

# Istraživanje vodljivosti topline i propusnosti vlage kod madraca s džepićastom opružnom jezgrom

---

**Marić, Kristina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:835692>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - ŠUMARSKI FAKULTET**

**DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
OBLIKOVANJE PROIZVODA OD DRVA**

**KRISTINA MARIĆ**

**ISTRAŽIVANJE VODLJIVOSTI TOPLINE I  
PROPUSNOSTI VLAGE KOD MADRACA  
S DŽEPIĆASTOM OPRUŽNOM JEZGROM**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2016.**

# SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - ŠUMARSKI FAKULTET

## DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

### ISTRAŽIVANJE VODLJIVOSTI TOPLINE I PROPUSNOSTI VLAGE KOD MADRACA S DŽEPIĆASTOM OPRUŽNOM JEZGROM

#### Diplomski rad

Naziv studija: Diplomski studij, Oblikovanje proizvoda od drva  
Predmet: Namještaj i zdravlje  
Mentor diplomskog rada: doc. dr. sc. Zoran Vlaović  
Ispitno povjerenstvo: 1. doc. dr. sc. Zoran Vlaović  
2. prof. dr. sc. Ivica Grbac  
3. doc. dr. sc. Danijela Domljan

Student: Kristina Marić, univ. bacc. ing. techn. lign.  
JMBAG: 0068207108  
Broj indeksa: 608/14  
Datum odobrenja teme: 22. 3. 2016.  
Datum predaje rada: 8. 9. 2016.  
Datum obrane rada: 23. 9. 2016.

Zagreb, rujan, 2016.

## Dokumentacijska kartica

Naslov	Istraživanje vodljivosti topline i propusnosti vlage kod madraca s džepićastom opružnom jezgrom  <i>Research of heat conductivity and moisture permeability through mattress with pocket spring core</i>
Autor	Kristina Marić, univ. bacc. ing. techn. lign.
Adresa autora	1. Petruševac, 5. odvojak 13 10000 Zagreb
Mjesto izrade	Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	doc. dr. sc. Zoran Vlaović
Izradu rada pomogao	prof. dr. sc. Ivica Grbac
Godina objave	2016.
Obujam	72 stranice, 12 slika, 11 tablica, 7 grafikona, 23 navoda literature.
Ključne riječi	Temperatura, vlaga, džepićasta opružna jezgra, madrac, udobnost, toplinska udobnost, termofiziologija.
Sažetak	Na odmor i spavanje bitno utječe kvaliteta madraca koji treba omogućiti pravilan položaj tijela i potpunu udobnost. Zadržavanje udobnog stanja topline i vlage tijekom spavanja i njihova propusnost kroz izabrani tip madraca, mjereni pomoću šest sondi postavljenih ispod korisnika i u madracu tema su ovoga istraživanja. Uspoređujući rezultate mjerenja preko dana s onima tijekom noći pokušat će se utvrditi u kolikoj se mjeri i koliko brzo otpuštaju toplina i vlaga te time stvara ugodna i zdrava krevetna klima.

---

# SADRŽAJ

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA .....	V
PREDGOVOR .....	VII
1. UVOD.....	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	3
3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	4
3.1. Termofiziologija čovjeka.....	4
3.1.1. Spavanje .....	5
3.1.2. Toplinska udobnost .....	7
3.2. Svojstva madraca .....	9
3.2.1. Osnovni funkcionalni zahtjevi na madrac .....	10
3.2.2. Čvrstoća, elastičnost, tvrdoća i udobnost madraca .....	12
3.2.3. Džepićasta opružna jezgra madraca .....	17
4. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA .....	19
4.1. Uzorci – madrac i pokrivač.....	19
4.2. Ispitanici.....	21
4.3. Metode.....	21
4.3.1. Subjektivna metoda .....	22
4.3.2. Objektivna metoda.....	24
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	26
5.1. Rezultati subjektivne metode .....	26
5.2. Rezultati objektivne metode.....	28
5.2.1. Propusnost/vodljivost topline i vlage kroz slojeve madraca .....	29
5.2.2. Zadržavanje/otpuštanje vlage tijekom dana .....	44
6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK.....	60
LITERATURA .....	64

## POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

Slika 1. Najčešći položaji čovjeka za vrijeme spavanja.....	6
Slika 2. Razmjena topline između tijela čovjeka i okoline .....	7
Slika 3. Ilustrativni prikaz tvrdoće madraca .....	13
Slika 4. Primjer postavke eksperimenta .....	17
Slika 5. Džepićasta opružna jezgra .....	18
Slika 6. Konstrukcija madraca Luxima TFK (Bernarda d.o.o.) .....	19
Slika 7. Strana A uzorka oznake M1, koji se koristio u pokusu.....	20
Slika 8. Presjek madraca Luxima TFK (Bernarda d.o.o.) koji se koristio u pokusu .....	20
Slika 9. Oprema za mjerenje temperature i vlage .....	24
Slika 10. Mjesto ugradnje sonde 1 .....	25
Slika 11. Mjesto ugradnje sonde 2, 3 i 4.....	25
Slika 12. Mjesto ugradnje sonde 5 .....	25
Tablica 1. Opći podaci o ispitanicima .....	21
Tablica 2. Varijable korištene u eksperimentu.....	28
Tablica 3. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s $t_0$ i $RH_0$ kod ispitanice P1.....	30
Tablica 4. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanice P1 .....	31
Tablica 5. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s $t_0$ i $RH_0$ kod ispitanice P3.....	34
Tablica 6. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanice P3 .....	35
Tablica 7. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s $t_0$ i $RH_0$ kod ispitanika P2.....	37
Tablica 8. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanika P2 .....	38
Tablica 9. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s $t_0$ i $RH_0$ kod ispitanika P4.....	40
Tablica 10. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanika P4 .....	41
Tablica 11. Vrijednosti mjernih sonde prije uporabe madraca .....	59

---

Grafikon 1. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 1. noći kod ispitanice P1.....	45
Grafikon 2. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 2. noći kod ispitanice P3.....	47
Grafikon 3. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 2. noći kod ispitanika P2.....	49
Grafikon 4. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 4. noći kod ispitanika P4.....	51
Grafikon 5. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom najhladnijeg dana .....	53
Grafikon 6. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom najtoplijeg dana .....	55
Grafikon 7. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 prije uporabe madraca .....	58

## PREDGOVOR

Ovaj diplomski rad prvi je dio od dva rada provedena istim metodama. U suradnji s kolegicom Josipom Petrović, studenticom diplomskog studija Oblikovanje proizvoda od drva, čiji će diplomski rad biti objavljen na Šumarskom fakultetu, provedeno je istraživanje na dva različita madraca: madracu s džepićastom opružnom jezgrom i madracu s bonell opružnom jezgrom.

Temperatura čovjeka, njegovo znojenje, sobna temperatura, način spavanja i san, parametri su uzimani u obzir pri obradi svakog podatka dobivenog za vrijeme pokusa u ovome istraživanju. Ti su parametri i osobine čovjeka s naglaskom na njegovu temperaturu i vlagu usko povezani s istraživanjem vodljivosti topline i propusnosti vlage kroz madrac s džepićastom opružnom jezgrom, prikazani postupno, kroz šest poglavlja u nastavku ovoga rada.

Prije uvoda u samu problematiku, posebnu zahvalu želim uputiti svome mentoru doc. dr. sc. Zoranu Vlaoviću koji je postavljanjem eksperimenta, brojnim idejama, savjetima, primjedbama, voljom i konzultacijama uvelike pomogao pri izradi ovoga rada. Veliko hvala!

Također se želim zahvaliti prof. dr. sc. Ivici Grbcu koji je svojom idejom, prijedlogom i inicijativom omogućio pokus i cjelokupno istraživanje, kao i gđi. Bernardi Cecelja, direktorici tvrtke Bernarda d.o.o. na ustupljenom uzorku madraca bez kojega istraživanje ne bi bilo moguće.

Zahvaljujem i doc. dr. sc. Danijeli Domljan na pomoći, prijedlozima i ispravicima kojima mi je pomogla pri izradi rada, kao i Josipi, Zvonimiru i Ivanu na suradnji i sudjelovanju u istraživanju.

Posebno hvala mojoj obitelji i prijateljima koji su mi bila velika potpora tijekom cijelog studija.

Kristina Marić



## 1. UVOD

Ljudsko tijelo je savršeni stroj čija je produktivnost organa zapanjujuća. Na svakom kvadratu kože, površine  $2,5 \times 2,5$  cm, nalazi se čak 650 žlijezda znojnice i šest metara krvnih žila, a samo stopala u danu proizvedu do dvije šalice znoja. Tjelesna je temperatura različita u pojedinim razdobljima ljudskoga života, ali ne prelazi  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ , osim kada smo bolesni. Tijekom 24 sata normalna temperatura zdravih ljudi mijenja se za najviše  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a prirodno je da je jutarnja tjelesna temperatura niža za oko  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  od one večernje. Isparavanjem jednog grama vode tijelo gubi oko  $0,6$  kcal topline. Znojenje je jedan od načina na koje se osigurava održavanje normalne tjelesne temperature. Tekućina izlazi kroz bezbroj finih otvora na koži u obliku malih kapljica koje brzo isparavaju i brzo rashlađuju tijelo. Ako u zraku ima dosta vlage, osjetit ćemo određene teškoće zbog toga što voda na našoj koži ne može lako isparavati (URL1).

Istraživanje vodljivosti topline i propusnosti vlage kod madraca s džepičastom opružnom jezgrom može nas odvesti u nekoliko interdisciplinarnih smjerova, gdje glavnu ulogu igraju međusobna interakcija fiziologije čovjeka i madraca.

Čovjek svojim termofiziološkim osobinama izravno utječe na površinu i dublje slojeve madraca mijenjajući njegova svojstva, higijenske parametre i zdravu krevetnu klimu. Temperatura i relativna vlaga okolnog zraka neizravno utječu na madrac, a sam madrac svojim mehaničkim karakteristikama u mnogo više segmenata utječe na korisnika i njegovo ponašanje tijekom spavanja. Kako bismo shvatili međusobnu interakciju čovjeka i madraca potrebno je definirati nekoliko ključnih čimbenika.

Na san jako utječe kvaliteta i udobnost madraca, koja može, ako korisnik nije naviknut i osjeća se neudobno prilikom ležanja, negativno utjecati na odmor (Grbac, 2006). Usprkos dugoročnim posljedicama na zdravlje, ljudi se često veoma brzo i nepromišljeno odlučuju za kupnju madraca, ne uzimajući u obzir njegove glavne karakteristike koje ga čine uporabljivim: udobnost i čvrstoću. Udobnost je izuzetno složen pojam, koji je usko povezan sa subjektivnim osjećajem raznih osjetila i najčešće je definiran kao odsutnost boli i neudobnosti, dok je čvrstoća mehaničko svojstvo madraca kada on pruža otpor djelovanju sile (čovjeku) (Sullivan, 1995, citirano u: Liu i sur., 2008). San se može definirati kao fiziološka potreba svakog čovjeka, izražena REM-fazom, čije prekidanje dovodi do raznih psihofizioloških smetnji. Spavačev san može biti poremećen zbog neadekvatnih temperaturnih uvjeta u kojima spava, poput

---

načina strujanja zraka, suviše suhog ili suviše vlažnog zraka, previsoke ili preniske temperature, te dovesti do osjećaja nemira i nelagode, hladnoće, prekomjernog znojenja, otežanog disanja i sl. (Foreman i Wykle, 1995, citirano u: Lan i sur., 2012).

Primarna funkcija madraca trebala bi biti anatomsko podupiranje kralježnice i mišićnog sustava, te omogućavanje kvalitetnog sna i odmora. Spavanje je prirodno stanje reducirane svijesti čovjeka, period smanjene opće, vegetativne i psihičke aktivnosti, ciklički izmjenjivo sa stanjem budnosti, a odlike kvalitetnog madraca na kojem ljudi provedu trećinu svog života spavajući su: vodljivost vlage i topline kroz propusne materijale, ispunjeni higijenski zahtjevi, trajnost, elastičnost, čvrstoća, tvrdoća, trajnost, elastičnost, čvrstoća, tvrdoća i udobnost o kojima o kojima će biti više riječi u nastavku.

Ovaj diplomski rad prvi je dio od dva istraživanja rađena istom metodom i s istim ispitanicima, ali na različitim uzorcima madraca. Drugi dio istraživanja, autorice J. Petrović, pod nazivom "Istraživanje utjecaja temperature i prolaznosti vlage kroz madrac s bonell opružnom jezgrom" bit će objavljen na Šumarskom fakultetu u Zagrebu.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

U razdoblju od trideset dana promatrano je spavanje dvije ženske i dvije muške osobe koje su pojedinačno, sedam noći provele na istom madracu s džepičastom opružnom jezgrom, u različitim temperaturnim uvjetima. Toplina i vlaga koju su ispitanici otpustili u madrac i okolinu mjerene su pomoću sedam sondi postavljenih između slojeva madraca, ispod pokrivača i neposredno uz krevet. Dobivenim podacima objektivno se može:

- 1) istražiti propusnost/vodljivost topline i vlage kroz sve slojeve madraca i
- 2) proučiti postoji li zadržavanje vlage tijekom dana koja se s vremenom nakuplja u madracu ili je madrac uspije osloboditi, te tako stvoriti ugodno mjesto za odmor.

Subjektivnom analizom – proučenim upitnicima na koje su ispitanici svako jutro odgovarali mogu se pretpostaviti činitelji koji su doveli do određenih situacija tijekom noći (buđenje, nemiran san, osjećaj vrućine i sl.), te tako procijeniti uzročno-posljedične veze topline, vlage i udobnosti.

Primarni cilj ovog rada je usporediti udobnost spavanja između ispitanika analiziranjem distribucije temperature i vlage i njihovog (ne)akumuliranja u madracu tijekom uporabe.

Proučena literatura i istraženi znanstveni radovi uvelike su pomogli pri izvedbi svih razvojnih faza ovog rada, analizi podataka, definiranju krajnjeg cilja i donošenju konkretnih zaključaka.

### 3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Do danas su provedena mnoga istraživanja na temu udobnosti madraca, spavanja, termofiziologije čovjeka i sličnih interdisciplinarnih naslova, no nema mnogo radova na temu vodljivosti topline i propusnosti madraca s džepičastom opružnom jezgrom. Istraživanje i proučavanje dosadašnjih znanstvenih radova i članaka može pomoći pri analiziranju podataka dobivenih vlastitim pokusom, kao i pri donošenju zaključaka temeljenih na vlastitim spoznajama određenih uzročno-posljedičnih veza.

#### 3.1. Termofiziologija čovjeka

Hipotalamus kontrolira termoregulaciju ljudskog tijela, kao npr. proizvodnju topline (podrhtavanje tijela), unutarnji toplinski otpor (kontrolu protoka krvi ispod kože), vanjski toplinski otpor (kontrolu dišnog sustava i protoka topline) i isparavanje znoja. Svaka od ovih aktivnosti ne mora ovisiti jedna o drugoj, biti konstantna, niti u jednakoj mjeri aktivna pri povišenoj temperaturi okoline. Koža je najvažniji termoregulacijski sustav ljudskoga tijela, u kojem je raspoređeno mnogo toplo/hladnih receptora, spojenih na toplo/hladne neurone u prednjem hipotalamusu. Ti receptori reagiraju na temperaturne promjene okoline sužavanjem krvnih žila pridonoseći održavanju konstantne temperature tijela (URL2).

Tijelo stalno proizvodi toplinsku energiju razgradnjom hrane i mišićnom aktivnošću, te je oslobađa u svoju okolinu. Disanjem se također oslobađa jedan dio topline budući da je zrak koji se udiše najčešće hladniji i suši od unutarnje površine pluća. Unosom kisika u organizam i ispuštanjem ugljičnog dioksida proizvodi se metabolička toplina. Ljudsko tijelo će se zagrijavati ili hladiti ovisno o brzini kojom se čovjekova toplinska energija prenosi u okolinu. Brzina hlađenja ili zagrijavanja ljudskog tijela utječe i na osjećaj hladnoće ili vrućine. Tri su uobičajene temperature tijela čovjeka: 36,6 °C (oralna), 37 °C (temperatura unutarnjih organa) i 35 °C (temperatura kože). Čovjekovim fiziološkim sustavom i mehanizmom ponašanja regulira se toplina njegovog tijela. Termoregulacija ili održavanje temperaturne ravnoteže tijela ( $36 \pm 0,5$  °C) je od izuzetnog značaja za normalno funkcioniranje ljudskog organizma (Vlaović, 2009).

S porastom temperature zraka, tijelo otpušta manju količinu topline, a ako temperatura zraka premaši temperaturu kože nastupa obrnut proces. Znojenjem se

čovjek u najvećoj mjeri oslobađa viška topline. Najčešće je koncentracija vlage na koži viša u usporedbi s količinom vlage u zraku čime je znojenje kože omogućeno. Za ljudski organizam su vrlo stresne situacije kada je vlažnost zraka veća u usporedbi s vlagom kože. U takvim situacijama nagomilava se energija u organizmu, povećavajući temperaturu tijela i vlažnost kože. Kada je temperatura zraka niža od temperature kože znoj može isparavati s površine kože bez obzira na vrijednost relativne vlažnosti zraka (Kocić i sur., 2016).

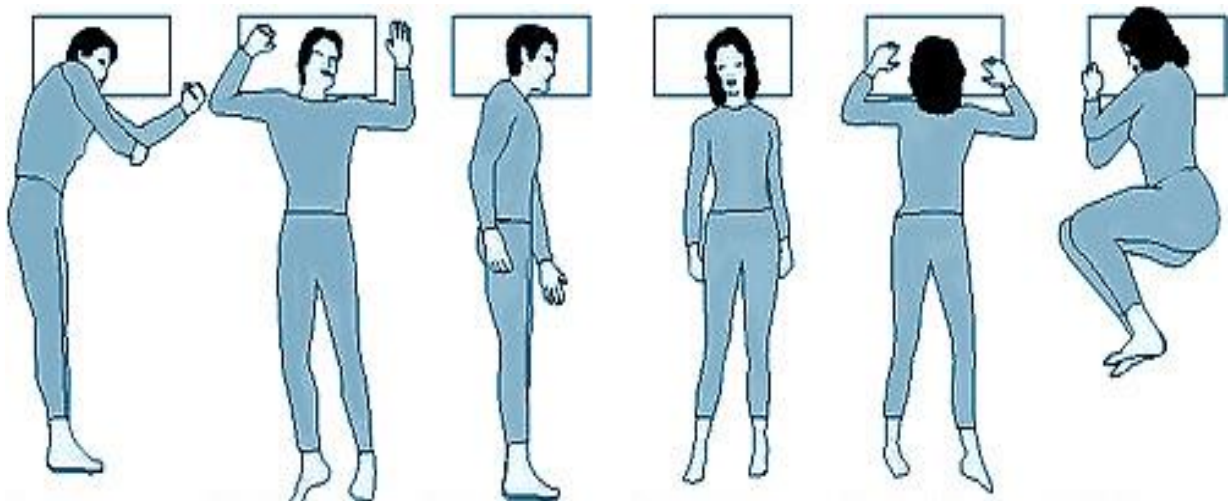
### 3.1.1. Spavanje

Postizanje kvalitetnog sna ima veliki utjecaj na zdrav i produktivan život pojedinca (Ishiguro i sur., 2006, citirano u: Hibino i sur., 2012). Spavanje pomaže vratiti energiju čovjeku, potrebnu za održavanje normalne tjelesne funkcije, te pruža oporavak od fizičkog i psihičkog umora nakupljenog tijekom dana (Foreman i Wykle, 1995, citirano u: Lan i sur. 2012). San može biti vrlo lak, posebice ako na njega imaju utjecaj čimbenici poput stresa, fizičke boli, buke, zvukova, svjetlosti ili raznih drugih smetnji, a optimalan je u temperaturnim uvjetima na koje je korisnik u potpunosti navikao i na koje se prilagodio (Cooper, 1994, citirano u: Djongyang i sur., 2010). Na kvalitetu sna utječu i mnogi drugi faktori, poput: podloge kreveta, strukture ležaja, sastava i kombinacije materijala ležaja, pokrivača i jastuka.

Pad tjelesne temperature koji se manifestira hladnoćom u rukama i nogama često uzrokuje pospanost kod ljudi, a obrnuti proces karakterističan je pred kraj spavanja, prije početka prirodnog buđenja čovjeka, kada je proizvodnja topline u ljudskom tijelu dominantnija. Spavanje u hladnijoj prostoriji stvara povećanje unutrašnje temperature tijela, što doprinosi jačanju imunološkog sustava i ubrzavanju metabolizma. Tjelesna temperatura je niža tijekom sna, a podiže se pred kraj ciklusa spavanja kao signal tijelu da je vrijeme za buđenje (URL3). Da bi čovječje tijelo pri spavanju imalo normalnu temperaturu, ono mora biti okruženo materijalima koji kod određene sobne temperature imaju određenu izolacijsku sposobnost (Grbac, 1988).

Mehanička i toplinska interakcija čovjeka i madraca vrlo je važan aspekt spavanja. Ljudska temperatura tijela raste tijekom stanja budnosti, a pada tijekom stanja mirovanja, također je promjenjiva za vrijeme spavanja, ovisno o učestalosti pokreta tijela i izloženosti kože okolnom zraku (nepokrivenost ili pokrivenost tijela). U kombinaciji s kvalitetom materijala ležaja i temperaturom zraka, temperatura tijela

izravno utječe na znojenje čovjeka, a time i na postotak vlage u madracu. Prema navodima Istraživačkog centra za kvalitetu sna u SAD-u 1986. godine, neprikladni madraci bili su uzročnik čestih nesanica stanovnika Sjeverne Amerike. Sedam posto ispitanika koji su patili od insomnije tvrdilo je kako je njihova nesanica povezana s neudobnosti madraca na kojima spavaju (Addison i sur., 1986, citirano u: Lopez-Torresa i sur., 2008). Nije lako odrediti pravilnu metodu istraživanja utjecaja madraca na kvalitetu sna kada je mnogo subjektivnih čimbenika u pitanju, stoga izbor idealnog madraca ne može biti u potpunosti definiran, barem ne u svakom segmentu. Činjenica je kako krevet ne bi smio biti ni pretvrd niti premekan kako bi zadovoljio svrhu kojoj je namijenjen. Premekan ležaj uvjetuje preduboko utonuće tijela, smanjujući prokrvljenost i rasterećenje međukralješćanih diskova, a na pretvrdom ležaju kralježnica se grči i savija, mišići se stežu i stvara se osjećaj boli i nelagode (Grbac, 2006). Namještaj mora omogućiti tijelu postizanje vlastitog položaja, te ostvarenje, po mogućnosti, najpotpunije ugodnosti za vrijeme ležanja (Grbac, 1984). Najudobniji položaj, miran san, fizički i psihički odmor karakteristike su udobnog spavanja (slika 1).



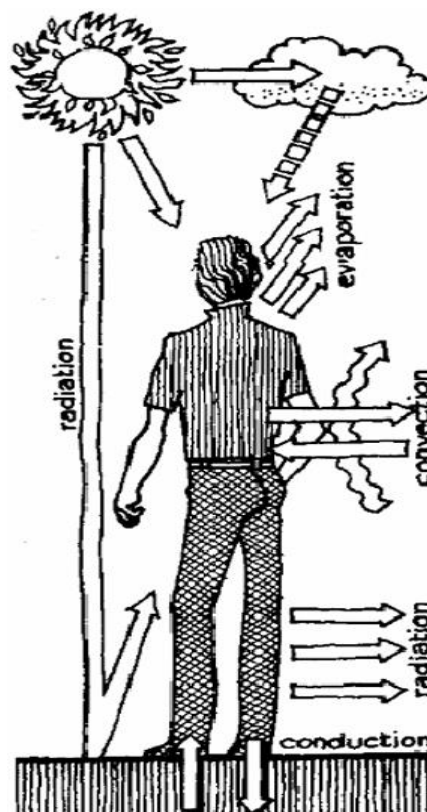
*Slika 1. Najčešći položaji čovjeka za vrijeme spavanja  
(položaj čeznje, morske zvijezde, klade, vojnički položaj, položaj slobodnog pada, fetus položaj)*

(Izvor: <http://www.abc-people.com/shop/sleep18.htm>)

### 3.1.2. Toplinska udobnost

Prijenos toplinske energije nastaje djelovanjem temperaturnih razlika. Vođenje topline je proces kojim se toplina prenosi s jedne čestice na drugu, a toplina prelazi s toplijeg na hladnije tijelo kondukcijom (prolaz topline), konvekcijom (prijelaz topline) ili radijacijom (zračenje topline) (Vlaović, 2009).

U hladnijoj atmosferi tijelo će predavati toplinu okolini, a u toplijoj, toplina će iz okoline prelaziti na tijelo (slika 2). Gubitak suhe ili primjetne topline događa se kondukcijom (između površina u dodiru), konvekcijom i radijacijom. Gubitak vlažne (neprimjetne) topline nastaje uslijed difuzije i evaporacije vlage kroz kožu i iz respiratornog trakta (Vlaović, 2009). Toplina koja se putem krvi prenosi na kožu raspršuje se u okolinu kondukcijom kroz slojeve zraka uz tkaninu i dalje konvekcijom i radijacijom u hladniju okolinu. Ljudsko tijelo konstantno gubi vlagu, to je tzv. latentna toplina, a voda koja se prenosi na vanjski sloj kože da bi ga ohladila, isparava u zrak. Toplinska udobnost je snažno povezana s toplinskom ravnotežom tijela koja je pod utjecajem okolišnih čimbenika, poput strujanja zraka, temperature i relativne vlage zraka i osobnih parametara, poput metabolizma i razine aktivnosti (Kocić i sur., 2016).



Slika 2. Razmjena topline između tijela čovjeka i okoline

(Izvor: <http://www.archinology.com/thermal-comfort/>)

Temperatura zračenja, definirana kao srednja temperatura zidova i drugih objekata u čovjekovom okruženju, utječe na razinu razmjene energije između kože i okruženja. Ljudsko se tijelo toplinski regulira, inicirajući održavanje idealne tjelesne temperature, tako da se prilagođava temperaturnim uvjetima okoline, ne bi li postiglo temperaturnu udobnost. Normalna temperatura ljudskog tijela iznosi između 36 i 37 °C, no zbog stalnog otpuštanja vlage (znojenja) temperatura kože često iznosi oko 34 °C (Brezigar, 1984). Ako se toplina tijela ne može izgubiti znojenjem i ne postiže se ravnotežno stanje temperature čovjeka s temperaturom okoline, dolazi do nemira i nervoze, odnosno toplinske neudobnosti. Srednja temperatura kože ( $36,1 \pm 0,9$  °C) je stoga važan fiziološki parametar u predviđanju toplinske udobnosti (Weiss i Laties 1961, citirano u: Lan i sur., 2012).

Vlaga zraka u najvišim granicama između 50 i 60 % doprinosi smanjenom znojenju čovjeka, a najboljom unutarnjom klimom smatra se temperatura koja iznosi 20 °C s relativnom vlagom zraka 50 %. Nije poželjno da relativna vlaga zraka bude niža od 30 %, kao ni viša od 69 % jer se dugotrajniji boravak u takvoj unutarnjoj klimi smatra nezdravim. Npr. pri relativnoj vlazi zraka većoj od 70 % već se počinje pojavljivati određena vrsta plijesni, dok pri 80 % relativne vlage zraka kod dužeg vremenskog perioda neizostavno dolazi do njihovog stvaranja, čije udisanje iritira nos i grlo, te uzrokuje poteškoće s disanjem, izaziva kašalj, alergijske reakcije i sl. Optimalna temperatura spavaće sobe za vrijeme spavanja iznosi od 16 do 18 °C, a vlažnost zraka između 40 i 60 % (Grbac, 2006).

Zanimljivo je kako se toplinska udobnost promatra kao objektivni osjećaj, a toplinska neudobnost kao subjektivni osjećaj. Prema američkoj udruzi inženjera ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), toplinska udobnost definirana je kao stanje uma (osjećaj) u kojem zadovoljstvo predstavljaju optimalni temperaturni uvjeti u kojima se čovjek nalazi (Djongyang i sur., 2010). Naglasak je na čovjekov osjećaj, manje na konkretne uvjete jer se čak i u istoj okolini toplinska udobnost razlikuje od osobe do osobe. Toplinu stvaraju madrac, jastuk, prekrivač, posteljina, odjeća i zrak u prostoriji, a za dobar san potrebno je postići toplinsku neutralnost, odnosno optimalnu temperaturu. Toplinska udobnost bi se stoga mogla definirati kao zadržavanje subjektivne procjene udobnog stanja topline i vlage (Zhang i sur., 1996, citirano u: Lopez-Torresa, 2008).



### 3.2. Svojstva madraca

Madrac je osnovni funkcionalni sklop namještaja za ležanje koji se pod opterećenjem treba ugibati i podupirati tijelo, zadržavajući istovremeno svoju tvrdoću. Najviše je opterećen tijekom vijeka trajanja i zbog neposrednog kontakta s ljudskim tijelom treba biti izrađen od zdravih materijala (Grbac, 2006).

Ojastučeni namještaj za sjedenje i ležanje ima izravan i najveći utjecaj na relaksaciju ljudskog tijela, osjećaj udobnosti i zadovoljstva, a time i na zdravlje (Grbac, 1984). Mnogo različitih vrsta ležajeva se proizvodi u današnje vrijeme, poput ležajeva s s madracem s ispunom, s madracem od sintetske spužve i s madracem s opružnom jezgrom (koji mogu biti u kombinaciji raznih žičanih, spužvastih, tekstilnih materijala i tkanina). Osim navedenih ležaja, postoje i vodeni i zračni kreveti, razni patentirani krevetni sustavi, poput Lattoflex, Swissflex, Triad, Calmas, i dr.

Proizvođači madraca i krevetnih sustava često prezentiraju neutemeljene tvrdnje o vlastitim proizvodima, pokušavajući povećati njihovu vrijednost. Nerijetko navode povezanost madraca s problemom zakrivljenosti kralježnice, ističući nedokazane prednosti svojih proizvoda. Ne postoje podaci o utjecaju prilagodbe čovjeka na određenu vrstu madraca, stoga se ne može sa sigurnošću tvrditi kako je određeni tip madraca namijenjen određenom čovjeku. Činjenica je kako nedovoljno kvalitetan madrac, s cijelim krevetnim sustavom (elastičnom podlogom i jastukom), neodgovarajućim položajem spavanja, neodgovarajućim držanjem, sjedećim načinom života i premalom tjelesnom aktivnosti, može uzrokovati probleme s kralježnicom i bolove u donjem dijelu leđa.

Glavne karakteristike kvalitetnog madraca su provodljivost topline i vlage po površini i kroz slojeve madraca, trajnost i mehaničke karakteristike, poput elastičnosti i optimalne tvrdoće, te ispunjeni antropometrijski i higijenski zahtjevi. Kvalitetan madrac treba prvenstveno podupirati leđa i kralježnicu i pružati dovoljno čvrstu potporu tijelu, raspoređujući težinu čovjeka po površini (tijelo ne smije "utonuti" u madrac) (Grbac, 2006).

Grbac i Dalbelo-Bašić (1994) navode da kvalitetni madraci ne bi smjeli inducirati toplinu. Emitiranje topline madraca ovisi o temperaturi prostora u kojem se nalazi. Na madrac izravno utječe osoba koja na njemu spava. Znojem tijekom noći osoba s površine u dublje slojeve madraca otpusti oko 0,5 do 0,75 l znoja. Tijekom sljedećeg

dana ta bi vlaga trebala isprati iz madraca u okolinu te tako omogućiti zdravu krevetnu klimu.

### 3.2.1. Osnovni funkcionalni zahtjevi na madrac

Madrac treba zadovoljiti sve niže navedene funkcionalne zahtjeve kako bi bio uporabljiv i kako bi omogućio što kvalitetniji odmor korisnika (Grbac, 2005):

#### 1.) Antropometrijski zahtjevi

Građa ljudskog tijela diktira dimenzije kreveta o kojima pak ovise dimenzije madraca. Dužina kreveta treba iznositi najmanje 200 cm, a širina 140 cm, kako bi se zadovoljili ergonomske-anatomske zahtjeve čovjeka, različita opterećenja pri pojedinim položajima tijela, slobodni pokreti, raspon ruku i nogu i dr.

#### 2.) Upotrebni zahtjevi

Oblik kralježnice u ležećem položaju treba odgovarati obliku kralježnice u stajaćem obliku. Korisnik će ovisno o vlastitoj anatomskoj građi, navikama i potrebama birati sebi idealan položaj. Bitno je da madrac omogućí apsolutno rasterećenje tijela.

#### 3.) Fiziološki zahtjevi

U ovu skupinu spada toplinska regulacija. Sposobnost toplinske regulacije mjeri se propusnošću ojastučenih slojeva madraca. Propusnost predstavlja značajan problem pri proizvodnji namještaja za ležanje zbog primjene sintetičkih materijala (poliuretanske spužve, sintetske tkanine, dekorativni materijali) koji smanjuju prozračnost i propusnost. Madrac treba upijati vlagu, ali i isparavati je kada se ne koristi, a ljudska koža ne bi se smjela lijepiti za materijal od kojeg je madrac napravljen.

#### 4.) Toplinska ravnoteža

U svrhu očuvanja topline ležaj treba dobro izolirati s vanjske strane pri čemu bolju izolaciju daje nekoliko tanjih slojeva nego jedan deblji.

#### 5.) Krevetna klima

Pod pojmom krevetne klime podrazumijeva se okolina spavača, temperatura, vlažnost materijala i zrak koji se u njima zadržava. Preporučljiva temperatura u prostoru između madraca i pokrivača, koja osigurava najudobnije spavanje kreće se od 31 do 35 °C. Sobna temperatura trebala bi biti između 14 i 18 °C, a relativna vlažnost zraka oko 50 % zimi, a 60 % ljeti.

#### 6.) Propusnost i provodljivost materijala

Bilo koja površina madraca koja dolazi u dodir s ljudskom kožom ima mogućnost mijenjanja vlastite mikroklimе zbog prenošenja topline i promjene brzine isparavanja vlage. Idealna količina relativne vlage u prostoru u kojem se madrac nalazi iznosi između 50 i 65 % jer se u tim uvjetima održava normalan raspon temperature kože. Učinak na mikroklimu madraca ovisi o brojnim čimbenicima, a jedan od najbitnijih je materijal od kojeg je madrac izrađen. Kvaliteta materijala se između ostalog procjenjuje i njegovom prozračnošću i trajnošću. Propusnost vlage kroz madrac ovisi o materijalu, vezivu, propusnosti topline i količini vlage medija. Prirodni materijali kao što su viskoza, vuna, pamuk, kokos i juta propuštaju i provode dvostruko više vlage nego poliamid, poliester, poliakril ili poliuretanska spužva (Grbac i Dalbelo-Bašić, 1994).

#### 7.) Trajnost i elastičnost

Trajnost i elastičnost određuju se statičkim i dinamičkim opterećenjima, kako bi se odredio približan vijek proizvoda i trajna deformacija.

#### 8.) Estetski dojam

Najbitniji segment estetskog dojma je oblikovanje i izbor materijala ugodnih na dodir.

#### 9.) Higijenska svojstva

Osnovni parametar koji madrac čini zdravim za spavanje su ispunjeni zdravstveni i higijenski zahtjevi. Površina podloge treba odvoditi, a ne zadržavati vlagu, jezgra madraca treba biti otporna na prašinu i bakterije, a presvlaka treba imati mogućnost jednostavnog skidanja i pranja.

### 3.2.2. Čvrstoća, elastičnost, tvrdoća i udobnost madraca

Mehanička svojstva koja madrac treba zadovoljiti su čvrstoća i elastičnost materijala (Rithalia i Kenney, 2000, citirano u: Liu i sur., 2008), dok su karakteristike korisnika kojima se ta svojstva trebaju prilagoditi: masa i visina (Ray, 1991, citirano u: Liu i sur., 2008).

Čvrstoća je mehaničko svojstvo materijala da pruža otpor djelovanju sile. Elastičnost je svojstvo materijala da pod utjecajem vanjske sile mijenja svoj oblik ili volumen i da se, nakon prestanka njezina djelovanja, vrati u prvobitan oblik. Tvrdoća je svojstvo materijala koje se protivi zadiranju stranog tijela u njegovu strukturu (URL4). Udobnost je subjektivni osjećaj čvrstoće i elastičnosti madraca i kao takvu ju je teško interpretirati i izmjeriti (Rithalia i Kenney, 2000, citirano u: Liu i sur., 2008). Korisnicima je gotovo uvijek lakše objasniti pojam neudobnosti koji sa sobom nosi cjelokupan osjećaj nezadovoljstva, nelagode i nemira tijekom ležanja, spavanja i odmaranja. Neki od bitnih faktora koji utječu na kvalitetu sna i udobnost tijekom spavanja su odjeća u kojoj čovjek spava, položaj tijela, dnevna aktivnost, kao i temperatura i vlaga zraka, brzina strujanja zraka, svjetlost, prekrivač, i dr. Potpuna udobnost ležanja postiže se samo ako je tijelo ravnomjerno poduprto tako da fiziološka krivulja kralješnice bude u najpovoljnijem položaju (Lopez-Torresa i sur., 2008).

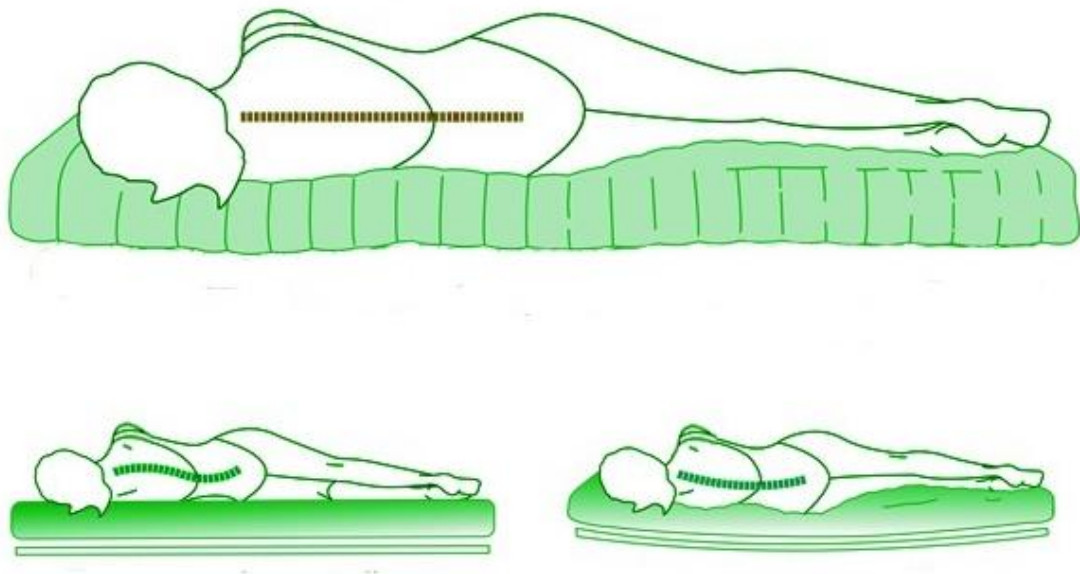
Mnogo je različitih autora na sebi svojstvene načine pokušalo opisati fenomen udobnosti, no većina ih se slaže u jednom – udobnost je usko povezana s čvrstoćom i elastičnošću madraca. Udobnost tijela obuhvaća mnoge kompleksne osjećaje, poput mek, grub, elastičan, težak, lagan i sl. (Jacobson i sur., 2002, citirano u: Liu i sur., 2008).

Udobnost je više od odsutnosti osjećaja neudobnosti jer zahtjeva druge pozitivne karakteristike povezane s relativno visokim stupnjem čvrstoće i pritiska ljudskog tijela, kao i lakoća kotrljanja/okretanja po površini madraca (Zhang i sur., 1996, citirano u: Lopez-Torresa i sur., 2008). Udobno je spavanje neophodno za produktivnost tijekom dana, a kvaliteta sna ovisi o mnogo faktora, kao što su zdravstveno i emocionalno stanje, krevetna klima, krevetni sustav i sobna temperatura (Zhang i Wing, 2006, citirano u: Lan i sur., 2012).

Nekadašnji pojam udobnosti bio je povezan uz mekoću. Danas se pažnja sve više obraća prilagođenosti ljudskom tijelu. Istina je da se mekan namještaj isto prilagođava ljudskom tijelu, ali to onda nosi u sebi neke nove probleme. Osnovni

element današnje udobnosti je specifičan tlak na pojedine dijelove tijela. Taj tlak je to manji što je površina dodira oslonaca ljudskog tijela veća (Grbac i Ljuljka, 1985). Čvršća površina madraca bolja je za primjenu kod ljudi koji imaju problema s kralježnicom, kako bi se ona držala u što pravilnijem položaju, sprječavajući umaranje leđnih mišića tijekom odmora (Sullivan, 1995, citirano u: Liu i sur., 2008). S druge strane, istraživanja su pokazala kako je u 90 dana spavanja na srednje tvrdom madracu omogućen osjećaj manje boli u donjem dijelu leđa nego što je to slučaj kod spavanja na tvrdom madracu (Kovacs i sur., 2003, citirano u: Liu i sur., 2008). Princip čvršći madrac jest bolji madrac ne vrijedi u svim situacijama, posebice kod ljudi koji pate od bolova u donjem dijelu leđa (Suckling i sur., 1957, citirano u: Liu i sur., 2008).

Iz ovih saznanja možemo zaključiti kako ne odgovara baš svaki tip madraca svakom pojedincu i kako nemaju svi jednaku potrebu ili osjećaj za udobnost, stoga se postavlja pitanje: „Kako odabrati odgovarajući madrac?“. Neminovno je da je idealan madrac onaj koji pruža potporu svim strateškim mjestima tijela korisnika, a da se on pritom osjeća potpuno opušteno i udobno (slika 3.).



*Slika 3. Ilustrativni prikaz tvrdoće madraca  
idealna tvrdoća (gore), pretvrd madrac (lijevo), premekan madrac (desno)*

(Izvor: <http://www.bestairmattressguide.com/news/air-mattresses-back-pain/>)

Ako udobnost ovisi o percipiranju osjećaja čvrstoće, a osjećaj čvrstoće ovisi o percepciji osjećaja tvrdoće, ispitanici s različitim indeksom tjelesne mase (BMI) trebaju na osnovi težine birati primjeren madrac, odnosno ljudima visokog BMI-a predlaže se korištenje madraca veće čvrstoće (Jacobson i sur., 2002, citirano u: Liu i sur., 2008).

Skupina znanstvenika (Lopez-Torresa i sur., 2008) istražila je subjektivnu percepciju ljudi o čvrstoći, elastičnosti i tvrdoći madraca. U istraživanju su sudjelovale dvije starosne skupine, jedna u dobi od 19 do 35 godina, a druga od 56 do 65 godina. Pokus se sastojao od ispitivanja karakteristika četiri različita tipa madraca na više načina. Prvo je površina madraca pritisnuta objema rukama, nakon čega su ispitanici proveli na njemu jednu minutu u sjedećem položaju, zatim jednu minutu u ležećem položaju i na kraju jednu minutu na boku, kako bi se dobio subjektivni osjećaj čvrstoće i udobnosti. Nakon ispitivanja, ispunili su upitnik u kojem se između ostalog uspoređivala udobnost sva četiri madraca.

Rezultati istraživanja pokazuju da se povećanjem opterećenja po površini madraca, kao i povećanjem pritiska ljudskog tijela, subjektivni osjećaj čvrstoće povećava, što znači da se i osjećaj udobnosti povećava. Mogućnost kotrljanja (okretanja) po krevetu je veća (lakša) kada je tvrdoća madraca veća, a s povećanjem mekoće madraca ta se mogućost otežava. Primijećena je pozitivna korelacija između BMI-a i čvrstoće madraca. Došlo se do zaključka kako su ljudi s većim indeksom tjelesne mase skloniji intenzivnije osjećati čvrstoću madraca, odnosno ljudi koji su pretili jače će osjećati čvrstoću madraca od ljudi koji su normalne tjelesne mase.

Znanstvenici su donijeli zaključak koji je u suprotnosti s rezultatima nekih drugih autora koji tvrde kako je veća čvrstoća madraca povezana s većim rizikom od bolova u donjem dijelu leđa, dakle manjom udobnosti. Kovacs i sur. (2003, citirano u: Liu i sur., 2008), tvrde kako je veća čvrstoća madraca povezana s većom tvrdoćom madraca i da je to u korelaciji s većom udobnosti korisnika. Ispitanici su povezivali veću čvrstoću madraca s većom udobnosti i obratno. No, uzme li se u obzir da su u pokusu sudjelovali zdravi korisnici i da je ispitivanje trajalo vrlo kratko, veća je vjerojatnost da će korisnici u duljem periodu korištenja madraca osjećati manju bol u donjem dijelu leđa i veću udobnost na srednje tvrdom nego na tvrdom madracu jer češće dolazi do bolova u donjem dijelu leđa kod ljudi koji spavaju više od tri mjeseca na tvrdom madracu nego kod ljudi koji spavaju isti period na srednje tvrdom madracu (Bader i Engdal, 2000, citirano u: Liu i sur., 2008).

Pan i sur. (2012) u svom su radu istražili kvalitetu spavanja pri sobnim temperaturama od 17 °C, 20 °C i 23 °C. Kako tvrde, otkrili su povezanost između srednje temperature kože i toplinske udobnosti. Istraživanje se temeljilo na subjektivnim (ankete) i objektivnim, fiziološkim parametrima ispitanika (EEG i mjerenje temperature kože). Procjenjivala se toplinska udobnost i kvaliteta sna prije i nakon spavanja. Prije,

nakon i za vrijeme spavanja mjerila se i temperatura kože. Rezultati pokazuju kako je temperatura okoline imala značajan utjecaj na kvalitetu sna. Subjektivnom analizom pokazalo se kako je temperatura u iznosu od 20 °C najbolja temperatura za budno stanje čovjeka, a temperatura od 23 °C za spavanje. Objektivnom analizom se utvrdilo da su ispitanici pri navedenoj sobnoj temperaturi najbrže zaspali i kako im je tada san bio najmirniji i najdublji. Subjektivnom analizom je također utvrđeno da je pri temperaturi od 23 °C spavanje najdulje trajalo i da su se ispitanici nakon buđenja osjećali najodmornije. Upravo suprotan osjećaj su imali spavajući pri temperaturi od 17 °C. Pretpostavka je da je temperatura od 23 °C ispitanicima najbolje odgovarala zbog niže temperature kože, karakteristične za period spavanja. Tjelesna temperatura nakon buđenja bila je niža nego prije spavanja jer je proizvodnja topline tijekom noći manja.

Djongyang i sur. (2010) tvrde kako je toplinska neudobnost usko povezana s mokrom kožom čovjeka, uzrokovanom prekomjernim znojenjem do kojeg najčešće dolazi zbog previše zagrijanih ili previše ohlađenih dijelova tijela. Ovakva uzročno-posljedična veza glavni su temelj Fagner-ove metode koja određenim matematičkim modelom provodi istraživanje u specijaliziranoj, klimatiziranoj i kontroliranoj komori, ali i u realnim uvjetima stambenih zgrada. Međunarodni standardi udobnosti, koje definiraju ASHRAE i ISO, gotovo su isključivo priklonjeni Fanger-ovoj metodi u kontroliranim uvjetima komore, odnosno teoretskoj analizi prijenosa topline s čovjeka u okolinu i obrnuto. Prema Fanger-ov teoriji ljudsko tijelo koristi fiziološke procese poput znojenja, drhtanja i reguliranja protoka krvi kako bi održalo ravnotežu između topline koju proizvodi metabolizam i topline koja se gubi iz tijela. Održavanje toplinske ravnoteže je prema Fagner-u prvi korak prema postizanju neutralnog osjećaja topline.

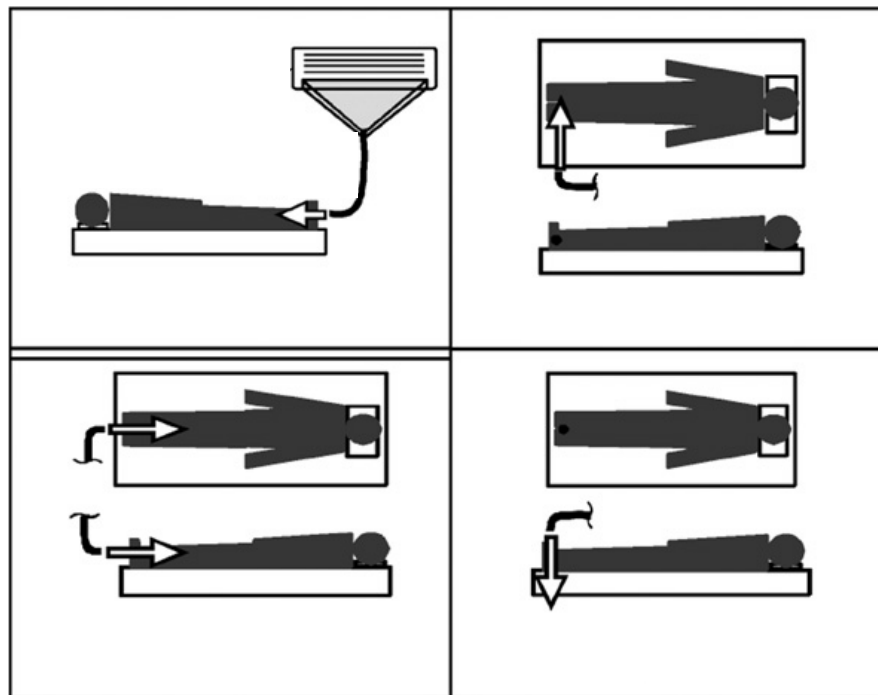
Kako bi se postigao i održao neutralan osjećaj toplinske udobnosti ljudskog tijela neophodna su dva početna stanja. Potrebno je postići ravnotežu između temperature kože i temperature cijelog tijela. Fagner tvrdi da toplina koja nastaje kao produkt ljudskog metabolizma treba biti jednaka temperaturi koju tijelo gubi, odnosno prenosi u okolinu (tzv. "steady state", odnosno stanje mirovanja). Kod potpunog stanja mirovanja kada osoba spava, tjelesna aktivnost je na najnižoj razini, a temperatura kože je takva da se znojenje povećava ili uopće nije prisutno.

Sumiranjem cjelokupnog istraživanja može se reći kako su dva glavna parametra definirana kao toplinski neudobna: osjećaj hladnoće (povezan s prosječnom temperaturom kože) i osjećaj znojne kože, (povezan s povišenom temperaturom okoline, odnosno prostorije ili pokrivača). Toplinska se neudobnost može manifestirati

tako da čovjek osjeća vrućinu ili hladnoću na samo nekim dijelovima tijela (lokalna toplinska neudobnost) ili na cijelom tijelu. Može se zaključiti kako je ljudski termoregulacijski sustav poprilično učinkovit i teži ka stvaranju ravnoteže između topline čovjeka i okolišnih čimbenika koji su izravno povezani s fiziološkim procesima: znojem i srednjom temperaturom kože (34,18 °C). Bitno je naglasiti kako se Fagner-ovo predviđanje ne može uzeti kao dovoljno siguran i točan pokazatelj stvarnog osjećaja toplinske udobnosti baš svakog pojedinca.

Hibino i sur. (2012) istražili su toplinsku udobnost za vrijeme spavanja ispitanika. Područja ljudskog tijela – noge i stopala grijana su i hlađena klima uređajem spojenim s krevetom pomoću fleksibilne cijevi (slika 4). Takav je način izravnog djelovanja omogućio da ispitanik postigne idealnu tjelesnu temperaturu, lakši i brži san. Proučavajući fiziološke reakcije ispitanika tijekom spavanja identificirani su najučinkovitiji toplinski uvjeti za poticanje ugodnog sna. Tri su se pokusa provela u ljetnom periodu i četiri u zimskom. Kada se fleksibilna cijev postavila na način da ispušta zrak u lice ispitanika, došlo je do teškoća u spavanju, ispitanik je tvrdio kako mu se san poremetio i kako je osjetio preveliku suhoću zraka. S druge strane, kada je cijev bila postavljena tako da zagrijava ili hladi stopala, ovisno o potrebi, ispitanik je utonuo u dublji i kvalitetniji san. Istraživanje se može sažeti u jedan bitan zaključak, a to je da su stopala najbolji dio tijela za usmjeravanje protoka zraka (zagrijavanje ili hlađenje), a s obzirom da su zagrijavana ili hlađena tijekom eksperimenta, toplinska vodljivost varira i temperatura kože se ne može precizno predvidjeti. Jedno je sigurno – promjena toplinske vodljivosti zraka koji izravno zagrijava ili hladi kožu čovjeka, pogotovo stopala ima značajan utjecaj na temperaturu kože, zagrijavanje ili hlađenje cijelog tijela i subjektivan osjećaj toplinske udobnosti pojedinca, čija potreba za određenom razinom topline varira i ne može se uzeti kao mjerilo kod svih ljudi.





Slika 4. Primjer postavke eksperimenta

Izvor: Hibino i sur., (2012.)

### 3.2.3. Džepićasta opružna jezgra madraca

Najčešće korišteni materijal za izradu opruga je čelik, ali ima i drugih materijala od kojih se izrađuje, poput specijalnog mesinga, fosforne i silicijske bronce, novog srebra, itd. Od materijala za izradu jezgri traži se visoka elastičnost, velika trajna dinamička čvrstoća potrebna zbog podnašanja dinamičkih opterećenja i vlastitih titraja opruga, te laka obradivost. Čelične opruge, u uvjetima upotrebe podvrgnute su velikim statičkim i dinamičkim opterećenjima kratkotrajnog i trajnijeg djelovanja. U vezi s tim opruge moraju imati trajnu elastičnost, ali i dovoljnu plastičnost kako bi se tijekom izrade jezgre, žica mogla savijati i ispreplitati. Deformacija same jezgre mora biti blaga i ne prevelika. Pri deformaciji ne smije doći do bitne promjene težišta čovjeka. Pod kvalitetom opruge podrazumijeva se njihova sposobnost da se trajno ne deformiraju što je moguće duže dok na njih djeluje sila (Ivoš, 1997).

Džepićasta opružna jezgra koristi se kao elastičan uložak najkvalitetnijih madraca i kreveta. Ima mnoge prednosti u odnosu na ostale žičane jezgre, a jedna od njih je neovisno podupiranje tijela. Opruge nisu međusobno kruto povezane pa svaka opruga djeluje zasebno. Sustav je baziran na cilindričnim spiralnim oprugama koje su ušivene u džepić te su sabijene na manju visinu i tako prednapregnute kako bi kod daljnjeg opterećenja progib bio manji. Opruge su ušivene u pamučne platnene vrećice

koje se u lanac povezuju pomoću čeličnih spona ili ljepilom, te se po određenom sustavu spajaju u madrac. Džepićaste opružne jezgre (slika 5) velike su nosivosti, gustoće i elastičnosti na malim površinama, a pod težinom tijela formiraju se tako da kralježnica zadržava svoj prirodan oblik (Grbac i Ivelić, 2005).



Slika 5. Džepićasta opružna jezgra

(Izvor: <http://www.gotobed.net/index.php/materials-2/mattress>)

## 4. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Uzorci – madrac i pokrivač

U istraživanju je za uzorak korišten madrac dimenzija 190 × 90 × 18 cm, model *Luxima TFK*, hrvatskog proizvođača Bernarda d.o.o. iz Pušćina (slika 6). Oznaka uzorka bila je "M1", a površina na kojoj je proveden pokus (strana madraca) bila je označena s "A".

Uzorak M1 bio je madrac izrađen od džepićaste opružne jezgre obložene pamučnom oblogom. Ispuna madraca načinjena je od kokosa, a pokrovni sloj izrađen je od poliuretanske spužve ušivene u dekorativno pletivo kojim je obložen madrac (slike 6 do 8).



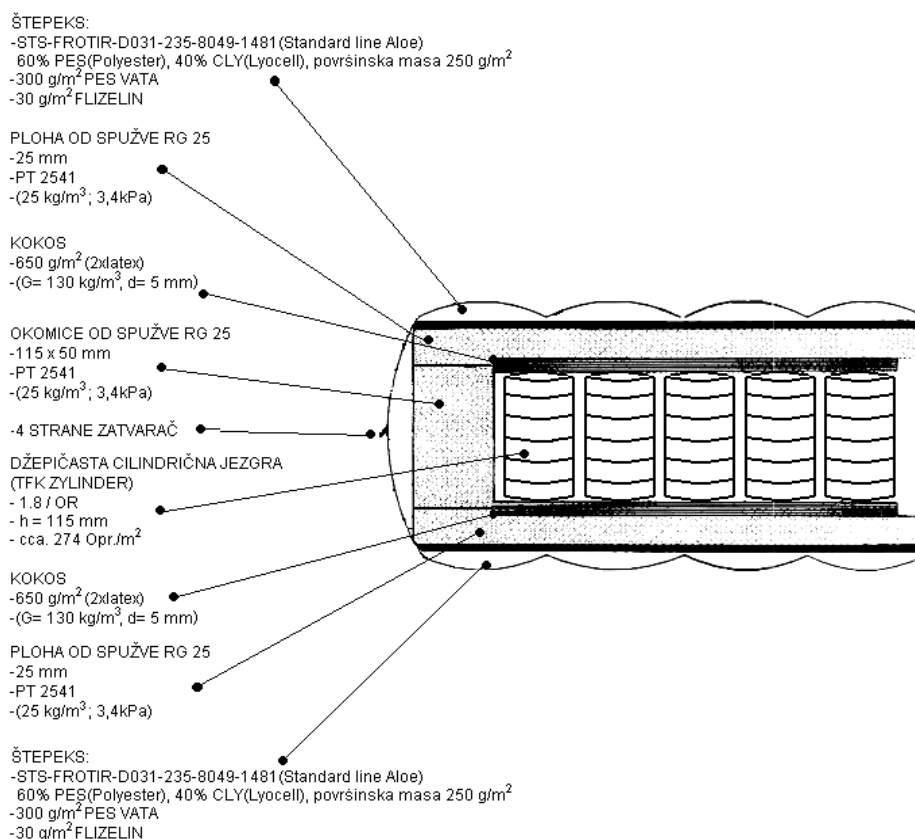
*Slika 6. Konstrukcija madraca Luxima TFK (Bernarda d.o.o.)  
(PU spužva, kokos, džepićasta opružna jezgra i pamučna obloga)*

(Izvor: <http://www.bernarda.hr/luxima-tfk>)

Ispitanici su se za vrijeme istraživanja pokrivali pokrivačem tvrtke Bernarda d.o.o.. Pokrivač je namijenjen za uporabu tijekom toplijeg vremena, a načinjen je od pamučne satenske tkanine (100 % pamuk) i međusloja od poliesterske silikonizirane vate (300 g/m<sup>2</sup>). Rubovi su učvršćeni rubnom trakom (URL5).



Slika 7. Strana A uzorka oznake M1, koji se koristio u pokusu



Slika 8. Presjek madraca Luxima TFK (Bernarda d.o.o.) koji se koristio u pokusu

Ostali, materijali koji su se koristili za ispitivanje su: jastuk, pamučna krevetnina (plahta, jastučnica, navlaka za pokrivač), kao i letvičasta podloga kreveta na kojoj se madrac nalazio.

## 4.2. Ispitanici

U istraživanju je sudjelovalo po dvije muške i ženske (ukupno četiri) fizički zdrave osobe. Svim ispitanicima je prije mjerenja zabilježena dob, izmjerena im je visina i masa te je iz tih podataka izračunat indeks tjelesne mase (BMI). Osobe ženskog spola označene su oznakama P1 i P3, a osobe muškog spola oznakama P2 i P4. Podaci o ispitanicima prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Opći podaci o ispitanicima

Opći podaci	P1	P2	P3	P4
Starost (godina)	26	24	26	19
Visina (cm)	170	178	164	184
Masa (kg)	56	74	48	71
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	19,38	23,36	17,85	20,97

Prosječna starost ispitanika (i standardna devijacija) bila je 23,8 (3,3) godina, prosječne visina i masa bile su 174 (8,8) cm i 62,3 (12,3) kg, a BMI je u prosjeku bio 20,39 (2,35) kg/m<sup>2</sup>. S obzirom na BMI, može se zaključiti da su ispitanice (P1 i P3) u skupini pothranjenih osoba, a ispitanici (P2 i P4) su osobe normalne tjelesne mase.

## 4.3. Metode

Istraživanje vodljivosti topline i propusnosti madraca s džepićastom opružnom jezgrom sastojalo se iz dva dijela: objektivne i subjektivne metode. Istraživanje se provodilo ukupno 30 dana u svibnju i lipnju 2016. godine (od 23. 5. do 22. 6. 2016.), u vrijeme završetka sezone grijanja.

Svaki je ispitanik sedam noći spavao na madracu u koji su bile ugrađene sonde koje su mjerile temperaturu i vlagu, a prije i nakon spavanja ispitanici su ispunjavali dnevni upitnik.

Prije samog pokusa bilo je određeno da ispitanici ne smiju konzumirati alkohol barem šest (6) sati prije spavanja, ne smiju se odmarati ili ležati tijekom dana na madracu na kojem se provodio pokus, pokrivač se tijekom dana nije smio ostavljati na

madracu zbog boljeg prozračivanja, kao i pravilo da svi trebaju spavati u istoj vrsti odjeće – pamučnoj majici kratkih rukava ( $0,08 \text{ clo}^1$ ) i pamučnim gaćama ( $0,03 \text{ clo}$ ).

#### 4.3.1. Subjektivna metoda

Subjektivna metoda obuhvaćala je dvije različite vrste upitnika: opći i dnevni.

Opći upitnik je svaki ispitanik ispunio jednom, prije početka eksperimenta, a dnevni je upitnik ispunjavan svakodnevno, prije i nakon spavanja na madracu-uzorku.

Dnevni upitnik sastojao se od pitanja:

“U koliko ste sati otišli na spavanje?”,

“Temperatura i vlaga u sobi prije spavanja?”,

“Jeste li odmah zaspali (za koliko minuta od lijevanja u krevet)”,

“U koliko ste se sati probudili?”,

“Temperatura i vlaga u sobi nakon spavanja?”,

“Jeste li sinoć večerali?”,

“Napitak kojeg ste konzumirali tri (3) sata prije spavanja?”,

“Jeste li tijekom dana vježbali ili se bavili sportom?”,

“Jeste li odmarali tijekom dana?”,

“Kakvo Vam je trenutno zdravstveno stanje?”,

“Jeste li pili tabletu prije spavanja?”,

“Jeste li ustajali iz kreveta tijekom noći?”,

“Ako se sjećate, u kojem ste položaju uglavnom spavali?”,

“Ako se sjećate, zaokružite na kojem dijelu madraca ste uglavnom spavali?”,

“Kako ste se osjećali za vrijeme spavanja?” i

“Osjećate li se odmorno nakon buđenja?”.

---

<sup>1</sup> Clo je jedinica za iskazivanje izolacijskih svojstava odjevnog sustava prosječnog čovjeka u odmarajućem sjedećem položaju u normalno provjetravanoj prostoriji (s brzinom zraka od  $0,1 \text{ m/s}$ , temperaturom od  $21 \text{ °C}$  te relativnom vlagom zraka manjom od  $50 \%$ ). Vrijednost  $1 \text{ clo}$  definirana je kao  $0,18 \text{ m}^2\text{°C/h/kcal}$ , što je jednako  $0,155 \text{ m}^2\text{°C/W}$

Subjektivna metoda treba doprinijeti boljem shvaćanju rezultata objektivnih mjerenja. Analiza odgovora ispitanika o njihovim dnevnim navikama trebala bi pomoći boljem shvaćanju rezultata dobivenih objektivnom metodom i njihovoj kvalitetnijoj interpretaciji. Općim upitnikom mogu se saznati određene osobine ispitanika i njegove uobičajene navike prije pokusa te ih povezati s pitanjima iz dnevnog upitnika kako bi se zaključilo jesu li se i u kojoj mjeri te navike promijenile, te pretpostaviti imaju li novi uvjeti spavanja utjecaja na promjene ili ne.

Neka od povezanih pitanja:

- “U koliko sati obično idete spavati (h)?”, “U koliko sati se obično budite (h)?”, “U koliko ste sati otišli na spavanje (h)?”, “U koliko ste se sati probudili (h)?” – prva dva pitanja su iz općeg upitnika, a zadnja dva iz dnevnog upitnika,
- “Koliko Vam dugo treba da zaspate (min)?” i “Jeste li odmah zaspali (za koliko minuta od lijezanja u krevet)?” – prvo pitanje je iz općeg upitnika, drugo iz dnevnog,
- “Koliko često se tijekom tjedna odmarate u danu?” i “Jeste li odmarali tijekom dana?” – prvo pitanje je iz općeg upitnika, drugo iz dnevnog,
- “Koliko često se tijekom tjedna budite u noći?” i “Jeste li ustajali iz kreveta tijekom noći?” – prvo pitanje je iz općeg upitnika, drugo iz dnevnog.

### 4.3.2. Objektivna metoda

Objektivna metoda je najvažniji dio pokusa. Kao što je već navedeno, četiri ispitanika su pojedinačno, sedam noći spavala na istom madracu u vlastitim spavaonicama i sobnim uvjetima, pri različitim temperaturnim okolnostima, bez grijanja ili klimatizacije.

Vanjska temperatura i vlaga imale su utjecaj na sobnu klimu u kojoj su ispitanici spavali, stoga se treba uzeti u obzir kako su se vremenske prilike unutar mjesec dana ispitivanja bitno mijenjale i kako je bilo i hladnijih i toplijih dana i noći s izrazitim temperaturnim razlikama.

U radu se koristila metoda mjerenja temperature i relativne vlage pomoću sedam mjernih sondi (S-THB-M008) s osjetilima za temperaturu i vlagu u istome kućištu, a podaci su prikupljeni pomoću elektroničkog uređaja *HOBO® Weather Station H21-001* (Onset Computer Corporation, SAD) (slika 9.). Obrada podataka provedena je programom *Microsoft Office Excel*.



a) mjerna sonda



b) HOBO® Weather Station H21-001

Slika 9. Oprema za mjerenje temperature i vlage



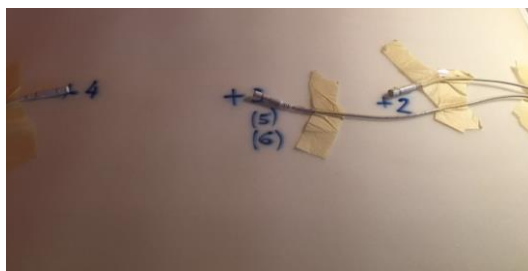
Sedam mjernih sondi (slike 10 do 12.) bilo je postavljeno na sljedeći način, pod pretpostavkom da ispitanik leži u položaju na leđima:

Sonda 1: ispod pokrivača (s "donje" strane), otprilike ispod prsa ispitanika, približno iznad sonde 3,



Slika 10. Mjesto ugradnje sonde 1

- Sonda 3: na površini madraca, ali ispod plahte, otprilike ispod lopatica ispitanika,
- Sonde 2 i 4: lijevo i desno od sonde 3, oko 20-25 cm udaljene od sonde 3,



Slika 11. Mjesto ugradnje sondi 2, 3 i 4

- Sonda 5: ispod sonde 3, na kokos oblozi, ispod gornjeg sloja madraca,



Slika 12. Mjesto ugradnje sonde 5

- Sonda 6: ispod sonde 5, na sredini visine opružne jezgre (nije prikazano fotografijom),
- Sonda 7: u prostoriji (na unutarnjem zidu ili namještaju) na mjestu blizu kreveta i na visini sonde 3 (nije prikazano fotografijom).

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja statistički su obrađeni te tablično i grafički prikazani kao rezultati subjektivne metode i rezultati objektivne metode.

### 5.1. Rezultati subjektivne metode

Ispitanici su spavali u različitim ambijentalnim uvjetima, pri različitim atmosferskim prilikama (spavaonice se nalaze na dvije lokacije u Zagrebu – jedna na jugoistoku, a druga u centru grada). Unutar 30 dana ispitivanja vrijeme se znatno mijenjalo (vanjska temperatura i relativna vlaga zraka). Ispitanici su u različito vrijeme odlazili na spavanje, te su nejednak broj sati i minuta provodili spavajući.

Analizom anketnih upitnika može se primijetiti kako je ispitanica P1 unutar sedam dana ispitivanja prosječno spavala 448 min/noći (7,5 h/noći), ispitanica P3 je prosječno spavala 439 min/noći (7,3 h/noći), ispitanik P2 je spavao 555 min/noći (9,2 h/noći), a ispitanik P4 prosječno 489 min/noći (8,1 h/noći).

Osobi P1 je u većini slučajeva trebalo oko 30 min da zaspi (što je uobičajeno vrijeme koje joj je potrebno da zaspi na vlastitome madracu), P3 34 min (6 minuta manje od uobičajenog vremena), P2 24 min (također 6 minuta manje od uobičajenog vremena), a P4 17 min (13 min manje od uobičajenog vremena).

Osoba P1 rijetko tijekom tjedna ima običaj odmarati u danu (1-2 puta tjedno) i to oko 120 min (2 h). Tijekom ispitivanja odmarala je samo jedan dan, u trajanju od 150 min (2,5 h), odnosno 30 min više od uobičajenog odmaranja. Osobe P2 i P3 također rijetko tijekom tjedna odmaraju u danu (1-2 puta tjedno). P2 je tijekom ispitivanja odmarao čak tri puta, u prosjeku oko 106 min, odnosno 1,7 h (što je za 14 min manje od uobičajenog odmaranja), a P3 dva puta, u prosjeku oko 75 min ili 1,2 h (za 15 min više od uobičajenog odmaranja). P4 nikada ne odmara tijekom dana pa nije niti za vrijeme ispitivanja.

Ispitanica P1 se inače nikada ne budi tijekom noći, a tijekom ispitivanja se zbog glavobolje jednu noć ustala iz kreveta. P3 se stalno budi tijekom noći, pa se tako i za vrijeme ispitivanja šest puta probudila i ustala iz kreveta. Kao razloge je navela potrebu za odlaskom na toalet, vrućinu i glad. P2 i P4 su u općem upitniku naveli kako se nikada

ne bude tijekom noći, što je P2 tijekom ispitivanja i potvrdio, no P4 se od sedam ustao čak tri noći.

Ispitanica P1 se uglavnom tijekom spavanja osjećala ugodno, kao i odmorno nakon buđenja. Dva puta se nije dovoljno naspavala zbog glavobolje i manjka sna. Većinom je spavala na sredini madraca, na trbuhu, izuzev petog dana, kada je navela kako se zbog glavobolje okretala cijelu noć, te da nije mogla mirno spavati na samo jednom dijelu madraca.

Ispitanici P3 je svaki dan bilo prevruće i pretjerano se znojila i niti jedan dan se nije probudila odmorna. Kao razloge navodi: nemogućnost normalnog spavanja zbog promjene madraca ili zbog vrućine u prostoriji, kao i kasno lijeganje u krevet. Većinom je spavala na trbuhu, na sredini madraca (četiri noći), a zatim i na leđima, uz rub madraca (tri noći).

Ispitaniku P2 je četiri noći bilo prevruće ili se pretjerano znojio, a tri mu je noći bilo ugodno spavati na madracu. Samo se jedan dan nije probudio odmoran i to zbog nedostatka svježeg zraka u sobi (prozor je bio zatvoren). Svih sedam noći je spavao na sredini madraca, na trbuhu.

Ispitanik P4 se svih sedam noći osjećao ugodno za vrijeme spavanja i odmorno nakon buđenja. Većinom je spavao na leđima i boku, na sredini madraca.

## 5.2. Rezultati objektivne metode

Rezultati objektivne metode su nakon statističke obrade prikazani tablično i grafički. Dobiveni rezultati su vrijednosti temperature i vlage na svih sedam (7) sondi.

U tablici 2. prikazane su varijable koje su se koristile za ispitanike, temperaturu i vlagu mjernih sondi.

Tablica 2. Varijable korištene u eksperimentu

Oznake varijable	Puni naziv varijable
t1	Temperatura ispod pokrivača (Sonda 1)
t2	Temperatura na lijevoj strani površine madraca (Sonda 2)
t3	Temperatura u sredini površine madraca (Sonda 3)
t4	Temperatura na desnoj strani površine madraca (Sonda 4)
t5	Temperatura iznad kokosa, ispod Sonde 3 (Sonda 5)
t6	Temperatura na sredini visine opružne jezgre, ispod Sonde 5 (Sonda 6)
t7	Temperatura u prostoriji, u blizini kreveta, na visini Sonde 3 (Sonda 7)
RH1	Vlaga ispod pokrivača (Sonda 1)
RH2	Vlaga na lijevoj strani površine madraca (Sonda 2)
RH3	Vlaga u sredini površine madraca (Sonda 3)
RH4	Vlaga na desnoj strani površine madraca (Sonda 4)
RH5	Vlaga iznad kokosa, ispod Sonde 3 (Sonda 5)
RH6	Vlaga na sredini visine opružne jezgre, ispod Sonde 5 (Sonda 6)
RH7	Vlaga u prostoriji, u blizini kreveta, na visini Sonde 3 (Sonda 7)
t0	Prosječna vrijednost temperature na sondama 2, 3 i 4
RH0	Prosječna vrijednost vlage na sondama 2, 3 i 4
P1, P2, P3 i P4	Ispitanik (P1 i P3 bile su ispitanice, a P2 i P4 su ispitanici)
M1	Uzorak-madrac s džepićastom opružnom jezgrom
A i B	Strana površine madraca

Za sve analizirane varijable napravljena je opisna statistika: minimum, maksimum, srednja vrijednost i standardna devijacija.

Zbog približnih vrijednosti i lakše obrade podataka (u grafičkim prikazima), prikupljenih sondama 2, 3 i 4 koje se nalaze na površini madraca, na međusobnoj udaljenosti 20-25 cm, ti su podaci svedeni na zajedničku prosječnu vrijednost i dodijeljena im je oznaka "0". Tako je prosječna vrijednost temperature dobivena tim trima sondama prikazana oznakom "t0", a s "RH0" je prikazana prosječna vrijednost vlage na sondama 2, 3 i 4.

Pri obradi rezultata koristili su se podaci šest minuta prije nego je ispitanik legao u krevet pa do šest minuta nakon što je ispitanik ustao iz kreveta.

### 5.2.1. Propusnost/vodljivost topline i vlage kroz slojeve madraca

U ovom su dijelu prikazani podaci o propusnosti/vodljivosti topline i vlage kroz sve slojeve madraca, za sve ispitanike pojedinačno.

Podaci su prikazani kao prosječne vrijednosti minimuma, maksimuma, srednjih vrijednosti i standardne devijacije za sve sonde, raspoređeni po noćima. Označeni brojevi (obojana podloga) u tablicama predstavljaju najmanju ili najveću vrijednost za sve noći, za svaku sondu.

U ovom potpoglavlju je za svakog ispitanika pojedinačno prikazano:

- kretanje srednjih vrijednosti temperature i vlage za svih sedam noći,
- iznosi srednjih vrijednosti temperature i vlage,
- iznosi najmanjih vrijednosti temperature i vlage,
- iznosi najvećih vrijednosti temperature i vlage,
- noći kada su te vrijednosti zabilježene,
- utjecaj temperature i vlage u spavaonici na povećanje temperature i vlage pojedinih sondi,
- razliku između najveće zabilježene temperature na pojedinoj sondi i temperature u spavaonici,
- razliku između najveće zabilježene vlage na pojedinoj sondi i vlage u spavaonici,
- utjecaj osobnih činitelja na pojedine neuobičajene podatke dobivene mjerenjem,
- pretpostavku okolnosti koje su dovele do određenih brojčanih podataka.

Tablica 3. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s  $t_0$  i  $RH_0$  kod ispitance P1

P1	t0	RH0	t2	RH2	t3	RH3	t4	RH4	NOĆ
<b>min</b>	23,51	49,50	22,92	52,20	24,87	46,30	22,73	50,00	1
	23,39	50,33	22,80	48,70	24,46	46,60	22,90	55,70	2
	25,00	54,40	24,58	50,40	26,04	53,90	24,39	58,90	3
	24,16	55,93	24,10	54,00	25,16	53,90	23,23	59,90	4
	25,31	51,17	24,29	50,60	27,01	47,70	24,63	55,20	5
	25,21	58,17	24,63	56,10	26,92	56,90	24,10	61,50	6
	23,98	58,83	23,91	59,40	24,07	56,30	23,95	60,80	7
<b>max</b>	31,60	67,00	32,74	71,60	34,78	70,30	33,16	72,30	1
	33,78	71,37	33,84	72,50	34,92	71,60	32,59	70,00	2
	33,62	75,57	33,78	77,80	34,86	75,70	32,23	73,20	3
	33,83	74,27	31,56	72,60	34,84	74,40	35,10	75,80	4
	33,61	74,20	32,67	75,90	34,94	71,40	33,24	75,30	5
	34,32	73,23	33,91	74,70	35,32	71,80	33,73	73,20	6
	34,50	80,37	34,73	79,20	35,90	76,20	32,87	85,70	7
<b>srd. vr.</b>	30,20	60,16	27,44	62,51	33,32	58,16	29,85	59,80	1
	30,41	61,70	29,59	60,99	33,74	59,36	27,90	64,74	2
	30,30	64,29	28,65	65,22	33,89	61,54	28,36	66,12	3
	30,20	64,88	26,43	64,34	32,04	62,67	32,15	67,62	4
	30,94	62,85	28,21	63,51	33,49	61,43	31,13	63,61	5
	31,12	65,49	30,59	66,04	34,42	63,90	28,34	66,52	6
	31,25	68,06	31,46	68,52	33,90	65,42	28,39	70,25	7
<b>SD</b>	1,90	3,63	2,07	3,77	1,33	3,12	2,30	4,01	1
	1,77	3,57	2,33	4,77	1,28	2,93	1,68	3,02	2
	1,96	4,00	2,72	4,41	1,08	4,36	2,08	3,22	3
	2,20	3,83	1,95	3,52	2,16	4,01	2,50	3,96	4
	1,66	3,59	1,98	3,99	1,46	3,45	1,55	3,33	5
	1,66	3,46	2,30	4,54	0,99	3,25	1,68	2,58	6
	1,97	5,22	2,20	5,21	1,74	5,05	1,98	5,39	7
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost      max = prosječna najveća vrijednost srd. vr. = prosječna srednja vrijednost      SD = standardna devijacija								

Tablica 4. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanice P1

P1	t1	RH1	t5	RH5	t6	RH6	t7	RH7	NOĆ
<b>min</b>	23,18	54,20	22,82	60,40	22,23	62,40	22,08	58,70	1
	25,79	45,00	22,61	61,80	22,18	66,30	22,32	61,70	2
	27,60	51,10	23,38	66,00	22,51	69,50	22,73	64,40	3
	26,82	48,80	23,04	66,20	22,61	69,00	22,71	63,40	4
	27,95	48,30	23,95	60,40	22,94	65,00	23,52	61,70	5
	27,31	54,70	24,15	67,90	23,59	68,20	23,69	58,90	6
	25,36	51,20	23,91	65,70	23,86	67,50	23,67	61,10	7
<b>max</b>	31,26	71,00	30,90	69,50	27,21	71,10	22,70	65,60	1
	34,62	67,50	31,71	72,80	27,31	72,90	22,66	66,40	2
	33,94	68,00	31,92	76,40	27,55	75,80	22,99	68,80	3
	35,02	67,20	31,82	75,80	27,63	76,50	23,52	70,40	4
	34,81	76,00	31,46	73,70	27,92	75,10	24,27	68,60	5
	35,29	74,30	32,23	75,40	28,20	74,20	24,58	70,30	6
	35,26	80,40	32,74	79,00	28,79	77,50	25,02	69,20	7
<b>srd. vr.</b>	27,53	61,55	29,62	65,44	26,14	67,73	22,31	64,38	1
	32,06	56,31	29,69	68,29	26,27	70,20	22,38	65,21	2
	31,76	58,24	29,96	70,79	26,46	71,54	22,87	67,49	3
	32,66	58,09	29,03	71,85	26,62	73,46	23,27	67,41	4
	32,95	57,22	29,99	69,65	26,90	71,27	23,69	66,14	5
	32,72	61,64	30,84	71,99	27,56	72,21	24,32	66,68	6
	32,11	64,17	30,59	73,59	27,42	74,28	24,49	67,39	7
<b>SD</b>	1,86	3,41	1,24	1,82	0,94	1,56	0,05	1,49	1
	1,58	4,77	1,29	1,65	0,99	1,22	0,05	0,91	2
	1,67	4,03	1,31	2,58	1,06	1,24	0,06	0,83	3
	1,63	4,64	1,48	2,35	1,09	1,13	0,16	1,20	4
	1,32	5,54	1,28	1,92	1,03	1,78	0,12	1,83	5
	1,76	4,24	1,18	1,84	0,94	0,99	0,15	2,11	6
	2,88	7,55	1,64	2,84	1,19	1,68	0,17	1,97	7
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost      max = prosječna najveća vrijednost srd. vr. = prosječna srednja vrijednost      SD = standardna devijacija								

Analizom prosječnih vrijednosti, minimuma i maksimuma temperature i vlage na svim sondama kod ispitanice P1, možemo zaključiti sljedeće:

- **prosječna vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 7 (23,33 °C), zatim na sondi 6 (26,77 °C), sondi 2 (28,91 °C), sondi 4 (29,45 °C), sondi 5 (29,96 °C), sondi 1 (31,68 °C), i najveća na sondi 3 (33,54 °C),
- **najmanja vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 7 (22,10 °C) u prvoj noći, zatim na sondi 6 (22,18 °C) u drugoj noći, sondi 5 (22,61 °C) u drugoj noći,

sondi 4 (22,73 °C) u prvoj noći, sondi 2 (22,80 °C) u drugoj noći, sondi 1 (23,18 °C) u prvoj noći i sondi 3 (24,07 °C) u sedmoj noći,

- **najveća vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 7 (25,02 °C) u sedmoj noći, sondi 6 (28,79 °C) u sedmoj noći, sondi 5 (32,74 °C) u sedmoj noći, sondi 2 (34,73 °C) u sedmoj noći, sondi 4 (35,10 °C) u četvrtoj noći, sondi 1 (35,29 °C) u šestoj noći, sondi 3 (35,90 °C) u sedmoj noći,
- **prosječna vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 1 (59,60 %), sondi 3 (61,78 %), sondi 2 (64,45 %), sondi 4 (65,52 %), sondi 7 (66,38 %), sondi 5 (70,23 %), sondi 6 (71,53 %),
- **najmanja vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 1 (45 %) u drugoj noći, zatim na sondi 3 (46,30 %) u prvoj noći, sondi 2 (48,70 %) u drugoj noći, sondi 4 (50 %) u prvoj noći, sondi 7 (58,70 %) u prvoj noći, sondi 5 (60,40 %) u prvoj i petoj noći, sondi 6 (62,40 %) u prvoj noći,
- **najveća vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 7 (70,40 %) u četvrtoj noći, zatim na sondi 3 (76,20 %) u sedmoj noći, sondi 6 (77,50 %) u sedmoj noći, sondi 5 (79,0 %) u sedmoj noći, sondi 2 (79,20 %) u sedmoj noći, sondi 1 (80,40 %) u sedmoj noći, sondi 4 (85,70 %) u sedmoj noći.

Kao što je vidljivo iz rezultata, temperatura je najveća na sondi 3 (35,90 °C), u sedmoj noći spavanja, iz čega možemo zaključiti kako je ispitanica P1 najveći dio noći spavala na sredini madraca (što je potvrđeno i subjektivnom metodom), a najveći iznos vlage te je noći zabilježen na sondi 4 (85,70 %), odnosno na desnoj strani madraca. Temperatura u spavaonici (sonda 7) sedme je noći zabilježila najveći iznos od 25,02 °C, što je ujedno i najveća zabilježena sobna temperatura u svih sedam noći spavanja. Temperatura na sondi 3 za 10,88 °C je veća od sobne temperature. Očigledno je kako je najveći iznos sobne temperature imao utjecaj na najveći iznos temperature na sondi 3, s druge strane vjerojatno je položaj spavanja ispitanice uzrok najveće zabilježene vlage na sondi 4, a ne na sondi 3. Moguće je da se ispitanica P1 nalazila bliže desnoj strani kreveta nego lijevoj, te je nadlakticom dodirivala sondu 4 koja je tada imala



izravan doticaj sa znojem. Najveći iznos vlage na sondi 3 zabilježen je također zadnje (sedme) noći kada je iznosio 76,20 %, te je za 9,5 % manji od vlage na sondi 4.

Sobna temperatura te je noći imala utjecala i na temperaturu i vlagu ostalih sonde, tj. većine drugih osjetila (RH1, t2, RH2, t3, RH3, RH4, t5, RH5, t6 i RH6) koje su također zabilježile najveći iznos temperature i vlage na spomenutim sondama kod P1 za svih sedam noći spavanja. Vлага u sobi sedme je noći iznosila 69,20 %, te je za 16,5 % manja od najvećeg iznosa vlage na sondi 4. Vrijednosti ostalih sonde sedme noći prikazane su u tablici 3. i 4.

NAPOMENA: Prije nastavka prikaza rezultata, potrebno je naglasiti kako je prilikom ispitivanja vodljivosti topline i propusnosti vlage kod madraca u spavaonici ispitanice P3 došlo do greške pri mjerenju na sondi 2 (lijevoj strani madraca), te zbog toga nema podataka za relativnu vlagu za 7. noć ispitivanja kod P3 i podataka za sve noći ispitivanja kod ispitanika P4.

Tablica 5. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s  $t_0$  i RH0 kod ispitnice P3

P3	t0	RH0	t2	RH2	t3	RH3	t4	RH4	NOĆ
<b>min</b>	24,29	52,80	24,48	53,30	24,34	47,70	24,05	57,40	1
	26,00	54,70	27,24	48,70	26,72	46,90	24,63	54,70	2
	27,03	49,40	28,00	49,70	27,51	47,80	25,60	50,70	3
	28,08	53,77	28,79	52,00	28,59	52,80	26,87	56,50	4
	29,46	58,67	30,44	51,80	29,74	61,60	28,20	62,60	5
	27,32	47,03	27,11	45,60	27,97	44,70	26,87	50,80	6
	28,07	48,00	28,10		28,35	45,90	27,78	50,10	7
<b>max</b>	36,10	90,70	35,74	89,30	36,77	90,50	35,80	92,30	1
	32,70	64,80	34,36	66,70	35,40	67,70	32,74	68,90	2
	34,79	75,93	34,78	76,90	35,58	78,00	33,99	72,90	3
	35,18	77,67	35,10	79,10	35,90	78,60	34,52	75,30	4
	35,42	82,83	36,88	82,90	35,90	89,00	33,47	76,60	5
	35,89	65,27	35,58	62,10	36,07	70,10	36,01	63,60	6
	35,46	78,75	35,58		36,50	86,70	34,31	70,80	7
<b>srd. vr.</b>	32,08	72,80	32,01	69,67	33,88	74,07	30,35	74,67	1
	31,63	58,13	31,72	55,64	33,73	57,88	29,44	60,87	2
	32,54	62,13	32,53	62,57	34,10	61,30	30,99	62,53	3
	32,45	64,96	32,66	62,83	34,09	65,86	30,60	66,20	4
	33,02	71,03	34,26	69,13	34,03	75,17	30,77	68,78	5
	32,13	54,14	31,72	52,69	33,12	54,68	31,55	55,04	6
	32,20	62,32	32,63		33,27	65,97	30,69	58,68	7
<b>SD</b>	2,08	10,43	1,89	8,90	1,80	11,55	2,54	10,85	1
	1,94	3,35	2,07	3,59	1,58	3,55	2,17	2,89	2
	1,96	7,44	2,05	8,56	1,59	8,04	2,23	5,72	3
	1,88	5,68	1,87	6,52	1,63	6,88	2,13	3,64	4
	1,48	6,45	1,97	8,84	1,57	8,05	0,89	2,47	5
	2,13	4,38	2,00	3,32	1,67	6,42	2,71	3,40	6
	2,08	8,63	2,30		2,01	12,97	1,94	4,28	7
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost				max = prosječna najveća vrijednost				
	srd. vr. = prosječna srednja vrijednost				SD = standardna devijacija				

Tablica 6. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanice P3

P3	t1	RH1	t5	RH5	t6	RH6	t7	RH7	NOĆ
<b>min</b>	24,39	59,30	23,95	62,80	23,98	62,60	23,91	60,80	1
	25,26	53,80	25,11	57,70	24,63	61,00	24,46	61,20	2
	25,65	56,70	26,38	57,10	25,55	61,40	25,55	60,40	3
	26,99	58,60	28,05	59,80	26,92	64,60	27,01	60,70	4
	28,62	64,60	29,04	68,00	28,07	69,50	28,37	64,90	5
	26,72	52,40	26,57	53,30	26,30	55,00	27,36	51,70	6
	28,84	50,90	27,65	53,90	26,92	55,10	27,55	53,20	7
<b>max</b>	30,80	87,80	34,18	85,00	30,14	78,80	24,48	66,10	1
	32,74	70,60	32,69	65,70	29,44	67,90	25,36	64,50	2
	35,05	81,10	33,89	75,90	30,87	74,00	26,33	65,30	3
	34,73	77,80	34,20	75,30	31,08	79,10	27,85	65,10	4
	33,21	69,10	34,57	83,60	32,28	81,00	29,04	68,10	5
	36,07	64,90	33,63	64,60	31,36	64,10	28,49	56,20	6
	37,65	72,70	34,18	73,70	31,84	68,10	28,15	57,40	7
<b>srd. vr.</b>	27,50	73,22	31,10	76,63	28,49	74,31	24,30	64,68	1
	28,73	61,29	31,03	62,24	28,47	64,77	25,02	63,12	2
	29,55	67,89	31,59	64,89	29,02	66,75	26,04	63,43	3
	30,26	66,19	32,05	68,27	29,73	69,70	27,53	63,26	4
	30,06	66,17	32,51	75,64	30,76	75,30	28,80	66,54	5
	30,30	55,77	30,98	57,57	29,56	59,19	28,07	54,21	6
	32,54	59,78	31,51	64,10	30,01	62,90	27,89	55,36	7
<b>SD</b>	1,04	7,30	1,77	6,60	1,34	3,72	0,14	1,41	1
	1,66	4,12	1,46	1,62	1,16	1,53	0,26	0,88	2
	1,85	6,71	1,75	4,97	1,38	3,27	0,22	1,62	3
	2,50	3,77	1,34	4,24	0,85	3,10	0,20	1,14	4
	0,78	0,93	1,43	4,74	1,09	3,51	0,16	0,73	5
	2,51	3,55	1,31	2,83	1,18	2,14	0,26	1,09	6
	2,18	5,57	1,89	7,01	1,51	4,29	0,20	1,52	7
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost      max = prosječna najveća vrijednost srd. vr. = prosječna srednja vrijednost      SD = standardna devijacija								

Analizom prosječnih vrijednosti, minimuma i maksimuma temperature i vlage na svim sondama kod ispitanice P3, možemo zaključiti sljedeće:

- **prosječna vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 7 (26,81 °C), zatim na sondi 6 (29,43 °C), sondi 1 (29,85 °C), sondi 4 (30,63 °C), sondi 5 (31,54 °C), sondi 2 (32,50 °C), sondi 3 (33,75 °C),
- **najmanja vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 7 (23,91 °C) u prvoj noći, zatim na sondi 5 (23,95 °C) u prvoj noći, sondi 6 (23,98 °C) u prvoj noći, sondi 4

(24,05 °C) u prvoj noći, sonde 3 (24,34 °C) u prvoj noći, sonde 1 (24,39 °C) u prvoj noći, sonde 2 (32,50 °C) u prvoj noći,

- **najveća vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sonde 7 (29,04 °C) u petoj noći, zatim na sonde 6 (32,28 °C), sonde 5 (34,57 °C) u petoj noći, sonde 4 (36,01 °C) u šestoj noći, sonde 3 (36,77 °C) u prvoj noći, sonde 2 (36,88 °C) u petoj noći, sonde 1 (37,65 °C) u sedmoj noći,
- **prosječna vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sonde 7 (61,52 %), sonde 2 (62,09 %), sonde 4 (63,82 %), sonde 1 (64,33 %), sonde 3 (64,99 %), sonde 5 (67,05 %), sonde 6 (67,56 %),
- **najmanja vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sonde 3 (44,70 %) u šestoj noći, sonde 2 (45,60 %) u šestoj noći, sonde 4 (50,10 %) u sedmoj noći, sonde 1 (50,90 %) u sedmoj noći, sonde 7 (51,70 %) u šestoj noći, sonde 5 (53,30 %) u šestoj noći, sonde 6 (55,0 %) u šestoj noći,
- **najveća vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sonde 7 (68,10 %) u petoj noći, sonde 6 (81 %) u petoj noći, sonde 5 (85 %) prve noći, sonde 1 (87,80 %) u prvoj noći, sonde 2 (89,30 %) u prvoj noći, sonde 3 (90,50 %) u prvoj noći, sonde 4 (92,30 %) u prvoj noći.

U sedmoj noći spavanja ispitanica P3 je bila malo više pokrivena pokrivačem nego sve ostale noći i zbog toga se temperatura na sonde 1 (ispod pokrivača) povećala više od uobičajene. Na sonde 1 te je noći izmjerena najveća temperatura u iznosu od 37,65 °C, kada je temperatura u spavaonici (sonda 7) iznosila 28,15 °C (za 9,5 °C je manja od temperature na sonde 1), a vlaga u spavaonici 57,40 %. Vlaga na sonde 1 iznosila je 72,70 %, što je za 15,3 % manje od vlage u spavaonici. Niti na jednoj drugoj sonde te noći nije zabilježen najveći iznos temperature ili vlage.

Maksimalna vrijednost vlage kod P3 u svih sedam noći spavanja, izmjerena je prve noći na sonde 4 i iznosila je 92,30 %, što je za čak 26,2 % više od vlage izmjerene u sobi (66,10 %). Sobna temperatura te je noći iznosila 24,48 °C, a maksimalna temperatura na sonde 4 - 35,80 °C, što je za samo 1,32 °C više od temperature na sonde 7. Razlozi za ovakvu veliku brojčanu razliku navedeni su u dnevnoj anketi. Ispitanica P3

navodi kako ju je tu noć trbuh bolio, da je išla dva puta na toalet i da se nije naspavala jer joj je bilo prevruće, kao i da je tijekom noći bila u polusnu zbog promjene uvjeta spavanja (prvenstveno madraca i postavljenih sondi). Temperatura spavaonice (24,48 °C) te je noći bila najniža zabilježena sobna temperatura za vrijeme svih sedam noći spavanja, stoga to ne može biti razlog ovako izraženog znojenja. Zaključak je da se ispitanica osjećala neudobno, te da je njen subjektivan osjećaj neudobnosti utjecao na preznojavanje, odnosno toplinsku neudobnost za vrijeme spavanja. Osim na sondi 1, prve je noći zabilježen maksimum i na: RH1 (87,80 %), RH5 (85,0 %), RH2 (89,30 %), t3 (36,77 °C) i RH3 (90,50 %). Može se primijetiti kako je najveća vrijednost zabilježena samo pri mjerenju vlage, no ne i temperature, izuzev temperature na sredini madraca (t3).

Tablica 7. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s t0 i RH0 kod ispitanika P2

P2	t0	RH0	t2	RH2	t3	RH3	t4	RH4	NOĆ
<b>min</b>	25,01	55,57	25,04	55,30	25,07	56,80	24,92	54,60	<b>1</b>
	24,30	54,47	24,15	52,10	24,15	51,40	24,05	59,90	<b>2</b>
	27,00	58,13	25,89	58,40	28,74	55,80	26,38	60,20	<b>3</b>
	26,45	52,67	25,11	53,30	28,25	47,40	25,99	57,30	<b>4</b>
	25,75	53,33	25,07	54,80	26,62	50,20	25,57	55,00	<b>5</b>
	26,77	56,20	25,07	57,20	29,12	55,00	26,13	56,40	<b>6</b>
	25,15	62,43	24,58	63,60	25,60	62,60	25,26	61,10	<b>7</b>
<b>max</b>	32,97	83,57	30,24	75,30	34,94	86,30	33,73	89,10	<b>1</b>
	32,80	80,57	33,57	82,80	35,10	78,80	32,18	80,10	<b>2</b>
	33,78	75,70	33,99	77,60	34,81	77,20	32,54	72,30	<b>3</b>
	33,75	76,77	33,68	81,30	34,89	72,80	32,69	76,20	<b>4</b>
	34,01	79,77	32,79	72,30	34,49	82,90	34,73	84,10	<b>5</b>
	33,15	77,53	32,12	81,00	34,73	72,70	32,59	78,90	<b>6</b>
	33,29	89,77	30,19	90,60	35,42	85,50	34,26	93,20	<b>7</b>
<b>srd. vr.</b>	30,19	71,39	27,87	65,79	32,38	72,67	30,33	75,71	<b>1</b>
	30,51	66,82	28,67	63,45	33,39	66,70	29,47	70,29	<b>2</b>
	30,91	67,61	30,73	66,70	33,50	68,97	28,51	67,17	<b>3</b>
	30,41	65,77	29,33	68,35	32,97	62,82	28,91	66,16	<b>4</b>
	30,38	66,60	27,67	62,99	31,86	68,19	31,61	68,63	<b>5</b>
	30,24	66,49	28,41	65,26	33,12	64,14	29,21	70,07	<b>6</b>
	29,90	75,09	27,07	73,14	32,27	74,50	30,37	77,63	<b>7</b>
<b>SD</b>	2,13	7,26	1,37	4,90	2,70	7,34	2,32	9,54	<b>1</b>
	1,68	5,35	2,13	5,70	1,44	5,31	1,47	5,05	<b>2</b>
	1,51	4,55	2,02	5,00	1,14	5,19	1,38	3,47	<b>3</b>
	1,87	5,61	2,15	6,58	1,74	5,42	1,74	4,82	<b>4</b>
	2,01	6,01	2,05	3,55	2,05	7,87	1,93	6,62	<b>5</b>
	1,69	4,47	1,94	4,90	1,34	4,41	1,79	4,09	<b>6</b>
	2,21	7,12	1,72	7,01	2,18	6,85	2,73	7,49	<b>7</b>
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost      max = prosječna najveća vrijednost srd. vr. = prosječna srednja vrijednost      SD = standardna devijacija								

Tablica 8. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanika P2

P2	t1	RH1	t5	RH5	t6	RH6	t7	RH7	NOĆ
<b>min</b>	26,28	52,70	24,48	62,70	24,10	64,30	22,80	56,60	1
	24,68	52,60	23,38	62,40	23,04	64,90	23,04	54,90	2
	26,38	55,80	27,80	65,70	24,58	70,20	23,23	57,10	3
	26,23	57,20	27,60	57,10	24,44	65,00	23,11	54,90	4
	25,26	62,90	27,43	59,60	24,56	67,00	22,18	61,10	5
	27,46	52,60	27,70	65,30	24,44	70,20	21,99	64,90	6
	25,74	55,40	27,31	71,00	24,87	76,10	22,13	60,90	7
<b>max</b>	35,16	82,40	32,69	84,20	29,39	81,20	25,67	71,00	1
	35,64	81,90	32,95	79,90	29,19	77,30	25,40	71,80	2
	36,12	88,60	32,28	78,90	28,39	77,90	25,99	70,80	3
	33,99	79,60	32,43	74,90	29,07	74,90	26,40	69,20	4
	34,70	95,40	32,38	82,00	28,99	77,20	26,52	67,70	5
	36,53	82,00	32,10	76,40	28,44	76,80	25,74	72,80	6
	36,04	86,90	32,61	87,80	29,27	84,30	24,68	75,60	7
<b>srd. vr.</b>	31,65	69,21	30,29	76,48	27,73	76,24	24,78	66,36	1
	32,76	66,31	30,71	72,80	27,58	73,04	24,44	63,59	2
	33,29	71,67	30,98	73,32	27,58	74,10	24,79	66,65	3
	28,18	69,30	30,66	68,79	27,65	71,50	24,51	64,78	4
	28,36	76,84	30,07	72,57	27,52	73,32	24,27	65,52	5
	33,14	69,59	30,38	71,14	27,38	73,20	23,43	69,51	6
	30,96	72,56	30,40	80,08	27,68	80,06	23,69	68,38	7
<b>SD</b>	2,57	6,88	2,20	6,15	1,53	4,84	0,41	2,48	1
	2,00	6,88	1,46	3,32	1,16	1,94	0,48	3,81	2
	1,44	7,27	0,95	3,56	0,69	2,12	0,37	3,14	3
	1,48	5,88	1,28	3,81	0,98	2,05	0,50	4,17	4
	2,17	8,55	1,40	5,32	0,86	2,68	0,53	1,54	5
	1,42	5,79	1,14	2,62	0,74	1,30	0,73	1,15	6
	2,65	7,10	1,30	4,94	0,97	2,22	0,63	3,80	7
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost    max = prosječna najveća vrijednost srd. vr. = prosječna srednja vrijednost    SD = standardna devijacija								

Analizom svih prosječnih vrijednosti, minimuma i maksimuma topline i vlage na svim sondama kod ispitanika P2, možemo zaključiti sljedeće:

- **prosječna vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj, zabilježena je na: sondi 7 (24,79 °C) u trećoj noći, sondi 6 (27,73 °C) u prvoj noći, sondi 2 (30,73 °C) u trećoj noći, sondi 5 (30,98 °C) u trećoj noći, sondi 4 (31,61 °C) u petoj noći, sondi 1 (33,29 °C) u trećoj noći i sondi 3 (33,50 °C) u trećoj noći,
- **najmanja vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 7 (21,99 °C) u šestoj noći, sondi 6 (23,04 °C) u drugoj noći, sondi 5 (23,38 °C) u drugoj noći, sondi 4 (24,05

°C) u drugoj noći, sondama 2 i 3 u drugoj noći koje imaju iste brojčane vrijednosti (24,15 °C) i sondi 1 (24,68 °C) u drugoj noći,

- **najveća vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 7 (26,52 °C) u petoj noći, sondi 6 (29,39 °C) u prvoj noći, sondi 5 (32,95 °C) u drugoj noći, sondi 2 (33,99 °C) u trećoj noći, sondi 3 (35,42 °C) u sedmoj noći, sondi 4 (34,73 °C) u petoj noći, sondi 1 (36,53 °C) u šestoj noći,
- **prosječna vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 7 (69,51 %) u šestoj noći, sondi 1 (72,56 %) u sedmoj noći, sondi 2 (73,14 %) u sedmoj noći, sondi 3 (74,50 %) u sedmoj noći, sondi 4 (77,63 %) u sedmoj noći, sondi 6 (80,06 %) u sedmoj noći, sondi 5 (80,08 %) u sedmoj noći,
- **najmanja vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 3 (47,40 %) u četvrtoj noći, sondi 2 (52,10 %) u drugoj noći, sondi 1 (52,60 %) u drugoj i šestoj noći, sondi 4 (54,60 %) u prvoj noći, sondi 7 (54,90 %) u drugoj i četvrtoj noći, sondi 5 (62,40 %) u drugoj noći, sondi 6 (64,30 %) u prvoj noći,
- **najveća vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 7 (75,60 %) u sedmoj noći, sondi 6 (84,30 %) u sedmoj noći, sondi 3 (86,30 %) u prvoj noći, sondi 5 (87,80 %) u sedmoj noći, sondi 2 (90,60 %) u sedmoj noći, sondi 4 (93,20 %) u sedmoj noći, sondi 1 (95,40 %) u petoj noći.

Najveća vrijednost temperature kod ispitanika P2 za svih sedam noći spavanja zabilježena je u šestoj noći, na sondi 1 (36,53 °C). Vlaga je na toj sondi iznosila 82,0 %, a vlaga u spavaonici 72,80 % (za 9,2 % manje od vlage ispod pokrivača). Temperatura spavaonice te je noći iznosila 25,74 °C, što je za 10,79 °C manje od temperature na sondi 1. Niti jedna druga sonda te noći nije zabilježila najveću vrijednost.

Najveća vrijednost vlage kod ispitanika P2 zabilježena je također na sondi 1 (95,40 %), ali ovoga puta u petoj noći ispitivanja, kada je temperatura ispod pokrivača iznosila 34,7 °C, a temperatura sobe 26,53 °C, te je to ujedno i najveća zabilježena sobna temperatura u svih sedam noći spavanja. Sobna temperatura je za 8,17 °C manja od temperature na sondi 1. Najveća vrijednost temperature također je zabilježena te noći na sondi 4, u iznosu od 34,73 °C, tako da je moguće da je ispitanik P2 većinu noći spavao pokriven, na desnoj strani madraca. Vlaga na sondi 7 iznosila je 67,70 %, te je za čak 27,7 % manja od vlage na sondi 1. Ispitanik ne navodi ništa neuobičajeno u upitniku i tvrdi kako se osjećao ugodno za vrijeme spavanja.

Tablica 9. Srednje vrijednosti temperature i vlage na sondama 2, 3, 4 i njihove zajedničke srednje vrijednosti prikazanih s  $t_0$  i RH0 kod ispitanika P4

<b>P4</b>	<b>t0</b>	<b>RH0</b>	<b>t2</b>	<b>RH2</b>	<b>t3</b>	<b>RH3</b>	<b>t4</b>	<b>RH4</b>	<b>NOĆ</b>
<b>min</b>	27,95	48,90	27,85		29,97	47,30	26,04	48,9	<b>1</b>
	26,72	49,80	27,31		27,26	48,90	25,60	49,8	<b>2</b>
	25,94	46,40	25,94		25,99	46,20	25,89	46,4	<b>3</b>
	28,20	56,40	28,89		29,32	51,60	27,36	56,3	<b>4</b>
	27,91	51,80	27,95		28,07	51,80	27,70	51,8	<b>5</b>
	29,02	59,50	29,24		29,09	57,70	28,74	59,5	<b>6</b>
	28,64	47,60	29,32		29,22	47,70	27,38	47,6	<b>7</b>
<b>max</b>	34,79	64,40	35,58		34,89	73,80	33,89	64,40	<b>1</b>
	33,89	55,00	33,86		34,36	56,70	33,44	55,00	<b>2</b>
	34,86	81,20	34,68		35,05	62,90	34,86	81,20	<b>3</b>
	31,70	61,60	35,02		34,73	64,40	31,69	62,90	<b>4</b>
	34,82	66,00	34,33		35,24	68,50	34,89	66,00	<b>5</b>
	35,12	74,40	35,90		34,94	74,50	34,52	74,40	<b>6</b>
	34,27	70,20	34,31		34,73	58,80	33,76	70,20	<b>7</b>
<b>srd. vr.</b>	31,49	58,49	32,51		33,17	59,09	28,80	58,49	<b>1</b>
	31,13	52,70	31,32		32,88	52,06	29,19	52,70	<b>2</b>
	29,12	56,61	28,77		30,07	54,08	28,52	56,61	<b>3</b>
	31,61	58,87	33,07		32,60	58,50	29,16	58,87	<b>4</b>
	31,32	59,94	30,62		32,49	59,03	30,86	59,94	<b>5</b>
	32,94	67,81	33,18		33,74	66,04	31,90	67,81	<b>6</b>
	32,07	55,69	32,23		33,61	53,03	30,37	55,69	<b>7</b>
<b>SD</b>	1,78	3,06	2,10		1,26	6,05	1,99	3,06	<b>1</b>
	1,77	1,39	1,82		1,66	1,56	1,83	1,39	<b>2</b>
	2,90	6,40	2,51		3,64	3,39	2,54	6,40	<b>3</b>
	1,46	1,66	1,77		1,60	3,09	1,02	1,66	<b>4</b>
	2,19	2,71	1,68		2,50	2,73	2,38	2,71	<b>5</b>
	1,31	3,79	1,43		1,00	3,83	1,51	3,79	<b>6</b>
	1,36	5,48	1,27		1,04	2,84	1,76	5,48	<b>7</b>
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost      max = prosječna najveća vrijednost srd. vr. = prosječna srednja vrijednost      SD = standardna devijacija								



Tablica 10. Srednje vrijednosti sonde 1, 5, 6 i 7 kod ispitanika P4

P4	t1	RH1	t5	RH5	t6	RH6	t7	RH7	NOĆ
<b>min</b>	25,55	53,70	27,60	54,70	26,11	57,70	25,74	50,00	1
	25,84	48,40	25,84	52,10	25,31	51,80	25,21	51,70	2
	25,99	48,30	25,99	51,70	26,04	52,30	25,89	50,80	3
	27,09	58,10	28,10	58,40	27,19	59,20	27,06	57,90	4
	28,10	54,70	27,85	58,40	27,55	60,40	26,92	59,60	5
	28,64	59,00	28,44	61,70	28,05	63,00	28,15	55,90	6
	26,89	50,80	28,10	51,70	26,72	55,20	26,92	48,20	7
<b>max</b>	34,78	78,30	32,43	69,10	30,29	64,60	26,18	57,30	1
	34,05	69,60	32,43	55,50	30,02	58,00	26,18	54,60	2
	35,10	58,30	34,07	64,10	30,70	62,70	26,97	58,90	3
	28,20	60,80	32,41	66,60	30,60	66,60	27,70	60,10	4
	35,42	61,60	33,42	70,30	31,10	69,60	28,30	63,70	5
	28,89	59,80	33,11	72,90	31,43	72,00	28,49	63,40	6
	27,58	51,00	32,90	58,40	30,60	59,30	27,26	51,70	7
<b>srd. vr.</b>	29,27	61,66	31,35	61,43	29,41	61,92	26,00	55,41	1
	30,46	55,48	30,66	54,23	28,66	56,16	25,88	52,95	2
	27,34	54,75	29,07	55,50	27,96	56,56	26,30	55,84	3
	27,57	59,50	31,25	62,18	30,00	63,51	27,40	59,35	4
	29,64	59,08	30,84	61,60	29,50	63,46	27,73	61,21	5
	28,78	59,58	32,07	67,42	30,65	68,77	28,42	59,49	6
	27,43	50,89	31,69	54,59	29,86	57,03	27,16	50,20	7
<b>SD</b>	3,14	7,86	0,83	4,11	0,86	1,88	0,11	1,32	1
	3,14	5,94	1,34	0,76	1,09	1,03	0,21	1,04	2
	1,74	2,02	2,76	3,04	1,64	2,70	0,23	1,63	3
	0,29	0,64	0,79	1,99	0,63	1,22	0,17	0,45	4
	1,87	1,33	1,71	2,00	1,14	1,94	0,36	1,25	5
	0,07	0,25	0,80	3,02	0,70	1,79	0,07	2,28	6
	0,15	0,07	0,84	1,60	0,76	1,10	0,11	0,80	7
Napomena	min = prosječna najmanja vrijednost				max = prosječna najveća vrijednost				
	srd. vr. = prosječna srednja vrijednost				SD = standardna devijacija				

Analizom svih prosječnih vrijednosti, minimuma i maksimuma topline i vlage na svim sondama kod ispitanika P4, možemo zaključiti sljedeće:

- **prosječna vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 7 (22,42 °C) u šestoj noći, sondi 1 (30,46 °C) u drugoj noći, sondi 6 (30,65 °C) u šestoj noći, sondi 4 (31,90 °C) u šestoj noći, sondi 5 (32,07 °C) u šestoj noći, sondi 2 (33,18 °C) u šestoj noći, sondi 3 (33,70 °C) u šestoj noći,
- **najmanja vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sondi 7 (25,21 °C) u drugoj noći, sondi 6 (25,31 °C) u drugoj noći, sondi 1 (25,55 °C) u prvoj noći, sondi 4 (25,60

°C) u drugoj noći, sonde 5 (25,84 °C) u drugoj noći, sonde 2 (25,93 °C) u trećoj noći, sonde 3 (25,98 °C) u trećoj noći,

- **najveća vrijednost temperature za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sonde 7 (28,49 °C) u šestoj noći, sonde 6 (31,43 °C) u šestoj noći, sonde 5 (34,07 °C) u trećoj noći, sonde 4 (34,89 °C) u petoj noći, sonde 3 (35,24 °C) u petoj noći, sonde 1 (35,42 °C) u petoj noći, sonde 2 (35,90 °C) u šestoj noći,
- **prosječna vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sonde 7 (61,24 %) u petoj noći, sonde 1 (61,66 %) u prvoj noći, sonde 3 (66,04 %) u šestoj noći, sonde 5 (67,42 %) u šestoj noći, sonde 4 (67,81 %) u šestoj noći, sonde 6 (68,77 %) u šestoj noći,
- **najmanja vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sonde 3 (46,2 %) u trećoj noći, sonde 4 (46,4 %) u trećoj noći, sonde 7 (50,0 %) u prvoj noći, sonde 1 (50,80 %) u sedmoj noći, sonde 5 (51,70 %) u trećoj i sedmoj noći, sonde 6 (51,80 %) u drugoj noći,
- **najveća vrijednost vlage za svih sedam noći**, od najmanje prema najvećoj zabilježena je na: sonde 7 (63,70 %) u petoj noći, sonde 6 (72,0 %) u šestoj noći, sonde 5 (72,90 %) u šestoj noći, sonde 3 (74,50 %) u šestoj noći, sonde 1 (78,30 %) u prvoj noći, sonde 4 (81,20 %) u trećoj noći.

Najveća vrijednost temperature za svih sedam noći ispitivanja kod P4, zabilježena je na sonde 2 (35,90 °C), u šestoj noći. Te je noći zabilježena i najveća vrijednost vlage na sonde 3 (74,50 %), sonde 5 (72,90 %) i sonde 6 (72,0 %), kao i najveća vrijednost temperature na sonde 6 (31,43 °C) i sonde 7 (28,49 °C). Vlaga u sobi te je noći iznosila 63,40 %. S obzirom da nema podataka za vlagu na sonde 2, vlaga u sobi mogla bi se usporediti sa vlagom na sonde 3 jer je sonda 3 u neposrednoj blizini sonde 2 i jer je i na njoj te noći zabilježen najveći iznos, stoga je najveći iznos vlage u sobi za 11,1 % manji od najvećeg iznosa vlage na sonde 3. Sobna je temperatura za 7,41 °C manja od najveće temperature na desnoj strani madraca. Iz ovoga se može zaključiti kako je ispitanik P4 većinu noći spavao na desnoj strani madraca, te je zbog najveće izmjerene sobne temperature, najviše zagrijao sondu 2, a s obzirom da je sonda 3 u neposrednoj blizini i ona je te noći bila najviše zagrijana (ako uzmemo u obzir podatke temperature za sondu 3, za svih sedam noći ispitivanja).

Najveća vrijednost vlage za svih sedam noći ispitivanja zabilježena je u trećoj noći na sondi 4 (81,20 %), te je za čak 22,3 % viša od relativne vlage u sobi (vlaga u spavaonici iznosila je 58,90 %). Ispitanik ne navodi ništa neuobičajeno u upitniku i te se noći osjećao ugodno za vrijeme spavanja. Temperatura spavaonice iznosila je 26,97 °C, te je za 7,89 °C manja od temperature na sondi 4 (34,86 °C). Te je noći i temperatura na sondi 5 dosegla svoj maksimum (34,07 °C).

Analizom prikupljenih podataka svih prosječnih vrijednosti, minimuma i maksimuma topline i vlage na svim sondama kod svakog ispitanika posebno, može se zaključiti kada je (kojih dana) kod kojeg ispitanika zabilježena najveća, a kada najmanja temperatura i vlaga u sobi (sonda 7) i na većini ostalih sondi, te se tako mogu izabrati reprezentativni podaci za grafičke prikaze koji slijede u nastavku ovoga rada.

Analizom dnevnih upitnika utvrđene su "idealne noći" spavanja kod svakog ispitanika posebno. "Idealna noć" bila je ona noć u kojoj je ispitanik cijelu noć spavao najmanje osam sati bez prekida, sa subjektivnim osjećajem ugone i najnižom sobnom temperaturom i vlagom (s obzirom da su sve sobne temperature za vrijeme spavanja bile veće od preporučenih, birao se dan s najmanjom izmjerenom temperaturom i vlagom u blizini granica koje iznose od 16 do 18 °C i od 40 do 60 %).

### 5.2.2. Zadržavanje/otpuštanje vlage tijekom dana

Ovdje su prikazani rezultati zadržavanja/otpuštanja vlage tijekom dana koja se nakupila u madracu tijekom noći. S obzirom na to da postoji mnogo raznih mogućnosti obrade prikupljenih podataka, odabrano je nekoliko reprezentativnih grafičkih prikaza kojima se usporedila:

- propusnost vlage kroz sve slojeve madraca tijekom „idealne“ noći spavanja ispitanika;
- propusnost vlage kroz sve slojeve madraca tijekom dana koji je uslijedio nakon noći s najnižom sobnom temperaturom (najhladnije noći);
- propusnost vlage kroz sve slojeve madraca tijekom dana koji je uslijedio nakon noći s najvišom sobnom temperaturom (najtoplije noći).

Prikazanom propusnosti vlage kroz sve slojeve madraca može se uočiti oslobađanje vlage tijekom dana koja se nakupila u slojevima madraca tijekom noći.

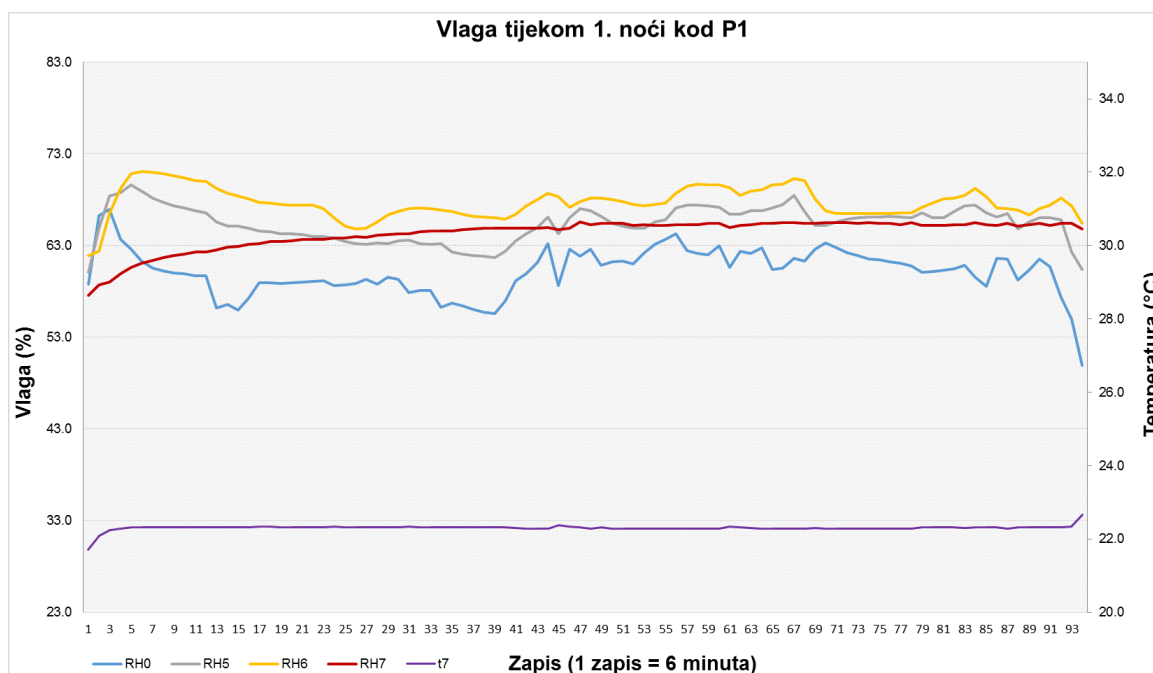
#### **„Idealna“ noć ispitanika**

Prije samih grafičkih prikaza i popratnih komentara, potrebno je podsjetiti da su temperatura i vlaga označeni s "t0" i "RH0" zapravo izračunate vrijednosti koje predstavljaju prosječnu vrijednost tih veličina izmjerenih sondama 2, 3 i 4. Prikazani podaci dobiveni sondama 5, 6 i 7 predstavljaju izravno izmjerene podatke tijekom pokusa.

Radi lakšeg prikaza i praćenja podataka u nastavku, vrijednosti temperature "t0" i relativne vlage "RH0" obuhvaćene su pojmom "sonda 0" i oznakom "S0".

Bitno je i spomenuti kako grafikoni u nastavku prikazuju propusnost vlage kroz sve slojeve madraca (praćeno sondama S0, S5 i S6), sa sobnom temperaturom i vlagom (sonda S7). S1 nije obuhvaćena u prikazima rezultata jer je tijekom pokusa korištenje pokrivača postalo upitno. Velika je vjerojatnost da ispitanici većinu noći nisu bili potpuno ili nisu bili uopće pokriveni, posebice P3 i P4 koji u upitnicima navode da niti jednu noć nisu koristili pokrivač zbog prevelikih vrućina. Sobna temperatura je bitan čimbenik koji utječe na temperaturu zabilježenu na svim sondama, a ona pak utječe na znojenje ispitanika i otpuštanje vlage u sve slojeve madraca. Vrijednosti temperature, osim na S7, nije prikazana zbog bolje preglednosti grafikona, ali je komentirana u tekstu.

**Rezultati nakon spavanja ispitanice P1 iz prve noći kada su temperatura i relativna vlaga u spavaonici prije spavanja iznosile 21,9 °C i 51 %, a nakon spavanja 22,3 °C i 60 % (grafikon 1).**



Grafikon 1. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 1. noći kod ispitanice P1

Sobna je temperatura (S7) cijelu noć bila konstantna, te se kretala između 22,1 i 22,7 °C ( $\Delta = 0,6$  °C). Nakon šest (6) minuta ležanja u krevetu temperatura na kokosu (S4) se povećala za 0,2 °C, dok se u jezgri (S5) za isti taj iznos povećala tek za 12 minuta.

Vlaga u spavaonici (S7) većinu je noći kontinuirano rasla, od najmanjih 58,7 do najvećih 65,6 % ( $\Delta = 6,9$  %). Vlaga na površini madraca (S0), vlaga iznad kokosa (S5) i vlaga na sredini visine opružne jezgre (S6) rastu od kad je ispitanica legla u krevet do 30. minute spavanja, nakon čega počinju padati. Vlaga na S5 naredna 3 sata i 24 minute pada s 68,8 na 61,7 % ( $\Delta = 7,7$  %). Vlaga na S6 počinje padati 12 minuta nakon vlage na S5 i počinje rasti šest (6) minuta nakon vlage na S5. Vlaga na S5 i S6 ima trend rasta s blagim oscilacijama tijekom noći ( $\pm 2,5$  %). Smanjenjem vlage zraka u prostoriji, smanjuje se i vlaga na S0, S5 i S6. Pri najnižoj vlazi u spavaonici, u iznosu od 58,7 % i temperaturi zraka 22,1 °C (u trenutku kada je ispitanica legla u krevet), vlaga na površini madraca (S0) (66,2 %) iznosila je 7,5 % više nego u spavaonici, vlaga u sloju madraca na kokosu (S5) (64,9 %) iznosila je 6,2 % više od vlage u spavaonici a vlaga na sredini visine opružne jezgre (S6) (62,4 %) iznosila je 3,7 % više od vlage u spavaonici. Pri najvećoj vlazi zraka od 65,5 %, kada je sobna temperatura iznosila 22,3 °C, vlaga na površini madraca bila je za 6 % manja od vlage u zraku, vlaga u sloju

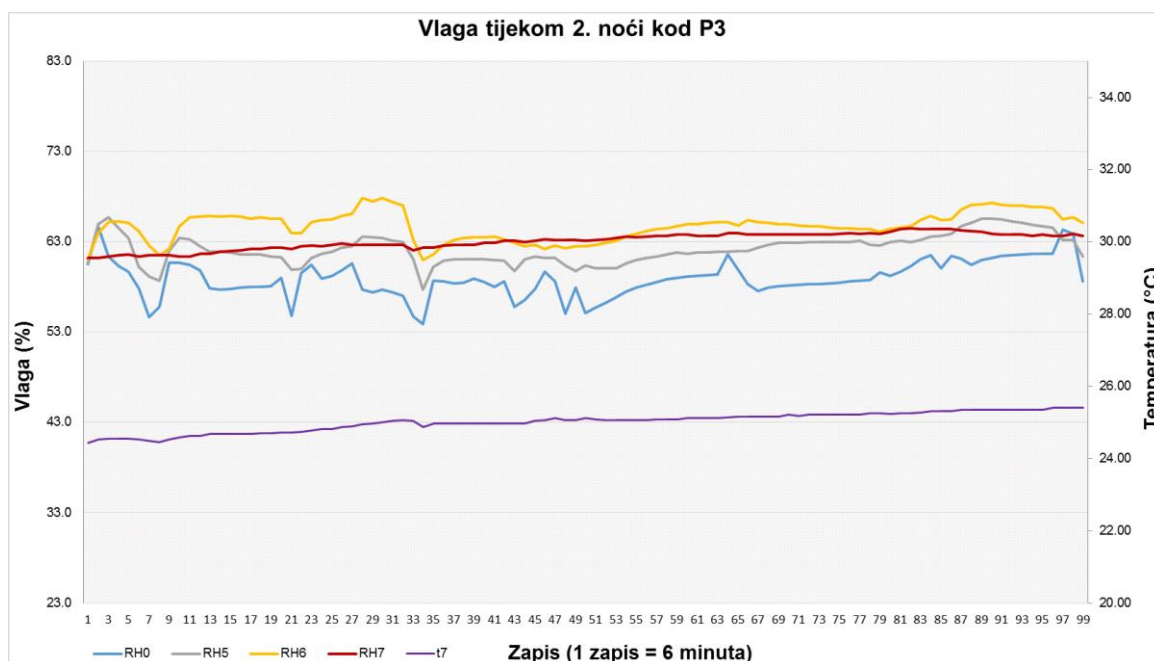
madraca na kokosu za oko 1,9 % veća od vlage u sobi, a vlaga u jezgri za oko 3,7 % veća od vlage zraka.

Temperatura na površini madraca (S0) najmanju je vrijednost postigla u prvih šest minuta spavanja kada je iznosila 23,5 °C, a najveću vrijednost u iznosu od 31,6 °C postigla je u 318. min spavanja (kada je vlaga na površini madraca iznosila 62,4 %, a temperatura i vlaga u spavaonici bile su 22,3 °C i 65,3 %). Najmanji iznos vlage zabilježen je u zadnjoj, 547. minuti spavanja kada je iznosio 49,9 %, dok je najveća vlaga u iznosu od 67,0 % postignuta već u 12. min spavanja (kada je temperatura na S0 iznosila 26,6 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,3 °C i 59,0 %). Razlika između maksimuma i minimuma vlage iznosi 17,1 %.

Temperatura u sloju madraca na kokosu (S5) najmanju je vrijednost postigla u šestoj minuti spavanja kada je iznosila 22,8 °C i najveću vrijednost u iznosu od 30,9 °C u 261. minuti spavanja (vlaga na S5 tada je iznosila 66,8 %, a temperatura i vlaga u spavaonici bile su 22,3 °C i 65,3 % RH). Najveća vrijednost temperature na S5 zadržala se 12 minuta. Najmanji iznos vlage zabilježen je u prvih šest minuta spavanja i iznosio je 60,40 %. Najveći iznos vlage od 69,5 % zabilježen je u 24. minuti spavanja (kada je temperatura na S5 iznosila 26,5 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,3 °C i 60,6 %). Razlika između maksimuma i minimuma vlage iznosi 9,1 %.

Temperatura u sredini visine opružne jezgre (S6) najmanju je vrijednost postigla u šestoj minuti spavanja, kada je iznosila 22,2 °C, a najveću vrijednost u 328. minuti spavanja kada je iznosila 27,2 °C (kada je vlaga na S6 iznosila 69,6 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,3 °C i 65,4 %). Najveća temperatura održala se 24 minute. Najmanji iznos vlage bio je 62,4 % i zabilježen je u šestoj minuti spavanja, a najveći iznos vlage od 71,1 % u 24. min spavanja (temperatura na S6 tada je iznosila 23,9 °C, a temperatura i vlaga u sobi 22,3 °C i 61,1 %). Razlika između maksimuma i minimuma vlage iznosi 8,7 %.

**Rezultati nakon spavanja ispitanice P3 iz druge noći kada su temperatura i relativna vlaga u spavaonici prije spavanja iznosile 24,2 °C i 52 %, a nakon 24,8 °C i 64 % (grafikon 2).**



Grafikon 2. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 2. noći kod ispitanice P3

Primijećen je porast temperature za oko 2 °C na površini madraca (S0) i iznad kokosa (S5) i za oko 1 °C u jezgri madraca (S6) od trenutka kad je ispitanica legla u krevet pa do otprilike 30. minute spavanja kada je temperatura na površini (S0) i na kokosu (S5) pala u narednih 12 minuta, dok se na S6 bilježio blagi porast. Oko 454. minute spavanja temperatura u spavaonici je pala (S7) za 0,17 °C (24,87 °C), te paralelno s time i temperatura na ostalim sondama. Primjećuje se kako je temperatura na površini madraca (S0) pala za 0,76 °C (29,3 °C), na S5 za 1,54 °C (31,0 °C), a na S6 za 0,3 °C (29,04 °C). Razlika između temperatura je sljedeća: S0 je za 4,43 °C veća od sobne temperature (S7), S5 je za 6,13 °C veća od sobne temperature, a S6 je za 4,17 °C veća od sobne temperature.

Temperatura u spavaonici (S7) kreće se od najmanje vrijednosti postignute u 49. minuti spavanja kada je iznosila 24,46 °C i najveće vrijednosti postignute u 498. minuti spavanja kada je iznosila 25,36 °C. Najveća temperatura u spavaonici zadržala se 54 minute. Vlaga u spavaonici (S7) kontinuirano raste tijekom cijele noći krećući se od najmanje vrijednosti koja je iznosila 61,20 % u prvih šest minuta spavanja pa do najveće vrijednosti koja je iznosila 64,50 % u 483. minuti spavanja. Oko osmog sata spavanja vlaga u spavaonici (S7) počinje padati za 0,10 % svakih dvadesetak minuta, pri čemu je temperatura spavaonice (S7) konstantna ili raste za oko 0,3 °C svakih 12

minuta. U istom periodu (oko 8. sata spavanja) i vlaga na površini madraca (S0) pada za 0,8 %, no za šest minuta ponovno se povećava za 0,4 % i više-manje je konstantna. Vlaga iznad kokosa (S5) pritom nastavlja rasti za 0,20 % svakih šest minuta, a vlaga na sredini visine opružne jezgre (S6) oscilira – poveća se za oko 0,7 % u šest minuta, zatim pada za 0,30 % u narednih šest minuta, itd. Razlike u iznosima vlage na površini madraca (S0), iznad kokosa (S5) i u sredini visine opružne jezgre (S6), naspram vlage u spavaonici (S7) koja u trenutku maksimalnih 64,50 % ima iznos temperature od 25,26 °C su sljedeće: kod S0 je za 4,2 % manja vlaga nego na S7, kod S5 je za 1,50 % manja vlaga nego na S7, a kod S6 je za 0,20 % veća vlaga nego vlaga na S7.

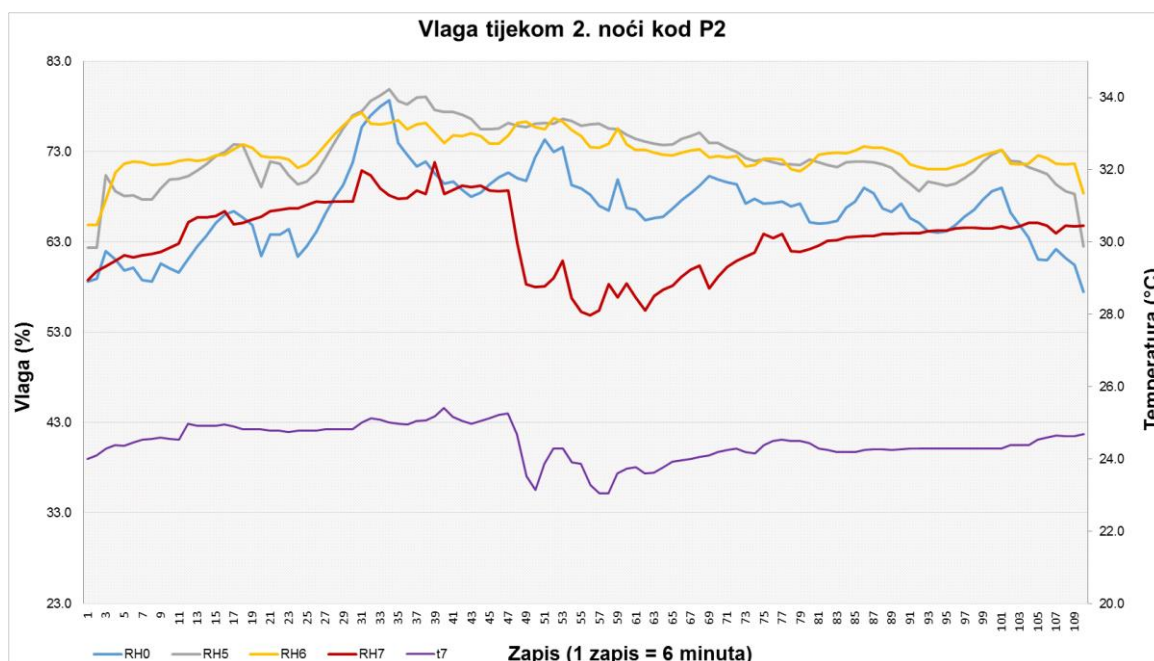
Temperatura na površini madraca (S0) zabilježila je najmanju vrijednost od 26,0 °C u šestoj minuti spavanja i najveću vrijednost od 32,7 °C u 225. min spavanja (kada je vlaga na površini madraca iznosila 58,6 %, a temperatura i vlaga u sobi 25,11 °C i 63,20 %). Najmanja vrijednost vlage (54,7 %) zabilježena je u 36. minuti spavanja, trideset minuta nakon najveće postignute vlage koja je iznosila 64,8 %, a zabilježena je u šestoj minuti spavanja (temperatura na S0 u tom vremenu je iznosila 26,0 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 24,53 °C i 61,20 %). Razlika između maksimalne i minimalne vlage iznosi 10,1 %.

Temperatura iznad kokosa (S5) zabilježila je najmanju vrijednost od 25,11 °C u prvih šest minuta spavanja i najveću vrijednost od 32,69 °C u 180. minuti spavanja (kada je vlaga iznad kokosa iznosila 63,0 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 25,07 °C i 62,70 %). Najmanja vrijednost vlage postignuta je u 187. minuti spavanja i iznosila je 57,70 % (tada je temperatura na S5 iznosila 31,0 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 24,87 °C i 61,0 %). Najveća vrijednost vlage postignuta je u 12. minuti spavanja, kada je iznosila 65,70 % (temperatura iznad kokosa tada je iznosila 26,52 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 24,56 °C i 61,40 %). Razlika između maksimalne i minimalne vlage iznosi 8 %.

Temperatura na sredini visine opružne jezgre (S6) zabilježila je najmanju vrijednost od 24,63 °C u šestoj minuti spavanja i najveću vrijednost od 29,44 °C u 476. min spavanja (kada je vlaga na sredini visine opružne jezgre iznosila 67,30 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 25,36 °C i 63,90 %). Najveća vrijednost temperature održala se 12 minuta. Najmanja vrijednost vlage iznosila je 61,0 % i postignuta je u 187. minuti spavanja, u isto vrijeme kada je zabilježena i najmanja vrijednost vlage u sloju madraca iznad kokosa (S5), a 12 minuta nakon najvećeg iznosa vlage na S5 i 36 minuta nakon postignutog najvećeg iznosa vlage na sredini visine opružne jezgre (S6) (koja je iznosila 67,90 %) (temperatura na S6 u to je vrijeme iznosila 29,09 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 24,94 °C i 62,70 % RH). Razlika između maksimalne i minimalne vlage iznosi 6,9 %.



**Rezultati nakon spavanja ispitanika P2 iz druge noći kada su temperatura i relativna vlaga u spavaonici prije spavanja iznosile 24,5 °C i 54 %, a nakon spavanja 25,3 °C i 59 % (grafikon 3).**



Grafikon 3. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 2. noći kod ispitanika P2

Primijećen je porast temperature i vlage s blagim oscilacijama na svim sondama od trenutka kada je ispitanik legao u krevet pa u narednih 50 minuta. Temperatura na površini madraca (S0) madraca povećala se za 8,1 °C, u sloju madraca iznad kokosa (S5) za 5,1 °C, na sredini visine opružne jezgre (S6) za 2,6 °C, u spavaonici (S7) za 0,5 °C. Vlaga na S0 povećala se za 1,6 %, na S5 za 6,5 %, na S6 za 6,7 %, a na S7 za 2,1 %.

Temperatura na površini madraca (S0) zabilježila je najmanji iznos od 24,3 °C u prvih šest minuta spavanja, a najveći iznos od 32,8 °C u 187. minuti spavanja (kada su temperatura i vlaga u spavaonici iznosile 25,0 °C i 68,2 %). Temperaturni maksimum se održao 12 minuta. Vlaga na površini madraca (S0) tada je iznosila 78,7 %, što je ujedno i najveći iznos vlage na sondi 0. Najniža vrijednost vlage na S0 iznosila je 54,7 % u 36. minuti spavanja (kada je temperatura na S0 iznosila 27,7 °C, a temperatura i vlaga spavaonice 24,48 °C i 61,50 % RH). Razlika između maksimalne i minimalne vrijednosti vlage iznosila je 24%.

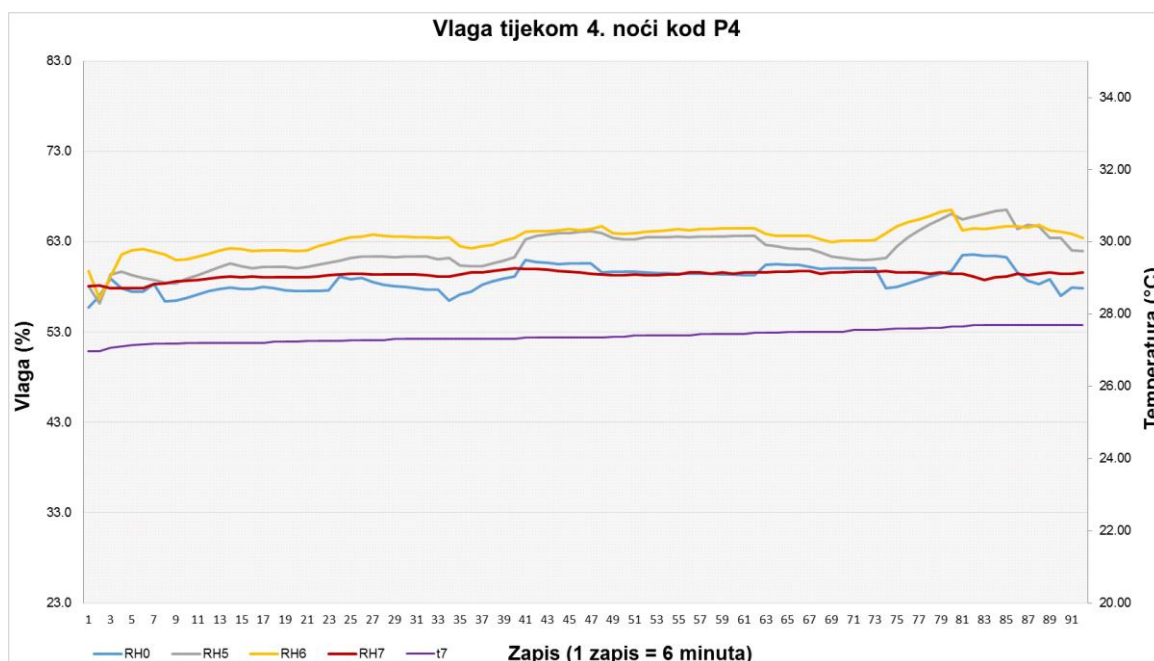
Temperatura u sloju madraca iznad kokosa (S5) zabilježila je najmanju vrijednost od 23,38 °C u prvih šest minuta spavanja i najveću vrijednost od 32,9 °C u 176. minuti spavanja (vlaga u sloju madraca iznad kokosa tada je iznosila 77,0 %, a temperatura i

vлага u sobi 24,8 °C i 67,5 %). Najmanja vrijednost vlage na S5 također je zabilježena u prvih šest minuta spavanja i iznosila je 62,4 %. Najveća vrijednost vlage na S5 iznosila je 79,9 °C u 187. minuti spavanja (pri čemu je temperatura na S5 iznosila 32,50 °C, temperatura i vlaga u spavaonici 25,0 °C i 68,2 %). U istom su vremenu zabilježene i najveće vrijednosti temperature i vlage na S0 (32,8 °C i 78,7 %). Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 17,5 %.

Temperatura na sredini visine opružne jezgre (S6) zabilježila je najmanju vrijednost od 23,04 °C u prvih šest minuta spavanja, a najveću vrijednost od 29,19 °C, postignutu u 183. minuti spavanja (vlaga na sredini visine opružne jezgre tada je iznosila 76,1 %, a temperatura i vlaga spavaonice 25,1 °C i 70,4 %). Najveći iznos temperature održao se 24 minute. Najmanji iznos vlage ostvario se u šestoj minuti spavanja kada je iznosio 64,90 %. Najveći iznos vlage od 77,3 % postignut je u 180. minuti spavanja (temperatura na S6 tada je iznosila 29,10 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 25,0 °C i 70,9 %). U neposrednoj blizini najveće vrijednosti vlage na S6, nalaze se i najveće vrijednosti temperature i vlage na sondama 0, 5 i 6, kao i najveća vrijednost temperature u spavaonici (S7). Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 12,4 %.

Najmanja vrijednost temperature u spavaonici (S7) postignuta je u 318. minuti i iznosila je 23,04 °C. Najveća vrijednost temperature postignuta je u 204. minuti i iznosila je 25,4 °C. Razlog zbog kojeg je najveća vrijednost temperature na S7 postignuta usred noći, prije minimuma, a ne pred kraj spavanja kao što je to slučaj kod većine noći ostalih ispitanika, je taj što se prozor otvorio neposredno nakon postizanja maksimuma (da prozor nije bio otvoren, temperatura bi i dalje rasla i maksimum još uvijek vjerojatno ne bi bio postignut). Primjećuje se kako i vlaga u spavaonici paralelno s temperaturom u spavaonici pada ili raste. Kada je sobna temperatura pala s najveće postignute vrijednosti 71,80 % na najmanju vrijednost 54,90 % ( $\Delta = 2,4$  %), u vremenu od 102 minute, vlaga je pala sa 68,3 na 55,4 % ( $\Delta = 12,9$  %). U tom je vremenu temperatura na površini madraca (S0) nastavila kontinuirano rasti, s blagim oscilacijama, temperatura iznad kokosa (S5) je počela padati sa 30,7 na 29,6 °C ( $\Delta = 1,1$  °C) u vremenu od 60 minuta, a zatim je bilježila ponovni porast. Temperatura na sredini visine opružne jezgre (t6) također je pala sa 27,6 na 26,9 °C ( $\Delta = 0,7$  °C) u istom vremenu kao i temperatura na S5. Vlaga na svim sondama je oscilirala. Pri temperaturi od 24,8 °C i RH 67,5 %, nakon 176. minute spavanja, temperatura na S5 postiže najveću vrijednost (32,9 °C), šest minuta nakon toga i vlaga na S6 postiže najveću vrijednost (77,3 %). U narednih šest (6) minuta temperatura na S6 (29,2 °C) postiže najveću vrijednost, a dvanaest (12) minuta nakon nje i temperatura i vlaga na S0 (32,8 °C i 78,7 %) i vlaga na S5 (79,9 %) postižu najveću vrijednost.

**Rezultati nakon spavanja ispitanika P4 iz četvrte noći kada su temperatura i relativna vlaga u sobi prije spavanja iznosile 27,0 °C i 51 %, a nakon spavanja 27,6 °C i 54 % (grafikon 4).**



Grafikon 4. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom 4. noći kod ispitanika P4

Ako uzmemo u obzir grafičke prikaze ostalih ispitanika, četvrta noć kod ispitanika P4 je primjer idealnih uvjeta za spavanje, nastalih posredstvom upaljene klime. U četvrtoj se noći može primijetiti najduže zadržane vrijednosti temperature i vlage na svim sondama, što je posebno izraženo kod temperature u spavaonici (S7) koja je zadržala svoju najveću vrijednost postignutu pred kraj spavanja (27,70 °C) 66 minuta, a tijekom noći sobna se temperatura u iznosu od 27,31 °C zadržala čak 72 minute. Slična je situacija i kod ostalih iznosa sobne temperature. Raspon vrijednosti temperature na S7 kreće se od 27,06 do 27,70 °C ( $\Delta = 0,64$  °C). Vlaga na S7 kreće se od 57,90 % u prvih šest minuta spavanja (zadržavajući se 24 minute), do 59,60 % dostignutih u 536. minuti spavanja ( $\Delta = 1,7$  %).

Temperatura na površini madraca (S0) zabilježila je najmanju vrijednost od 28,2 °C u prvih šest minuta spavanja i najveću vrijednost od 31,7 °C u 536. min spavanja (pritom je vlaga na S0 iznosila 57,8 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 27,70 °C i 59,60 %). Najmanja vrijednost vlage iznosila je 56,4 % i dostignuta je u 36. minuti spavanja. Najveća vrijednost vlage na S0 postignuta je u 476. min spavanja i iznosila je 61,6 % (temperatura na S0 tada je iznosila 30,9 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici

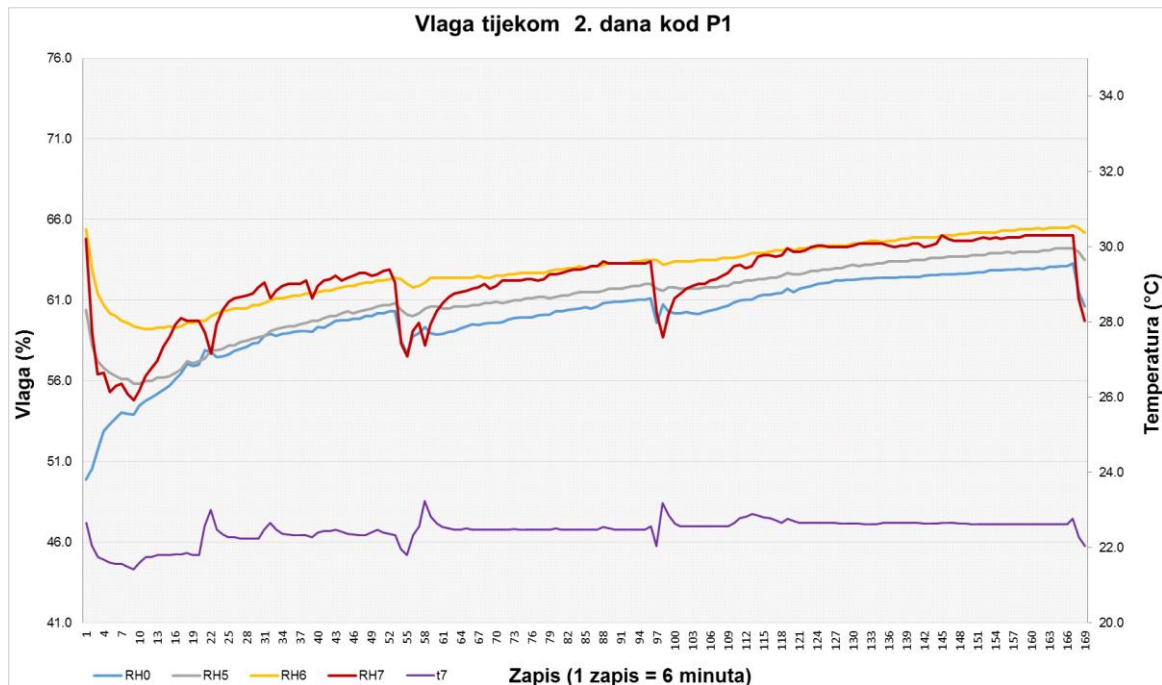
27,70 °C i 59,20 %). Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 5,2 %.

Temperatura u sloju madraca iznad kokosa (S5) zabilježila je najmanju vrijednost temperature u prvih šest minuta spavanja kada je iznosila 28,10 °C, a najveću vrijednost u 469. minuti spavanja kada je iznosila 32,41 °C (vlaga na S5 tada je iznosila 66,10 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 27,65 °C i 59,50 %). Najmanja vrijednost vlage iznosila je 59,40 % i dostignuta je u 42. minuti spavanja (kada je temperatura na S5 iznosila 30,50 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 27,19 °C i 58,60 %). Najveći iznos vlage od 66,60 % dostignut je u 487. min spavanja (temperatura na S5 tada je iznosila 32,02 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 27,70 °C i 59,20 %). Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 7,2 %.

Temperatura na sredini visine opružne jezgre (S6) zabilježila je najmanju vrijednost od 27,19 °C, postignutu u prvih šest minuta spavanja i maksimalnu vrijednost od 30,60 °C postignutu u 138. minuti spavanja (kada je vlaga na S6 iznosila 63,70 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 27,28 °C i 59,40 %). Najveća vrijednost temperature održala se 18 minuta. Najmanja vrijednost vlage bio je 59,20 % i zabilježena je u prvih šest minuta spavanja. Najveća vrijednost vlage postignuta je u 469. minuti spavanja kada je iznosila 66,60 °C (temperatura na S6 tada je iznosila 30,55 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 27,65 °C i 59,50 %). Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 7,4 %.

### Najniža sobna temperatura

**Rezultati nakon spavanja ispitanice P1 tijekom najhladnijeg dana kada su temperatura i relativna vlaga u sobi prije spavanja (prve noći) iznosile 21,9 °C i 51 %, a nakon spavanja (drugog dana) 22,3 °C i 60 % (grafikon 5).**



Grafikon 5. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom najhladnijeg dana

Temperatura u spavaonici (S7) zabilježila je svoju najmanju vrijednost u 48. minuti dana u iznosu od 21,4 °C (pritom je vlaga u spavaonici iznosila 54,8 %) i najveću vrijednost u 345. minuti dana kada je iznosila 23,2 °C (pritom je vlaga na S7 iznosila 54,8 %). Pretpostavka je da je ispitanica na kratko upalila grijalicu ili sušilo za kosu jer je temperatura u sobi većinom konstantna i raste ili pada za oko 0,1 °C, a u ovom slučaju je naglo porasla u periodu od šest minuta - za 0,6 °C i nakon šest minuta pala za 0,4 %. Najmanja vrijednost vlage bila je 54,8 %, te je dostignuta u isto vrijeme kada i najmanja vrijednost temperature. Najveća vrijednost vlage postignuta je u 927. minuti dana kada je iznosila od 65,0 % (temperatura na S7 tada je iznosila 22,6 °C). Vlaga se održala 54 minute. Srednja vrijednost temperature i vlage na S7 iznosila je: 22,4 °C i 62,2 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 10,2 %.

Temperatura na površini madraca (S0) zabilježila je najmanju vrijednost od 22,3 °C u 314. minuti dana (pritom je vlaga na površini madraca iznosila 58,8 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,3 °C i 59,1 %). Najveći iznos temperature dostignut je u šestoj minuti nakon spavanja kada je iznosio 27,1 °C (pritom je vlaga na površini madraca iznosila 50,6 %, a temperatura i vlaga u sobi 22,1 °C i 59,0 %). Najmanja

vrijednost vlage bila je 50,6 % i dostignuta je u istoj minuti kada i najmanja vrijednost temperature na površini madraca (314. minuta dana). Maksimalni iznos vlage bio je 63,3 % i zabilježen je pred kraj dana - 24 minute prije spavanja (temperatura na S0 tada je iznosila 23,0 °C, a temperatura i vlaga spavaonice 22,8 °C i 65,0 %). Srednja vrijednost temperature i vlage na S0 iznosi: 22,9 °C i 60,0 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 12,7 %.

Temperatura u sloju madraca iznad kokosa (S5) zabilježila je najmanju vrijednost od 22,1 °C u 314. minuti dana (pritom je vlaga u sloju madraca iznad kokosa iznosila 60,0 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,3 °C i 59,1 %). Najmanja vrijednost temperature održana je 18 minuta i u isto je vrijeme ostvarena kada i najmanji iznos temperature na površini madraca (S0). Najveća vrijednost temperature na S5 dostignuta je u šestoj minuti nakon spavanja kada je iznosila 27,4 °C (pritom je vlaga na S5 iznosila 50,6 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,1 °C i 59,0 %). Najmanja vrijednost vlage bila je 50,6 % i dostignuta je u istoj minuti kada i temperatura na S5, temperatura na površini madraca (S0) i temperatura na sredini visine opružne jezgre (S6). Najmanja vrijednost temperature zadržala se 12 minuta. Najveća vrijednost vlage bila je 64,2 % i zabilježena je pred kraj dana, 30 minuta prije spavanja (temperatura na S5 tada je iznosila 22,6 °C, a sobna temperatura i vlaga 22,6 °C i 65,0 %), te je zadržana 24 minute. Srednja vrijednost temperature i vlage na S5 iznosila je: 22,6 °C i 61,1 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 13,6 %.

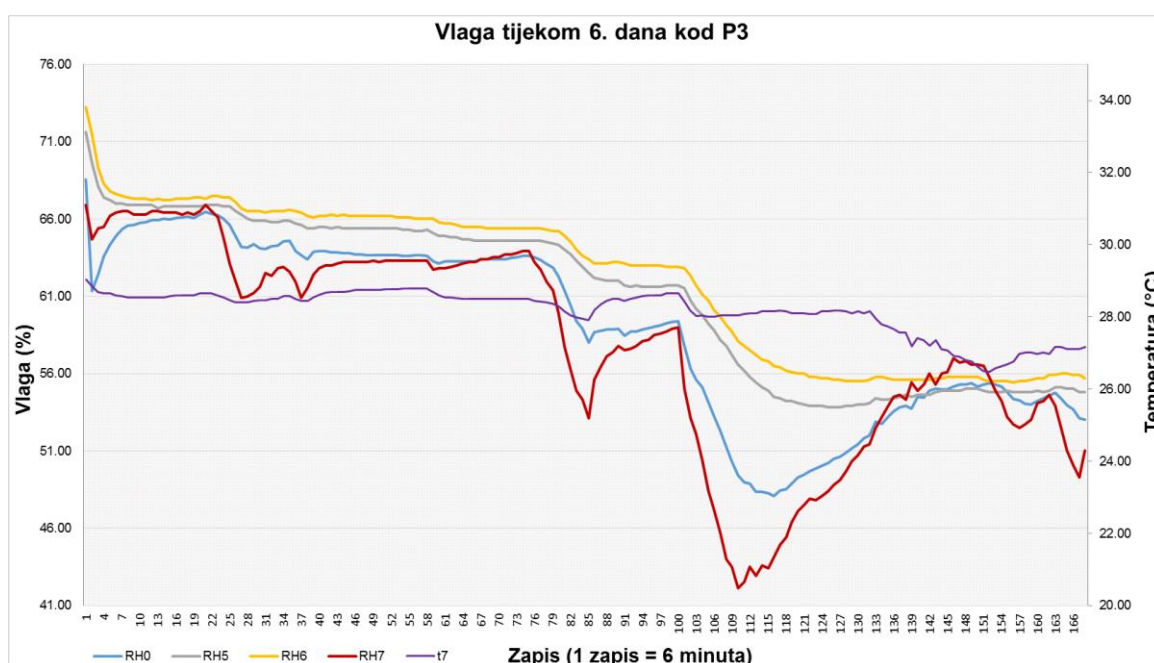
Temperatura na sredini visine opružne jezgre (S6) zabilježila je najmanju vrijednost od 21,8 °C u 116. minuti dana (pritom je vlaga na sredini visine opružne jezgre iznosila 57,9 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,6 °C i 59,0 %). Najmanja vrijednost temperature zadržana je 12 minuta. Najveći iznos temperature na S6 bio je 26,0 °C i dostignut je u šestoj minuti nakon spavanja (pritom je vlaga na S6 iznosila 62,9 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 22,1 °C i 59,0 %). Najmanji iznos vlage bio je 59,2 % i dostignut je u 56. minuti dana (kada je temperatura na S6 iznosila 22,7 °C, a temperatura i vlaga spavaonice 21,7 °C i 56,3 %). Najmanji iznos vlage zadržan je 12 minuta. Najveći iznos vlage bio je 63,3 % i zabilježen je pred kraj dana, 24 minute prije spavanja (temperatura na S6 tada je iznosila 23,0 °C, a sobna temperatura i vlaga 22,8 °C i 65,0 %). Srednja vrijednost temperature i vlage na S0 iznosila je 22,9 °C i 60,0 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 4,1 %.

Najveće vrijednosti temperature na površini madraca (S0), u sloju madraca iznad kokosa (S5) i na sredini visine opružne jezgre (S6) zabilježene su na početku dana,

odnosno neposredno nakon ustajanja ispitanice, a najveće vrijednosti vlage na S0, S5 i S6 pred kraj dana, neposredno prije početka spavanja. S6 je postigla najnižu temperaturu u 114. minuti nakon buđenja ispitanice, a najmanju vlagu već za 54 minute nakon buđenja, odnosno 18 minuta nakon najmanje zabilježene temperature i vlage u spavaonici (S7) i najmanje vlage na S5.

### Najviša sobna temperatura

**Rezultati nakon spavanja ispitanice P3 tijekom najtoplijeg dana kada su temperatura i relativna vlaga u sobi prije spavanja (pete noći) iznosile 21,9 °C i 51 %, a nakon spavanja (šestog dana) 22,3 °C i 60 % (grafikon 6).**



Grafikon 6. Vлага na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 tijekom najtoplijeg dana

Temperatura u spavaonici (S7) zabilježila je najmanju vrijednost u 900. minuti dana kada je iznosila 26,48 °C (pritom je vlaga u spavaonici iznosila 55,80 %). Najveća vrijednost temperature u iznosu od 28,84 °C postignuta je u šestoj minuti nakon spavanja (pritom je vlaga na S7 iznosila 64,70 %). Najmanja vrijednost vlage iznosila je 42,10 % i postignuta je u 652. minuti (kada je S7 iznosila 28,05 °C). Najveći iznos vlage iznosio je 66,90 % i zabilježen je u 116. minuti dana (temperatura spavaonice iznosila je tada 28,64 °C), te se zadržao 12 minuta. Srednja vrijednost temperature i vlage na S7 iznosila je 28,15 °C i 57,78 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 24,8 %.

Temperatura na površini madraca (S0) zabilježila je najmanju vrijednost u 934. minuti dana, u 78. minuti prije spavanja, u iznosu od 26,28 °C (pritom je vlaga na površini madraca iznosila 54,80 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 26,70 °C i 53,20 %). Šest minuta nakon najmanje zabilježene vrijednosti temperature na S0, zabilježena je i najmanja vrijednost temperature na sredini visine opružne jezgre (S6). Najveća vrijednost temperature u iznosu od 32,66 °C zabilježena je u šestoj minuti nakon spavanja (pritom je vlaga na S0 iznosila 61,33 %, a temperatura i vlaga u sobi 28,84 °C i 64,70 %). Minimalna vrijednost vlage bila je 48,10 % i postignuta je u 698. minuti (kada je S0 iznosila 27,28 °C, a temperatura i vlaga sobe 28,15 °C i 44,10 %). U isto vrijeme je i temperatura na sredini visine opružne jezgre postigla svoju najmanju vrijednost, a 12 minuta prije toga i temperatura u sloju madraca iznad kokosa (S5). Najveća vrijednost vlage bila je 66,47 %, a zabilježena je u 116. minuti nakon spavanja (temperatura na S0 tada je iznosila 28,78 °C, temperatura i vlaga spavaonice 28,64 °C i 66,90 %, što je ujedno i najveća zabilježena vlaga na S0). Srednja vrijednost temperature i vlage na S0 iznosila je 28,08 °C i 58,91 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 18,37 %.

Temperatura u sloju madraca iznad kokosa (S5) zabilježila je najmanju vrijednost u 667. minuti dana kada je iznosila 26,28 °C (pritom je vlaga na S5 iznosila 55,10 %, a temperatura i vlaga u spavaonici 28,15 °C i 43,60 %). Najmanja vrijednost temperature održala se 18 minuta. Najveća vrijednost temperature u iznosu od 32,28 °C postignuta je u šestoj minuti nakon spavanja (pritom je vlaga na S5 iznosila 69,60 %, što je ujedno i najveća zabilježena vlaga na S5, a temperatura i vlaga u sobi iznosile su 28,84 °C i 64,70 %). Najmanji iznos vlage bio je 53,80 %, a dostignut je u 754. minuti (kada je S5 iznosila 26,72 °C, a temperatura i vlaga sobe 28,15 °C i 48,40 %). Najveći iznos vlage bio je 69,60 % i zabilježen je šestoj minuti nakon spavanja. Srednja vrijednost temperature i vlage na S5 iznosila je 27,78 °C i 61,06 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 15,8 %.

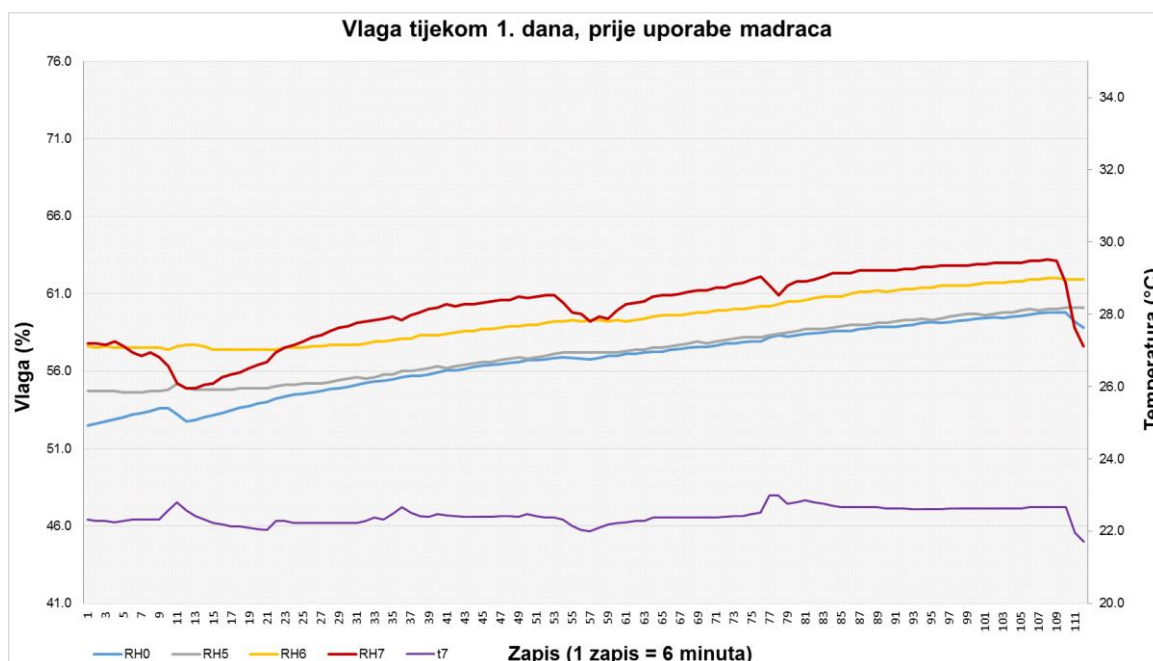
Temperatura na sredini visine opružne jezgre (S6) zabilježila je najmanju vrijednost u 698. minuti dana u iznosu od 26,21 °C (pritom je vlaga na S6 iznosila 48,10 %, što je ujedno i najmanja vrijednost vlage na S6, a temperatura i vlaga u spavaonici iznosile su 28,15 °C i 44,10 %). Temperaturni minimum se održao 12 minuta. Maksimalni iznos temperature na S6 bio je 30,98 °C i postignut je u šestoj minuti nakon spavanja (pritom je vlaga na S6 iznosila 61,33 %, a temperatura i vlaga u sobi 28,84 °C i 64,70 %). Najmanja vrijednost vlage bila je 55,40 %, a dostignuta je u 938. minuti



nakon spavanja (kada je temperatura na S6 iznosila 26,48 °C, a temperatura i vlaga u spavaonici 26,77 °C i 52,70 %). Najveći iznos vlage na S6 bio je 71,50 % i postignut je u šestoj minuti nakon spavanja. Srednja vrijednost temperature i vlage na S6 iznosila je 27,66 °C i 62,05 %. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti vlage iznosila je 16,1 %.

Najveće su vrijednosti temperature zabilježene na površini madraca (S0), zatim u sloju madraca iznad kokosa (S5), na sredini visine opružne jezgre (S6), u spavaonici (S7), kao i vlage na S5 i S6 postignute neposredno nakon buđenja ispitanika, dok je najveća vrijednost vlage na S0 i S7 postignuta u 166. minuti. Najmanje vrijednosti vlage u spavaonici (S7) postignute su u 652. minuti. 24 minute nakon toga postignuta je i najmanja vrijednost temperature na S5, zatim za 12 minuta i najmanja vrijednost temperature na S6 i vlage na S0. 54 minute nakon postignute najmanje vrijednosti temperature i vlage na S6 i S0 postignuta je i najmanja vrijednost vlage na S5. Kada je postignut minimalan iznos temperature u spavaonici, u 900. minuti, 18 minuta nakon toga postignut je i minimalan iznos temperature na S0. Šest minuta nakon minimalnog iznosa temperature na S0 postignut je i minimalan iznos vlage na S6.

**Rezultati tijekom prvog dana, prije upotrebe madraca kada se temperatura u spavaonici kretala od 21,70 do 22,99 °C, a vlaga zraka od 54,90 do 63,20 % (grafikon 7).**



Grafikon 7. Vlaga na S0, S5, S6 i temperatura i vlaga na S7 prije uporabe madraca

Na grafikonu 7. može se vidjeti raspon vrijednosti vlage kroz slojeve madraca prije nego li se on uopće koristio. U prvog minuti zapisa bilježe se najveće vrijednosti temperature na površini madraca (S0), temperature u sloju madraca iznad kokosa (S5), kao i minimalan iznos vlage na površini madraca (S0).

U nastavku su navedeni minimalni i maksimalni iznosi temperature i vlage redom kojim su postignuti, od prvog zapisa na dalje:

- 24 minute nakon prvog zapisa primijeti se najmanja vrijednost vlage na S5,
- 54 minute nakon prvog zapisa primijeti se minimalan iznos vlage na sredini visine opružne jezgre (S6),
- 66 minuta nakon prvog zapisa postignut je minimalan iznos vlage u spavaonici (S7),
- 126 minuta nakon prvog zapisa postignut je minimalan iznos temperature na S6,
- 156 minuta nakon prvog zapisa temperatura na S0 postiže najmanju vrijednost,
- 186 minuta nakon prvog zapisa temperatura u sloju madraca iznad kokosa (S5) postiže najmanju vrijednost,

- 216 minuta nakon prvog zapisa temperatura na površini madraca (S0) postiže najmanju vrijednost,
- 246 nakon prvog zapisa temperatura na S5 postiže najmanju vrijednost,
- 366 minuta nakon prvog zapisa temperatura na S6 postiže najveću vrijednost,
- 432 minute nakon prvog zapisa vlaga na S6 i S7 postižu najveću vrijednost,
- 444 minute nakon prvog zapisa vlaga na S0 i S5 postižu najveću vrijednost,
- 456 minuta nakon prvog zapisa temperatura u spavaonici (S7) postiže najmanju vrijednost.

Unutar 843 minute mjerenja sve su temperature i vlage, bilježile kontinuirani rast. Srednje vrijednosti, minimumi i maksimumi su prikazani u tablici 11.

Tablica 11. Vrijednosti mjernih sondi prije uporabe madraca

Vrijednosti	t0	t5	t6	RH0	RH5	RH6	t7	RH7
min	22,51	22,13	21,80	52,47	54,60	57,40	21,70	54,90
max	23,14	22,66	22,25	59,77	60,10	62,00	22,99	63,20
srd. vr.	22,76	22,36	22,02	56,62	57,18	59,36	22,42	62,07

Za vrijeme najhladnijeg dana kada je prosječna vrijednost temperature i vlage na S7 iznosila 22,4 °C i 62,2 %, zabilježene razlike između maksimuma i minimuma na S7 iznosile su: 1,8 °C i 10,2 %, a na ostalim sondama kako slijedi: S5 (5,3 °C i 13,6 %) S6 (4,2 °C i 4,1 %) i S0 (4,8 °C i 12,7 %).

Za vrijeme najtoplijeg dana kada je prosječna vrijednost temperature i vlage na S7 iznosila 28,15 °C i 57,78 %, zabilježene razlike između maksimuma i minimuma na S7 iznosile su: 2,36 °C i 24,8 %, a na ostalim sondama kako slijedi: S5 (6 °C i 16,1 %), S6 (4,77 °C i 16,1 %) i S0 (6,38 °C i 18,37 %).

Za vrijeme dana kod nekorištenog madraca kada je prosječna vrijednost temperature i vlage na S7 iznosila: 22,42 °C i 62,07 % zabilježene razlike između maksimuma i minimuma na S7 iznosile su: 1,29 °C i 8,30 % a na ostalim sondama kako slijedi: S5 (0,3 °C i 2 %), S6 (0,2 °C i 4,6 %).

## 6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

U razdoblju od trideset dana promatrano je spavanje dvije ženske i dvije muške osobe koje su pojedinačno, sedam noći spavale na istom madracu s džepičastom opružnom jezgrom, u različitim ambijentalnim uvjetima. Toplina i vlaga koju su ispitanici otpustili u madrac i okolinu mjerene su pomoću sedam sondi postavljenih među slojeve madraca, ispod pokrivača i neposredno uz krevet. Proučena literatura i istraženi znanstveni radovi također su pomogli pri objektivnoj analizi podataka, te donošenju zaključaka.

Primijećeno je da se od trenutka kada ispitanik legne u krevet pa u sljedećih 30 do 60 minuta spavanja, poveća temperatura na svim sondama: S0 (t, RH), S5 (t, RH), S6 (t, RH) i da nakon tog vremena počinje padati. To se događa u trenutku kada ispitanici sa sobne temperature, koja tada počinje indirektno djelovati na sonde, legnu u krevet čija temperatura djeluje direktno, grijući ih. Vjerojatno je potrebno određeno vrijeme da se ispitanici „klimatiziraju“ i naviknu na nove temperaturne uvjete. Kasnije, kada zaspu, tijelo im se prirodno počinje hladiti pa se zbog toga temperatura i vlaga smanjuju, barem na neko vrijeme.

Uočeno je kako temperature na kokosu i u jezgri sporije rastu od temperatura na ostalim sondama, a da vlaga u većini slučajeva raste u smjeru od pokrivača prema središtu madraca. Vlaga će se prije osušiti u sloju iznad kokosa nego u džepičastoj jezgri, što je i bilo za pretpostaviti jer se jezgra nalazi u sredini madraca, a sloj kokosa iznad i ispod nje. Vlazi u sloju džepića treba oko 12 minuta da počne padati nakon pada vlage u sloju iznad kokosa, a temperatura u jezgri je najčešće najniža temperatura u sloju madraca, pogotovo na početku mjerenja. Iz ovoga proizlazi da je kokos-obloga dobar hidroizolator i da zadržava vlagu u jezgri madraca.

Najveća razlika između najveće i najmanje temperature i vlage na pojedinoj sondi iznosila je:

$t_0 = 10,52 \text{ °C}$  kod ispitanice P1 u 7. noći spavanja,

$RH_0 = 37,90 \%$  kod ispitanice P3 u 1. noći spavanja,

$t_5 = 10,23 \text{ °C}$  kod ispitanice P3 u 1. noći spavanja,

$RH_5 = 22,40 \%$  kod ispitanika P2 u 5. noći spavanja,

$t_6 = 6,16 \text{ °C}$  kod ispitanice P3 u 1. noći spavanja,

RH6 = 16,90 % kod ispitanika P2 u 1. noći spavanja,

t7 = 4,34 °C kod ispitanika P2 u 5. noći spavanja,

RH7 = 16,90 % kod ispitanika P2 u 2. noći spavanja.

Kao što se vidi iz priloženoga, podaci su različiti kod ispitanika i nije prikladno raditi usporedbe podataka samo na osnovu spola (P1-P3 i P2-P4) kada zapravo najveću ulogu u svemu igraju temperaturni uvjeti u kojima su ispitanici spavali.

Kako je i bilo za očekivati, najveće vrijednosti temperature u slojevima madraca za vrijeme dana, zabilježene su odmah nakon buđenja ispitanika, no kod vlage se to ne može tvrditi. Ovisno o vlazi u prostoriji tijekom dana, vlaga u slojevima madraca može biti povećana na početku, u sredini ili tek pred kraj dana.

U nastavku je naveden primjer redoslijeda povećanja temperature i vlage određenih slojeva madraca pri sobnoj temperaturi i vlazi od 21,4 °C i 54.8 %:

Padom temperature za 0,1 °C, temperatura na površini madraca, u sloju kokosa i džepićaste jezgre pada u isto vrijeme za 0,3 °C. Pri padu vlage zraka od 0,4 %, vlaga u sloju kokosa može pasti za 0,3 %, a vlaga u sloju jezgre za 0,2 %, no to nije pravilo i ne može se tvrditi kako će redoslijed postizanja veće ili manje topline i vlage u svim slojevima madraca svaki puta biti isti.

Vlaga se u džepićima ne zadržava puno duže nego u ostalim slojevima madraca i može se relativno brzo osušiti. Tijekom dana madrac otpušta toplinu i vlagu pod utjecajem sobne temperature i relativne vlage zraka i može postići minimum vlage u sloju kokosa i jezgre u isto vrijeme kada je postignut i minimum temperature i vlage u sobi, ovisno o količini vlage nakupljene u slojevima tijekom noći i temperaturi i vlazi zraka tijekom dana.

Sobna temperatura je bitan čimbenik koji utječe na temperaturu zabilježenu na svim sondama, a ona pak utječe na znojenje ispitanika i otpuštanje vlage u sve slojeve madraca. Toplinska udobnost je snažno povezana s toplinskom ravnotežom tijela koja se postiže toplinskom neutralnosti, odnosno optimalnom temperaturom. Prema literaturi spavanje ispitanika pri sobnoj temperaturi od 23 °C trajalo je najdulje i ispitanici su se nakon buđenja osjećali najodmornije. Pretpostavka je da je temperatura od 23 °C ispitanicima najbolje odgovarala zbog niže temperature kože, karakteristične za period spavanja Pan i sur., (2012).

Primarni cilj ovog rada bio je usporediti udobnost spavanja između ispitanika analiziranjem distribucije temperature i vlage i njihovog akumuliranja u madracu tijekom uporabe. Kako bi se taj cilj ostvario izabrane su "idealne" noći ispitanika kada su oni u upitniku izrazili osjećaj ugone i odmorenosti nakon spavanja za tu noć, a uz to su spavali najmanje osam sati tijekom noći, bez prekida. Kako bi se mogao prikazati odnos temperature i vlage koji utječe na subjektivni osjećaj udobnog spavanja, određena je zajednička prosječna vrijednost sobne temperature i vlage u tim noćima za sve ispitanike i njihov utjecaj na sve slojeve madraca (sonde). U nastavku je prikazana prosječna vrijednost sobne temperature zabilježena u tim noćima, kao i prosječna vrijednost temperature i vlage na svim sondama koja se javlja kao rezultat utjecaja "idealne" sobne temperature. Sobna temperatura prosječne vrijednosti 24,44 °C potaknula je subjektivni osjećaj udobnosti za vrijeme spavanja kod svih ispitanika.

"Idealna" sobna temperatura i vlaga za vrijeme spavanja iznosila je 24,44 °C i 61,63 %, a njen utjecaj na vodljivost topline i propusnost vlage po sondama iznosio je:

$$\begin{aligned} t_0 &= 30,96 \text{ °C}, & t_5 &= 30,68 \text{ °C}, & t_6 &= 27,90 \text{ °C}, \\ RH_0 &= 60,90 \%, & RH_5 &= 65,48 \%, & RH_6 &= 66,87 \%. \end{aligned}$$

Temperatura čovjeka, njegovo znojenje, sobna temperatura, način spavanja i san usko su povezani s istraživanjem vodljivosti topline i propusnosti vlage kroz slojeve madraca. Čovjek svojim termofiziološkim osobinama izravno utječe na površinu i dublje slojeve madraca mijenjajući njegova svojstva. Osim definirane "idealne" sobne temperature i vlage za vrijeme spavanja i njenog utjecaja na vodljivost topline i propusnost vlage kod madraca s džepićastom opružnom jezgrom može se navesti još nekoliko bitnih zaključka dobivenih na temelju ovoga pokusa.

Prosječno najvećih zajedničkih vrijednosti temperature i vlage zabilježenih tijekom ispitivanja kod svih ispitanika, može se tvrditi kako će pri prosječnoj sobnoj temperaturi i vlazi od 25,74 °C i 65,03 % vodljivost topline i propusnost vlage u slojevima madraca imati sljedeće vrijednosti:

$$\begin{aligned} t_0 &= 30,97 \text{ °C}, & t_5 &= 32,70 \text{ °C}, & t_6 &= 29,36 \text{ °C}, \\ RH_0 &= 70,19 \%, & RH_5 &= 70,53 \%, & RH_6 &= 70,18 \%. \end{aligned}$$

Može se primijetiti i kako zadržavanje vlage tijekom dana koje se nakuplja u slojevima madraca tijekom noći nije dugotrajno prisutno, te da se madrac uspijeva dovoljno "osušiti" do iduće noći. Prikazanom propusnosti vlage kroz sve slojeve madraca može se uočiti oslobađanje vlage tijekom dana koja se nakupila u slojevima madraca tijekom noći. Dobiveni podaci usporedili su se s podacima prije upotrebe madraca. Madrac prije same upotrebe nije bio u kontaktu s ispitanicima, nitko nije ležao na njemu, bio je samo pod utjecajem sobne temperature i vlage. Usporedba madraca nakon korištenja u najhladnijoj noći (kada je najmanje vlage ispušteno u njegove slojeve) i u najtoplijoj noći (kada je najviše vlage predano madracu) s madracem koji još tada nije bio u uporabi - najbolje pokazuje zdravu krevetnu klimu. Usporedbom postignutog minimuma vlage tijekom najtoplijeg i najhladnijeg dana pokusa na RH0 (48,10 %, 50,6 %), RH5 (53,80 %, 50,6 %) i RH6 (55,40 %, 59,2 %) s maksimumom vlage zabilježenim na madracu prije njegovog korištenja RH0 (59,8 %), RH5 (60,1 %) i RH6 (62,0 %) može se reći kako je madrac "sposoban" tijekom dana otpustiti sav višak vlage nakupljene tijekom noći, te tako stvoriti zdravu krevetnu klimu prikladnu za sljedeću noć spavanja. Na temelju zajedničkog prosjeka najveće vrijednosti sobne temperature i vlage (S7) najhladnijeg i najtoplijeg dana mjerenja, može se tvrditi kako će pri prosječnoj sobnoj temperaturi i vlazi od 25,13 °C i 59,75 % vodljivost topline i propusnost vlage u slojevima madraca imati sljedeće vrijednosti:

$$\begin{aligned} t_0 &= 28,62 \text{ }^\circ\text{C}, & t_5 &= 27,76 \text{ }^\circ\text{C}, & t_6 &= 27,08 \text{ }^\circ\text{C}, \\ RH_0 &= 57,62 \%, & RH_5 &= 62,70 \%, & RH_6 &= 65,45 \%. \end{aligned}$$

Pokus proveden u realnim uvjetima svakako ima svoje prednosti, poput veće mogućnosti izraženog subjektivnog osjećaja udobnosti ispitanika koji se može javiti kao posljedica spavanja u vlastitom, poznatom ambijentu i njihovog smanjenog stresa zbog nenametnutih novih uvjeta spavanja u nepoznatom okruženju. Kod budućih istraživanja skrenula bih pozornost na jednaku dužinu boravka ispitanika u krevetu za vrijeme ispitivanja kako bi se omogućila jednostavnija obrada podataka i olakšala usporedba dobivenih vrijednosti. Sumiranjem cjelokupnog istraživanja, može se reći da su četiri ispitanika bila sasvim dovoljna za provedbu istraživanja i da su dobivenim rezultatima ostvareni ciljevi postavljeni na početku pokusa, a njihovom usporedbom ispunjena očekivanja o tome da je madrac "sposoban" i u toplijim i hladnijim uvjetima voditi toplinu i propustiti vlagu kroz sve slojeve, a tijekom dana otpustiti vlagu nakupljenu tijekom noći, tvoreći tako krevetnu klimu kakva je potrebna za zdrav i kvalitetan odmor korisnika.

## LITERATURA

1. Brezigar, D. (1984): Istraživanje nekih činilaca o kojima ovisi kvalitete i upotrebljivost madraca – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
2. Djongyang, N., Njomo, D., Tchinda R. (2010): Thermal comfort: A review paper, *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 14, str. 2626–2640.
3. Grbac, I. (1984): Istraživanje trajnosti i elastičnosti različitih konstrukcija ležaja – magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
4. Grbac, I. (1988): Istraživanje kvalitete ležaja i poboljšanje njegove konstrukcije – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
5. Grbac, I., Dalbelo-Bašić, B. (1994): Thermal conductivity and moisture permeability in mattress, *Drvna industrija* 45 (4), str. 130-134.
6. Grbac, I., Ivelić, T. (2005): Ojastučeni namještaj, Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
7. Grbac, I. (2006): Krevet i zdravlje, Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
8. Hibino, Y., Hokoia, S., Nakajima, M., Takadab, S., Yamatec, M., Yoshidaa, K., (2012): Thermal physiological response to local heating and cooling during sleep, *Frontiers of Architectural Research* 1, str. 51-57.
9. Ivoš, H. (1997): Istraživanje opružnih konstrukcija ležaja-madraca, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
10. Kocić, A., Poparić G., Popović, D., Stanković, S., (2016) Uticaj operacije končanja pređe na UV zaštitni faktor pletenina od konoplje, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko–metalurški fakultet, Beograd, Srbija; Univerzitet u Beogradu, Fizički fakultet, Beograd, Srbija.
11. Lan L., Liana Z., Pan, L. (2012): Investigation of sleep quality under different temperatures based on subjective and physiological measurements, *Journal HVAC&R Research* 18, str. 1030–1043.



12. Lee, H., Park, s. (2006): Quantitative effects of mattress types (comfortable vs. uncomfortable) on sleep quality through polysomnography and skin temperature, *International Journal of Industrial Ergonomics* 26, str. 943–949.
13. Liu, H., Tsai L. (2008): Effects of bedding systems selected by manual muscle testing on sleep and sleep-related respiratory disturbances, *International Journal of Industrial Ergonomics* 39, str. 261–270.
14. Lopez-Torresa, M., Porcar, R., Romero, T. Solaz, J., (2008): Objective firmness, average pressure and subjective perception in mattresses for the elderly, *Ergonomics* 39, str. 123–130.
15. Ljuljka, B., Grbac, I. (1985): Interakcija čovjek - ležaj, "Bilten" ZIDI 13, 6, Zagreb, str. 51-90.
16. Radeljić, J. (2012): Istraživanje distribucije temperature i vlage kod ležajamadraca s bonell opružnom jezgrom, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
17. Vlaović, Z. (2009): Činitelji udobnosti uredskih stolica, disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
18. Vouk, M. (2012): Istraživanje distribucije temperature i vlage kod kreveta s bonell jezgrom, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

Izvori s interneta:

1. URL1: [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_body](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_body)
2. URL2: <https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoregulation>
3. URL3: [http://well.blogs.nytimes.com/2014/07/17/lets-cool-it-in-the-bedroom/?\\_r=0](http://well.blogs.nytimes.com/2014/07/17/lets-cool-it-in-the-bedroom/?_r=0)
4. URL4: [http://www.calce.umd.edu/TSFA/Hardness\\_ad\\_.htm#1](http://www.calce.umd.edu/TSFA/Hardness_ad_.htm#1)
5. URL5: <http://www.bernarda.hr/luxima-tfk/>