

# Primerjava kvalitativnih in kvantitativnih odločitvenih metod: DEX in AHP pri ocenjevanju projektov

Robert ŠPENDL

OIKOS d.o.o., Svetovanje za okolje, Ljubljanska 36, 1230 Domžale  
E-pošta: robert.spendl@ijs.si

Vladislav RAJKOVIČ

Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Prešernova 11, 4000 Kranj  
E-pošta: vladislav.rajkovic@ijs.si

Marko BOHANEČ

Institut Jožef Stefan, Jamova 39, 1000 Ljubljana  
E-pošta: marko.bohanec@ijs.si

*V prispevku primerjamo dve metodi večparametrskega odločanja: DEX in AHP. Metoda DEX je kvalitativna in temelji na izgradnji odločitvenih modelov, ki vsebujejo hierarhijo kriterijev in odločitvena pravila za združevanje diskretnih opisnih vrednosti kriterijev. AHP (Analytic Hierarchy Process) je kvantitativna metoda, ki obsega izgradnjo matrik relativne pomembnosti kriterijev in matrik relativne primerjave variant. Obe metodi smo preizkusili na realnem primeru ocenjevanja projektov v svetovalnem podjetju. Uporabili smo računalniške programe Saaty (AHP), DEX in Vredana (nadgradnja metode DEX). Izkazalo se je, da so odločitveni modeli, izdelani z metodo DEX, razumljivejši, medtem ko modeli AHP nudijo večjo ločljivost variant.*

## 1. UVOD

Ljudje se moramo kar naprej odločati. Medtem, ko so nekatere odločitve zelo lahke ali pa ne povročijo velikih težav, če se odločimo napačno, pa so druge lahko zelo zapletene in so napake zelo drage. @e pri odločitvi o avtomobilu, ki ga bomo kupili, je lahko napačna odločitev neprijetna ali draga, odločitve v velikih podjetjih, državi ali vojski pa lahko že pri relativno majhnih napakah povzročijo velike probleme.

Kadar se odločamo glede na več lastnosti ene variante, govorimo o *večkriterijskem odločanju* (Chankong, Haimes 83). Eden od problemov pri večkriterijskem odločanju je določanje pomembnosti kriterijev. Nedvomno je pri nakupu avtomobila cena pomembnejši kriterij od barve, vendar je dokaj težko ugotoviti, *koliko* pomembnejši.

V tem prispevku smo primerjali dve znani metodi večkriterijskega odločanja: DEX in AHP (Analitični hierarhični postopek). DEX je kvalitativna metoda, ki uporablja kvalitativne kriterije; vrednosti teh kriterijev so v splošnem besede, kot so *dober*, *odličen*, *nesprejemljiv*. AHP je numerična metoda, pri kateri ocenjujemo kakovost vsake variante z številčnimi vrednostmi. Metodi smo preizkusili na realnem primeru ocenjevanja bodočih projektov v svetovalnem podjetju. Ocenjevali smo primernost metode, enostavnost uporabe in razumljivost rezultatov.

V prispevku je najprej podan opis uporabljenih odločitvenih metod. Temu sledi opis problema ocenjevanja projektov. Težišče prispevka je na načinih uporabe obeh metod in njuni primerjavi.

## 2. OPIS ODLOČITVENIH METOD

### 2.1 Metoda utežene vsote

Najbolj znana tradicionalna metoda za vrednotenje variant je *metoda utežene vsote*, pri kateri vsakemu kriteriju določimo pomembnost z *utežjo* (ponderjem). Preprost primer bi bil, da ocenjujemo ceno, hitrost in varnost avtomobila z ocenami od 1 do 5. Pomembnost cene naj bo 60%, varnosti 25% in hitrosti 15%. Če bi nek avtomobil opisali z vrednostmi  $cena=3$ ,  $varnost=4$  in  $hitrost=2$ , bi tak avto dobil

končno oceno  $3 \times 0,6 + 4 \times 0,25 + 2 \times 0,15 = 3,1$ . Če ocenjujemo več avtomobilov, kot najboljšega izberemo tistega z najvišjo končno oceno.

Čeprav je metoda zelo enostavna, že pri več kot petih kriterijih pride do izraza problem človeške sposobnosti primerjanja pomembnosti. Človek si sicer lahko zapomni zelo veliko stvari, vendar je njegov kratkotrajni spomin zelo omejen. Tako je znana psihološka omejitev  $7 \pm 2$ , ki pomeni število konceptov, o katerih lahko naenkrat razmišljamo (Lindsay, Norman 77). Čim bolj so koncepti zapleteni, tem manj jih lahko primerjamo. Po izkušnjah strokovnjakov s področja odločanja imajo ljudje težave že pri primerjavi več kot treh kriterijev (Larichev 84). Zaradi te omejitve je bilo narejenih več izboljšav te metode; dve sta opisani in uporabljeni v nadaljevanju.

## 2.2 Analitični hierarhični postopek

*Analitični hierarhični postopek* (AHP) je metoda za določevanje pomembnosti kriterijev pri večkriterijskem odločanju, s katero lažje določimo uteži (Saaty 88; Buede, Maxwell 95). Po tem postopku kriterije uredimo v hierarhijo, tako da se na vsakem nivoju odločamo le med majhnim številom (3-5) kriterijev. Kriteriji so na vrhu hierarhije zelo splošni, na nižjih nivojih pa vse bolj specifični.

Če si ogledamo primer izbire avtomobila, vidimo, da sta cena in hitrost osnovna kriterija, ki ju ni potrebno razgraditi. Po drugi strani lahko kriterij varnosti razgradimo na več komponent. Na varnost vplivajo na primer zračna blazina, bočne ojačitve in ABS.

Pri metodi AHP opišemo hierarhijo kriterijev z matrikami primerjav pomembnosti kriterijev. Relativno pomembnost kriterijev  $i$  in  $j$  ocenjujemo z vrednostmi od 1 do 9. Pomen teh vrednosti podaja tabela 1.

**Tabela 1:** Pomen vrednosti v matriki primerjav pomembnosti kriterijev

1 □	kriterija sta enako pomembna
3	kriterij $i$ je malo bolj pomemben kot kriterij $j$
5	kriterij $i$ je opazno bolj pomemben kot kriterij $j$
7	kriterij $i$ je bistveno bolj pomemben kot kriterij $j$
9	kriterij $i$ je absolutno bolj pomemben kot kriterij $j$

Tako bi lahko za primerjavo kriterijev za ocenjevanje avtomobilov sestavili matriko:

$$\begin{array}{l} \text{cena} \\ \text{varnost} \\ \text{hitrost} \end{array} \begin{bmatrix} \text{c} & \text{v} & \text{h} \\ 1 & 5 & 7 \\ \frac{1}{5} & 1 & 3 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

S tako matriko smo ocenili, da je cena opazno pomembnejša od varnosti in bistveno pomembnejša od hitrosti. Matrika je obratno simetrična: za vsak element matrike velja  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ .

Iz matrik primerjav kriterijev izračunamo uteži preprosto tako, da izračunamo lastni vektor matrike in normiramo elemente tako, da je vsota elementov enaka 1. Elementi normiranega lastnega vektorja so uteži kriterijev. Za naš primer so tako dobljene uteži kriterijev cena, varnost in hitrost po vrsti enake 0.73, 0.19 in 0.08.

Za preverjanje usklajenosti matrike lahko izračunamo *indeks usklajenosti* matrike, ki opozarja na napake naslednje vrste (Mrvar 92):

$$\begin{array}{l} \text{cena} \\ \text{varnost} \\ \text{hitrost} \end{array} \begin{bmatrix} \text{c} & \text{v} & \text{h} \\ 1 & 5 & 7 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{7} & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Če je cena opazno pomembnejša od varnosti in bistveno pomembnejša od hitrosti, potem varnost ne more biti malo manj pomembna od hitrosti. Indeks usklajenosti meri taka odstopanja: 0,1 je empirična vrednost indeksa, pri kateri je potrebno popraviti matriko.

Pri AHP uporabljamo matrike primerjav tudi pri opisu variant: ocen posameznih variant ne podamo neposredno, ampak variante primerjamo med seboj. Rezultat primerjave varnosti treh avtomobilov je lahko naslednja matrika:

$$\begin{array}{l}
 \text{VW Golf} \\
 \text{Fiat Uno} \\
 \text{Volvo 850}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{G} \quad \text{F} \quad \text{V} \\
 \left[ \begin{array}{ccc}
 1 & 3 & \frac{1}{5} \\
 \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{9} \\
 5 & 9 & 1
 \end{array} \right] \rightarrow \left[ \begin{array}{c}
 0,18 \\
 0,07 \\
 0,75
 \end{array} \right]
 \end{array}$$

V primeru številčnih vrednosti, ki jih lahko izmerimo, kot je na primer cena, takšna primerjava ni potrebna; vrednosti le normiramo, da dobimo vsoto ocen enako 1.

Za izračun končne ocene variante (avtomobila) je potrebno ocene posameznih kriterijev pomnožiti z utežmi in sešteti.

### 2.3 DEX

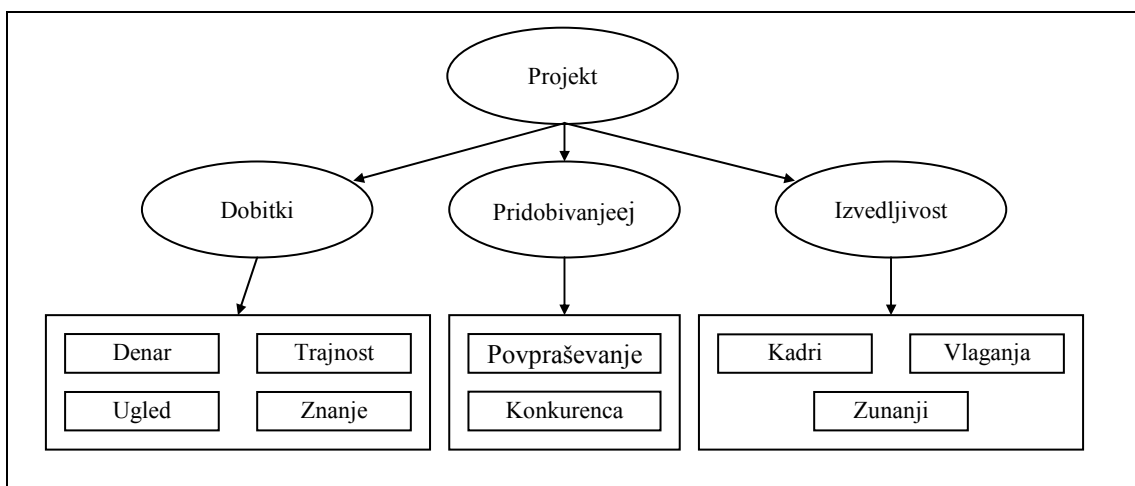
DEX je večparametrna odločitvena metoda, razvita na Institutu "Jožef Stefan". (Bohanec, Rajkovič 90; 92). Podobno kot AHP, DEX temelji na razgradnji odločitvenega problema v hierarhično strukturo kriterijev. Za razliko od AHP so kriteriji pri metodi DEX diskretni in kvalitativni: njihove vrednosti so v splošnem besede, na primer *dobro*, *nesprejemljivo* in podobno. Namesto besed je možno uporabiti tudi intervale numeričnih vrednosti. Razlika nastopa tudi pri funkcijah združevanja (agregacije) nižjenivojskih kriterijev v končno oceno, kjer DEX namesto uteži uporablja odločitvena pravila tipa "če-potem". DEX omogoča vrednotenje variant tudi v primeru nepopolnih in nenatančnih podatkov o variantah.

Metoda DEX je podprta z istoimenskim računalniškim programom. Program vsebuje urejevalnike strukture kriterijev, odločitvenih pravil in variant. Poleg postopkov za vrednotenje variant so v programu realizirane tudi metode za razlago komponent modela (Rajkovič, Bohanec 92) in analizo rezultatov vrednotenja variant. Poleg programa DEX smo uporabili tudi program Vredana (Šet et al. 95), ki nadgrajuje DEX na področju kombiniranega kvalitativnega in kvantitativnega vrednotenja variant (Bohanec et al. 92) ter ponuja različne grafične prikaze rezultatov vrednotenja.

## 3. OCENJEVANJE PROJEKTOV

AHP in DEX smo preizkusili na problemu ocenjevanja projektov v svetovalnem podjetju Oikos, d.o.o., Domžale. Problem je bil dovolj majhen, da smo lahko dejansko preizkusili obe metodologiji, hkrati pa je bil realen in dovolj zapleten, da je lahko pokazal prednosti in slabosti metod.

Podjetje Oikos ima izrazito projektno organizacijo dela. Ponavadi je na voljo več predlogov projektov, kot je ljudi, finančnih sredstev in drugih izvedbenih virov. Zato se mora vodstvo podjetja odločiti o tem, v katere projekte se je smiselno usmeriti.



**Slika 1:** Hierarhija kriterijev za ocenjevanje projektov.

Projekte smo ocenjevali po treh kriterijih (slika 1): kakšni so *dobitki*, kako težko bi projekt *pridobili* in zmožnost podjetja, da projekt *izvede*. Vsi trije kriteriji so sestavljeni iz enostavnejših kriterijev, ki jih lahko izmerimo ali ocenimo:

- Dobitek je lahko denar, šteje pa tudi ugled in novo znanje. Poleg tega je pomembno tudi trajanje projekta: projekt, ki mesečno prinaša relativno malo denarja, je lahko pomemben, če je stalen.
- Pridobivanje projekta je odvisno od konkurence in povpraševanja. Ta kriterij smiselno ustreza *tržni privlačnosti* izdelka iz bolj znane analize portfelja (Neubauer 91).
- Izvedljivost projekta je sposobnost podjetja, da dejansko izpelje projekt. Tu so pomembni predvsem kadri (lastni ali zunanji) in potrebna vlaganja. V analizi portfelja temu kriteriju ustreza *konkurenčna sposobnost*.

Pri vrednotenju smo obravnavali devet projektov, pet že končanih in štiri potencialne nove projekte. Na podlagi končanih projektov smo prilagajali odločitvena pravila v obeh modelih, dokler niso bile rešitve v skladu z dejanskimi rezultati projektov. S tako popravljenimi modeli smo nato ocenili nove projekte.

## 4. PRIMERJAVA METOD

### 4.1 Uporabljeni računalniški programi

Pri reševanju problema smo uporabili tri računalniške programe: Saaty, DEX in Vredana. Saaty je program, ki podpira AHP (Mrvar 92). Vgrajen ima urejevalnik strukture kriterijev in urejevalnik matrik primerjav kriterijev. Vrednosti variant lahko podajamo z matrikami primerjav variant glede na kriterij ali pa z absolutnimi vrednostmi. Na uporabnikovo zahtevo lahko preverja usklajenost matrik primerjav.

DEX je komercialni program, ki vsebuje urejevalnike strukture kriterijev, odločitvenih pravil in variant. Poleg postopkov za vrednotenje variant so v programu realizirane tudi metode za razlago komponent modela (Rajkovič, Bohanec 92) in analizo rezultatov vrednotenja variant. Pri vnosu odločitvenih pravil DEX sproti preverja usklajenost pravil.

Poleg programa DEX smo uporabili tudi program Vredana (Šet et al. 95), ki uporablja odločitvene modele, razvite s sistemom DEX, in jim dodaja možnost kvantitativnega vrednotenja variant (Bohanec et al. 92). Vredana ponuja tudi različne grafične prikaze rezultatov vrednotenja.

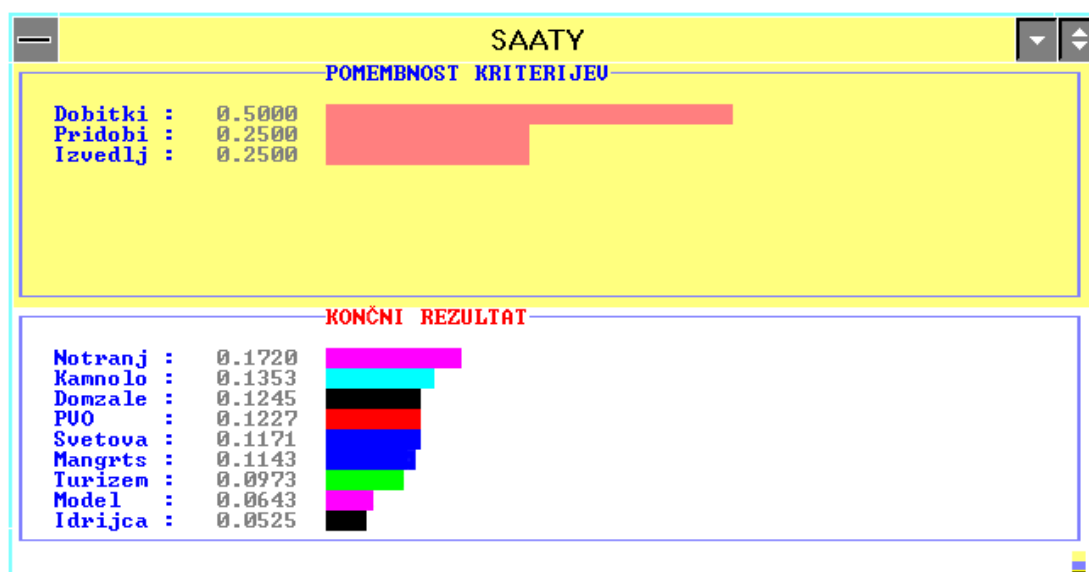
### 4.2 Vrednotenje projektov z metodo AHP

S programom Saaty smo najprej opisali hierarhijo kriterijev in določili matrike primerjav. Zatem smo za vsako matriko preverili usklajenost in popravili parametre, ki smo jih postavili napačno.

Ko je bila model opisan, smo vnesli podatke o projektih. Za vsak novi projekt je bilo potrebno dopolniti matrike primerjav za vsak kriterij. Pri tem število vrednosti, ki jih je potrebno vnesti, linearno narašča: v vsako izmed osmih matrik primerjav (vrednost kriterija Denar smo vnašali kot absolutno vrednost) smo morali dodati po 1, 2, 3, ... nove vrednosti. Tako smo za deveti projekt vnesli skupaj 64 vrednosti.

Po prvem vrednotenju smo popravljali matrike primerjav kriterijev, da smo dobili realnejše rezultate. Popravljanje velikih matrik je zahtevno delo, saj je za en kriterij potrebno popraviti cel stolpec (in vrstico, ki pa je obratno simetrična). Pri vsakem popravljanju obstaja nevarnost, da matrika postane neusklanjena. Zato je potrebno usklajenost preverjati.

Na osnovi teh podatkov smo projekte ocenili in dobili rezultate, prikazane na sliki 2. Ocenili smo, da dobitki prinesejo polovico ocene, pridobivanje in izvedljivost pa še po četrtno. Vsota končnih ocen je 1, najboljša ocena pa je 3.28-krat višja od najslabše.



Slika 2: Rezultati vrednotenja z metodo AHP (program Saaty)

### 4.3 Vrednotenje variant z metodo DEX

Tudi s programom DEX smo najprej opisali hierarhijo kriterijev, nato pa določili odločitvena pravila. Pri vnosu odločitvenih pravil DEX svetuje uporabniku in na osnovi ostalih že definiranih pravil sam ponudi možne vrednosti. Primer prikazuje tabela 2: potem, ko smo definirali prvo pravilo, DEX ugotovi, da projekt, ki ima *velik dobiček*, druge kriterije pa enake, ne more biti slabši kot *odličen*. Poleg tega DEX preverja usklajenost pravil in opozarja na tista, ki niso v skladu z uredenostjo kriterijev.

Tabela 2: Dve odločitveni pravili pri metodi DEX

Dobitki	Pridobivanje	Izvedljivost	Projekt
<i>majhen dobiček</i>	<i>težko</i>	<i>težko</i>	<i>odličen</i>
<i>velik dobiček</i>	<i>težko</i>	<i>težko</i>	<i>odličen</i>

Število pravil, ki jih moramo vpisati, pri metodi DEX hitro narašča v odvisnosti od števila kriterijev, ki jih na nekem mestu v hierarhiji kombiniramo med seboj. Za kriterij Dobitki, ki je sestavljen iz štirih kriterijev, je bilo potrebno vnesti 135 pravil, skupno v celotnem modelu pa 242 pravil. Izražanje posameznega pravila je sorazmerno enostavno. Poleg tega DEX za večino pravil sam ugotovi pravo vrednost. Kljub temu je vnos pravil dokaj zahteven.

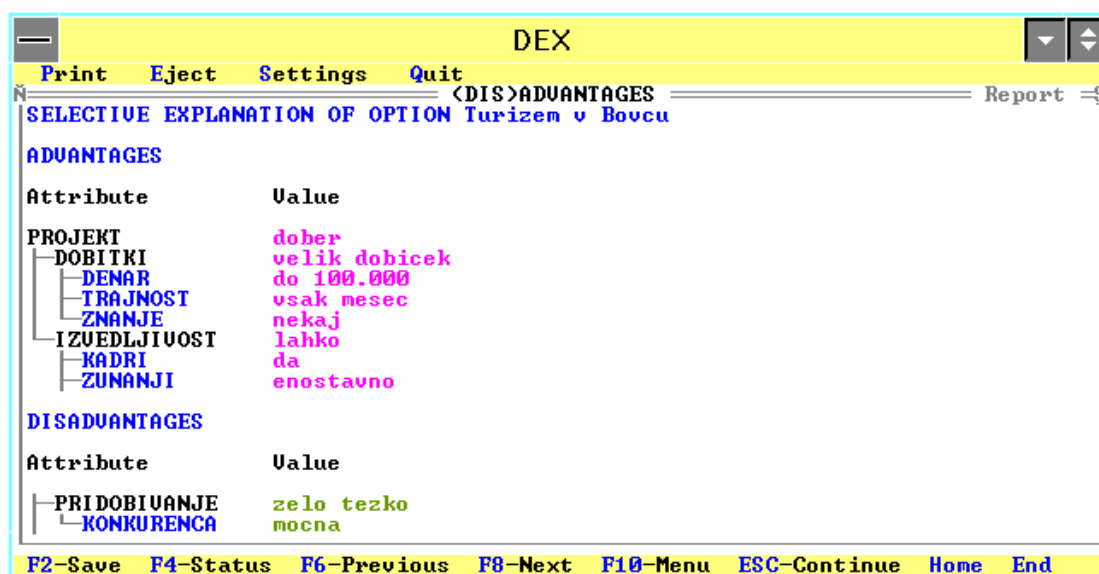
DEX ima vgrajeno možnost generalizacije vnešenih pravil, imenovano *Complex rules*. Tako iz velikega števila vnešenih pravil sestavi izpeljana pravila, ki jih je bistveno manj: pri kriteriju Dobitki tako iz 135 vnešenih pravil zgradi 32 izpeljanih pravil. Dve izmed teh prikazuje tabela 3.

**Tabela 3:** Primer dveh izpeljanih pravil

Denar	Ugled	Trajnost	Novo znanje	Dobitki
<=pokritje	slab	*	*	izguba
>350.000 SIT/mesec	*	*	nekaj	velik dobiček

Variante v programu DEX opišemo tako, da vnesemo vrednosti kriterijev. Za razliko od AHP variant ni potrebno medsebojno primerjati, zato število vrednosti za opis ene variante ne narašča s številom variant.

Po vnosu variant smo ocenili projekte in dobili pet odličnih, dva dobra in po enega zadovoljivega in slabega. Lahko smo si ogledali razlago sklepanja, zelo uporaben pa je bil tudi prikaz prednosti in slabosti variant (slika 3).

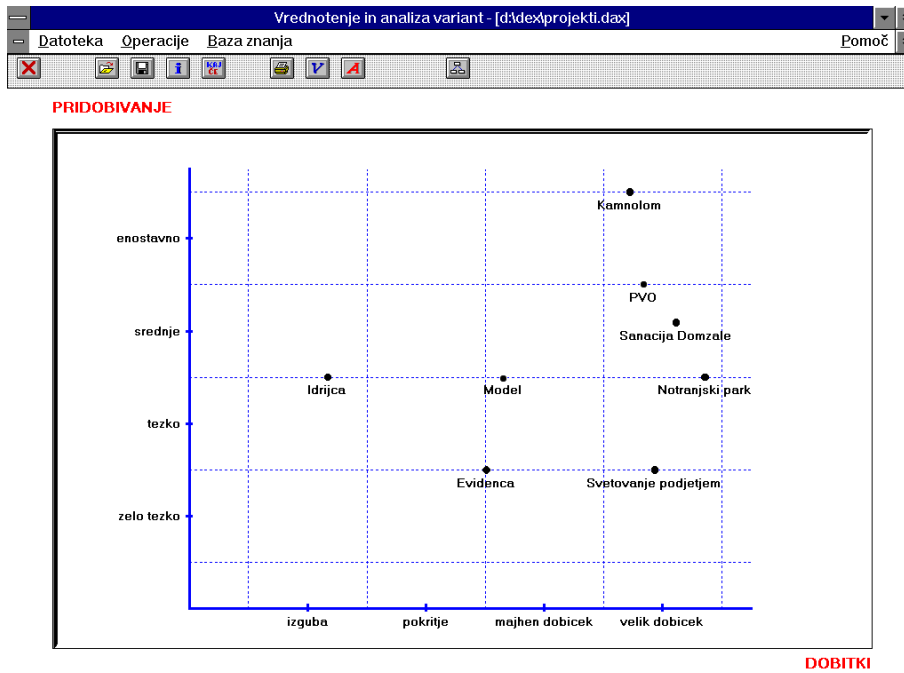


Slika 3: Prednosti in slabosti ene od variant.

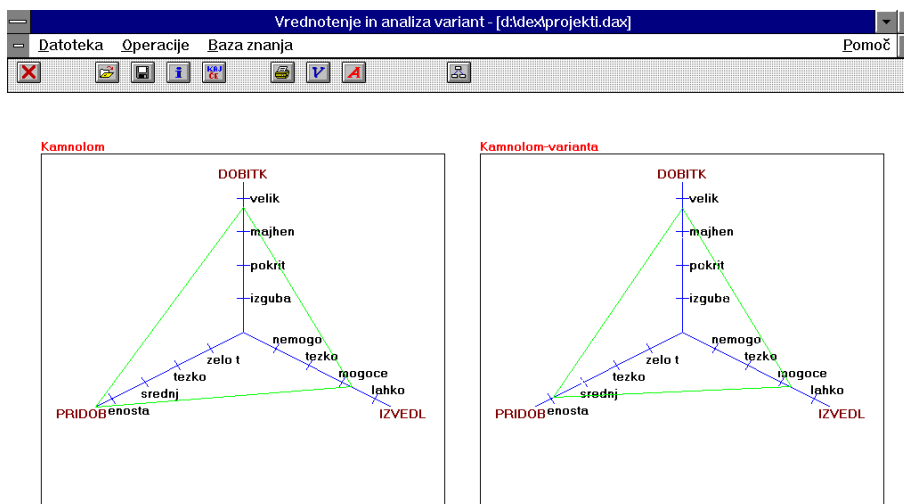
#### 4.4 Vredana

Vredana je program, ki dopolnjuje in nadgrajuje DEX v fazi uporabe odločitvenih modelov (Šet et al. 95). Uporablja kombinirano kvalitativno in kvantitativno vrednotenje variant, pri katerem dobi vsaka varianta poleg kvalitativne še numerično oceno. Na podlagi numerične ocene se variante lahko ločijo tudi znotraj ene kvalitativne vrednosti.

Poleg povečanja ločljivosti variant Vredana nudi različne možnosti grafičnega prikaza in analize rezultatov. Rezultate lahko prikažemo v stolpičnih, korelacijskih (slika 4) in zvezdnih (slika 5) grafikonih. Poleg tega ima vgrajeno tudi podporo analizam tipa "kaj-če", s katerimi lahko spreminjamo podatke o variantah ali dele odločitvenega modela in pri tem opazujemo vplive sprememb na končne ocene variant.



Slika 4: Korelacijski grafikon med dobitki in možnostjo pridobivanja projektov



Slika 5: Prikaz dveh variant z zvezdnim grafikonom

## 5. REZULTATI

Uporabljeni računalniški programi so nastali v različnih obdobjih, z različnimi vlaganji in nameni, tako da na podlagi kakovosti programov ne moremo primerjati metod. Zato obravnavamo le lastnosti metod ne glede na možnosti, ki jih ponujajo posamezni programi.

Tako DEX kot AHP temeljita na hierarhiji kriterijev. Sama struktura je identična, različne pa so merske lestvice kriterijev in metode združevanja kriterijev v končno oceno. Pri AHP podajamo matrike primerjav kriterijev, pri metodi DEX pa odločitvena pravila za vse nabore vrednosti kriterijev, ki jih združujemo.

Za opis modela z metodo AHP je bilo v našem primeru potrebno podati tri matrike velikosti  $3 \times 3$  in eno  $4 \times 4$ , pa še to le zgornji trikotnik zaradi simetričnosti. Skupaj to pomeni 15 primerjav pomembnosti kriterijev. DEX je zahteval 242 odločitvenih pravil, vendar je za približno 75% pravil sam predlagal njihove vrednosti.

Kljub navidezni veliki prednosti AHP se pojavi težava pri razumevanju odločitvenih modelov: določitev ene vrednosti v matriki primerjav pri metodi AHP je bistveno težja od določitve enega pravila pri metodi DEX. V našem primeru se je pri AHP izkazalo, da rezultati močno odstopajo od pričakovanih pri dokončanih projektih. Šele po več prilagoditvah so rezultati metode AHP dali realne rezultate. Pri metodi DEX teh težav ni bilo, prilagoditi je bilo potrebno le nekaj (manj kot 10) odločitvenih pravil. Pri obeh metodah smo tako od zamisli do končnega modela potrebovali približno enako časa.

Metodi DEX in AHP se bistveno razlikujeta pri opisovanju variant. DEX zahteva kvalitativne vrednosti, katerih število je pri vseh variantah enako. Dodajanje novih variant je neodvisno od prejšnjih variant in je zato praktično neomejeno. Pri AHP je potrebno variante primerjati paroma, kar povzroči linearno naraščanje števila vrednosti, ki jih je potrebno določiti za vsako novo varianto. V našem, relativno enostavnem primeru, je bilo za deveti projekt potrebnih že 64 vrednosti. Zaradi velikosti matrik je prišlo do padca koncentracije in manjše natančnosti pri delu.

DEX uporablja kvalitativne vrednosti kriterijev. Kriteriji navadno nimajo več kot petih različnih vrednosti, kar povzroči problem ločljivosti variant. Dve varianti, ki se le malo razlikujeta, sta opisani z enakimi vrednostmi kriterijev. Zato je tudi končna ocena teh variant enaka. Tudi variante z različnimi vrednostmi kriterijev lahko dobijo enake končne ocene. Tega problema pri AHP ni, saj je majhne razlike med variantami možno izraziti v opisu variant. V splošnem se te razlike odražajo tudi v končni oceni.

Vredana bistveno poveča ločljivost variant, ocenjenih z metodo DEX, saj ločuje variante tudi znotraj ene kvalitativne vrednosti. S tem se prednost AHP zmanjša, vendar ne v celoti, saj je ločljivost AHP pri zelo podobnih variantah še vedno boljša.

AHP je lahko zelo primerna metoda takrat, ko so kriteriji pretežno numerični in jih je mogoče enostavno določiti oziroma izmeriti. DEX zahteva pretvorbo numeričnih vrednosti v kvalitativne, pri čemer nastopi problem meje. DEX zaenkrat nima možnosti definiranja mehkih meja ali zveznih vrednosti, zato lahko v mejnih primerih majhna sprememba vrednosti kriterija povzroči veliko spremembo rezultata.

DEX je s svojimi kvalitativnimi vrednostmi kriterijev po drugi strani zelo primeren za modeliranje odločitvenih problemov, ki so po svoji naravi kvalitativni in jih težko opišemo s številkami. V primeru ocenjevanja projektov je bil mesečni dohodek od projekta edini numerični kriterij, vsi ostali so bili opisni. Za take probleme je DEX primernejši od AHP.

## 6. ZAKLJUČEK

Primerjava metod pri reševanju problema ocenjevanja projektov je pokazala, da je DEX enostavnejša in razumljivejša metoda. AHP je omogočil ločljivost rezultatov tudi pri zelo podobnih variantah, vendar so bili rezultati manj razumljivi. Rezultati metode DEX opisujejo natanko to, kar smo od metode pričakovali: ali je projekt dovolj perspektiven, da z njim začnemo, hkrati pa je pokazal na slabosti, ki jih moramo odpraviti.

Vredana je orodje, ki močno popravi hibo osnovne metode DEX - slabo ločljivost variant. Z analizo variant v Vredani smo lahko ločili vse testne variante, poleg tega pa Vredana rešitve grafično prikaže na različne načine, ki omogočijo še boljše razumevanje ocen.

DEX in AHP bi veljalo preizkusiti tudi v kombinaciji, ko bi AHP uporabili za ločevanje variant znotraj razreda. Bistvena prednost AHP je ločljivost zelo podobnih variant, postavitve matrik pa je za take probleme lažja. Taki dvostopenjski modeli oziroma kombinacije navadno delujejo bolje od posameznih metod (Manrai 95).



## 7. LITERATURA

- Bohanec, M., Rajkovič, V.: DEX: An expert system shell for decision support, *Sistemica* **1**(1), 145-157, 1990.
- Bohanec, M., Urh, B., Rajkovič, V.: Evaluating options by combined qualitative and quantitative methods, *Acta Psychologica* **80**, 67-89, North-Holland, 1992.
- Bohanec, M., Rajkovič, V.: Večparametrski odločitveni modeli, *Organizacija* **28**(7), 427-438, 1995.
- Buede, D.M., Maxwell, D.T.: Rank disagreement: A comparison of multi-criteria methodologies, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* **4**, 1-21, John Wiley & Sons, 1995.
- Chankong, V., Haimes, Y.Y.: *Multiobjective Decision Making: Theory and Methodology*, North-Holland, 1983.
- Larichev, I.O.: Psychological validation of decision methods, *Journal of Applied System Analysis* **11**, 1984.
- Lindsay, H.P., Norman, A.A.: *Human Information Processing: An Introduction to Psychology*, Academic Press, 1977.
- Manrai, A.K.: Mathematical models of brand choice behavior, *European Journal of Operational Research* **82**, 1-17, Elsevier Science B.V., 1995.
- Mrvar, A.: *Saatyjev večkriterijski odločitveni postopek*, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, Ljubljana, 1992.
- Neubauer, F.F.: *Upravljanje s portfeljem - potencialni dobiček - teorija in praksa*, Gospodarski vestnik, 1991.
- Rajkovič, V., Bohanec, M.: Decision support by knowledge explanation, *Environments for Supporting Decision Processes*, (eds. Sol, H.G., Vecsenyi, J.), 47-57, North-Holland, 1991.
- Saaty, T.L.: *Multicriteria Decision Making- The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, 1993.
- Šet, A., Bohanec, M., Krisper, M.: VREDANA: Program za vrednotenje in analizo variant v večparametrskem odločanju, Zbornik četrte Elektrotehniške in računalniške konference ERK'95 (eds. Solina, F., Zajc, B.), 157-160, Portorož, 1995.