

PROPUSNOST VODENE PARE GOVEĐE KOŽE ZA IZRADU PROFESIONALNE OBUĆE

Jadranka Akalović¹, Zenun Skenderi^{1*}, Snježana Firšt Rogale¹, Emilija Zdraveva¹
¹Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

e-pošta: zenun.skenderi@ttf.hr

Izvorni znanstveni rad
UDK: 675.14.031.1.017.6:685.345

Sažetak

U radu su ispitana svojstva propusnosti vodene pare uzoraka goveđih koža namijenjenih izradi profesionalne obuće kroz primjenu različitih metoda mjerenjem otpora propusnosti vodene pare te propusnosti vodene pare. Otpor prolazu vodene pare određen je primjenom aparata Permetesta, dok je propusnost vodene pare određena metodom prema normi HRN EN ISO 20344:2012. Uzorci goveđeg boksa i nape koji su sirovinski jednaki, tehnološki vrlo slično obrađeni (hidrofobirani, kombinirano štavljeni i obrađeni poliuretanskom dovršnom obradom lica), imaju razmjerno najveći otpor prolazu vodene pare. Rezultati pokazuju da kod istovrsnih obrada uzorak velura manje debljine ima manji otpor prolazu vodene pare u odnosu prema uzorku velura veće debljine. Propusnost vodene pare umnogome je ovisna o obradi lica ispitivane kože. Uzorci velura imaju visoke vrijednosti propusnosti vodene pare u odnosu prema uzorcima boksa i nape, neovisno o debljini i obradi što se može povezati s propusnom strukturom njihova brušenog lica.

Ključne riječi

goveđa koža, propusnost vodene pare, permetest, profesionalna obuća

1. UVOD

Za određivanje parametara termofiziološke udobnosti obuće danas se različitim metodama mjere dva parametra: propusnost vodene pare (mjerenjem otpora prolazu vodene pare) te propusnost topline (mjerenjem otpora prolazu topline).

Općenito, metode mjerenja navedenih termofizioloških parametara mogu biti statičke i dinamičke [1, 2]. Najvažnije statičke metode za ispitivanje termofizioloških svojstava plošnih proizvoda, uključujući i kožu, provode se primjenom uređaja Skin model (tzv. Vruća ploča) [3], ali i primjenom uređaja Permetesta, za nedestruktivno mjerenje plošnih tekstilnih uzoraka [4]. Od metoda dinamičkog mjerenja termofizioloških parametara obuće upotrebljavaju se uređaji naziva Termalno stopalo (termalni maneken, toplinska noga) [5, 6, 7, 8].

Ipak, vrijednosti otpora prolazu topline i otpora prolazu vodene pare ne definiraju potpuno udobnost obuće jer je riječ o složenom svojstvu za određivanje kojeg je uz objektivne mjerne parametre dobivene navedenim metodama, potrebno provesti i ispitivanja subjektivnog osjećanja udobnosti obuće u ispitnika, a koja nerijetko dulje traju.

Nadalje, razina aktivnosti, vanjski utjecaji, konstrukcija obuće, vrsta materijala (kože) za izradu obuće te njezina obrada umnogome određuje udobnost obuće. Složenost potpunog definiranja udobnosti obuće ogleda se i u tome da se obično obuća izrađuje iz više slojeva, a u obzir treba uzeti i svojstva materijala te

konstrukcijska svojstva čarapa koje se nalaze između ljudske noge (kože) i obuće.

U ovom radu detaljnije se daje opis strukture kože i tehnologije obrade kože za izradu profesionalne obuće, što je i predmet istraživanja ovog rada.

Gotove kože za izradu obuće dobivaju se tehnološkim procesom obrade sirovih životinjskih koža. Prema histološkoj građi razlikuju se tri jasno razgraničena sloja kože:

- vanjski sloj (pokožica, pousmina, epidermis) koji čini 1 do 2 % debljine kože
- srednji sloj (usmina, corium, cutis, derma) koji čini 80 do 95 % debljine kože
- unutarnji sloj (potkožno tkivo, subcutis) koji čini 3 do 20 % debljine kože.

S kožarskoga gledišta najbitniji sloj sirovih koža za proizvodnju gotove kože jest srednji sloj (usmina ili derma). Derma je građena od čvrstog, vezivnog tkiva kolagenskih vlakana. Kolagenska vlakna građena su od fibrila-brojnih paralelnih niti međusobno uraslih i isprepletenih u svim smjerovima bez slobodnih krajeva.

Ova se struktura obradom oplemenjuje, što rezultira specifičnim fizikalno-mehaničkim i kemijskim svojstvima te izgledom gotove kože. Proces obrade sirove kože odvija se kroz tehnološke operacije pripremnih radova, procesa štavljenja i dovršavanja ušavljene kože. Pripremnim radovima sirova se koža priprema za provođenje procesa štavljenja. Štavila su sredstva koja imaju sposobnost pravog štavljenja, različite su kemijske strukture i sastava, a zajednički im je učinak učvršćivanje kolagenskih vlakana i osiguranje njihove otpornosti na vanjske utjecaje radi postizanja

zadovoljavajuće trajnosti i kvalitete gotove kože. Vlaknasta struktura kože nositelj je svih važnih svojstava gotove kože koja ovise o njezinoj mikrostrukturi što uključuje pravilnost spleta vlakana, kut ispreplitanja, gustoću spleta vlakana, njihovu savijenost, stupanj razdijeljenosti i debljinu.

Ovisno o odabiru štavila najčešće se primjenjuje vegetabilno, kromno i sintetsko štavljenje kože, kao i njihove različite kombinacije. Kromno štavljene kože imaju bolja fizikalno-mehanička svojstva od vegetabilno štavljenih koža. Vegetabilno štavljene kože u usporedbi s kromno štavljenim kožama sadržavaju više vezanih štavinih tvari, nevezanih neštavinih tvari, teže su i debljih vlakana. Primjenom sintetskih štavila često se pored proštavljenosti postižu i specifična svojstva gotovih koža.

U praksi je česta kombinacija kromne i vegetabilne štave radi postizanja zadovoljavajućih svojstava gotove kože uz zadovoljenje sve strožih uvjeta sigurnosti i zaštite okoliša. Doprinos tehničkim operacijama obrade kože postižu se važna svojstva konačnog izgleda, podatnosti gotove kože, ali i niz funkcionalnih svojstava gotove kože ovisno o namjeni [9].

Pored poznavanja svojstava kože koja su posljedica sirovinske vrste i tehnološke obrade, za primjenu kože u proizvodnji profesionalne obuće važno je poznavati specifičnost strukture pojedinih dijelova kože. Za proizvodnju obuće nužno je poznavanje specifičnih svojstava kruponskog i okrajinskog dijela kože.

Kruponski dio, odnosno centralni dio kože ima najbolja mehanička svojstva pa je stoga najpogodniji za izradu gornjišta. Tu su kolagenska vlakna najbolje strukturirana, tj. imaju najbolja svojstva mikrostrukture.

Okrajinski dio kože više se isteže, rjeđe je strukture, slabije izražene punoće, a pogodniji je za izradu sarica i manje vidljivih dijelova gornjišta poput jezika i kragne. Vlaknasta struktura, odnosno građa vlakana kojom je uvjetovana velika unutrašnja reaktivna površina, nositelji su važnih fizikalnih svojstava gotovih koža kao što su svojstva propusnosti zraka, vodene pare i topline.

Prirodna koža ima specifičnu mikroklimu, što znači da ima dobra svojstva zadržavanja topline, dobru propusnost zraka, vodene pare i akumuliranja vlage što pridonosi dobrim tzv. higijenskim svojstvima obuće, koja se kod umjetnih materijala trebaju postići [9].

Malo je publiciranih radova koji obrađuju prolaz topline (ili otpor) kroz kožu, a još je manje radova koji obrađuju problematiku propusnosti vodene pare. Nadalje, veći se broj autora bavio toplinskom izolacijom kože i obuće. Tako Kuklane [10] navodi da toplinska izolacija cijelog tijela utječe na lokalno toplinsko stanje, a lokalna izolacija kao izolacija dobivena nošenjem obuće utječe na ukupnu toplinsku udobnost ljudskog tijela. Akumulacija vlage u koži znatno smanjuje izolaciju obuće, a smanjenje izolacije ovisi o brzini znojenja, brzini isparavanja-kondenzacije, kapacitetu apsorpcije materijala obuće te o prijenosu vlage u njima. U istom radu Kuklane navodi vrijednosti toplinske

izolacije obuće (otpor prolazu topline) za različite temperaturne uvjete okoline u rasponu od +15 °C do -25 °C.

Krishnaraj i sur. [11] istražuju toplinsku izolaciju različitih vrsta kože za izradu odjeće različitog dizajna i konstrukcije, Čolak i sur. [12] bave se otporom prolazu topline različitih koža štavljenih različitim štavama.

Nadalje, Salopek Čubrić i sur.[13] istražuju parametre udobnosti (otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare) kod dva različita podstavna krzna i jednoga medicinskoga krzna, dok Akalović i sur. [14] istražuju utjecaj 11 različitih vrsta materijala (pust za temeljne tabanice, dvoslojni kompozit za lice, dvoslojni kompozit za tabanice, termoplastični materijal za izradu tvrdica i spužva za ovratnike) na parametre otpora prolazu topline i vodene pare.

Svrha je ovog rada istražiti kako se kože (ukupno 5) različite prerade, obrade i fizikalnih svojstava ponašaju u smislu ispitivanja otpornosti prolazu vodene pare/propusnosti vodene pare kao jednog od temeljnih parametara ocjenjivanja udobnosti obuće za izradu profesionalne obuće.

2. Eksperimentalni dio

2.2. Materijali

Važni materijali (proizvodi) gotovih koža za izradu profesionalne obuće jesu goveđi boks, goveđi velur, goveđi obućarski velur, goveđa hidrofobirana napa i obućarska napa.

Goveđi boks kromno je ili kombinirano uštavljena koža, s prirodnim glatkim ili utisnutim licem. Kromno je štavljen, lagano vegetabilno doštavljen i mašćen kombinacijama sintetskih i prirodnih masnoća, a prema namjeni može biti i različito hidrofobiran. Sirovinska osnova srednje su teške kategorije goveda. Ovisno o namjeni obuće, primjenjuju se različite vrste dogotove (anilinska, kazeinska i polimerizacijska), kao i njihove kombinacije.

Goveđi velur gotova je koža brušene mesne strane koja je lice (vanjska strana) ove vrste gotove kože. Najčešće je kromno i kombinirano štavljen, ujednačene boje, izražene mekoće i podatnosti. Osnovno je obojen i mašćen specijalnom kombinacijom masnoća koje pridonose baršunastom izgledu, a ovisno o namjeni može biti i hidrofobiran.

Goveđa napa koža je karakteristične mekoće i podatnosti, punog prirodnog lica. Obično je kromno štavljena i lagano doštavljena vegetabilnim ili sintetskim štavilima, lica dovršenog različitim vrstama dogotove, a ovisno o namjeni može biti i hidrofobirana.

Za provedbu istraživanja odabrane su goveđe kože za izradu profesionalne obuće, prikazane u tab.1. Na svim uzorcima provedena su mjerenja relativnog toplinskog toka i otpora prolazu vodene pare, primjenom uređaja Permetesta. Rezultati propusnosti vodene pare i debljine dobiveni su od proizvođača obuće, ispitivani su sukladno važećim normama [15, 16].

Tablica 1: Oznake i opis ispitivanih uzoraka kože

| Oznaka uzorka | Naziv uzorka | Tehnološke obrade |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| A | goveđi boks | hidrofobiran, kromno štavljen lagano vegetabilno doštavljen lice dovršeno PU dogotovom |
| B | goveđi velur | hidrofobiran, kromno štavljen |
| C | goveđi obućarski velur | hidrofobiran, kromno štavljen |
| D | goveđa hidrofobirana napa | kromno štavljena blago vegetabilno doštavljena PU dogotova lica |
| E | obućarska napa kao podstavna koža | Kromno štavljena |

Uzorak A koža je goveđeg boksa. Koža je crne boje, hidrofobirana, kromno štavljena i lagano vegetabilno doštavljena. Lice kože dovršeno je poliuretanskom dogotovom. Upotrijebljena je za izradu oglava, sarica, gornjeg dijela jezika na gornjištu ljetne vojne polučizme, kao i za izradu istih dijelova vojne zimske čizme.

Uzorak B goveđi je hidrofobirani velur kromno štavljen, bež boje. Upotrebljava se za izradu ovratnika vojničke ljetne polučizme.

Uzorak C goveđi je obućarski velur kromno štavljen, hidrofobiran, ujednačene boje pijeska, dobre obojenosti kroz presjek kože. Dobrih je mehaničkih svojstava i zadovoljavajuće mekoće i podatnosti, a upotrebljava se za izradu lica gornjišta ljetne vojničke polučizme.

Uzorak D crna je goveđa hidrofobirana napa za izradu ovratnika na gornjištu vojne ljetne polučizme, kao i ovratnika i donjeg dijela jezika vojne visoke cipele i vojne zimske čizme. Koža je kromno štavljena i blago vegetabilno doštavljena, poliuretanske dogotove lica.

Uzorak E kromno je štavljena obućarska napa koja se u modelu profesionalne obuće upotrebljava kao podstavna koža ovratnika na gornjištu vojne ljetne polučizme i ljetne polučizme boje pijeska. Odgovara funkcionalnim svojstvima podstavnih koža.

2.2. Metode ispitivanja

2.2.1. Ispitivanja propusnosti vodene pare prema normi HRN EN ISO 20344

Ispitivanja propusnosti vodene pare kod svih pet uzoraka gotove kože provedena su sukladno navedenoj normi [16]. Ispitni uzorak tijekom ispitivanja stavljen je na uređaj (rotirajuća posuda s higroskopnom tvari smještena na jaku struju zraka u kondicioniranim uvjetima: temp. 230C ±2, rel. vlažnosti zraka 50%± 5). Izračun rezultata propusnosti vodene pare:

$$W_3 = \frac{M}{At} = \frac{M}{\pi \cdot r^2 \cdot t} \quad (1)$$

gdje je:

W_3 propusnost vodene pare u mg/(cm²h)
M masa vodene pare ($M_2 - M_1$)/1000) u mg

M_1 početna masa posude zajedno s ispitnim uzorkom i silikagelom u g
 M_2 konačna masa posude zajedno s ispitnim uzorkom i silikagelom u g
A ispitna površina u cm²
r radijus ispitne površine u cm
t vrijeme između prvog i drugog vaganja u h.

2.2.2. Ispitivanja propusnosti vodene pare primjenom Permetesta

Mjerenja su provedena na uređaju **Permetest 1** (Skin model, sl. 1.), koji simulira suhu i vlažnu ljudsku kožu [17], pri čemu su mjereni sljedeći parametri:

- relativna propusnost toplinskog toka (P)
- otpor prolazu vodene pare R_{et} .

Relativna propusnost toplinskog toka (P) određuje se jednadžbom:

$$P = \frac{q_s}{q_o} \times 100 \quad (2)$$

gdje je:

q_s toplinski tok s uzorkom u W/m²
 q_o toplinski tok bez uzorka također u W/m².

Otpor prolazu vodene pare određen je prema jednadžbi [17]:

$$R_{et} = (P_m - P_a)(q_s^{-1} - q_o^{-1}) \quad (3)$$

gdje je:

P_m parcijalni tlak zasićene vodene pare za temperaturu ambijenta/prostorije u kojoj se provodi ispitivanje u Pa,
 P_a parcijalni tlak vodene pare ambijenta/laboratorija gdje se provodi ispitivanje.



Slika 1: PERMETEST – Uređaj za nedestruktivno određivanje otpora prolazu topline i otpora prolazu vodene pare, tt. SENSORA Instruments [17]

3. Rezultati i rasprava

Rezultati mjerenja propusnosti vodene pare, prema (1), otpor prolazu vodene pare, prema (3) te relativna propusnost toplinskog toka, prema (2) prikazani su u tab. 2. i na sl.2 – 4.

3.1. Rezultati ispitivanja otpora prolazu vodene pare

Uzorci A (goveđi boks) i D (goveđa napa) imaju razmjerno veći otpor prolazu vodene pare (39,9

Tablica 2: Rezultati mjerenja otpora prolazu vodene pare i propusnosti vodene pare

| Oznaka i naziv uzorka | d (mm) | R_{et} (Pa m ² /W) | P (%) | W_3 (mg/(cm ² h)) |
|-----------------------|------------|---------------------------------|--------------|--------------------------------|
| A_1 | 2,1 – 2,3 | 44,7 | 12,9 | - |
| A_2 | 2,1 – 2,3 | 36,8 | 14,3 | - |
| A_3 | 2,1 – 2,3 | 38,3 | 13,7 | - |
| \bar{x} | 2,2 | 39,93 | 13,63 | 7,04 |
| | - | 4,196 | 0,702 | - |
| CV, % | - | 10,50 | 5,10 | - |
| B_1 | 0,9 – 1,1 | 9,5 | 39 | - |
| B_2 | 0,9 – 1,1 | 8,8 | 40,7 | - |
| B_3 | 0,9 – 1,1 | 8,5 | 42 | - |
| \bar{x} | 1,0 | 8,93 | 40,57 | 15,30 |
| | - | 0,513 | 1,504 | - |
| CV, % | - | 5,70 | 3,70 | - |
| C_1 | 2,1 – 2,3 | 25,2 | 18,7 | - |
| C_2 | 2,1 – 2,3 | 26,2 | 18,3 | - |
| C_3 | 2,1 – 2,3 | 25,7 | 17,9 | - |
| \bar{x} | 2,2 | 25,70 | 18,30 | 9,99 |
| | - | 0,500 | 0,400 | - |
| CV, % | - | 1,90 | 2,20 | - |
| D_1 | 1,8 – 2,0 | 55,6 | 9,8 | - |
| D_2 | 1,8 – 2,0 | 38,7 | 13,6 | - |
| D_3 | 1,8 – 2,0 | 54,2 | 10,3 | - |
| \bar{x} | 1,9 | 49,50 | 11,23 | 5,54 |
| | - | 9,379 | 2,065 | - |
| CV, % | - | 18,90 | 18,40 | - |
| E_1 | 0,9 – 1,1 | 32,3 | 16,2 | - |
| E_2 | 0,9 – 1,1 | 36,1 | 14,8 | - |
| E_3 | 0,9 – 1,1 | 50,6 | 10,9 | - |
| \bar{x} | 1,0 | 39,67 | 13,97 | 6,81 |
| | - | 9,657 | 2,747 | - |
| CV, % | - | 24,4 | 19,7 | - |

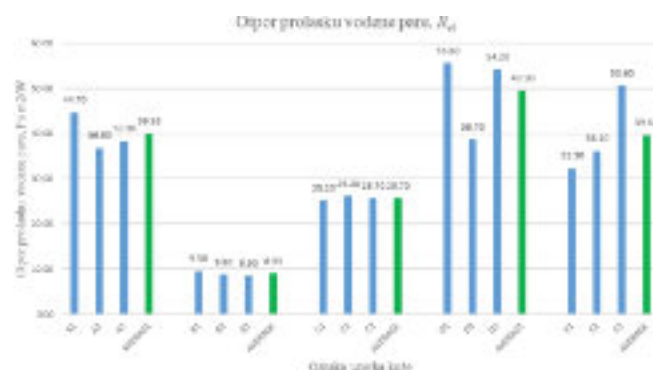
d – debljina (mm); R_{et} – otpor prolazu vodene pare (Pa m²/W); P – relativna propusnost toplinskog toka (%); W_3 – propusnost vodene pare (mg/(cm² h)); \bar{x} – srednja vrijednost ispitivanog svojstva; σ – standardno odstupanje ispitivanog svojstva; CV – koeficijent varijacije ispitivanog svojstva (%)

odnosno 49,5 Pa m²/W, tab. 2, sl. 2). Sirovinski su jednaki te tehnološki slično obrađeni (hidrofobirani, kombinirano štavljene s poliuretanskom dovršnom obradom lica.

Uzorak E (obučarska napa) ima približno jednaki otpor prolazu vodene pare (39,7 Pa m²/W) u odnosu prema uzorku A (goveđi boks) i nešto manji otpor u odnosu prema uzorku D (goveđa napa). Uzorak E (obučarska napa) nije hidrofobiran, već kromno štavljen i PU dovršne obrade lica pa se i u doradi može tražiti razlog veće otpornosti prolazu vodene pare.

Uzorak B (goveđi velur) ima razmjerno najmanji otpor prolazu vodene pare (8,93 Pa m²/W), a uzorak C (goveđi obućarski velur) nešto veći otpor prolazu vodene pare (25,7 Pa m²/W) u odnosu prema uzorku B (goveđi velur). Uspoređujući vrijednosti otpora prolazu vodene pare uzoraka A (goveđi boks) i C (goveđi obućarski velur) – kože za izradu lica gornjišta, vidljiv je utjecaj obrade na otpor prolazu vodene pare.

Naime, uzorak C (goveđi obućarski velur) kao velur ima manji otpor prolazu vodene pare od uzorka A (goveđi boks) koji ima PU obradu lica i kombiniranu štavu, iako su im debljine približno jednake (2,26 mm, 2,20 mm, tab. 1).

Slika 2: Otpor prolazu vodene pare (R_{et}) ispitivanih uzoraka kože

3.2. Rezultati ispitivanja propusnosti vodene pare

Izmjerene vrijednosti propusnosti vodene pare svih pet uzoraka zadovoljavaju propisane zahtjeve za vojnu obuću. Najveća vrijednost propusnosti vodene pare (15,30 mg/(cm² h), tab. 2, sl. 3) izmjerena je na uzorku B (goveđi velur) i sukladna je njegovoj debljini 1,09 mm i strukturi kromno štavljenog velura.

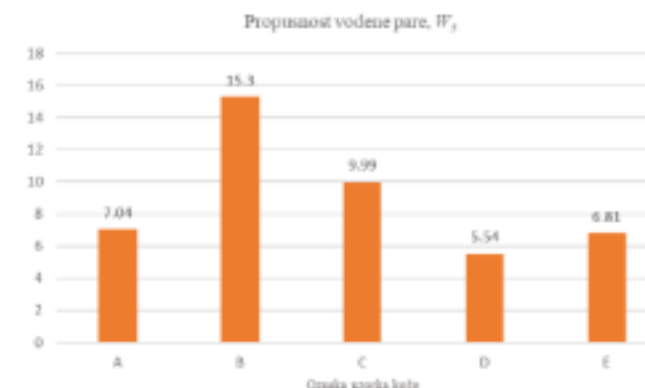
Uzorak C (goveđi obućarski velur), velur za lice gornjišta imao je nešto manju vrijednost propusnosti vodene pare od 9,99 mg/(cm² h) u

odnosu prema uzorku B (goveđi velur), što se može povezati s utjecajem debljine kože (tab. 1).

Uzorak A koji je goveđi boks, ima manju vrijednost propusnosti vodene pare od 7,04 mg/(cm² h) od uzoraka B (goveđi velur) i C (goveđi obućarski velur), što se pripisuje njegovoj strukturi. Uzorak A (goveđi boks) i uzorak C (goveđi obućarski velur) kože su za lice polučizme, približno jednake debljine (2,20 mm, 2,26 mm, tab. 1). Manja vrijednost propusnosti vodene pare uzorka A (goveđi boks) može se objasniti njegovom strukturom kombinirano štavljene kože s licem PU vrste dogotove. Vegetabilna štava i PU dogotova lica uzorka A (goveđi boks) utjecali su na nešto manju vrijednost propusnosti vodene pare u odnosu prema uzorku C (goveđi obućarski boks) koji pored kromne štave ima otvorenu veluriziranu strukturu lica.

Na uzorku E obućarske nape, kromno štavljene, izmjerena je vrijednost propusnosti vodene pare od 6,81 mg/(cm² h) i odgovara strukturi i svojstvu propusnosti podstavne kože koja nije hidrofobirana. Uspoređivanjem vrijednosti propusnosti vodene pare uzoraka obućarske nape E (obučarska napa) i D (goveđa napa) može se zaključiti da je ona kod uzorka D (goveđa napa) manja (5,54 mg/(cm² h), što se može objasniti njegovom kombiniranom štavom i PU dogotovom lica.

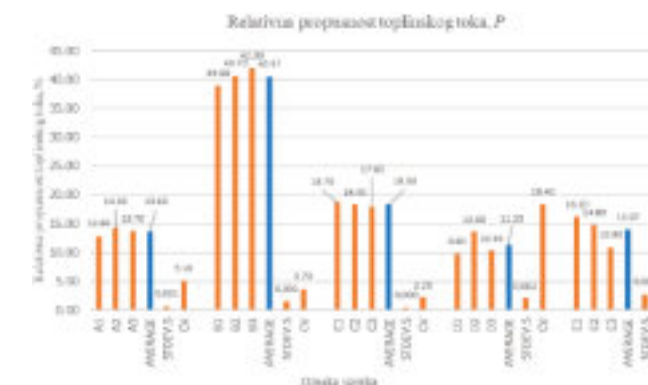
Općenito se može zaključiti da vrsta štave i obrada lica kože utječu na svojstvo propusnosti vodene pare gotove kože, a time i na udobnost obuće.

Slika 3: Propusnost vodene pare (W_3) ispitivanih uzoraka kože

3.3. Propusnost vodene pare i relativna propusnost toplinskog toka

Uspoređujući vrijednosti propusnosti vodene pare i relativne propusnosti toplinskog toka (prema 3), kod ispitivanja na Permetestu vidljiva je slijednost dobivenih vrijednosti. Kod mjerenja otpora prolazu vodene pare na uzorku B koji je pokazao najveću propusnost vodene pare (15,3 g/(m² × h), tab. 2, sl. 3), odnosno najmanji otpor prolazu vodene pare (8,93 Pa × m²/W, tab. 2, sl. 2), dobiven je relativni toplinski tok 40,57 % (tab. 2, sl. 4) od početnog za održavanje dinamičke ravnoteže. Drugim riječima, smanjenje toplinskog toka od početnoga (bez uzorka) iznosi 60,57 %. Kod uzorka C koji ima manju

propusnost vodene pare (9,99 g/(m² × h), tj. veći otpor prolazu vodene pare u odnosu prema uzorku B, dobiven je relativni toplinski tok od 18,3 % ili smanjenje od 81,2 % od početnog referentnog mjernog stanja toplinskog toka za određene vanjske uvjete okoline.



Slika 4: Relativna propusnost toplinskog toka (P) ispitivanih uzoraka kože

Dakle, uzorci kože koji imaju veću propusnost vodene pare (manji otpor, npr. uzorka B) trebaju veću toplinsku energiju mjerenja na Permetestu za postizanje dinamičke ravnoteže prolaska vodene pare kroz uzorak kože.

Tijek relativne propusnosti toplinskog toka (sl. 4) potpuno prati propusnost vodene pare, odnosno otpor prolazu vodene pare za ispitane uzorke kože (sl. 2 i 3).

4. Zaključci

Na temelju dobivenih vrijednosti otpora prolazu vodene pare, relativne propusnosti toplinskog toka i propusnosti vodene pare mogu se donijeti slijedeći zaključci:

a) Uzorci goveđeg boksa i nape koji su sirovinski jednaki, tehnološki slično obrađeni (hidrofobirani, kombinirano štavljene s PU dovršne obrade lica) imaju razmjerno najveći otpor prolazu vodene pare što se povezuje sa strukturom prirodnog lica kože obrađenog PU dovršnom obradom. Isto se može zaključiti i za uzorke obućarske nape koja nije hidrofobirana i nije kombinirano štavljena, ali je PU dovršne obrade lica pa su vrijednosti otpora prolasku vodene pare približne otporima boksa i nape.

b) Uzorak velura manje debljine ima manji otpor prolazu vodene pare u odnosu prema veluru veće debljine kod identičnih obrada.

c) Goveđi boks ima veći otpor prolazu vodene pare u odnosu prema goveđem obućarskom veluru približno jednake debljine i namjene što se povezuje s razlikama u obradi, kao i njihovoj strukturi, posebno u strukturi lica ovih kože.

d) Svi uzorci PU dovršnih obrada prirodnog lica (hidrofobirani boks i napa, obućarska napa) imaju manje vrijednosti propusnosti vodene pare bez obzira na obradu i debljinu kože pa je zaključak da je propusnost vodene pare ovisna

o obradi lica kože.

e) Uzorci velura imaju visoke vrijednosti propusnosti vodene pare u odnosu prema uzorcima boksa i nape, neovisno o debljini i obradi što se povezuje s propusnom strukturom njihova brušenog lica.

Iako svi uzorci ispitanih koža za izradu profesionalne obuće zadovoljavaju normative propusnosti vodene pare, dobivena je razlika u propusnosti vodene pare ispitanih uzoraka. Dobiveni rezultati posebno su važni kod projektiranja obuće i optimiranja izbora materijala, obrade i konstrukcije profesionalne obuće. Općenito se može zaključiti da vrsta štave i obrada lica kože utječu na svojstvo propusnosti vodene pare gotove kože, a time i na udobnost obuće.

Literatura

[1] Skenderi, Z.; Mihelić-Bogdanić A.; Mijović B. 2017. Thermophysiological wear comfort of footwear. *Koža & Obuća* 66 – 3, 12 – 21.

[2] Skenderi, Z.; Salopek Čubrić I. 2013. Objective Vs. Subjective Evaluation of Comfort Parameters, *Ergonomics*. June 12 – 15. Zadar, 9 – 14.

[3] ISO 11092:2014. Textiles – Physiological effects – Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test)

[4] <http://www.sensora.eu>. Pristupljeno 5. 1. 2019.

[5] Reischl, U; Salopek-Cubric I.; Skenderi, Z.; Mijovic, B. 2012. The Evaluation of Heat Transfer Using the Foot Manikin, *Advances in Physical Ergonomics and Safety*. T. Z. Ahram and W. Karwoski, Editors, Chapter 50, pp. 442 – 451, CRC Press.

[6] Mekjavic, I. B.; Lenart, B.; Vrhovec, M.; Tomsic, M.; Kakitsuba, N.; Taylor, N. A. S.; Oakley, H. 2005. Static and Dynamic Evaluation of Biophysical Properties of Footwear. The Jozef Stefan Institute Sweating Thermal Foot Manikin System. In *Prevention of Cold Injuries, Meeting Proceedings RTO-MP-HFM*, 6 – 1 – 6 – 8

[7] Salopek Čubrić I., Skenderi Z., Mijović B. 2012. Model toplinske noge za mjerenja parametara udobnosti obuće. *Koža & Obuća* 59, 1 – 3, 28 – 29.

[8] Salopek Čubrić, I.; Mijović, B.; Skenderi, Z. 2012. Evaluacija parametara toplinske udobnosti pomoću modela noge. Zbornik radova 5. međunarodnog znanstveno-stručnog savjetovanja *Tekstilna znanost i gospodarstvo / Ujević, D.; Penava, Ž. (ur.)*, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 221 – 224.

[9] Grgurić, H; Vuković, T.; Bajza, Ž. 1985. *Tehnologija kože i krzna*. Zajednica kemijskih,

kožarskih, obučarskih, gumarskih i rudarskih organizacija udruženog rada odgoja i usmjerenog obrazovanja Hrvatske. Zagreb.

[10] Kuklane, K. 2004. The Use of Footwear Insulation Values Measured on a Thermal Foot Model. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 10 1, 79 – 86, doi: 10.1080/10803548.2004.11076597.

[11] Krishnaraj, K.; Thanikaivelan, P.; SureshKumar, P. S.; Jagadeeswaran, R.; Chandrasekaran, B. 2012. Thermal insulation studies on leather clothing: Relevance to structure – property relationship. *Journal of J Amer Leather Chem Ass* 63 – 3, 52 – 60.

[12] Čolak, S. M.; Özdil, N.; Ekinçi, M.; Kaplan, Ö. Thermophysiological comfort properties of the leathers processed with different tanning agents. *TEKSTİL ve KONFEKSİYON* 26 (2016.) 4, 436 – 443.

[13] Salopek Čubrić, I; Akalović, J.; Skenderi, Z. 2011. Vrednovanje otpora prolazu topline i vodene pare goveđih koža. *Koža & Obuća*, 58, 10 12, 28 – 29.

[14] Akalović, J.; Skenderi, Z.; Salopek Čubrić, I. Otpornost prolaska topline i vodene pare različitih materijala za izradu obuće. 4. Znanstveno-stručno savjetovanje *Tekstilna znanost i gospodarstvo*, 26. siječnja 2011. Zagreb. Hrvatska. 185 – 188.

[15] HRN EN ISO 2589:2016 Koža – Fizikalna i mehanička ispitivanja – Određivanje debljine

[16] HRN EN ISO 20344:2012 t.6.6. Osobna zaštitna oprema – Ispitne metode za obuću.

[17] Hes, L. 2008. Non-destructive determination of comfort parameters during marketing of functional garments and clothing. *Indian Journal of Fibre & Textile Research* 33, 239 – 245.

Zahvala

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2016-06-5278.