

HODNOCENÍ TEPELNĚ-IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ TRIK PRO HASIČE

Ladislav Jánošík¹⁾, Šárka Bernatíková²⁾, Michal Vejda³⁾

ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá testovaním spodného prádla pod zásahový odev pre hasičov. Cieľom bolo vyhodnotiť ich vybrané vlastnosti. Sú v stručnosti popisované postupy testovania a metódy merania vlastností skúmaných trik. Sú porovnané výsledky získané testovaním na testeroch s laboratórne nameranými charakteristikami.

Kľúčové slová:

funkčné prádlo, nasákliivosť, triko, prestup tepla, testovanie

ABSTRACT

The contribution is aimed on testing of functional underwear for firefighters. The aim of work is analysing of their chosen properties. There are shortly described steps of testing and methods of measuring properties of tested T-shirts. There are compared results gained by testing on testers with laboratory measured characteristics.

Key words:

functional underwear, absorption, T-shirt, heat transfer, testing

1 ÚVOD

Tento príspevok shrnuje výsledky testů trik pod zásahový oděv hasiče. Výsledky navazují na předchozí měření v rámci bakalářské práce Michala Vejdy [1, 2], a dále na následné testování v rámci specifického výzkumu prováděného na

¹ Ladislav Jánošík, Ing., Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/2172,708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika, Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, ladislav.janosik@vsb.cz

² Šárka Bernatíková, Ing. Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/2172,708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika, Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava

³ Michal Vejda, Ing. Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15/2172,708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika, Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava

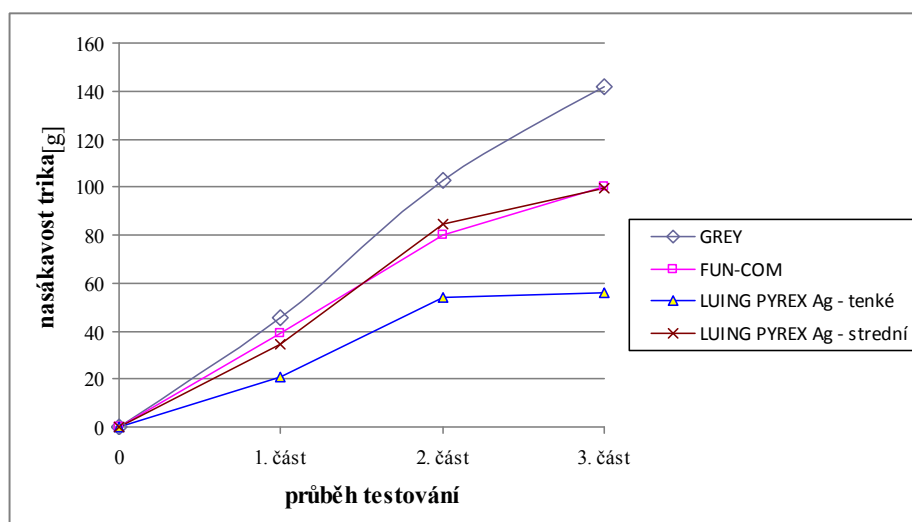
Fakultě bezpečnostního inženýrství v roce 2010 a 2011. Byla testována trika s dlouhým rukávem od dvou výrobců a to firmy DEVA F-M. s.r.o., Frýdek-Místek, Česká republika, ze souprav GREY a FUN-COM [3] a od firmy LUING PYREX, spol. s r.o., Havířov, Česká republika, trika LUING PYREX Ag ve variantách tenké a střední [4]. Od každého modelu bylo testováno pět kusů. Jelikož tento příspěvek navazuje na předchozí publikování výsledků testování v [5], jsou zde vynechány všeobecně známé informace o pojmu termoregulace a vlivu zvýšené teploty na organismus člověka, technické parametry, které musí trika dle platných technických podmínek a vyhlášky splňovat. Pojem nasáklivost je převzat z terminologie používané v [6].

2 ODĚVNÍ KOMFORT

Komfort představuje stav organismu, kdy jsou všechny fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly [6]. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat a pracovat. Oděvní komfort lze rozdělit do několika složek: psychologický, sensorický, termofyziologický, patofyziologický. Termofyziologický komfort nastává za optimálních podmínek teplota pokožky 33 až 35 °C, relativní vlhkost vzduchu 50 ± 10 %, obsah CO₂ 0,07 %, rychlost proudění vzduchu $0,25 \pm 0,1$ m.s⁻¹, nepřítomnost vody na pokožce [6].

3 TESTOVÁNÍ NASÁKLIVOSTI

Výsledky praktického odzkoušení jedné, pro zasahující hasiče velmi důležité, vlastnosti textilie a to nasáklivosti, jak již bylo uvedeno výše, byly postupně publikovány v [1, 2, 5]. Význam odvodu potu z těla do první vrstvy oblečení a odtud dále přes zásahový oblek ven není třeba zdůrazňovat. Při špatném odvodu tělesné vlhkosti může dojít při dlouhodobější zátěži k přehřívání zasahujícího hasiče. Při testování byl použit jako zásahový oděv typ Fireman-Tiger od společnosti DEVA F-M. s.r.o. Testování bylo provedeno pomocí navrhnutého zátěžového testu, který se skládal z 9 dílčích úkonů rozdělených pauzou na 3 části [1, 2, a 5].



Obrázek 1 Nárůst nasáklivosti testovaných trik

Na Obrázku 1 jsou graficky zachyceny souhrnně výsledky měření nasáklivosti testovaných trik a její změna v průběhu testování. Tyto údaje jsou průměrem rozdílů hodnot získaných vážením trik (suchých) před započítáním testování a v pauzách po ukončení jednotlivých částí testování. Z výsledků je zřejmé, že z hlediska nasáklivosti a odvodu potu z těla testera, trika z funkčních materiálů obstála mnohem lépe než základní, převážně bavlněný model GREY.

4 MĚŘENÍ PAROPROPUSTNOSTI

V rámci specifického výzkumu jsme si objednali na Technické univerzitě v Liberci měření tepelně-izolačních vlastností a propustnosti pro vodní páry našich testovaných trik [7]. Měření relativní paropropustnosti p bylo provedeno na přístroji Permetest. Přístroj je založen na přímém měření tepelného toku procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky. Povrch modelu je porézní a je zvlhčován, čímž se simuluje funkce ochlazení pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována. Relativní propustnost textilií pro vodní páry p , je nenormalizovaný, ale praktický parametr, kde 100 % propustnost představuje tepelný tok q_o vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu q_v . Platí rovnice:

$$p = 100 \left(\frac{q_v}{q_o} \right) [\%] \quad (1)$$

Výsledné hodnoty, které byly měřeny při teplotě okolního vzduchu v rozmezí 20 až 23 °C a rychlosti ofuku 1 m.s⁻¹, jsou uvedeny v Tabulce 1. Zde již nejsou tak diametrální rozdíly jako u nasáklivosti potem při experimentech.

Tabulka 1 Výsledky měření relativní paropropustnosti

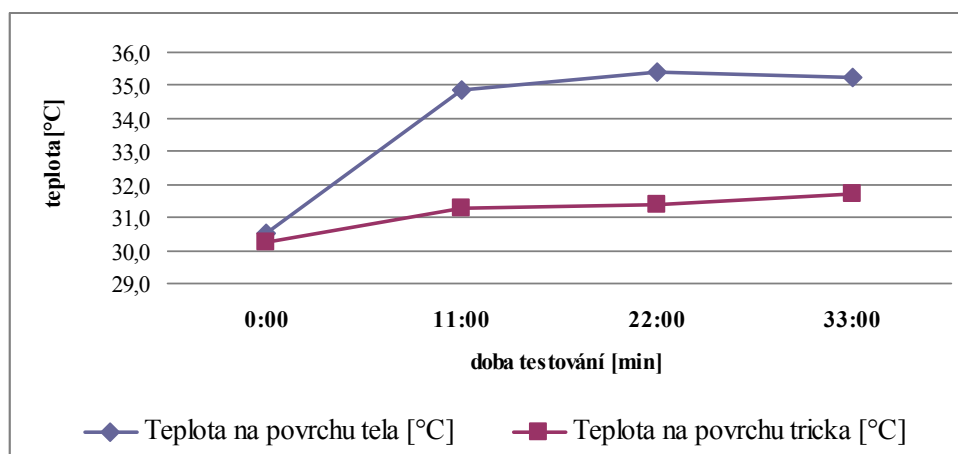
Triko	Složení	Relativní paropropustnost

		[%]
LUING PYREX Ag tenké, 100 g.m ⁻²	100% Ag POP	81,1
LUING PYREX Ag střední, 140 g.m ⁻²	50% Ag POP / 50% Ba	60,7
GREY	40% Vis / 60% Ba	67,6
FUN-COM	45% Ba / 55% Modacrylic	57,9

5 TESTOVÁNÍ PŘENOSU TEPLA

Tento test byl zaměřen na přenos tepla vedením od těla testéra přes testované modely trik. Skládal se ze dvou cyklů jednotlivých měření, při nich byly vždy použity čtyři modely triček. Při prvním cyklu byla měřena teplota na povrchu těla testéra, na povrchu trička a povrchu zásahového obleku. Při druhém cyklu byly měřeny teploty na povrchu těla testéra a povrchu trička při absenci zásahového obleku. Ze získaných hodnot byl vypočítán tepelný tok mezi tělem testéra a testovanými tričky. Výsledky jsme porovnávali s hodnotami získanými při měření na Technické univerzitě v Liberci [7].

V průběhu experimentů byla měřena teplota na povrchu těla testerů pomocí kontaktních teplotních čidel. Celkem bylo použito 12 ks těchto čidel rozmístěných na těle testéra, která byla napojena na univerzální měřicí přístroj a datalogger typ Almemo® 2690-8 firmy Ahlborn. Tento přístroj zaznamenával v intervalech 10 s teploty a ukládal si je do vnitřní paměti o celkové kapacitě 100 000 hodnot. Ze zaznamenaných hodnot byla vždy pro daný časový úsek vypočítána průměrná teplota z čidel umístěných na sledované části těla testera. Pro měření každé horní končetiny bylo použito vždy 2 čidel. Na přední i zadní část trupu byla pokaždé umístěna 4 teplotní čidla. Pro tyto části (trup a horní končetiny) byl počítán přenos tepla. Na Obrázku 2 jsou pro ilustraci zobrazeny získané průměrné hodnoty teplot.

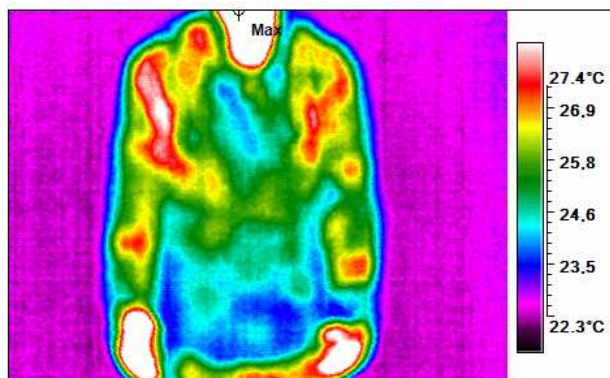


Obrázek 2 Průměrné teploty v průběhu testování trika FUN-COM

Teploty na povrchu trička a zásahového obleku byly snímány pomocí termokamery typ ThermoPro™ TP 8, firmy Wuhan Guide Infrared Technology Co., Ltd., Wuhan, Čína. Na Obrázku 3a,b jsou zobrazeny snímky vytvořené termokamerou.



Obrázek 3a Tester



Obrázek 3b Termosnímek

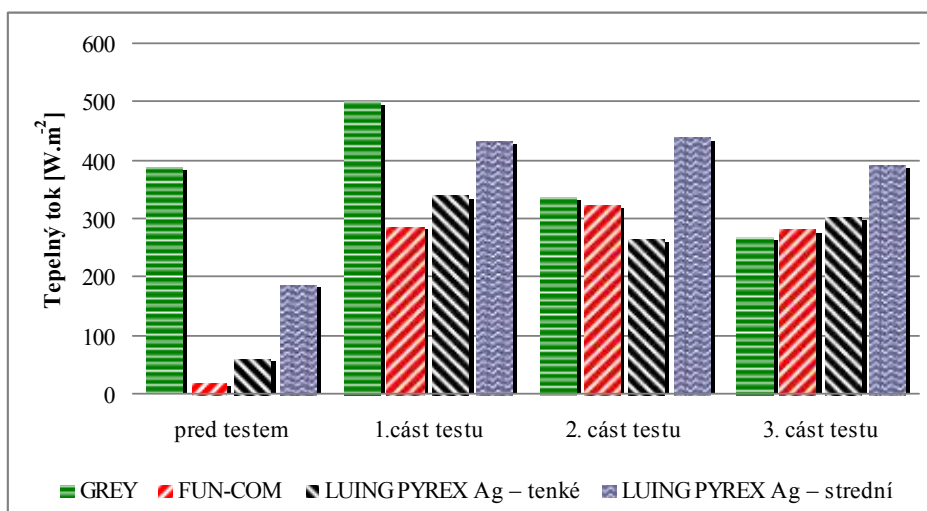
Snímky byly vytvářeny po ukončení zátěžového testu. Vzdálenost termokamery od měřeného testéra byla 3 m a emise byla nastavena na 0,96. Použitá termokamera nabízí vysokou teplotní citlivost 0,08 °C s teplotním rozsahem -20 °C až +800 °C. Ze snímku z termokamery bylo následně pomocí programu Guide IrAnalyser, dodávaného výrobcem kamery, vygenerováno teplotní pole snímku a z něj vypočteny průměrné hodnoty teploty pro uvažovanou část trika případně zášahového obleku.

6 VÝPOČET TEPELNÉHO TOKU

Jednotlivé výpočty toku tepla byly počítány pro dvě uvažované tloušťky materiálu trik. První hodnota byla změřena pomocí mikrometru, druhá na Technické univerzitě v Liberci pomocí fotoelektronického senzoru uvedená v [7]. Tok tepla q [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$] se dle Fourierova zákona (2) vypočte jako úměrnost mezi tepelnou vodivostí λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$], teplotním gradientem Δt [K] a tloušťkou textilní vrstvy h [m]. Teplotní gradient vyjadřuje rozdíl mezi teplotou pokožky a teplotou na povrchu testovaného trička:

$$q = -\lambda \frac{\Delta t}{h} [\text{W}\cdot\text{m}^{-2}] \quad (2)$$

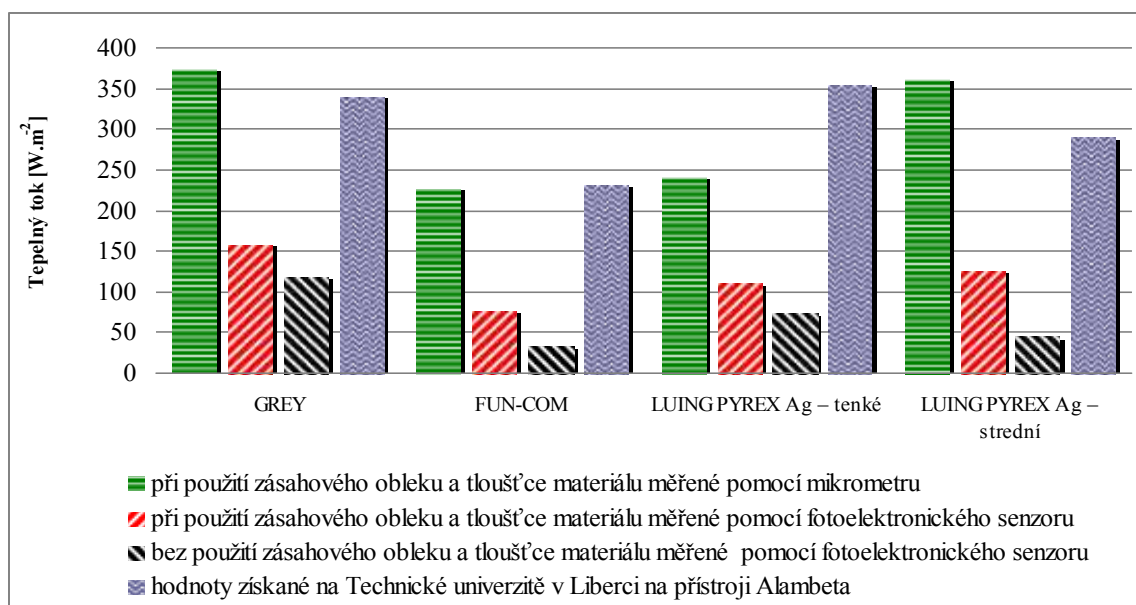
Na Obrázku 4 jsou shrnuty průměrné vypočtené hodnoty tepelného toku pro tloušťky jednotlivých trik měřeny mikrometrem.



Obrázek 4 Průměrné hodnoty tepelného toku při tloušťce materiálu měřené mikrometrem

ZÁVĚR

Ze získaných výsledků je zřejmé, že trička obsahující funkční materiály, byla vyhodnocena jako vhodnější pro použití při dlouhodobější fyzické zátěži z hlediska odvodu vlhkosti od těla hasiče. Tento závěr se shoduje s výsledky dotazníkového šetření v dlouhodobém testu nošení, který byl součástí tohoto testování. Z vyhodnocení dotazníků vyplynulo, že vlastnosti trik s funkčními materiály vyhovovaly testerům více, než model GREY. Nejlépe byl v tomto subjektivním hodnocení testery vyhodnocen model LUING PYREX Ag - tenké. Nicméně v hodnocení přenosu tepla testovanými triky již situace není tak jednoznačná (viz. Obrázek 4). Zde naopak mají lepší výsledky modely FUN-COM a LUING PYREX Ag - střední. Pro dokreslení zde uvádím ještě Obrázek 5, kde jsou shrnuty výsledné průměry všech možných variant výpočtu přenosu tepla.



Obrázek 5 Průměrné hodnoty tepelného toku

LITERATURA

- [1] VEJDA, M. *Testování funkčního prádla*. Bakalářská práce. Ostrava : VŠB – TU Ostrava, vedoucí bakalářské práce Ing. Ladislav Jánošík. 2009. 51 s.
- [2] JÁNOŠÍK, L., VEJDA, M. *Testování funkčního spodního prádla*. In Požární ochrana 2009: Sborník přednášek XVIII. ročníku mezinárodní konference. 1. vyd. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. 670 s. ISBN 978-80-7385-067-8. s. 219-226.
- [3] DEVA F-M. s.r.o. *Spodní prádlo* [online]. 2007 [cit. 2011-02-10]. Dostupný z URL: <<http://www.deva-fm.cz/cz/index.htm>> .
- [4] LUING PYREX, spol. s.r.o. *Pro hasiče a záchranáře* [online]. 2010 [cit. 2011-02-12]. Dostupný z URL: <<http://www.luingpyrex.cz/>> .
- [5] JÁNOŠÍK, L., TOMÁŠEK, M., VEJDA, M. *Testování trik pro hasiče*. In Ochrana před požiarmi a záchranné služby: Zborník prednášok zo 4. medzinárodnej vedeckej konferencie. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žilině, 2010. 326 s. ISBN 978-80-554-0208-6 s. 102-109.
- [6] RŮŽIČKOVÁ, D. *Oděvní materiály*. Skripta. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2003. 221 s. ISBN 80-7083-682-2
- [7] HES, L. a kol. *Hodnocení tepelně-izolačních vlastností a propustnosti pro vodní páry*. Liberec : Technická univerzita v Liberci. 2011. 7 s.

Článek recenzoval:
doc. Ing. Ladislav Olšar, PhD.



Project title: **Competency Based e-portal of Security and Safety Engineering**

Project number: **502092-LLP-1-2009-1-SK-ERASMUS-EMHE**

2009-3320/001-001

Project acronym: **eSEC**

Sub-programme: **Erasmus Multilateral Project-Modernisation of Higher Education -EMHE**

Project website: **<http://www.esecportal.eu/>**

Period: **From: 01/10/2009 To: 30/09/2012**



S ECURITY MANAGEMENT	C IVIL PROTECTION
R ISK MANAGEMENT	C RIME PREVENTION
C RISIS MANAGEMENT	E NVIRONMENTAL SECURITY
E MERGENCY MANAGEMENT	E CONOMIC AND FINANCIAL SECURITY
Q UALITY MANAGEMENT	I NFORMATION SECURITY
	F IRE PREVENTION
	O CUPATION AND HEALTHY SAFETY

This project has been funded with support from the European Commission.