

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

Marry	This is the question	Not Marry
<ul style="list-style-type: none"> - Constant companion - Friend in old age - Object to be beloved and play with - Someone to take care of house - Charms of music and female chit-chat - Children to care for one in old age - Better than a dog anyhow 		<ul style="list-style-type: none"> - No Quarrelling - Freedom to go where one likes - Choice of society and little of it - conversation of clever men at clubs - Not forced to visit relatives - Not forced to bend to every trifle - More money for books - Time to read books in the evening - No expenses and anxiety of children

Charles Darwin, 1838

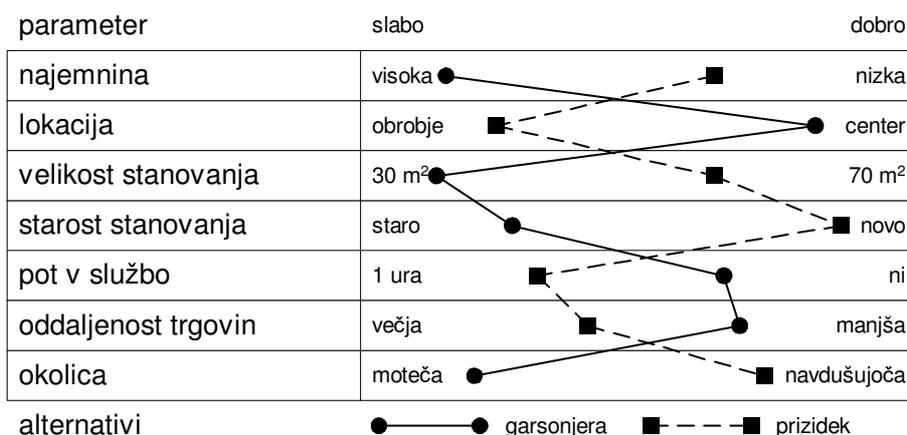
Analiza prednosti in slabosti

		<i>alternativi</i>	
		<i>garsonjera</i>	<i>prizidek</i>
prednosti	lokacija v središču mesta bližina trgovin in lokalov bližina službe	novogradnja prostorno stanovanje lepa okolica z zelenjem razgled na bližnje hribe prijazni lastniki stanovanja	
slabosti	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)

	<i>alternativi</i>	
	<i>garsonjera</i>	<i>prizidek</i>
prednosti	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)
slabosti	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)
posledice	več stikov z ljudmi (+3) nujna selitev po poroki (-1)	nakup prevoznega sredstva (-3) manj prostega časa (-1)
točke	-3	-6

Metoda ABACON

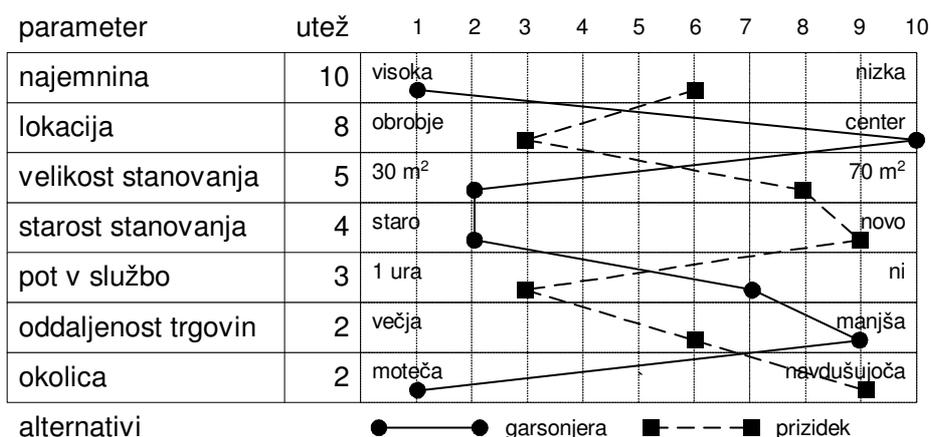


Domača naloga 5

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

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

Metoda Kepner-Tregoe



Metoda Kepner-Tregoe

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

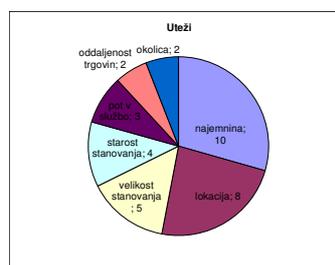
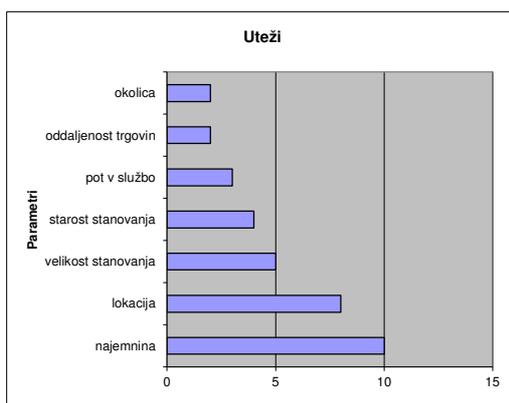
Komponente večkriterijskih modelov

- 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.

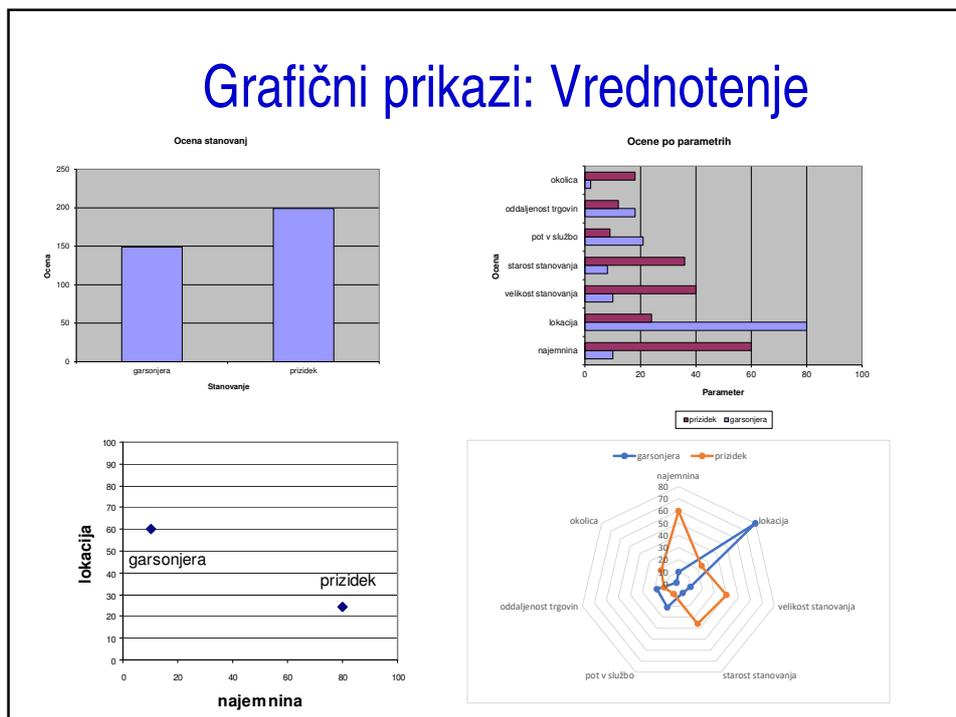
Uteži

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
vsota	34	340	100

Grafični prikazi: Uteži



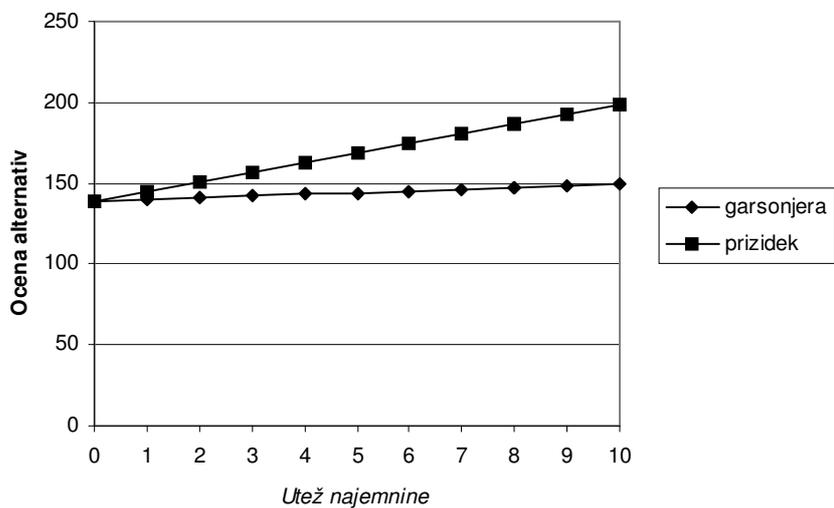
Grafični prikazi: Vrednotenje



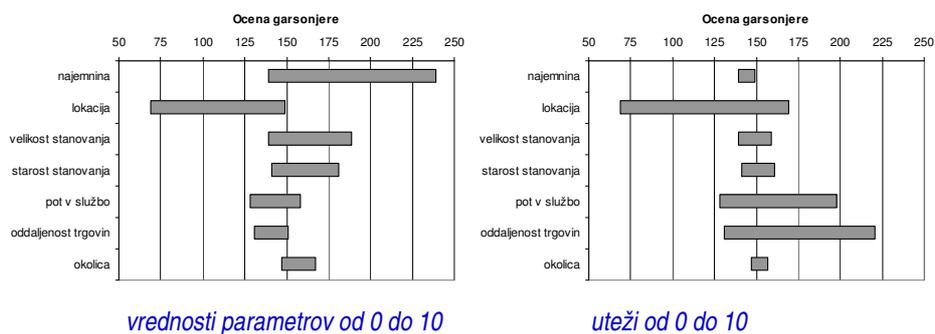
Analize: Analiza "kaj-če"

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

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 reštev, 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:
 - bolje 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:

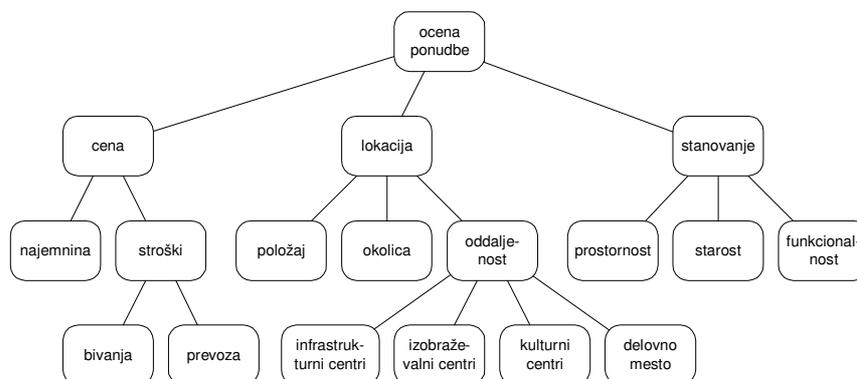
- Analitika d.o.o.
- Bankirska banka d.d.
- Center za planiranje
- Dinamične odločitve d.o.o.

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

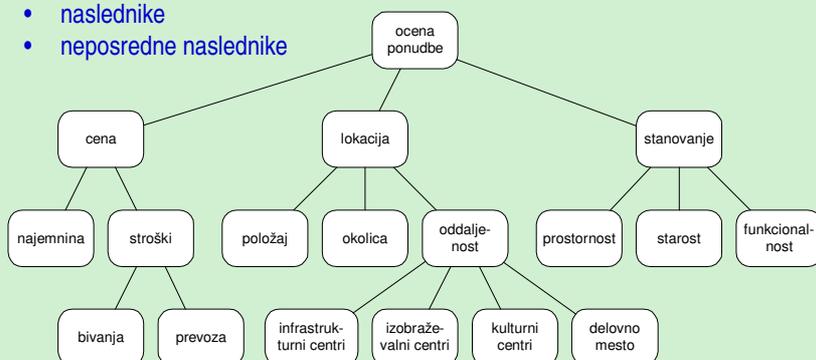
Na sliki za vsak atribut označite:

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

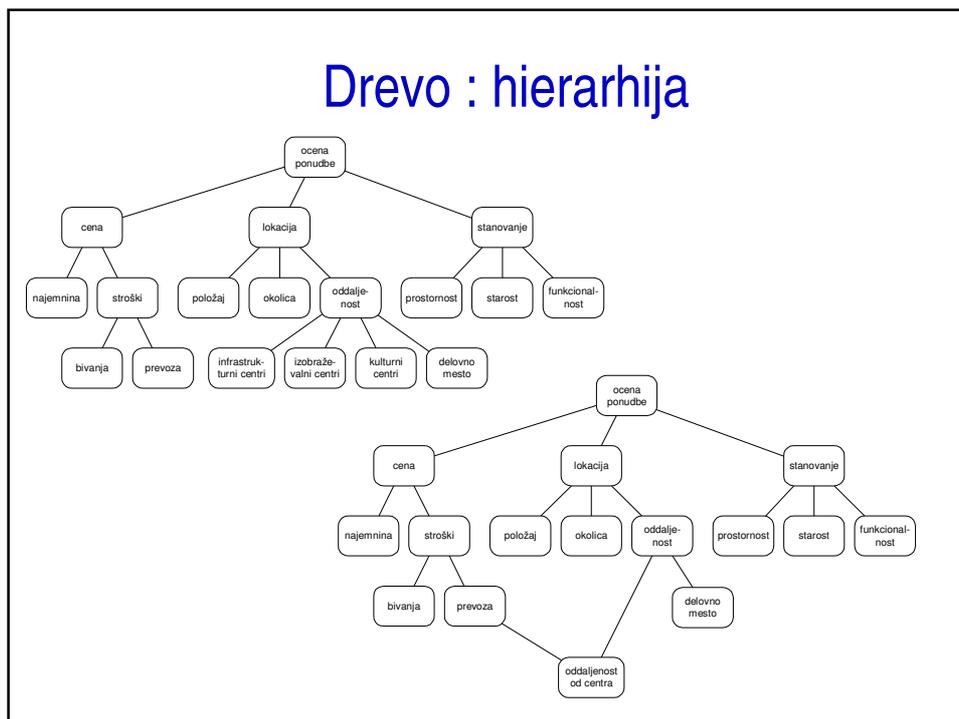
Kateri atribut je koren drevesa?

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, nevplivne 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

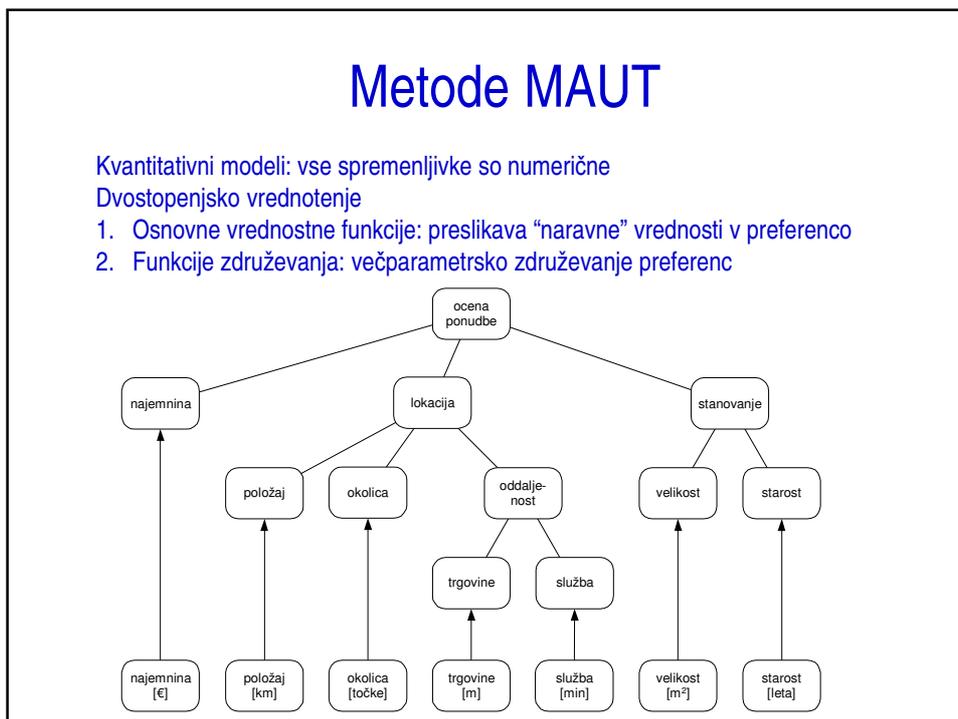
Multi-Attribute Value Theory

Metode MAUT

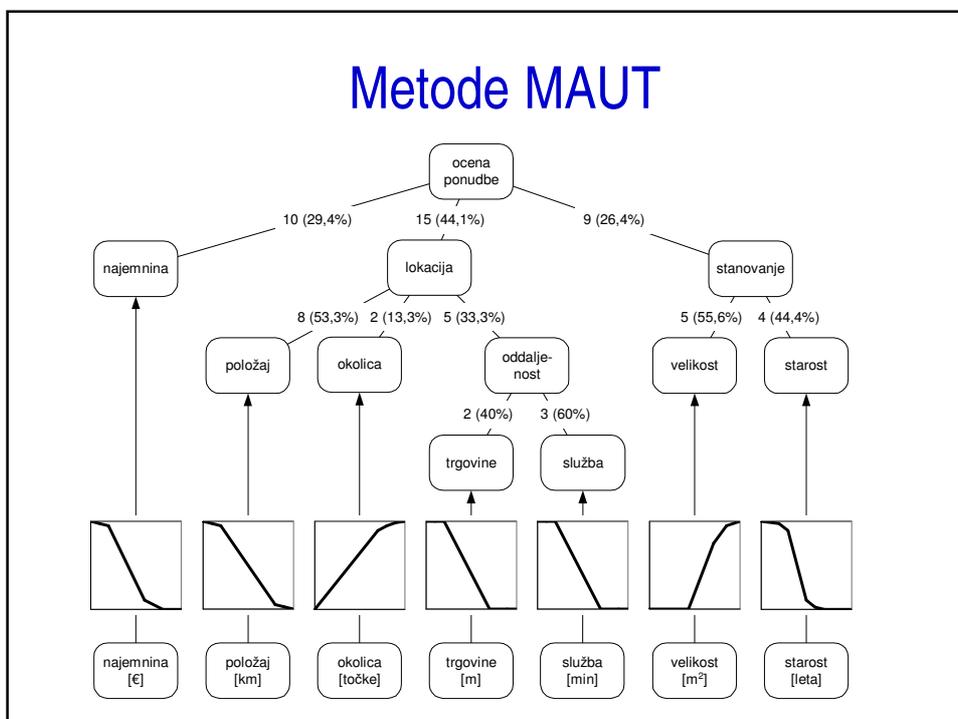
Kvantitativni modeli: vse spremenljivke so numerične

Dvostopenjsko vrednotenje

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



Metode MAUT



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]

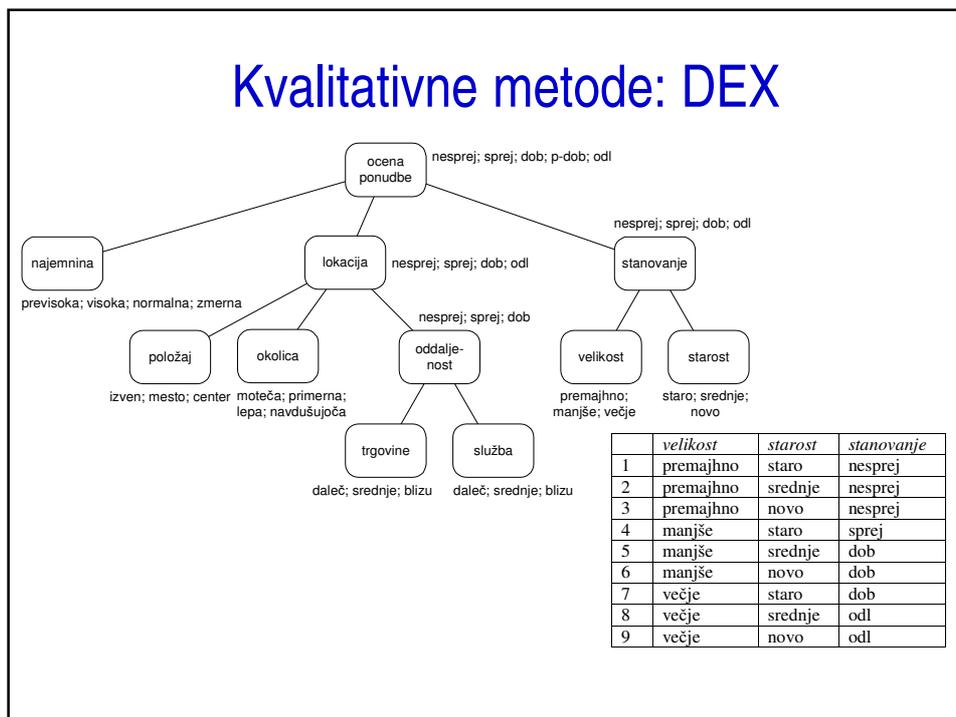


Metode MAUT

parameter	garsonjera		prizidek	
	vrednost	koristnost	vrednost	koristnost
najemnina	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 m ²	0,20	55 m ²	0,85
starost	20 let	0,15	2 leti	0,90

parameter	koristnost	
	garsonjera	prizidek
ocena ponudbe	0,43	0,54
najemnina	0,10	0,60
lokacija	0,80	0,30
položaj	1,00	0,12
okolica	0,13	0,99
oddaljenost	0,74	0,30
trgovine	0,80	0,30
služba	0,70	0,30
stanovanje	0,18	0,87
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

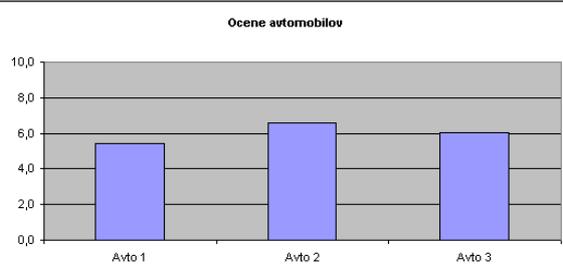
MS Excel oz. LibreOffice Calc

		garsonjera		prizidek	
parameter	utež	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
skupaj			149		199

Programska oprema

MS Excel oz. LibreOffice Calc

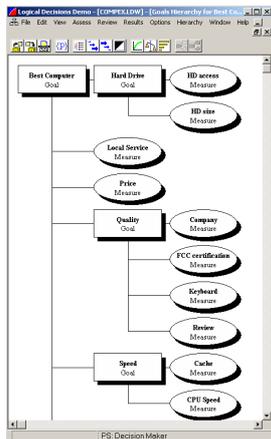
Parameter	Uteži	Avto 1	Avto 2	Avto 3
Cena	40%	7,0	6,0	5,5
Cena nabave	75%	8	6	5
Cena vzdrževanja	25%	4	6	7
Tehnične lastnosti	60%	4,4	7,0	6,4
Varnost	70%	5	7	7
Udobnost	30%	3	7	5
KONCNA OCENA		5,4	6,6	6,0



Programi za večkriterijske modele

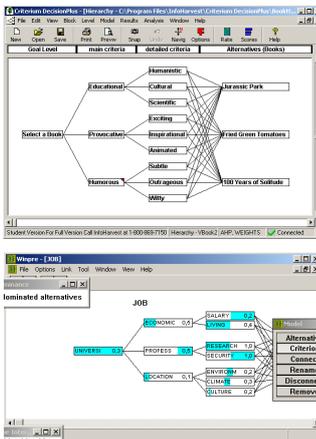
Logical Decisions

<http://www.logicaldecisions.com/>



Criterion DecisionPlus

<http://www.infoharvest.com/>

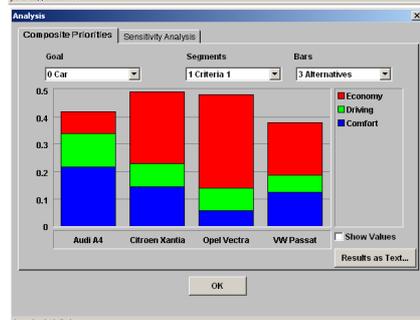
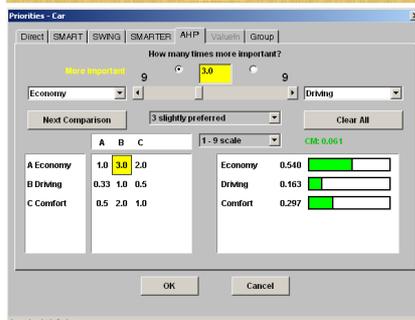
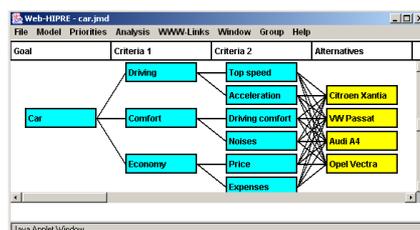


WinPre

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

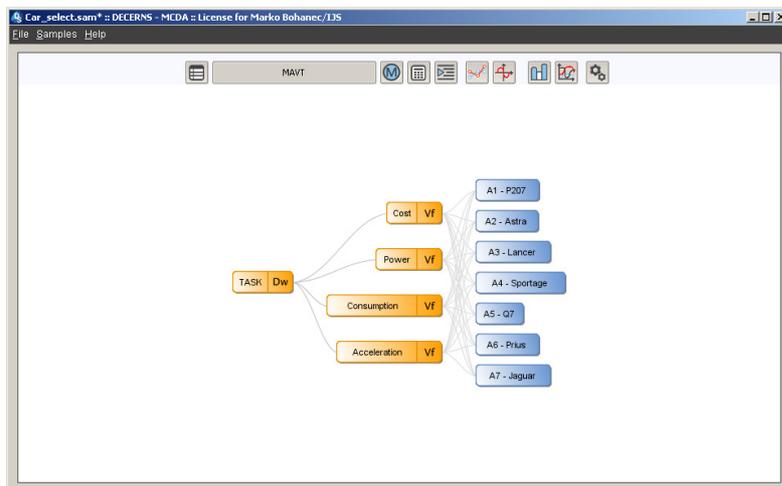
Programi za večkriterijske modele

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



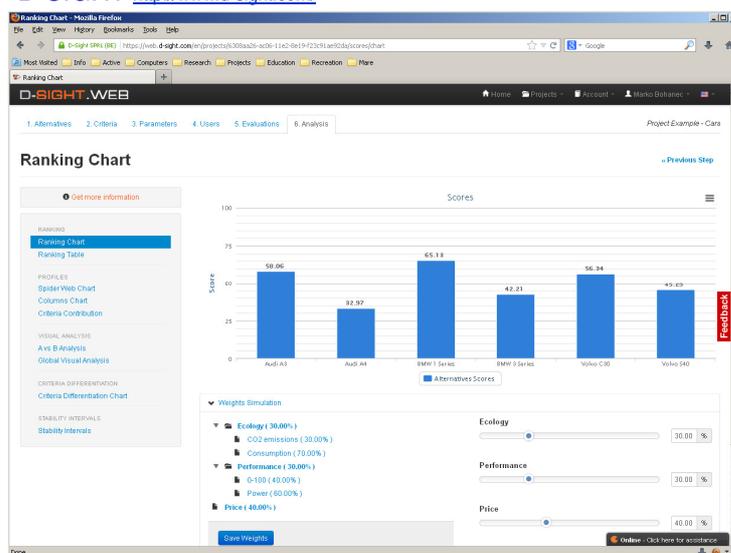
Programi za večkriterijske modele

DECERNS <http://decerns.com/mcda.html>



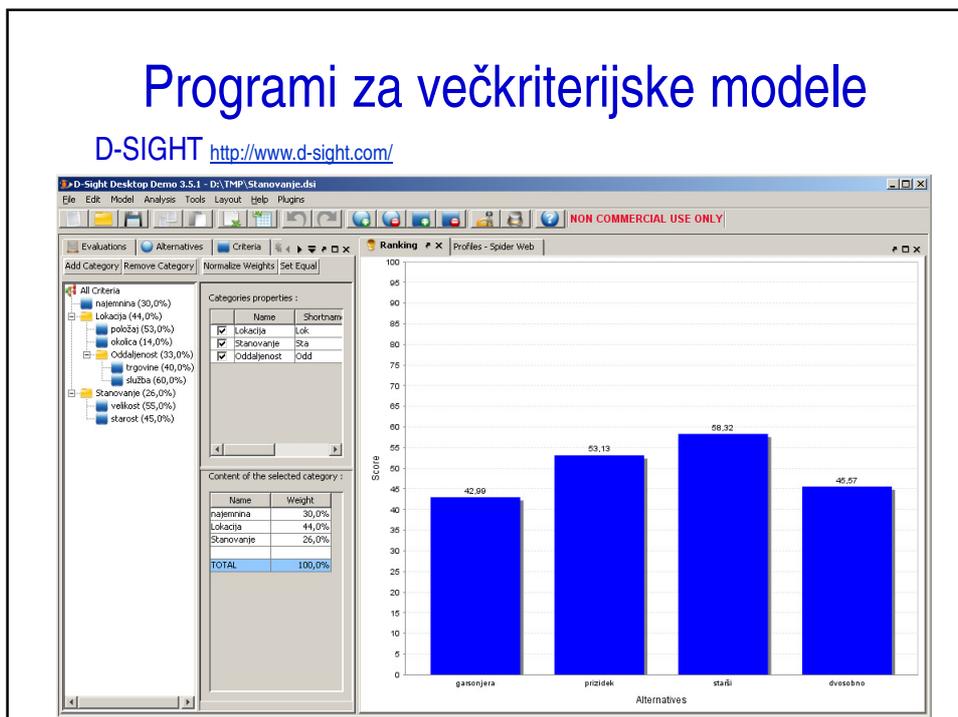
Programi za večkriterijske modele

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



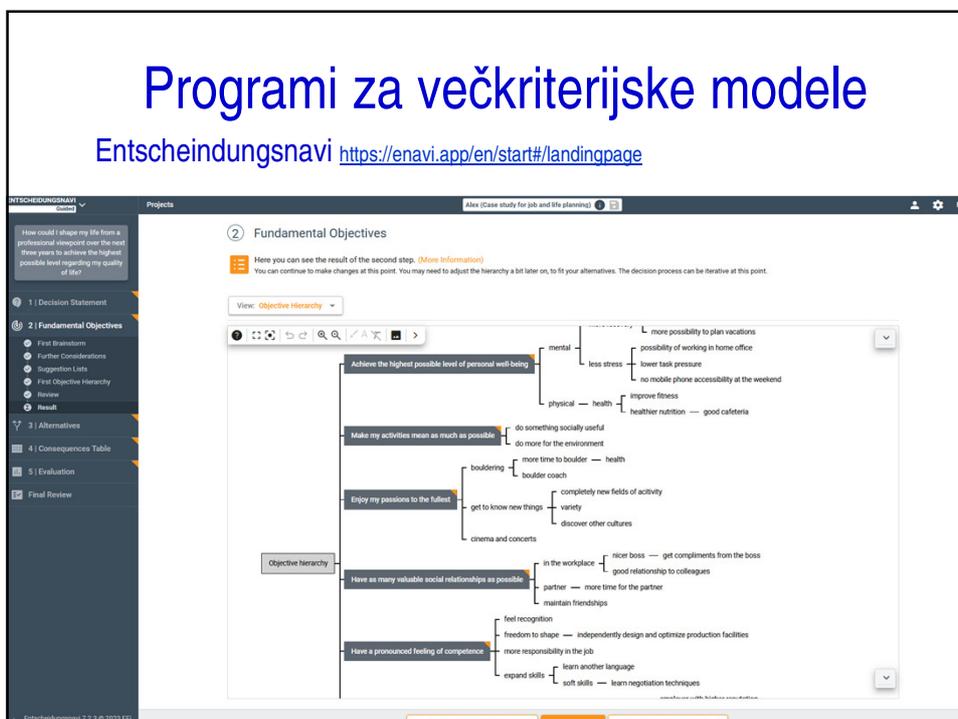
Programi za večkriterijske modele

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>

The screenshot shows the DEXiWin software interface for a car model. The main window displays a hierarchical tree of attributes and their scales. The attributes and their scales are:

Attribute	Description	Scale
CAR	Quality of a car	unacc; acc; good; exc
PRICE	Price of a car	high; medium; low
BUY PRICE	Buying price	high; medium; low
MAINT PRICE	Maintenance price	high; medium; low
TECH.CHAR	Technical characteristics	bad; acc; good; exc
COMFORT	Comfort	small; medium; high
#PERS	Maximum number of passengers	to 2; 3-4; more
#DOORS	Number of doors	2; 3; 4; more
LUGGAGE	Size of the luggage boot	small; medium; big
SAFETY	Car's safety	small; medium; high

The interface also shows a table of scales and a function definition. The scales are:

Scale	Function
unacc; acc; good; exc	Rules: 12/12 (100,00%), determined: 100,00% [unacc:6; acc:1; good:2; exc:3]

Attributes: 10 (6 basic, 4 aggregate, 0 linked) | Scales: 10 | Functions: 4 | Alternatives: 2

Programi za večkriterijske modele

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

- 100Mindy (PARPRA): Decision-making and concept analysis software
- Analytica: Visual software for creating, analyzing and communicating quantitative decision models
- ANSOFT: Multi-criteria decision making using the Analytic Hierarchy Process
- CriterioDecisionSuite: Multi-criteria decision making using ANP and SMART
- DECISIONS: Multi-criteria decision analysis system using MAUT/MAUTP, MAUT, ANP, TOPSIS, PROMETHEE, FlowSort, PRISMA and FRAA
- DEXiWin: Multi-criteria decision analysis and decision tree modeling with imprecise information
- DEXiWin: A software environment which helps to design, evaluate and share complex MCDM algorithms and experiments
- DEXiWin: Decision support based on the decision matrix and multi-attribute utility theory
- DEXiWin: Decision making software for a finite set of alternatives
- DEXiWin: A software suite for qualitative multi-criteria modeling using method DEX
- DEXiWin: Multi-criteria decision tree and influence diagram software tool for robust decision and risk analysis
- DEXiWin: A free decision support tool for value-focused thinking using MAUT
- DEXiWin: Flexible and interactive "Tradeoff" elicitation procedure for multicriteria additive models in MAUT scope
- DEXiWin: Tools for artificial intelligence modeling and machine learning with Bayesian networks and other types of graphical probabilistic models
- DEXiWin: Generic Multiattribute Analysis
- DEXiWin: Decision support software using ANP and SMART
- DEXiWin: Hierarchical multi-criteria modeling and decision analysis
- DEXiWin: Bayesian Network Analysis
- DEXiWin: Related: [Marko Bohanec's software on DSSA \(Dominance-based Rough Set Approach\)](https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/dss.html)
- DEXiWin: Interactive Robustness analysis and parameters' inference for multicriteria Sorting problems
- DEXiWin: Open source implementation of SMAA (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis) methods in Java
- DEXiWin: Software for solving with belief networks and influence diagrams
- DEXiWin: Hierarchical multi-criteria modeling and analysis
- DEXiWin: Web software for Multi-Actor Multi-Criteria Analysis
- DEXiWin: Technical computing
- DEXiWin: Multi-criteria problem structuring and evaluations involving both quantitative and qualitative criteria (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique)
- DEXiWin: Desktop environment for iterative analysis and design processes
- DEXiWin: Multi-criteria Decision making process with algorithms, preference elicitation and data validation functions
- DEXiWin: Software tool for multicriteria decision using methods of the ELECTRE family
- DEXiWin: Software for working with belief networks and influence diagrams
- DEXiWin: A simple web-based multi-criteria tool
- DEXiWin: Probabilistic decision analysis in Excel
- DEXiWin: Priority Estimation Tool using ANP
- DEXiWin: Decision analytic tool for interval-valued ratio statements in the specification of preferences
- DEXiWin: Python library for multi-criteria decision-making
- DEXiWin: Free software environment for statistical computing and graphics
- DEXiWin: Integrated decision analysis software using decision trees, ANP, Bayesian inference, Markov decision process
- DEXiWin: Multi-criteria analysis package
- DEXiWin: Decision tree software on the web
- DEXiWin: Multi-criteria modeling and analysis using value trees and weighting
- DEXiWin: Decision support software using ANP and ANP
- DEXiWin: Trained-out expert
- DEXiWin: ANP Software
- DEXiWin: Building decision trees, Markov models and event-based simulations
- DEXiWin: Decision tree editor for Excel
- DEXiWin: Advanced decision analysis, business modeling, forecasting, optimization, Monte Carlo simulations
- DEXiWin: Web-based multi-criteria decision making software using value trees and weighting
- DEXiWin: Variable Interdependent Parameters analysis
- DEXiWin: Implementation of the PROMETHEE-GAIA multicriteria decision aid methodology
- DEXiWin: A Java applet for multiattribute modeling using MAUT, ANP, MAUT, SMART, SIMIND, SMARTER
- DEXiWin: Implementation of techniques based on the propagation of imprecise preference statements in hierarchical weighting