

POROVNANIE ANTROPOMETRICKÝCH ZNAKOV VYSOKOŠKOLSKEJ POPULÁCIE NA ÚZEMÍ SLOVENSKEJ A CHORVÁTSKEJ REPUBLIKY

RÓBERT SEDMÁK – MILOŠ HITKA – DENIS JELAČIĆ – KRISTINA BIČANIĆ

Abstract

The statistical analysis of selected anthropometric measures of Slovak and Croatian mature population has been done in the paper. Selected anthropometric attributes are important for making of optimal work environment. Slovak population was represented by sample of students studying at Technical University in Zvolen within the years 2000 – 2009. Croatian sample consisted from University Zagreb. Standard descriptive statistics of size and variability (arithmetic means and standard deviations) for all selected measures were calculated and compared. The statistical testing showed that dimensions of selected anthropometric attributes in investigated populations are comparable. In Slovak data it exists slight tendency to greater variability. We suppose that this fact is mainly due to smaller sample size of Croatian data.

Keywords: anthropometria, population, dimensions, variability, statistical test.

Classification JEL: M 140 Corporate Culture, Social Responsibility

1. Úvod a problematika

Rozdiely antropometrických charakteristík obyvateľstva jednotlivých krajín sa v období globalizácie trhov stávajú čoraz významnejším významnejším faktorom priamo ovplyvňujúcim výrobnú a obchodnú stratégiu firiem snažiacich sa presadiť na konkrétnom trhu. Vzhľadom na začleňovanie sa obidvoch republík do širšieho európskeho trhového priestoru sa otázka porovnania antropometrických parametrov chorvátskej a slovenskej populácie stáva predovšetkým pre expandujúce nábytkárske a strojárské firmy stále naliehavjšou.

2. Empirický materiál a metodika práce

Populačné údaje sú väčšinou zisťované na výberových vzorkách k určitému časovému okamihu a z rozličných príčin (akými sú napr. spôsob výživy obyvateľstva, životný štýl ap.) sa môžu v priebehu dlhšieho času trendovo meniť (Sedmák, Hitka, 2004). Okrem zmien v čase sa dôležité antropometrické znaky môžu líšiť aj v priestore, čo súvisí s vlastnosťami ľudskej populácie obývajúcej určitý životný priestor. Aj pri navrhovaní a posudzovaní priestorového usporiadania pracovísk, ale aj pri výrobe ergonomicky správnych pracovných pomôcok, strojov a nábytku sa musí ako prvotný činiteľ zohľadniť ľudská postava, hlavne jej rozmery a silové schopnosti (Konrád, 1989). Samotný návrh optimálneho pracoviska (nábytku, pracovných nástrojov, pomôcok ap.) sa preto vždy opiera o merania cieľového záujmového súboru ľudí, ktoré sa porovnávajú s údajmi celej populácie žijúcej na určitom území, obyčajne v členení na mužov a ženy (Veselovský, 2006, 2007).

Na území oboch sledovaných krajín bola v priebehu rokov 2000 – 2009 nameraná výberová vzorka údajov 25-tich antropometrických znakov dôležitých pri navrhovaní optimálneho priestorového usporiadania pracoviska a pri vytváraní optimálneho pracovného prostredia. Zoznam záujmových znakov spolu s pripojenými jednotkami merania je obsiahnutý v tabuľkách 1 a 2 nachádzajúcich sa vo výsledkovej časti. Detailné definície jednotlivých znakov a spôsobu ich merania možno nájsť v publikácii Strelka (1978).

Slovenská vzorka pozostávala z 338 mužov a 347 žien, študentov Technickej univerzity vo Zvolene vo veku 20 – 24 rokov pochádzajúcich z celého územia Slovenska. Chorvátsky výber

bol podstatne menší a bol tvorený 28 mužmi a 10 ženami, študentov Univerzity v Zagrebe vo veku 20 – 22 rokov pochádzajúcich z celého územia Chorvátska.

Namerané výberové údaje boli sumárne opísané základnými charakteristikami veľkosti a variability kvantitatívnych znakov – aritmetickými priemerami \bar{x} a smerodajnými odchýlkami s_x dovoľujúcimi efektívne porovnanie oboch sledovaných populácií. Pre obe charakteristiky každého sledovaného znaku boli vyrátané ich relatívne diferencie $dif\%$ podľa vzťahu:

$$dif\% = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}{2}} \text{ resp. } dif\% = \frac{s_{x1} - s_{x2}}{\frac{s_{x1} + s_{x2}}{2}} \quad (1)$$

Uvedené relatívne diferencie boli kvôli výberovému charakteru údajov zároveň štatisticky otestované. Pri testovaní ide v podstate o preverenie štatistickej signifikantnosti rozdielov výberových aritmetických priemerov a smerodajných odchýlok jednotlivých uvažovaných antropometrických znakov tak, aby sa na zvolenej hladine významnosti α vylúčilo, že zistené diferencie výberových popisných charakteristík neboli spôsobené iba chybou z reprezentácie.

Otestovanie významnosti rozdielov aritmetických priemerov bolo urobené pomocou klasického Studentovho t-testu predpokladajúceho nezávislosť výberov a nerovnaký rozptyl nameraných údajov s testovacím kritériom:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_{x1}^2}{n_1} + \frac{s_{x2}^2}{n_2}}} \quad (2)$$

Toto sa porovnáva s kritickou hodnotou Studentovho t rozdelenia $t_{\alpha/2(f)}$ s počtom stupňov voľnosti $f = n_1 + n_2 - 2$, kde n_1 a n_2 sú rozsahy výberu. Kritická hodnota $t_{\alpha/2(f)}$ pre štandardnú hladinu významnosti $\alpha = 5\%$ v našej práci nadobúda pri mužoch hodnotu $t_{0.025(364)} = 1.9665$ pri počte stupňov voľnosti $f = (338 + 28) - 2 = 364$ a pri ženách je to $t_{0.025(355)} = 1.9667$ pri počte stupňov voľnosti $f = (347 + 10) - 2 = 355$.

Otestovanie štatistickej významnosti výberových smerodajných odchýlok, resp. rozptylov sa robí takisto už klasickým F-testom s testovacím kritériom:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (3)$$

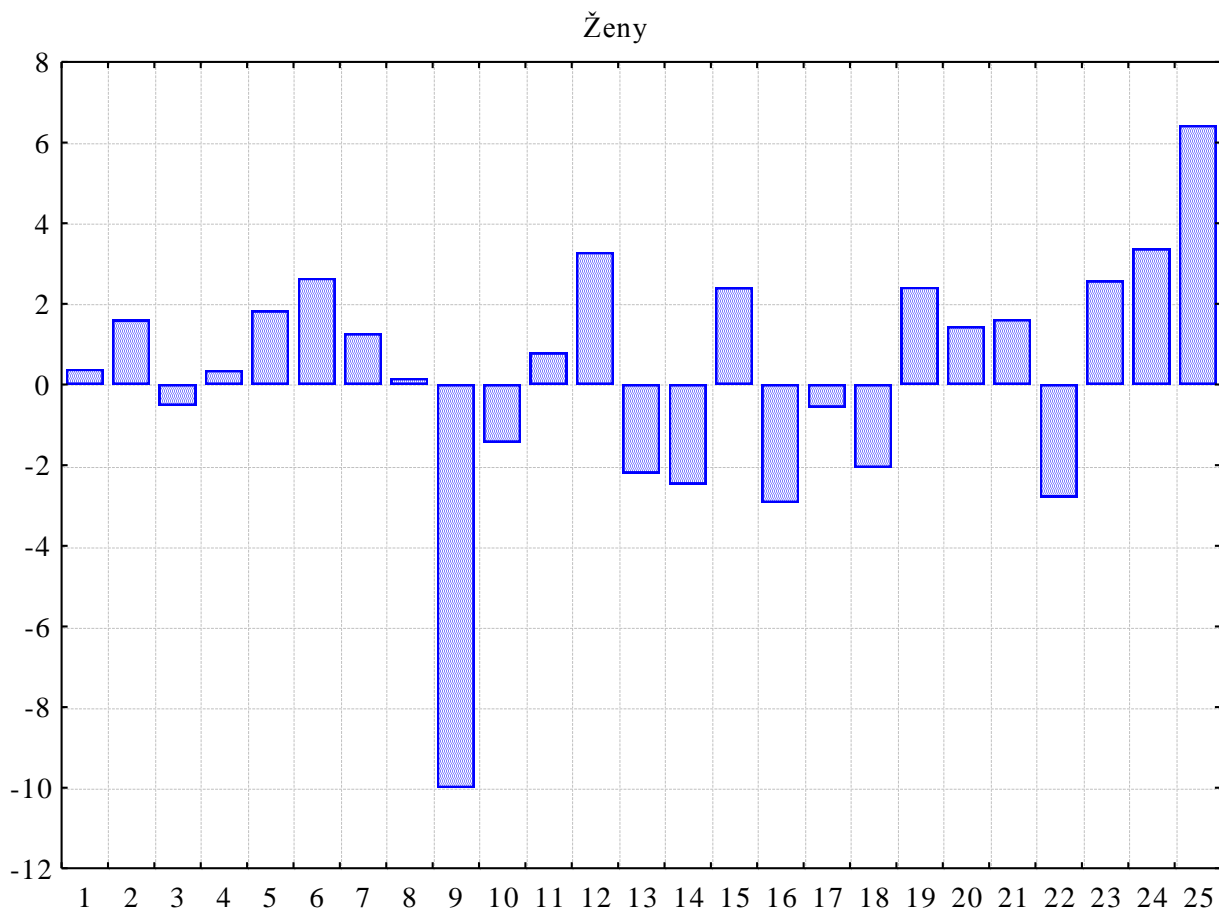
V tomto vzťahu sa do čitateľa umiestňuje väčší z výberových rozptylov, preto indexy 1 a 2 pri symbole s^2 je potrebné považovať za formálne. Samotný záver testu sa potom robí na základe porovnania hodnoty vypočítaného testovacieho kritéria F s kritickou hodnotou F rozdelenia $F_{1-\alpha/2(f_1, f_2)}$ pre dva počty stupňov voľnosti $f_1 = n_1 - 1$ a $f_2 = n_2 - 1$.

V našej práci kritická hodnota F rozdelenia pre hladinu významnosti $\alpha = 5\%$ je pri mužoch v prípadoch, kedy je rozptyl slovenskej vzorky väčší $F_{0.975(337, 27)} = 1.881$ a v prípade, kedy chorvátska vzorka vykazuje väčší rozptyl $F_{0.975(27, 337)} = 1.643$. Pri ženách, v prípadoch, kedy slovenská vzorka vykazuje väčší rozptyl sa $F_{0.975(346, 9)} = 3.353$ a v prípade väčšieho rozptylu chorvátskej vzorky zase $F_{0.975(9, 346)} = 2.151$.

3. Výsledky z vykonaného skúmania

Informácia o hlavných výsledkoch práce je obsiahnutá v tab. 1 a 2 a je zobrazená na obr. 1 a 2. Z tab.1 a obr. 1 pre ženskú časť populácie možno vidieť, že veľkosť sledovaných znakov t. j. antropometrické rozmery slovenskej a chorvátskej ženskej populácie, sa významne nelíšia. Priemerná relatívna diferenciacia aritmetických priemerov všetkých sledovaných znakov sa takmer nelíši od 0, jednotlivé relatívne diferencie sú veľmi malé (väčšina sa nachádza v rozpätí $\pm 3\%$) a ich znamienka kolíšu náhodne. Významné diferencie sa objavili iba pri 3 znakoch.

Iná situácia je v rámci porovnávania variability nameraných hodnôt vybraných antropometrických znakov. Tu sa ukázalo, že variabilita znakov v chorvátskej výberovej vzorke je vo všeobecnosti o niečo nižšia ako v slovenskej vzorke. Toto konštatovanie platí napriek tomu, že 3 zo 4 významných diferencií má záporné znamienko, čo svedčí o väčšej variabilite na chorvátskej strane, avšak priemerná relatívna diferenciacia porovnaných smerodajných odchýlok za všetkých 25 sledovaných znakov je 13,7 % v prospech Slovenska. Podobné výsledky sa ukázali aj v prácach Sedmák, Hitka, Rosak (2007) a Sedmák, Hitka, Zámečník, Lejsková (2006).



Obr. 1: Relatívne diferencie aritmetických priemerov antropometrických znakov slovenskej a chorvátskej populácie – ženy (spracované v STATSOFT, 2005)

Zdroj: vlastné spracovanie

Vzhľadom na relatívne slabú tendenciu väčšinou nepotvrdenú štatistickým testovaním, pri ktorom zriedkavé významné prípady skôr odporujú všeobecnej interpretácii, dá sa vysloviť

domnienka, že daný stav je pravdepodobne spôsobený malým rozsahom chorvátskej výberovej vzorky. Malé rozsahy výberu iba zriedkavo dostatočne pokrývajú variačné rozpätia skúmaných znakov a preto môžu poskytnúť podhodnotené odhady variability znakov v základnom súbore. Pri zväčšení rozsahu výberu na hranicu použitia parametrických metód $n > 30$ je predpoklad, že zistená nižšia variabilita antropometrických znakov chorvátskej populácie by sa skorigovala a prišlo by k vyrovnaniu. Následne by pri predpokladanom normálnom rozdelení hodnôt boli podobné aj kvantily.

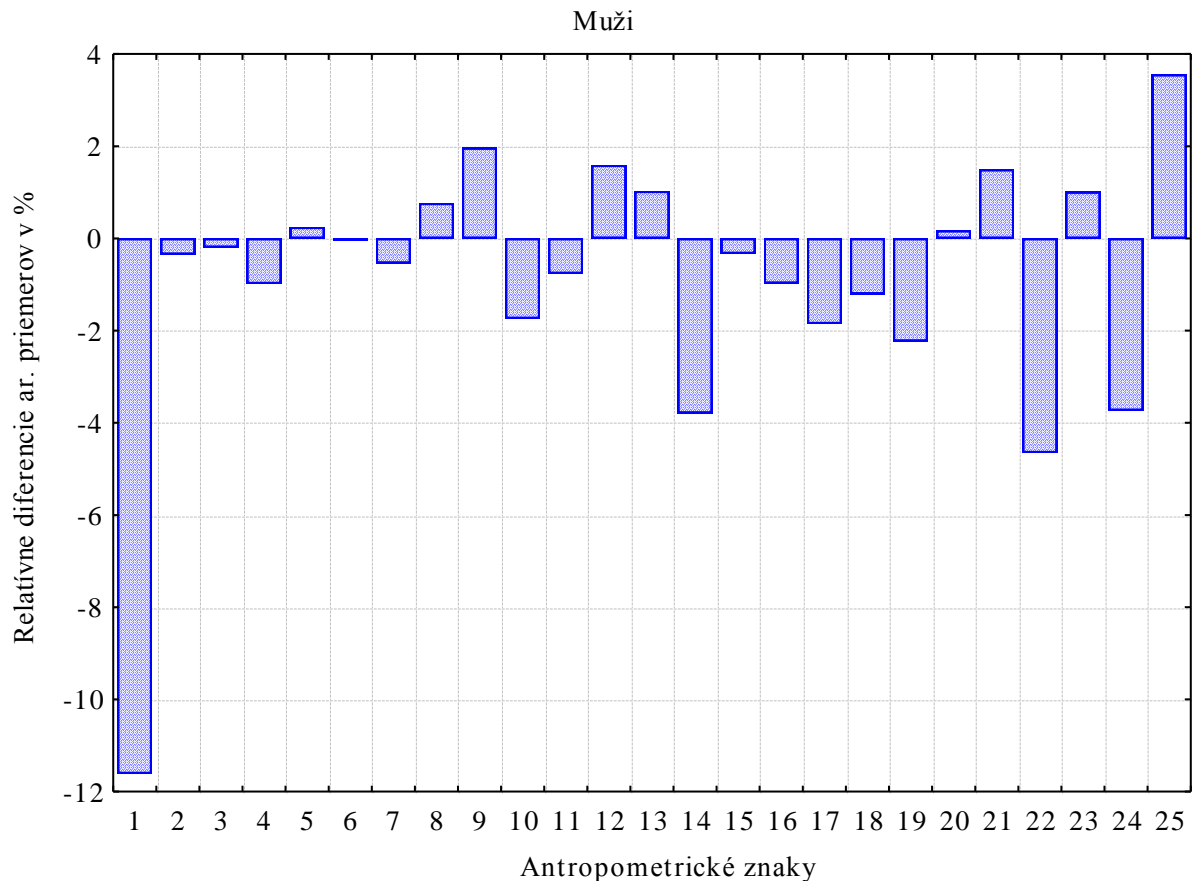
Tab. 1: Základné charakteristiky veľkosti a variability antropometrických znakov slovenskej a chorvátskej populácie – ženy

Antropometrické znaky	Arit. priemery		Dif. v %	t - test	Smer. odchýlky		Dif. v %	F - test
	SK	CRO			SK	CRO		
1. Telesná hmotnosť v kg	58.5	58.3	0.4	0.117	7.2	11.5	-46.2	2.561
2. Telesná výška v stoji	168.8	166.1	1.6	1.366	5.9	6.6	-11.2	1.251
3. Výška koreňa nosa v stoji	157.9	158.7	-0.5	-0.394	6.1	6.4	-4.9	1.104
4. Výška ramien v stoji	141.5	141.0	0.4	0.269	6.5	7.1	-9.0	1.198
5. Výška lakt'a v stoji	108.7	106.7	1.8	1.023	5.7	6.9	-18.4	1.446
6. Výška hrotu 3. prsta v stoji	67.6	65.9	2.6	0.522	6.0	4.3	34.0	1.986
7. Dosah ruky pri vzpažení v stoji	210.0	207.4	1.3	2.223	10.6	9.3	13.3	1.306
8. Šírka ramien	41.3	41.2	0.2	0.038	3.3	3.3	0.0	1.000
9. Priemer hrudníka bočný	32.2	35.6	-10.0	-1.375	5.3	3.7	35.2	2.035
10. Dosah ruky pri predpažení v stoji	78.3	79.5	-1.4	-0.418	7.7	4.3	56.7	3.209
11. Rozpätie paží v stoji	165.4	164.1	0.8	0.377	8.4	6.8	21.3	1.534
12. Telesná výška v sede	89.9	87.0	3.3	1.336	10.8	6.6	48.5	2.692
13. Výška koreňa nosa v sede	77.7	79.4	-2.2	-0.982	6.6	6.7	-1.6	1.032
14. Výška lakt'a v sede	26.6	27.3	-2.5	-0.752	5.4	2.7	68.5	4.169
15. Výška nadlaktia pri flexii v lakti	34.7	33.9	2.4	0.739	2.6	2.3	14.7	1.343
16. Výška kolena v sede	53.2	54.8	-2.9	-0.690	3.5	4.6	-27.3	1.733
17. Dosah ruky pri vzpažení v sede	128.0	128.7	-0.6	-0.681	7.2	4.2	54.0	3.024
18. Dĺžka predlak. a ruky pri oh. v lak.	44.0	45.0	-2.1	-0.678	3.1	4.6	-38.4	2.178
19. Dĺžka stehna v sede pri oh. v kol.	55.8	54.5	2.4	0.684	4.2	8.0	-62.0	3.606
20. Dĺžka nohy pri prednož. v sede	101.3	99.9	1.4	0.828	6.1	6.9	-11.7	1.264
21. Dosah ruky pri predpaž. v sede	77.8	76.6	1.6	2.829	5.4	3.3	48.1	2.666
22. Šírka dlane	9.6	9.9	-2.8	-0.678	1.0	0.6	52.0	2.899
23. Dĺžka dlane	18.0	17.5	2.6	1.270	1.3	0.7	56.1	3.166
24. Šírka chodidla	9.5	9.2	3.4	0.578	1.1	0.7	39.5	2.228
25. Dĺžka chodidla	24.5	23.0	6.4	16.634	1.7	1.3	30.4	1.844
	Pr. diferencia:		0.3		Pr. diferencia:		13.7	

* zvýraznené diferencie a testovacie kritéria sú štatisticky významné na hladine významnosti $\alpha = 5\%$

Zdroj: vlastné spracovanie

Analýza charakteristík mužskej časti populácie ukázala veľmi podobné výsledky – rozmerové parametre slovenskej a chorvátskej populácie sa signifikantne nelíšia (s jedinou výnimkou aj to týkajúcou sa váhy a nie rozmerov, keď chorvátski muži majú pri porovnateľnej výške významne vyššiu váhu).



Obr. 2: Relatívne diferencie aritmetických priemerov antropometrických znakov slovenskej a chorvátskej populácie – muži (spracované v STATSOFT, 2005)

Zdroj: vlastné spracovanie

Rovnako variabilita sledovaných znakov je v chorvátskej populácii opäť o niečo nižšia, čo môže byť prevažne odraz relatívne menšieho rozsahu výberu. Priemerná relatívna diferenciacia smerodajných odchýlok za všetky sledované znaky (-13,6 %) je takmer identická ako v ženskej časti populácie, počet signifikantne sa líšiacich znakov je však dvojnásobne vyšší (4 znaky u žien vs. 9 znakov u mužov). Znamienka signifikantných diferencií sú rozdielne a preto sa dá opäť predpokladať, že po zväčšení rozsahu výberu a pri predpokladanom normálnom náhodnom rozdelení hodnôt sledovaných znakov, kvantily rozdelení v oboch základných populáciách budú veľmi podobné.

Tab. 2: Základné charakteristiky veľkosti a variability antropometrických znakov slovenskej a chorvátskej populácie – muži

Antropometrické znaky	Arit. priemery		Dif. v %	t - test	Smer. odchýlky		Dif. v %	F - test
	SK	CRO			SK	CRO		
1. Telesná hmotnosť v kg	76.8	86.3	-3.6	-7.258	10.3	13.6	-27.5	1.738
2. Telesná výška v stoji	181.8	182.5	-0.5	-0.499	6.4	6.4	1.3	1.026
3. Výška koreňa nosa v stoji	170.4	170.8	-0.2	-0.265	6.7	7.1	-6.4	1.137
4. Výška ramien v stoji	152.7	154.2	-1.2	-1.186	6.7	6.4	4.7	1.099
5. Výška lakt'a v stoji	116.4	116.1	0.3	0.251	6.7	5.5	19.2	1.471
6. Výška hrotu 3. prsta v stoji	71.1	71.1	0.0	-0.017	5.9	3.6	47.9	2.656

7. Dosah ruky pri vzpažení v stojí	230.2	231.4	-0.6	-1.261	10.1	10.0	0.2	1.005
8. Šírka ramien	48.5	48.1	0.5	0.387	4.5	4.1	8.5	1.185
9. Priemer hrudníka bočný	36.2	35.5	0.8	0.490	5.1	4.3	16.6	1.393
10. Dosah ruky pri predpažení v stojí	86.3	87.9	-1.4	-0.904	7.7	5.4	34.6	2.012
11. Rozpätie paží v stojí	182.3	183.7	-0.8	-0.725	8.9	9.3	-4.3	1.090
12. Telesná výška v sede	96.2	94.6	1.5	1.145	10.2	4.6	75.0	4.838
13. Výška koreňa nosa v sede	83.0	82.2	0.6	0.658	6.6	7.6	-14.0	1.323
14. Výška lakťa v sede	27.0	28.0	-1.2	-1.304	6.8	4.3	45.1	2.505
15. Výška nadlaktia pri flexii v lakti	38.3	38.4	-0.2	-0.172	3.9	2.9	28.8	1.787
16. Výška kolena v sede	58.0	58.5	-0.9	-0.356	3.9	3.2	17.9	1.432
17. Dosah ruky pri vzpažení v sede	140.4	143.0	-1.3	-3.126	8.6	10.8	-22.1	1.558
18. Dĺžka predlak. a ruky pri oh. v lak.	48.5	49.1	-1.1	-0.713	3.8	2.5	41.7	2.333
19. Dĺžka stehna v sede pri oh. v kol.	59.3	60.7	-1.9	-0.901	4.4	3.5	22.9	1.583
20. Dĺžka nohy pri prednož. v sede	109.8	109.6	0.1	0.155	8.0	7.9	1.7	1.034
21. Dosah ruky pri predpaž. v sede	86.6	85.3	1.2	3.260	6.1	5.2	15.5	1.364
22. Šírka dlane	11.0	11.6	-3.1	-0.777	1.2	0.8	32.6	1.931
23. Dĺžka dlane	19.6	19.4	0.8	0.621	3.7	0.9	122.9	17.515
24. Šírka chodidla	10.6	11.0	-0.7	-0.939	1.3	2.9	-73.1	4.628
25. Dĺžka chodidla	27.9	26.9	1.3	7.730	2.3	3.8	-48.9	2.715
	Pr. diferencia:		-0.5		Pr. diferencia:		13.6	

* *zvýraznené diferencie a testovacie kritéria sú štatisticky významné na hladine významnosti $\alpha = 5\%$*

Zdroj: vlastné spracovanie

4. Záver

Prieskum veľkosti a variability hodnôt vybraných antropometrických znakov slovenskej a chorvátskej populácie ukázal, že rozmerové parametre slovenského a chorvátskeho obyvateľstva sa nelíšia vo svojej veľkosti a pravdepodobne ani vo variabilite. Z toho vyplýva, že pri výpočte kvantilov rozdelení jednotlivých znakov dôležitých pre ergonomickú a hygienickú prax **možno obidve vzorky zlúčiť do jedného súboru** a kvantily odvodené zo zlúčenej vzorky môžu byť platné pre obe krajiny. Jedinou podmienkou je rozšírenie rozsahu výberu na chorvátskej strane (obzvlášť u žien) a opätovné preverenie, či sa skutočne variabilita všetkých sledovaných znakov dá považovať za porovnateľnú, čo sa zatiaľ nepodarilo úplne preukázať.

Okrem toho je ešte potrebné chorvátsku stranu upozorniť na potrebu preverenia validity existujúcich starších antropometrických meraní vzhľadom k faktu, že rozmerové parametre oboch populácií sú v súčasnosti porovnateľné a na Slovensku bolo zistené, že rozmerové antropometrické parametre sa za posledných približne 30 rokov zväčšili priemerne o 4 – 5 % (Sedmák, Hitka, 2004).

Použitá literatúra:

- [1] KONRÁD, V.: *Ergonómia a bezpečnosť práce (Návody na cvičenia)*. Vysokoškolské skriptum. Zvolen. Edičné stredisko Technickej univerzity vo Zvolene. 1989, 77 s. ISBN 80-228-0017-1
- [2] JELAČIĆ, D. – MOTIK, D.: *Antropometric Measures as a Basis for Ergonomic Design of Work Place*. [In]: Proceedings of International scientific conference Ekonomika a riadenie podnikov DSP v tretom tisícročí. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene. 2002, pp. 173 – 178. ISBN 80-228-1189-0

- [3] JELAČIĆ, D. – GREGER, K. – GRLADINOVIĆ, T.: *Istraživanje antropometrijskih obilježja učenika srednjih škola i ergonomske značajke srednješkolskog namještaja*. [In]: Drvna industrija, vol. 53, br. 2/2002. Zagreb. Hrvatska. 2003, pp. 99 – 106. ISSN 0012-6772
- [4] SEDMÁK, R. – HITKA, M.: *Analýza zmien antropometrických údajov dospelaj populácie na území Slovenska*. [In]: Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie Manažment ľudského potenciálu v podniku. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene. 2004, 7 s. ISBN 80-228-1330-3
- [5] SEDMÁK, R. – HITKA, M. – ROSAK, J.: *Porovnanie vybraných antropometrických znakov dospelaj populácie na území Slovenska a Poľska*. [In]: Human Resource Management & Ergonomics 2/2007, s. 52 – 58. ISSN 1337-0871
- [6] SEDMÁK, R. – HITKA, M. – ZÁMEČNÍK, R. – LEJSKOVÁ, P.: *Porovnanie vybraných antropometrických znakov dospelaj populácie na území Slovenska a Čiech*. [In]: Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie Manažment ľudského potenciálu v podniku. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene. 2006. ISBN 80-228-1585-3
- [7] SUCHOMEL, J.: *Die Analyse der Arvetsuffällen und aplikation der ausgewählten Ergonomiekriterien bei der modelierung der Nutzungstechnologien*. [In]: VII Gólnopolska konferencja ergonomiczna. Poznań. Akademia rolnicza. September 1997, 9 s. Publikované v časopise: Zastoszowania v ergonomii
- [8] STATSOFT, INC.: *Statistica 7.1*. Tulsa. Oklahoma. 2005
- [9] STRELKA, F.: *Metodika merania základných antropometrických parametrov*. Príloha č. 11 k Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica. Praha, 1978. ÚVTEI 73027
- [10] STN EN 547-3
- [11] VESELOVSKÝ, J.: *Tvorba kancelárskeho nábytku pre hendikepovaných*. [In]: Zborník referátov z medzinárodného sympózia Nábytok 2006. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene. 2006. ISBN 80-228-1577-2
- [12] VESELOVSKÝ, J.: *Design of Office Table for People with Disabilities*. [In]: Annals of Warsaw Agricultural University – Forestry and Wood Technology No 62/2007 pp. 321 – 325. ISSN 0208-5704.

Adresa autorov:

Ing. Róbert SEDMÁK
Katedra hospodárskej úpravy lesa a geodézie
Lesnícka fakulta
T. G. Masaryka 24
Technická univerzita vo Zvolene
960 53 Zvolen
Slovenská republika
e-mail: sedmak@vsld.tuzvo.sk

doc. Ing. Miloš HITKA, PhD.
Katedra podnikového hospodárstva
Drevárska fakulta
T. G. Masaryka 24
Technická univerzita vo Zvolene
960 53 Zvolen
Slovenská republika
e-mail: hitka@vsld.tuzvo.sk

prof. dr. Sc. Denis JELAČIĆ, PhD.
Šumarski fakultet
Svetošimunska 25
10 000 Zagreb
Croatia
e-mail: jelacic@hrast.sumfak.hr

Kristina BIČANIĆ, BSc.
Šumarski fakultet
Svetošimunska 25
10 000 Zagreb
Croatia
e-mail: bicanic@sumfak.hr