

## 9. Večkriterijski modeli

### Večkriterijski modeli: Zakaj?

#### Metode primerjave alternativ

- neposredna primerjava alternativ
- (ne upoštevamo lastnosti alternativ)

#### Odločitvena drevesa

- vrednotenje alternativ po eni sami lastnosti (npr. dohodek)
- upoštevamo negotovost

#### Metode večkriterijskega modeliranja

- vrednotenje alternativ po več kot eni lastnosti
- negotovost upoštevamo ali pa ne

London, Sept. 19, 1772  
Dear Sir, [*Joseph Priestley*]

In the affair of so much importance to you, wherein you ask my advice, I cannot, for want of sufficient premises, advise you what to determine, but if you please I will tell you how.

When those difficult cases occur, they are difficult, chiefly because while we have them under consideration, all the reasons pro and con are not present to the mind at the same time; but sometimes one set present themselves, and at other times another, the first being out of sight. Hence the various purposes or inclinations alternatively prevail, and the uncertainty that perplexes us.

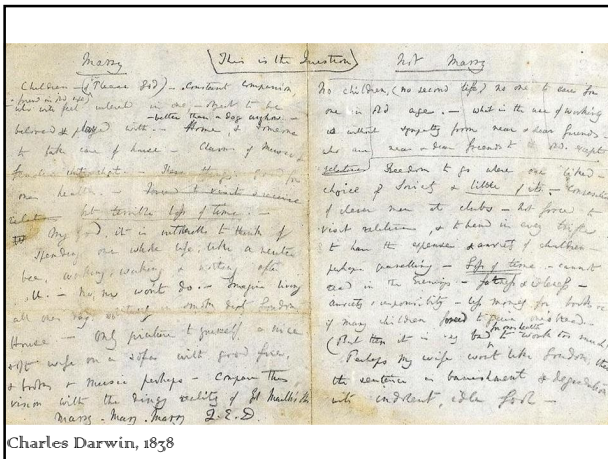
To get over this, my way is to divide half a sheet of paper by a line into two columns; writing over the one Pro, and over the other Con. Then, during three or four days consideration, I put down under the different heads, short hints of the different motives, that at different times occur to me, for or against the measure.

When I have thus got them all together in one view, I endeavor to estimate their respective weights; and where I find two, one on each side, that seem equal, I strike them both out. If I find a reason pro equal to two reasons con, I strike out the three. If I judge some two reasons con, equal to some three reasons pro, I strike out the five; and thus proceeding I find at length where the balance lies; and if, after a day or two of further consideration, nothing new that is of importance occurs on either side, I come to a determination accordingly.

And, though the weight of reasons cannot be taken with the precision of algebraic quantities, yet, when each is thus considered, separately and comparatively, and the whole lies before me, I think I can judge better, and am less liable to make a rash step; and in fact I have found great advantage from this kind of equation, in what may be called moral or prudential algebra.

Wishing sincerely that you may determine for the best, I am ever, my dear friend, yours most affectionately,

B. Franklin




---

---

---

---

---

---

---

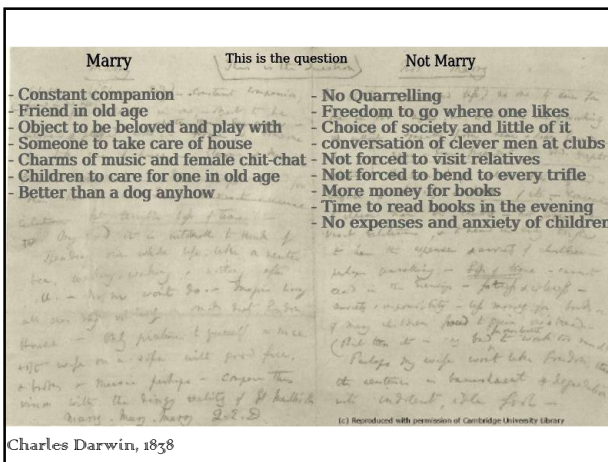
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Analiza prednosti in slabosti

		alternativi	
		garsonjera	prizidek
<b>prednosti</b>	lokacija v središču mesta bližina trgovin in lokalov bližina službe	novogradnja prostorno stanovanje lepa okolica z zelenjem razgled na bližnje hribe prijazni lastniki stanovanja	
<b>slabosti</b>	malo prostora staro stanovanje visoka najemnina hrup podnevi in ponoči	oddaljenost od mesta slabe povezave z mestom oddaljenost trgovine ni ločenega vhoda	

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metoda PMI (Plus/Minus/Implications)

	alternativi	
	garsonjera	prizidek
<b>prednosti</b>	lokacija v središču mesta (+2) bližina trgovin in lokalov (+1) bližina službe (+1)	novogradnja (+1) prostorno stanovanje (+1) lepa okolica z zelenjem in razgled na bližnje hribe (+1) prijazni lastniki stanovanja (+1)
<b>slabosti</b>	malo prostora (-1) staro stanovanje (-2) visoka najemnina (-5) hrup podnevi in ponoči (-1)	oddaljenost od mesta (-1) slabe povezave z mestom (-3) oddaljenost trgovine (-1) ni ločenega vhoda (-1)
<b>posledice</b>	več stikov z ljudmi (+3) nujna selitev po poroki (-1)	nakup prevoznega sredstva (-3) manj prostega časa (-1)
<b>točke</b>	-3	-6

---

---

---

---

---

---

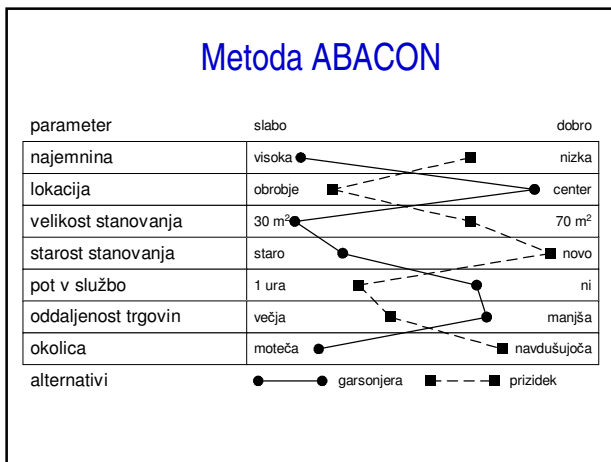
---

---

---

---

### Metoda ABACON




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Domača naloga 5

Kam (ali na kakšno delovno mesto) po končanem študiju?

- Zamislite si 2 do 5 alternativ (organizacije ali delovna mesta). Alternative so lahko anonimne (imena A, B, ...)
- Opišite/ovrednotite alternative z metodama:
  - prednosti in slabosti
  - PMI
- Definirajte 5 do 8 kriterijev v skladu z vašimi željami in pričakovanji ter jih razvrstite po pomembnosti
- Zasnujte diagram po metodi ABACON in vrišite profile alternativ

---

---

---

---

---

---

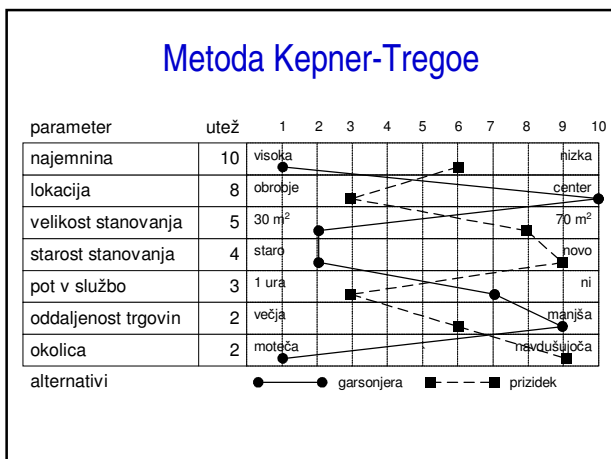
---

---

---

---

### Metoda Kepner-Tregoe




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metoda Kepner-Tregoe

parameter i	utež w <sub>i</sub>	garsonjera		prizidek	
		točke t <sub>i</sub>	utež×točke w <sub>i</sub> t <sub>i</sub>	točke t <sub>i</sub>	utež×točke w <sub>i</sub> t <sub>i</sub>
najemnina	10	1	10	6	60
lokacija	8	10	80	3	24
velikost stanovanja	5	2	10	8	40
starost stanovanja	4	2	8	9	36
pot v službo	3	7	21	3	9
oddaljenost trgovin	2	9	18	6	12
okolica	2	1	2	9	18
<b>skupaj</b>			<b>149</b>		<b>199</b>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Komponente večkriterijskih modelov

- Parameter (lastnost, opisna spremenljivka, lahko tudi cilj):** Lastnost, ki jo opazujemo pri alternativah. Ima ime («cena») in definicijo («nabavna cena avtomobila z davkom»).
- Merska lestvica:** Vsakemu parametru določimo mersko lestvico, to je zalogo vrednosti, s katero ocenjujemo oziroma merimo alternative pri tem parametru.
- Atribut (merilo):** Parameter, ki ima določeno mersko lestvico.
- Kriterij:** Vrednostno opredeljen atribut: kaj je dobro in kaj slabo, kaj je nezaželeno in kaj zaželeno? Kje so meje?
- Funkcije združevanja:** Predpis, ki pove, kako združimo (agregiramo) *delne ocene* alternativ, ki nastopajo pri posameznih parametrih, v *končno oceno* alternativ.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Uteži

atribut	uteži		
	metoda K-T	največ 100	vsota 100
<i>najemnina</i>	10	100	29,4
<i>lokacija</i>	8	80	23,5
<i>velikost stanovanja</i>	5	50	14,7
<i>starost stanovanja</i>	4	40	11,8
<i>pot v službo</i>	3	30	8,8
<i>oddaljenost trgovin</i>	2	20	5,9
<i>okolica</i>	2	20	5,9
<b>vsota</b>	<b>34</b>	<b>340</b>	<b>100</b>

---

---

---

---

---

---

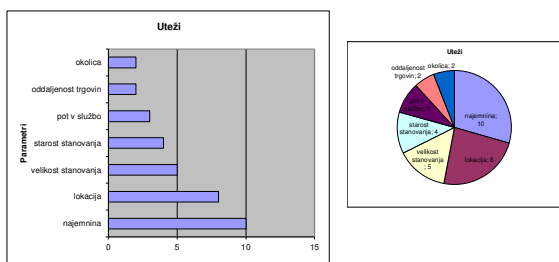
---

---

---

---

## Grafični prikazi: Uteži




---

---

---

---

---

---

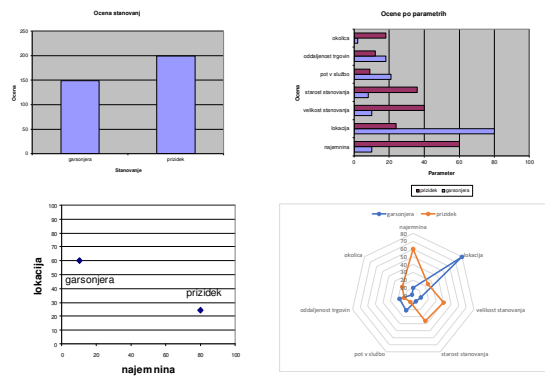
---

---

---

---

## Grafični prikazi: Vrednotenje




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Analize: Analiza "kaj-če"

parameter	utež	garsonjera pred spremembo		garsonjera po spremembi	
		točke	utež×točke	točke	utež×točke
najemnina	10	1	10	4	40
lokacija	8	10	80	10	80
velikost stanovanja	5	2	10	2	10
starost stanovanja	4	2	8	2	8
pot v službo	3	7	21	7	21
oddaljenost trgovin	2	9	18	9	18
okolica	2	1	2	1	2
<b>skupaj</b>			<b>149</b>		<b>179</b>

---

---

---

---

---

---

---

---

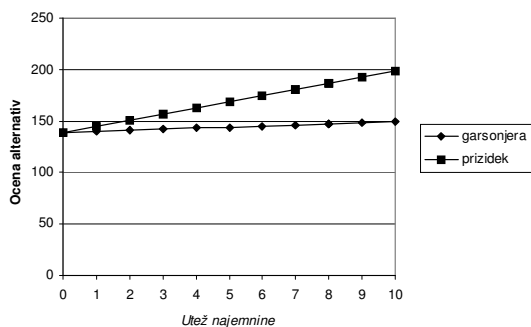
---

---

---

---

### Analize: Analiza občutljivosti




---

---

---

---

---

---

---

---

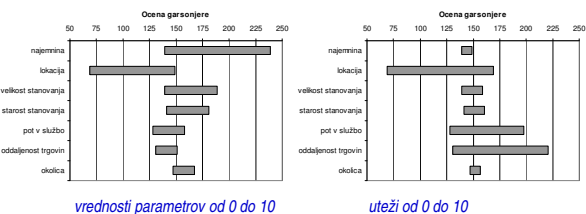
---

---

---

---

### Grafični prikazi: Diagram "tornado"




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Domača naloga 6

Nadaljujte vaš primer iz Domače naloge 5:

- a. Ovrednotite alternative po metodi Kepner-Tregoe
- b. Analizirajte občutljivost glede na en izbran kriterij.
- c. V računalniški preglednici narišite grafikone:
  - uteži
  - končnih rezultatov vrednotenja alternativ
  - delnih rezultatov vrednotenja alternative po kriterijih
  - krožni (radarski) grafikon [neobvezno]
  - diagram tornado [neobvezno]
- d. Primerjajte metode iz domačih nalog 5 in 6 ter ocenite skladnost rešitev, ki ste jih dobili z različnimi metodami

---

---

---

---

---

---

---

---

## Modeliranje: Zakaj?

- Sistematičen, strukturiran pristop
  - upošteva razpoložljive podatke in negotovost
- Razvoj modela:
  - zahteva pazljivo preučitev in razgradnjo problema
  - omogoča in spodbuja komunikacijo med odločevalci
- Vrednotenje variant:
  - izbira ene variante
  - rangiranje variant
- Analize:
  - analize tipa "kaj-če"
  - analize občutljivosti
  - razlage
    - potek vrednotenja ("kako?")
    - selektivne razlage prednosti in slabosti ("zakaj?")
- Kvalitetnejše odločitve:
  - boljše razumljene, utemeljene, razložene, preverjene, dokumentirane

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vprašanja

- Posamezna metoda večkriterijskega modeliranja:
- kaj omogoča?
  - kaj zahteva (katere podatke je treba zbrati in definirati)?
  - ocenite prednosti in slabosti te metode

Primerjava dveh metod večkriterijskega modeliranja  
[npr. Kepner-Tregoe : ABACON]

- v čem se metodi bistveno razlikujeta?
- katera omogoča več od druge in zakaj?
- kakšna je "cena" za to?

Primerjava metod večkriterijskega modeliranja z:

- odločitvenimi drevesi
- diagrami vpliva

---

---

---

---

---

---

---

---

## Naloga

Janez je absolvent *Fakultete za odločanje*. Razmišlja o tem, kam v službo po končanem študiju. Ima ponudbe štirih organizacij:

- Analitika d.o.o.
- Bankirska banka d.d.
- Center za planiranje
- Dinamične odločitve d.o.o.

O službi še ni dosti razmišljal, ve pa, da ga zanimajo lokacija delovnega mesta, višina plače, varnost in možnost napredovanja. Na fakulteti so ga zelo zanimali predmeti v zvezi z ekonomiko in zakonodajo, medtem ko matematike in računalništva ne mara.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 10. Hierarhični večkriterijski modeli

---

---

---

---

---

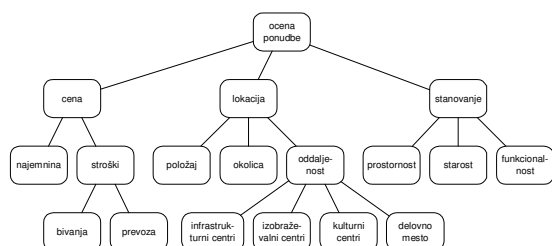
---

---

---

## Hierarhični večkriterijski modeli

Razgradnja odločitvenega problema na podprobleme:  
Drevo kriterijev



---

---

---

---

---

---

---

---



## Kriteriji hierarhičnih modelov

**Nadredni:** odvisni od podrednih

**Podredni:** vplivajo na nadredne

**Osnovni:** "listi" modela, nimajo podrednih kriterijev

**Izpeljani:** imajo podredne kriterije

**Vhodni:** osnovni

**Izhodni:** izpeljani, še posebej pa:

**koren(i)** drevesa ali hierarhije

---

---

---

---

---

---

---

---

## Naloga

Na sliki za vsak atribut označite:

- kateremu atributu je podredni in kateremu nadredni
- ali je osnovni ali izpeljani
- ali je vhodni ali izhodni

Kateri atribut je koren drevesa?

Za atribut *cena* naštejte:

- naslednike
- neposredne naslednike




---

---

---

---

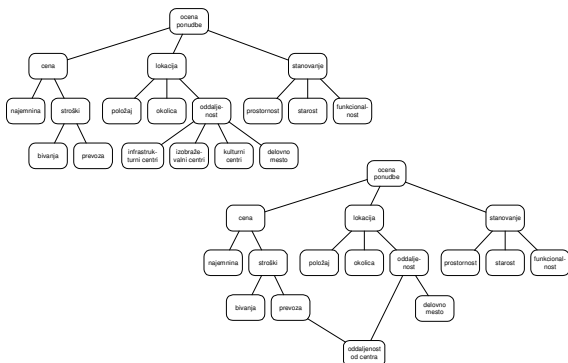
---

---

---

---

## Drevo : hierarhija




---

---

---

---

---

---

---

---

### Interpretacija hierarhičnih modelov

1. *Delitev* oziroma *razgradnja* odločitvenega problema na manjše in v splošnem lažje obvladljive podprobleme ["deli in vladaj"]
2. Predstavitev *ciljev* naše odločitve
3. *Vpliv* oziroma *odvisnost* med kriteriji: podredni kriteriji vplivajo na nadredne, in ti so odvisni od podrednih

---

---

---

---

---

---

---

---

### Razvoj hierarhičnih modelov

1. **Od zgoraj navzdol:** Začnemo s končno oceno alternativ, ki jo po načelu »deli in vladaj« postopno delimo na podredne kriterije na vse nižjih nivojih strukture. Delitev končamo, ko pridemo do dovolj preprostih in merljivih oziroma operativnih osnovnih kriterijev.
2. **Od spodaj navzgor:** Začnemo s seznamom osnovnih kriterijev. Te po načelu vsebinske povezanosti in medsebojne odvisnosti postopoma povezujemo v nadredne kriterije na vse višjih nivojih strukture. Postopek nadaljujemo tako dolgo, dokler ne pridemo do enega samega izhodnega kriterija, ki ponazarja končno oceno alternativ.
3. **Iz sredine navzven.** Praktična kombinacija obeh pristopov.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Lastnosti kriterijev

#### Osnovni kriteriji

- *Polnost:* upoštevati vse bistvene lastnosti (in ne spregledati res pomembnih)
- *Neredundantnost:* izločiti nepotrebne, neuporabne kriterije
- *Medsebojna neodvisnost (ortogonalnost):* kriteriji naj bi bili med seboj čim bolj neodvisni; vsak pomemben odločitveni dejavnik naj bi bil zastopan samo z enim kriterijem
- *Operativnost:* uporabnost v praksi: vsak kriterij naj bi se dalo jasno definirati, razložiti, izmeriti ali izraziti z neko zahtevano stopnjo točnosti ali zanesljivosti ter opredeliti njegov vpliv na končno oceno

#### Poddrevesa modela

- Logična struktura
- Medsebojna povezanost in vsebinska odvisnost
- Nekatere metode (DEX) omejujejo število neposrednih naslednikov

---

---

---

---

---

---

---

---

## Domača naloga 7

Razvijte drevo kriterijev za nakup novega družinskega avtomobila.

Okvirna navodila:

- Sami določite kriterije, ki se vam zdijo pomembni
- Najprej oblikujte (neurejen) seznam kriterijev, te potem postopoma povežite v drevo
- Struktura naj bo večnivojska in naj odraža medsebojno povezanost in vsebinsko odvisnost kriterijev
- Kriterijev naj bo okrog 10-15, razvrščenih v 3-5 ravni
- Označite, kateri kriteriji so vhodni in kateri izhodni

---

---

---

---

---

---

---

---

## 11. Metode MAUT oz. MAVT

Multi-Attribute Utility Theory  
Multi-Attribute Value Theory

---

---

---

---

---

---

---

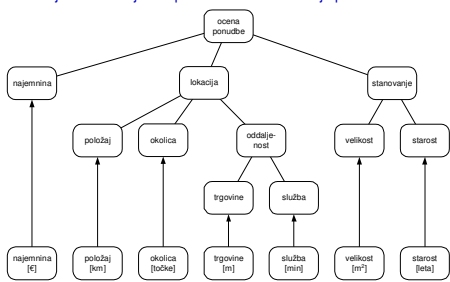
---

## Metode MAUT

Kvantitativni modeli: vse spremenljivke so numerične

Dvostopenjsko vrednotenje

1. Osnovne vrednostne funkcije: preslikava "naravne" vrednosti v preferenco
2. Funkcije združevanja: večparametrsko združevanje preferenc



---

---

---

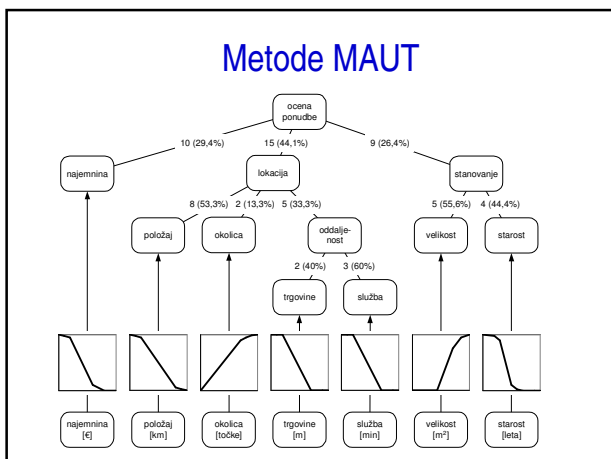
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Domača naloga 8

Narišite mejne vrednostne funkcije za kriterije:

- starost avtomobila [merjene v letih]
- cena avtomobila [€]
- poraba avtomobila [l/100km]
- starost kandidata za prodajalca v trgovini [leta]
- starost kandidata za predsednika ZDA [leta]

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metode MAUT

parameter	garsonjera		prizidek	
	vrednost	koristnost	vrednost	koristnost
najemina	previsoka	0,10	normalna	0,60
položaj	0 km	1,00	8 km	0,12
okolica	1	0,13	9	0,99
trgovine	100 m	0,80	300 m	0,30
služba	10 min	0,70	45 min	0,30
velikost	35 m²	0,20	35 m²	0,85
starost	20 let	0,15	2 leti	0,90

parameter	koristnost	
	garsonjera	prizidek
ocena ponudbe	<b>0,43</b>	<b>0,54</b>
najemina	0,10	0,60
lokacija	<b>0,80</b>	<b>0,30</b>
položaj	1,00	0,12
okolica	0,13	0,99
oddaljenost	<b>0,74</b>	<b>0,30</b>
trgovine	0,80	0,30
služba	0,70	0,30
stanovanje	<b>0,18</b>	<b>0,87</b>
velikost	0,20	0,85
starost	0,15	0,90

---

---

---

---

---

---

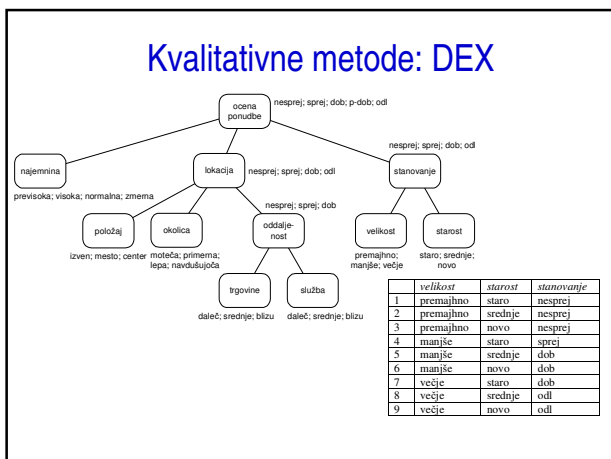
---

---

---

---

### Kvalitativne metode: DEX




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Orodja za večkriterijsko modeliranje

1. "svinčnik in papir"
2. preglednice (MS Excel)
3. namenska programska oprema

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Programska oprema

MS Excel oz. LibreOffice Calc

parameter	utež	garsonjera		prizidek	
		točke	utež*točke	točke	utež*točke
najemnina	10	1	10	6	60
lokacija	8	10	80	3	24
velikost stanovanja	5	2	10	8	40
starost stanovanja	4	2	8	9	36
pot v službo	3	7	21	3	9
oddaljenost trgovin	2	9	18	6	12
okolica	2	1	2	9	18
<b>skupaj</b>			<b>149</b>		<b>199</b>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Programska oprema

MS Excel oz. LibreOffice Calc

1	A	B	C	D	E	F	G
2	Model vrednotenja avtomobilov						
3	Parameter	Uteži	Avto 1	Avto 2	Avto 3		
4	Cena nabave	40%	7,0	6,0	5,5		
5	Cena vzdrževanja		75%	8	6	5	
6	Cena vzdrževanja		60%	25%	4	6	7
7	Tehnične lastnosti			4,4	7,0	6,4	
8	Varnost			70%	5	7	7
9	Uglednost			30%	3	7	5
10	<b>KONČNA OCENA</b>			<b>5,4</b>	<b>6,6</b>	<b>6,8</b>	


---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

[Logical Decisions](http://www.logicaldecisions.com/)  
[Criterium DecisionPlus](http://www.infoharvest.com/)

WinPre  
<http://sal.aalto.fi/en/resource/s/downloadables/winpre>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

Web-HIPRE <http://hipre.aalto.fi/>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

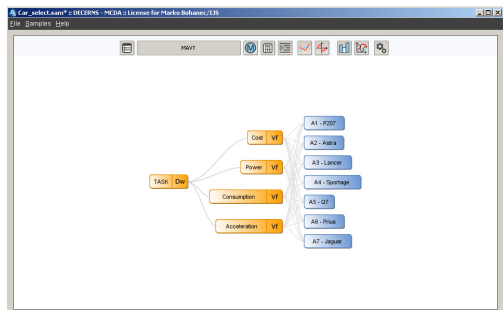
---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

DECERNS <http://decems.com/moda.html>




---

---

---

---

---

---

---

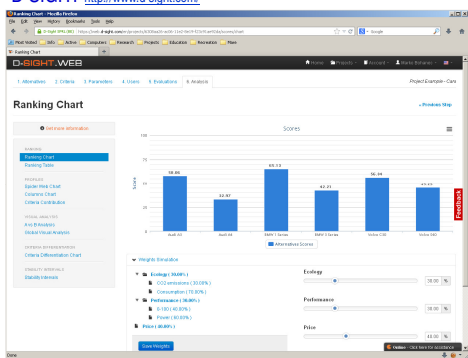
---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

D-SIGHT <http://www.d-sight.com/>




---

---

---

---

---

---

---

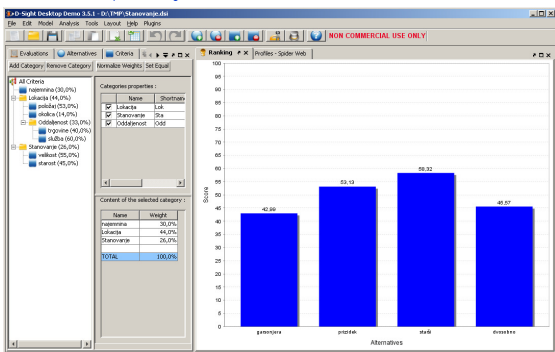
---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

D-SIGHT <http://www.d-sight.com/>




---

---

---

---

---

---

---

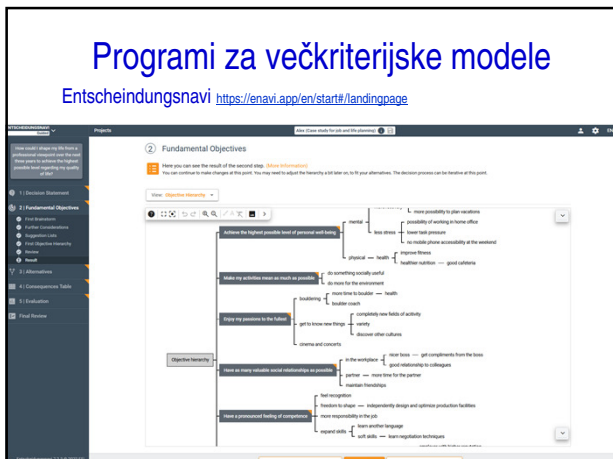
---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

Entscheidungsnavi <https://enavi.app/en/start#/landingpage>



---

---

---

---

---

---

---

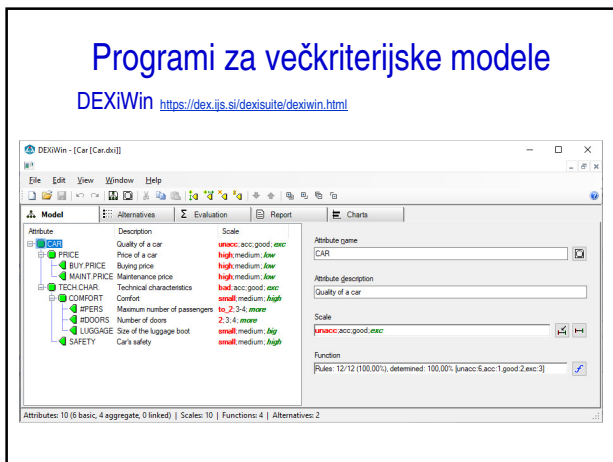
---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

DEXiWin <https://dex.ijs.si/dexisuite/dexiwin.html>



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Programi za večkriterijske modele

Glejte tudi: <https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/dss.html>



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---