

## INTEGRIRANI UREĐAJ ZA MJERENJE FIZIOLOŠKIH PARAMETARA LJUDSKOG TIJELA PRI EGZAKTNOM VREDNOVANJU TOPLINSKE UDOBNOСТИ ODJEĆE

Prof.dr.sc. **Dubravko Rogale**, redoviti član HATZ-a; prof.dr.sc. **Snježana Firšt Rogale**, član suradnik HATZ-a;  
doc. dr. sc. **Željko Knezić**; prof.dr.sc.

Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, [dubravko.rogale@tff.hr](mailto:dubravko.rogale@tff.hr); [sfrogale@tff.hr](mailto:sfrogale@tff.hr); [zeljko.knezic@tff.hr](mailto:zeljko.knezic@tff.hr);

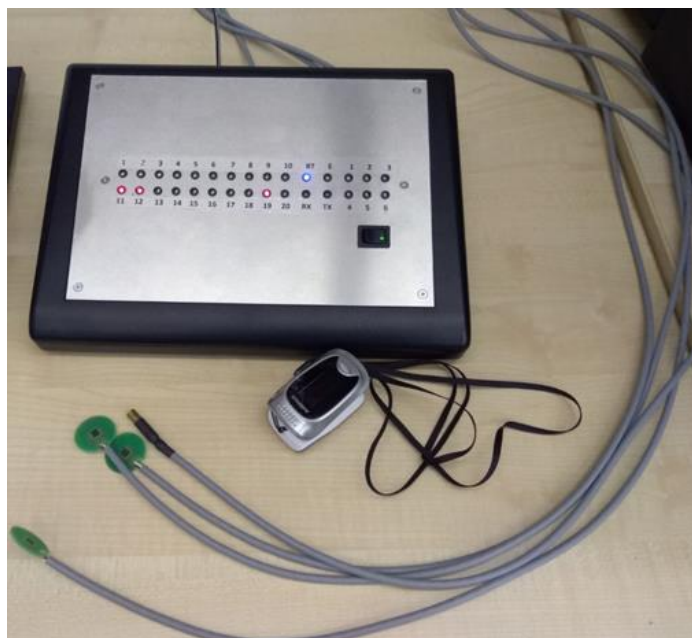
**Sažetak:** Opisana je inovacija namijenjena egzaktnom mjerenju pri ocjenjivanju toplinske ugone nošenja odjevnih predmeta za razliku od subjektivnog ocjenjivanja putem anketiranja nositelja odjeće. Pri anketiranju je zamijećeno široko odstupanje ocjena s obzirom da subjektivna ocjena ovisi o promjenjivom psihofiziološkom osjećaju. Ovom inovacijom mjeri se srednja temperatura kože metodom više termometara, vanjska temperatura i relativna vlažnost zraka, temperatura i relativna vlažnost mikroklima u odjeći te između slojeva u odjeći kao i srčani puls nositelja odjeće pri ocjenjivanju čime se dobivaju znatno točniji rezultati ocjena toplinske ugone nošenja.

### 1. Uvod

Subjektivno ocjenjivanje toplinske ugone tijekom nošenja odjeće je vrlo subjektivno i ocjene ugone se vrlo razlikuju u raznih ljudi pri istim parametrima stanja okoliša i pri istoj fizičkoj aktivnosti nositelja odjeće. Da se spriječi veliko rasipanje rezultata ocjenjivanja toplinske ugone nošenja odjeće konstruiran je uređaj koji ocjenu donosi na temelju izračuna srednje temperature kože nositelja. To je znatno precizniji podatak za donošenje ocjene jer ne ovisi o subjektivnom osjećaju. Pri ocjeni je moguće valorizirati i utjecaj relativne vlažnosti zraka u okolišu, slojevima odjeće i u mikroklimi između odjevnog predmeta i nositelja odjeće. Mjerenje srčanog pulsa je ugrađeno da se rano detektira mogućnost toplinskog udara ako se nositelj odjevnog predmeta izvrgne previsokim temperaturama okoliša ili pojačanoj tjelesnoj aktivnosti.

### 2. Opis inovacije

Mjerni uređaj se fizički sastoji od centralne jedinice na koju je povezan multiplexer, sl. 1., s 20 ulaza za temperaturna osjetila, 6 ulaza za osjetila relativne vlažnosti zraka i jednim ulazom za signal srčanog pulsa, sl. 1.



Sl. 1. Multiplexer za mjerne sonde i izgled senzora temperature, relativne vlažnosti zraka i srčanog pulsa

Na sl.1. su također vidljivi oblici sonde na kojima su osjetila, Zeleni diskovi su temperaturne sonde, a crni dio u sredini je u digitalno osjetilo temperature. Zeleni disk je izrađen od vitroplasta (plastike ojačane armaturom od staklenih vlakana) i štiti središnje osjetilo te omogućuje priključak mjernog kabla. Plosnati oblik omogućuje lagan smještaj sonde unutar slojeva laminata ili se brzo i jednostavno lijepi na kožu medicinskim flasterom.

Sonda za mjerenja relativne vlažnosti zraka je u obliku malog valjka iz kojeg izlazi mjerni kabl. Spomenuti valjak je metalna cjevčica, otvorena na gornjem kraju, u kojoj je smješteno osjetilo. Na taj način je osjetilo zaštićeno od mehaničkog djelovanja tijekom nošenja odjeće.

Na sl. 2. je prikazana centralna jedinica sustava (niska crna kutija) na koju priključen spomenuti multiplekser sa sondama i osobno računalo za prihvatanje, pohranjivanje, izračun, analizu i prikaz rezultata mjerenja te za tisak protokola o mjerenju. Na sl. 2. je također prikazan i izgled zaslona monitora s mnogobrojnim prozorima za komunikaciju s mjernim sustavom i za ispis mjernih rezultata i iscrtavanje dijagrama mjerenja. Također je prikazan i odjevni predmet sa sondama za mjerenja parametara okoliša, u slojevima odjeće i u mikroklimi odjavnog predmeta.



Sl. 2. Centralna jedinica mjernog sustava, izgled zaslona monitora i način postavljanja mjernih sondi

Toplinska udobnost pri nošenju odjeće i kod ovog sustava se može se odrediti subjektivnim izričajem nositelja ili egzaktnim mjerenjima fizioloških parametara: temperature kože (izmjerene metodom 4, 8 ili 12 definiranih mjesta na tijelu nositelja odjavnog predmeta pri čemu se izračunava srednja ponderirana temperatura), relativne vlažnosti zraka u mikroklimi odjeće neposredno uz kožu (što je indikator i mjera znojenja) i frekvencije otkucaja srca.

Integrirani uređaj za mjerenje fizioloških parametara ljudskog tijela pri egzaktnom vrednovanju toplinske udobnosti odjeće se sastoji od više sklopova i hardverskih povezanih modula te od softvera za povezivanje, usklađen rad i komunikaciju između modula, transfer i obradu podataka:

- modula za mjerenje temperature kože nositelja odjavnog sustava koji može mjeriti temperaturu kože na 4, 8 ili 12 definiranih mjesta na tijelu nositelja te izračunavati srednju ponderiranu temperaturu kože,
- modula za mjerenje relativne vlažnosti u zoni mikroklimi između odjavnog predmeta i kože nositelja (indikator znojenja) odjavnog sustava i za prikaz mjernih rezultata,
- modula za mjerenje frekvencije otkucaja srca nositelja odjavnog sustava,
- modula za mjerenje temperatura između pojedinih slojeva odjeće za određivanje udjela toplinskog izolacijskog efekta svakog pojedinog sloja u odjavnom sustavu,
- modula za hardversko povezivanje i transfer podataka između multipleksera, centralne jedinice i računala
- softvera za sinkronizaciju mjerenja, prihvatanje, pohranjivanje, izračun i prikaz rezultata mjerenja
- softvera za numerički i grafički prikaz mjernih rezultata i ispis mjernog protokola s rezultatima

Ovim uređajem smanjuje se subjektivizam ocjene, a povećava se signifikantnost egzaktnog mjerenja.

#### 4. Nagrade

Inovacija Integrirani uređaj za mjerenje fizioloških parametara ljudskog tijela pri egzaktnom vrednovanju toplinske udobnosti odjeće pod autorstvom: Dubravko Rogale, Snježana Firšt Rogale, Krešimir Rogale, Željko Knezić nagrađena

je sljedećim nagradama:

- **Nagrada za najbolju inovaciju u primijenjenoj znanosti**, 41. Inova/12. Budi uzor 2016- hrvatski salon inovacija s međunarodnim sudjelovanjem, Savez inovatora Hrvatske, sl. 1
- **Posebna nagrada za najbolju znanstvenu komercijalizaciju Smart Specialization** dodijeljena od Tera tehnopolisa i Hrvatske udruge inovatora poduzetnika, 41. Inova/12. Budi uzor 2016 - hrvatski salon inovacija s međunarodnim sudjelovanjem (za Integrirani uređaj za mjerenje fizioloških parametara ljudskog tijela pri egzaktnom vrednovanju toplinske udobnosti odjeće)
- **Zlatna medalja**, 41. Inova/12. Budi uzor 2016- hrvatski salon inovacija s međunarodnim sudjelovanjem, Savez inovatora Hrvatske, sl. 2.



Sl. 1 Nagrada za najbolju inovaciju u primijenjenoj znanosti, INOVA 2016



Sl. 2 Zlatna medalja, INOVA 2016

### 3. Zaključak

Integrirani uređaj za mjerenje fizioloških parametara ljudskog tijela pri egzaktnom vrednovanju toplinske udobnosti odjeće zamjenjuje subjektivizam pri ocjenjivanju egzaktnim znanstvenim pristupom i znatno točnijim rezultatima s manjim rasipanjima pri ocjenjivanju. Osim toga, egzaktno se mjere i parametri koji nisu mogli biti obuhvaćeni subjektivnom ocjenom čime se omogućuje bolja prosudba uspješnosti inženjerskog projektiranja toplinskih svojstava odjeće s aspekta toplinske ugone nošenja. Uređaj je instaliran u Laboratoriju za procesne parametre Zavoda za odjevnu tehnologiju Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Integrirani uređaj će se koristiti i u sklopu istraživačkog projekta IP-2018-01-6363 Razvoj i toplinska svojstva inteligentne odjeće financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost.

### Zahvala



Rad je izrađen u sklopu istraživačkog projekta IP-2018-01-6363 Razvoj i toplinska svojstva inteligentne odjeće (ThermiC) financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost.