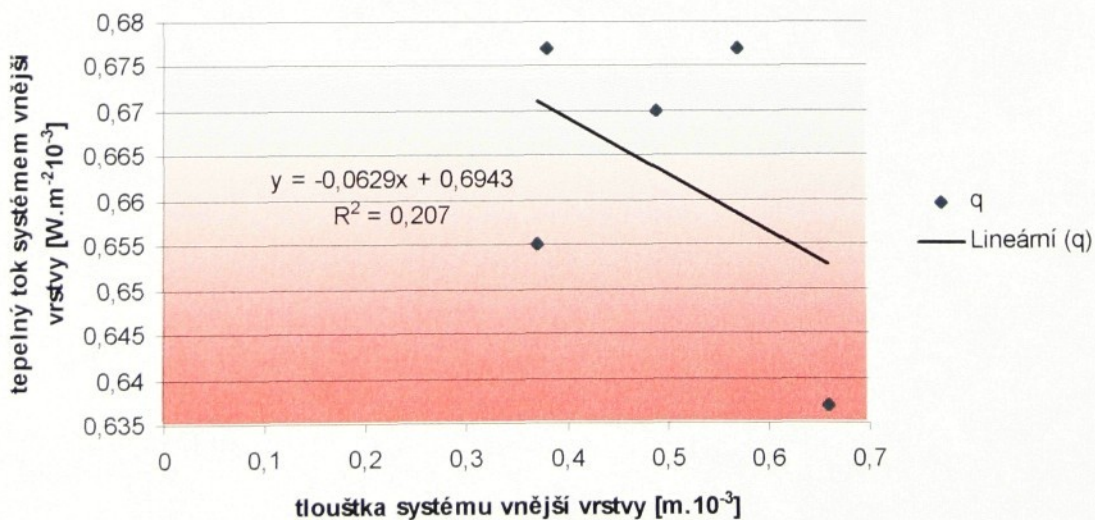
$\lambda=f(h)$
závislost tepelné vodivosti systému vnější vrstvy na
tloušťce systému



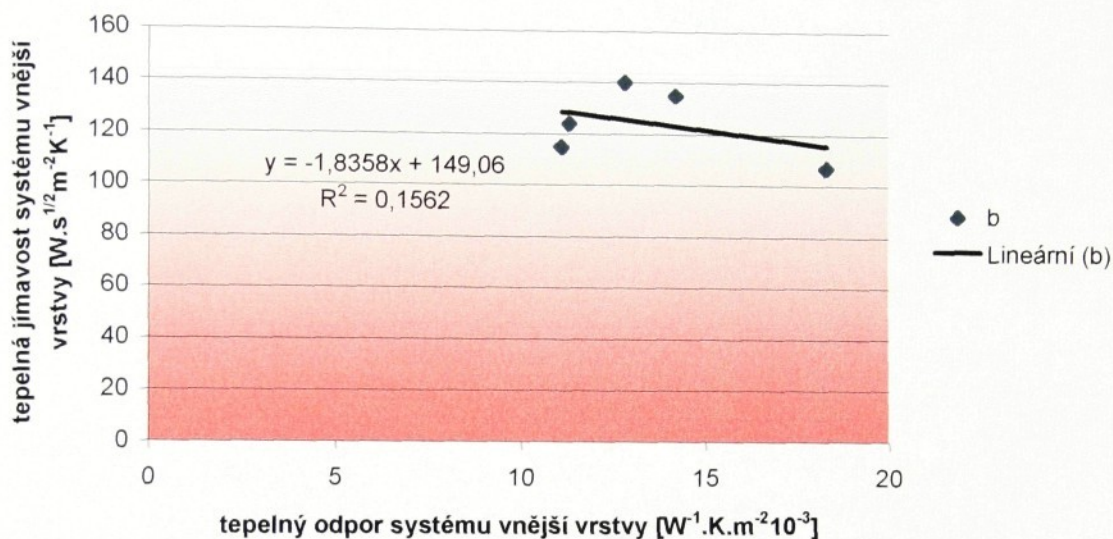
$b=f(h)$
závislost tepelné jímavosti systému vnější vrstvy na tloušťce
systému vnější vrstvy



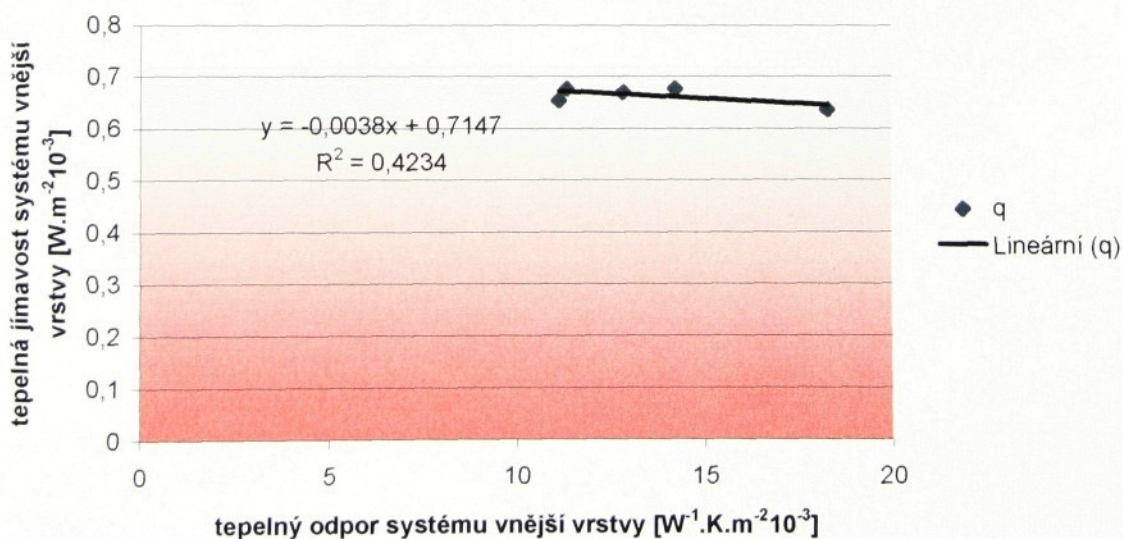
$q=f(h)$
závislost tepelného toku systémem vnější vrstvy na tloušťce
systému vnější vrstvy



$b=f(r)$
závislost tepelné jímavosti systému vnější vrstvy na tepelném odporu systému vnější vrstvy

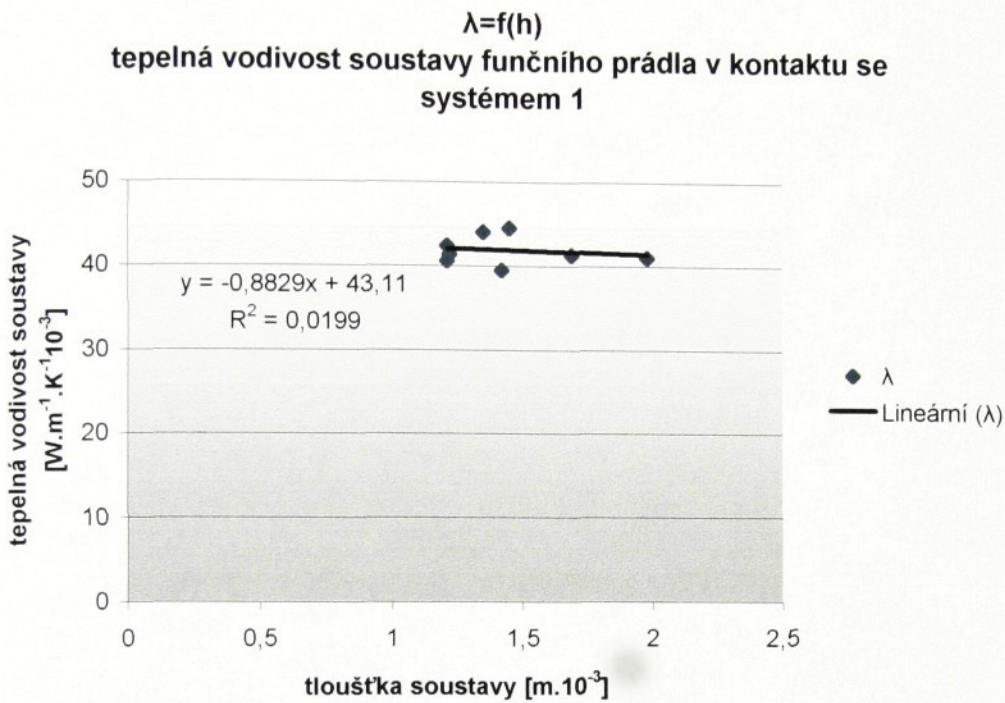


$q=f(r)$
závislost tepelného toku systémem vnější vrstvy na tepelném odporu systému vnější vrstvy

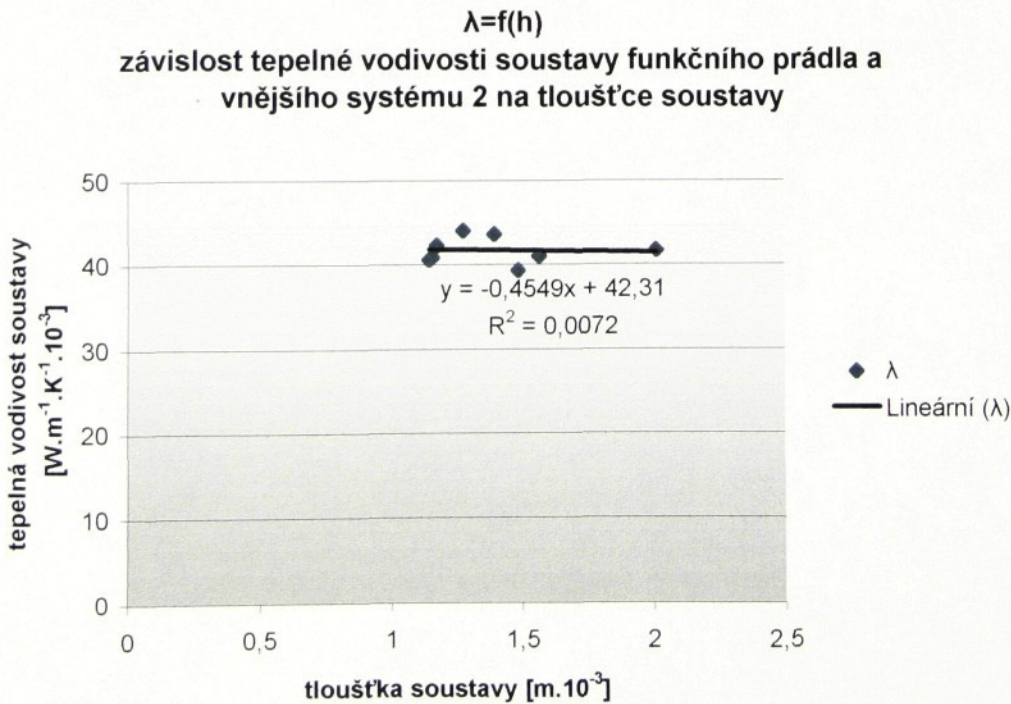


Závislosti charakteristik soustav na parametrech soustav

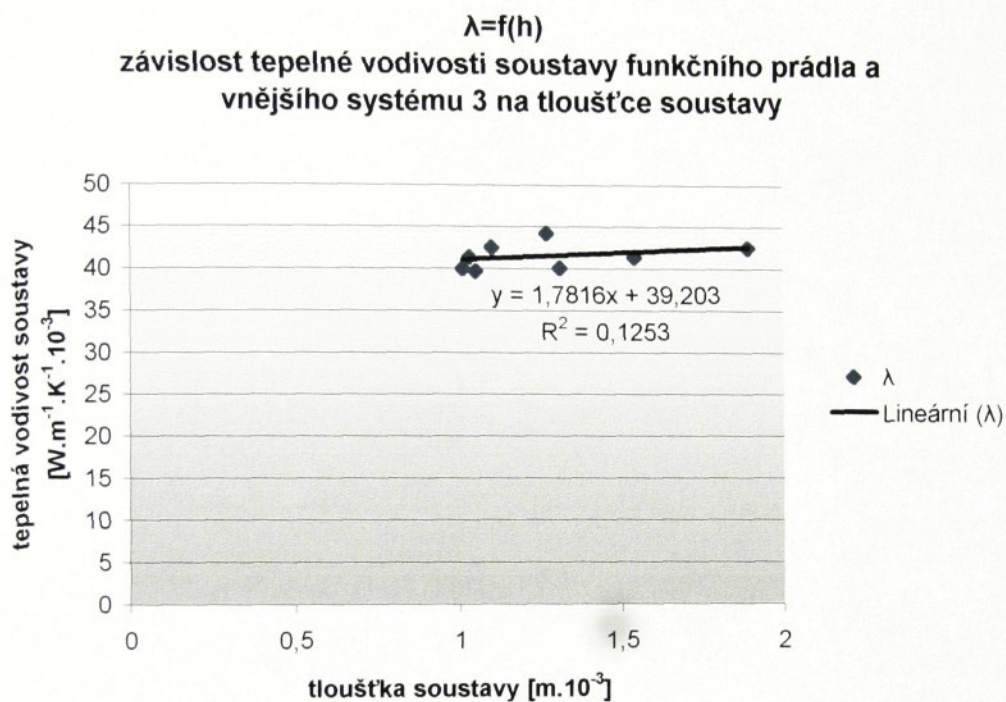
soustava funkční prádlo + systém 1



soustava funkčního prádlo + systém 2



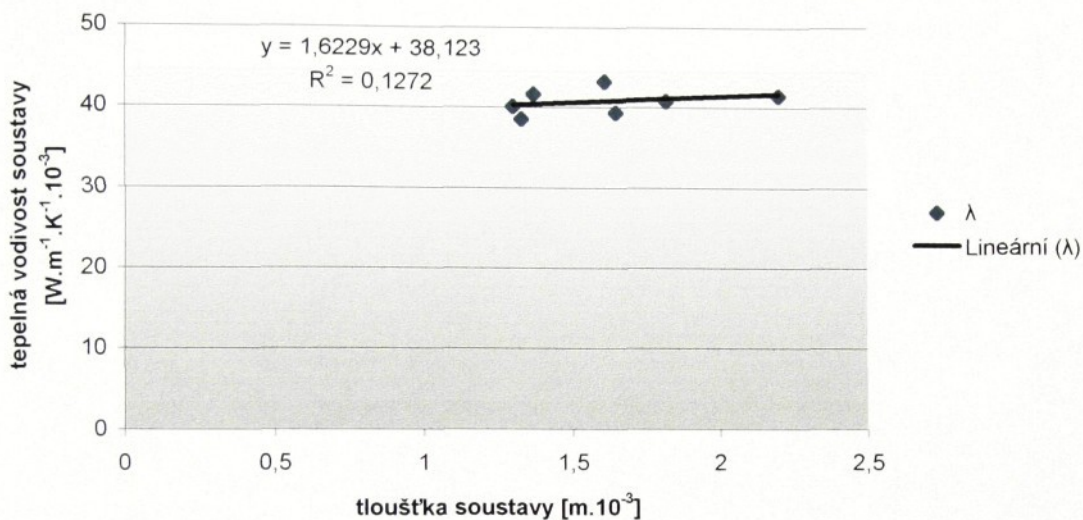
soustava funkční prádlo + systém 3



soustava funkční prádlo + systém 4

$$\Lambda=f(h)$$

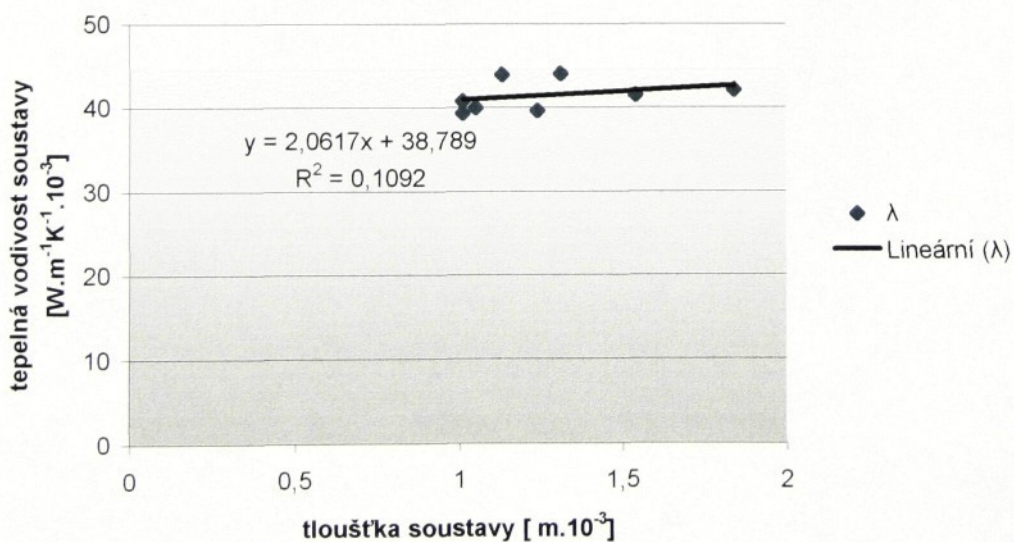
závislost tepelné vodivosti soustavy funkčního prádla a vnějšího systému 4 na tloušťce soustavy



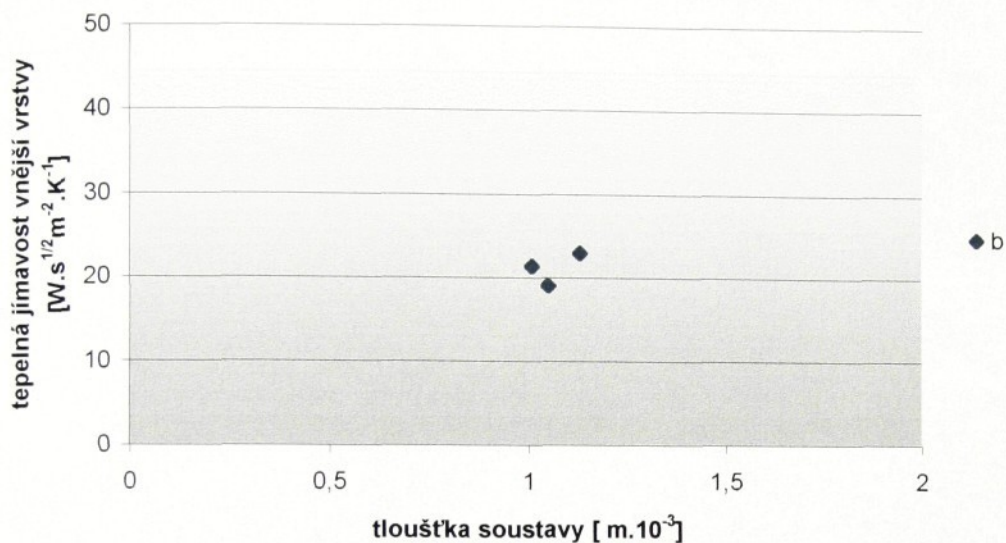
soustava funkční prádlo + systém 5

$$\lambda=f(h)$$

závislost tepelné vodivosti soustavy funkčního prádla a vnějšího systému 5 na tloušťce soustavy



$b=f(h)$
závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 5 na tloušťce soustavy



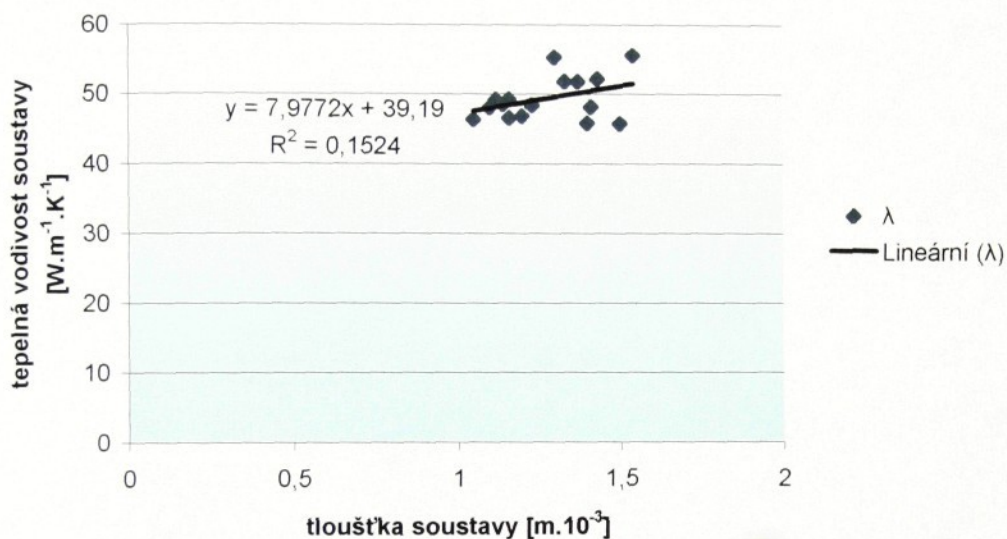
$b=f(r)$
závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 5 na tepelném odporu soustavy



soustava běžné prádlo + systém 1

$$\lambda = f(h)$$

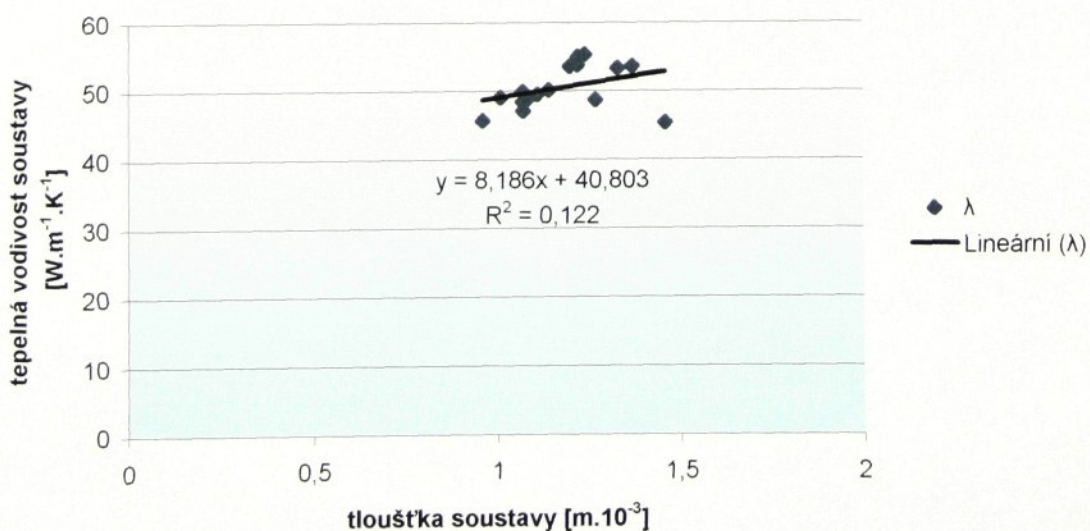
**závislost tepelné vodivosti soustavy běžného prádla a
vnějšího systému na tloušťce soustavy**



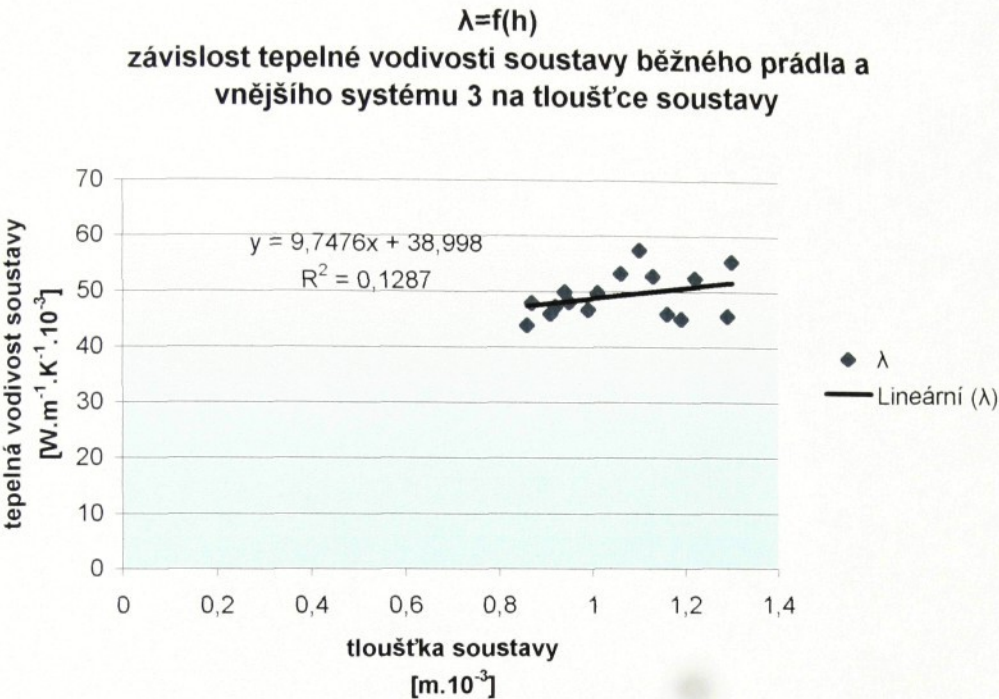
soustava běžné prádlo + systém 2

$$\lambda = f(h)$$

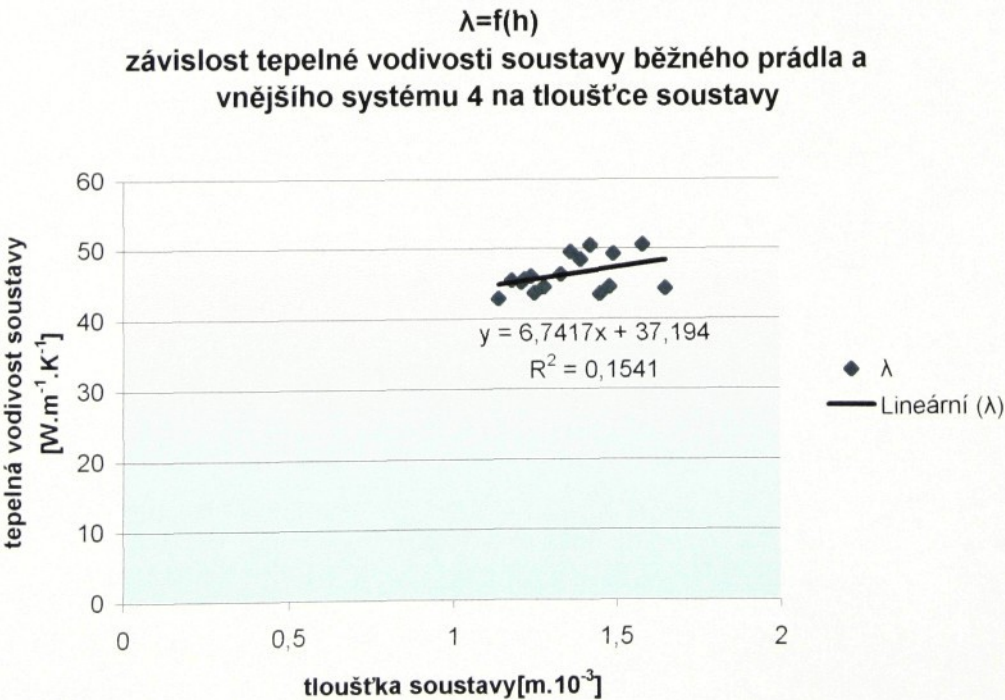
**závislost tepelné vodivosti soustavy běžného spodního prádla a
vnějšího systému 2 na tloušťce soustavy**



soustava běžné prádlo + systém 3

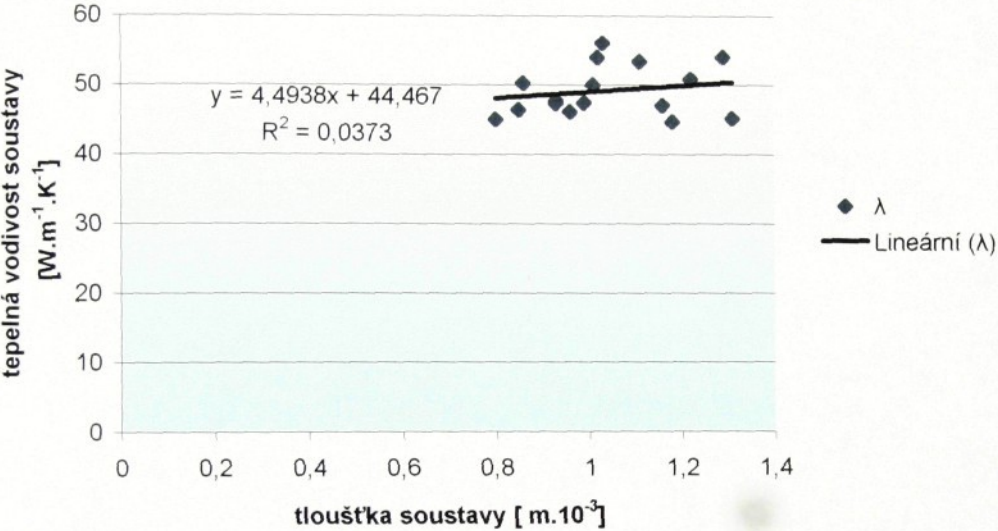


Soustava běžného prádla + systém 4

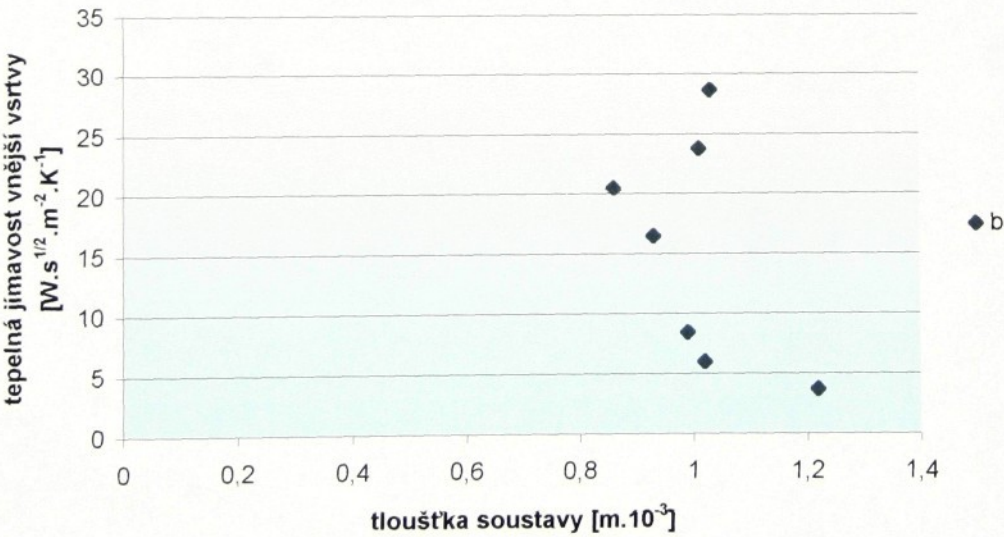


soustava běžné prádlo + systém 5

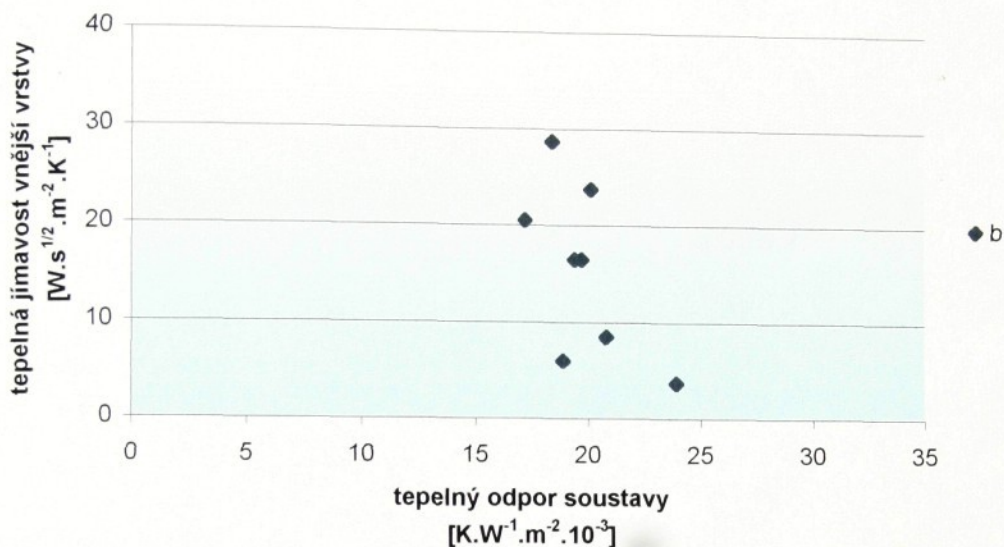
$\lambda=f(h)$
závislost tepelné vodivosti soustavy běžného prádla a
vnějšího systému 5 na tloušťce soustavy



$b=f(h)$
závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 5 na tloušťce
soustavy



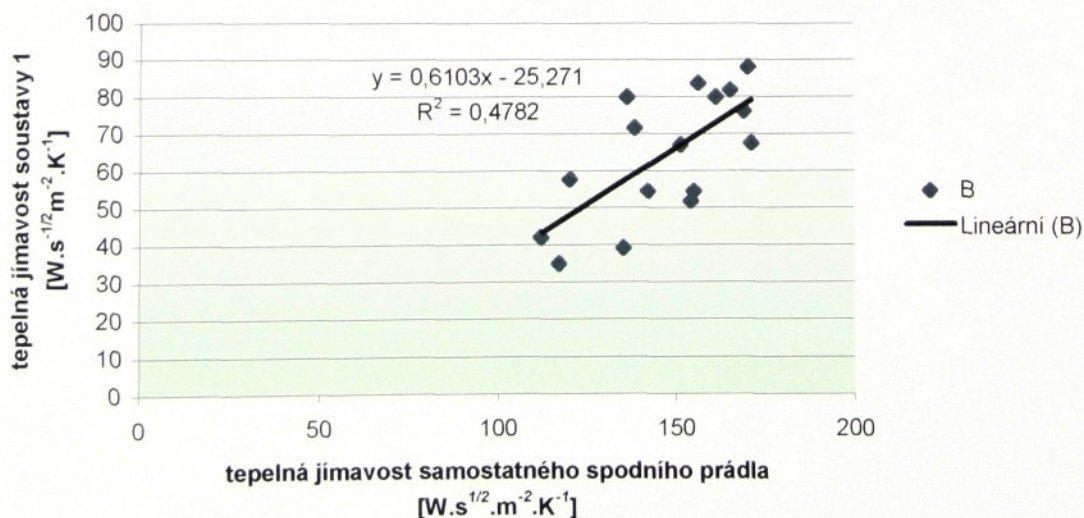
$b=f(r)$
závislost tepelné jímavosti vnějšího systému 5 na tepelném odporu soustavy



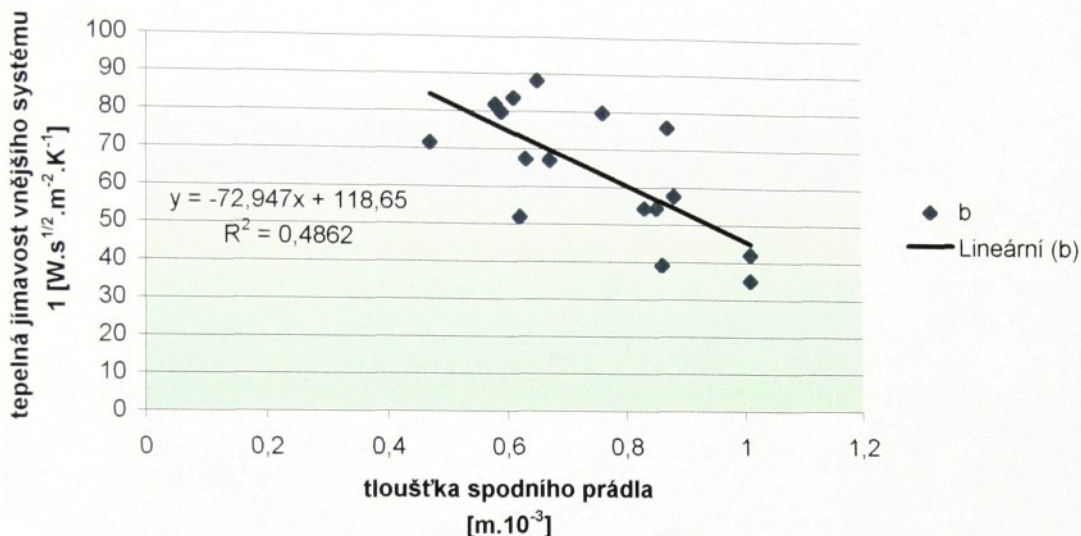
Závislosti tepelné jímavosti vnějších systémů na charakteristikách samotného spodního prádla

systém 1

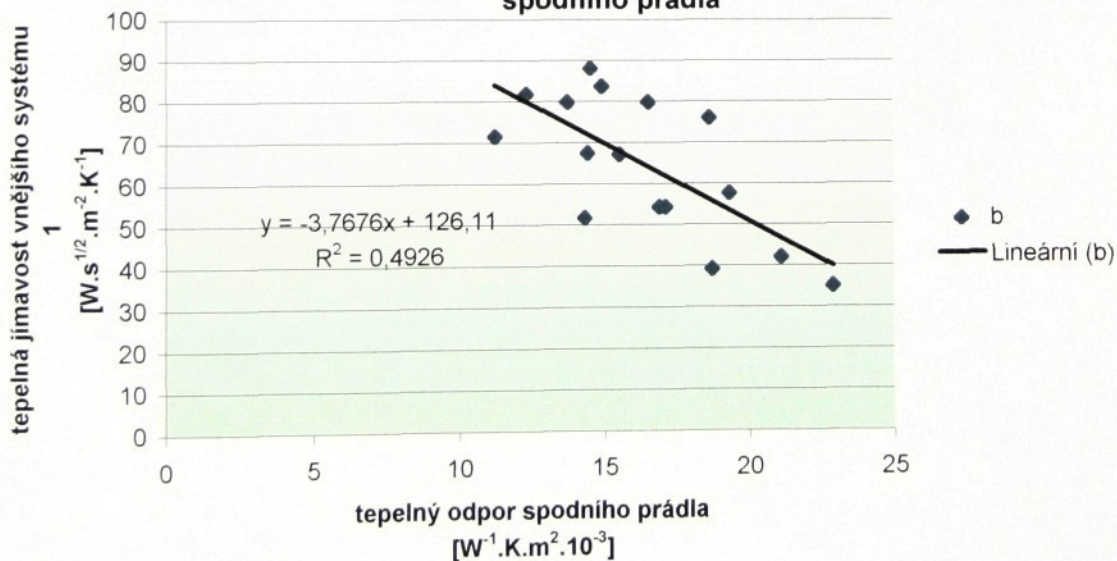
$B=f(b)$
znázornění závislosti tepelné jímavosti vnější soustavy č.1 na tepelné jímavosti běžného spodního prádla



B=f(h)
závislost tepelné jímavosti vnější vrstvy č.1 na tloušťce běžného
spodního prádla

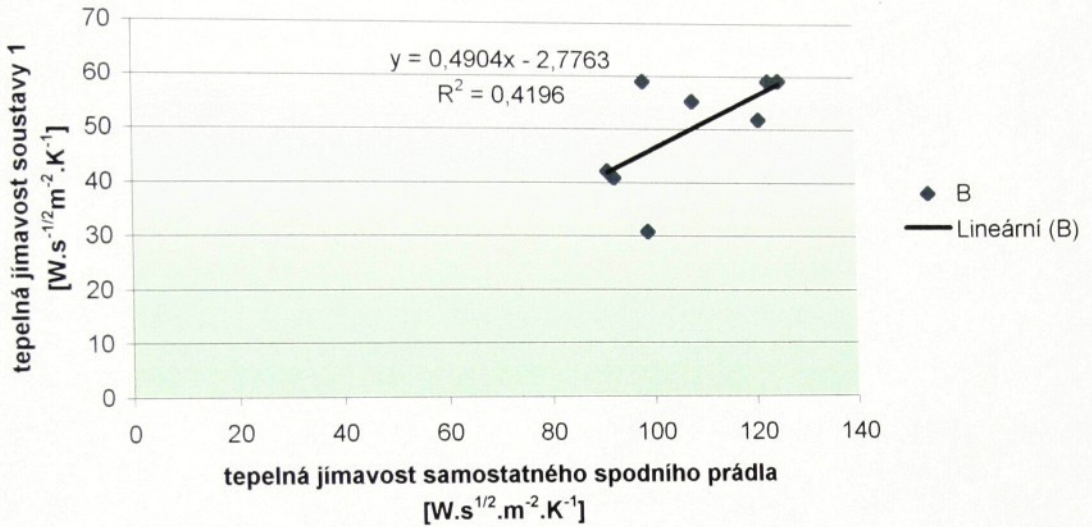


B=f(r)
závislost tepelné jímavosti na tepelném odporu běžného
spodního prádla



$$B=f(b)$$

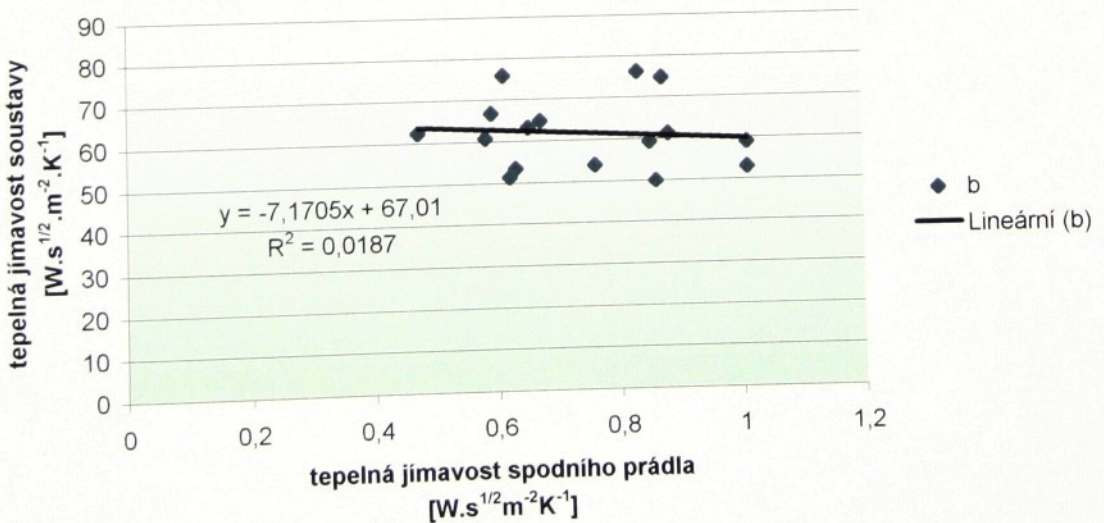
znázornění závislosti tepelné jímavosti vnější soustavy č.1 na
tepelné jímavosti funkčního spodního prádla



systém 2

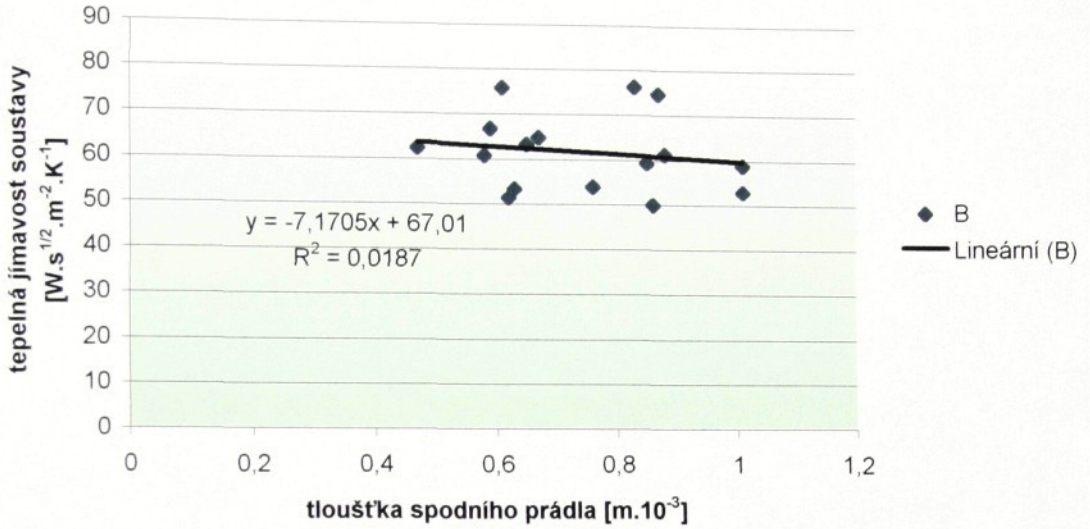
$$B=f(b)$$

závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 2 na
tepelné jímavosti běžného spodního prádla



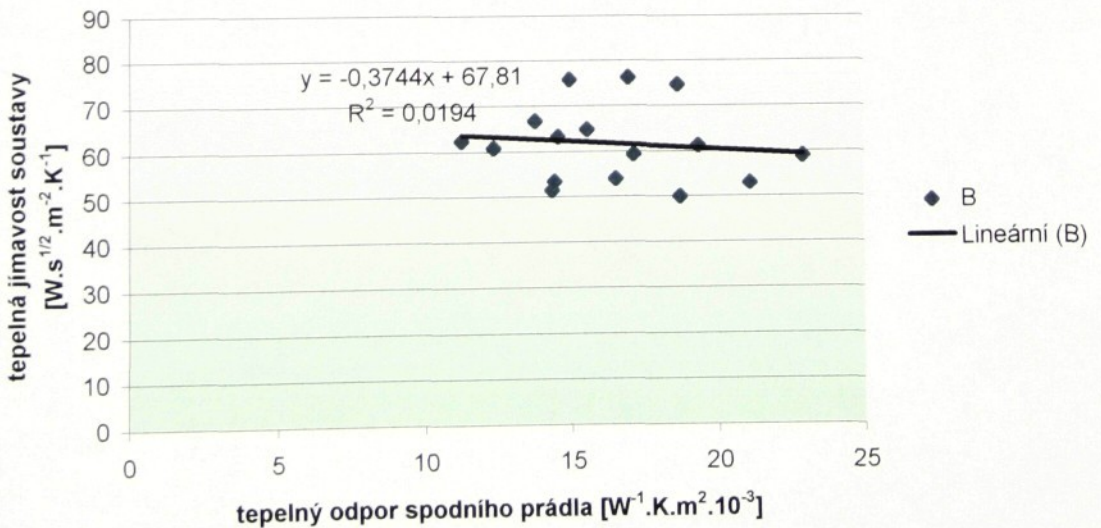
$$B=f(h)$$

závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 2 na
tepelné jímavosti běžného spodního prádla

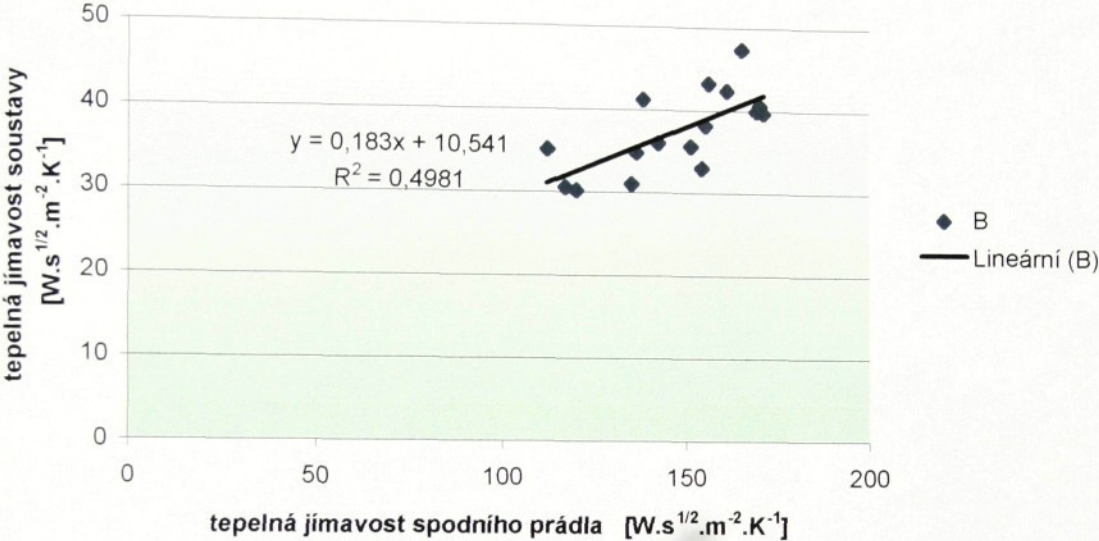


$$B=f(r)$$

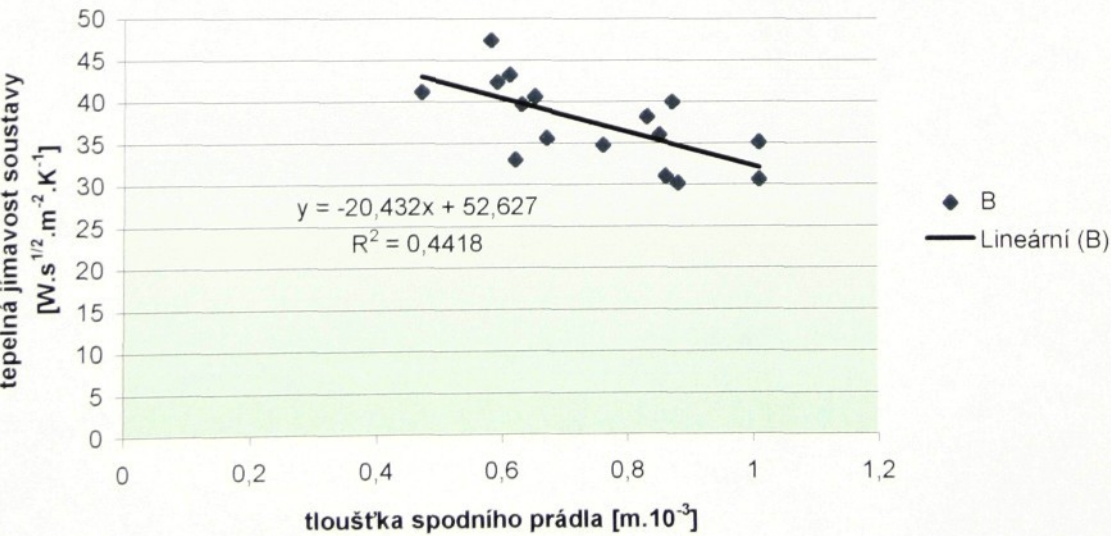
závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 2 na
tepelném odporu běžného spodního prádla



B=f(b)
 závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 3 na
 tepelné jímavosti běžného spodního prádla

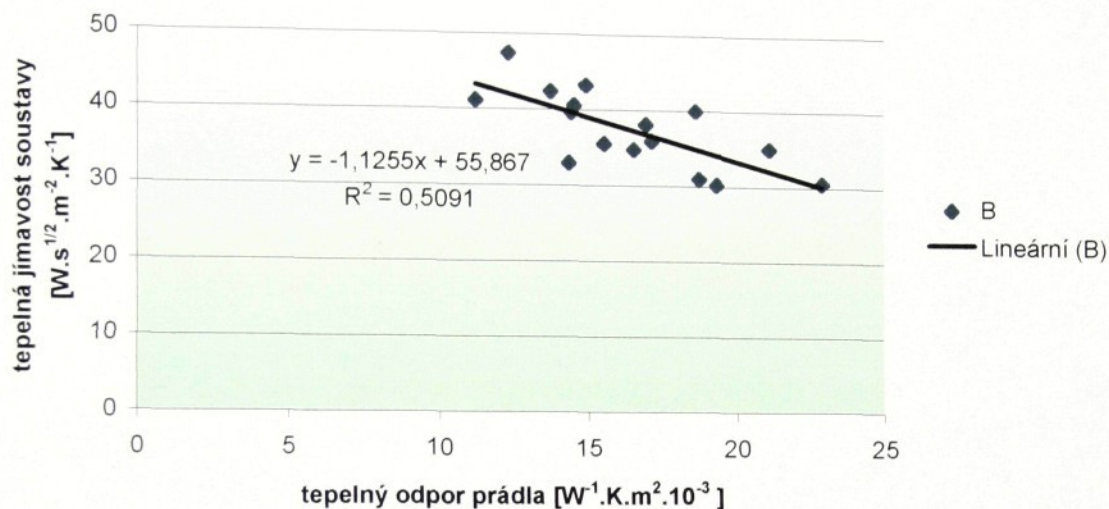


B=f(h)
 závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 3 na
 tepelné jímavosti běžného spodního prádla



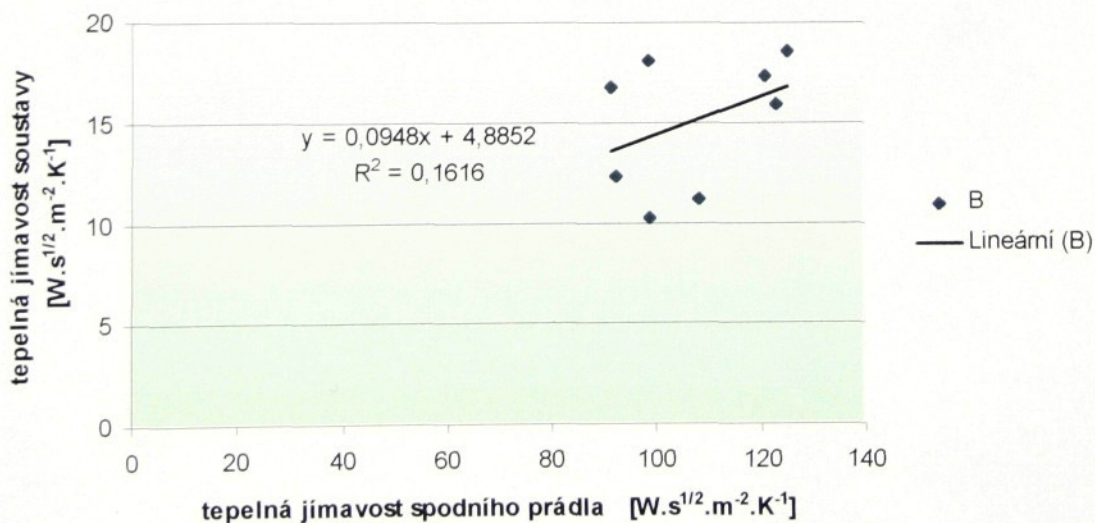
$$B=f(r)$$

závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 3 na
tepelném odporu běžného spodního prádla



$$B=f(b)$$

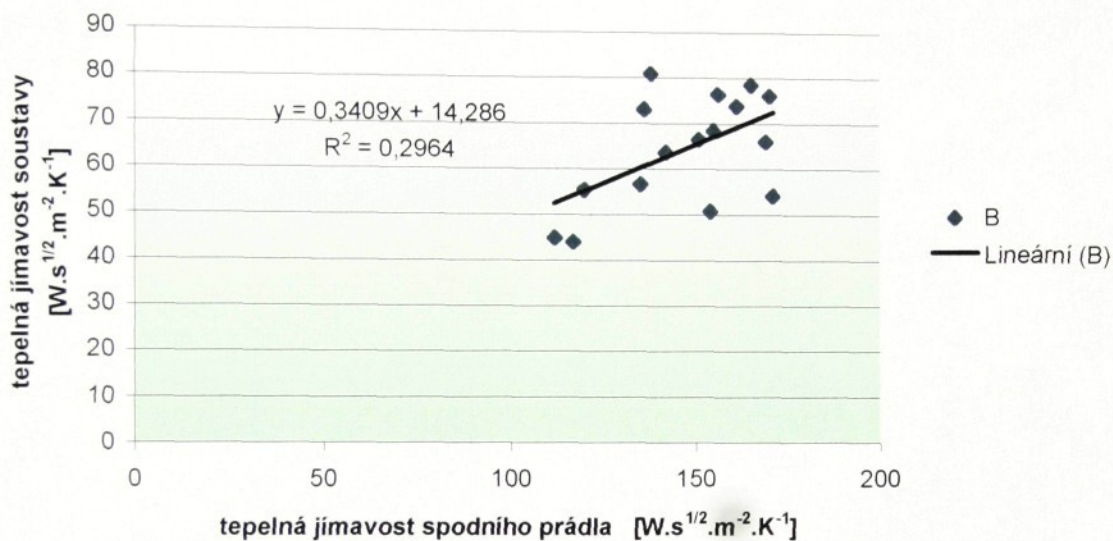
závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 3 na
tepelné jímavosti funkčního spodního prádla



system 4

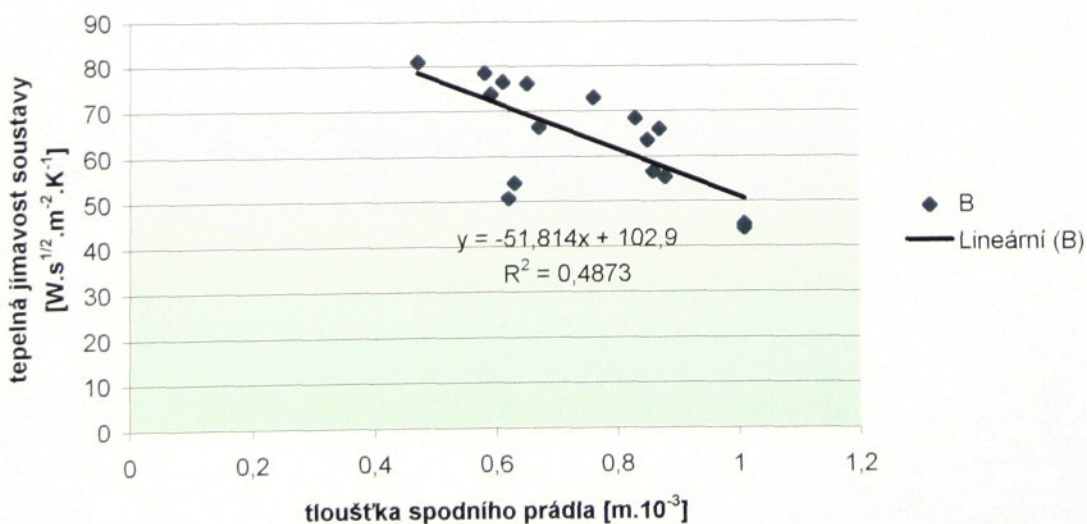
$$B=f(b)$$

závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 4 na
tepelné jímavosti běžného spodního prádla

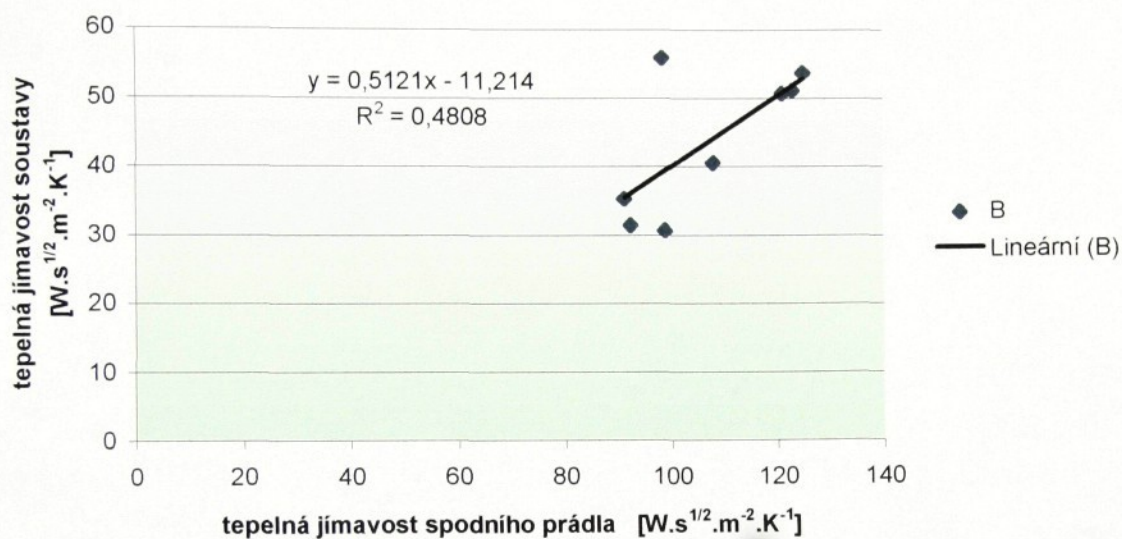


$$B=f(h)$$

závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 4 na
tepelné jímavosti běžného spodního prádla



B=f(b)
závislost tepelné jímavosti soustavy s vnějším systémem 4 na
tepelné jímavosti funkčního prádla



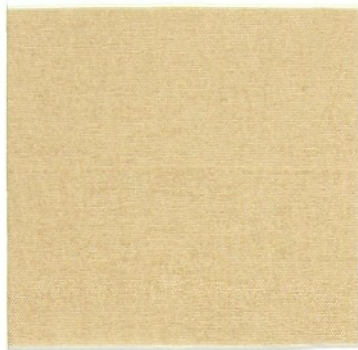
VZORNÍK MATERIÁLŮ

MATERIÁLY PRO VNĚJŠÍ VRSTVU

Sport Schwarzkopf v.o.s.

- a) materiálové složení
- b) plošná hmotnost
- c) tloušťka textilie

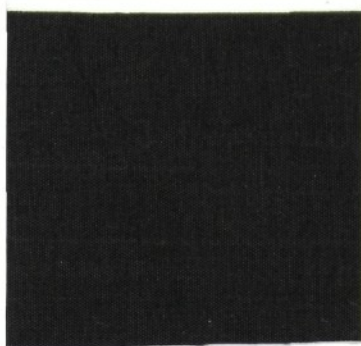
1.



dvouvrstvý laminát Gelanots

- a) 100%PA
- b) $0,120\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,27\text{ m.}10^{-3}$

2.



dvouvrstvý laminát Gelanots

- a) 100%PA
- b) $0,115\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,18\text{ m.}10^{-3}$

3.



dvouvrstvý laminát Gelanots

- a) 100%PA
- b) $0,075\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,07\text{ m.}10^{-3}$

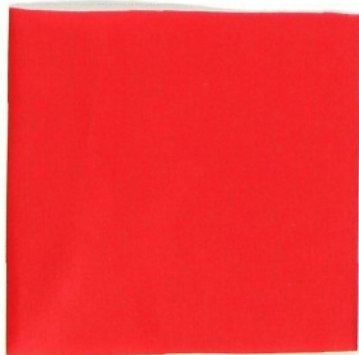
4.



membrána Gelanots

- a) 100%PU
- b) $0,058\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,27\text{ m.}10^{-3}$

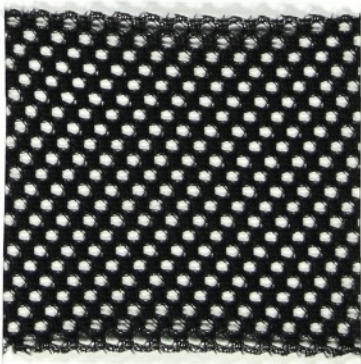
5.



„šusták“ Gelanots

- a) 100%PL
- b) $0,053\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,07\text{ m.}10^{-3}$

6.



perforovaná mřížka

- a) 100%PA
- b) $0,057\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,27\text{ m.}10^{-3}$

MATERIÁLY PRO BĚŽNÉ PRÁDLO

SINTEX a.s.

- a) materiálové složení
- b) plošná hmotnost
- c) tloušťka textilie

1.



IC 319

- a) 100%VI
- b) $0,149\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,47\text{ m.10}^{-3}$

2.



JK 307

- a) 55%CO,45%VI
- b) $0,160\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,61\text{ m.10}^{-3}$

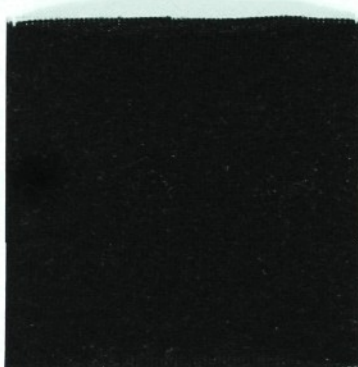
3.



JB 390

- a) 100%CO
- b) $0,185\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,58\text{ m.10}^{-3}$

4.



JB 340

- a) 100%CO
- b) $0,150\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,59\text{ m.10}^{-3}$

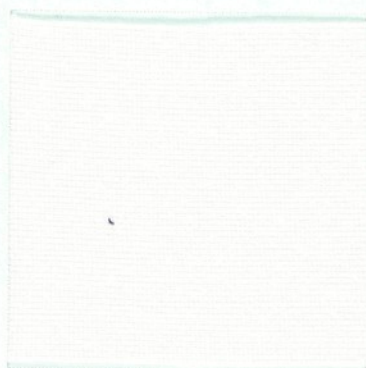
5.



PB 301

- a) 100%CO
- b) $0,197\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,62\text{ m.10}^{-3}$

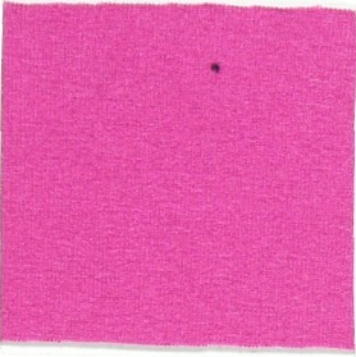
6.



JC 210

- a) 95%VI,5%lycra
- b) $0,210\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,63\text{ m.10}^{-3}$

7.



JC 109

- a) 90%VI, 10%lycra
- b) $0,205\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,65\text{ m.10}^{-3}$

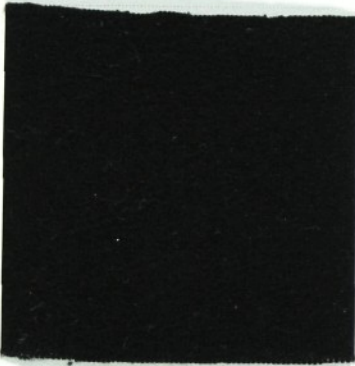
8.



JM 360

- a) 85%CO, 15%VI
- b) $0,180\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,67\text{ m.10}^{-3}$

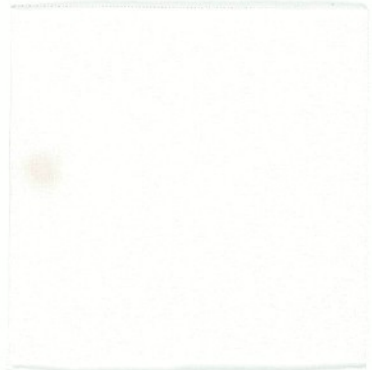
9.



JB 135

- a) 95%CO, 5%lycra
- b) $0,200\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,76\text{ m.10}^{-3}$

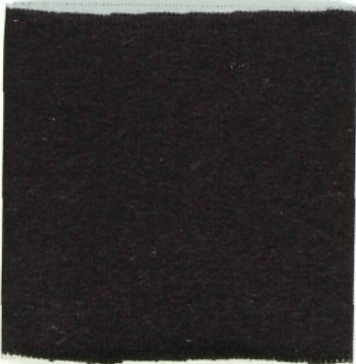
10.



JC 108

- a) 90%CO, 10%lycra
- b) $0,270\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,83\text{ m.10}^{-3}$

11.



JB 148

- a) 90%CO, 10%lycra
- b) $0,240\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,85\text{ m.10}^{-3}$

12.



IC 320

- a) 100%VI
- b) $0,205\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,86\text{ m.10}^{-3}$

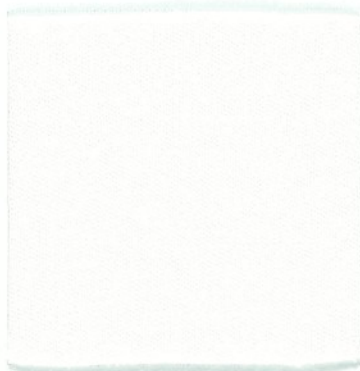
13.



JB 158

- a) 90%VI, 10%lycra
- b) $0,158\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,87\text{ m.10}^{-3}$

14.



IS 301

- a) 65%CO, 35%PL
- b) $0,150\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,88\text{ m.10}^{-3}$

15.



IC 319

- a) 100%PC
- b) $0,319\text{g.m}^{-2}$
- c) $1,01\text{ m.10}^{-3}$

16.



FB 201

- a) 96%CO, 4%lycra
- b) $0,260\text{g.m}^{-2}$
- c) $1,01\text{ m.10}^{-3}$

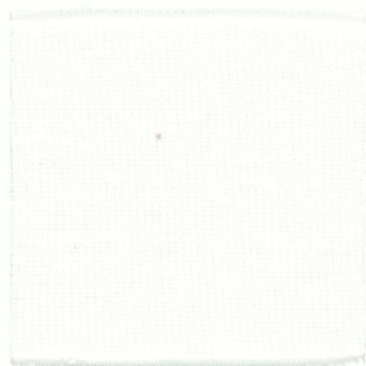
MATERIÁLY PRO FUNKČNÍ PRÁDLO

CoolMax – SINTEX a.s.

MOIRA – ALAE LUPULI

- a) materiálové složení
- b) plošná hmotnost
- c) tloušťka textilie

1.



CoolMax – FC 303

- a) 100%PL
- b) $0,180\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,79\text{ m.10}^{-3}$

2.



CoolMax – IC 329

- a) 100%PL
- b) $0,150\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,65\text{ m.10}^{-3}$

3.



CoolMax – JC 309

- a) 100%PL
- b) $0,120\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,63\text{ m.10}^{-3}$

4.



UltraLight

- a) 100%PP
- b) $0,150\text{g.m}^{-2}$
- c) $1,17\text{ m.}10^{-3}$

5.



MONO

- a) 100%PP
- b) $0,136\text{g.m}^{-2}$
- c) $1,5\text{ m.}10^{-3}$

6.



MIKRO

- a) 100%PP
- b) $0,098\text{g.m}^{-2}$
- c) $0,69\text{ m.}10^{-3}$

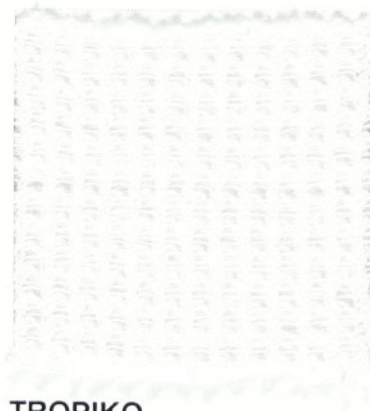
7.



DUO

- a) 100%PP
- b) $0,163\text{g.m}^{-2}$
- c) $1,11\text{ m.}10^{-3}$

8.



TROPIKO

- a) 100%PP
- b) $0,159\text{g.m}^{-2}$
- c) $1,82\text{ m.}10^{-3}$