

POROVNANIE VYBRANÝCH ANTROPOMETRICKÝCH ZNAKOV DOSPELEJ POPULÁCIE NA ÚZEMÍ SLOVENSKA A POĽSKA

ROBERT SEDMÁK – MILOŠ HITKA – JOANNA ROSAK

Abstract

The statistical analysis of selected anthropometric measures of Slovak and Polish population has been done. Selected anthropometric attributes are important for proposals of optimal workplace arrangement and for making of optimal work environment. Slovak population was represented by sample of students studying at Technical University Zvolen within the years 2000 – 2006. Polish sample consisted from students of Częstochowa University of Technology in period 2006 – 2007. Standard descriptive statistics of size and variability (arithmetic means and standard deviations) for all selected anthropometric measures were calculated and compared. The statistical testing showed that dimensions of selected anthropometric attributes in two populations are comparable, although the tendency to greater variability exists in Polish data and this fact should be taken into account.

Key words: anthropometria, population, statistical test.

Classification JEL: Z13 – Economic Sociology

1. Úvod a problematika

Rozdiely antropometrických charakteristík obyvateľstva jednotlivých krajín sa v období globalizácie trhov stávajú čoraz významnejším faktorom priamo ovplyvňujúcim výrobnú a obchodnú stratégiu firiem snažiacich sa presadiť na konkrétnom trhu. Vzhľadom na živú obchodnú spoluprácu medzi Slovenskou a Poľskou republikou a vzhľadom na postupné začleňovanie sa obidvoch republík do širšieho európskeho trhového priestoru sa otázka porovnania antropometrických parametrov poľskej a slovenskej populácie stáva čoraz aktuálnejšou, predovšetkým pre expandujúce nábytkárske a strojárne firmy, ktoré by mali pri svojej snahe presadiť sa na trhu susednej krajiny rešpektovať charakteristické populačné odlišnosti. 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 [2]. Okrem zmien v čase sa dôležité antropometrické znaky môžu líšiť aj v priestore, čo súvisí s vlastnosťami ľudskej populácie obývajúcej určitý životný priestor.

Cieľom predkladanej práce je porovnanie vybraných antropometrických znakov dospelých slovenskej populácie reprezentovanej výberovou vzorkou študentov Technickej univerzity vo Zvolene z rokov 2000 – 2006 s údajmi získanými rovnakou metodikou merania na výberovej vzorke študentov poľskej univerzity v rokoch 2006 – 2007. Hlavným cieľom je zhodnotenie a posúdenie signifikantnosti rozdielov v polohe a variabilite vybraných antropometrických znakov dospelých populácie v produktívnom veku na území Slovenska a Poľska, ktoré potvrdí, alebo vyvráti základný predpoklad, že antropometrické charakteristiky slovenskej a poľskej populácie sú vzhľadom na geografickú, kultúrnu a historickú podobnosť porovnateľné.

2. Empirický materiál a metodika práce

Na základe našich skúseností a rozboru literatúry predkladáme súbor 25-tich rozmerov a znakov, ktoré možno v hygienickej a ergonomickej praxi využiť najmä pri navrhovaní optimálneho priestorového usporiadania pracoviska a pri vytváraní optimálneho pracovného prostredia. Zoznam záujmových znakov spolu s pripojenými jednotkami merania je obsiahnutý

v tab. 1. a 2 nachádzajúcich sa vo výsledkovej časti. Exaktné definície jednotlivých znakov a spôsob ich merania možno nájsť v publikácii [4], v tejto práci však nebudú vzhľadom na rozsah príspevku uvádzané.

Empirické merania hodnôt vybraných antropometrických znakov súčasnej populácie na území Slovenska boli urobené v rokoch 2000 – 06 na výberovej vzorke pozostávajúcej z 255 mužov a 263 žien, študentov Technickej univerzity vo Zvolene vo veku 20 – 24 rokov pochádzajúcich z celého územia Slovenska a na výberovej vzorke dospelých študentov z Czestochowa University of Technology v rokoch 2006 – 2007 v podobnej vekovej skladbe tvorenej 24 mužmi a 51 ženami. Namerané výberové údaje boli súborne opísané bežnými charakteristikami polohy a variability – aritmetickými priemerami \bar{x} a smerodajnými odchýlkami s_x charakterizujúcimi veľkosť a kolísanie jednotlivých nameraných hodnôt. Pre obe charakteristiky každého sledovaného znaku boli vyrátané ich relatívne diferencie $dif\%$ podľa vzťahu:

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

Okrem jednoduchého porovnania hodnôt opisných charakteristík sa v práci vzhľadom na výberový charakter nameraných údajov pristúpilo k otestovaniu zhody aritmetických priemerov a smerodajných odchýlok vybraných znakov pre 2 sledované základné súbory – slovenskú a poľskú populáciu. V rámci testov 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 výhradne chybou z reprezentácie. Pri overovaní zhody aritmetických priemerov 2 základných súborov testujeme nulovú hypotézu $H_0: \mu_1 = \mu_2$, podľa ktorej tvrdíme, že aritmetické priemery antropometrických znakov 2 základných súborov – slovenskej a poľskej populácie sa rovnajú. Otestovanie zhody aritmetických priemerov za podmienok, že výbery zo základných súborov sú nezávislé a o variabilite sledovaných znakov v základných súboroch sa predpokladá, že nie je rovnaká, sa robí pomocou klasického testovacieho kritéria:

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

ktoré 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 z 1. a 2. základného súboru. Nulová hypotéza $H_0: \mu_1 = \mu_2$ sa na zvolenej hladine významnosti α prijíma, ak $|t| \leq t_{\alpha/2}(f)$ a naopak, zamietajú sa, ak zistíme, že $|t| > t_{\alpha/2}(f)$. Ak sa nulová hypotéza nezamietne, môžeme ekvivalentne tvrdiť, že rozdiel výberových priemerov $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ je tak malý, že môže byť spôsobený iba náhodnosťou výberu a naopak, ak sa H_0 zamietne, vieme na zvolenej hladine významnosti, že rozdiel výberových priemerov $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ je už príliš veľký na to, aby sa dal výhradne pripísať náhodnosti výberu.

V rámci našej práce, pri našich rozsahoch výberových vzoriek, pri mužoch nadobúda kritická hodnota $t_{\alpha/2}(f)$ pre zvolenú hladinu významnosti $\alpha = 5\%$ a počet stupňov voľnosti $f = (263 + 24) - 2 = 285$ hodnotu $t_{0.025}(285) = 1.9683$ a pri ženách pri počte stupňov voľnosti $f = (255 + 51) - 2 = 304$ hodnotu $t_{0.025}(304) = 1.9678$.

Podobne môžeme otestovať aj nulovú hypotézu $H_0: \delta_1^2 = \delta_2^2$ o zhode smerodajných odchýlok (príp. rozptylov), čiže variability hodnôt sledovaných znakov v testovaných základných súboroch. Test sa opäť robí pomocou výberových rozptylov s_1^2 a s_2^2 a je založený na Fisherovom F rozdelení. Testovacie kritérium F sa vypočíta ako podiel:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

Kvôli zjednodušeniu záveru testu sa obyčajne do čitateľa testovacieho kritéria F umiestňuje väčší z 2 výberových rozptylov, preto indexy 1 a 2 pri symbole s 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 $f_2 = n_2 - 1$ a platí, že ak $F > F_{1-\alpha/2}(f_1, f_2)$ nulová hypotéza $H_0: \delta_1^2 = \delta_2^2$ o zhode variability hodnôt sledovaného antropometrického znaku v slovenskej a poľskej populácií sa zamietá.

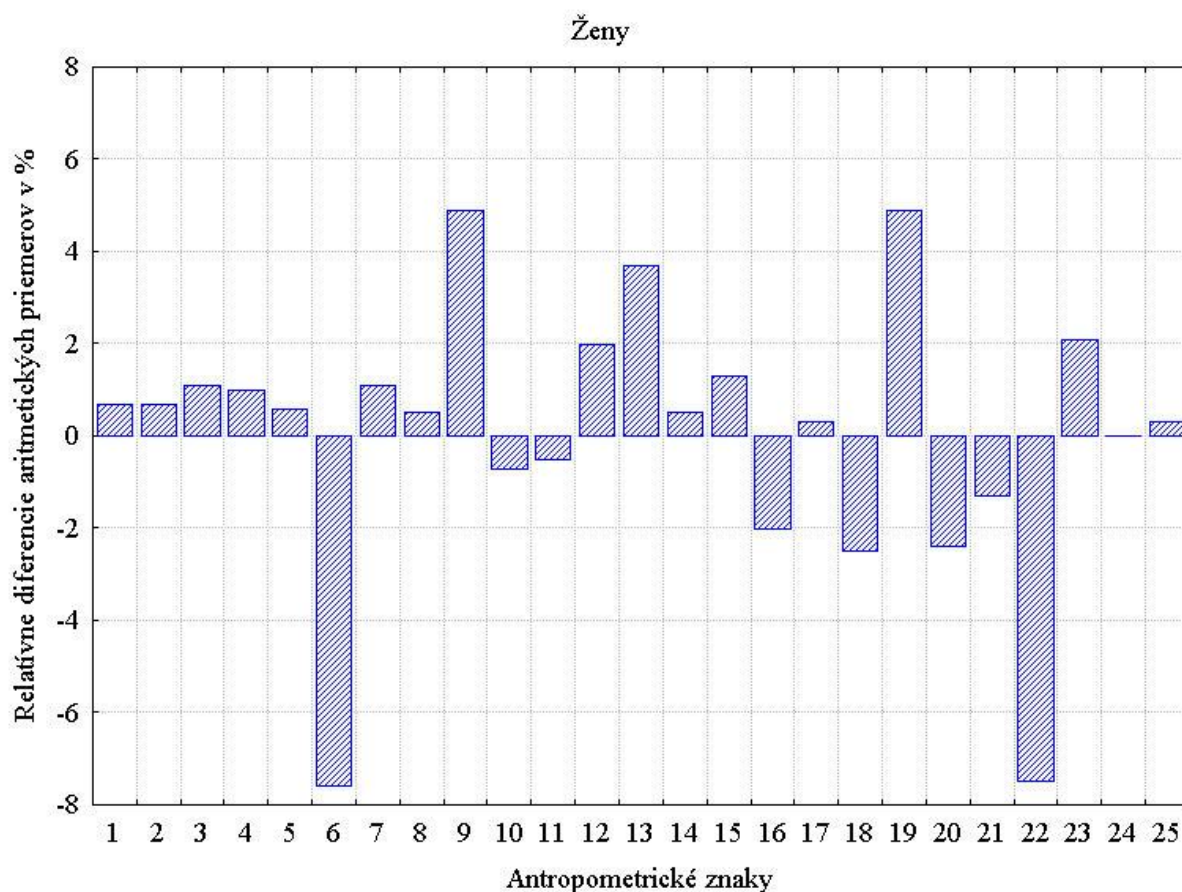
Kritická hodnota F rozdelenia pre hladinu významnosti $\alpha = 5\%$ je pri mužoch v prípadoch, kedy je rozptyl slovenskej vzorky väčší $F_{0.05}(262, 23) = 1.7831$ a v prípade, že poľská vzorka vykazuje väčší rozptyl $F_{0.05}(23, 262) = 1.5706$. Pri ženách, v prípadoch, kedy slovenská vzorka vykazuje väčší rozptyl $F_{0.05}(254, 50) = 1.4742$ a v prípade väčšieho rozptylu poľskej vzorky $F_{0.05}(50, 254) = 1.4011$.

3. Výsledky

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 vidíme, že veľkosť sledovaných znakov t. j. antropometrické rozmery slovenskej a poľskej ženskej populácie sa signifikantne 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 $\pm 2\%$) a ich znamienka kolíšu náhodne. Signifikantné diferencie sa objavili v 5-tich prípadoch, ale opäť nemajú systematický charakter (3x záporná a 2x kladná signifikantná diferenciacia porovnateľnej veľkosti).

Iná situácia je v rámci porovnávania variability nameraných hodnôt vybraných antropometrických znakov. Tu vidíme, že variabilita hodnôt v poľskej výberovej vzorke je vo väčšine prípadov väčšia. Priemerná relatívna diferenciacia porovnávaných smerodajných odchýlok za všetkých 25 sledovaných znakov je $-25,8\%$, čo značí, že variabilita údajov v poľskej populácií je približne o štvrtinu väčšia. Tento fakt je v 17-tich prípadoch potvrdený aj testom signifikantnosti rozdielu výberových s_x , pričom vždy ide o signifikantnú zápornú diferenciaciu, čo svedčí o signifikantne väčšej variabilite meraní v poľskej populácií. Rovnako aj pri znakoch, kde sa diferenciacia s_x nepotvrdila ako signifikantná, je väčšina znamienok záporná.

Toto zistenie je pomerne dôležité, pretože naznačuje, že kvantily empirického rozdelenia hodnôt poľskej a slovenskej populácie často využívané v ergonomickej a hygienickej praxi sa budú líšiť a preto ich bude potrebné pre poľskú a slovenskú populáciu stanoviť samostatne. Okrem toho v ďalšom výskume bude potrebné overiť, či sa jednotlivé populácie a výberové vzorky nelíšia aj tvarom rozdelenia hodnôt a či majú predpokladaný tvar normálneho náhodného rozdelenia.



Obr. 1: Relatívne diferencie aritmetických priemerov antropometrických znakov slovenskej a poľskej populácie – ženy

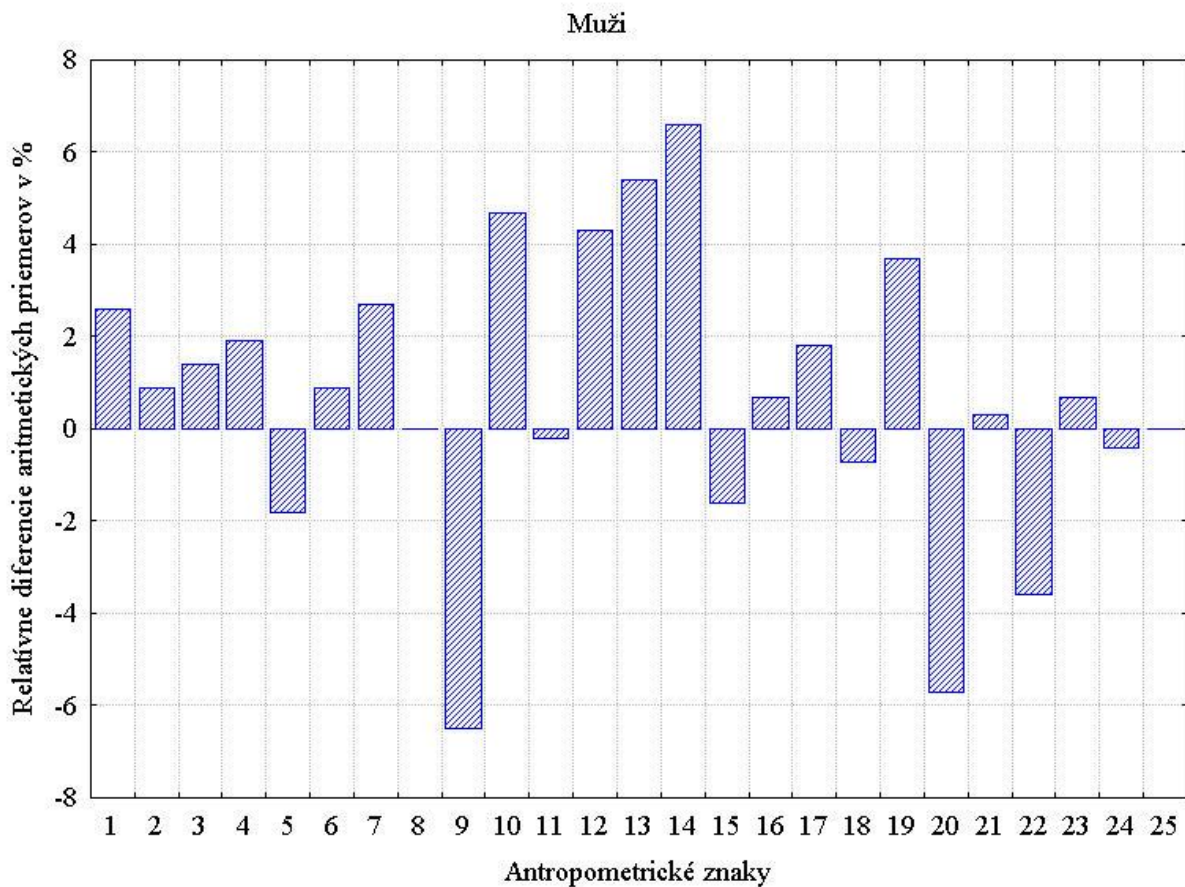
Tab.1: Základné charakteristiky veľkosti a variability antropometrických znakov slovenskej a poľskej populácie – ženy

Antropometrické znaky	Arit. priemery		Dif. v %	t - test	Smer. odchýlky		Dif. v %	F - test
	SK	PL			SK	PL		
1. Telesná hmotnosť v kg	58.8	58.4	0.7	0.342	7.7	7.5	2.6	1.054
2. Telesná výška v stoji	168.9	167.8	0.7	1.090	6.1	6.8	-9.7	1.213
3. Výška koreňa nosa v stoji	157.8	156.1	1.1	1.578	6.4	7.3	-13.9	1.320
4. Výška ramien v stoji	141.9	140.5	1.0	1.196	6.7	7.7	-13.3	1.305
5. Výška lakt'a v stoji	108.8	108.2	0.6	0.683	5.9	6.6	-11.3	1.255
6. Výška hrotu 3. prsta v stoji	68.1	73.5	-7.6	-3.938	6.4	9.3	-36.9	2.110
7. Dosah ruky pri vzpažení v stoji	210.4	208.2	1.1	1.257	9.9	11.8	-17.2	1.412
8. Šírka ramien	41.5	41.3	0.5	0.265	3.4	4.9	-35.3	2.043
9. Priemer hrudníka bočný	32.7	31.2	4.9	2.186	5.4	4.5	17.6	1.424
10. Dosah ruky pri predpažení v stoji	78.5	79.0	-0.7	-0.469	5.2	7.7	-39.5	2.226
11. Rozpätie paží v stoji	165.3	166.1	-0.5	-0.480	8.8	11.3	-24.5	1.637
12. Telesná výška v sede	89.3	87.5	2.0	1.205	8.2	10.1	-20.8	1.518
13. Výška koreňa nosa v sede	77.3	74.5	3.7	2.670	5.3	7.2	-29.3	1.804
14. Výška lakt'a v sede	26.1	26.0	0.5	0.172	4.0	5.6	-32.3	1.920

15. Výška nadlaktia pri flexii v lakti	34.9	34.5	1.3	0.890	2.6	3.3	-24.8	1.645
16. Výška kolena v sede	53.2	54.2	-2.0	-1.260	3.6	5.7	-44.6	2.477
17. Dosah ruky pri vzpažení v sede	128.1	127.7	0.3	0.316	6.4	9.2	-35.7	2.056
18. Dĺžka predlak. a ruky pri oh. v lak.	44.0	45.1	-2.5	-1.484	3.2	5.1	-45.9	2.546
19. Dĺžka stehna v sede pri oh. v kol.	56.1	53.5	4.9	2.280	4.3	8.2	-62.6	3.652
20. Dĺžka nohy pri prednož. v sede	101.7	104.2	-2.4	-2.069	6.3	8.0	-24.0	1.620
21. Dosah ruky pri predpaž. v sede	78.2	79.2	-1.3	-1.125	5.5	6.2	-12.2	1.277
22. Šírka dlane	9.6	10.4	-7.5	-2.330	1.0	2.3	-73.8	4.704
23. Dĺžka dlane	18.0	17.6	2.1	1.451	1.3	1.8	-30.5	1.851
24. Šírka chodidla	9.5	9.5	0.0	-0.004	1.2	1.5	-23.9	1.616
25. Dĺžka chodidla	24.5	24.4	0.3	0.314	1.7	1.7	-2.0	1.041
Pr. diferencia:			0.0	Pr. diferencia:			-25.8	

* zvyraznené diferencie a testovacie kritéria sú signifikantné na hladine významnosti $\alpha = 5\%$

Analýza charakteristík mužskej časti populácie ukázala veľmi podobné výsledky – rozmerové parametre poľskej a slovenskej populácie sa signifikantne nelíšia (s 5-timi výnimkami, ktoré však nemajú systematický charakter), avšak variabilita sledovaných znakov je v poľskej populácii opäť výrazne väčšia. Priemerná relatívna diferenciacia smerodajných odchýlok za všetky sledované znaky (-23,7 %) je porovnateľná so ženskou časťou populácie, počet signifikantne sa líšiacich znakov je 14 a 13 z nich má záporné znamienko.



Obr. 2: Relatívne diferencie aritmetických priemerov antropometrických znakov slovenskej a poľskej populácie – muži

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

Antropometrické znaky	Arit. priemery		Dif. v %	t - test	Smer. odchýlky		Dif. v %	F - test
	SK	PL			SK	PL		
1. Telesná hmotnosť v kg	76.4	74.5	2.6	0.912	10.4	10.0	4.9	1.102
2. Telesná výška v stoji	181.2	179.5	0.9	1.377	6.2	5.7	9.0	1.196
3. Výška koreňa nosa v stoji	169.8	167.5	1.4	1.677	6.5	6.5	-0.6	1.012
4. Výška ramien v stoji	152.3	149.5	1.9	2.367	6.5	5.5	16.9	1.404
5. Výška lakt'a v stoji	116.1	118.1	-1.8	-1.247	6.2	7.9	-22.9	1.585
6. Výška hrotu 3. prsta v stoji	71.0	70.4	0.9	0.386	6.2	7.5	-19.9	1.491
7. Dosah ruky pri vzpažení v stoji	228.7	222.7	2.7	2.802	9.5	10.2	-7.8	1.169
8. Šírka ramien	48.7	48.8	0.0	-0.005	4.6	7.1	-42.4	2.365
9. Priemer hrudníka bočný	36.4	38.8	-6.5	-1.760	5.5	6.6	-17.8	1.428
10. Dosah ruky pri predpažení v stoji	86.5	82.5	4.7	1.321	8.1	14.6	-57.7	3.277
11. Rozpätie paží v stoji	181.6	181.9	-0.2	-0.108	8.8	13.0	-38.7	2.191
12. Telesná výška v sede	96.1	92.1	4.3	1.960	11.4	9.6	17.3	1.414
13. Výška koreňa nosa v sede	82.8	78.5	5.4	2.860	7.0	7.1	-1.1	1.022
14. Výška lakt'a v sede	27.0	25.3	6.6	1.976	7.4	3.6	67.9	4.111
15. Výška nadlaktia pri flexii v lakti	38.6	39.2	-1.6	-0.656	3.8	4.4	-12.5	1.284
16. Výška kolena v sede	57.7	57.3	0.7	0.364	3.8	5.3	-32.8	1.939
17. Dosah ruky pri vzpažení v sede	139.6	137.1	1.8	0.870	8.8	13.7	-43.8	2.434
18. Dĺžka predlak. a ruky pri oh. v lak.	48.3	48.7	-0.7	-0.210	4.0	8.3	-69.8	4.294
19. dĺžka stehna v sede pri oh. v kol.	59.5	57.3	3.7	1.424	4.4	7.2	-49.4	2.742
20. Dĺžka nohy pri prednož. v sede	109.7	116.1	-5.7	-3.462	7.7	8.7	-12.0	1.272
21. Dosah ruky pri predpaž. v sede	86.6	86.4	0.3	0.131	6.2	8.3	-29.6	1.816
22. Šírka dlane	11.1	11.5	-3.6	-0.828	1.1	2.4	-69.2	4.233
23. Dĺžka dlane	19.3	19.2	0.7	0.191	1.9	3.4	-57.5	3.263
24. Šírka chodidla	10.5	10.6	-0.4	-0.076	1.3	2.6	-67.7	4.097
25. Dĺžka chodidla	27.6	27.6	0.0	-0.011	2.2	3.9	-54.2	3.041
	Pr. diferencia:		0.7		Pr. diferencia:		-23.7	

* zvyraznené diferencie a testovacie kritéria sú signifikantné na hladine významnosti $\alpha = 5\%$

Z toho opäť vyplýva, že pri predpokladanom normálnom náhodnom rozdelení hodnôt sledovaných znakov, kvantily rozdelení v oboch populáciách nebudú rovnaké, čo bude potrebné v budúcnosti zohľadniť.

4. Záver

Prieskum veľkosti a variability hodnôt vybraných antropometrických znakov slovenskej a poľskej populácie ukázal, že rozmerové parametre slovenského a poľského obyvateľstva sa nelíšia vo svojej veľkosti, ale sú rozdielne vo svojej variabilite. Z toho vyplýva, že pri výpočte kvantilov rozdelení jednotlivých znakov dôležitých pre ergonomickú a hygienickú prax nemôžeme obidve vzorky zlúčiť do jedného súboru, ale musíme ich stanoviť na základe poľskej a slovenskej výberovej vzorky pre každú populáciu osobitne.

Okrem toho je ešte potrebné poľskú 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 parametre slovenskej populácie sa za posledných približne 30 rokov zväčšili priemerne o 4 – 5 % [1].

Použitá literatúra:

- [1] SEDMÁK, R. – HITKA, M.: *Analýza zmien antropometrických údajov dospelaj populácie na území Slovenska*. Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie Manažment ľudského potenciálu v podniku. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene. 2004. 7 s. ISBN 80-228-1330-3
- [2] SEDMÁK, R. – HITKA, M. – ZÁMEČNÍK, R. – LEJSKOVÁ, P.: *Porovnanie vybraných antropometrických znakov dospelaj populácie na území Slovenska a Čiech*. Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie Manažment ľudského potenciálu v podniku. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene. 2006. ISBN 80-228-1585-3
- [3] SUCHOMEL, J.: *Die Analyse der Arvetsuffällen und aplikation der ausgewählten Ergonomiekriterien bei der modelierung der Nutzungstechnologien*. In: VII Gólnopolska konferencjy ergonomiczna. Poznań. Akademia rolnicza. September 1997. 9 s. Publikované v časopise: Zastoszowania v ergonomii
- [4] STRELKA, F.: *Metodika merania základných antropometrických parametrov*. Príloha č. 11 k Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica. Praha. 1978. ÚVTEI 73027.

Adresa autorov:

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

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

Mgr. Joanna ROSAK, PhD.
Department of Management
Division of Production Engineering
Czestochowa University of Technology
ul. Armii Krajowej 19”B”
42-200 Czestochowa
POLAND
e-mail: asros@op.pl