



ZDRUŽEVANJE OCEN POSAMEZNIH DELEŽNIKOV V SKUPNO INTERVALNO MATRIKO NA PRIMERU TRAJNOSTNEGA RAZVOJA OBMOČJA

Petra Grošelj, Lidija Zadnik Stirn

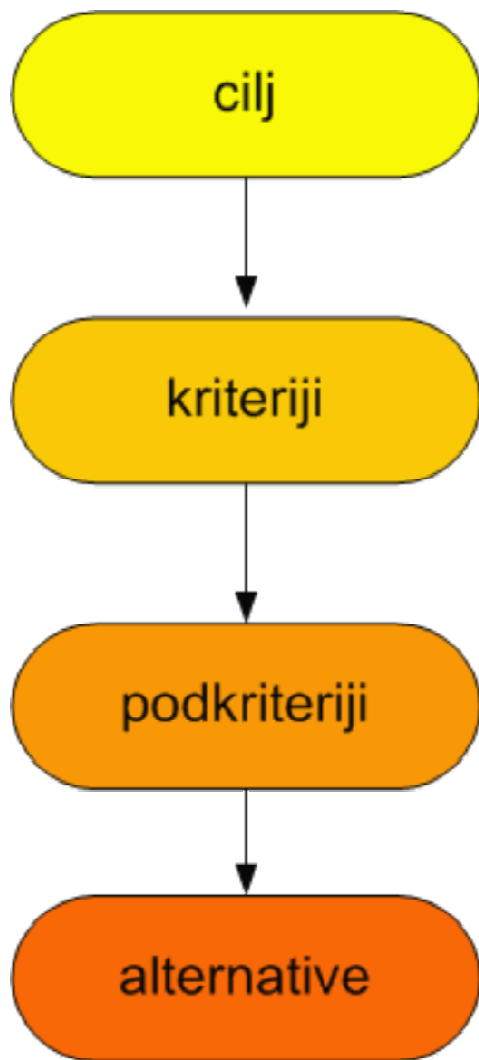


Združevanje ocen posameznih deležnikov v skupno intervalno matriko na primeru trajnostnega razvoja območja

- uvod
- analitični hierarhični proces
- intervalne uteži
- aplikacija: Pohorje



Analitični hierarhični proces (AHP)



vrednost	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

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

vektor uteži w :

$$Aw = \lambda_{\max} w$$



Skupinsko odločanje

- t deležnikov
- matrike parnih primerjav $A^{(k)} = \left({}_k a_{ij} \right)_{n \times n}$, $k = 1, \dots, t$
- združevanje individualnih ocen s pomočjo geometrijske sredine:

$${}_1 a_{ij}, {}_2 a_{ij}, \dots, {}_t a_{ij} \rightarrow \sqrt[t]{{}_1 a_{ij} {}_2 a_{ij} \cdots {}_t a_{ij}}$$

- intervalne uteži



Skupinsko odločanje – intervalne uteži

- intervalne uteži:

$$A^{skupinska} = \left([s_{ij}, z_{ij}] \right)_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & [s_{12}, z_{12}] & \cdots & [s_{1n}, z_{1n}] \\ \left[\frac{1}{z_{12}}, \frac{1}{s_{12}} \right] & 1 & \cdots & [s_{2n}, z_{2n}] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left[\frac{1}{z_{1n}}, \frac{1}{s_{1n}} \right] & \left[\frac{1}{z_{2n}}, \frac{1}{s_{2n}} \right] & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

- Velja: $s_{ij} \leq z_{ij}$, $s_{ij} = 1/z_{ji}$ in $z_{ij} = 1/s_{ji}$ za vsak $i, j=1, \dots, n$

- Metoda združevanja z minimumom in maksimumom:

$${}_1 a_{ij}, {}_2 a_{ij}, \dots, {}_t a_{ij} \rightarrow \left[\min \{ {}_1 a_{ij}, {}_2 a_{ij}, \dots, {}_t a_{ij} \}, \max \{ {}_1 a_{ij}, {}_2 a_{ij}, \dots, {}_t a_{ij} \} \right]$$



Nova metoda združevanja individualnih uteži v intervalno utež

- m in M indeksa, $m, M \in \{1, \dots, t\}$, za katera velja

$${}_m a_{ij} = \min_{k \in \{1, \dots, t\}} {}_k a_{ij} \quad \text{in} \quad {}_M a_{ij} = \max_{k \in \{1, \dots, t\}} {}_k a_{ij}$$

- nova metoda za združevanje individualnih ocen v intervalne ocene:

$$S_{ij} = \left({}_m a_{ij}\right)^{(1/2)} \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq m}}^t \left({}_k a_{ij}\right)^{1/(2t-2)} \quad \text{in} \quad Z_{ij} = \left({}_M a_{ij}\right)^{(1/2)} \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq M}}^t \left({}_k a_{ij}\right)^{1/(2t-2)}$$



Nova metoda združevanja individualnih uteži v intervalno utež – vsi deležniki niso enako pomembni

- Uteži, ki označujejo moč posameznih deležnikov: p_k , $k=1, \dots, t$, $\sum_{k=1}^t p_k = 1$

- Združevanje individualnih ocen v intervalne ocene:

$$s_{ij} = \left({}_m a_{ij} \right)^{p_m t (1/2)} \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq m}}^t \left({}_k a_{ij} \right)^{p_k t (1/(2t-2))} \quad \text{in} \quad z_{ij} = \left({}_M a_{ij} \right)^{p_M t (1/2)} \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq M}}^t \left({}_k a_{ij} \right)^{p_k t (1/(2t-2))}$$

- Predpostavka: $p_k \leq 2/t$, $k=1, \dots, t$, $\Rightarrow p_k t (1/2) \leq 1$
- Moč največje ocene je majhna v primerjavi z močjo najmanjše ocene \Rightarrow zgornja meja je lahko manjša od spodnje \Rightarrow vzamemo uteženo geometrijsko sredino individualnih ocen



Kako dobimo intervalne uteži iz intervalne matrike

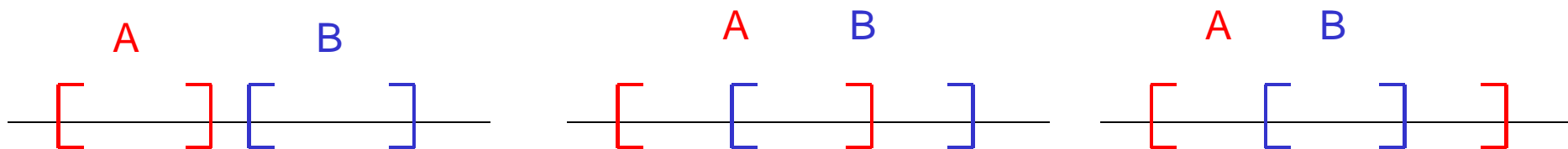
$$A^{skupinska} = \begin{bmatrix} 1 & [s_{12}, z_{12}] & \cdots & [s_{1n}, z_{1n}] \\ \left[\frac{1}{z_{12}}, \frac{1}{s_{12}}\right] & 1 & \cdots & [s_{2n}, z_{2n}] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left[\frac{1}{z_{1n}}, \frac{1}{s_{1n}}\right] & \left[\frac{1}{z_{2n}}, \frac{1}{s_{2n}}\right] & \cdots & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} \nearrow \\ \searrow \end{matrix} \begin{matrix} S = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ z_{21} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} & w(S) = \begin{bmatrix} w_1(S) \\ \vdots \\ w_n(S) \end{bmatrix} \\ Z = \begin{bmatrix} 1 & z_{12} & \cdots & z_{1n} \\ s_{21} & 1 & \cdots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} & w(Z) = \begin{bmatrix} w_1(Z) \\ \vdots \\ w_n(Z) \end{bmatrix} \end{matrix}$$

- Uteži intervalne matrike $A^{skupinska}$:

$$w_i(A^{skupinska}) = \left[\min \{ w_i(S), w_i(Z) \}, \max \{ w_i(S), w_i(Z) \} \right], \quad i = 1, \dots, n$$

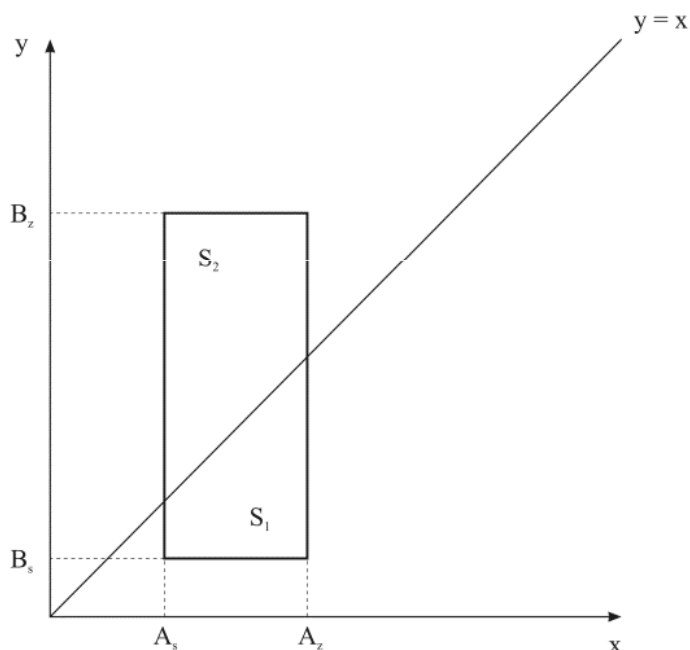


Razvrščanje intervalnih uteži



• Formuli za izračun verjetnosti:

$$p_{AB} = P(A \geq B) = \frac{\max\{0, A_z - B_s\} - \max\{0, A_s - B_z\}}{(A_z - A_s) + (B_z - B_s)}$$



$$p_{AB} = P(A \geq B) = \frac{S_1}{S_1 + S_2}$$

matrika prednosti:

$$P = \begin{bmatrix} - & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & - & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & - \end{bmatrix}$$



Aplikacija - Pohorje

Cilj: skupen načrt upravljanja

projekt NATREG: Prepoznati in spodbujati potencialne naravnih bogastev in (za)varovanih območij kot gonilno silo trajnostnega razvoja ter razširjati razumevanje ohranjene narave in okolja kot vrednote.

- tri sektorske delavnice: SWOT analiza za področje turizma, kmetijstva in gozdarstva
- končna skupna delavnica: skupna SWOT analiza
- vizija – Pohorje 2030
- oblikovanje strateških in operativnih ciljev





Aplikacija – Pohorje – matrice parnih primerjav

Kaj ima večji vpliv na trajnostni razvoj Pohorja: prednosti, slabosti, priložnosti ali nevarnosti?

- osem strokovnjakov s področja gozdarstva, kmetijstva, turizma in varovanja narave
- vsi deležniki imajo enako moč odločanja

deležnik 1	deležnik 2	deležnik 3	deležnik 4	deležnik 5	deležnik 6	deležnik 7
$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 1/3 & 5 \\ 1/4 & 1 & 1/3 & 3 \\ 3 & 3 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/3 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 2 \\ 1/2 & 2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/3 & 1/6 \\ 1/2 & 1 & 1/5 & 1/4 \\ 3 & 5 & 1 & 1/5 \\ 6 & 4 & 5 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 1/3 & 4 \\ 1/4 & 1 & 1/3 & 3 \\ 3 & 3 & 1 & 5 \\ 1/4 & 1/3 & 1/5 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 1/3 & 4 \\ 1/4 & 1 & 1/4 & 1/2 \\ 3 & 4 & 1 & 3 \\ 1/4 & 2 & 1/3 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1 & 1/2 \\ 3 & 1 & 1 & 1/4 \\ 1 & 1 & 1 & 1/2 \\ 2 & 4 & 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1/6 & 1/5 & 1/5 \\ 6 & 1 & 3 & 3 \\ 5 & 1/3 & 1 & 1/2 \\ 5 & 1/3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$

deležnik 8

$$\begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 3 & 1/3 \\ 5 & 1 & 4 & 3 \\ 1/3 & 1/4 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1/3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\left(\frac{1}{6}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 4\right)^{\frac{1}{14}} \square 0,50$$

$$\left(4\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4\right)^{\frac{1}{14}} \square 1,95$$

$$A^{skupinska} = \begin{pmatrix} 1 & [0.50, 1.95] & [0.37, 1.19] & [0.46, 1.98] \\ [0.51, 2.00] & 1 & [0.39, 1.42] & [0.62, 1.80] \\ [0.84, 2.69] & [0.70, 2.54] & 1 & [0.53, 2.09] \\ [0.51, 2.17] & [0.56, 1.61] & [0.48, 1.90] & 1 \end{pmatrix}$$



Aplikacija – Pohorje – izračun uteži

$$A^{skupinska} = \begin{pmatrix} 1 & [0.50, 1.95] & [0.37, 1.19] & [0.46, 1.98] \\ [0.51, 2.00] & 1 & [0.39, 1.42] & [0.62, 1.80] \\ [0.84, 2.69] & [0.70, 2.54] & 1 & [0.53, 2.09] \\ [0.51, 2.17] & [0.56, 1.61] & [0.48, 1.90] & 1 \end{pmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 0,50 & 0,37 & 0,46 \\ 2,00 & 1 & 0,39 & 0,62 \\ 2,69 & 2,54 & 1 & 0,53 \\ 2,17 & 1,61 & 1,90 & 1 \end{bmatrix}$$

$$w(S) = \begin{pmatrix} 0,12 \\ 0,19 \\ 0,32 \\ 0,37 \end{pmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & 1,95 & 1,19 & 1,98 \\ 0,51 & 1 & 1,42 & 1,80 \\ 0,84 & 0,70 & 1 & 2,09 \\ 0,51 & 0,56 & 0,48 & 1 \end{bmatrix}$$

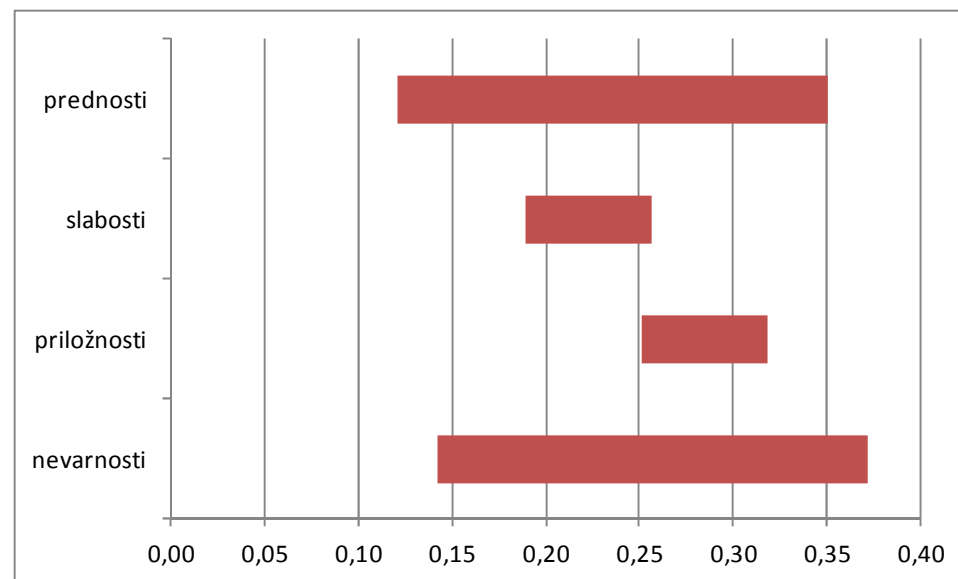
$$w(Z) = \begin{pmatrix} 0,35 \\ 0,26 \\ 0,25 \\ 0,14 \end{pmatrix}$$

$$w(A^{skupinska}) = \begin{pmatrix} [0.12, 0.35] \\ [0.19, 0.26] \\ [0.25, 0.32] \\ [0.14, 0.37] \end{pmatrix}$$



Aplikacija – Pohorje – razvrščanje uteži

$$w(A^{skupinska}) = \begin{pmatrix} [0.12, 0.35] \\ [0.19, 0.26] \\ [0.25, 0.32] \\ [0.14, 0.37] \end{pmatrix}$$



$$w_1 \leq_{sz} w_4$$

$$w_2 \leq_{sz} w_3$$

$$P_1 = \begin{bmatrix} - & 0,54 & 0,34 & 0,45 \\ 0,46 & - & 0,04 & 0,39 \\ 0,66 & 0,96 & - & 0,59 \\ 0,55 & 0,61 & 0,41 & - \end{bmatrix}$$

$$P_2 = \begin{bmatrix} - & 0,56 & 0,29 & 0,41 \\ 0,44 & - & 0 & 0,35 \\ 0,71 & 1 & - & 0,62 \\ 0,59 & 0,65 & 0,38 & - \end{bmatrix}$$

59%	55%	54%
w_3	w_4	w_1
\succ	\succ	\succ
w_2		

Končna razvrstitev

62%	59%	56%
w_3	w_4	w_1
\succ	\succ	\succ
w_2		



Aplikacija – vsi deležniki niso enako pomembni

turizem	gozdarstvo	kmetijstvo	varovanje narave
0,22	0,25	0,22	0,32

Število deležnikov:

- Turizem: 2
- Gozdarstvo: 3
- Kmetijstvo: 1
- Varovanje narave: 2

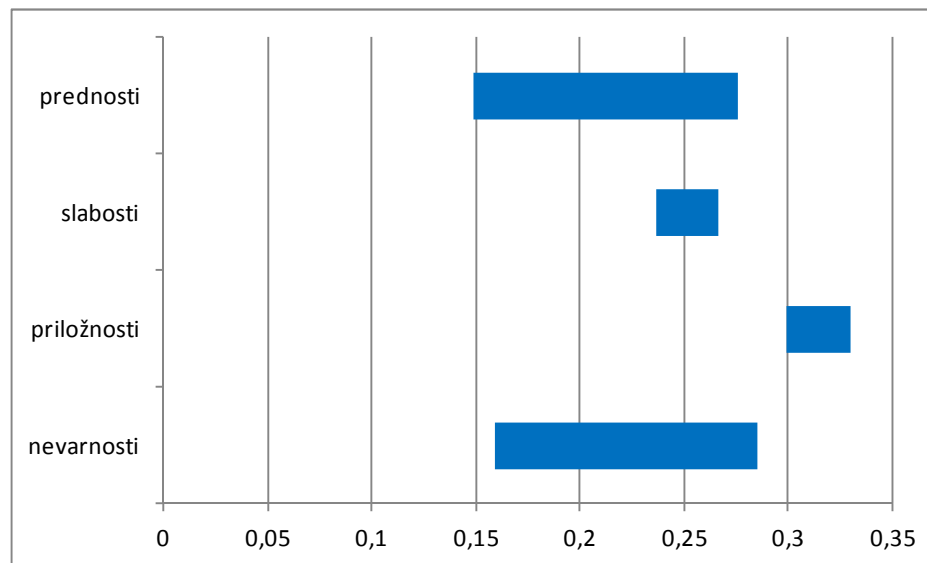
$$A^{skupinska} = \begin{pmatrix} 1 & [0.59, 1.55] & [0.42, 0.67] & [0.60, 1.50] \\ [0.64, 1.69] & 1 & [0.60, 1.16] & [0.94, 1.89] \\ [1.49, 2.37] & [0.87, 1.65] & 1 & [0.90, 1.80] \\ [0.67, 1.65] & [0.53, 1.07] & [0.56, 1.11] & 1 \end{pmatrix}$$

$$w(A^{skupinska}) = \begin{pmatrix} [0.15, 0.28] \\ [0.24, 0.27] \\ [0.30, 0.33] \\ [0.16, 0.28] \end{pmatrix}$$



Aplikacija – Pohorje – razvrščanje uteži

$$w(A^{skupinska}) = \begin{pmatrix} [0.15, 0.28] \\ [0.24, 0.27] \\ [0.30, 0.33] \\ [0.16, 0.28] \end{pmatrix}$$



$$w_1, w_2, w_4 \leq_{sz} w_3$$

$$w_1 \leq_{sz} w_4$$

$$P_1 = \begin{bmatrix} - & 0,19 & 0 & 0,43 \\ 0,81 & - & 0 & 0,74 \\ 1 & 1 & - & 1 \\ 0,57 & 0,26 & 0 & - \end{bmatrix}$$

100%	74%	57%
w_3	w_2	w_4
\succ	\succ	\succ
w_1		

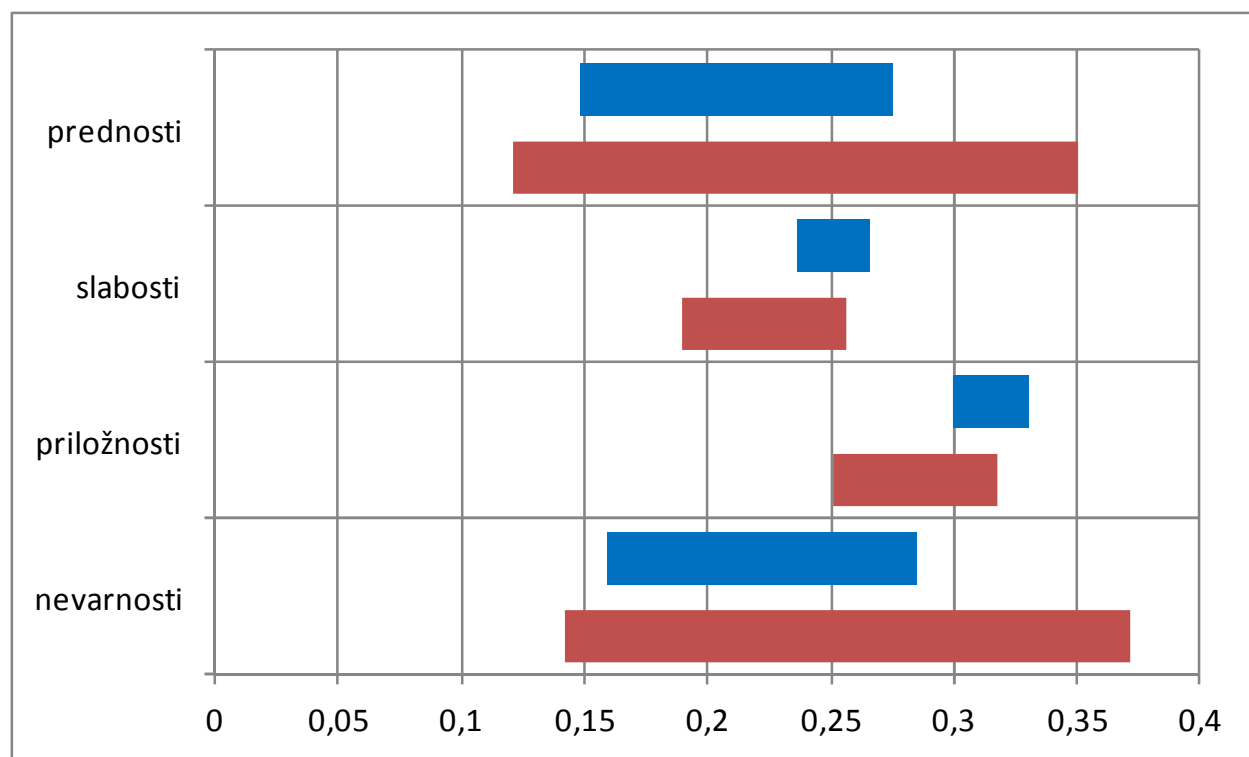
$$P_2 = \begin{bmatrix} - & 0,25 & 0 & 0,46 \\ 0,75 & - & 0 & 0,69 \\ 1 & 1 & - & 1 \\ 0,54 & 0,31 & 0 & - \end{bmatrix}$$

100%	69%	54%
w_3	w_2	w_4
\succ	\succ	\succ
w_1		

Končna razvrstitev



Aplikacija – Pohorje – primerjava rezultatov



brez uteži

$$w_3 \succ w_4 \succ w_1 \succ w_2$$

z utežmi

$$w_3 \succ w_2 \succ w_4 \succ w_1$$



Hvala za vašo pozornost !

Vprašanja?

Pripombe?

Predlogi?