



## 20. konferenca Dnevi slovenske informatike

# Primerjava in sinergija avtonomnih združitveno-razdružitvenih algoritmov in postopkov Delfi v večkriterijskem skupinskem odločanju

*Andrej Bregar*

16. 4. 2013





## Uvod

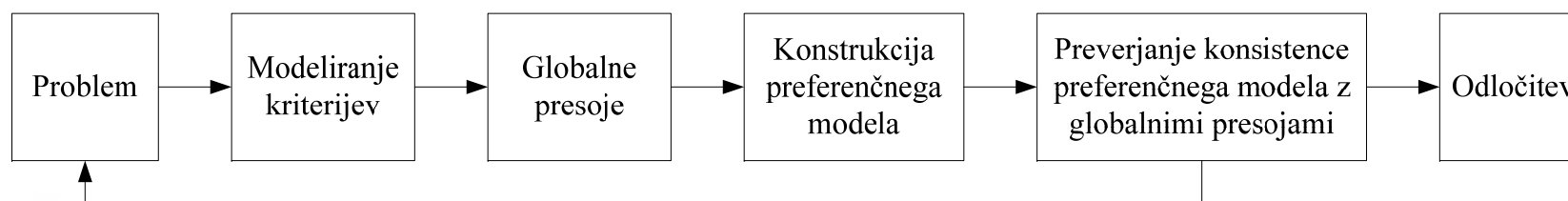
---

- Združitevno-razdružitevna analiza in tehnika Delfi temeljita na različnih izhodiščih in odražata različne lastnosti.
  - Združitevno-razdružitevni princip izvira iz domene individualne večkriterijske odločitvene analize. Vpeljuje prepletanje diametralnih faz sinteze in izpeljave vrednosti preferenčnih parametrov v holistične odločitve oziroma iz njih.
  - Po izvorni definiciji služi tehnika Delfi predvidevanju dogodkov v prihodnosti. Omogoča skupinsko reševanje problemov, vendar ni prirojena večkriterijski odločitveni analizi.
- Namen prispevka je pokazati, da je možno oba pristopa kombinirati na takšen način, da privedita do sinergijskih učinkov.
- Vpeljani in primerjani so trije generični postopki, vezani na kvantitativno večkriterijsko skupinsko odločitveno analizo:
  1. avtonomen in samodejen skupinski združitevno-razdružitevni postopek,
  2. moderiran postopek Delfi, ki je prilagojen večkriterijskemu odločanju, in
  3. sinergičen hibridni postopek.



## Združitevno-razdružitevna analiza

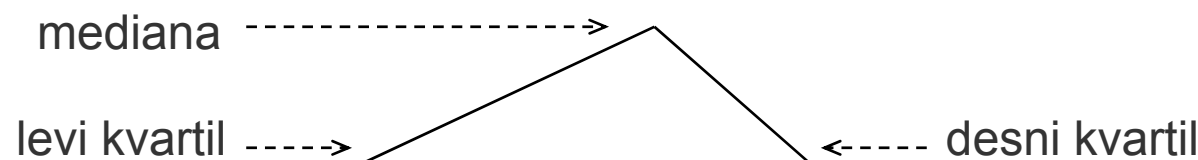
- Razdružitevni pristop (Siskos in Spyridakos, 1999) se sooči z odločanjem iz obratnega zornega kota kakor tradicionalna paradigma. Predpostavlja, da je odločitev znana, zato skuša odgovoriti na vprašanje, kako je možno poiskati racionalno osnovo za sprejetje te odločitve.
  - Kako je možno specificirati preferenčni model, ki privede do enake ali vsaj karseda podobne odločitve, kot je dejanska?
  - Filozofija razdruževanja je zgraditi model iz globalnih preferenčnih struktur, ki se nanašajo na omejeno množico že ocenjenih alternativ.
- Ker postopek razdruževanja zgolj inducira preferenčne informacije in jih formalizira v obliki parametrov modela, ne zadošča za sprejetje odločitve. Zato mora biti kombiniran s klasičnimi metodami agregacije.
- Združitevno-razdružitevna analiza je že bila aplicirana tudi na skupinsko odločanje (Bregar idr., 2008; Matsatsinis idr., 2005).





## Tehnika Delfi

- Delfi je tehnika ustvarjalnega mišljenja, skupinskega reševanja problemov in asinhrona komunikacije (Linstone in Turoff, 2002; Pečjak, 1989).
- Primarno služi predvidevanju dogodkov v prihodnosti, s prilagoditvami pa se lahko uporabi tudi v druge namene, kot so iskanje alternativ, odkrivanje skupinskih vrednot in ciljev ali zbiranje informacij.
- Presoje posameznih članov skupine se združujejo tako, da le-ti skozi več zaporednih krogov (iteracij) postopka na podlagi povratnih informacij svoje sodbe popravljajo in dopolnjujejo.
  - Delfi sestoji iz zaporedja vprašalnikov.
  - Za vsa vprašanja, ki izvabljajo številske podatke, se izrišejo prognostični trikotniki, ki pomagajo odločevalcem k izražanju ustrežnejših mnenj.
  - Statistične vrednosti, s katerimi so določeni trikotniki, se izračunajo na podlagi odgovorov, posredovanih v predhodni iteraciji postopka.





## Aplikacija tehnike Delfi v večkriterijskem odločanju

- Kadar so parametri odločitvenega modela numerični, so statistične mere središčnega nagnjenja in variabilnosti pokazatelj, v katero smer se giblje skupina. To je temelj prilagajanja, poenotenja mnenj in skupinskega učenja:
  - Če posameznik ni trdno prepričan v pravilnost specifikacije preferenc, lahko preveri ujemanje svojih vhodnih podatkov s tistimi od kolegov. Tako »črpa« iz izkušenj drugih.
  - Če je vrednost, ki jo posameznik dodeli nekemu preferenčnemu parametru, blizu zgornje ali spodnje meje intervala, na katerem se nahajajo vrednosti vseh odločevalcev, je to znak velikega razhajanja. Doseganje konsenza ali učinkovitega kompromisa zahteva nujno spremembo takšnih podatkov.
  - Če je odločevalčevo mišljenje v nasprotju z mnenji kolegov in če je prepričan v svoj prav, lahko vztraja pri vrednosti parametra, ki je močno odmaknjena od povprečja. S tem vzpodbudi ostale člane skupine, da dodatno premislijo o problemu, osvetlijo razumevanje še iz kakšnega zornega kota in upoštevajo pomembna dejstva, ki so jih morda spregledali.



## Mere statistične tendence za “večkriterijski” Delfi

---

### 1. Preferenčni parametri

∇ parameter: [spodnja meja, zgornja meja], povprečje, standardni odklon

### 2. Odločitev / ocene alternativ / rangiranje alternativ

#### 2.a Sortiranje

∇ alternativa: [spodnja kategorija, zgornja kategorija], mediana kategorij

Primer aplikacije: Damart idr., 2007

#### 2.b Razvrstitev

Kardinalne informacije (rang/mesto):

∇ alternativa: [najslabši rang, najboljši rang], mediana ranga

#### 2.c Ocene alternativ

Kardinalne ocene:

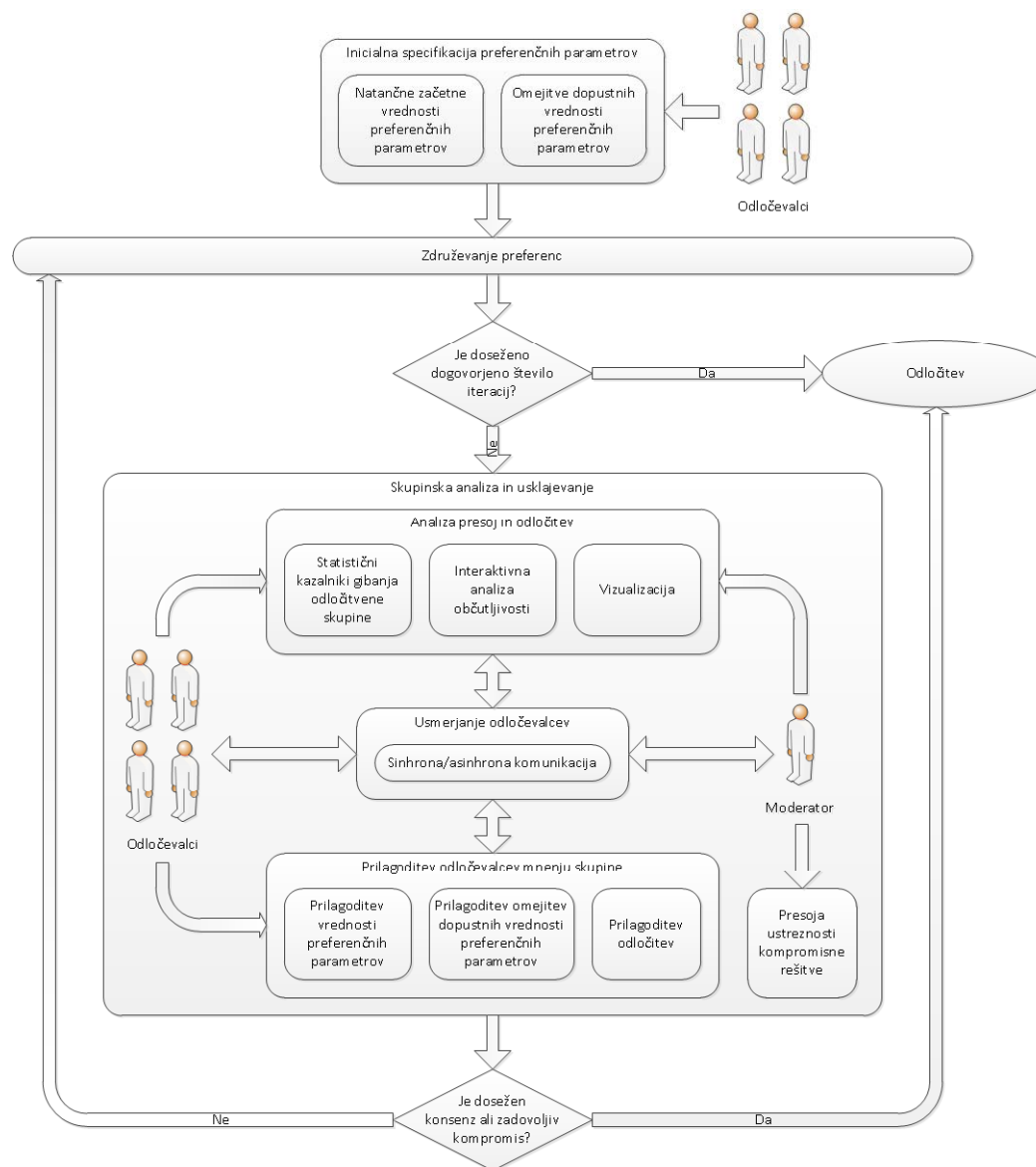
∇ alternativa: [najnižja ocena, najvišja ocena], povprečje, standardni odklon

Ordinalne ocene:

∇ alternativa: [najslabša ocena, najboljša ocena], mediana ocen

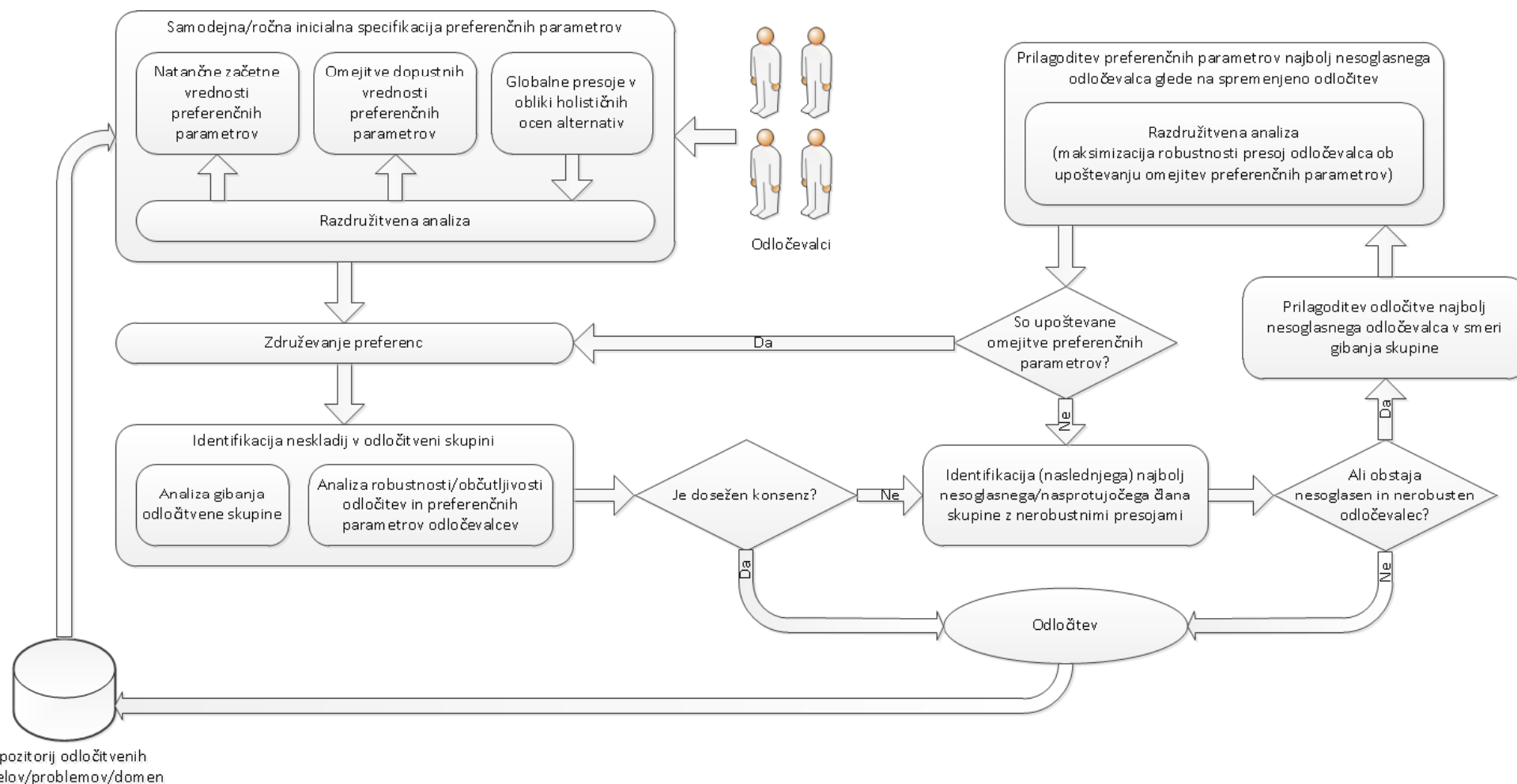


# Generičen postopek Delfi





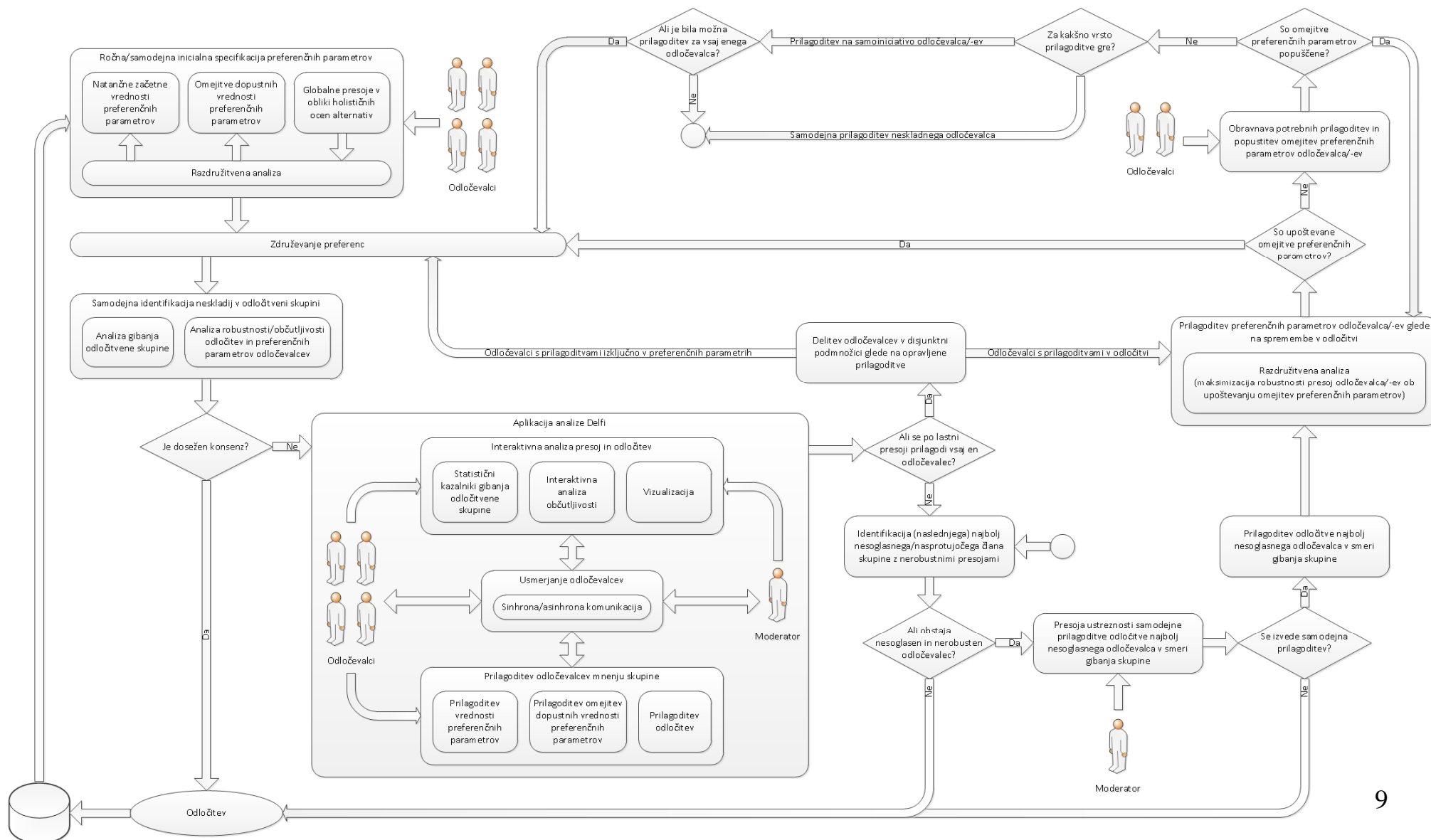
# Generičen združitveno-razdružitveni postopek





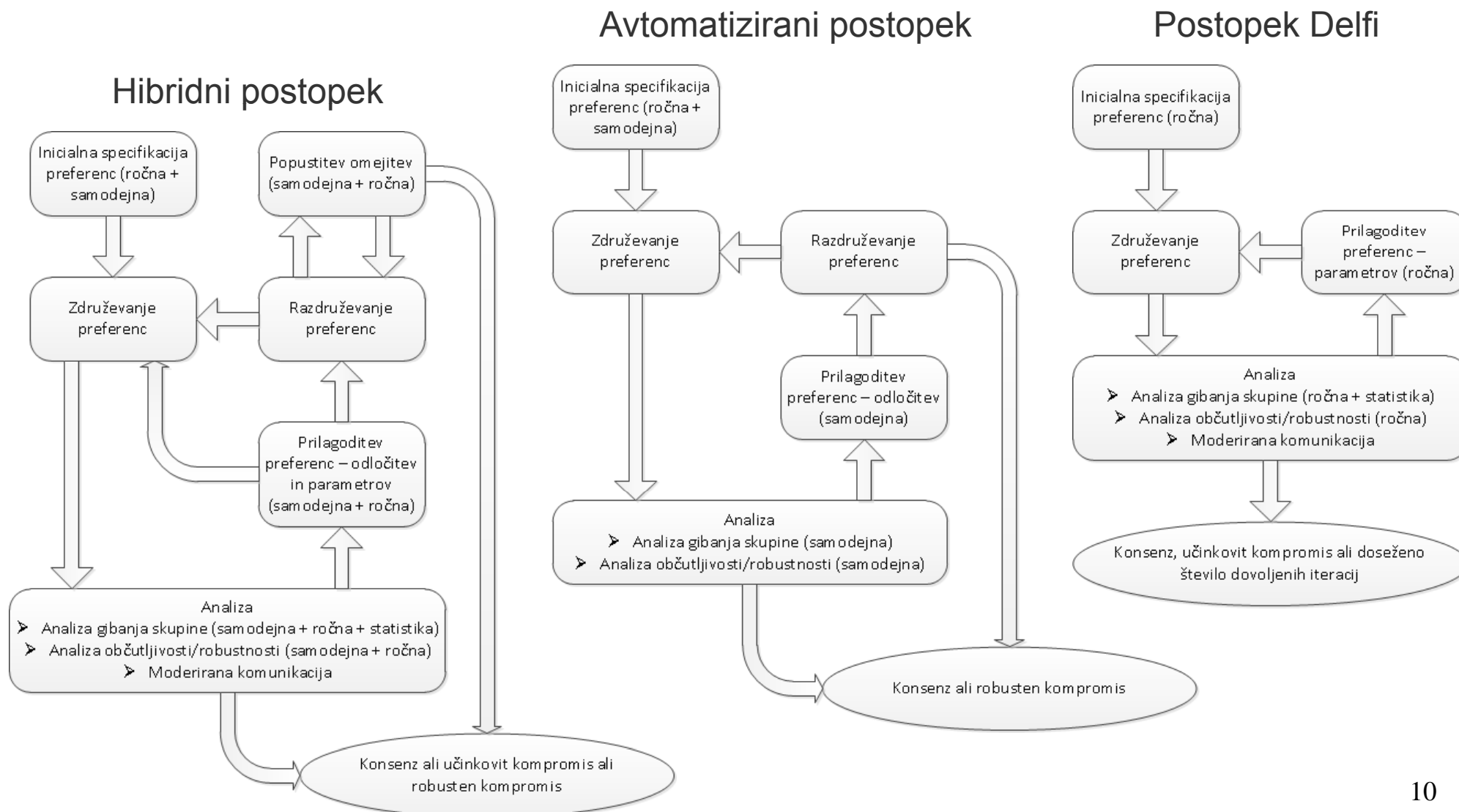


# Generičen hibridni postopek





## Primerjava postopkov po fazah





## Sortiranje alternativ – skladnost odločevalca s skupino

Primer aplikacije za dihonomijsko sortiranje: Bregar idr., 2008; Bregar, 2011

Stopnja strinjanja odločevalca  $DM$  z mnenjem celotne odločitvene skupine glede kategorije, v katero je sortirana alternativa  $a \in A$ , se izračuna z uporabo utežene metrike razdalje glede na odmik kategorije  $C^{DM}$  od kategorije  $C^{mediana}$

$$\forall DM: a \in [C^S, C^Z] \quad C^{DM} \in [C^S, C^Z] \quad C^{mediana} \in [C^S, C^Z]$$

$$d_u = \frac{\text{abs}(\text{ord}(C^{DM}) - \text{ord}(C^{mediana}))}{\text{abs}(\text{ord}(C^Z) - \text{ord}(C^S))} \cdot \frac{\text{card}(C^{DM} + \{C^>\})}{\text{card}\{DM\}}$$

$$g = 1 - d_u \quad G = \sum_{a_i \in A} \frac{g_i}{m}$$



## Sortiranje – samodejna prilagoditev odločevalca

$prilagoditev \leftarrow false$

sortiraj  $\forall a_i \in A': C_i^{nova} \leftarrow C_i^{mediana}$

dokler  $(\forall a_i \in A': C_i^{nova} \neq C_i^{DM}) \wedge (prilagoditev = false)$

če je za  $A$  glede na omejitve  $DM$  možna izpeljava novih vrednosti preferenčnih parametrov  $DM$

$prilagoditev \leftarrow true$

sicer

presortiraj eno alternativo  $a_i \in A'$  tako, da s spremembo  $C_i^{nova}$  maksimiziraš  $G$  in da velja

če  $ord(C_i^{nova}) < ord(C_i^{mediana})$

sortiraj  $C_i^{nova} \leftarrow C_i^{nova-1}$

sicer

sortiraj  $C_i^{nova} \leftarrow C_i^{nova+1}$

konec če

konec presortiraj

konec če

konec dokler



## Razvrščanje alternativ – skladnost odločevalca s skupino

Relacija med dvema alternativama  $a_i$  in  $a_j$ :

$$R_{ij} = R(a_i, a_j) \in \{>, <, \approx, ?\}$$

$a_i, a_j \in A$ ,  $>$  in  $<$  prednost,  $\approx$  enakovrednost,  $?$  neprimerljivost

Razdalja med relacijama odločevalcev  $DM_k$  in  $DM_l$ :  $d(R_{ij}^k, R_{ij}^l)$

Standardne razdalje (Ben Khelifa in Martel, 2001):

$$d(>, <) = 2 \cdot e \quad d(>, ?) = \frac{5}{3} \cdot e \quad d(\approx, ?) = \frac{4}{3} \cdot e \quad d(\approx, >) = e$$

Normirana razdalja vrstnega reda odločevalca  $DM_k$  od vseh ostalih vrstnih redov:

$$d(DM_k) = d_k = \frac{\sum_{l=1, l \neq k}^o \sum_{i=1, i \neq j}^m \sum_{j=i+1}^m d(R_{ij}^k, R_{ij}^l) \cdot Z_{ij}^l}{e \cdot m \cdot (m-1) \cdot o \cdot (o-1)}$$

Stopnja strinjanja odločevalca  $DM_k$ :  $G_k = 1 - d_k$

Število odločevalcev, za katere sta alternativni  $a_i$  in  $a_j$  v določeni relaciji:

$$Z_{ij}^> = \text{card}\{DM: R_{ij} = >\} = \text{card}\{DM: a_i > a_j\} \quad \text{in analogno } Z_{ij}^<, Z_{ij}^{\approx}, Z_{ij}^?$$



## Razvrščanje – samodejna prilagoditev odločevalca

1. Za vsak par alternativ nad diagonalno matriko so preštete različne relacije za vse odločevalce, t.j. ugotovljeno je število odločevalcev, za katere sta alternativni  $a_i$  in  $a_j$  v določeni relaciji
2. Izbran je odločevalec  $DM_k$  z najnižjo stopnjo strinjanja  $G_k$ , t.j. z največjo razdaljo njegovega ordinalnega vrstnega reda alternativ od vrstnih redov ostalih odločevalcev
3. Prilagojen je vrstni red  $DM_k$ , tako da je maksimizirano ujemanje relacij prednosti in enakovrednosti ter minimizirano število relacij neprimerljivosti:
  - V prvi iteraciji se relacija za posamezen par alternativ prilagodi skupinskemu mišljenju najbolj, kolikor je možno – za do dve stopnji
  - Če prilagoditev preferenčnih parametrov glede na odločevalčeve omejitve ni možna, se sprememba v vsaki nadaljnji iteraciji popusti za eno stopnjo, vendar največ do izhodiščne relacije
4. Prilagoditev preferenčnih parametrov  $DM_k$  glede na omejitve preferenc in glede na nove relacije (novo odločitev)
5. Če prilagoditev ni možna, povratek na korak 3 in omilitev spremembe relacije za en par alternativ, ki je izbran tako, da se maksimizira stopnja  $G_k$



## Primerjava postopkov – vzdrževanje odločitvene skupine

<i>Kriterij</i>	<i>Združitevno-razdružitevni postopek</i>	<i>Hibridni postopek</i>	<i>Postopek Delfi</i>
<i>Usmerjanje postopka odločanja</i>			
Sposobnost avtonomnega vodenja	Da	Da	Ne
Razreševanje nesoglasij	Delno, le v okviru inicialnih omejitev	Da, možno prilagajanje	Da, možno prilagajanje
Konvergenca mnenj	Da, vendar v okviru inicialnih omejitev, zato se lahko ustavi	Da, kombinacija objektivnosti in subjektivnosti	Da, vendar subjektivno pogojena
Zmožnost doseganja kompromisa	Da, a le ob ustrezni metodi agregacije	Da, razvidne so presoje vseh članov	Da, razvidne so presoje vseh članov
<i>Učinkovitost komunikacije</i>			
Zmožnost asinhronne interakcije	Ne	Da	Da
Čas, porabljen za sprejem odločitve	Kratek, pogojen izključno s časovno kompleksnostjo algoritma	Kratek do dolg, odvisno od problemske situacije	Dolg, potrebnih je več moderiranih iteracij ročno opravljene analize
<i>Pravičnost</i>			
Prioretizacija odločevalcev	Da	Da	Subjektivna, glede na moderatorja
Demokracičnost upoštevanja mnenj vseh odločevalcev	Da	Da	Subjektivna, glede na moderatorja
Zmožnost učenja o problemski situaciji	Delno, po zaključku analize	Da	Da



## Primerjava postopkov – analiza

Kriterij	Združitevno-razdružitevni postopek	Hibridni postopek	Postopek Delfi
<i>Zahtevnost analize</i>			
Začetno miselno breme	Relativno majhno (holistične/mehke presoje, repozitorij)	Relativno majhno (holistične/mehke presoje, repozitorij)	Relativno veliko
Miselno breme med analizo	Majhno, popolna samodejnost	Majhno do veliko, odvisno od problemske situacije	Veliko, moderirana interakcija
Kompleksnost tipov informacij	Majhna, holistične ocene	Majhna do velika, odvisno od problemske situacije	Velika, natančne vrednosti
<i>Verodostojnost analize</i>			
Širina in globina analize	Velika, vendar brez sprotnega prikaza vmesnih rezultatov	Velika	Velika, vendar s poudarkom na statistiki
Ustreznost, učinkovitost in relevantnost presoj	Zmerna, ni podprto ročno ostrenje in prilagajanje presoj	Velika	Zmerna, ni podprta obravnava mehkih in holističnih presoj
Ustreznost izhodnih podatkov – bogatost, točnost in veljavnost	Zmerna, vprašanje zaupanja v algoritem	Potencialno velika	Zmerna, vprašanje objektivnosti moderatorja
Robustnost odločitve	Zmerna, pogojena z inicialnimi omejitvami preferenčnih parametrov	Potencialno velika	Zmerna, podvržena namernemu nesodelovanju članov odločitvene skupine
<i>Abstrakcija problema</i>			
Izčrpnost domenske analize	Zmerna	Velika, kombinacija pristopov	Zmerna
Osredotočenost na reševanje problema	Ni potrebna zaradi samodejnosti postopka	Potencialno velika zaradi kombinacije komplementarnih virov informacij	Zmerna, lahko je podvržena motnjam v komunikaciji





## Sklep

---

- Postopke večkriterijske skupinske odločitvene analize je mogoče podpreti tako z združitveno-razdružitveno analizo kot s tehniko Delfi.
- Pokazano je bilo, da je možno oba pristopa učinkovito kombinirati.
  - Hibridni postopek vodi k sinergiji vseh temeljnih konceptov, ki jih vpeljujeta tako ena kakor druga „filozofija“.
  - Hkrati so odpravljene vse pomanjkljivosti in poudarjene vse prednosti obeh pristopov.
- Potencialni predmet nadaljnjega dela bo raziskava učinkovitosti vseh treh pristopov v realnem okolju in na realnih odločitvenih problemih.



***Hvala za vašo pozornost !***

*Vprašanja?*

*Pripombe?*

*Predlogi?*