



TEHNIKA I INFORMATIKA U OBRAZOVANJU

4. Internacionalna Konferencija, Tehnički fakultet Čačak, 1–3. jun 2012.

TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION

4th International Conference, Technical Faculty Čačak, 1–3rd June 2012.

UDK: 331.1::373.2

Stručni rad

**PRAKTIČNA PRIMENA REZULTATA ERGONOMSKIH
ISTRAŽIVANJA ANTROPOMETRIJSKIH MERA DECE, PRI
PROJEKTOVANJU STOLICA, KLUPA I STOLOVA ZA DECU
PREDŠKOLSKOG UZRASTA**

Savko Jekić¹, Dragan Golubović²

***Rezime:** Ergonomija dečijeg mobilijara je primenjena nauka, koja proučava fizičke karakteristike dece (antropomere), koje treba uzeti u obzir pri projektovanju opreme, koju koriste deca, tako da ista može biti iskorišćena na optimalan način od strane dece, kojima je i namenjena! Deca imaju posebne potrebe kada koriste stolicu, klupu i sto za crtanje i pisanje, ili rad na kompjuteru. Očuvanje zdravlja i bezbednost dece podrazumeva prilagođavanje radnog prostora njihovoj maloj veličini, upotrebom odgovarajuće kvalitetne opreme (ergonomski dizajnirane), pravilnog držanja i zdravih navika tokom upotrebe istih.*

***Ključne reči:** Ergonomija, antropomere, deca, predškolski uzras, stolica, radni sto.*

**PRACTICAL IMPLEMENTATION OF RESULTS OF ERGONOMIC
RESEARCH INTO ANTHROPOMETRIC MEASURES OF
CHILDREN IN DESIGN OF CHAIRS, DESKS AND TABLES FOR
PRESCHOOL CHILDREN**

***Summary:** Ergonomics of children's playground equipment is an applied science dealing with the study of physical features of children (anthropometric measures) that ought to be taken into consideration in the process of designing equipment intended to be used by children, so that children as its intended users can use such equipment in an optimum manner! Children have special needs when it comes to their use of chairs, drawing and writing desks, as well as when they use the computer. Preservation of health and children's safety implies adaptation of the work space to suit the specific needs of their relatively small size, and this is achieved by using adequate quality equipment (ergonomically designed), as well as proper posture and healthy practices during their use.*

***Key words:** Ergonomics, anthropometric measures, children, pre-school children, chair, writing desk.*

¹ Dr Savko Jekić, „Ergoprodukt“ d.o.o, Čačak, Devet Jugovića1/1, Čačak, E-mail: asa_co@open.telekom.rs, ergoprodukt@open.telekom.rs

² Prof. dr Dragan Golubović, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: golubd@tfc.kg.ac.rs

1. UVOD

Za očuvanje zdravlja, tj. bezbednost dece, pored zdravih navika i pravilnog držanja (pri hodaњу, sedenju, ležanju) vrlo je bitno prilagođavanje radnog prostora njihovoj maloj veličini, upotrebom odgovarajućih-kvalitetnih proizvoda, pogotovu onih koja vrlo često koriste u toku dana. Deca imaju posebne potrebe kada koriste stolicu i sto, jer veliki deo vremena provode za stolom crtajući, pišući, a u poslednje vreme koristeći kompjuter. Vrlo veliki procenat dece koriste stolice i stolove dizajnirane za odrasle, čak i bez podmetača za noge, koji podupire deci noge koje vise dok sede u stolicama za odrasle. Zahvaljujući rezultatima naučno istraživačkog rada kompletno objavljenim u literaturi [1] moguće je uspešno dizajnirati (prikladnu, optimalnu, ergonomsku) opremu za igru, zabavu i edukaciju dece predškolskog uzrasta (ljudljaške, vrteške, klackalice, kućice,...kao i stolice i stolove). U ovom radu smo dali prikaz izbora mera za novoprojektovan (ergonomski projektovan) dečiji mobilijar (sto i stolicu), kao i uporedne mere ranije izvedenih-postojećih rešenja i konkretno za svaki primer, gde je imalo potrebe, ukazali na greške postojeće opreme.

2. ODREĐIVANJE ERGOTEHNIČKIH MERA VISINE STOLOVA (H) I SEDALNIH DELOVA STOLICA I KLUPA (h) ZA DECU PREDŠKOLSKOG UZRATA

Iz iskustva znamo, (a i lekari savetuju) da se još od predškolskog uzrasta vodi računa o ispravnom sedenju u/na stolici za radnim stolom. Pri sedenju za radnim stolom bedra (nadkolenica) je malo podignuta uvis, da se ne priteže nerv u predelu kolena-pozadi!, a podkolenica je u gotovo vertikalnom položaju, međusobno pod uglom od $\approx 90^{\circ}$ - 100° .



Sl. 1. Ergonomska visina dečijeg stola (H) i stolice (h) za decu

Stopala moraju biti potpuno oslonjena na pod (ili na nekoj podlozi) i nositi težinu nogu (tj. da noge ne „vise“ i tako opterećuju nerv-živac u podkoleničnom delu noge. Takvom sedenju treba prilagoditi i visinu stola. Pravilno je kada cele podlaktice prirodno naležu na

radnu površinu ploče stola, čime se rasterećuju mišići ramena i leđa. Radno mesto za pisanje zadataka (crtanje, čitanje, učenje) se bitno razlikuje od „ugla za igru“. Nevolja je u tome što radni sto i stolicu treba optimalno prilagoditi uzrastu deteta. I roditelji kod kuće i vaspitači u ustanovi, bi trebali stalno da kontrolišu kako dete (deca) sedi (sede). Nizak sto prisiljava dete na iskrivljeni (pogrljen) položaj kičme, a visoko postavljena ploča stola, zamara bespotrebno ruke deteta. Da bi se ovaj pravilan odnos održao barem nekoliko godina najbolje je (jer deca brzo rastu) nabaviti sto i stolicu kojima se može podešavati visina, i češće kontrolisati i prema rastu deteta podešavati visinu i stola i stolice ili po mogućstvu menjati dečiji radni sto i stolicu.

Numeričke vrednosti za izračunavanje posmatranih visina (H, h) uzimamo iz odgovarajućih tabela za statičke i korektivne mere dece predškolskog uzrasta [1] i pošto su i visina stola i visina stolice vrlo „osetljive“ mere, tj. treba ih često korigovati prema uzrastu deteta (dece) u periodu intenzivnog rasta dece (tj. predškolskog i školskog uzrasta), to ćemo ovde izračunati mere posebno za sve tri uzrasne grupe, kao i za zbirnu grupu i uporediti rezultate za:

- Mlađu uzrasnu grupu (3-4 godine),
- Srednju uzrasnu grupu dece (4-5 godina),
- Stariju uzrasnu grupu dece (5-6 godina) i posebno za
- Zbirnu grupu dece (sve tri uzrasne grupe zajedno (3-6 godina)

Pa bi tok izračunavanja i numeričke vrednosti, kao i sam rezultat izgledali ovako:

$$\begin{aligned}
 H \approx V_{\text{stat.}}(P_{95}) + P_{\text{stat.}}(P_{95}) + \Delta_{\text{ob.}}(P_{95}) &= 18,24 + 27,99 + 2,90 = 49,13 \text{ cm. (Za decu 3-4 godine)} \\
 &= 31,28 + 20,37 + 3,16 = 54,81 \text{ cm. (za decu 4-5 godina)} \\
 &= 32,33 + 19,90 + 3,16 = 55,39 \text{ cm. (za decu od 5-6 godina)} \\
 &= 31,60 + 19,95 + 3,09 = 54,64 \text{ cm. (Za decu zbirne uzrasne grupe!)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h \leq V_{\text{stat.}}(P_{95}) + \Delta_{\text{ob.}}(P_{95}) &= 18,24 + 2,90 = 21,14 \text{ cm. (Za decu 3-4 godine)} \\
 &= 31,28 + 3,16 = 34,44 \text{ cm. (za decu 4-5 godina)} \\
 &= 32,33 + 3,16 = 35,49 \text{ cm. (za decu od 5-6 godina)} \\
 &= 31,60 + 3,09 = 34,69 \text{ cm. (Za decu sve tri uzrasne grupe!)}
 \end{aligned}$$

Mere (visine) stolova i stolica namenjenih opremanju predškolskih ustanova, koje propisuje zakon, (objavljeno u Službenom glasniku Republike Srbije, broj 50, od 28.juna 1994. godine, na stranama 1639 do 1642, koji je još uvek na snazi, kao i u brojevima; 29/93, 53/93, 67/97, 28/97 i 47/96) u Pravilniku o bližim uslovima za početak rada i obavljanja delatnosti ustanova za decu, su:

Propisana visina stola: H=52 cm, za decu do 4 godine, a
H=56 cm, za stariju decu.

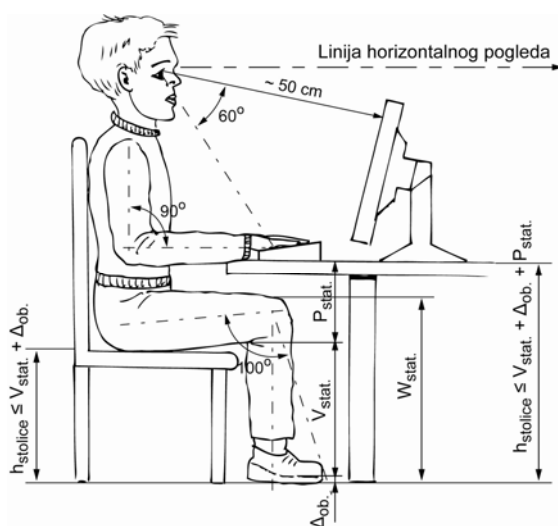
Propisana visina sedalnog dela stolice ili klupe: h=29 cm, za decu do 4 godine, a
h=34 cm, za stariju decu.

Ergotehničkom analizom mera; visine stolova (H) i sedalnih delova stolica i klupa (h), nekoliko domaćih proizvođača nameštaja (D.I. „Sloga“ iz Vladičinog Hana, „Oprema“ iz Jagodine, „Ergo Made“ iz Beograda, D.o.o. i „N.J.Kompanija“ iz Knjaževca i „Progres“ iz

Svrlljiga), kao i merenjem visina stolova (H) i stolica (h) u vrtićima u P.U.“Radost“ u Čačku, došli smo do zaključka da su te mere u granicama zakonom propisanih. Naime i proizvođačke mere i izmerene (posmatrane) dimenzije opreme u vrtićima su:

Visina stolova; $H=52$ cm,
 Visina sedalnog dela stolica i klupa je; $h=35$ cm.

Na osnovu prethodnih izračunavanja kao i dodatnih podataka iz tabela za statičke i korektivne mere na slici 2. smo prikazali optimalne-poželjne dimenzije visine radnog stola i stolice za decu starijeg uzrasta (koja već počinju da koriste i kompjuter, pišu, uveliko crtaju i sl...)!



Sl.2. Ergonomska visina radnog stola i stolice za decu predškolskog uzrasta (Starija predškolska grupa, P_{95})

3. ODREĐIVANJE ERGOTEHNIČKIH DIMENZIJA POVRŠINE RADNOG STOLA (HAPTIČKE POVRŠINE)

„Haptičke površine“ (zone dohvata ruku) određene su antropometrijskim karakteristikama deteta u sedećem i stojećem položaju.

Dohvati ruku mogu biti različiti što zavisi koliko je ruka, ispružena u laktu.. Što je ruka, ispruženija veći je i napor, a time i veći energetski gubici, dete se pri igri ili radu brže zamara, neprecizniji su mu pokreti i td. Iz tih razloga se u ergonomiji pri uređenju radnog prostora razlikuju tri zone dohvata ruku:

Funkcionalne zone:

- 1. zona normalnog dohvata**, je površ ograničena prednjom ivicom stola (radne površine) i radijusima podlaktica (leve i desne) sa centrima u ramenima (tačka A i B) (Horizontalna projekcija ramena i lakta pri vertikalnom položaju nadlaktice i gde podlaktica i nadlaktica zatvaraju ugao od 90^0),

2. proširena zona je površ određena radijusom dužine ispružene ruke (normalni dohvati ispružene ruke) i dohvatom ispružane ruke, kada je ruka potpuno ispružena u laktu (ugao nadlaktice i podlaktice je 180^0 , sa centrom u tački A i B (zglobovi levog i desnog ramena).

3. maksimalna zona dohvata koju čine maksimalni dohvati ruke, kada je ruka potpuno ispružena u laktu (ugao nadlaktice i podlaktice je 180^0), a telo se maksimalno naginje napred (mera $G_{din.max.}$) i uz maksimalno naginjanje tela bočno na stranu (mera $L_{din.max.}$)

Nefunkcionalna zona, ili

4. Površina stola, koju da bi dete dohvailo mora lo bi da ustane ili pomeri stolicu (ako je na točkiće) i on služi za odlaganje opreme i nekih stvari koja nisu često potrebna za uzimanje, dohvatanje, štelovanje uključivanje-isključivanje, regulisanje. (Naprimera; police za knjige, pribor, monitor, štampač, skener,...)

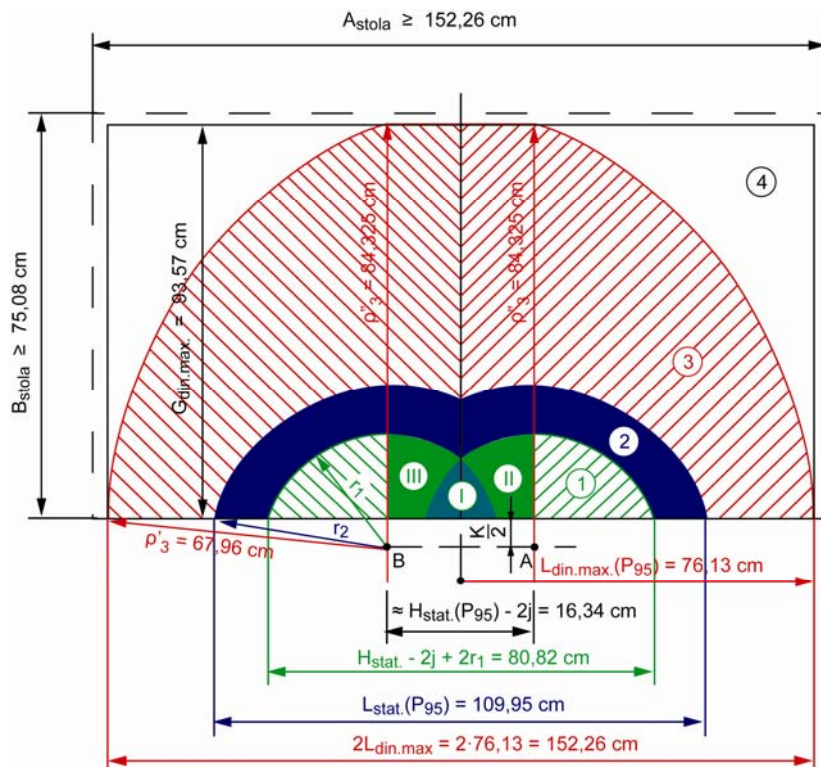
Dok je:

I. centralno (optimalno) radno područje, obe ruke u vidnom polju, bez okretanja glave. Zona u kojoj dete može da radi u dužem vremenskom periodu sa najvećom brzinom, tačnošću, sa minimalnim naprežanjem i zamaranjem. Ta zona je određena položajem ruku gde podlaktica i nadlaktica čine ugao od 90^0 , obe ruke su u vidnom polju, i vrše prirodne pokrete i obe ruke (šake) su približno u jednoj tački tj. praktično su blizu jedna drugoj!

II. prošireno radno područje, (optimalno radno područje desne ruke) obe ruke u vidnom polju, bez okretanja glave.

III. prošireno radno područje, (optimalno radno područje leve ruke) obe ruke u vidnom polju, bez okretanja glave.

Pri projektovanju radne površine stola za decu (npr. za igru, slaganje, crtanje, pisanje,...) treba uvek težiti takvoj organizaciji rada, gde će se kutije sa elementima za sklapanje, ili bijice (flomasteri) biti raspoređene po ivici (obodu) zone normalnog dohvata! (u zoni 2), dok će se samo sklapanje elemenata vršiti u optimalnoj zoni (1) Ostale zone se koriste u izuzetnim situacijama i u kraćem vremenskom periodu! Takvim projektovanjem i rasporedom se obezbeđuje udoban i ugodan rad (bez nepotrebnog zamaranja) deteta, za duži vremenski period! Maksimalna zona dohvata se koristi za odlaganje ređe korišćenih stvari , pribora, knjige i ređe korišćenih prekidača, tastera, poluga, koji su tako i projektovani da budu van domašaja dece pri igri i radu.



Sl.3. Prikaz zona i područja haptičke površine radnog stola (Zbirna grupa dece predškolskog uzrasta, P₉₅)

Za posmatrani slučaj uradićemo proračun za **zbirna** grupa dece predškolskog uzrasta, koristeći „**gornji prag**“ antropometrijskih mera (P₉₅) i dobićemo sledeće dimenzije ploče stola, kao i ostale pomoćne podatke za definisanje zona i radnog područja „haptičke površine“ radnog stola.

Brojčane vrednosti za zbirnu grupa dece predškolskog uzrasta (P₉₅).

Dužina dečijeg stola (mera A) bi se odredila po obrascu:

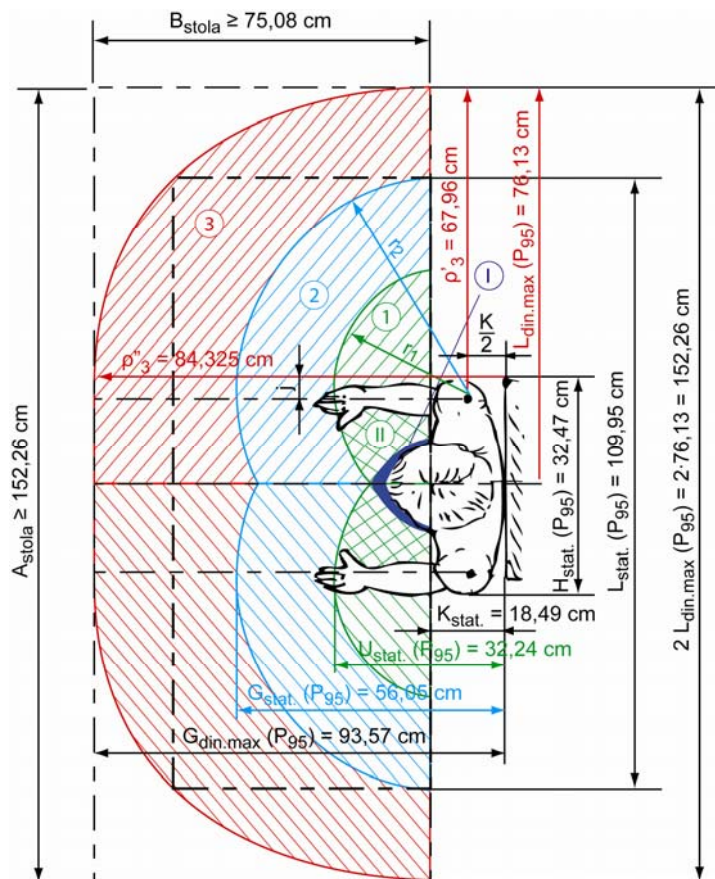
$$A \geq 2L_{\text{din,max}}(P_{95}) = 2 \cdot 76,13 = 152,26 \text{ cm.}$$

Širina dečijeg stola (mera B) se određuje po obrascu;

$$B \geq G_{\text{din,max}}(P_{95}) - \frac{1}{2} K_{\text{stat}}(P_{95}) = 93,57 - \frac{1}{2} (18,49) = 84,325 \text{ cm.}$$

Koordinate tačke B(j; $\frac{K}{2}$), ćemo odrediti :

$$\frac{K}{2} = \frac{K_{\text{stat}}}{2} = \frac{18,49}{2} = 9,245 \text{ cm.}$$



Sl.4. Dimenzije ploče stola. „Haptičke površine“.

$$j = [G_{stat.}(P_{95}) - \frac{1}{2} K_{stat.}(P_{95})] - \frac{1}{2} [L_{stat.}(P_{95}) - H_{stat.}(P_{95})] =$$

$$= (56,05 - 9,245) - \frac{1}{2} (109,95 - 32,47) = 46,805 - \frac{1}{2} (77,48) = 46,805 - 38,74 = 8,065 \text{ cm.}$$

Dimenzije radijusa:

$$r_1 = U_{stat.}(P_{95}) = 32,24 \text{ cm}$$

$$r_2 = G_{stat.}(P_{95}) - \frac{1}{2} K_{stat.}(P_{95}) = 56,05 - \frac{1}{2} 18,49 = 56,05 - 9,245 = 46,806 \text{ cm.}$$

Iz jednakosti za (r_2), sa druge strane, možemo odrediti koordinatu (j):

$$r_2 = \frac{1}{2} L_{stat.}(P_{95}) - \frac{1}{2} H_{stat.}(P_{95}) + j = \frac{1}{2} 109,95 - \frac{1}{2} 32,47 + j = 54,975 - 16,236 + j = 38,74 + j \Rightarrow$$

$$j=r_2-38,74=46,805-38,74=8,065 \text{ cm.}$$

$$\rho_3' = L_{\text{din.Max.}}(P_{95}) - \frac{1}{2} H_{\text{stat.Max.}}(P_{95}) + j = 76,13 - \frac{1}{2} 32,47 + 8,065 = 76,13 - 16,235 + 8,065 = 67,96 \text{ cm.}$$

$$\rho_3'' = G_{\text{din.Max.}}(P_{95}) - \frac{1}{2} K_{\text{stat.}}(P_{95}) = 93,57 - \frac{1}{2} 18,49 = 93,57 - 9,245 = 84,325 \text{ cm.}$$

4. ZAKLJUČAK

Danas u savremenim svetskim firmama pri kreiranju opreme za decu, sve više se koriste najsavremenija znanja i dostignuća u nauci i tehnici i brižljivo vode računa o mnogobrojnim činiocima kao što su; tehničko-tehnološki aspekt sigurnosti, ergonomski aspekt udobnosti, zdravstveno-higijenski, estetski, psiho-pedagoški i mnogim drugim zahtevima. U njihovom kreiranju učestvuju mnogi timovi stručnjaka iz najrazličitijih oblasti; inženjeri, ergonomi, pedagozi, psiholozi, sociolozi, etnolozi, istoričari, dizajneri i mnogi drugi stručnjaci u svojim oblastima. Da bi deca mogla bez diskomforta i zdravstvenih problema sedeti na stolicama i za radnim stolovima, duže od sat vremena, mora se prilagoditi stolica i sto uzrastu dece. Pa shodno tome antropometrijske mere dece predškolskog uzrasta dobijene u naučno istraživačkom radu [1] su neophodne za projektovanje-dizajniranje ergonomske opreme (stolice i stola) za decu predškolskog uzrasta!

5. LITERATURA

- [1] Jekić, S., Optimizacija ergonomskih uslova dečijeg mobilijara prema kriterijumu kvaliteta, Doktorska disertacija, Čačak, 2011. god.
- [2] Jekić, S., Golubović, D., Antropometrijske statičke mere dece predškolskog uzrasta centralne Srbije kao osnov konstruisanja dečijeg mobilijara i opreme, Konferencija TIO, Čačak (2008).
- [3] Jekić, S., Golubović, D., Antropometrijske dinamičke mere dece predškolskog uzrasta centralne Srbije kao osnov konstruisanja dečijeg mobilijara i opreme, Konferencija TIO, Čačak (2008).
- [4] Jekić, S., Golubović, D., Antropometrijske (statičke) mere, sa statističkom analizom mera dece predškolskog uzrasta, Internacionalna konferencija, "Istraživanje i razvoj u mašinskoj industriji," RaDMI 2006, Budva, Montenegro (2006).
- [5] Jekić, S., Golubović, D., Anthropometrical static measures, children of preschool age in Serbia, 47 th Anniversary of the faculty Machine design, Novi sad (2007):
- [6] Jekić, S., Golubović, D., Anthropometrical static measures children young age group (3-4 years of age) of pre-school age, 9th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry", RaDMI 2009., Vrnjačka Banja, Serbia, (2009):
- [7] Jekić, S., Golubović, D., Primena dobijenih rezultata ergonomskih istraživanja, statičkih antropometrijskih merenja dece predškolskog uzrastapri projektovanju, III Konferencija TIO 2010 sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija, (2010) .