

**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
OBLIKOVANJE PROIZVODA OD DRVA**

**Ivana Lekić, univ. bacc. ing. techn. lign.**

**USPOREDBA SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH  
REZULTATA ISTRAŽIVANJA UDOBНОСТИ SJEDENJA NA  
UREDSKIM STOLICAMA**

**Diplomski rad**

**Zagreb, 2012.**



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**USPOREDBA SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH REZULTATA  
ISTRAŽIVANJA UDOBНОСТИ SJEDENJA NA UREDSKIM STOLICAMA**

**Diplomski rad**

Diplomski studij: Diplomski studij, Oblikovanje proizvoda od drva

Predmet: Namještaj i zdravlje

Ispitno povjerenstvo: 1. prof. dr. sc. Ivica Grbac, mentor

2. dr. sc. Zoran Vlaović

3. dr. sc. Maja Moro, prof. matematike

Student: Ivana Lekić, univ. bacc. ing. techn. lign.

JMBAG: 0068023469

Broj indeksa: 37/09

Datum odobrenja teme: 17. 05. 2011.

Datum predaje rada: 29. 06. 2012.

Datum obrane rada: 12. 07. 2012.

**Zagreb, srpanj 2012.**

## Dokumentacijska kartica

Naslov	Usporedba subjektivnih i objektivnih rezultata istraživanja udobnosti na uredskim stolicama
Title	Comparison of subjective and objective research results of comfort in office chairs
Autor	Ivana Lekić, univ. bacc. ing. techn. lign.
Adresa autora	Nikole Tesle 16, 10 000 Zagreb
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	prof. dr. sc. Ivica Grbac
Izradu rada pomogao	dr. sc. Zoran Vlaović
Godina objave	2012.
Obujam	64 stranice sveukupno, 37 slika, 4 grafikona, 13 tablica i 31 navod literature
Ključne riječi	uredska radna stolica, udobnost i neudobnost sjedenja, subjektivna i objektivna istraživanja, mjerjenje tlakova
Key words	office work chair, seating comfort and discomfort, subjective and objective research, pressure measurement
Sažetak	Pri dugotrajnom sjedenju na neprikladnim stolicama može doći do niza problema. Osjećaj nelagode, umora i bolova u ledima rezultira neudobnim sjedenjem. Cilj rada je pronaći povezanost rezultata subjektivnih istraživanja udobnosti sjedala s rezultatima objektivnih mjerjenja na istom sjedalu sa svrhom određivanja činitelja pomoću kojih bi se na jednostavan i brz način objektivnom metodom moglo odrediti u kojoj mjeri će odabrana stolica biti udobna potencijalnom korisniku. U ovome radu, koji se temelji na već postojećim rezultatima istraživanja u okviru disertacije "Činitelji udobnosti uredskih stolica" (Vlaović, 2009.), koristile su se navedene metode i pristupi. Analizom je obuhvaćeno 66 zdravih osoba (42 ženske i 24 muške). Iako je izvorno istraživanje sadržavalo veći broj pitanja u upitniku, za potrebe ovog istraživanja izabrane su četiri tvrdnje o udobnosti i četiri tvrdnje o neudobnosti za daljnje promatranje. Metode istraživanja u ovome radu temelje se na analizi rezultata i promatranju grafičkih prikaza raspodjele tlakova pomoću mjerne prostirke <i>ErgoCheck</i> . Korištene su dvije metode: Metoda 1 – usporedba grafičkih podataka sa subjektivnim osjećajima, kojoj je namjera bila pronaći povezanost objektivnih činitelja sa subjektivnim odgovorima pojedinog ispitanika/ice na svih pet stolica ili drugim riječima pronaći povezanost grafičkih prikaza sa subjektivnim odgovorima različitih osoba za pojedinu stolicu; i Metoda 2 – rangiranje stolica i usporedba s određenim tvrdnjama iz upitnika, koja se temeljila na analizi podataka <i>ErgoCheck</i> grafičkih prikaza pet uzoraka i odabranim subjektivnim odgovorima. Napravljeni su kvalitativni odnosi udobnosti i neudobnosti subjektivnih odgovora i objektivnih pokazatelja, koji su uspoređivani s dobivenim rezultatima. Provedba prve metode nije dala konkretnе odrednice i očekivane rezultate. Provedba druge metode dala je rezultate temeljem kojih su donijeti određeni zaključci. Za tvrdnje skale udobnost muškarci i žene porastom najvišeg tlaka sjedalo doživljavaju tvrdim, jer su na tvrdnju "Sjedalo je mekano", odgovarali manjim vrijednostima na skali udobnosti. Muškarci porastom prosječnog tlaka sjedalo doživljavaju udobnijim, jer su na tvrdnju "Osjećam se udobno", odgovarali većim vrijednostima na skali udobnosti. Muškarci porastom opterećenja sjedalo doživljavaju udobnijim, jer su na tvrdnju "Osjećam se udobno" odgovarali većim vrijednostima na skali udobnosti. Žene porastom najvišeg tlaka sjedalo doživljavaju manje udobnim jer su odgovarale manjim vrijednostima na skali udobnosti. Za tvrdnje skale neudobnosti muškaraci i žene porastom površine sjedenja osjećaju podjednak pritisak sjedala na bedra i stražnjicu jer su na tvrdnju "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" odgovarali manjim vrijednostima na skali neudobnosti. Muškarci porastom najvišeg tlaka osjećaju neudobnost jer su na pitanje "Osjećam se neudobno" odgovarali većim vrijednostima na skali neudobnosti. Žene prilikom porasta prosječnog tlaka osjećaju podjednak pritisak na bedra i stražnjicu, jer su na pitanje "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" odgovarale manjim vrijednostima na skali neudobnosti. Žene porastom opterećenja odnosno mase osjećaju podjednak pritisak na bedra i stražnjicu, jer su na pitanje "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" odgovarale manjim vrijednostima na skali neudobnosti.

**SADRŽAJ**

POPIS SLIKA I GRAFIKONA.....	VI
POPIS TABLICA.....	VII
PREDGOVOR.....	VIII
1. UVOD .....	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	2
3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	3
3.1. Udobnost sjedenja .....	3
3.1.1. "Pravilan položaj" sjedenja .....	7
3.2. Subjektivna i objektivna istraživanja udobnosti uredskih stolica.....	11
3.2.1. Subjektivne metode .....	15
3.2.2. Objektivne metode .....	17
4. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA .....	26
4.1. Materijal – podaci, ispitanici i uzorci .....	26
4.2. Metode istraživanja .....	33
4.2.1. Usporedba grafičkih podataka sa subjektivnim osjećajima – Metoda 1 .....	33
4.2.2. Rangiranje stolica i usporedba s određenim tvrdnjama iz upitnika – Metoda 2 .....	33
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	37
6. RASPRAVA .....	51
7. ZAKLJUČAK .....	53
LITERATURA.....	55

## POPIS SLIKA I GRAFIKONA

### **SLIKE**

Slika 1. Preporučeni sjedeći položaj prihvaćen u HRN EN 1335-1 .....	7
Slika 2. Primjeri pravilnog i nepravilnog odnosa visine sjedala i radne površine.....	8
Slika 3. Pravilan položaj tijela prilikom rada na računalu.....	9
Slika 4. Iznos tlakova na međukralješčane diskove pri uobičajenim položajima radnog sjedenja .....	10
Slika 5. Izgled uredskih stolica u istraživanju utjecaja činitelja dizajna na udobnost .....	11
Slika 6. Distribucija tlaka tijela .....	13
Slika 7. Rezultati distribucije tlaka na stolicama .....	13
Slika 8. Distribucija tlaka na sjedalu koje je 5 cm niže od duljine potkoljenica.....	18
Slika 9. Distribucija tlaka na sjedalu koje je 5 cm više od duljine potkoljenica.....	18
Slika 10. Distribucija tlakova na vrlo mekom sjedalu .....	18
Slika 11. Distribucija tlakova na sjedalu s tvrdim ojastučenjem .....	18
Slika 12. Statička kontaktna raspodjela tlaka mjerena na tvrdom i nekom sjedalu.....	20
Slika 13. Primjer loše i dobre raspodjele tlakova .....	21
Slika 14. Primjer raspodjele tlakova na stolici A .....	22
Slika 15. Primjer raspodjele tlakova na stolici B .....	22
Slika 16. Reprezentativni podaci sučelja tlakova korisnika .....	24
Slika 17. Primjer tvrdnje iz upitnika "Chair Evaluation Checklist" .....	27
Slika 18. Pet modela stolica rabljenih u istraživanju (abecednim redom) .....	30
Slika 19. Detalji modela BS .....	30
Slika 20. Detalji modela IS .....	31
Slika 21. Detalji modela KS .....	31
Slika 22. Detalji modela LS.....	31
Slika 23. Detalji modela MA.....	32
Slika 24. Međusoban odnos uzoraka prema kojemu su određene i analizirane najbolje i najlošije stolice za muškarce.....	34
Slika 25. Međusoban odnos uzoraka prema kojemu su određene i analizirane najbolje i najlošije stolice za žene .....	34
Slika 26. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora "Sjedalo je mekano" – muškarci .....	39
Slika 27. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora "Osjećam se udobno" – muškarci.....	40
Slika 28. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" – muškarci	42
Slika 29. Grafički prikazi objektivnih podataka i odgovora "Osjećam se neudobno" – muškarci .....	43
Slika 30. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na "Sjedalo je mekano" – žene .....	46
Slika 31. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na pitanje "Osjećam se udobno" – žene .....	47
Slika 32. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" – žene .....	49
Slika 33. Grafički prikazi objektivnih podataka i odgovora "Osjećam se neudobno" – žene.....	50

### **GRAFIKONI**

Grafikon 1. Indeks neudobnosti za pojedine dijelove tijela pri 90 minutnom sjedenju na tvrdoj podlozi .....	6
Grafikon 2. Subjektivno zadovoljstvo ispitanika za udobnost sjedala .....	12
Grafikon 3. Subjektivno zadovoljstvo ispitanika za udobnost naslona .....	12
Grafikon 4. Usporedba kontaktnog tlaka na naslon (a) i ukupna subjektivna procjena (b) .....	14

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Činitelji udobnosti i neudobnosti sjedenja .....	4
Tablica 2. Rezultati istraživanja pritužbi na bolove .....	5
Tablica 3. Raspodjela ispitanika po starosnim skupinama .....	28
Tablica 4. Osnovni podaci ženskih ispitanika (starost, visina, masa), frekvencija i udio u ukupnom uzorku .....	28
Tablica 5. Osnovni podaci muških ispitanika (starost, visina, masa), frekvencija i udio u ukupnom uzorku.....	29
Tablica 6. Kvalitativni prikazi neudobnosti međuodnosa subjektivnih odgovora i objektivnih pokazatelja .....	35
Tablica 7. Kvalitativni prikazi udobnosti međuodnosa subjektivnih odgovora i objektivnih pokazatelja .....	36
Tablica 8. Prikaz najbolje i najlošije procijenjene stolice objektivnom metodom za muškarce te njihov rang .....	37
Tablica 9. Vrijednosti objektivnih mjerena i subjektivnih odgovora o udobnosti muškaraca za najbolje stolice.....	38
Tablica 10. Vrijednosti objektivnih mjerena i subjektivnih odgovora o neudobnosti muškaraca za najlošije stolice.....	41
Tablica 11. Prikaz najbolje i najlošije procijenjene stolice objektivnom metodom za žene te njihov rang.....	44
Tablica 12. Podaci objektivnih rezultata i subjektivnih odgovora udobnosti žena za najbolje stolice.....	45
Tablica 13. Podaci objektivnih rezultata i subjektivnih odgovora udobnosti žena za najlošije stolice .....	48

## PREDGOVOR

Tema ovog diplomskog rada odabrana je zbog znatiželje o udobnosti uredskih stolica. U posljednje vrijeme radne stolice su sve više zastupljene kao obavezni i sastavni dio svakog radnog ili uredskog prostora. Većinu radnog vremena korisnici provode sjedeći za radnim stolom na neadekvatnim stolicama. Osjećaj umora, nelagoda i bolovi pri sjedenju na lošim uredskim stolicama kroz duži period rezultirat će pojmom neudobnosti i narušavanjem zdravlja.

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Ivici Grbcu koji mi je pomogao savjetima i raspravama pri razradi ovog rada. Posebno zahvaljujem dr. sc. Zoranu Vlaoviću na vremenu, volji i strpljenju za brojne razgovore, savjete, primjedbe za lekturu i jezične rasprave tijekom cijele izrade diplomskog rada. Za statističku obradu podataka, konzultacije i savjete najsrdačnije zahvaljujem dr. sc. Maji Moro. Zahvaljujem konferencijskoj prevoditeljici Vivien Cvitić na uloženom vremenu za ovaj rad.

Veliko hvala mojim roditeljima koji su mi bili najveća i najiskrenija potpora tijekom izrade diplomskog rada i cijelog mog studiranja. Na kraju hvala dragom Bogu što mi je dao snage, mudrosti, volje i upornosti da napišem i dovršim ovaj rad.

U Zagrebu, lipnja 2012.

Ivana

## 1. UVOD

"Uredski namještaj za sjedenje namijenjen je opremanju ureda ili drugih radnih prostora, a ima funkciju podržavanja tijela u pravilnom, udobnom i zdravom sjedećem položaju pri radu ili drugim aktivnostima u radnoj okolini. Premještanje iz jedne stolice u drugu, potom u auto, pa u uredsku stolicu i na kraju dana u naslonjač ispred televizora, danas je za mnoge ljudе dnevna rutina. Zbog uglavnom velikog obujma posla, korisnici uredskih stolica često ne primjećuju koliko dugo sjede u jednom položaju, rijetko kada se i zapitaju kako sjede i je li takav položaj pravilan ili nepravilan. Prema istraživanjima tijelo je pod velikim stresom kada je u sjedećem položaju duže od 50 minuta, naime nakon tog vremena trebali bi se ustati, rastegnuti i prošetati i tek onda dalje nastaviti s radom. Konstrukcija namještaja za sjedenje u uredskom radnom okružju izuzetno je važna i treba je shvaćati ozbiljno jer bez kvalitetne konstrukcije mehanizma, sjedala i naslona, njihove usklađenosti i prilagodljivosti osobi koja na njoj sjedi, nema ni opće udobnosti sjedenja".<sup>1</sup>

U dosadašnjoj literaturi o uredskim stolicama, automobilskim sjedalima i invalidskim kolicima može se uočiti da se udobnost sjedenja uglavnom temelji na subjektivnim procjenama, a vrlo rijetko i na objektivnima. Udobnost je korisniku važan kriterij i unatoč tome vrlo je malo istraživanja koja povezuju udobnost s biomehaničkim varijablama poput tlaka ili položaja lumbalnog dijela kralješnice u uredskom sjedenju.<sup>2</sup> Tlakovi na sjedalu i naslonu koristili su se u razvoju automobilskih sjedala (Andreoni i sur., 2002; Gyi i Porter, 1999; Porter i sur. 2003.) i invalidskih kolica (Houle, 1969; Parent i sur., 2000; Springle i sur., 1990.) za koje su udobnost i funkcionalnost izuzetno važni.<sup>3</sup>

Istraživanjem udobnosti uredskih stolica s obzirom na obilježja ispitanika, kao što su dob, spol, masa i visina, Vlaović i sur. (2006.) su na temelju subjektivnih i objektivnih procjena udobnosti/neudobnosti, utvrdili razlike u osjećaju udobnosti sjedenja na različitim vrstama sjedala. Autori navode da "dugotrajno sjedenje na neprikladnim stolicama koje nedovoljno pridržavaju tijelo uzrokuju nelagodu i umor što rezultira s neudobnosti sjedenja."<sup>4</sup>

Ovo istraživanje želi na temelju postojećih podataka (Vlaović, 2009.) pronaći povezanost rezultata objektivnih mjerjenja poput iznosa i raspodjele tlakova na samom sjedalu, masi i površini sjedenja, te ih usporediti sa određenim subjektivnim odgovorima svakog pojedinog ispitanika.

<sup>1</sup> Vlaović, Z. (2009): Činitelji udobnosti uredskih stolica, disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 1.

<sup>2</sup> Carcone, S.M., Keir, P.J. (2007.): Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work, Applied Ergonomics 38 (6), str. 755.

<sup>3</sup> citirano u: op. cit., str. 756.

<sup>4</sup> Vlaović, Z., Bogner, A., Domljan, D. (2006.): Istraživanje udobnosti uredskih stolica s obzirom na obilježja ispitanika, Drvna industrija, Vol. 57, No. 3, str. 109.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Problem koji se istražuje jest udobnost sjedenja. Udobnost sjedenja na uredskim stolicama je složena pojava međudjelovanja ljudskog uma, tijela i konstrukcijske izvedbe stolice. To je interakcija mjerljivih i nemjerljivih čimbenika koji utječu na cijelokupan doživljaj sjedenja, rada i odmaranja na uredskim stolicama, a koja iziskuje definiranje, mjerjenje i procjenjivanje udobnosti i određivanje njenih kriterija.

Prepostavka ovog istraživanja je da se temeljem prikupljenih podataka o sjedenju više osoba na istoj stolici i kasnijim sjedenjem nekog korisnika na nekoj stolici u kratkom testu može procijeniti udobnost/neudobnost koju bi ta stolica pružala tom korisniku.

Mjerjenjem raspodjele tlakova pri sjedenju na uredskim radnim stolicama tijekom istraživanja u okviru disertacije Z. Vlaovića (2008./2009.) dobiveni su podaci o najvišem i prosječnom tlaku, te površini i masi sjedenja (objektivni podaci). Iste osobe-ispitanici su određene stolice procjenjivali dajući svoje mišljenje popunjavanjem upitnika o udobnosti i neudobnosti (subjektivni podaci).

Osnovni cilj ovog rada bio je analizirati podatke iz spomenutog istraživanja dobivene s grafičkih prikaza o raspodjeli tlakova i usporediti ih s odabranim subjektivnim odgovorima. Cilj je bio pronaći povezanost rezultata subjektivnih istraživanja udobnosti sjedala s rezultatima objektivnih mjerjenja na istom sjedalu sa svrhom određivanja činitelja pomoću kojih bi se na jednostavan i brz način objektivnom metodom moglo odrediti u kojoj će mjeri odabrana stolica biti udobna potencijalnom korisniku.

### 3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Udobnost sjedenja

"Težnja čovjeka za udobnošću daje povod za stalno traženje novih konstrukcijskih oblika namještaja koji bi uspješno zadovoljili zahtjeve čovjeka. Prikladnost ovisi uglavnom o stupnju njegove primjene u različitim uvjetima uporabe kao i psihofizičkim prilagođavanjima korisniku. To nije stalna karakteristika, nego se mijenja tako da podliježe promjenama u ovisnosti o ljudskim potrebama. Korisnik ne smije osjećati neugodan pritisak od strane namještaja. Namještaj mora omogućiti tijelu postizanje vlastitog položaja, te ostvarenje, po mogućnosti, najpotpunije ugodnosti za vrijeme ležanja."<sup>5,6</sup> Navedenim je riječima opisana veza između udobnosti i namještaja za ležanje, ali se isto može i treba primijeniti i na namještaj za sjedenje.

U običnom razgovoru riječ *udobnost* može se odnositi i na osjećaj udobnost i na osjećaj neudobnost. Na isti način većina istraživača i praktičara smatraju da su udobnost i neudobnost dvije krajnosti na neprekinutoj skali, rangiranoj od krajne neudobnosti, preko neutralnog (prijelaznog) područja do krajne udobnosti (citirano u: Shackel i sur., 1969.).<sup>7</sup>

Prema Kapici i Grbcu (1998.) "osnovni princip udobnosti sjedenja leži u sustavu u kojem se težina tijela osobe koja sjedi prenosi na površinu sjedala preko sjednih kostiju, dok istovremeno stopala ne preuzimaju nikakav teret, a kralješnica zadržava svoj normalan položaj. Čimbenici kao što su konstrukcija ojastučenja i ojastučenih dijelova, oblik i tvrdoća površine sjedenja, stupanj deformacije sjedala i naslona..., zajedno s cijelom konstrukcijom proizvoda utječu na udobnost korisnika i određuju stupanj zamora cijelog organizma."<sup>8</sup>

Zanimljivo, smatra se da je neudobnost u vezi s promjenama sjedećeg položaja (Fenety i Walker, 2002.; Vergara i Page, 2002.; Liao i Drury, 2000.). Liao i Drury (2000.) izvjestili su o pozitivnom odnosu između neudobnosti i učestalih promjena položaja prilikom rada na računalu. Vergara i Page (2002.) predložili su koji su položaji pretrpljeni tijekom dužeg perioda te koliko mogu biti štetni te su naglasili nužnost za promjenu položaja.<sup>9</sup>

Ojastučenje i oblik sjedala može biti važno za neudobnosti i udobnost pri dugotrajnjem sjedenju, a ojastučenje i dizajn sjedala utječu na raspodjelu tlaka između sjedala i korisnika. Ebe i Griffin (2001.) zaključili su da je tlak ishialnog područja (sjedne kosti) linearno povezan s udobnosti na sjedalu. Kada su ispitanici osjetili nelagodu sjedala u određenoj fazi započeli su s velikim kretnjama kako bi smanjili neudobnost (Fujimaki i Noro, 2005.).<sup>10</sup>

<sup>5</sup> Grbac, I. (1984.): Istraživanje trajnosti i elastičnosti različitih konstrukcija ležaja – magisterski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 128-129.

<sup>6</sup> Grbac, I. (1988.): Istraživanje kvalitete ležaja i poboljšanje njegove konstrukcije – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 145

<sup>7</sup> Zhang, L., Helander, M.G., Drury, C.G. (1996.): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting, Human Factors 38 (3), str. 377.

<sup>8</sup> Kapica, L., Grbac, I. (1998.): Principi konstruiranja ergonomskog namještaja namijenjenog sjedenju i ležanju, međunarodno savjetovanje Namještaj i zdravo stanovanje, Zagreb, 16. listopada 1998, str. 56.

<sup>9</sup> Søndergaard, K. H. E., Olsen, C. G., Søndergaard, E. K., Zee, M., Madeleine, P., (2010.); The variability and complexity of sitting postural control are associated with discomfort, Jurnal of biomechanics, str. 1997.

<sup>10</sup> Groenesteyn, L., Vink, P., de Looze, M., Krause, F. (2009.): Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angle design in relation to tasks, Applied Ergonomics 40, str. 363.

Adams (2006.) navodi da bi stolica trebala podržavati leđa na takav način da se leđni mišići mogu opuštati i da opterećenje kralježnice bude minimalno. To se posebno događa s naslonom nagnutim unatrag. U prijašnjoj studiji Vergara i Page (2000.) utvrdili su da lumbalna potpora na naslonu može smanjiti neudobnost.<sup>11</sup>

Na osnovi nalaza svojih istraživanja, Zhang i sur. (1996.) su predložili model za shvaćanje neudobnosti/udobnosti. Neudobnost je povezana s biomehaničkim činiteljima (kutovima u zglobovima, kontrakcijama mišića, distribucijom tlakova) što izaziva osjećaj boli, utrnulosti, ukočenosti itd. Neudobnost se može smanjiti uklanjanjem fizičkih napetosti, ali to neće nužno izazvati pojavu udobnosti. Udobnost je povezana s osjećajem opuštenosti i zadovoljstva. Sukladno Helanderu i sur. (1987.) osjećaj udobnosti može biti pojačan estetskim dojmom stolice ili ureda, ali nedostatak ovih osjećaja neće dovesti do neudobnosti jer su za nju potrebni nepovoljni biomehanički uvjeti.<sup>12</sup> Prema Zhang i sur. (1996.) činitelji udobnosti i neudobnosti sjedenja mogu se razvrstati u nekoliko podskupina (tablica 1.).

*Tablica 1. Činitelji udobnosti i neudobnosti sjedenja*

UDOBNOST		NEUDOBNOST	
<i>podskupina</i>	<i>činitelj</i>	<i>podskupina</i>	<i>činitelj</i>
dojam	mekoća raskošnost nježnost prostranstvo	zamor	pospanost zamor umor
rasterećenje/energija	opuštenost osvježenost	vrpoljenje	nelagodnost nervoza nemirnost
opće zadovoljstvo (well being)	dobrobit zadovoljstvo radost ugoda	bol/biomehanika	naticanje gležnjeva podmukla bol bol ozljedivanje
opuštenost	opuštenost smirenost mirnoća lagodnost sigurnost prikladnost	naprezanje	ukočenost napor naticanje nogu
		cirkulacija	utrnulost prekid cirkulacije u nogama

Izvor: Zhang i sur. (1996.): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting, str. 387.

Među mnogim otkrivenim poteškoćama koje izaziva dugotrajno radno sjedenje, u značajnije se ubrajaju problemi otežane cirkulacije u donjim ekstremitetima korisnika. Oblik sjedala radne stolice nedvojbeno utječe na prevenciju ili na stvaranje tih problema.<sup>13</sup> Istraživanje ergonomskih parametara uredskih radnih stolica koji utječu na prokrvljenost donjih ekstremiteta korisnika (Horvat, 2008.) pokazalo je da je prokrvljenost donjih ekstremiteta kod mlađih ispitanika značajno veća nego kod starijih ispitanika, što se potvrđuje nalazima u postotku prisutnosti kisika u krvi ispitanika u području nogu. Pored toga

<sup>11</sup> Groenesteijn, L., Vink, P., de Looze, M., Krause, F. (2009.): Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angle design in relation to tasks, Applied Ergonomics 40, str. 363.

<sup>12</sup> Zhang, L., Helander, M.G., Drury, C.G. (1996.): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting, Human Factors 38 (3), str. 388.

<sup>13</sup> Horvat, S. (2008.): Istraživanje ergonomskih parametara uredskih radnih stolica koji utječu na prokrvljenost donjih ekstremiteta korisnika – magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, str. 64.

ovisnost subjektivnog osjećaja neudobnosti o pritisku tijela na sjedalo tijekom pasivnog sjedenja potvrđen je samo u ekstremnom slučaju stolice s tvrdim sjedalom od furnirskog otpreska, a i u tom slučaju proporcionalan odnos je potvrđen jedino s temperaturom kože stopala. Prokrvljenost u donjim ekstremitetima ispitanika tijekom aktivnog sjedenja nije se pokazala značajno različitom od prokrvljenosti tijekom pasivnog sjedenja. Korelacija sa subjektivnim osjećajem neudobnosti nije utvrđena.<sup>14</sup> Bolovi u leđima i vratu nastaju u mišićima, živcima, zglobovima i kostima kralježnice, no poznato je da se ti problemi mogu sprječiti boljim dizajnom stolice, tj. ergonomije na radnom mjestu.<sup>15</sup>

Prilikom sjedenja na uredskim stolicama javlja se neudobnost u pojedinim dijelovima tijela tijekom dužeg korištenja. Cilj studije koja je provedena u Nizozemskoj na 264 uredskih zaposlenika istraživane su pritužbe na bolove u vratu, ramenima i podlakticama (tablica 2.).<sup>16</sup>

*Tablica 2. Rezultati istraživanja pritužbi na bolove*

	ŽENE (N= 133) (%)	MUŠKARCI (N= 131) (%)
Broj radnih sati/danu		
4-7h	20,6	02,0
8h	08,4	03,0
više od 8 h	71,0	94,7
Broj radnih sati za računalom/danu		
3-5 h	15,4	26,0
6-8 h	28,5	29,0
više od 8 h	56,2	45,0
Broj radnog staža na trenutnoj poziciji		
6 mj.- 1 god.	23,8	20,3
2-4 godine	43,8	41,4
više od 5 godina	14,6	18,8
Pritužbe na:		
Vrat	24	42
Rame	20	42
Podlaktice	12,1	13,6

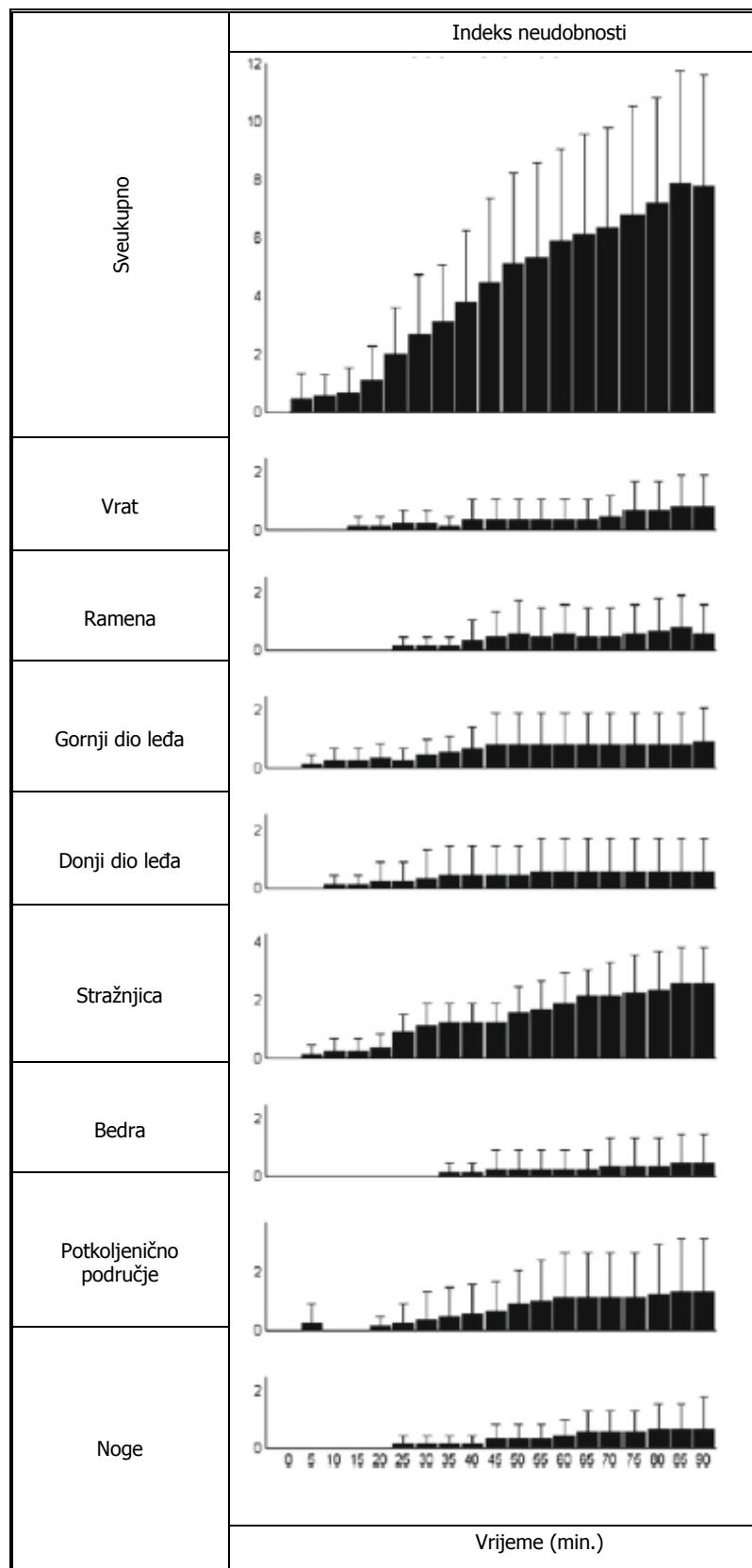
Izvor: Eltayeb i sur. (2009.): Work Related Risk Factors for Neck, Shoulder and Arms Complaints..., Occup Rehabil, Springer, str. 318

Osjećaj neudobnosti prilikom sjedenja 90 minuta na tvrdoj podlozi bez bilo kakve potpore tijelu za leđa, noge i ruke istraživali su Søndergaard i sur. (2010). Autori su došli do rezultata koji potvrđuju da kompleksniji sjedeći položaji imaju veliki utjecaj na neudobnost na različitim dijelovima tijela (nogama, potkoljenicama, bedrima, stražnjici, donjem i gornjem dijelu leđa, ramenima i vratu) prilikom dužeg sjedenja, a rezultati su prikazani grafikonom 1. Iz grafikona je vidljivo da najviše trpe sjedne kosti i potkoljenično područje što je sjedenje duže.

<sup>14</sup> Horvat, S. (2008.): Istraživanje ergonomskih parametara uredskih radnih stolica koji utječu na prokrvljenost donjih ekstremiteta korisnika – magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, str. 107.

<sup>15</sup> Cosmi, F., Hoglievina, M., Giavon, A. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of applied mechanics 4 (16), Udine, Italy, str. 123.

<sup>16</sup> Eltayeb, S., Staal, J.B., Hassan, A. (2009.): Work Related Risk Factors for Neck, Shoulder and Arms Complaints: A Cohort Study Among Dutch Computer Office Workers, Occup Rehabil, Springer, str. 315.



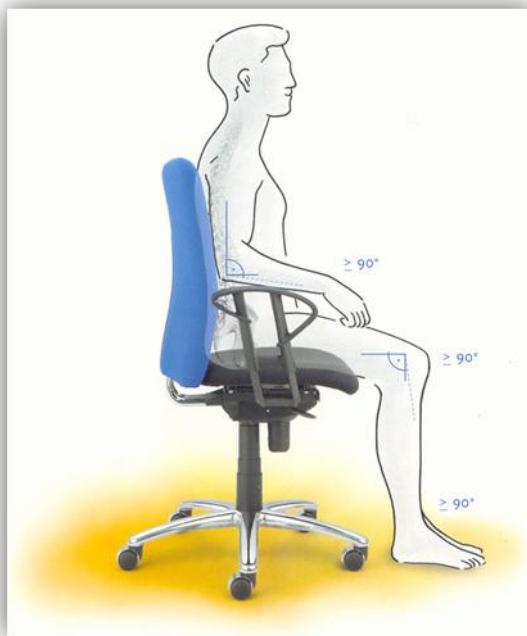
Grafikon 1. Indeks neudobnosti za pojedine dijelove tijela pri 90 minutnom sjedenju na tvrdoj podlozi

Izvor: Søndergaard i sur. (2010.); The variability and complexity of sitting postural control..., Jurnal of biomechanics, str. 1999.

### 3.1.1. "Pravilan položaj" sjedenja

"U sjedenju, baš kao i u ležanju, zapravo nema tipičnog položaja. U svom istraživanju kvalitete ležaja, Grbac (1988.) navodi da svaki spavač ima veliki raspon najrazličitijih položaja."<sup>17,18</sup>

Prema preporukama koje se mogu pronaći u različitim normama, brošurama i sličnim vodičima zdravog sjedenja upućuje se da visinu stolice treba namjestiti tako da laktovi s podlakticama, ako su ruke oslonjene na površinu stola ili na tipkovnici, čine kut  $\geq 90^\circ$ . Koljena također trebaju formirati kut  $\geq 90^\circ$  dok stopala trebaju ravno prianjati na pod (slika 1.).



*Slika 1. Preporučeni sjedeći položaj prihvaćen u HRN EN 1335-1*

Izvor: [http://www.livescience.com/health/061128\\_backpain\\_sitting.html](http://www.livescience.com/health/061128_backpain_sitting.html)

S ovim se ne slažu baš svi autori, npr. Mandal (1991.) u svom radu poprilično kritizira ovakav "uspravni, pravokutni" položaj sjedenja i norme koje to nalažu. Autor navodi da se "posljednjih 30-40 godina pokušava poboljšati sjedeći radni položaj za sve uzraste i to mijenjajući stari namještaj novim tipovima stolova i stolica. Takozvani uspravni pravokutni položaj – kod kojega su kutovi u kukovima, koljenima i laktovima pod  $90^\circ$  – iz nepoznatih se razloga počeo shvaćati ispravnim."<sup>19</sup> Nitko još do sada nije dao realno objašnjenje zašto bi taj položaj bio bolji od bilo kojeg drugog.

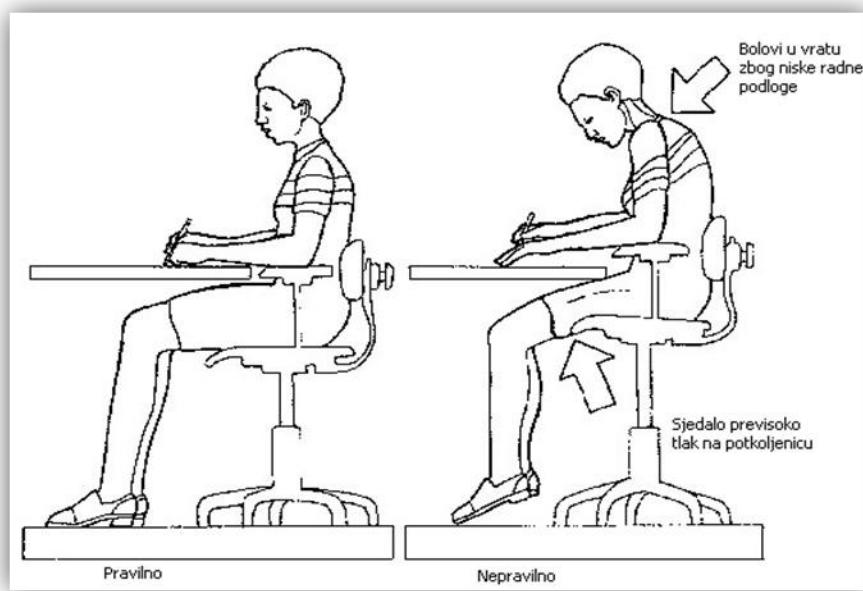
<sup>17</sup> Grbac, I. (1988.): Istraživanje kvalitete ležaja i poboljšanje njegove konstrukcije – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 35.

<sup>18</sup> Grbac, I., Ivelić, Ž. (2005.): Ojastučeni namještaj, Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, Akademija tehničkih znanosti, Zagreb.

<sup>19</sup> Mandal, A.C. (1991.): Investigation of the lumbar flexion of the seated man, International Journal of Industrial Ergonomics, 8, Elsevier Science Ltd., str. 75.

Sjedenje ima veliki utjecaj na mišiće, probavni sustav, cirkulaciju, disanje i kosti. Stoga stolicu, radni stol i računalo treba prilagoditi u pravilan položaj kako nakon kratkog vremena ne bi došlo do mogućih ozljeda. Dobro osmišljen radni prostor je vrlo važan za prevenciju bolesti vezanih uz loše uvjete rada. Ako je radno okruženje pravilno dizajnirano, omogućilo bi se radniku pravilan i udoban položaj tijela.<sup>20</sup> To je od velike važnosti jer neudobnost na radnome mjestu može uzrokovati niz problema kao što su:

- Ozljede leđa;
- Problemi s cirkulacijom;
- Razvoj i pogoršavanje ozljeda.



*Slika 2. Primjeri pravilnog i nepravilnog odnosa visine sjedala i radne površine*

Izvor: <http://actrav.itcilo.org/actrav-english/telelearn/osh/ergo/ergonomi.htm>

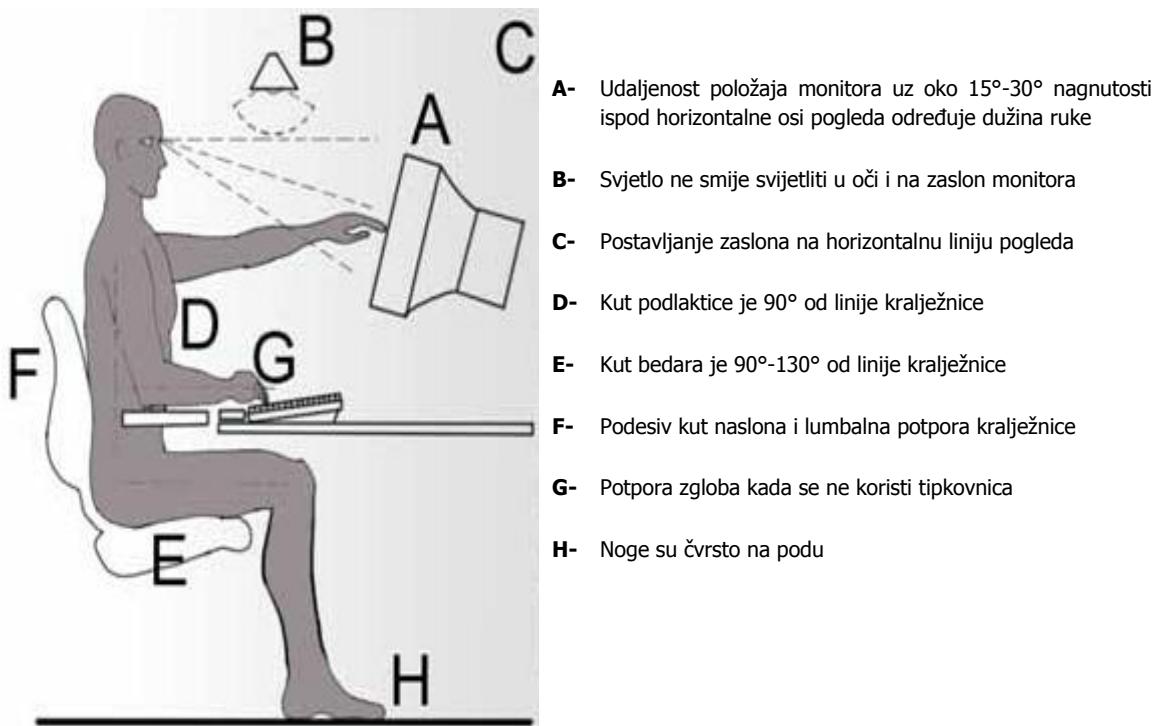
Ergonomске smjernice za pravilan sjedeći položaj pri radu (slika 2.) su sljedeće:

- ✓ Korisnik treba biti u mogućnosti dosegnuti do cijelog radnog područja, bez nepotrebnih istezanja i sagibanja.
- ✓ Pravilan sjedeći položaj omogućuje korisniku "uspravno" sjedenje.
- ✓ Radni stol i stolica trebaju biti tako koncipirani da radna površina bude u istoj razini kao i laktovi.
- ✓ Leđa trebaju biti ravna, a ramena opuštena.
- ✓ Ako je moguće, treba postojati neki oblik podesive potpore za koljena, podlaktice ili ruke.

<sup>20</sup> <http://actrav.itcilo.org/actrav-english/telelearn/osh/ergo/ergonomi.htm>

Glavni uzroci tih problema su:

- Loše dizajnirana stolica (ne poštivanje normi);
- Predugo sjedenje (nedostatak kretanja);
- Nedostupnost (stvari na radnome mjestu).



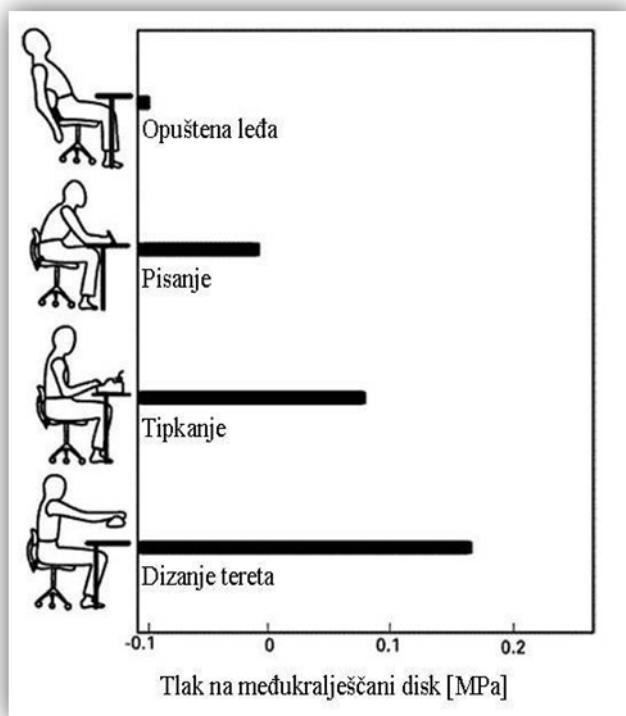
Slika 3. Pravilan položaj tijela prilikom rada na računalu

Izvor: <http://productivegeek.com/articles/preventing-repetitive-strain-injury-the-geeky-way/>

Pravilna uredska stolica treba zadovoljiti određene zahtjeve (slika 3.):

- Uredska stolica treba odgovarati obavljanju određenih poslova i za određene visine radnih stolova;
- Visinu sjedala i visinu naslona za leđa treba podešavati odvojeno kako bi bili postavljeni u najpovoljniji položaj;
- Stolica treba omogućiti korisniku lako naginjanje naprijed i unazad;
- Korisnik treba imati dovoljan prostor ispod radnog stola, te mogućnost mijenjanja položaja nogu;
- Noge trebaju biti ravno na podu. Ako to nije moguće, potrebno je koristit oslonac za noge jer pomaže pri eliminiranju pritiska na stražnje dijelove bedara i koljena;
- Stolica treba imati lumbalnu potporu u donjem dijelu naslona.

Kao što je prikazano, kralježnica trpi daleko manji pritisak kada je korisnik nagnut prema natrag, što znači više udobnosti i manji rizik od ozljeda (slika 4.).



*Slika 4. Iznos tlakova na međukralješčane diskove pri uobičajenim položajima radnog sjedenja*

Izvor: <http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=95&C=371&P=2>

Individualne prilagodbe računalnog radnog mjestu (stolica, visina, položaj ekrana, rukonaslon, itd.) predložene su od strane odjela za zaštitu zdravlja te se u tvrtki pregledavaju jednom godišnje ili na zahtjev zaposlenika.<sup>21</sup> No, položajima pri sjedenju i mišićnoj aktivnosti donjeg dijela leđa se u kontekstu zaštite zdravlja na radnom mjestu ne pridaje dovoljno pažnje i zaposlenici imaju više izbora pri odabiru raznih položaja. Dizajn stolice, korištenje naslona i rukonaslona razlikuju se od jednog radnog mjestu do drugog, a ovise i o pojedinačnim preferencijama. Međutim, mogu značajno utjecati na stupanj naprezanja kralježnice koji se razlikuje između sjedenja na radnom mjestu i opuštenog sjedenja (Leivseth i Drerup, 1997.).<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Mork P. J., Westgaard R. H. (2009.): Back posture and low back muscle activity in female computer workers: A field study, Clinical Biomechanics 24, Elsevier Ltd., str. 170

<sup>22</sup> citirano u: op. cit, str. 169.

### 3.2. Subjektivna i objektivna istraživanja udobnosti uredskih stolica

Istraživanje Cosmia i sur. (2008.) temeljilo se na objektivnim podacima i to: antropometrijskim mjerjenjima, parametrima za dizajn stolice te distribuciji tlaka tijela, ali i na subjektivnim ocjenama dobivenim iz upitnika. Cilj istraživanja bio je ocijeniti učinke ergonomije stolica na opterećenje leđnih mišića i nogu povezujući ih sa stupnjem udobnosti.<sup>23</sup> U studiji je ispitivano šest različitih vrsta stolica (slika 5.).

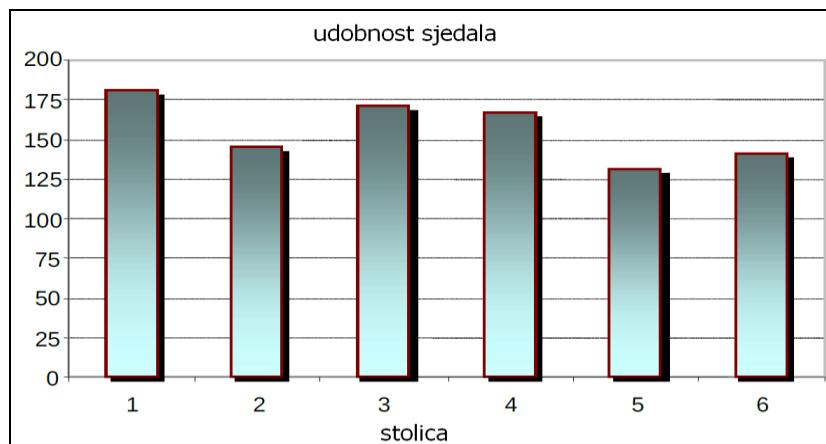


*Slika 5. Izgled uredskih stolica u istraživanju utjecaja činitelja dizajna na udobnost*

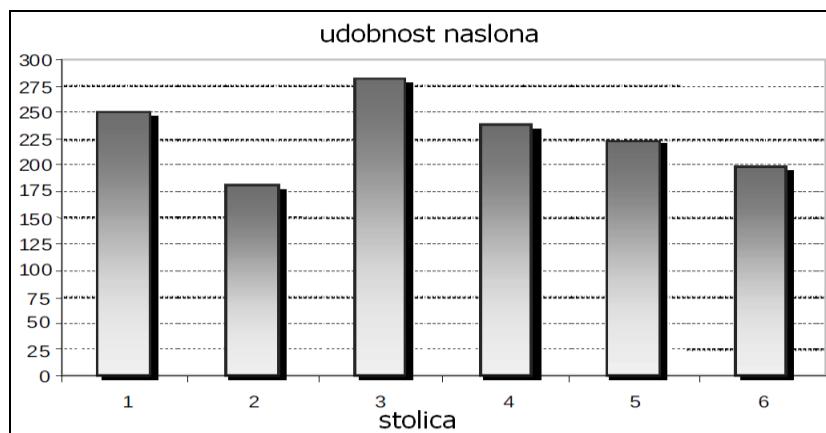
Izvor: Cosmi i sur. (2008): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of app. mechanics 4 (16), Udine, Italy, str. 124

U navedenom istraživanju provedeno je ispitivanje subjektivne ocjene udobnosti kako bi se ocijenila udobnost stolice. Svaki od 12 ispitanika sjedio je 20 minuta na svakoj od šest testiranih stolica i ocijenio udobnost sjedala (za područje sjednih kostiju i bedra) i naslona (u gornjem, srednjem i lumbalnom dijelu leđa) ocjenom od 0 do 10. Ocjene udobnosti su prikupljene zajedno s ocjenom estetike stolica u upitniku koji je prethodno podijeljen ispitanicima. Subjektivno zadovoljstvo ispitanika za udobnost sjedala prikazano je u grafikonu 2, a za naslon u grafikonu 3.

<sup>23</sup> Cosmi, F., Hoglievina, M., Giavon, A. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of applied mechanics 4 (16), Udine, Italy, str. 123



Grafikon 2. Subjektivno zadovoljstvo ispitanika za udobnost sjedala



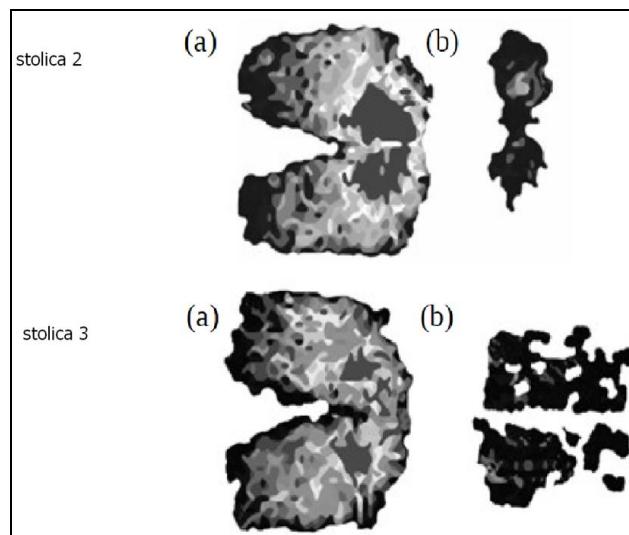
Grafikon 3. Subjektivno zadovoljstvo ispitanika za udobnost naslona

Izvor: Cosmi i sur. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of app. mechanics 4(16), Udine, Italy, str. 125.

Trajanje sjedenja za vrijeme mjerena određeno je kao kompromis između potrebe za postizanjem značajnih rezultata u kratkom vremenskom razdoblju i sniženja troškova istraživačkog projekta, iako neki autori (Lee i sur., 1993.) smatraju da relevantnost ocjene raste s trajanjem pokusa i smatraju da su potrebna duža razdoblja u sjedećem položaju (do 8 sati) za pravilnu ocjenu udobnosti stolice.<sup>24</sup>

Kod objektivnog ispitivanja mjerena je distribucija tlaka uz uporabu sustava za mjerjenje tlaka tijela na površini (*Body pressure measurement system*). Distribucija tlaka tijela na svaku stolicu ocjenjivala se za svakog ispitanika pomoću dvije matrice senzora postavljenih na sjedalo i naslon. Zabilježeni su rezultati poput dodirne površine naslona, dodirne površine sjedala, prosječnog tlaka na naslon, prosječnog tlaka na sjedalo, najvišeg tlaka na naslon i najvišeg tlaka na sjedalo. Primjer distribucije tlaka tijela na dvije različite stolice prikazan je na slici 6.

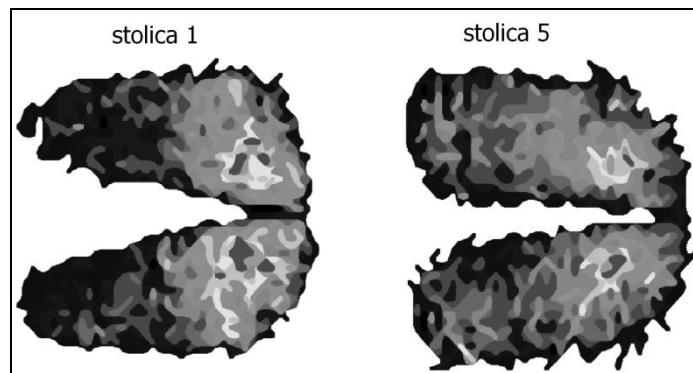
<sup>24</sup> Cosmi, F., Hoglievina, M., Giavon, A. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of applied mechanics 4 (16), Udine, Italy, str. 125



*Slika 6. Distribucija tlaka tijela  
a) na sjedalo, b) na naslon*

Izvor: Cosmi i sur. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of app. mechanics 4(16), Udine, Italy, str. 127.

Dobiveni rezultati ukazuju na to da je udobnost sjedala povezana s raspodjelom kontaktnog tlaka, a ne s vrijednosti najvišeg tlaka. Najviši tlak na većini stolica (stolica 1) je koncentriran na području sjednih kostiju, te na taj način snažno podupire tijelo. S druge strane, ravnomjerna raspodjela tlaka prisutna je na manje udobnoj stolici (stolica 5) što ukazuje da je potkoljenično područje vrlo osjetljivo na srednje visoke tlakove koji mogu utjecati na cirkulaciju krvi (slika 7.).<sup>25</sup>



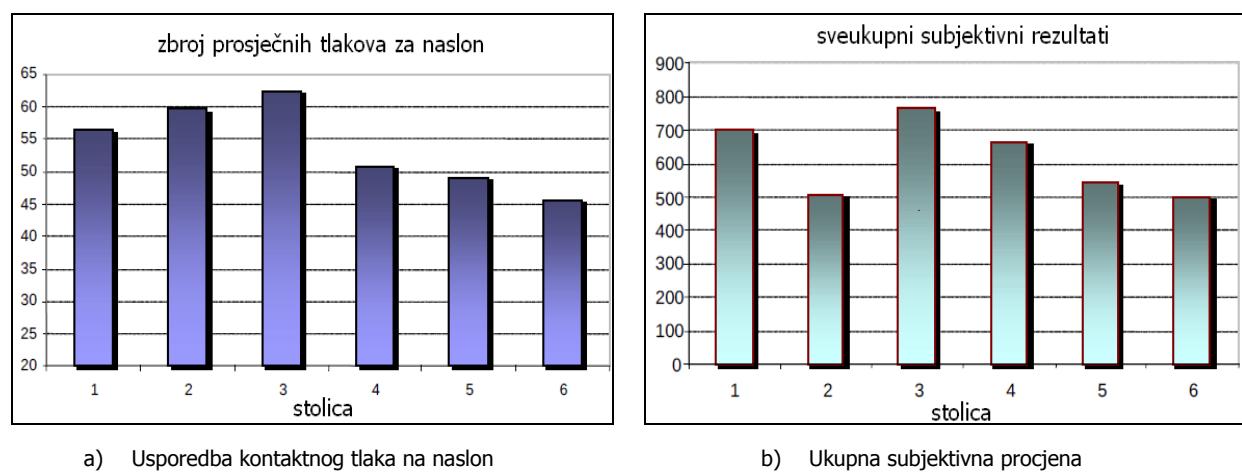
*Slika 7. Rezultati distribucije tlaka na stolicama*

Izvor: Cosmi i sur. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of app. mechanics 4 (16), Udine, Italy, str. 128.

<sup>25</sup> Cosmi, F., Hoglievina, M., Giavon, A. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of applied mechanics 4 (16), Udine, Italy, str. 128

Udobnost naslona usko je povezana s vršnim kontaktnim tlakom ( $P_{max}$ ) te s oblikom i visinom lumbalnog dijela potpore, što ukazuje da je potrebna snažna lumbalna potpora kako bi se zadržao pravilan položaj kralježnice i spriječila bol u mišićima.

Zanimljivi rezultati otkriveni su usporedbom najvišeg kontaktnog tlaka na naslon s općenitom udobnosti stolice (grafikon 4.): ocjena stolica je gotovo jednaka, uz izuzetak stolice 2 koja se smatra manje udobnom zbog nedovoljne kontaktne površine naslona, unatoč snažnoj lumbalnoj potpori koju stolica pruža. Također, može se naglasiti da se ocjena zadovoljstva s naslonom (grafikon 3.) podudara s općenitim zadovoljstvom stolicom, naglašavajući da naslon ima neočekivano važnu ulogu u općoj udobnosti stolice.



Grafikon 4. Usporedba kontaktnog tlaka na naslon (a) i ukupna subjektivna procjena (b)

Izvor: Cosmi i sur. (2008.): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, Bulletin of app. mechanics 4 (16), Udine, Italy, str. 128.

Uspoređujući objektivne i subjektivne metode u ovom istraživanju vidljivo je da rezultati kojima su ispitanici prema svojem osjećaju ocijenili pojedine stolice odgovaraju rezultatima koji su dobiveni prilikom čitanja sustava za mjerjenje iznosa tlaka. Iako je veće odstupanje samo za stolicu 2 koja je od korisnika dobila manju ocjenu nego što se to pokazalo mjeranjima, može se sa sigurnošću reći da nema značajnih odstupanja između subjektivne i objektivne metode.

### 3.2.1. Subjektivne metode

Neudobnost je opći i subjektivan osjećaj koji se povećava kada se na ljudsko dobro fiziološko ili dobro psihološko stanje negativno utječe. Neudobnost izazvana tlakom je psihološki aspekt ljudske neudobnosti. Mjerjenje neudobnosti izazvane tlakom je psihofizički problem (Poulton, 1982.). Tehnike vrednovanja skalama prirodan su i uobičajen pristup i široko su rasprostranjene za procjene intenziteta udobnosti i neudobnosti. Skale su često neobjektivne zbog mana u konceptu ili strukturi, uputama, načinu podražaja itd. U želji da se izbjegnu nedostaci subjektivnih metoda čine se razni pokušaji objektiviziranja ispitivanja u određenim uvjetima i režimima (Grbac, 1984.).<sup>26</sup>

Metode utvrđivanja udobnosti na osnovi subjektivnog karaktera su u biti vrlo slične. Kao jednu od takvih možemo spomenuti metodu utiskivanja prsta kako je to opisao Riemhofer (1974.).<sup>27</sup> U osnovi radi se o snažnom utiskivanju prsta u uzorak, a nakon izvlačenja mjeri se vrijeme potrebno za izravnavanje udubljenja. Zatim su poznate metode utiskivanja laka ili ocjenjivanje prema osjećaju ugodnosti ležanja testiranih osoba. Sve te metode zasnivaju se na osnovi iskustva i na osnovi osjećaja za utvrđivanje razine kvalitete pod subjektivnim utjecajem. Pritom je korisno simulirati tipične slučajeve opterećenja. Nažalost, iako su razvijene razne metode koje prilično dobro oponašaju opterećenja ojastučenih obloga u upotrebi, nisu razrađeni i usvojeni kriteriji za vrednovanje i ocjenjivanje udobnosti ispitivanih materijala.

Richards (1980.) je, grubo uzevši, izabrao brojne subjektivne metode mjerjenja koje se izravno odnose na ispitivanje osoba koliko im je udobno. Ova se metodologija može smatrati vrlo izravnom s obzirom da su udobnost/neudobnost subjektivan izričaj osjećaja.<sup>28</sup>

Na primjeru subjektivnog istraživanja (Vlaović, 2005.) svaki je ispitanik sjedio na četiri stolice, na svakoj dva radna dana. Metoda ispitivanja udobnosti uredskih stolica prema osjećaju i mišljenju korisnika temeljila se na ispunjavanju upitnika u kojemu su ispitanici odgovarali na zadane tvrdnje-pitanja nakon sjedenja na stolicama određeno vrijeme. Prvog dana ispitanici su ispravno namjestili položaj sjedenja prema priloženim uputama i počeli koristiti stolicu. Drugog dana, nakon tri sata sjedenja ispunjavali su upitnik. Nakon toga su zamijenili stolicu i ponovili dvodnevni ciklus. Prije popunjavanja upitnika, svatko je sjedio na stolici najmanje tri sata bez većih stanki. Naravno da se od ispitanika nije očekivalo da sjede neprekinito cijelo vrijeme jer to s ergonomskog ili fiziološkog stajališta nije primjeren. Napomenuto im je da svakako uzimaju kraće pauze i to barem svaka dva sata tijekom radnog dana.<sup>29</sup>

Glavni cilj studije koje su proveli Mork i Westgaard (2009) bilo je definiranje položaja modela stražnjih mišića i vezu između tih varijabli kod žena koje sjede za računalima u neograničenim te uglavnom sjedećim radnim situacijama. Mišićna aktivnost mjerena je elektromiografijom (EMG) – elektrode su bile postavljane na donji dio leđa ispitanika i bilježile su položaj karakterističnih mišića.

<sup>26</sup> Grbac, I. (1988): Istraživanje kvalitete ležaja i poboljšanje njegove konstrukcije – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 102

<sup>27</sup> Grbac, I. (1984.): Istraživanje trajnosti i elastičnosti različitih konstrukcija ležaja – magisterski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 129.

<sup>28</sup> De Looze, M.P., Kujit-Evers, L.F.M., van Dieen, J. (2003.): Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures, *Ergonomics*, 46 (10), Taylor & Francis Ltd., str. 986.

<sup>29</sup> Vlaović, Z. (2005.): Istraživanje udobnosti uredskih radnih stolica, magisterij, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, str. 93.

Korištene su uobičajene uredske stolice s blago nagnutim naslonom i vodoravno postavljenim sjedalom. Intenzitet boli u donjem dijelu leđa (*LBP – Low Back Pain*) bilježen je na vizualnoj analognoj skali (*VSA – Visual Analogue Scale*) od 10 cm, svakog sata s rasponom od vrlo nisko do vrlo visoko. Bodovanje intenziteta boli provodilo se isključivo u slučaju kada su ispitanici izjavili da je bol postojala (*da/ne*).

Jedna od subjektivnih metoda su sustavi za procjenu na bazi psiholoških skala njihovo glavno obilježje je nastojanje da se pomoću njih izravno mjere psihičke osobine čovjeka.

Prednosti subjektivnih metoda:

- Ekonomičnost – u kratkom vremenu može se ispitati veliki broj ispitanika i dobiti veliki broj podataka;
- Intuicija i mišljenje korisnika;
- Ocjenjivati mogu pojedinci ili stručnjaci.

Nedostaci subjektivnih metoda:

- Pitanja je teško prilagoditi svima;
- Mogućnost ispitanika da kontrolira svoje odgovore, ponekad je nemoguće ocijeniti dali su iskreni ili neiskreni.

### 3.2.2. Objektivne metode

Objektivne metode (npr. mjerjenje raspodjele tlaka, EMG ili analiza položaja) mogu imati neke prednosti u usporedbi sa subjektivnima: manje vrijeme korištenja, zahtijevaju manji broj ispitanika, nisu sklone greškama mjerjenja ili pristranosti i primjenjive su u procesu dizajna (Lee i sur. 1993). "S druge strane objektivne su metode za procjenu udobnosti neizravne."<sup>30</sup> "Položaj, kretnje, mišićna aktivnost, opterećenje kralješnice – variable su objektivnih mjerena za koje postoji sumnja da bi njihovo mjerjenje bilo korisno u procjeni sjedala i dizajna, jer za sada još nije jasno kada i kako su te variable povezane s udobnosti i neudobnosti."<sup>31</sup> "Ono što je najbolje, one daju naznake individualne udobnosti sjedenja, ali zapravo mjere nešto drugo (distribuciju tlakova, mišićnu aktivnost, lumbalnu zakrivljenost). Objektivne metode mogu tvoriti korisnu nadopunu subjektivnim metodama samo ako postoji korelacija objektivnih mjerena i udobnosti sjedenja."<sup>32</sup>

Primjeri objektivnih mjerena uključuju elektromiografiju, mjerena tlakova međukralješčanih diskova, mikroklimu dodira korisnika i sjedala i slično. Jedan od najbolje razvijenih pristupa zasniva se na mjerenu tlakova u sučelju korisnik-sjedalo.<sup>33</sup> Znanja o kontaktnom tlaku dostupna su iz sustava koji "mapiraju" tlakove. Vrijednosti tlakova i raspodjela tlakova mjere se tankim mjernim prostirkama koje se postavljaju između površine sjedala i korisnikove stražnjice (Hastings, 2000.).<sup>34</sup>

Jürgens (1997.) je u svom istraživanju distribucije tlakova pri sjedenju došao do rezultata da se u funkcionalno dobrom ojastučenju dosegnuta vrijednost tlaka od 100 mbara (75 mmHg) u kritičnoj zoni ispod sjednih kostiju smatra udobnom i biomehanički poželjnom te da se može uzeti kao optimalna vrijednost za normalno agilno ljudsko biće (slike 8. i 9.) što je suprotno rezultatima Landisa (1930.).<sup>35</sup> Međutim, mnogo je čimbenika pored samog tlaka koji dodatno utječe na nečiju sklonost prema razvoju tlačnih ozljeda (npr. trenje, temperatura, tonus mišića, morfologija, metaboličke aktivnosti...).<sup>36,37</sup> Napor za stvaranje boljih ojastučenja sjedala općenito naglašavaju smanjenje apsolutnog tlaka ispod sjednih kostiju, smanjenje velikog tlačnog gradijenta i stvaranje ravnomjerne raspodjele opterećenja na stražnjicu i bedra (slike 10. i 11.).<sup>38</sup>

<sup>30</sup> De Looze, M.P., Kujit-Evers, L.F.M., van Dieen, J. (2003.): Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures, *Ergonomics*, 46 (10), Taylor & Francis Ltd., str. 986.

<sup>31</sup> op. cit., str. 996.

<sup>32</sup> op. cit., str. 986.

<sup>33</sup> Kolich, M., Seal, N., Taboun, S. (2004.): Automobile seat comfort prediction: statistical model vs. artificial neural network, *Applied Ergonomics* 35, str. 276.

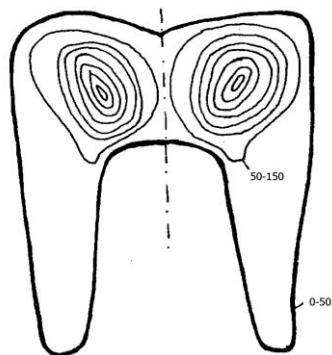
<sup>34</sup> citirano u: Eitzen I. (2004.): Pressure mapping in seating: A frequency analysis approach. *Arch Phys Med Rehabil* 85, str. 1136.

<sup>35</sup> citirano u: Jürgens, H.W. (1997.): Seat pressure distribution, *Coll. Antropol.* 21 (2), str. 362.

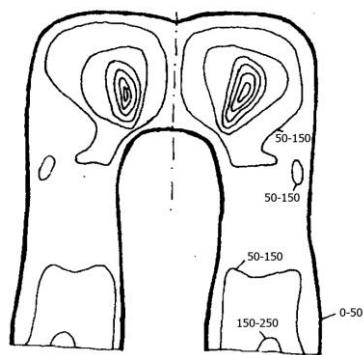
<sup>36</sup> citirano u: Eckrich, K.M., Patterson, P.E. (1991.): Dynamic interface pressure between seated users and their wheelchairs, *International Journal of Industrial Ergonomics* 8, str. 116 i 117.

<sup>37</sup> citirano u: Stinson MD, Porter-Armstrong A, Eakin P. (2003.): Seat-interface pressure: A pilot study of the relationship to gender, body mass index, and seating position. *Arch Phys Med Rehabil* 84, str. 405.

<sup>38</sup> citirano u: Eckrich (1991.): op.cit., str. 117.

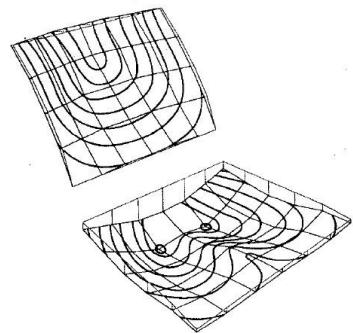


*Slika 8. Distribucija tlaka na sjedalu koje je 5 cm niže od duljine potkoljenica*

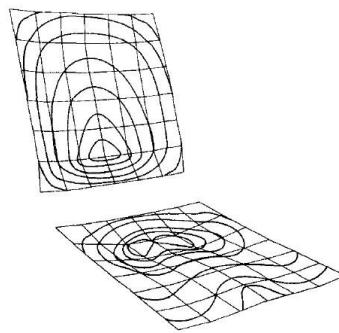


*Slika 9. Distribucija tlaka na sjedalu koje je 5 cm više od duljine potkoljenica  
(vidljivo opterećenje stražnjeg koljena)*

Izvor: Jürgens, H.W. (1997.): Seat pressure distribution, str. 360. i 361.



*Slika 10. Distribucija tlakova na vrlo mekom sjedalu*



*Slika 11. Distribucija tlakova na sjedalu s tvrdim ojastućenjem  
i s glavnim područjem potpore ispod sjednih kostiju i zdjeličnog obroča*

Izvor: Jürgens, H.W. (1997.): Seat pressure distribution, str. 364. i 365.

Iako mjerjenja tlaka omogućuju objektivne podatke s obzirom na doticaj tijela i sjedala, rezultati se općenito moraju interpretirati s oprezom zbog toga što ne postoji prihvaćena metoda za analizu podataka distribucije tlakova (Remsburg i Bennett, 1997.). Izmjerene vrijednosti ovise o tri polazišta: prvo je povezano s vrstom korištenih senzora tlaka (Ferguson-Pell i Cardi, 1993.), drugo je vezano uz položaj i dimenzije senzora (Ferguson-Pell, 1980.) i treće o vremenu provedenom u mjerjenjima (Bar, 1991.).<sup>39</sup>

U proučenoj literaturi više se spominje sjedenje u automobilima, avionima i invalidskim kolicima, nego li na uredskim stolicama. Istraživanja su se uglavnom bazirala na objektivnim mjerjenjima i to uglavnom tlaka i utjecaja tlakova na udobnost.

<sup>39</sup> citirano u: Aissaoui, R., Kauffmann, C., Dansereau, J., Guise de, J.A. (2001.): Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able-bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm, Medical Engineering & Physics 23, str. 360.

Takva istraživanja sadržavala su ili subjektivne ili objektivne metode ispitivanja tako da gotovo i nije bilo radova koji su vezani za obje metode.

Prednosti objektivnih metoda:

- Specifične, brze i točne
- Rezultat postupka: nove znanstvene spoznaje

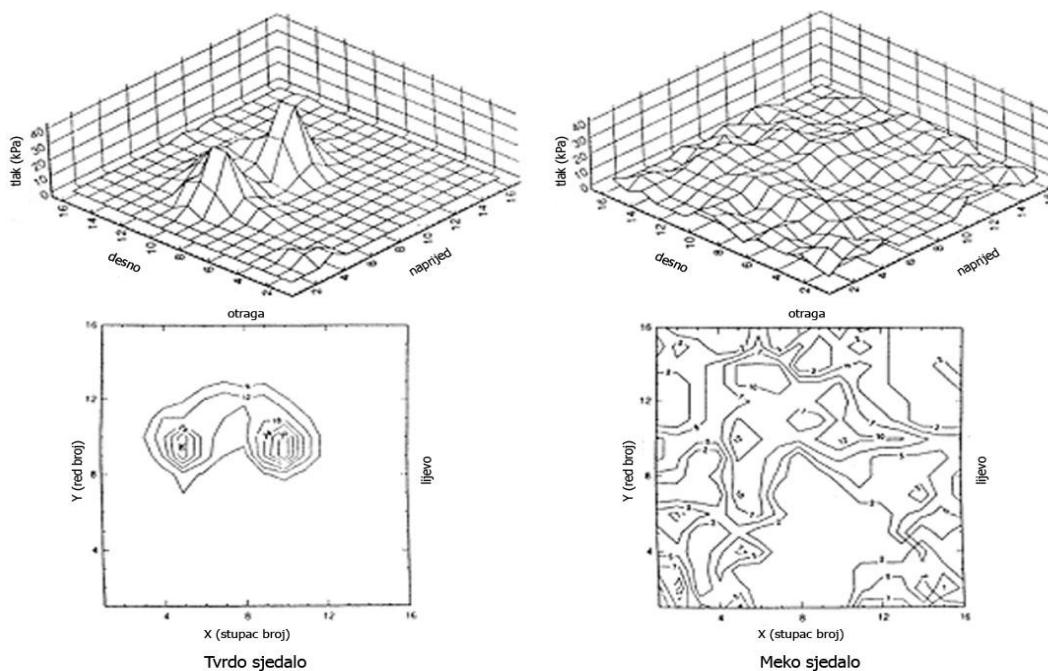
Nedostaci objektivnih metoda:

- Mogu biti zahtjevne za izvođenje
- Visoka cijena istraživanja
- Poteškoće pri sastavljanju istraživačkog tima

### 3.2.2.1. Kontaktni tlakovi pri sjedenju na uredskim stolicama

Kontaktni tlakovi javljaju se između površine sjedala i korisnika koja na njega djeluju svojom masom i oblikom dijelova tijela.

Thakurta i sur. (1995.) vrednovali su udobnost sjedenja na četiri specifične zone sjedenja koje su uključivale ramena, lumbalni dio, sjedne kosti i bedra te su pokazali dobru povezanost između mjerene distribucije statičkog tlaka i neudobnosti.<sup>40</sup>



Slika 12. Statička kontaktna raspodjela tlaka mjerena na tvrdom i nekom sjedalu

Izvor: Wu i sur. (1999.): Distribution of human-seat interface pressure on a soft automotive seat under vertical vibration, str. 549.

Slika 12. prikazuje tipičan površinski izgled i mapu izobara kontaktnog tlaka mjereno na tvrdom i mekom sjedalu pod statičkim uvjetima sjedenja. Rezultati mjerjenja pokazuju da sjedenje na tvrdoj površini izaziva dominantnu distribuciju tlakova u području sjedne kosti, s vršnim tlakom oko sjednih kvrga. Za visoki vršni tlak primjećen na tvrdom sjedalu očekuje se da izaziva zamor i neudobnost pri prodljenjem sjedenju (Bush, 1969.).<sup>41</sup> Rezultirajuća efektivna dodirna površina između čovjeka i sjedala je prilično malena, a veličina tlaka ispod bedara relativno mala.

Distribucija kontaktnog tlaka koji se javlja na mekom sjedalu je potpuno drugačija što se vidi na desnom dijelu slike 12. Težina pri sjedenju je više-manje jednolično raspoređena preko zamjetno veće sjedeće površine, a vršni je tlak bitno manji nego je bio na tvrdoj površini. Vršni statički tlak i ovdje se javlja u

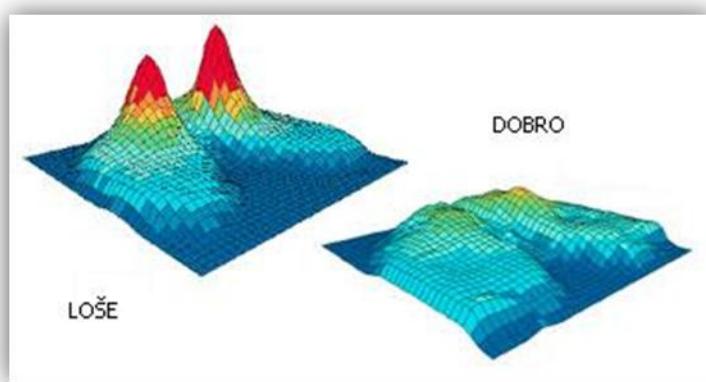
<sup>40</sup> citirano u: Wu, X., Rakheya, S., Boileau, P.-É. (1999.): Distribution of human-seat interface pressure on a soft automotive seat under vertical vibration, International Journal of Industrial Ergonomics 24, str. 546.

<sup>41</sup> citirano u: op. cit., str. 548.

blizini sjednih kostiju. Stoga se očekuje da mekano sjedalo s niskim vršnim kontaktnim tlakom smanjuje zamor (vozača) i neudobnost izazvanu lokalnom koncentracijom kontaktnog tlaka.

U istraživanju raspodjele tlakova na površini sjedala Ergić (2002.) je zaključio na osnovi obavljenih mjerjenja, biomehaničkih i antropometrijskih analiza da su distribucija i veličina tlaka sjedenja individualne karakteristike svake osobe.<sup>42</sup> Za istu starost i spol, s istom visinom i masom dobivena su različita polja tlaka. Veličina i raspored tlaka ovise o udjelima mekog tkiva i kostura, mišića i masnog tkiva, debljini i rasporedu masnog tkiva, obliku i veličini kostiju i dr. Ne postoji analitički zakon za najveći tlak. Nadalje, zaključio je da najveći tlak nije jedina važna vrijednost za dizajniranje stolica. Za konstruiranje i dizajn stolica puno važniju ulogu ima raspodjela tlaka.

"Naslon stolice trebao bi podupirati leđa bez da korisnika gura prema naprijed prilikom korištenja i time uzrokuje položaj koji ga dovodi do nagnutosti. Osim toga, potpora za kralježnicu treba biti podesiva tako da podupire položaj te da se taj položaj može promijeniti u više položaja ovisno o korisniku. Najvažnija potpora je potpora u lumbalnom dijelu kralježnice. Ergonomski stolica bi trebala ponuditi lumbalno podešavanje po visini i dubini, tako da korisnik može pravilno podesiti potporu prema zakrivljenosti donjeg dijela leđa. Procjena tlakova (slika 13.) pokazuje raspodjelu tlakova istog korisnika, ali na raznim modelima stolica. Tijekom vremena težina tijela pritišće sjedalo, gdje dolazi do većeg pritiska na području sjednih kostiju. Ukoliko je stolica niže klase te ima nižu kvalitetu sružve, i presvlaka sjedala je tanja, kod takvog modela pritisak tlaka je ubrzaniji i postaje veći."<sup>43</sup>



*Slika 13. Primjer loše i dobre raspodjele tlakova*

Izvor: <http://www.csncchairs.com/Chair-Ergonomics-101-A104.html>

U istraživanju Groenestejna i sur. (2008.) su ispitivane dvije uredske stolice, obje dizajnirane prema europskim i nizozemskim normama, ali su se razlikovale po: 1) ispunji sjedala i obliku, 2) kutu naslona, 3) upotrebljivosti upravljačkih poluga.<sup>44</sup>

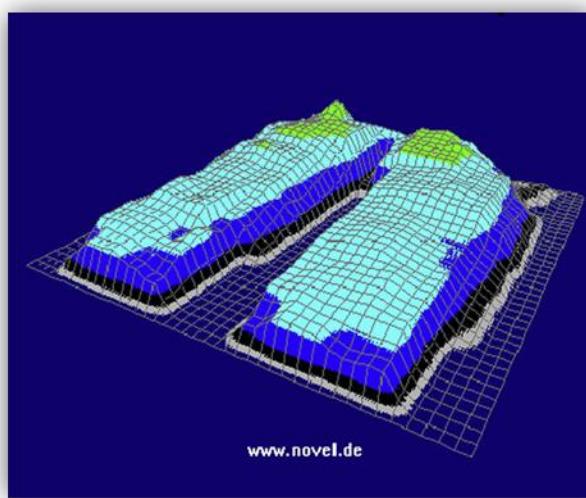
<sup>42</sup> Ergić, T. (2002.): Doprinos istraživanju raspodjela tlaka u doticajnim površinama – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, str. 82.

<sup>43</sup> <http://www.csncchairs.com/Chair-Ergonomics-101-A104.html>

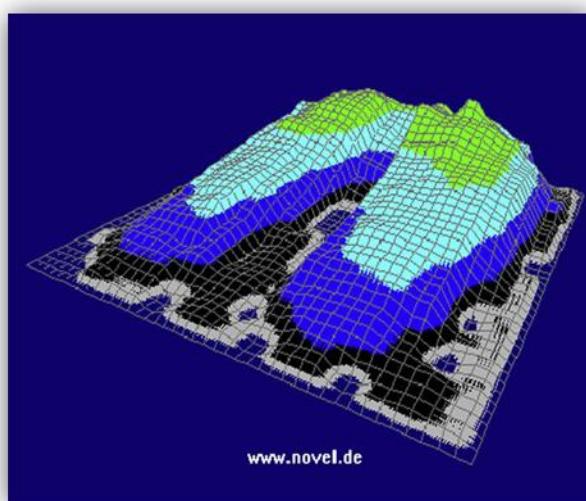
<sup>44</sup> Groenesteyn, L., Vink, P., de Looze, M., Krause, F. (2008.); Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angel design in relation to task; Applied Ergonomics 40, str. 363.

Obje su ispunjavale opće ergonomске smjernice, a ocijenjene su prije sjedenja (prvi dojam), nakon kratkog korištenja (5-10 min) i nakon dužeg korištenja (3 sata).

U navedenom istraživanju nije utvrđena statistički značajna razlika u vršnom kontaktnom tlaku između stolice A i B. Najveći tlak izmjerен na stolici A iznosio je  $1,2 \text{ N/cm}^2$ , a za stolicu B bio je  $1,3 \text{ N/cm}^2$ . Slike 14. i 15. pokazuju tipične uzorke (jednog ispitanika) za stolicu A i stolicu B i njihovu raspodjelu. Za obje stolice najviše vrijednosti tlakova vidljive su na području stražnjice oko koštanog dijela zdjelice. Najniže vrijednost tlakova vidljivi su u području natkoljenice. To upućuje na normalnu raspodjelu tlakova za uredske stolice. Međutim, promatrana je razlika iz raspodjele tlakova: stolica B pokazuje jako malen tlak u prednjem dijelu sjedala, što znači da gotovo nema kontakta s natkoljenicom na prednjem rubu sjedala. To ukazuje da sjedalo u tom području gotovo ne pruža potporu gornjem dijelu nogu.



Slika 14. Primjer raspodjele tlakova na stolici A



Slika 15. Primjer raspodjele tlakova na stolici B

Izvor: Groenesteyn i sur. (2008.); Effects of differences in office chair controls...; Applied Ergonomics 40, str. 367.

Treće stajalište u ovoj studiji je uporaba kontrola za prilagodbu stolice prema dimenzijama tijela i zahtjevu posla. Podesivost stolice je potrebna da omogući korisniku promjene položaj tijekom radnog dana (Fujimaki i Noro, 2005; Kroemer i sur., 1994; Vink, 2005.). Međutim mnogi uredski zaposlenici ne prilagođavaju svoju uredsku stolicu u najbolji položaj (Grandjean i sur., 1983; Ong i sur., 1988; Verbeek, 1991.). Studija među stotinu uredskih zaposlenika pokazala je da 63% krajnjih korisnika nikad ne prilagođavaju svoju uredsku stolicu (Vink i sur., 2007.).<sup>45</sup> Rezultati navedenog istraživanja pokazuju da 70% ispitanika preferira stolicu B naglašavajući jednostavnost prilikom uporabe poluga za podešavanje, dok 30% ispitanika preferira stolicu A s naglaskom na njezino sjedalo. Kontaktne tlakovi pri ovom istraživanju ne pokazuju jasne i značajne razlike između stolica te su te razlike usklađene s rezultatima udobnosti. Nisu nađene razlike što se tiče dizajna sjedala, udobnosti i neudobnosti, prvog dojma i vršnog kontaktnog tlaka.<sup>46</sup>

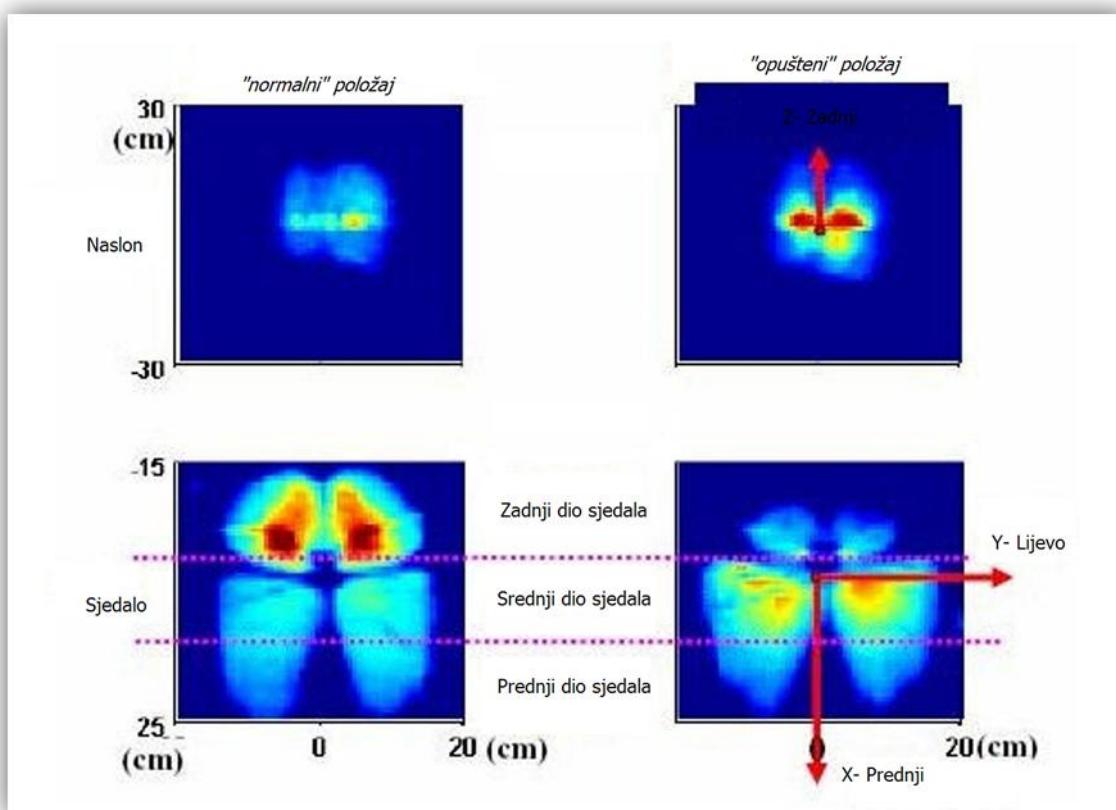
Cilj studije koje su proveli Makhsoos i sur. (2009.) je istraživanje biomehaničkog učinka sjedenja koji ima smanjenu potporu na sjedne kosti te povećanu lumbalnu potporu. Korištena je simulacijska laboratorijska stolica na kojoj su mjerena dva različita položaja sjedenja:

1. "normalni" položaj: uspravno sjedenje na vodoravnoj površini sjedala te ravnom naslonu i
2. "opušteni" položaj: uspravno sjedenje sa stražnjim dijelom sjedala nagnutim unazad za 20° u usporedbi s prednjim dijelom sjedala te s istaknutom lumbalnom potporom.

Na stolcu su postavljene dvije mjerne prostirke (Xsensor™ Pressure Mapping System, Canada) pričvršćene na površinu naslona i površinu sjedala. Iz dobivenih podataka o tlaku, izračunati su podaci o ukupnoj kontaktnej površini, vršnom kontaktnom tlaku i prosječnom tlaku na naslonu i cijeloj površini sjedala. Prikupljane podatke trajalo je 60 minuta. Promjena položaja tj. konfiguracija sjedenja mijenjala se iz "normalnog" u "opušteni" položaj svakih 10 minuta. Stoga su provedena tri bilježenja za svaki od tih dva položaja. Na slici 16. prikazano je bilježenje tlaka ispitanika koji sjedi u "normalnom" i "opuštenom" položaju. U "normalnom" položaju najveći tlak je na području sjednih kostiju i bedara.

<sup>45</sup> citirano u: Groenesteyn, L., Vink, P., de Looze, M., Krause F. (2008.); Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angel design in relation to task; Applied Ergonomics 40, str 363.

<sup>46</sup> op. cit., str. 368.-369.



*Slika 16. Reprezentativni podaci sučelja tlakova korisnika*

*Gornji red: Sučelje tlaka između naslona i korisnika, Donji red: Sučelje tlaka između sjedala i korisnika, Lijevi stupac: Mjerenje u "normalnom" položaju, Desni stupac: Mjerenje u "opuštenom" položaju*

Izvor: Makhsoos i sur. (2009.): Biomechanical effects of sitting with adjustable ischial..., *BMC Musc.Dis.*, BioMed Central Ltd., str.5.

Iz rezultata dobivenih u navedenom istraživanju otkriveno je da je "opušteni" položaj sjedenja, definiran kao opuštena potpora sjednim kostima te pojačana potpora lumbalnom dijelu, omogućava značajnu raspodjelu opterećenja pri sjedenju prolazeći od sjednih kostiju do lumbalnog dijela kralježnice, te smanjujući lumbalnu mišićnu aktivnost u asimptomatskim ispitanicima i ispitanicima s bolovima u donjem dijelu kralježnice (LBP). Zaključeno je da bi "opušteni" sjedeći položaj mogao pomoći osobama koje veći dio svojeg vremena provode sjedeći.<sup>47</sup>

U istraživanju Vlaovića i sur. (2007.) o mjerjenju tlakova pri sjedenju na uredskim stolicama provedena su mjerjenja na različitim modelima uredskih stolica pomoću mjerne prostirke (Ergocheck Chair, ABW GmbH, Njemačka). Cilj rada bio je ustanoviti ovisnost iznosa tlakova pri sjedenju o građi ljudskoga tijela i spolu.<sup>48</sup> Rezultati su pokazali trendove i ponašanje materijala ojastučenja i konstrukcija

<sup>47</sup> Makhsoos, M., Lin, F., Bankard, J., Hendrix, R.W., Matthew Hepler, M., Press, J. (2009.): Biomechanical effects of sitting with adjustable ischial and lumbar support on occupational low back pain: evaluation of sitting load and back muscle activity, *BMC Musculoskeletal Disorders*, BioMed Central Ltd., str. 10.

<sup>48</sup> Vlaović, Z., Grbac, I., Bublić, A. (2007.): Utjecaj antropometrijskih veličina korisnika na tlakove pri sjedenju na uredskim stolicama (The influence of users anthropometrical dimensions on the pressures while sitting in office chairs), Drvna industrija 58 (4), str. 183.

sjedala pod različitim opterećenjima, ovisnima o visini, masi i spolu ispitanika. Stolice su imale sjedala od rezane PU spužve, lijevane PU spužve te uokvirene mreže, a sudjelovalo je 10 ispitanika.

U tom je istraživanju analiziran utjecaj osnovnih antropometrijskih parametara na maksimalan tlak sjedenja. Za istraživanje su, između ostalog, uzeti masa i visina skupine žena i skupine muškaraca s različitim antropometrijskim parametrima. U svih modela i za oba spola zamjetno je da je najviši tlak ispod sjednih kostiju veći što je masa ispitanika manja. Postavlja se pitanje je li najveći tlak izmјeren na jednom senzoru mjerne prostirke odlučujući za osjećaj (ne)udobnosti ili je to neko šire područje maksimalnog opterećenja. To je svakako zanimljiv detalj na koji se mora tražiti odgovor u budućim istraživanjima.

## 4. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

U ovome radu, koji se temelji na već postojećim rezultatima istraživanja u okviru disertacije "Činitelji udobnosti uredskih stolica" (Vlaović, 2009.), koristile su se u nastavku navedene metode i pristupi. Zbog bolje i kvalitetnije procjene rezultata podaci su ograničeni samo na one podatke iz izvornog rada koji su bili potpuni: obuhvaćeni su podaci samo onih ispitanika koji su imali popunjeno cijeli anketni upitnik za svaku stolicu i obavljeni mjerjenje tlaka pomoću mjerne prostirke.

### 4.1. Materijal – podaci, ispitanici i uzorci

Rezultati spomenutog istraživanja o činiteljima udobnosti sjedenja na uredskim stolicama dijele se na subjektivne i objektivne. Subjektivni rezultati odnose se na odgovore ispitanika o njihovom osjećaju sjedenja na uredskim stolicama posebno za udobnost i posebno za neudobnost prema upitniku *Chair Evaluation Checklist* (Helander i Zhang, 1997.). Objektivni rezultati temelje se na mjerenjima četiri veličine izazvane sjedenjem pomoću mjerne prostirke ErgoCheck Chair (ABW GmbH, SR Njemačka).

#### ***Odgovori o udobnosti i neudobnosti sjedenja – subjektivna metoda***

Rezultati subjektivnih odgovora ispitanja udobnosti uredskih stolica prema osjećaju i mišljenju korisnika temelje se na ispunjavanju upitnika u kojemu su ispitanici odgovarali na zadana pitanja nakon sjedenja na stolicama određeno vrijeme. Iako je izvorno istraživanje sadržavalo veći broj pitanja u upitniku, za potrebe ovog istraživanja uzeta su za usporedbu ona koja se više odnose na korisnikov osjećaj za sjedalo.

Metoda korištena za spomenuto subjektivno ispitanje mišljenja i osjećaja korisnika temelji se na listi provjere stolice – *Chair Evaluation Checklist* koju su 1997. godine osmisili Helander i Zhang. Predložena lista provjere (upitnik) izravno se odnosi na temeljne deskriptore udobnosti i neudobnosti, s odvojenim procjenjivanjem udobnosti i neudobnosti na odvojenim skalama.<sup>49</sup> Upitnik se sastojao od sedam tvrdnjki o udobnosti i sedam tvrdnjki o neudobnosti prema razradi čimbenika udobnosti sjedenja, od toga su za ovo istraživanje izabrane četiri tvrdnje o udobnosti i četiri tvrdnje o neudobnosti za daljnje promatranje i usporedbu. Izabrane tvrdnje obuhvaćene upitnikom su sljedeće:

<i>Skala neudobnosti</i>	<i>Skala udobnosti</i>
▪ Osjećam bolove u mišićima (N1)	▪ Osjećam se opušteno (U1)
▪ Osjećam nejednak pritisak sjedala na bedra i stražnjicu (N3)	▪ Sjedalo je mekano (U3)
▪ Nemirno sjedim (N5)	▪ Sjedalo je prostrano (U4)
▪ Osjećam se neudobno (N7)	▪ Osjećan se udobno (U7)

<sup>49</sup> citirano u: de Looze, M.P., Kujit-Evers, L.F.M., van Dieën, J. (2003.): Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures, *Ergonomics*, 46 (10), Taylor & Francis Ltd., str. 995.

Svaka od osam tvrdnji se sastojala od opisa tvrdnje, npr. *Sjedalo je mekano*, zatim od pravca i brojeva ispod pravca od 1 do 9 (slika 17.).

Sjedalo je mekano								
nimalo	umjereno	jako						
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Slika 17. Primjer tvrdnje iz upitnika "Chair Evaluation Checklist"

Odgovore na postavljene tvrdnje ispitanici su davali označavanjem nekog mesta na dužini između brojeva 1 do 9. To se radilo znakom X ili bilo kojom drugom oznakom koja bi na određenom mjestu precrtaла liniju, nakon čega se kasnije u obradi podataka mjerila udaljenost od početka skale do oznake (X) u milimetrima i ta je mjera predstavljala jakost (intenzitet) njihova odgovora. Budući se radilo o ocjenjivanju udobnosti sjedala, a ne stolica, ispitanici su zamoljeni da se pri ispunjavanju upitnika usredotoče upravo na sjedalo i njegov utjecaj na njihovo tijelo, stražnjicu i bedra.

### **Rezultati iznosa i distribucije tlakova – objektivna metoda**

Rezultati metode mjerjenja iznosa i raspodjele tlakova koja se temeljila na mjernoj prostirki *ErgoCheck<sup>®</sup> Chair<sup>™</sup>* (skraćeno ECC) sa silikonsko-zračnim jastučićima poslužili su kao materijal za potrebe ovog istraživanja.

ECC softver ima tri načina obrade i prikaza prikupljenih podataka, tzv. verzije – *Commercial*, *Industrial* i *TimeStudy*. Za ovo analizu uzeta je *Industrial* verzija u naslonjenom položaju iz kojeg je izuzet naslon te je okvir senzora postavljen na sjedalo te su dobiveni podaci jedne osobe na šest različitih uzoraka stolica. Svaki uzorak stolice sadržavao je četiri (4) podatka: 1. *p-max* [mbar] – najviši tlak na nekom senzoru, 2. *p-avg* [mbar] – prosječni tlak na svim senzorima na kojima je tlak bio veći od nule, 3. *load* [kg] – opterećenje, odnosno masa koja je djelovala na površinu sjedenja i 4. *area* [dm<sup>2</sup>] – površina sjedenja pod opterećenjem.

### **Ispitanici i uzorci stolica**

Prilikom uzimanja podataka glavni kriterij za analizu u ovome radu i daljnje istraživanje jest da je svaki sudionik imao popunjeno anketni upitnik i obavljeno mjerjenje u naslonjenom položaju na svim ispitnim stolicama. Nakon filtriranja podataka, kriterijima su zadovoljavali rezultati 66 zdravih osoba (42 ženske i 24 muških) starosti od 19 do 64 godine. Svi ispitanici su obavljali uredske poslove u kojima su veći dio radnog dana sjedili. Dobna raspodjela ispitanika u skupinama ispod i iznad 40 godina dana je u tablici 3.

Tablica 3. Raspodjela ispitanika po starosnim skupinama

Starosna skupina	do 40 god.	više od 40 god.	$\Sigma$
žene	16	26	42
muškarci	13	11	24
$\Sigma$	29	37	66

U sljedećim tablicama prikazani su podaci ispitanika o starosti, visini i težini posebno za žene i muškarce s odnosnim frekvencijama pojedinih vrijednosti te najmanjom i najvećom vrijednosti, aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom.

Tablica 4. Osnovni podaci ženskih ispitanika (starost, visina, masa), frekvencija i udio u ukupnom uzorku

Starost (godina)	N	Postotak	Visina (cm)	N	Postotak	Masa (kg)	N	Postotak
19	1	2%	152	2	5%	53	1	2%
25	2	5%	158	1	2%	54	1	2%
26	2	5%	159	1	2%	55	3	7%
27	1	2%	160	5	12%	56	2	5%
28	1	2%	162	2	5%	58	1	2%
30	1	2%	163	2	5%	59	1	2%
31	1	2%	164	3	7%	60	2	5%
32	1	2%	165	2	5%	63	3	7%
33	2	5%	166	2	5%	65	3	7%
35	3	7%	167	1	2%	66	1	2%
37	1	2%	168	5	12%	67	2	5%
40	2	5%	169	2	5%	68	4	10%
41	1	2%	170	4	10%	70	1	2%
43	2	5%	172	2	5%	72	3	7%
44	3	7%	173	4	10%	73	1	2%
45	3	7%	175	1	2%	77	1	2%
47	1	2%	176	1	2%	78	2	5%
48	1	2%	181	1	2%	80	5	12%
49	3	7%	183	1	2%	83	1	2%
50	1	2%	Ukupno	42	100%	84	1	2%
51	2	5%	Minimum	152		85	1	2%
53	1	2%	Maksimum	183		90	1	2%
54	2	5%	Aritmetička sredina	167,5		100	1	2%
55	1	2%	Standardna devijacija	7,7		Ukupno	42	100%
56	1	2%				Minimum		53
60	2	5%				Maksimum		100
Ukupno	42	100%				Aritmetička sredina		70,3
Minimum						Standardna devijacija		12,4
Maksimum								
Aritmetička sredina								
Standardna devijacija								

*Tablica 5. Osnovni podaci muških ispitanika (starost, visina, masa), frekvencija i udio u ukupnom uzorku*

Starost (godina)	N	Postotak	Visina (cm)	N	Postotak	Masa (kg)	N	Postotak
21	1	4%	172	2	8%	70	1	4%
23	1	4%	174	1	4%	76	1	4%
24	1	4%	177	1	4%	77	1	4%
25	1	4%	179	1	4%	78	1	4%
27	1	4%	180	3	13%	82	1	4%
28	1	4%	182	4	17%	85	3	13%
30	1	4%	183	2	8%	86	1	4%
31	1	4%	184	2	8%	88	3	13%
32	1	4%	185	1	4%	90	3	13%
33	1	4%	186	3	13%	92	1	4%
34	1	4%	190	1	4%	93	2	8%
37	2	8%	191	1	4%	94	1	4%
44	2	8%	192	2	8%	95	1	4%
45	2	8%	Ukupno		100%	100	1	4%
48	1	4%	Minimum		172	105	1	4%
54	2	8%	Maksimum		192	117	1	4%
59	1	4%	Aritmetička sredina		182,7	125	1	4%
60	1	4%	Standardna devijacija		6,0	Ukupno	24	100%
62	1	4%			Minimum		70	
64	1	4%			Maksimum		125	
Ukupno		100%			Aritmetička sredina		91,4	
Minimum		21			Standardna devijacija		14,0	
Maksimum		64						
Aritmetička sredina		39,1						
Standardna devijacija		13,9						

Prethodno provedeno istraživanje bilo je zamišljeno da u njemu sudjeluju obične i po svom stasu, starosti, bolestima, navikama i poslovima koje obavljaju prosječne osobe. Drugim riječima nije bilo ciljanih skupina, osim da su to uredski zaposlenici bez povijesti bolesti lumbalnog dijela kralježnice. U profilu ispitanika moglo su se pronaći zdrave i više-manje bolesne osobe, ali svaka osoba koja je imala dijagnosticiranu bolest lumbalnog dijela kralježnice je isključena iz daljnje obrade i analize. Hall (1972.) je također u svom istraživanju isključio osobe s bolovima u lumbalnoj zoni jer se dokazalo da su takve osobe sklone krivim procjenama stolica.<sup>50</sup>

<sup>50</sup> Potter, D.W., Fortier, C.J., Rigby, W.A., Stevenson, J.M. (1998.): Development and analysis of a comparative evaluation methodology for office chairs, Proceedings of the 30<sup>th</sup> Annual Conference of the Human Factors Association of Canada, str. 198.

Izbor uzoraka koji su odabrani za istraživanje činitelja udobnosti uredskih stolica temeljio se na redovnoj ponudi na tržištu u Republici Hrvatskoj u 2008. godini. Odabrani su modeli gornjeg srednjeg cijenovnog razreda jer su takvi modeli u mogućnosti podržavati tijelo u dobrom položaju i imaju konstrukciju koja omogućuje pravilno i dobro namještanje položaja kao preduvjet udobnosti.

U istraživanju je rabljeno pet (5) modela stolica dvaju proizvođača. Uzorci dobavljača Tapo d.o.o. temeljili su se na modelima *Tex* (osnovna konstrukcija i naslon za leđa) i *Sphere* (oblik i podloga sjedala) i za ovo istraživanje dobili su kodne oznake BS, IS i KS. Uzorci dobavljača Inkea d.o.o. bili su standardni modeli njemačkog proizvođača *TopStar GmbH* i to *Lady Sitness* te *New Med Art 10*, a za potrebe istraživanja kodirani su oznakama LS i MA. Pojedinosti svakog uzorka bit će opisane u nastavku. Izgled modela stolica prikazan je na slici 18.



*Slika 18. Pet modela stolica rabljenih u istraživanju (abecednim redom)*

Slike 19. do 20. prikazuju specifične detalje pojedinog modela stolice u istraživanju, a uz njih se nalazi i detaljan opis svakog sjedala.

**Model BS (*Bay Seat*).** Sjedalo modela BS bilo je debljine oko 60 mm sastavljeno od dviju vrsta poliuretanske (PU) rezane spužve oznake kvalitete PG 65120 debljine oko 20 mm u donjem sloju i PT 3246 debljine oko 40 mm u gornjem sloju. Ukupna gustoća tako konstruiranog sjedala bila je  $41,3 \text{ kg/m}^3$ . Glavna karakteristika sjedala BS je urez (slika 19.) na njegovom stražnjem dijelu s primarnom zamisli da olakša dugotrajno sjedenje prije svega muškarcima smanjenjem pritiska na prostatu, ali i za oba spola u smislu smanjenja opterećenja na trtičnu kost. Ovo sjedalo je patentirana inovacija.



*Slika 19. Detalji modela BS*



Slika 20. Detalji modela IS

**Model IS (*Island Seat*).** Sjedalo modela IS bilo je debljine oko 60 mm sastavljeno od poliuretanske (PU) rezane spužve oznake kvalitete PT 3246 na gotovo cijeloj površini, osim na dijelu ispod sjednih kostiju, gdje je bio ulijepljen umetak (slika 20.) debljine oko 60 mm konstrukcije KS. Upravo taj umetak u zoni ispod sjednih kostiju, sa zadaćom smanjenja tlakova i stvaranjem veće udobnosti bio je glavna karakteristika sjedala IS.



Slika 21. Detalji modela KS

**Model KS (KonStrukcija).** Sjedalo modela KS bilo je debljine oko 60 mm sastavljeno od dviju vrsta poliuretanske (PU) rezane spužve oznake kvalitete PG 65120 debljine oko 20 mm u donjem sloju i PT 3246 debljine oko 20 mm srednjem sloju te viscoelastične PU spužve, tzv. *MemoryFoam* (MF) debljine 20 mm u gornjem sloju (slika 21.). Ukupna gustoća tako konstruiranog sjedala bila je  $48,5 \text{ kg/m}^3$ . Glavna karakteristika sjedala je upravo "sendvič" konstrukcija s uporabom viscoelastičnog materijala.



Slika 22. Detalji modela LS



**Model MA (Med Art 10).** Sjedalo modela MA bilo je debljine oko 55 mm od PU hladno lijevane spužve označe kvalitete 4040 s gustoćom od 40 kg/m<sup>3</sup>. Glavna karakteristika sjedala je bila elastična veza s mehanizmom pomoću patentiranog sustava *Body Balance Tec*<sup>®</sup> što mu je omogućavalo trodimenzionalno gibanje (slika 23.).

Slika 23. Detalji modela MA

Tehničke karakteristike svih modela stolica i njihove funkcionalne dimenziye nalaze se u izvornome radu (Vlaović, 2009.).<sup>51</sup>

---

51

## 4.2. Metode istraživanja

Metode istraživanja u ovome radu temelje se na analizi rezultata i promatranju grafičkih prikaza raspoloživa tlakova iz istraživanja o činiteljima udobnosti sjedenja na uredskim stolicama (Vlaović, 2009.).

Na samom početku analiziranja podataka subjektivnih odgovora i objektivnih rezultata uočene su njihove raznovrsne kombinacije, te su s toga u ovom radu provedene dvije različite metode tj. analize.

### 4.2.1. Usporedba grafičkih podataka sa subjektivnim osjećajima – Metoda 1

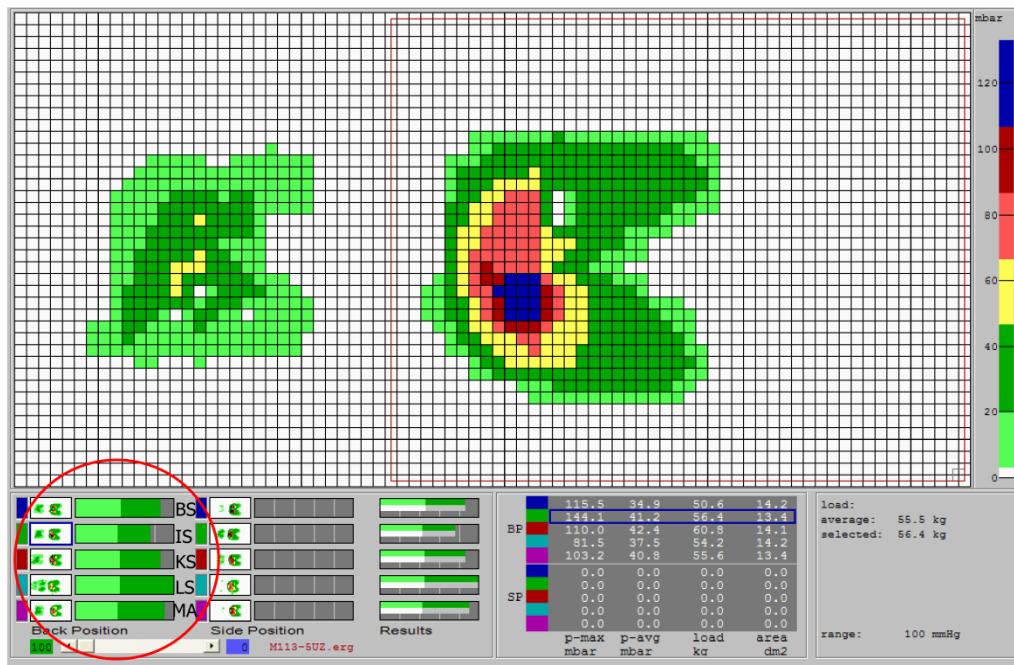
Prva metoda/analiza odnosila se na pojedinačne grafičke podatke, odnosno "otiske" distribucije i iznosa tlakova pri sjedenju svakog pojedinog ispitanika na svih pet stolica. U ovoj analizi odvojeno su uspoređivani muškarci od žena. Namjera analize bila je pronaći povezanost objektivnih činitelja sa subjektivnim odgovorima pojedinog ispitanika/ice na svih pet stolica, ili drugim riječima, pronaći povezanost grafičkih prikaza sa subjektivnim odgovorima različitih osoba za pojedinu stolicu.

### 4.2.2. Rangiranje stolica i usporedba s određenim tvrdnjama iz upitnika – Metoda 2

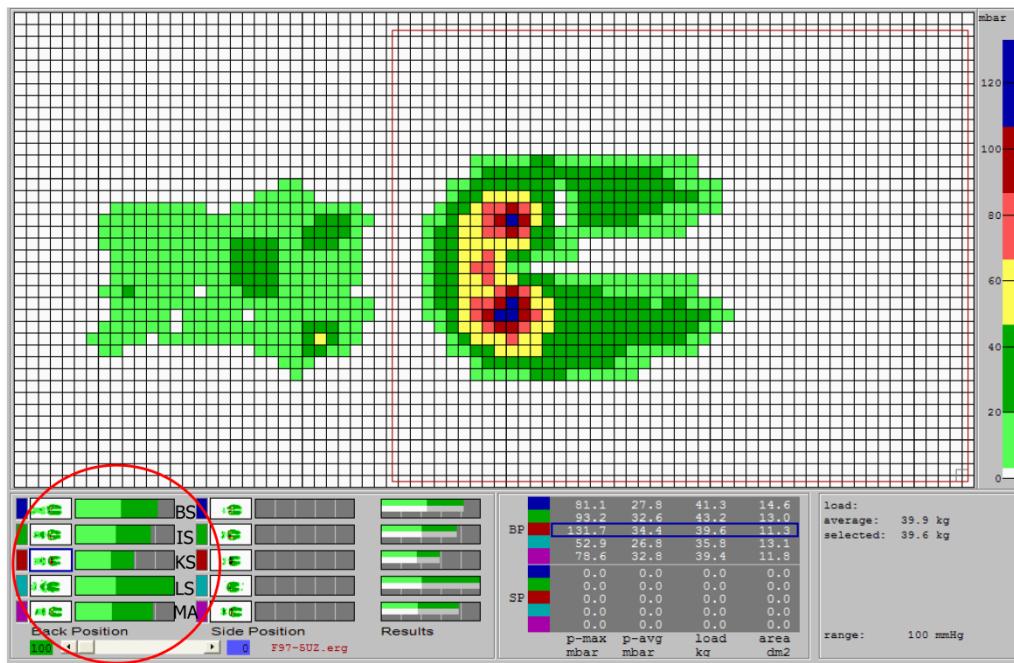
Druga metoda temeljila se na analizi podataka ECC grafičkih prikaza pet uzoraka (BS, IS, KS, LS i MA) i odabranim subjektivnim odgovorima.

U upitniku, iz kategorije udobnosti odabrani su subjektivni odgovori na tvrdnje *Sjedalo je mekano* (označeno s U3) i *Osjećam se udobno* (U7), a iz kategorije neudobnosti odabrani su odgovori na tvrdnje *Osjećam nejednak pritisak sjedala na bedra i stražnjicu* (N3) i *Osjećam se neudobno* (N7). Odabrane tvrdnje uzete su s pretpostavkom da dobro koreliraju s promatranim ECC vrijednostima (najvišim i prosječnim tlakom, opterećenjem i površinom).

Zbog poboljšanja prikaza i bolje predodžbe grafičkih pokazatelja i njihovih rezultata u programu ECC-a postavljen je okvir koji je uzimao u obračun odabrane aktivne senzore. Okvir je postavljen samo na područje sjedala, tako da se iz postojećih rezultata izuzme utjecaj naslona, jer je promatrani položaj sjedenja bilo sjedenje u naslonjenom položaju. Iz takvih podataka dobiveni su međusobni odnosi uzoraka prema kojima su određene najbolje i najlošije stolice svakom ispitaniku, posebno za žene i posebno za muškarce (slike 24. i 25.). Analiza grafičkih prikaza rezultirala je rangiranjem stolica (najbolja/najlošija) za svakog pojedinog ispitanika/icu. Usto su za svaku stolicu prikazani objektivni rezultati i subjektivni odgovori koji su dani u tablicama za muškarce 9. i 10., te za žene u tablicama 12. i 13.



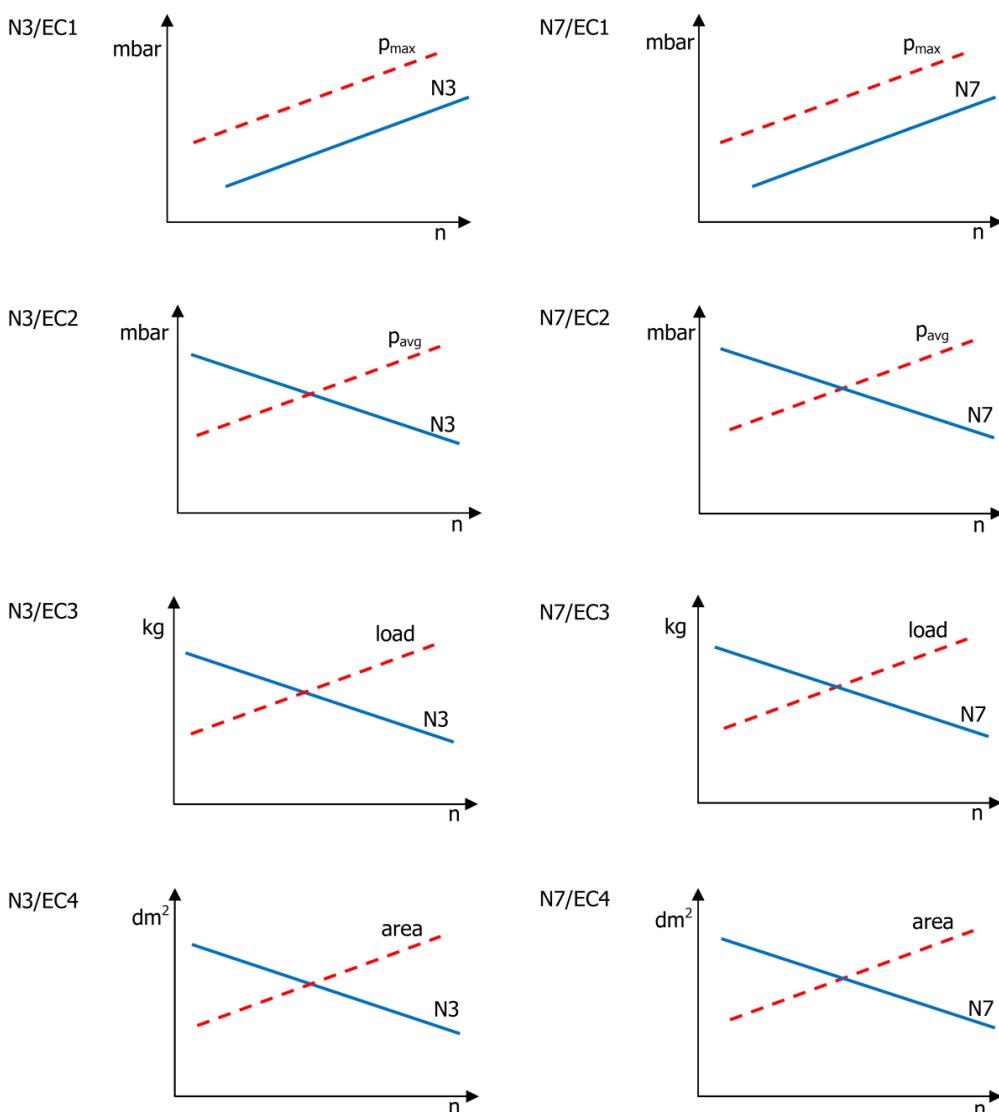
Slika 24. Međusoban odnos uzoraka prema kojemu su određene i analizirane najbolje i najlošije stolice za muškarce



Slika 25. Međusoban odnos uzoraka prema kojemu su određene i analizirane najbolje i najlošije stolice za žene

U tablicama 6. i 7. prikazani su kvalitativni odnosi udobnosti i neudobnosti subjektivnih odgovora i objektivnih pokazatelja, koji su uspoređivani s grafičkim rezultatima. Prikazani grafikoni nastali su temeljem logičke analize međudjelovanja odnosnih veličina. Tako se pretpostavlja (tj. logično je) da će porastom najvišeg tlaka ( $p_{max}$ ) rasti nezadovoljstvo osjećaja nejednakog pritiska sjedala na bedra i stražnjicu (N3) i osjećaja neudobnosti (N7). Također, pretpostavlja se da povećanje mase "izaziva" veću površinu sjedenja, a time se smanjuje osjećaj nejednakog pritiska sjedala na bedra i stražnjicu (N3) i osjećaj neudobnosti (N7).

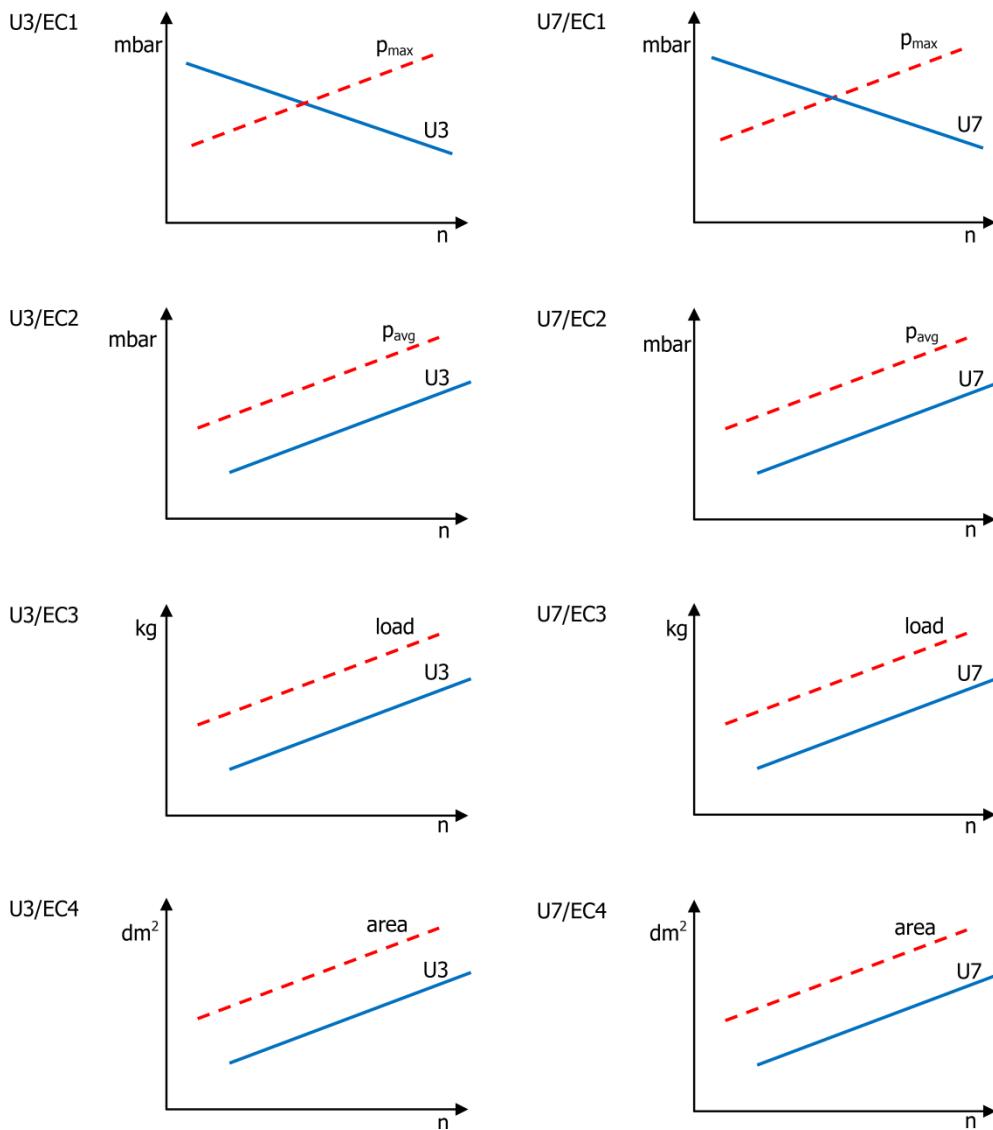
*Tablica 6. Kvalitativni prikazi neudobnosti međuodnosa subjektivnih odgovora i objektivnih pokazatelja*



*Legenda:*

- N3 = Osjećam nejednak pritisak sjedala na bedra i stražnjicu
- N7 = Osjećam se neudobno
- EC1 =  $p_{max}$  – najveći tlak (mbar)
- EC2 =  $p_{avg}$  – prosječan tlak (mbar)
- EC3 = load – masa (kg)
- EC4 = area – površina (dm<sup>2</sup>)

Tablica 7. Kvalitativni prikazi udobnosti međuodnosa subjektivnih odgovora i objektivnih pokazatelja



Legenda:

- $U3 = \text{Sjedalo je mekano}$
- $U7 = \text{Osjećam se udobno}$
- $EC1 = p_{max} - \text{najveći tlak (mbar)}$
- $EC2 = p_{avg} - \text{prosječan tlak (mbar)}$
- $EC3 = \text{load} - \text{masa (kg)}$
- $EC4 = \text{area} - \text{površina (dm}^2\text{)}$

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Analiza pojedinačnih grafičkih podataka (*Metoda 1*), odnosno analiza otiska svakog pojedinačnog ispitanika na svih pet stolica s namjerom povezivanja objektivnih činitelja sa subjektivnim odgovorima, nije dala konkretnе odrednice koje bi dale očekivane rezultate, te se od nje odustalo.

Prilikom povezivanja objektivnih činitelja s određenim subjektivnim odgovorima *Metodom 2*, tj. analizom grafičkih podataka u kojima se uočio međuodnos pet uzoraka stolica dobiveni su rezultati, temeljem kojih su kasnije donijeti određeni zaključci.

*Tablica 8. Prikaz najbolje i najlošije procijenjene stolice objektivnom metodom za muškarce te njihov rang*

Kod	NAJBOLJE	NAJLOŠIJE
2	LS	MA
5	LS	KS
10	IS	MA
21	MA	IS
22	MA	LS
26	IS	MA
27	BS	LS
28	BS	LS
30	MA	LS
51	BS	IS
52	MA	KS
54	LS	KS
63	LS	KS
64	LS	KS
66	LS	IS
69	BS	IS
73	BS	KS
74	LS	IS
75	BS	KS
77	BS	KS
84	BS	IS
86	MA	KS
104	LS	KS
113	LS	IS

	n-NAJBOLJE	n-NAJLOŠIJE	RANG+	RANG-
BS	8	0	LS	BS
IS	2	7	BS	MA
KS	0	10	MA	LS
LS	9	4	IS	IS
MA	5	3	KS	KS

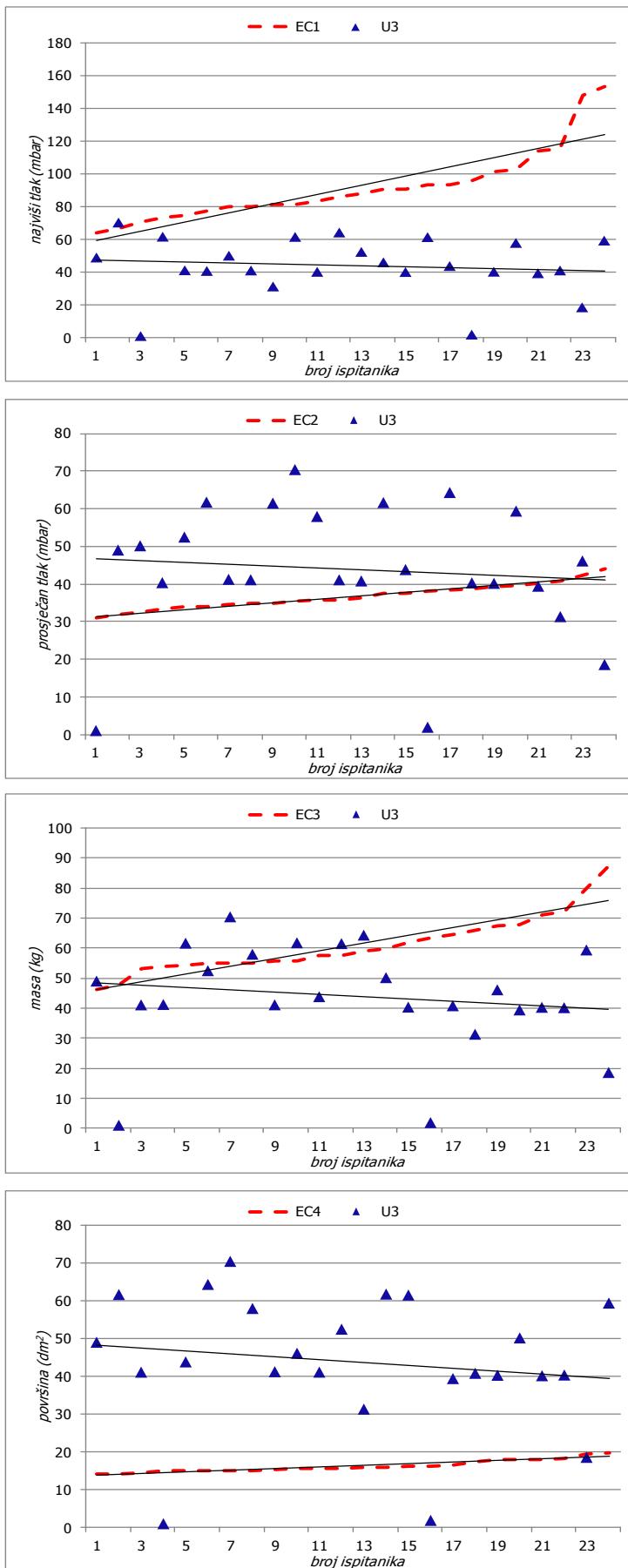
"n" predstavlja broj pojavljivanja određenog rezultata.

"RANG+" predstavlja klasifikaciju stolica od bolje prema lošijoj promatrajući najbolju distribuciju tlakova u odnosu na ostale promatrane stolice.

"RANG-" predstavlja klasifikaciju stolica od bolje prema lošijoj promatrajući najlošiju distribuciju tlakova u odnosu na ostale promatrane stolice.

Tablica 9. Vrijednosti objektivnih mjerena i subjektivnih odgovora o udobnosti muškaraca za najbolje stolice

Kod	NAJBOLJE STOLICE	VRIJEDNOSTI REZULTATA					
		OBJEKTIVNI				SUBJEKTIVNI	
		EC1 (mbar)	EC2 (mbar)	EC3 (kg)	EC4 (dm <sup>2</sup> )	U3	U7
2	LS	70,9	31,1	47,6	15,0	0,96	1,08
5	LS	64,0	31,9	46,2	14,2	48,97	68,92
10	IS	81,4	40,8	66,1	15,9	31,27	70,85
21	MA	79,7	32,4	59,9	18,1	50,12	38,15
22	MA	83,5	38,8	71,2	18,0	40,24	52,07
26	IS	73,5	34,1	55,8	16,0	61,72	70,66
27	BS	93,1	34,9	57,7	16,2	61,46	61,42
28	BS	115,4	34,8	55,7	15,7	41,07	43,74
30	MA	80,1	35,7	53,3	14,6	41,06	79,25
51	BS	153,4	39,7	80,0	19,8	59,34	70,16
52	MA	114,2	40,1	67,7	16,5	39,36	41,42
54	LS	77,3	36,3	64,4	17,4	40,76	40,46
63	LS	66,6	35,4	55,0	15,2	70,38	51,03
64	LS	93,4	37,6	57,5	15,0	43,78	43,03
66	LS	85,7	38,4	59,2	15,1	64,28	65,10
69	BS	90,7	39,2	72,4	18,1	40,12	51,10
73	BS	101,2	33,4	61,9	18,2	40,30	40,71
74	LS	74,3	34,4	53,9	15,4	41,18	35,90
75	BS	96,0	38,2	63,5	16,3	1,84	10,96
77	BS	87,7	34,0	54,9	15,8	52,43	41,42
84	BS	102,6	35,6	55,1	15,2	57,91	63,61
86	MA	90,4	42,3	67,5	15,6	46,07	55,82
104	LS	148,0	43,9	87,2	19,5	18,52	58,84
113	LS	81,5	37,5	54,2	14,2	61,60	73,09



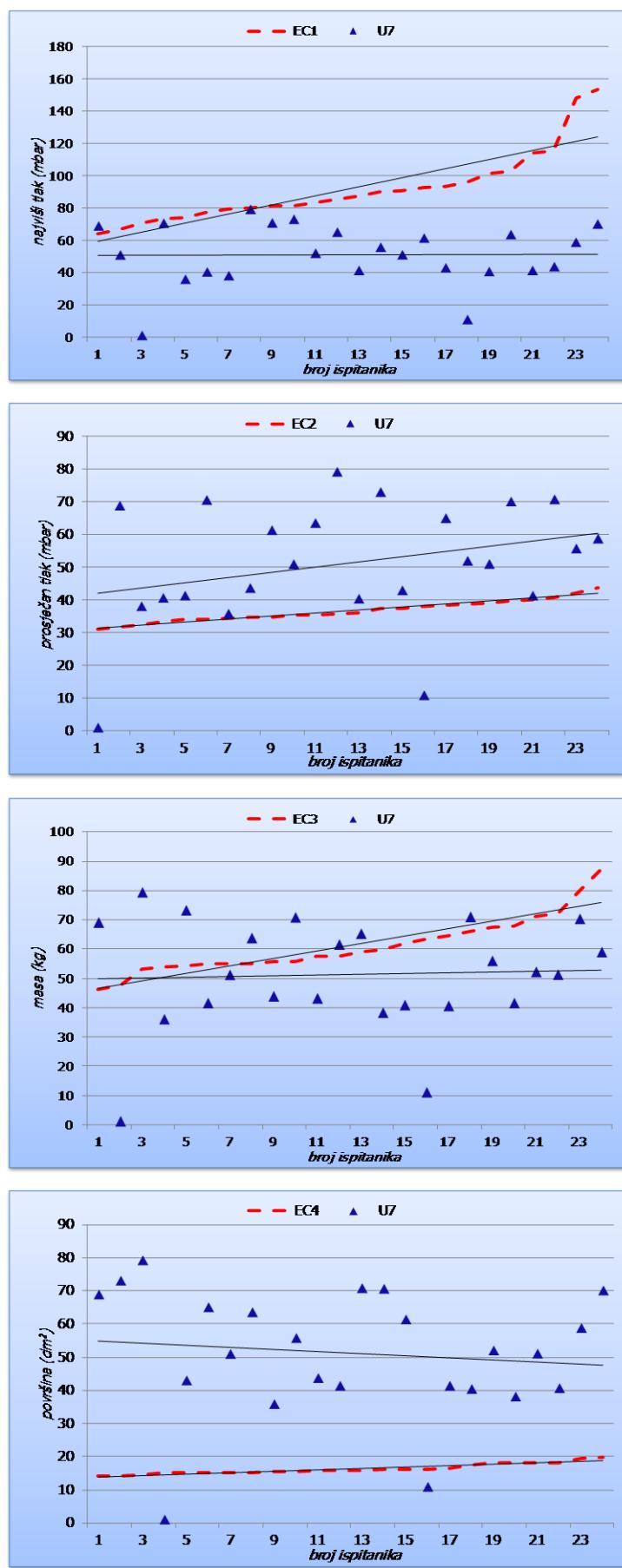
a) Grafički prikaz odnosa najvišeg tlaka (EC1) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

b) Grafički prikaz odnosa prosječnog tlaka (EC2) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

c) Grafički prikaz odnosa mase (EC3) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

d) Grafički prikaz odnosa površine (EC4) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

Slika 26. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora "Sjedalo je mekano" – muškarci



a) Grafički prikaz odnosa najvišeg tlaka (EC1) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

b) Grafički prikaz odnosa prosječnog tlaka (EC2) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

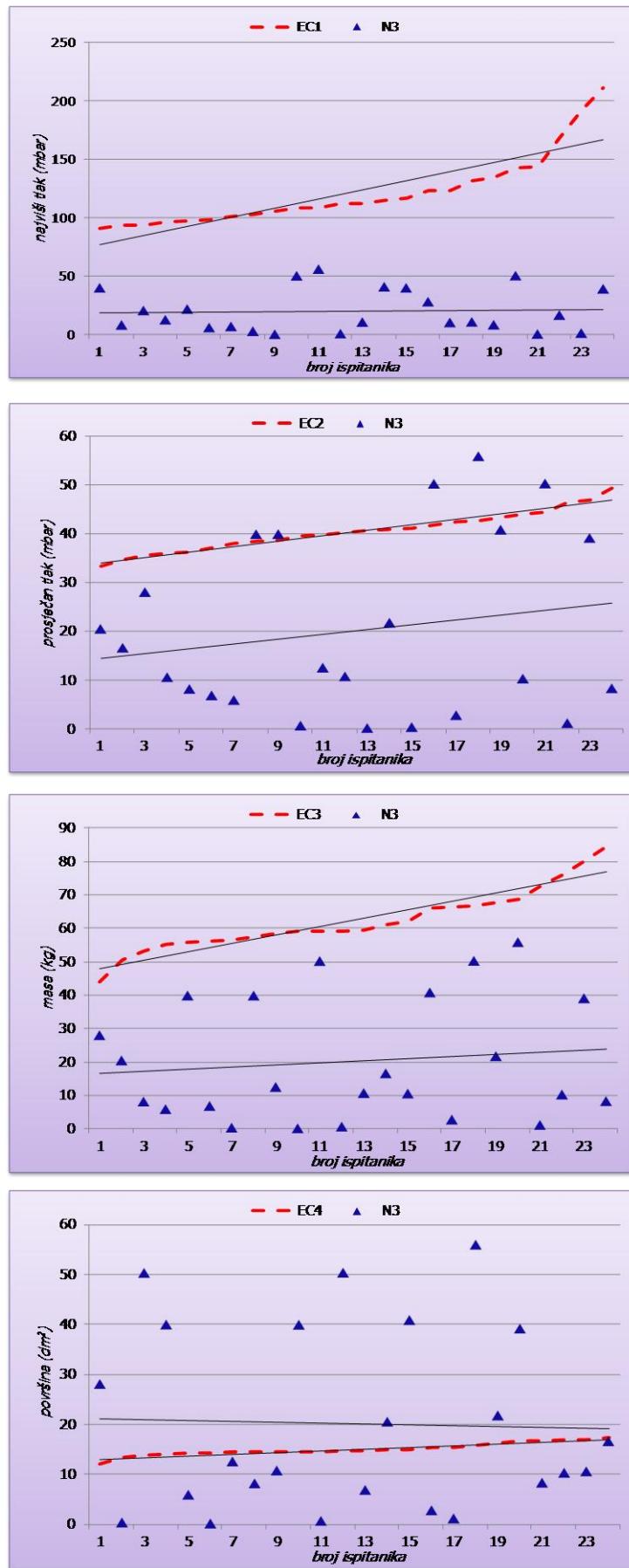
c) Grafički prikaz odnosa mase (EC3) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

d) Grafički prikaz odnosa površine (EC4) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

Slika 27. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora "Osjećam se udobno" – muškarci

*Tablica 10. Vrijednosti objektivnih mjerena i subjektivnih odgovora o neudobnosti muškaraca za najlošije stolice*

<b>Kod</b>	<b>NAJLOŠIJE STOLICE</b>	<b>VRIJEDNOSTI REZULTATA</b>					
		<b>OBJEKTIVNI</b>				<b>SUBJEKTIVNI</b>	
		<b>EC1</b> (mbar)	<b>EC2</b> (mbar)	<b>EC3</b> (kg)	<b>EC4</b> (dm <sup>2</sup> )	<b>N3</b>	<b>N7</b>
2	MA	93,6	33,4	50,6	14,9	20,59	0,84
5	KS	123,2	35,5	43,8	12,1	28,13	18,72
10	MA	103,1	42,5	66,2	15,3	2,87	3,82
21	IS	168,6	34,7	61,2	17,3	16,70	47,51
22	LS	143,1	44,5	66,8	14,7	50,40	40,65
26	MA	101,3	37,2	56,3	14,8	6,94	3,63
27	LS	91,3	38,8	55,7	14,1	40,02	40,53
28	LS	96,9	39,9	58,5	14,4	12,63	26,55
30	LS	98,0	38,1	55,2	14,2	5,99	5,65
51	IS	134,2	49,4	84,5	16,8	8,39	0,32
52	KS	191,9	46,4	72,5	15,3	1,25	20,06
54	KS	108,2	41,9	59,1	13,8	50,34	40,89
63	KS	105,5	40,7	59,0	14,2	0,24	20,75
64	KS	97,1	40,9	67,8	16,3	21,85	52,96
66	IS	116,7	38,6	57,6	14,6	39,99	60,83
69	IS	123,3	44,0	75,8	16,9	10,38	10,97
73	KS	112,7	36,0	62,1	16,9	10,66	20,16
74	IS	93,3	36,2	53,3	14,4	8,25	12,15
75	KS	115,4	43,4	66,0	14,9	40,93	70,73
77	KS	112,0	39,7	59,2	14,6	0,75	1,27
84	IS	131,8	40,3	59,6	14,5	10,83	13,61
86	KS	108,7	42,7	68,7	15,8	55,99	53,46
104	KS	211,6	47,0	80,1	16,7	39,21	51,3
113	IS	144,1	41,2	56,4	13,4	0,44	0,44



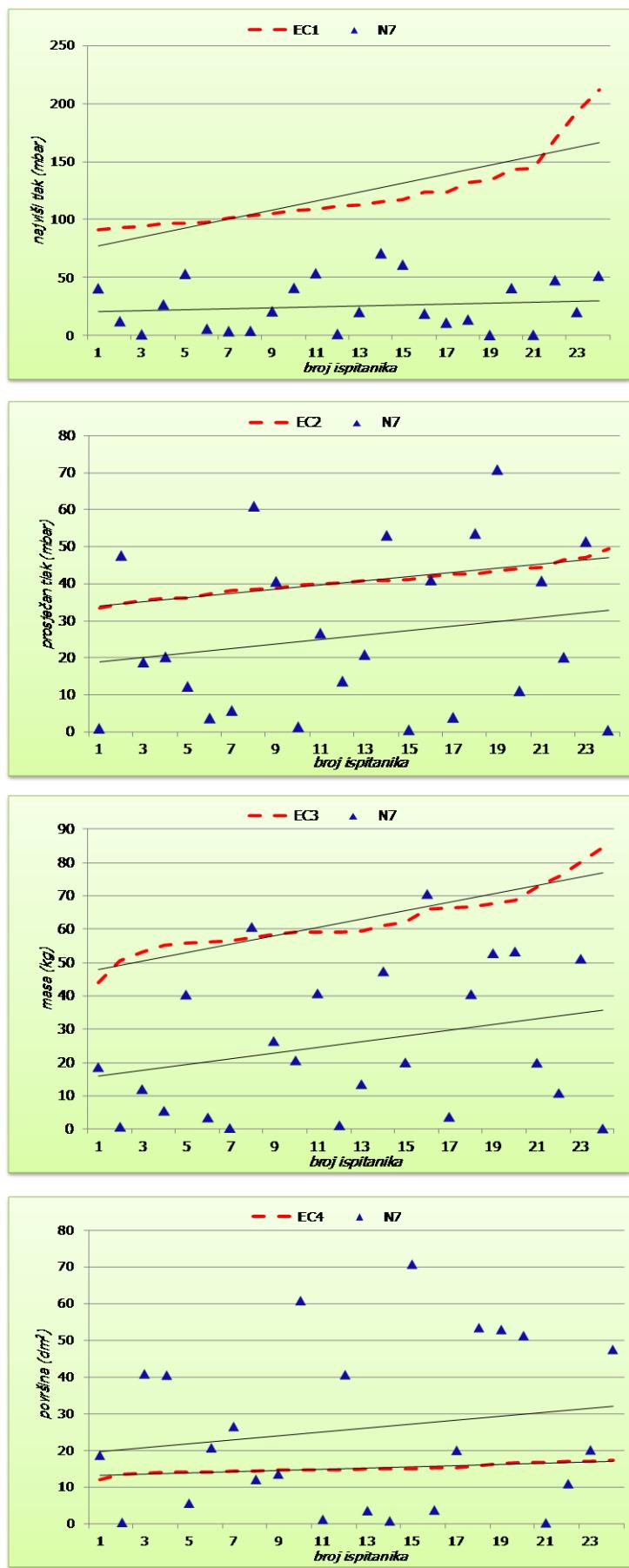
a) Grafički prikaz odnosa najvišeg tlaka (EC1) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

b) Grafički prikaz odnosa prosječnog tlaka (EC2) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

c) Grafički prikaz odnosa mase (EC3) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

d) Grafički prikaz odnosa površine (EC4) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

Slika 28. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" – muškarci



Slika 29. Grafički prikazi objektivnih podataka i odgovora "Osjećam se neudobno" – muškarci

Tablica 11. Prikaz najbolje i najlošije procijenjene stolice objektivnom metodom za žene te njihov rang

Kod	NAJBOLJE	NAJLOŠIJE
1	LS	IS
4	LS	BS
13	LS	KS
16	LS	KS
18	LS	BS
23	BS	LS
24	BS	LS
25	MA	LS
29	MA	IS
31	LS	IS
32	LS	IS
33	LS	KS
34	LS	KS
38	LS	KS
40	LS	KS
41	LS	KS
43	LS	MA
44	LS	KS
45	LS	KS
50	BS	KS
56	BS	KS
59	LS	BS
60	LS	BS
61	MA	BS
62	MA	IS
65	LS	IS
68	MA	KS
70	MA	IS
71	MA	BS
72	LS	KS
78	LS	BS
79	IS	BS
82	MA	KS
83	KS	IS
91	LS	KS
92	IS	KS
93	LS	KS
97	LS	KS
102	IS	KS
106	LS	KS
107	LS	KS
109	IS	LS

	n - NAJBOLJE	n -NAJLOŠIJE	RANG+	RANG-
BS	4	8	LS	MA
IS	4	8	MA	LS
KS	1	21	BS	BS
LS	25	4	IS	IS
MA	8	1	KS	KS

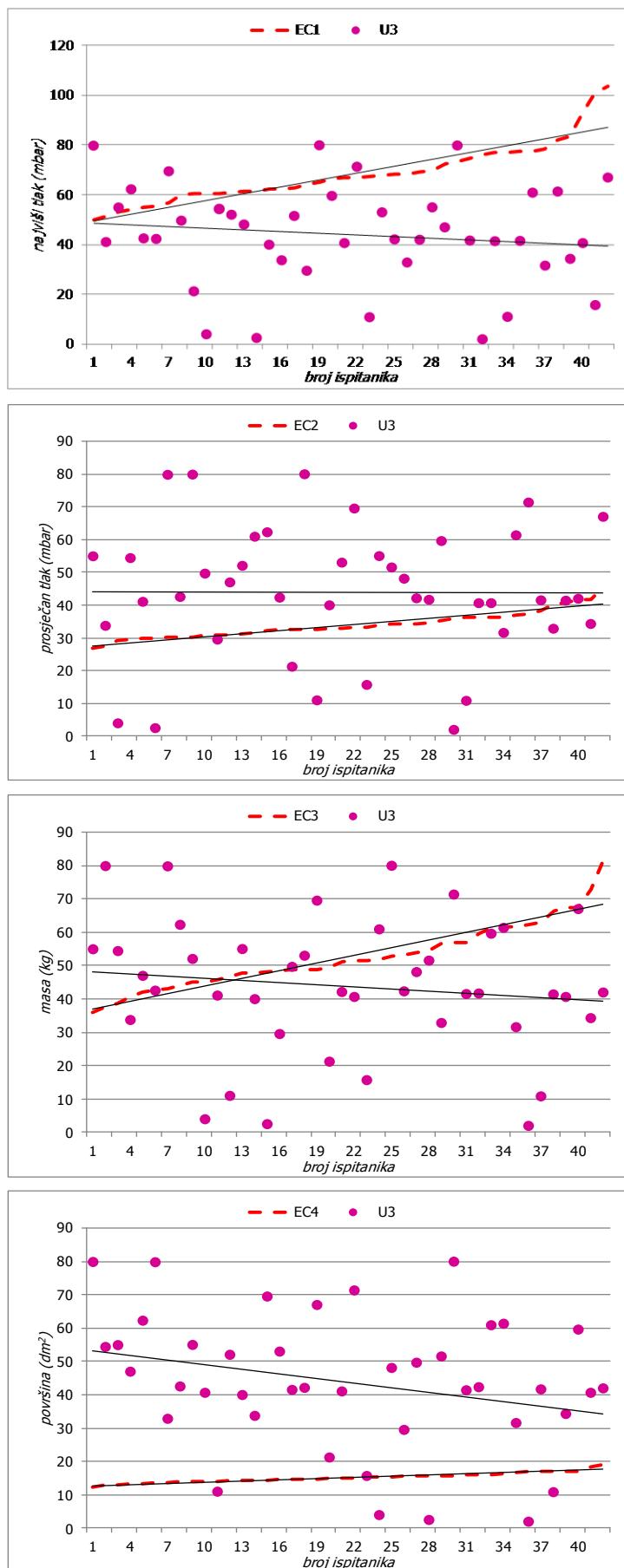
"n" predstavlja broj pojavljivanja određenog rezultata.

"RANG+" predstavlja klasifikaciju stolica od bolje prema lošijoj promatrajući najbolju distribuciju tlakova u odnosu na ostale promatrane stolice.

"RANG-" predstavlja klasifikaciju stolica od bolje prema lošijoj promatrajući najlošiju distribuciju tlakova u odnosu na ostale promatrane stolice.

Tablica 12. Podaci objektivnih rezultata i subjektivnih odgovora udobnosti žena za najbolje stolice

<b>Kod</b>	<b>NAJBOLJE STOLICE</b>	<b>VRIJEDNOSTI REZULTATA</b>					
		<b>OBJEKTIVNI</b>				<b>SUBJEKTIVNI</b>	
		<b>EC1</b> (mbar)	<b>EC2</b> (mbar)	<b>EC3</b> (kg)	<b>EC4</b> (dm <sup>2</sup> )	<b>U3</b>	<b>U7</b>
1	LS	49,9	30,2	43,1	13,6	79,72	70,54
4	LS	61,3	34,3	53,9	15,4	48,02	27,55
13	LS	60,5	32,5	49,5	14,9	21,16	20,32
16	LS	62,5	32,8	47,9	14,3	39,90	0,82
18	LS	69,1	41,7	81,2	19,1	41,89	0,17
23	BS	77,6	31,5	51,9	16,1	60,83	56,76
24	BS	72,2	30,9	42,0	13,3	46,89	73,98
25	MA	76,8	40,5	66,4	16,1	41,32	20,81
29	MA	66,7	36,3	67,3	18,2	40,56	66,28
31	LS	62,8	34,1	54,4	15,7	51,46	11,62
32	LS	67,4	36,2	63,1	17,1	10,76	11,71
33	LS	61,1	31,1	44,9	14,2	51,96	61,86
34	LS	51,3	29,9	45,7	15,0	40,97	71,02
38	LS	103,4	45,5	67,5	14,6	66,90	26,87
40	LS	68,4	40,3	56,5	13,7	32,76	32,47
41	LS	60,2	30,7	48,8	15,6	49,58	49,98
43	LS	66,7	37,2	57,0	15,0	71,26	61,26
44	LS	65,2	32,6	52,7	15,8	79,88	51,47
45	LS	67,6	32,9	48,8	14,5	52,92	31,68
50	BS	64,3	30,7	48,5	15,5	29,44	0,61
56	BS	101,0	33,3	51,5	15,2	15,62	25,98
59	LS	54,0	32,1	43,9	13,4	62,19	58,24
60	LS	54,8	30,2	42,6	13,8	42,45	71,91
61	MA	74,8	34,4	59,7	17,0	41,59	21,31
62	MA	66,2	35,2	61,4	17,1	59,52	12,17
65	LS	56,8	33,1	48,8	14,4	69,43	61,24
68	MA	83,2	41,7	72,6	17,1	34,21	26,85
70	MA	68,2	34,3	51,1	14,6	42,04	71,11
71	MA	93,1	36,2	51,3	13,9	40,56	41,10
72	LS	73,5	30,2	37,6	12,2	79,79	30,78
78	LS	60,5	29,0	45,2	15,3	3,90	1,66
79	IS	76,0	36,0	62,1	16,9	1,91	9,68
82	MA	77,5	38,3	57,0	14,6	41,43	41,14
83	KS	77,0	32,7	46,7	14,0	10,91	0,93
91	LS	61,4	30,0	48,0	15,7	2,43	1,64
92	IS	55,3	32,4	53,0	16,1	42,24	59,96
93	LS	82,1	36,8	61,6	16,4	61,27	61,33
97	LS	52,9	26,8	35,8	13,1	54,86	58,60
102	IS	78,3	36,4	61,7	16,6	31,50	60,06
106	LS	60,5	29,5	38,7	12,9	54,31	61,10
107	LS	69,6	33,8	47,8	13,8	54,92	79,99
109	IS	62,5	27,6	40,6	14,4	33,65	10,70



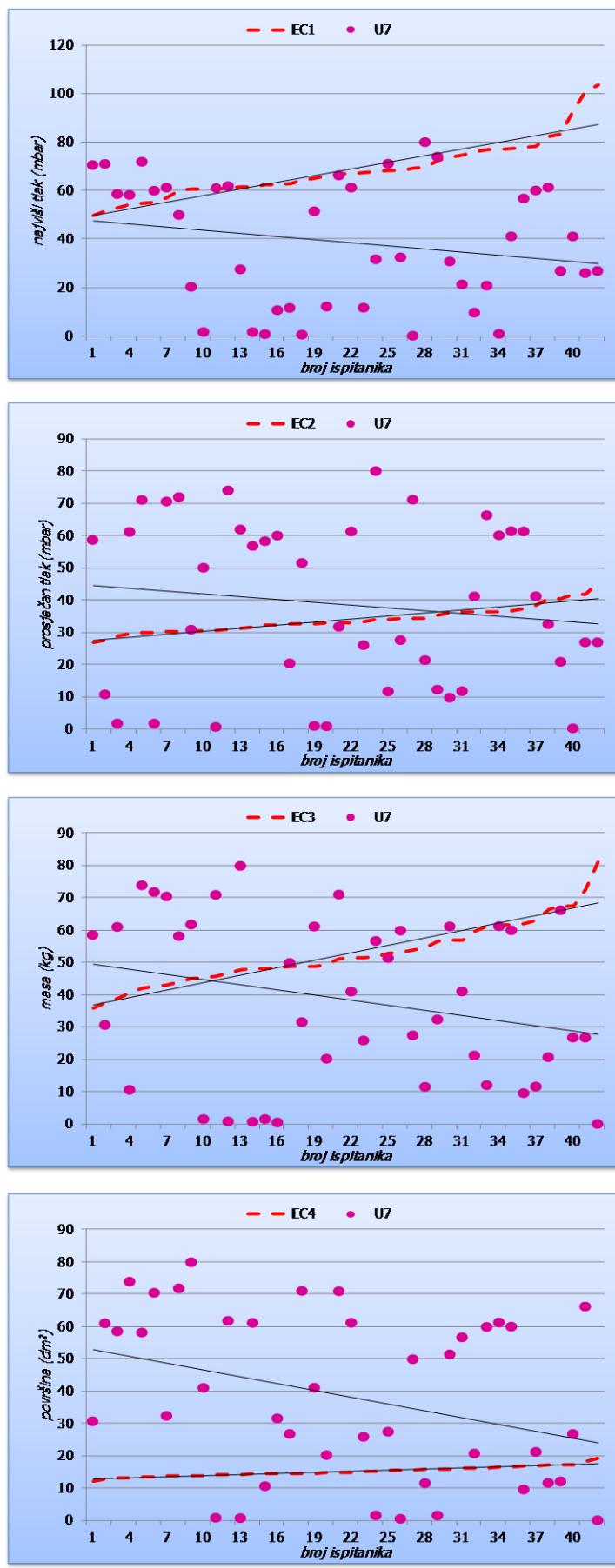
a) Grafički prikaz odnosa najvišeg tlaka (EC1) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

b) Grafički prikaz odnosa prosječnog tlaka (EC2) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

c) Grafički prikaz odnosa mase (EC3) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

d) Grafički prikaz odnosa površine (EC4) i odgovora na "Sjedalo je mekano" (U3)

Slika 30. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na "Sjedalo je mekano" – žene



a) Grafički prikaz odnosa najvišeg tlaka (EC1) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

b) Grafički prikaz odnosa prosječnog tlaka (EC2) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

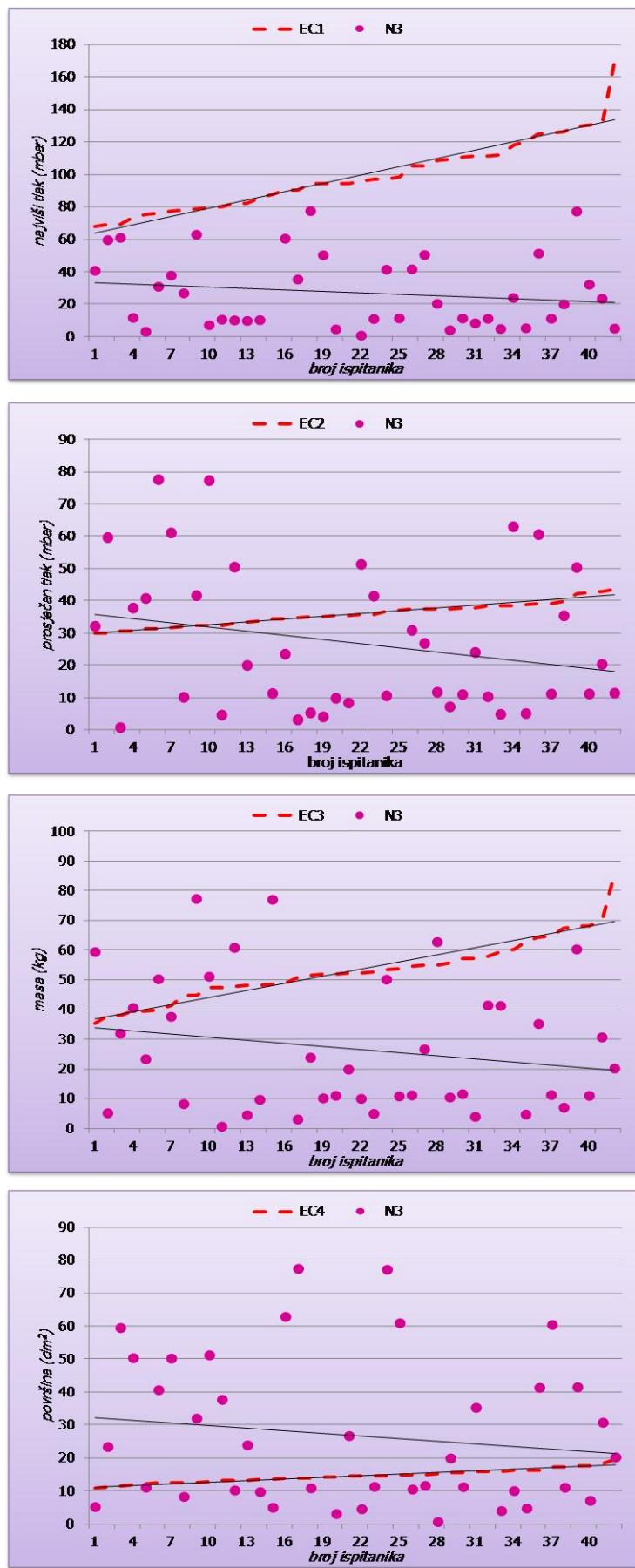
c) Grafički prikaz odnosa mase (EC3) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

d) Grafički prikaz odnosa mase (EC4) i odgovora na "Osjećam se udobno" (U7)

Slika 31. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na pitanje "Osjećam se udobno" – žene

Tablica 13. Podaci objektivnih rezultata i subjektivnih odgovora udobnosti žena za najlošije stolice

Kod	NAJLOŠIJE STOLICE	VRIJEDNOSTI REZULTATA					
		OBJEKTIVNI				SUBJEKTIVNI	
		EC1 (mbar)	EC2 (mbar)	EC3 (kg)	EC4 (dm <sup>2</sup> )	N3	N7
1	IS	69,1	31,6	47,8	14,8	60,88	51,70
4	BS	104,9	32,4	57,9	17,5	41,47	40,38
13	KS	82,2	35,3	48,3	13,4	9,69	0,43
16	KS	85,4	38,3	51,7	13,3	10,18	10,19
18	BS	108,7	42,9	85,8	19,6	20,21	30,64
23	LS	75,5	34,6	50,6	14,3	3,04	5,22
24	LS	67,6	31,2	39,5	12,4	40,59	12,07
25	LS	98,1	43,5	64,8	14,6	11,28	40,52
29	IS	79,6	37,6	67,4	17,6	7,04	7,45
31	IS	75,7	37,4	70,4	18,4	30,72	41,54
32	IS	90,1	39,1	68,0	17,1	60,36	70,17
33	KS	87,4	33,8	48,8	14,2	/	50,47
34	KS	77,7	37,4	54,9	14,4	26,68	60,67
38	KS	90,5	39,9	64,3	15,8	35,23	15,03
40	KS	125,6	42,5	51,9	12,0	11,04	10,77
41	KS	82,0	31,9	52,3	16,1	10,00	10,64
43	MA	110,4	34,3	54,6	15,6	11,18	51,18
44	KS	94,2	42,1	53,4	12,4	50,17	50,32
45	KS	78,9	38,6	55,0	14,0	62,81	62,59
50	KS	105,0	32,9	39,7	11,8	50,30	79,49
56	KS	169,4	38,7	52,8	13,4	4,95	47,13
59	BS	111,0	35,4	44,8	12,4	8,23	5,18
60	BS	68,9	30,1	35,4	11,6	59,45	70,22
61	BS	109,3	35,1	57,3	16,0	3,95	43,74
62	IS	97,3	35,9	59,4	16,2	41,30	60,73
65	IS	126,5	33,2	52,2	15,4	19,87	30,45
68	KS	111,8	38,4	63,0	16,1	4,72	13,03
70	IS	94,2	32,5	48,2	14,5	4,49	1,76
71	BS	124,5	35,6	47,3	13,0	51,15	60,68
72	KS	119,9	34,9	37,9	10,7	5,17	4,54
78	BS	94,1	31,3	44,8	14,0	77,36	78,44
79	BS	79,8	36,6	55,8	14,9	10,47	70,21
82	KS	96,8	37,8	53,8	14,0	10,84	11,61
83	IS	95,9	30,6	47,4	15,2	0,62	1,09
91	KS	129,7	32,4	48,6	14,7	77,09	40,93
92	KS	73,3	37,4	57,2	15,0	11,57	41,27
93	KS	111,1	39,2	68,2	17,1	11,02	30,39
97	KS	131,7	34,4	39,6	11,3	23,35	20,31
102	KS	94,4	37,2	60,0	15,8	/	26,79
106	KS	130,2	29,9	38,0	12,5	31,98	30,24
107	KS	118,2	37,8	51,4	13,3	23,88	43,82
109	LS	77,2	30,8	41,5	13,2	37,64	0,79



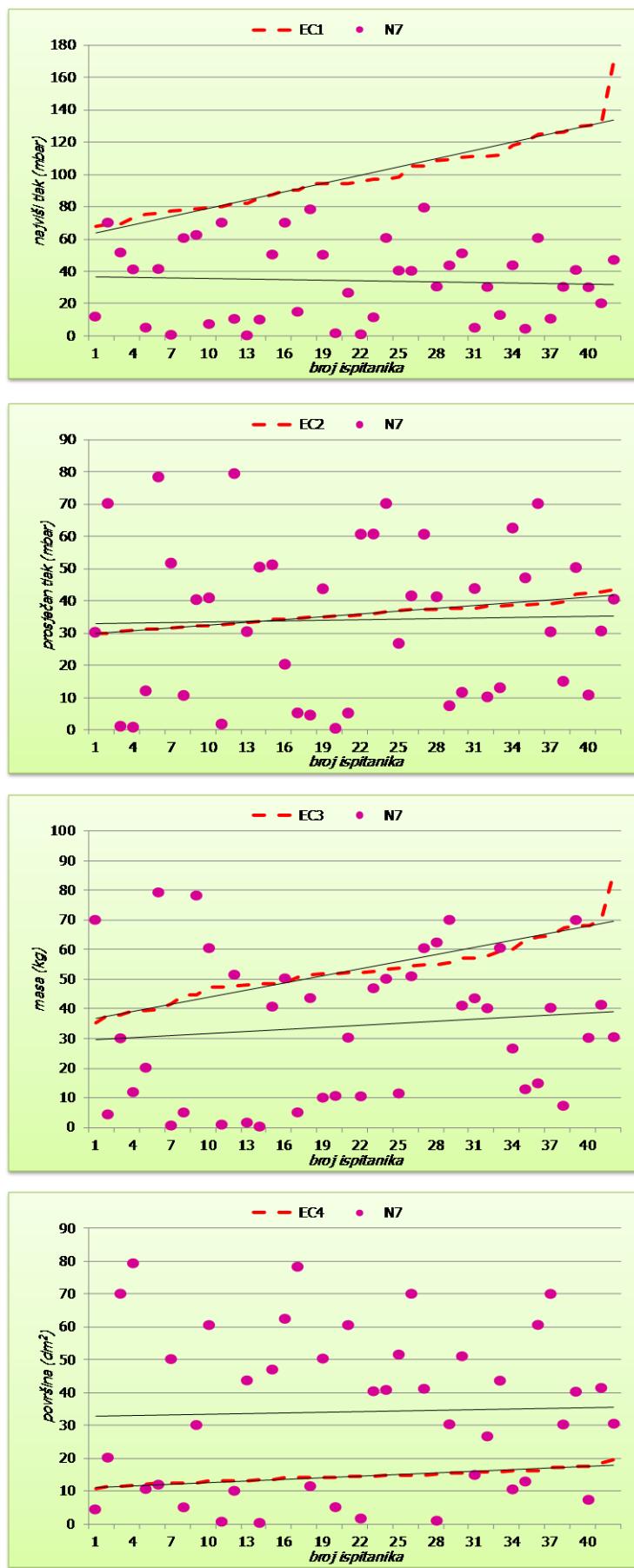
a) Grafički prikaz odnosa najvišeg tlaka (EC1) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

b) Grafički prikaz odnosa prosječnog tlaka (EC2) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

c) Grafički prikaz odnosa mase (EC3) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

d) Grafički prikaz odnosa površine (EC4) i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3)

Slika 32. Grafički prikazi odnosa objektivnih podataka i odgovora na "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" – žene



a) Grafički prikaz odnosa najvišeg tlaka (EC1) i odgovora na "Osjećam se neudobno" (N7)

b) Grafički prikaz odnosa prosječnog tlaka (EC2) i odgovora na "Osjećam se neudobno" (N7)

c) Grafički prikaz odnosa mase (EC3) i odgovora na "Osjećam se neudobno" (N7)

d) Grafički prikaz odnosa površine (EC4) i odgovora na "Osjećam se neudobno" (N7)

Slika 33. Grafički prikazi objektivnih podataka i odgovora "Osjećam se neudobno" – žene

## 6. RASPRAVA

Analiza pojedinačnih grafičkih otisaka svakog pojedinačnog ispitanika na pet promatranih stolica s ciljem povezivanja objektivnih činitelja sa subjektivnim odgovorima (*Metoda 1*) nije dala očekivane poveznice koje bi dale rezultate temeljem kojih bi se moglo u kratkom testu zaključiti kakvu će udobnost/neudobnost ispitivana stolica pružati potencijalnom korisniku. To je dovelo do razvoja druge metode (*Metoda 2*) u kojoj je pristup promatranju bio drugačiji.

*Metoda 2* temeljila se na promatranju rezultata dobivenih ErgoCheck-om (a ne "otisaka" ispitanikova tijela) koji su pokazivali međusobnu usporedbu promatranih pet stolica za istog ispitanika (slike 24. i 25.). Međuodnos tih stolica dobiven je algoritmima unutar softvera *ErgoCheck Chair* (ECC) koji uzimaju u obzir krvni tlak osobe, tlak izazvan sjedenjem, površinu sjedenja i druge činitelje, i kao takav je uvažen za ovo istraživanje. Pomoću tih podataka dobivenim ECC-om rangirane su stolice i određene kao "najlošije" i "najbolje" s obzirom na učestalost njihovih pojava. Potom su analizirani objektivni podaci za rangirane stolice i stavljeni u odnos sa subjektivnim odgovorima što je prikazano i uspoređeno (slike 26. do 33.).

Uspoređujući kvalitativne prikaze i odnose veličina na njima (tablice 6. i 7.) s dobivenim rezultatima primjenom *Metode 2* uočavaju se slijedeći odnosi:

Za tvrdnje skale udobnosti muškarci i žene porastom najvišeg tlaka ( $p_{max}$ ) sjedalo doživljavaju tvrdim, jer na tvrdnju iz upitnika "Sjedalo je mekano" (U3), odgovaraju manjim vrijednostima na skali udobnosti. Nadalje, muškarci porastom prosječnog tlaka ( $p_{avg}$ ) sjedalo doživljavaju udobnjim, jer na tvrdnju "Osjećam se udobno" (U7), odgovaraju većim vrijednostima na skali udobnosti. Također, muškarci porastom opterećenja, odnosno mase (load), sjedalo doživljavaju udobnjim, jer na tvrdnju "Osjećam se udobno" odgovaraju većim vrijednostima na skali udobnosti. Žene, s druge strane, porastom najvišeg tlaka ( $p_{max}$ ) sjedalo doživljavaju manje udobnim jer na tvrdnju "Osjećam se udobno" (U7) odgovaraju manjim vrijednostima na skali udobnosti.

Bez obzira na spol preostali odnosi osjećaja udobnosti i objektivnih vrijednosti (U3:EC2, U3:EC3, U3:EC4 i U7:EC4) se ne podudaraju s očekivanim kvalitativnim međuodnosima. Usto, kod muškaraca odnos osjećaja udobnosti i objektivnih vrijednosti se ne podudara u slučaju pokazatelja U7:EC1, a kod žena takav odnos se ne podudara u slučaju pokazatelja U7:EC2 i U7:EC3.

Za tvrdnje skale neudobnosti Nadalje kod muškaraca i kod žena porastom površine sjedenja (area) ispitanici osjećaju podjednak pritisak sjedala na bedra i stražnjicu je na tvrdnju "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3) odgovaraju manjim vrijednostima na skali neudobnosti. Također, kod muškaraca porastom najvišeg tlaka ( $p_{max}$ ) ispitanici su osjećali neudobnost jer su na pitanje "Osjećam se neudobno" odgovarali većim vrijednostima na skali neudobnosti. Žene prilikom porasta prosječnog tlaka ( $p_{avg}$ ) osjećale su podjednak pritisak na bedra i stražnjicu, jer su na pitanje "Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3) odgovarale manjim vrijednostima na skali neudobnosti. Nadalje, žene porastom opterećenja odnosno mase (load) osjećale su podjednak pritisak na bedra i stražnjicu, jer su na pitanje

"Osjećam nejednak pritisak na bedra i stražnjicu" (N3) odgovarale manjim vrijednostima na skali neudobnosti.

Kod osjećaja neudobnosti i objektivnih vrijednosti bez obzira na spol ne podudaraju se odnosi na relacijama (N7:EC2, N7:EC3 i N7:EC4) s očekivanim kvalitativnim međuodnosima. Međutim kod muškaraca takav odnos nije prisutan još kod relacija N3:EC2 i N3:EC3, a kod žena na relacijama N3:EC1 i N7:EC1.

## 7. ZAKLJUČAK

Na osnovi postavljene hipoteze istraživanja i postavljenih ciljeva rada, a temeljem provedenih analiza i dobivenih rezultata, može se zaključiti sljedeće:

Nije potvrđena hipoteza da se temeljem prikupljenih podataka o sjedenju više osoba na istoj stolici i kasnijim sjedenjem nekog korisnika na nekoj stolici u kratkom testu može procijeniti udobnost/neudobnost koju bi ta stolica pružala tom korisniku.

Analiza pojedinačnih grafičkih prikaza odnosno otiska svakog pojedinačnog ispitanika na svih pet stolica s namjerom povezivanja objektivnih činitelja sa subjektivnim odgovorima nije dala nikakve konkretnе odrednice i rezultate.

Analiza rezultata dobivenih ErgoCheck-om koji su pokazivali međusobnu usporedbu promatranih pet stolica za istog ispitanika uzimajući u obzir krvni tlak osobe, tlak izazvan sjedenjem, površinu sjedenja i druge činitelje, te iz grafičkih prikaza odnosa određenih subjektivnih odgovora (U3, U7, N3 i N7) i objektivnih pokazatelja (tlakovi, masa i površina) sjedenja, može se zaključiti:

- Za udobnost:
  - Muškarci i žene porastom najvišeg tlaka sjedalo doživljavaju tvrdim (slike 26.a, i 30.a);
  - Muškarci porastom prosječnog tlaka sjedalo doživljavaju udobnjim (slika 27.b);
  - Muškarci porastom opterećenja, odnosno mase, sjedalo doživljavaju udobnjim, jer se prepostavlja da veća masa "izaziva" veću površinu sjedenja, a time i veću udobnost (slika 27.c);
  - Žene, s druge strane, porastom najvišeg tlaka sjedalo doživljavaju manje udobnim (slika 31.a).
- Za neudobnost:
  - Muškarci i žene porastom površine sjedenja osjećaju podjednak pritisak sjedala na bedra i stražnjicu (slike 28.d i 32.d);
  - Muškarci porastom najvišeg tlaka osjećaju neudobnost (slika 29.a);
  - Žene prilikom porasta prosječnog tlaka osjećaju podjednak pritisak na bedra i stražnjicu (slika 32.b);
  - Žene porastom opterećenja, odnosno mase, osjećaju podjednak pritisak na bedra i stražnjicu (slika 32.c).

### Buduća istraživanja

Ovo istraživanje nije dalo jasne rezultate za neke uske zaključke kojima bi bitno utjecali na saznanja o navikama, utjecajima i osjećajima sjedenja u svakodnevnom radu. Ostalo je dosta otvorenih i neodgovorenih pitanja o povezanosti subjektivnih osjećaja udobnosti sjedala s rezultatima objektivnih mjerena sa svrhom određivanja činitelja pomoću kojih bi se na jednostavan i brz način moglo odrediti u kojoj će mjeri odabrana stolica biti udobna potencijalnom korisniku. Međutim, ti su rezultati upozorili na mnoge zanimljive pojave i daju smjernice za daljnja istraživanja.

Za buduća istraživanja pažnju treba usmjeriti na veći opseg objektivnih istraživanja tlakova na većem broju ispitanika, ali što je još važnije, u većem vremenskom razdoblju kako bi se dobili što precizniji podaci za određenu konstrukciju. Prilikom sastavljanja upitnika za osjećaj subjektivne udobnosti i neudobnosti u obzir se trebaju uzeti tvrdnje koje bi bile više povezane sa objektivnim čimbenicima tlaka, mase i površine sjedenja.

## LITERATURA

1. Aissaoui, R., Kauffmann, C., Dansereau, J., Guise de, J.A. (2001): Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able-bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm, *Medical Engineering & Physics* 23, str. 359-367.
2. Carcone, S.M., Keir, P.J. (2007): Effects of backrest design on biomechanics and comfort during seated work, *Applied Ergonomics* 38(6), str. 362-370.
3. Cosmi, F., Hoglievina, M., Giavon, A. (2008): Design Parameters Influence on Office Chairs Comfort, *Bulletin of applied mechanics* 4(16), Udine, Italy, str. 123-128.
4. De Looze, M.P., Kujit-Evers, L.F.M., van Dieen, J. (2003): Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures, *Ergonomics*, 46 (10), Taylor & Francis Ltd., str. 985-997.
5. Eckrich, K.M., Patterson, P.E. (1991): Dynamic interface pressure between seated users and their wheelchairs, *International Journal of Industrial Ergonomics* 8, str. 115-123.
6. Eltayeb, S., Staal, J.B., Hassan, A. (2009): Work Related Risk Factors for Neck, Shoulder and Arms Complaints: A Cohort Study Among Dutch Computer Office Workers, *Occup Rehabil*, Springer, str. 315-322.
7. Ergić, T. (2002): Doprinos istraživanju raspodjela tlaka u doticajnim površinama – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, str. 1-84.
8. Grbac, I. (1984).: Istraživanje trajnosti i elastičnosti različitih konstrukcija ležaja – magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 1-318.
9. Grbac, I. (1988): Istraživanje kvalitete ležaja i poboljšanje njegove konstrukcije – disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
10. Grbac, I., Ivelić, Ž. (2005): Ojastučeni namještaj, Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, Akademija tehničkih znanosti, Zagreb.
11. Grbac, I. (2006): Krevet i zdravlje, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
12. Groenesteijn, L., Vink, P., de Looze, M., Krause, F. (2008): Effects of differences in office chair controls, seat and backrest angel design in relation to task; *Applied Ergonomics* 40, str. 363-369.
13. Jazbec, A. (2009.) Osnove statistike. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
14. Jürgens, H.W. (1997): Seat pressure distribution, *Coll. Antropol.* 21 (2), str. 362-370.
15. Kapica, L., Grbac, I. (1998): Principi konstruiranja ergonomskog namještaja namijenjenog sjedenju i ležanju, međunarodno savjetovanje Namještaj i zdravo stanovanje, Zagreb, 16. listopada 1998, str. 53-58.
16. Kolich, M., Seal, N., Taboun, S. (2004): Automobile seat comfort prediction: statistical model vs. artificial neural network, *Applied Ergonomics* 35, str. 275-284.
17. Makhsoos, M., Lin, F., Bankard, J., Hendrix, R.W., Matthew Hepler, M., Press, J. (2009): Biomechanical effects of sitting with adjustable ischial and lumbar support on occupational low back pain: evaluation of sitting load and back muscle activity, *BMC Musculoskeletal Disorders*, BioMed Central Ltd., str. 1-11.

18. Mandal, A.C. (1991): Investigation of the lumbar flexion of the seated man, International Journal of Industrial Ergonomics, 8, Elsevier Science Ltd., str. 75-87.
19. Mork P. J., Westgaard R.H. (2009): Back posture and low back muscle activity in female computer workers: A field study, Clinical Biomechanics 24, Elsevier Ltd., str. 169-175.
20. Potter, D.W., Fortier, C.J., Rigby, W.A., Stevenson, J.M. (1998): Development and analysis of a comparative evaluation methodology for office chairs, Proceedings of the 30th Annual Conference of the Human Factors Association of Canada, str. 195-199.
21. Rozga, A. i Grčić, B. (2000.) Poslovna statistika. Veleučilište u Splitu, Split.
22. Søndergaard, K.H.E., Olsen, C.G., Søndergaard, E.K., Zee, M., Madeleine, P. (2010): The variability and complexity of sitting postural control are associated with discomfort, Jurnal of biomechanics, str. 1997-2001.
23. Stinson M.D., Porter-Armstrong A., Eakin P. (2003): Seat-interface pressure: A pilot study of the relationship to gender, body mass index, and seating position. Arch Phys Med Rehabil 84, str. 405-409.
24. Vlaović, Z. (2005): Istraživanje udobnosti uredskih radnih stolica, magisterij, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
25. Vlaović, Z., Bogner, A., Domljan, D. (2006): Istraživanje udobnosti uredskih stolica s obzirom na obilježja ispitanika, Drvna industrija, Vol. 57, No. 3, str. 109-117.
26. Vlaović, Z., Grbac, I., Bublić, A. (2007): Utjecaj antropometrijskih veličina korisnika na tlakove pri sjedenju na uredskim stolicama (The influence of users anthropometrical dimensions on the pressures while sitting in office chairs), Drvna industrija 58 (4), str. 183-191.
27. Vlaović, Z. (2009): Činitelji udobnosti uredskih stolica, disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
28. Wu, X., Rakheya, S., Boileau, P.-É. (1999): Distribution of human-seat interface pressure on a soft automotive seat under vertical vibration, International Journal of Industrial Ergonomics 24, str. 546-548.
29. Zhang, L., Helander, M.G., Drury, C.G. (1996): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting, Human Factors 38 (3), str. 377-388.
30. URL: <http://actrav.itcilo.org/actrav-english/telearn/osh/ergo/ergonomi.htm>
31. URL: <http://www.csncchairs.com/Chair-Ergonomics-101-A104.html>