

## **Odločitveni model kot podpora pri izbiri učnega pripomočka v visokem šolstvu**

### **Decision Support Model for Selecting a Learning Tool in Higher Education**

**Helena Erika Rojc, Petra Grošelj, Lidija Zadnik Stirn**

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

helenaerika.rojc@bf.uni-lj.si, petra.groselj@bf.uni-lj.si, lidija.zadnik@bf.uni-lj.si

#### **Povzetek**

*Razvoj informacijske tehnologije je prinesel novosti tudi v šolstvu. S pojavom novega učnega pripomočka – interaktivne table se je začel spreminjati tudi način poučevanja. Učitelji se skušajo preko interaktivnih vsebin približati današnji generaciji mladih, ki informacijsko tehnologijo uporablja vsakodnevno, ne samo za razvedrilo in pridobivanje informacij, ampak tudi za učenje. Ker več osnovnih in srednjih šol uporablja interaktivne table, je smiselno razmišljati o njihovi vpeljavi v visoko šolstvo. V prispevku smo zgradili matematični model, ki je v pomoč pri odločanju, kakšna tabla bi največ doprinesla k spremembam in napredku poučevanja. S pomočjo metode analitičnega mrežnega procesa (ANP), smo glede na izbrane kriterije in podkriterije med seboj primerjali tri vrste šolskih tabel: interaktivno, belo in zeleno. Uteži za izbrane kriterije in podkriterije smo izračunali s pomočjo računalniškega programa Super Decisions. Rezultati so kot najboljšo izbiro pokazali interaktivno tablo, ki predavatelju omogoča večjo dinamičnost, trajnost zapisa in možnost sprememb.*

**Ključne besede:** večkriterijsko odločanje, analitični mrežni proces (ANP), šolska tabla

#### **Abstract**

*The development of information technology has brought innovations in education. The way of teaching started to change with the emergence of a new learning tool - an interactive whiteboard. Teachers are trying to approach interactive content to today's generation of young people who daily use information technology not only for entertainment and information retrieval, but also for learning. A growing number of primary and secondary schools use interactive whiteboards, so it is reasonable to think about their introduction into higher education. In this paper we have built a mathematical model that helps in deciding which kind of school boards could most contribute to changes and progress in teaching. The analytic network process (ANP) was used for selecting the most suitable school board among an interactive, white and green board, according to selected criteria and subcriteria. Preferences for the selected alternatives were calculated by the computer program Super Decisions. Results have shown that the best choice is an interactive whiteboard, which allows*

*the lecturer to become more dynamic, enables records durability and the possibility of changes.*

Keywords: multiple criteria decision-making (MCDM), analytic network process (ANP), school board

## 1 Uvod

Informacijska tehnologija prodira v vsakdanje življenje in tudi v šolstvo. Z njo se srečujejo vsi udeleženci v izobraževalnem procesu. Prvi so osvojili informacijsko tehnologijo mladi. Koristijo jo v izobraževalne namene za hiter dostop do študijskega gradiva in e – izobraževalnih portalov, preko spletnih središč pa tudi za povezovanje in »druženje« (Wechtersbach, 2009). Učitelji in predavatelji se takšnemu načinu dela skušajo približati. Zavedajo se, da se njihova vloga v procesu poučevanja spreminja in da današnja generacija hitreje osvoji snov preko interaktivnih vsebin kot klasičnega načina dela (Wechtersbach, 2006; Žibert et al., 2005). Vse te spremembe zahtevajo informiranje in dodatno izobraževanje učiteljev o novih načinih poučevanja, ter uporabi informacijske tehnologije (Kožlar in Trstenjak, 2008).

Najbolj razširjen učni pripomoček je šolska tabla, saj si brez nje današnjega poteka pouka ne znamo predstavljati. V zadnjih letih je še pridobila na veljavi zaradi nove izvedbe in funkcionalnosti. Z interaktivno izvedbo se je spremenila v pripomoček, ki poleg pisanja in projiciranja nanj omogoča bolj dinamičen in aktiven pouk. Z vpeljavo interaktivnih tabel, interaktivnih vsebin in s sodobnejšimi učnimi metodami, se učitelji skušajo približati današnjemu načinu dela in razmišljanja mlajših generacij.

Osnovno in srednje šolstvo ima v načrtu, da do leta 2013 z interaktivni tablam opremi čim več šol (Gerlič, 2010). Zaradi vedno širše uporabe interaktivnih tabel v osnovnem in srednjem šolstvu, navajenosti učencev in dijakov na takšen način izvedbe pouka, se pojavi vprašanje, ali je takšen pripomoček v pomoč tudi predavateljem v visokem šolstvu?

V visokošolskih zavodih so nekatere predavalnice opremljene še z zeleno tablo, ki jo poznamo iz starejših časov šolanja in se nanjo piše s kredami. Najpogosteje je v predavalnicah nameščena bela tabla, po kateri se piše s flomastri. V kombinaciji s projektorjem se nanjo projicirajo pripravljena predavanja. Zaradi boljše vidljivosti pri projekciji je v predavalnici nameščeno dodatno projekcijsko platno. To običajno prekrije večino table in s tem onemogoči zapis dodatne razlage.

V pomoč odgovoru na zastavljeno vprašanje smo v prispevku zgradili matematični model, ki temelji na metodi analitičnega mrežnega procesa (ANP). Model je lahko v podporo pri odločanju o najprimernejši vrsti table za izvedbo predavanj. Pri modelu nam je bilo glavno vodilo doprinos k spremembam in napredku poučevanja, olajšanje dela predavateljev in prihranek časa.

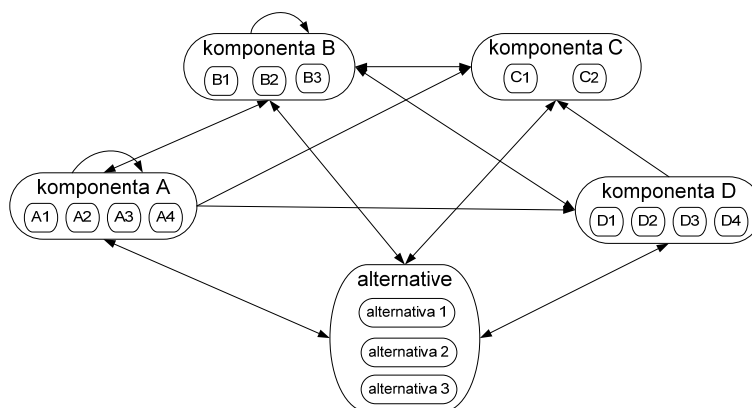
K odločitvi za izgradnjo modela je prispevalo tudi dejstvo, da na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani nimamo interaktivnih tabel in da med referencami enega izmed ponudnikov (Miška d.o.o.) najdemo več višjih strokovnih šol in malo fakultet.

V nadaljevanju prispevka (poglavje 2) so na kratko predstavljene matematične osnove metode ANP. Sledi prikaz ANP modela za izbiro table (poglavje 3), rezultati (poglavje 4) in zaključek (5. poglavje).

## 2 Analitični mrežni proces

ANP je matematični model z mrežno strukturo (slika 1) in služi kot podpora pri odločanju o najboljši alternativni glede na izbrani cilj, kriterije in podkriterije. Njegova osnova so primerjave dveh objektov na istem nivoju glede na starševski objekt, s katerim sta objekta povezana na naslednjem nivoju. Namenjen je reševanju diskretnih večkriterijskih problemov.

Slika 1: Mrežna struktura ANP



Ker posamezni kriteriji večkrat med seboj niso neodvisni, nam ANP omogoča zunanje povezave in odvisnosti med komponentami (kriterijev, podkriterijev ali alternativ) ter notranje povezave med kriteriji, podkriteriji in alternativami. Z ANP modelom lahko izrazimo vso kompleksnost realnih večkriterijskih problemov in pri tem upoštevamo tudi nedoločenost in nemerljivost posameznih kriterijev. V ANP modelu lahko združimo tako empirične podatke kot subjektivne ocene odločevalcev.

ANP je razvil Saaty (1980) in je nadgradnja analitičnega hierarhičnega procesa. Oba modela sta bila večkrat uporabljena tudi v aplikacijah s področja visokega šolstva (Poonikom et al., 2004; Ho et al., 2009; Begičević et al., 2009 in Cortés-Aldana et al., 2009).

Povezave pri ANP lahko potekajo med elementi znotraj komponent (notranja odvisnost) in med elementi iz različnih komponent (zunanja odvisnost). Dve komponenti sta povezani, če je vsaj en element iz prve komponente povezan z vsaj enim elementom iz druge komponente.

Tabela 1: Lestvica parnih primerjav

vrednost $a_{ij}$	definicija
1	kriterija i in j sta enako pomembna
3	kriterij i je nekoliko pomembnejši od j
5	kriterij i je precej pomembnejši od j
7	kriterij i je močno pomembnejši od j
9	kriterij i je ekstremno pomembnejši od j
2, 4, 6, 8	vmesne vrednosti

V ANP za parne primerjave elementov uporabljamo lestvico od 1 do 9, kjer 1 pomeni, da sta primerjana elementa enako pomembna, in 9 pomeni, da je eden od elementov ekstremno pomembnejši kot drugi (tabela 1).

V matriki parnih primerjav  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  združimo vse parne primerjave glede na nek element. Pri tem dimenzija matrike  $n$  pomeni, da smo med seboj primerjali  $n$  elementov. Člen matrike  $a_{ij}$  pomeni parno primerjavo elementa  $i$  z elementom  $j$ , oziroma, da je element  $i$   $a_{ij}$ -krat bolj pomemben kot element  $j$ . Inverzni primerjavi (primerjamo element  $j$  z elementom  $i$ ) dodelimo recipročno vrednost:  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ . Vektor uteži izračunamo z metodo lastnih vektorjev (Saaty, 2006), kar pomeni, da je vektor uteži rešitev enačbe:

$$Aw = \lambda_{\max} w, \quad (1)$$

kjer je  $\lambda_{\max}$  največja lastna vrednost matrike  $A$ .

Parne primerjave so konsistentne, če je  $a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$ , za vsak  $i, j, k=1, \dots, n$ . Izkaže se, da v praksi parne primerjave odločevalcev niso konsistentne. Zato za vsako matriko parnih primerjav  $A$  izračunamo konsistenčni kvocient, ki meri stopnjo nekonsistentnosti med parnimi primerjavami:

$$CR = \frac{CI}{RI}, \quad (2)$$

kjer je  $RI$  povprečni konsistenčni indeks (Saaty, 2006),  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$  pa konsistenčni indeks matrike  $A_{n \times n}$ . Če je  $CR < 0,1$ , je stopnja nekonsistentnosti matrike  $A$  še sprejemljiva (Saaty, 2006), sicer je zaželeno, da odločevalec popravi svoje ocene.

Vektorje uteži zložimo v supermatriko, ki se imenuje neutružena supermatrika (slika 2a). To je bločna matrika, kjer vsak blok predstavlja povezavo med dvema komponentama.

Slika 2a: Bločna matrika

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_1 & c_2 & \dots & c_N \\ e_{11}e_{12}\dots e_{1n_1} & e_{21}e_{22}\dots e_{2n_2} & & e_{N1}e_{N2}\dots e_{Nn_N} \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_N \end{matrix} & \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n_1} \\ e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2n_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{N1} & e_{N2} & \dots & e_{Nn_N} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Slika 2b: Blok

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} w_{i1}^{j_1} & w_{i1}^{j_2} & \dots & w_{i1}^{j_n} \\ w_{i2}^{j_1} & w_{i2}^{j_2} & \dots & w_{i2}^{j_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{in_i}^{j_1} & w_{in_i}^{j_2} & \dots & w_{in_i}^{j_n} \end{bmatrix}$$

Vsak blok  $W_{ij}$  je sestavljen iz vektorjev uteži, ki predstavljajo vpliv vseh elementov v  $i$ -ti komponenti na vsak element v  $j$ -ti komponenti (slika 2b).

V ANP modelu parno primerjamo tudi komponente glede na cilj. Iz vektorjev uteži, ki jih dobimo s parnimi primerjavami komponent, sestavimo matriko komponent. Vsak blok neutružene supermatrike pomnožimo z ustreznim elementom iz matrike komponent. Tako

dobimo uteženo supermatriko. S potenciranjem utežene supermatrike dobimo limitno supermatriko, ki nam da končne uteži.

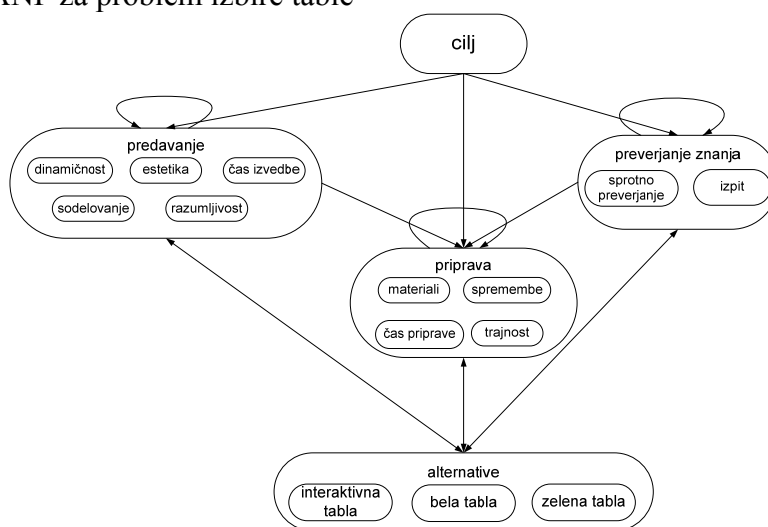
### 3 Kriteriji, podkriteriji in ANP model

Cilj ANP modela v tem prispevku je izbira table, ki bi predavateljem nudila kar najboljšo podporo pri izvedbi predavanj, ki bi bila najbolj primerna za uporabo na fakulteti in bi največ prispevala h kvaliteti poučevanja. Izbiramo med naslednjimi možnostmi: interaktivna, bela in zelena tabla. Zadnji dve alternativni pri vrednotenju obravnavamo v kombinaciji z možnostjo projiciranja predstavitev. Vse tri alternative smo med seboj primerjali glede na kriterije in podkriterije, ki smo jih določili kot:

- Predavanja: Kriterij zajema vse vidike pomembnosti izvedbe predavanj. Pri tem se osredotočamo na izvedbo predavanj s pomočjo PowerPoint prosojnic, saj je to način, ki ga najpogosteje uporabljajo visokošolski predavatelji. Za kriterij predavanj smo določili naslednje podkriterije:
  - Čas izvedbe: Za predavatelje je pomembna časovna komponenta, saj je potrebno kar v najkrajšem času predelati čim več snovi. Zato nas zanima, katera alternativa nam omogoča boljše razpolaganje s časom.
  - Dinamičnost: Ta podkriterij obravnava možnost dinamike med predavanji. Pri tem ne smemo pozabiti, da je dinamika v veliki meri odvisna od predavatelja samega.
  - Estetika: To je pomemben podkriterij, saj se zavedamo, da čitljiv, barvni in poudarjeni zapis vpliva na naše zaznavanje in dožemanje. Tu smo primerjali računalniški zapis, ki ga ponuja interaktivna tabla, z zapisom s flomastrom ali s kredo, ki sta možna pri beli in zeleni tabli. Pomembna je tudi možnost uporabe barv, slik,... Pri tem podkriteriju je vključena tudi praktičnost uporabe tabelnih brisal. Brisanje zelene table z mokro gobo je zelo moteče, saj je potrebno za nadaljevanje zapisa počakati, da se tabla posuši. Ob suhem brisanju prah ogroža zdravje predavatelja. Boljša alternativa so gobice za izbris flomastra pri belih tablah, vendar se tudi tukaj pojavijo težave, predvsem kadar se uporabljajo neustrezni flomastri.
  - Sodelovanje: Sodelovanje med predavanji vsekakor vpliva na končno znanje in zadovoljstvo študenta. Zanimive so možnosti, ki jih ponuja interaktivna tabla s svojimi dodatki (glasovalne enote, brežžične tablice), predvsem z vidika večje anonimnosti in s tem tudi večje sproščenosti. Upoštevati je potrebno, da je sodelovanje študentov v veliki meri odvisno od vzpodbude predavatelja.
  - Razumljivost: Vsak pedagog stremi k temu, da njegovo razlago razumejo in tudi koristno uporabijo. Ta podkriterij je v veliki meri odvisen od predavatelja, ki pa si lahko za doseg razumljivosti snovi pomaga z uporabo različnih pripomočkov, slik, virov....
- Priprava: Od dobre priprave je odvisna izvedba predavanj. Tu smo določili naslednje podkriterije:
  - Čas priprave: Čas, ki ga predavatelj porabi za pripravo je pomemben, saj pri velikemu obsegu dela stremimo k čimbolj kvalitetnemu in racionalnemu izkoristku časa.
  - Materiali: Podkriterij obravnava možnosti priprave materialov za študente in za uporabo pri izvedbi predavanj.
  - Trajnost: Ne glede na to, da predavatelj, ki stremi k aktualnosti, vsebino predavanj ves čas posodablja, je trajnost kriterij, ki ni zanemarljiv. Predavateljem je v pomoč, če lahko pripravo shranijo. Pri interaktivni tabli je možno shraniti tudi opombe, pripisane med predavanji.

- Spremembe: Podkriterij, ki je v močni povezavi s podkriterijem trajnost. Za predavatelje je pomembna možnost hitrega vnosa sprememb, bodisi zaradi spremembe vsebine ali poteka predavanj.
- Preverjanje znanja: Predavatelji znanje preverjajo in ocenjujejo na več načinov, preverjanje pa lahko poteka ustno ali pisno.
  - Sprotno preverjanje: Preverjanje poteka med izvajanjem predmeta, lahko v obliki kolokvijev. Običajno takšno preverjanje poteka v pisni obliki, ali pa tudi kot krajši ustni zagovor.
  - Izpit: Izpiti potekajo po zaključku predmeta. Predvsem pri ustnem preverjanju znanja je za predavatelje zanimiva možnost hranjenja zapisa, ki jo nudi interaktivna tabla.

Slika 3: Model ANP za problem izbire table



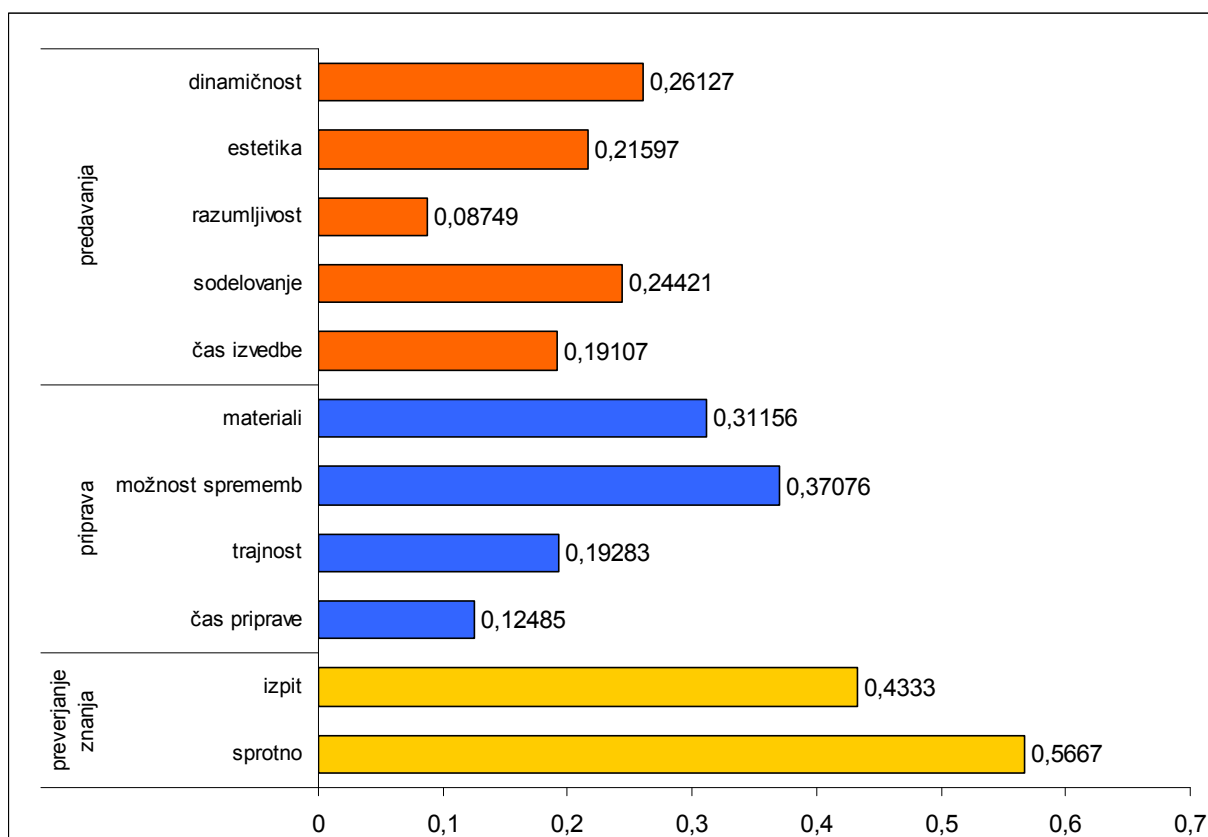
Na podlagi zastavljenega cilja, kriterijev, podkriterijev in alternativ smo zgradili ANP model, ki ga prikazuje Slika 3. Ker kriteriji in podkriteriji med seboj niso neodvisni, smo upoštevali tudi njihovo medsebojno odvisnost.

## 4 Rezultati in analiza

Rezultate parnih primerjav med kriteriji, podkriteriji in alternativami smo vnesli v računalniški program Super Decisions (<http://www.superdecisions.com>). Iz limitne supermatrike smo za podkriterije dobili naslednje uteži (

Slika 4), ki so normalizirane glede na kriterije. To pomeni, da je vsota uteži za vsak kriterij enaka ena.

Slika 4: Uteži za podkriterije



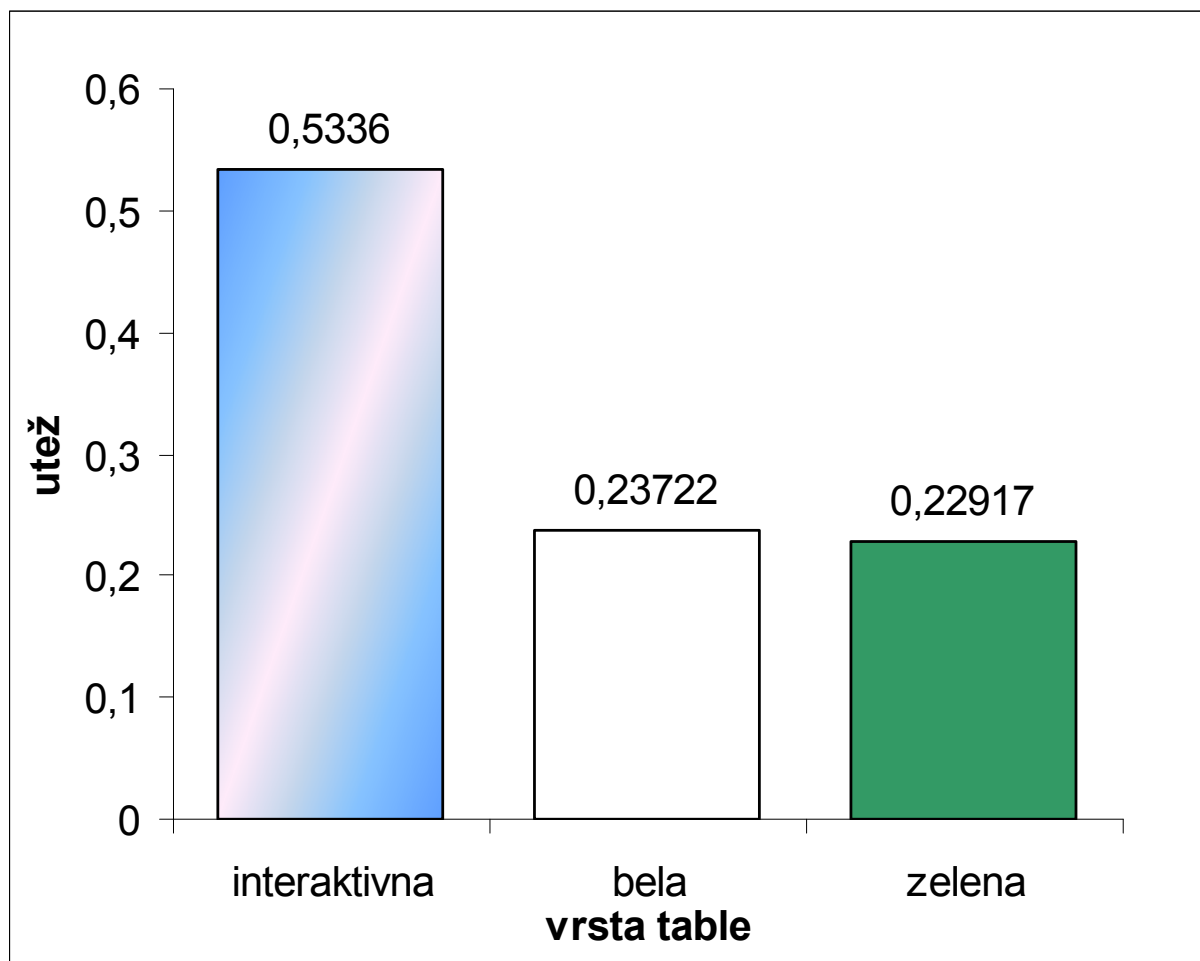
Rezultati (slika 4) kažejo, da ima pri kriteriju predavanja največjo utež dinamičnost. Na drugem mestu je sodelovanje, sledita pa estetika in čas izvedbe. Najmanjšo utež ima podkriterij razumljivost. Glavni razlog za tako nizko utež ni nepomembnost tega podkriterija, temveč dejstvo, da sama izbira table nanj ne vpliva prav veliko, ampak je bolj pomembna predavateljeva izvedba.

Pri kriteriju priprava je najpomembnejši podkriterij možnost sprememb, ki ga omogoča tako predstavitev v PowerPointu kot možnost shranjevanja pri interaktivni tabli. Na drugem mestu je podkriterij materiali, sledita še trajnost in čas priprave. Kriterij preverjanje znanja daje prednost sprotnemu preverjanju pred izpitom. Razlika v utežeh je posledica povezav alternativ nazaj do podkriterijev, saj interaktivna tabla nudi več možnosti za sprotno preverjanje kot za izpit.

Končni vrstni red alternativ je podan na sliki 5. Najboljša izbira je interaktivna tabla z utežjo 0,5459, kar je več kot dvakrat več kot bela tabla na drugem mestu, ki ima utež 0,2307. Zelena tabla z utežjo 0,2235 se je uvrstila na tretje mesto. Njena utež je le malo manjša kot utež bele table.



Slika 5: Vrstni red alternativ



## 5 Zaključek

Tako visoko vrednotenje interaktivne table ne preseneča njenih uporabnikov, saj tabla, ki je na pogled popolnoma običajna, omogoča veliko.

Visokošolski predavatelji lahko svoja predavanja s PowerPoint predstavitevami z uporabo interaktivne table popestrijo. Preko predstavitev lahko pišejo, poudarjajo in dopisano shranijo, medtem ko osnovna predstavitev ostane nespremenjena. Tako si prihranijo čas za naslednje predavanje, ko predstavljajo enako gradivo (Kožlar in Trstenjak, 2007). Nova tehnologija z uvedbo dodatkov omogoča še aktivnejšo sodelovanje slušateljev (Kožlar in Trstenjak, 2008). Poleg frontalne razlage, je možna tudi priprava testov in kvizov ter skupno reševanje nalog (Kožlar in Trstenjak, 2009).

Kljub pridobljenim rezultatom in prednostim interaktivne table je potrebno vedeti, da njena uporaba ne more nadomestiti predavatelja. Študentje in družbeni razvoj prinašajo novosti in drugačnost v izobraževalni proces, učitelji pa znanje in izkušnje (Wechtersbach, 2006).

Za optimalni izkoristek nove tehnologije je potrebna vpeljava izobraževanj (Bačnik, 2007), le tako bodo predavatelji znali uporabiti vse možnosti, ki jih ta nudi.

Z zgrajenim matematičnim modelom smo prikazali, da je vpeljava interaktivnih tabel v visokem šolstvu dobrodošla. Upamo, da se bodo fakultete, po zgledu osnovnega in srednjega šolstva, čim hitreje opremljale z njimi.

## Literatura in viri

- Bačnik, A. (2007). Elektronska tabla - aktivno ali interaktivno? *Zbornik mednarodne konference Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT*. Kranjska gora: Akademsko in raziskovalna mreža Slovenije – Arnes, 84-88
- Begičević, N., Divjak, B. & Hunjak, T. (2009). Decision-making on Prioritization of Projects in Higher Education Institutions using the Analytic Network Process approach. *Central European Journal of Operational Research*, DOI 10.1007/s10100-009-0113-3.
- Cortés-Aldana, F. A., García-Melón, M., Fernández-de-Lucio, I. & et al. (2009). University objectives and socioeconomic results: A multicriteria measuring of alignment. *European Journal of Operational Research* 199, 811-822.
- Gerlič, I. (2010). Informacijsko komunikacijska tehnologija v Slovenskem izobraževalnem sistemu - stanje in trendi. *Zbornik konference Dnevi slovenske informatike*. Portorož: Slovenko društvo Informatika.
- Ho, W., Higson, H. E., Dey, P. K., Xu, X. & Bahsoon, R. (2009). Measuring Performance of Virtual Learning Environment System in Higher Education. *Quality Assurance in Education*, 17, 6-29.
- Kožlar, R. & Trstenjak, B. (2007). Kako z elektronsko tablo navdušujemo kemiki. *Zbornik Mednarodne konference Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT - SIRIKT*. Kranjska gora, Akademsko in raziskovalna mreža Slovenije – Arnes, 400-404
- Kožlar, R. & Trstenjak, B. (2008). Elektronska tabla motivira učitelje in učence. *Zbornik mednarodne konference Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT – SIRIKT*. Kranjska gora: Akademsko in raziskovalna mreža Slovenije – Arnes, 225-231
- Kožlar, R. & Trstenjak, B. (2009). Elektronska tabla - komet ali stalnica na slovenskem izobraževalnem nebu? *Zbornik mednarodne konference Infokomteh*. Ljubljana: Evropska hiša, 398-405
- Miška d.o.o., dosegljivo na <http://www.miska.si>. (17. 05. 2010)
- Poonikom, K., O'Brain, C. & Chansa-Ngavej, C. (2004). Application of the Analytic Network Process (ANP) for University Selection Decision. *Science Asia* 30, 317-326.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (2006). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh, PA, USA: RWS Publication.
- Super Decisions [računalniški program], dosegljivo na <http://www.superdecisions.com>. (15. 04. 2010)
- Wechtersbach, R. (2006). Informacijska revolucija v izobraževanju. *Organizacija*, 39 (8): 469 - 471.
- Wechtersbach, R. (2009). Digitalna kompetenca in njeno izgrajevanje. *Organizacija*, 41 (1): A1 - A5.
- Žibert, A., Juričič, Đ., & Žnidaršič, B. (2005). *Zbrano gradivo informatizacije šolstva* Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, dosegljivo na [www.zrss.si/doc/INF\\_zbranogradivo.doc](http://www.zrss.si/doc/INF_zbranogradivo.doc) (21. 01. 2009)