

## Podpora odločanja in program za večparametrsko modeliranje DEXi

Marko Bohanec  
Institut Jožef Stefan, Ljubljana  
<http://www.ai.ijs.si/MarkoBohanec/mare.html>

Gradivo:  
<http://www.ai.ijs.si/MarkoBohanec/PES/DEXi-3.pdf>  
<http://www.ai.ijs.si/MarkoBohanec/PES/DEXi-6.pdf>

Marko Bohanec

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vsebina

- Namesto uvoda
  - primer iz prakse: izbiranje lokacije (Goriške opekarne)
- Nekaj teorije
  - sistemi za podporo odločanja
  - odločitveno modeliranje
- DEXi:  
program za kvalitativno večparametrsko modeliranje
- Primeri uporabe

Marko Bohanec

---

---

---

---

---

---

---

---

## Goriške opekarne: lokacija glinokopa

Marko Bohanec

---

---

---

---

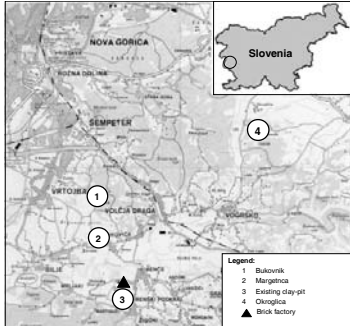
---

---

---

---

## Lokacije glinokopa



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

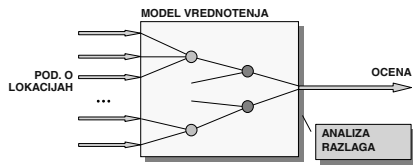
---

---

## Vrednotenje glinokopov

VARIANTE

LOKACIJA 1    LOKACIJA 2    LOKACIJA 3



Marko Boharac

---

---

---

---

---

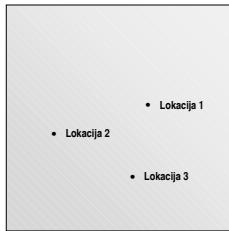
---

---

---

## Vrednotenje glinokopov

PROSTORSKE DANOSTI



IZVEDLJIVOST

Marko Boharac

---

---

---

---

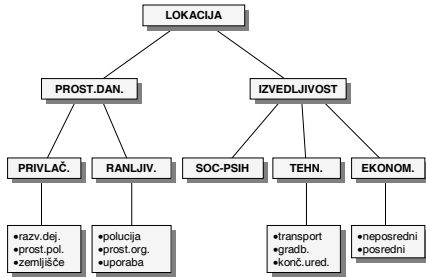
---

---

---

---

## Večparametrski model vrednotenja



Marko Bohanec

---

---

---

---

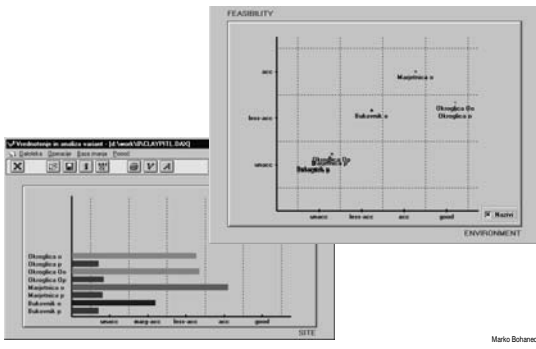
---

---

---

---

## Vrednotenje lokacij



Marko Bohanec

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kaj so sistemi za podporo odločanja?

Angl: DSS Decision Support Systems

Sistemi za podporo odločanja so:

- informacijski sistemi,
- ki pomagajo
- uporabnikom
- pri sprejemanju odločitev.

→ posebna oblika informacijskih sistemov

→ uporabniki: predvsem managerji, tudi drugi delavci v organizacijah, posamezniki

→ pomagajo pri odločanju, vendar *ne* odločajo sami

Marko Bohanec

---

---

---

---

---

---

---

---

## Odločanje

### Odločitev:

Izbira ene izmed več *variant* (alternativ, možnosti, različic).  
Izbrati želimo tisto varianto, ki najbolj ustreza našim *ciljem*.

### Odločanje:

*Proces (aktivnost)*, ki obsega:

- spoznavanje odločitvenega problema
- zbiranje in preverjanje informacij
- identifikacija alternativ
- predvidevanje posledic odločitev
- *odločitev*
- obveščanje o odločitvi in razlogih zanjo
- vrednotenje odločitev

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## Pomoč pri odločanju

- podatek, pomnjenje  
na primer: poišči mi določen podatek
- izračun, izpeljava, združevanje ("agregacija")  
na primer: izračunaj vsoto podatkov
- poročilo  
kot urejena skupina podatkov
- pregledovanje in analiziranje podatkov  
vrtilne tabele
- vizualizacija  
grafični prikaz podatkov oz. rezultatov
- simulacija
- logično sklepanje
- ...

Marko Boharac

---

---

---

---

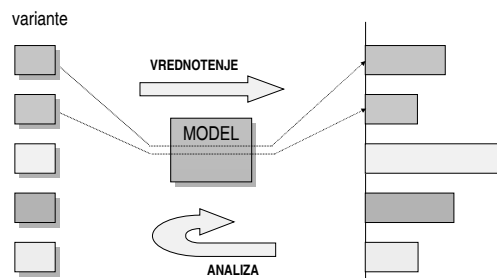
---

---

---

---

## Modeliranje



Marko Boharac

---

---

---

---

---

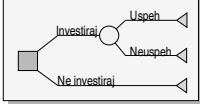
---

---

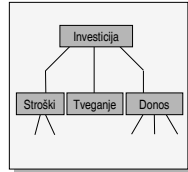
---

## Vrste modelov

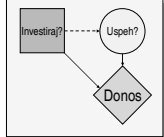
### Odločitvena drevesa



### Večparametrski modeli



### Diagrami vpliva



Marko Boharac

---

---

---

---

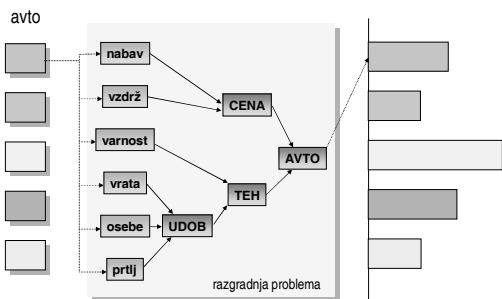
---

---

---

---

## Večparametrsko modeliranje



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vprašanja

- Ali ste se že kdaj srečali z:
  - odločanjem?
  - večparametrskim odločanjem?
  - večparametrskimi modeli?
 Kdaj, kje, v zvezi s kakšnimi problemi?
- Predlagajte probleme ali problemska področja, primerna za uporabo večparametrskega modeliranja.

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## DEXi: Program za kvalitativno večparamersko modeliranje

Marko Bohanec

---

---

---

---

---

---

---

---

## Viri



E. Jereb, M. Bohanec, V. Rajkovič (2003):  
*DEXi: Računalniški program za  
večparametrsko odločanje*. Moderna  
organizacija.

M. Bohanec (2006): *Odločanje in modeli*.  
DMFA založništvo.



DEXi:  
<http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>

Decision Support Resources:  
<http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/dss.html>

Marko Bohanec

---

---

---

---

---

---

---

---



## DEX

Lupina ekspertnega sistema za večparametrsko odločanje

Osnove:

- večparametrsko odločanje
- ekspertni sistemi
- strojno učenje
- mehka (fuzzy) logika



Kvalitativno modeliranje:

- simbolične spremenljivke
- pravila "če-potem"

VARNOST	UDOBNOST	TEH.KAR.
nizka	odl	nespr
visoka	majhna	nespr
sred	sprej	sprej
visoka	dob	odl

Marko Bohanec

---

---

---

---

---

---

---

---



## DEXi

Računalniški program  
za večparametrsko odločanje

Program za delo z odločitvenimi modeli, ki omogoča:

- izdelavo in preurejanje drevesa kriterijev
- urejanje zalog vrednosti kriterijev in odločitvenih pravil
- zajemanje podatkov o variantah
- vrednotenje variant
- tabelarni pregled rezultatov vrednotenja z analizo tipa "kaj-če"
- grafični prikaz rezultatov vrednotenja

Marko Boharac

---

---

---

---

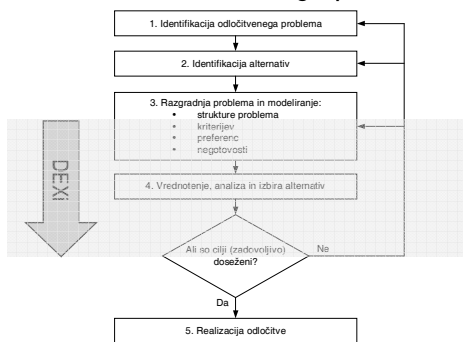
---

---

---

---

## Faze odločitvenega procesa



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## Razgradnja problema in modeliranje

1. IDENTIFIKACIJA KRITERIJEV (ATRIBUTOV)
  - a. spisek kriterijev
  - b. struktura kriterijev (drevo kriterijev)
  - c. merske lestvice
2. DEFINICIJA ODLOČITVENIH PRAVIL
3. OPIS VARIANT
4. ANALIZA VARIANT

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1.a: Spisek kriterijev

**Problem:** Izbira kandidata za delovno mesto

Seznam kriterijev, ki vplivajo na odločitev (neurejen):

- izobrazba
- starost
- izkušnje
- doseženi rezultati
- znanje
- kolegialnost
- delovni pristop
- vodstvene sposobnosti
- organizacijske sposobnosti
- delo v kolektivu
- pridnost
- delavnost
- vztrajnost
- odločnost
- ...

*Ne spreglejmo kriterijev, ki bistveno vplivajo na odločitev!*

Marko Boharac

---

---

---

---

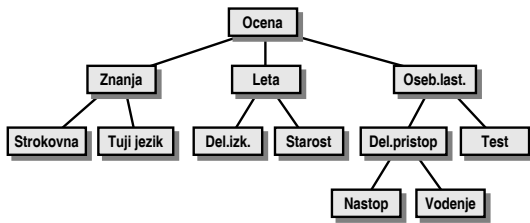
---

---

---

---

## 1.b: Drevo kriterijev



*Združujemo vsebinsko sorodne kriterije*

*Praviloma največ po dva do trije nasledniki notranjih vozlišč*

Marko Boharac

---

---

---

---

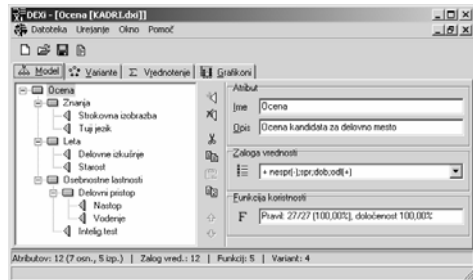
---

---

---

---

## DEXi: Izdelava in preurejanje drevesa kriterijev



Marko Boharac

---

---

---

---

---

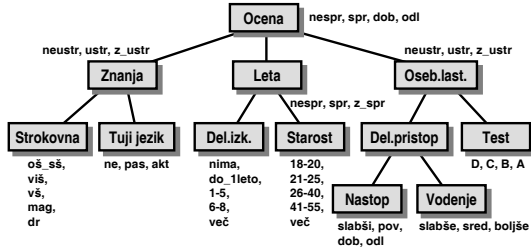
---

---

---



## 1.c: Merske lestvice



Zaloga vrednosti: diskretne, praviloma urejene od slabih proti dobrim  
Število vrednosti naj raste počasi od listov proti korenu

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

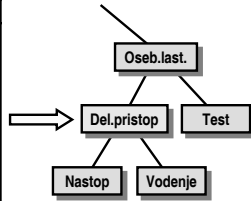
---

---

## 2: Odločitvena pravila

Pravila združevanja ocen od spodaj navzgor

Nastop	Vodenje	Del.pristop
slabši	slabše	neustr
slabši	srednje	neustr
slabši	boljše	neustr
povpr	slabše	neustr
povpr	srednje	ustr
povpr	boljše	ustr
dober	slabše	neustr
dober	srednje	ustr
dober	boljše	z_ustr
odl	slabše	neustr
odl	srednje	z_ustr
odl	boljše	z_ustr



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## DEXi:

Urejanje zalog vrednosti in odločitvenih pravil

Nastop	Vodenje	Delovni pristop	
1	slabši	slabše	neustr
2	slabši	srednje	neustr
3	slabši	boljše	neustr
4	povpr	slabše	neustr
5	povpr	srednje	ustr
6	povpr	boljše	ustr
7	dober	slabše	neustr
8	dober	srednje	ustr
9	dober	boljše	z_ustr
10	odl	slabše	neustr
11	odl	srednje	z_ustr
12	odl	boljše	z_ustr

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

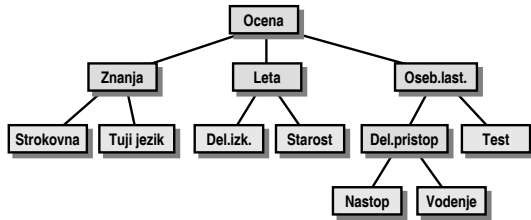
---

---

---

---

### 3: Opis variant



Kandidat	Strokovna	Tuji jezik	Del.izk.	Starost	Nastop	Vodenje	Test
A	mag	pas	do_1leto	21-25	dober	boljše	B
B	dr	akt	več	26-40	povpr	slabše	B

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### DEXi: Urejevalnik variant

Varianta	Kandidat A	Kandidat B	Kandidat C	Kandidat D
Strokovna izobrazba	mag	dr	dr	dr
Tuji jezik	akt	akt	akt	akt
Delovno izkušnje	do_1leto	več	6-10	6-10
Starost	21-25	26-40	26-40	26-40
Nastop	dober	povpr	dober	odličn
Vodenje	boljše	slabše	slabše	boljše
Infelig test	b	b	c	a

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 4. Vrednotenje in analiza variant

- VREDNOTENJE VARIANT**
  - poteka od listov proti korenu drevesa
  - rezultat je *kvalitativna* ocena vsake variante
  - vrednotenje lahko poteka tudi ob *nenatančnih in nepopolnih* podatkih o variantah
- ANALIZA VARIANT**
  - interaktivno pregledovanje rezultatov
  - pregledovanje z *grafikoni* (DEXi)
  - analiza tipa *kaj-če*
  - *selektivna razlaga* vrednotenja (DEX)

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

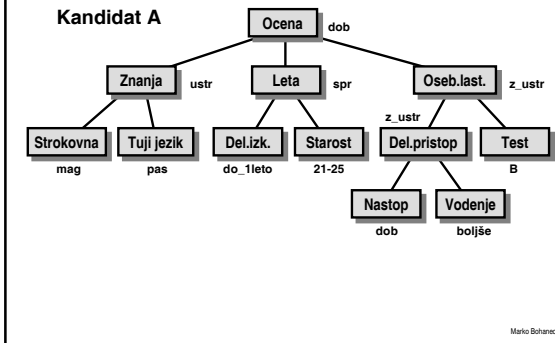
---

---

---

---

#### 4: Osnovno vrednotenje variant




---

---

---

---

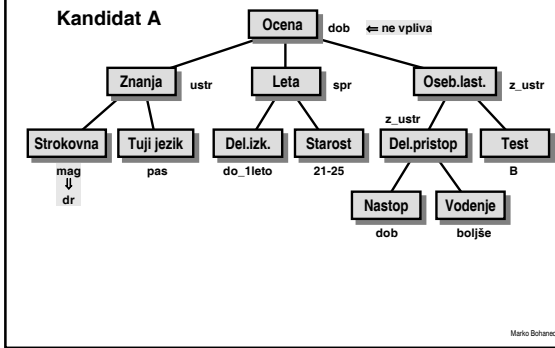
---

---

---

---

#### 4: Analiza kaj-če




---

---

---

---

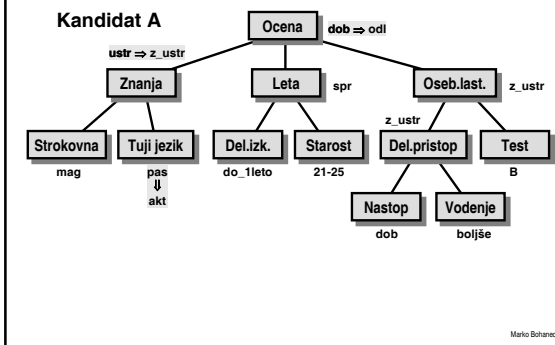
---

---

---

---

#### 4: Analiza kaj-če




---

---

---

---

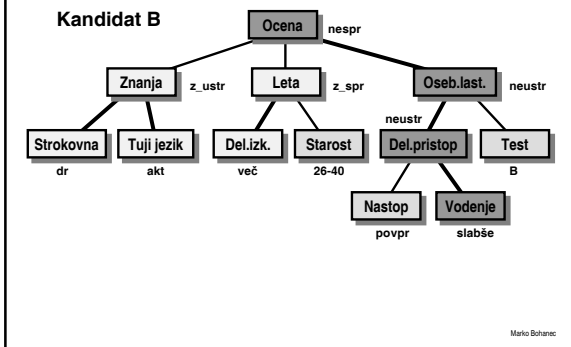
---

---

---

---

## 4: Selektivna razlaga vrednotenja




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## DEXi: Vrednotenje variant

Varianta	Kandidat A	Kandidat B	Kandidat C	Kandidat D
Oцена	odl	nespr	nespr	odl
Znanja	z. ustr	z. ustr	z. ustr	z. ustr
Strokovna izobrazba	mag	di	di	di
Tuji jezik	slt	slt	slt	slt
Leta	spr	z. spr	z. spr	z. spr
Delovne izkušnje	do 10	več	6-10	6-10
Starost	21-25	26-40	26-40	26-40
Delovne lastnosti	z. ustr	neustr	neustr	z. ustr
Delovni pristop	z. ustr	neustr	neustr	z. ustr
Nastop	dob	povpr	dob	odl
Vodenje	bolje	slabše	slabše	bolje
Intelig. test	b	b	c	a

Atributov: 12 (7 ocn., 5 tlp.) | Zaklj. vred.: 12 | Funkcij: 5 | Variant: 4

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

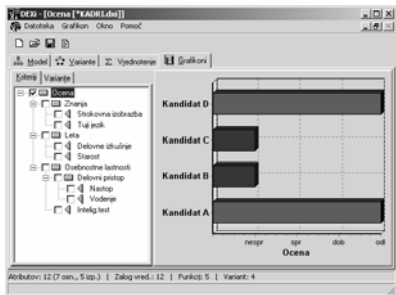
---

---

---

---

## DEXi: Grafični prikaz vrednotenja variant




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## DEXi: Poročilo

The screenshot shows a window titled 'DEXi' with a date '6.6.07'. It contains a report with the following sections:

- Zaloge vrednosti**
- Kritični**
- Ostala**
- Zaloge vrednosti**
- Leto**
- Ovrednotena lastnosti**
- Daljšavi prisop**
- Tabele odločitvenih pravi**

The 'Tabele odločitvenih pravi' section contains a table with columns 'Zveška', 'Leto', 'Ovrednotena lastnosti', and 'Ostala'. The table has 8 rows of data.

Zveška	Leto	Ovrednotena lastnosti	Ostala
1	2005	32%	manj
2	2006	32%	manj
3	2007	32%	manj
4	2008	32%	manj
5	2009	32%	manj
6	2010	32%	manj
7	2011	32%	manj
8	2012	32%	manj

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Praktični primeri uporabe večparametrskega modeliranja

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vrednotenje proizvodnega programa

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

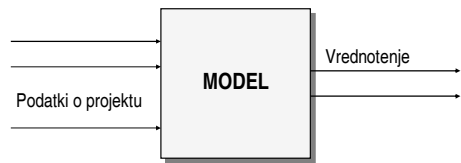
---

---

## Vrednotenje proizvodnega programa

### Problem: "Založba"

Razviti model za vrednotenje, analizo in spremljanje projektov (učbenikov) na nivoju izdaje posameznih knjig in na nivoju uredniških programov.



Marko Boharac

---

---

---

---

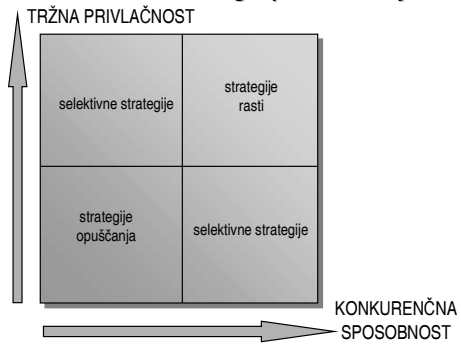
---

---

---

---

## Matrika tržnega premoženja



Marko Boharac

---

---

---

---

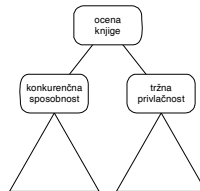
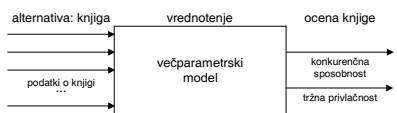
---

---

---

---

## Model vrednotenja



Marko Boharac

---

---

---

---

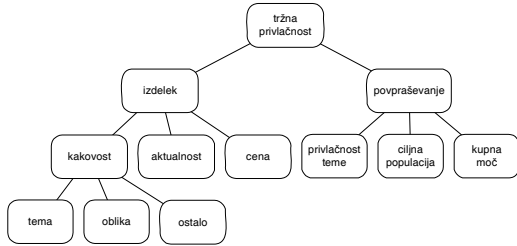
---

---

---

---

## Tržna privlačnost



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

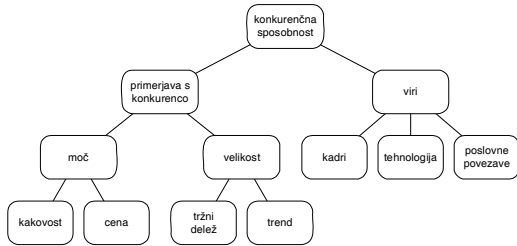
---

---

---

---

## Konkurenčna sposobnost



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Model DEXi

Kriteriji	Zaloga vrednosti	Fizika	Fizika2	Kemija	Zgodovina	Statika	Internet
ocena knjige	slab; spr; dob; p-dob; odf	spr	p-dob	dob	slab	slab	dob
konkurenčna sposobnost	slab; spr; dob; p-dob; odf	spr	p-dob	p-dob	slab	p-dob	spr
virji	slab; spr; dob; odf	spr	odf	dob	spr	spr	dob
kadri	slab; spr; odf	spr	odf	spr	spr	spr	odf
tehnologija	slab; spr; odf	odf	odf	odf	spr	odf	spr
poslovne povezave	slab; spr; odf	spr	spr	odf	spr	spr	spr
primerjava s konkurenco	slab; prim; moč; ni	prim	prim	moč; ni	slab; ni	ni	slab; ni
moč	slab; prim; bojš; ni	prim	prim	bojš; prim	ni	ni	prim
kakovost	slab; spr; odf	prim	bojš	prim	slab; ni	ni	prim
cena	slab; prim; bojš; ni	prim	slab; bojš	bojš	ni	ni	prim
velikost	slab; prim; bojš; ni	prim	slab; bojš	bojš	ni	ni	prim
tržni delež	majhen; srednji; velik	srednji	velik	srednji	majhen	velik	majhen
trend	pada; konst; raste	konst	raste	konst	konst	konst	konst
tržna privlačnost	slab; spr; dob; p-dob; odf	dob	dob	spr	slab	slab	odf
povpraševanje	slab; spr; dob; odf	spr	dob	spr	slab	slab	odf
privlačnost teme	neatr; nevtr; atrak	nevtr	atrak	nevtr	neatr	nevtr	atrak
ciljna populacija	minimalna; majhna; srednja; velika	velika	velika	srednja	srednja	minimalna	velika
kupna moč	nizka; povpr; visoka	nizka	nizka	nizka	nizka	povpr	povpr
izdelek	slab; spr; dob; odf	dob	spr	spr	slab	dob	odf
kakovost	slab; spr; dob; odf	dob	odf	spr	slab	dob	odf
tema	slab; spr; odf	odf	odf	spr	slab	dob	odf
oblika	slab; spr; odf	spr	odf	spr	spr	spr	odf
ostalo	ne; ni; več	manj	manj	manj	manj	manj	več
aktualnost	star; akt; nov	star	akt	star	akt	akt	nov
cena	nespr; spr; ugod	spr	nespr	ugod	ugod	spr	spr

Marko Boharac

---

---

---

---

---

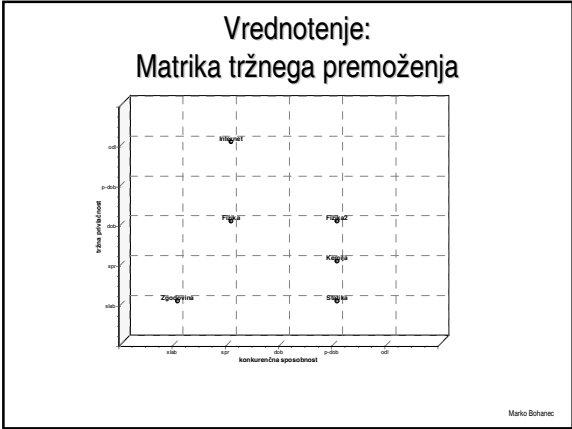
---

---

---

---

---




---

---

---

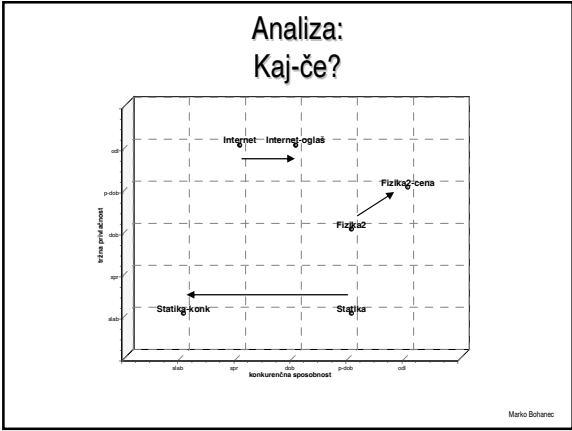
---

---

---

---

---




---

---

---

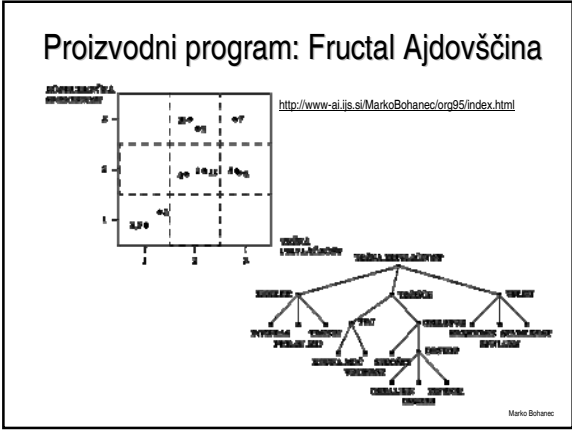
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

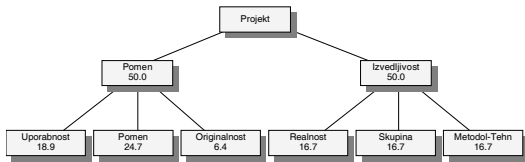
---



## Vrednotenje raziskovalnih projektov

Mestna občina Ljubljana  
Vrednotenje raziskovalnih projektov, poslanih na vsakoletni razpis

Večparametrski model (dva nivoja):



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## Usmerjanje v športne panoge

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

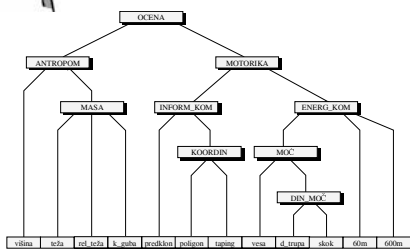
---

---

## Usmerjanje v športne panoge



Sistem Talent



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

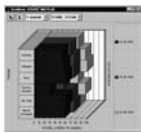
---

---

## Usmerjanje v športne panoge



### Sistem Talent



Ime	Prejeto	Priloge	Opombe
1.1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.1
1.1.1.2	1.1.1.2	1.1.1.2	1.1.1.2
1.1.1.3	1.1.1.3	1.1.1.3	1.1.1.3
1.1.1.4	1.1.1.4	1.1.1.4	1.1.1.4
1.1.1.5	1.1.1.5	1.1.1.5	1.1.1.5
1.1.1.6	1.1.1.6	1.1.1.6	1.1.1.6
1.1.1.7	1.1.1.7	1.1.1.7	1.1.1.7
1.1.1.8	1.1.1.8	1.1.1.8	1.1.1.8
1.1.1.9	1.1.1.9	1.1.1.9	1.1.1.9
1.1.1.10	1.1.1.10	1.1.1.10	1.1.1.10

Ime	Prejeto	Priloge	Opombe
1.1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.1
1.1.1.2	1.1.1.2	1.1.1.2	1.1.1.2
1.1.1.3	1.1.1.3	1.1.1.3	1.1.1.3
1.1.1.4	1.1.1.4	1.1.1.4	1.1.1.4
1.1.1.5	1.1.1.5	1.1.1.5	1.1.1.5
1.1.1.6	1.1.1.6	1.1.1.6	1.1.1.6
1.1.1.7	1.1.1.7	1.1.1.7	1.1.1.7
1.1.1.8	1.1.1.8	1.1.1.8	1.1.1.8
1.1.1.9	1.1.1.9	1.1.1.9	1.1.1.9
1.1.1.10	1.1.1.10	1.1.1.10	1.1.1.10

Marko Boharnc

---

---

---

---

---

---

---

---

## Uporaba v zdravstvu

Marko Boharnc

---

---

---

---

---

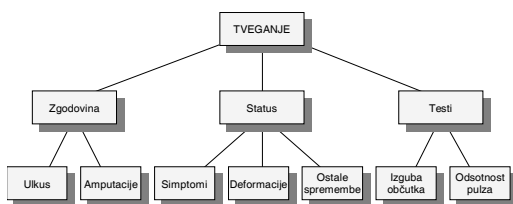
---

---

---

## Ocena tveganja pri diabetičnem stopalu

### Večparametrski model



Marko Boharnc

---

---

---

---

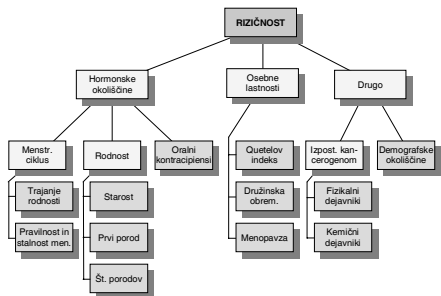
---

---

---

---

## Rak na dojki: ocena rizičnosti



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Aktualni primeri uporabe

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

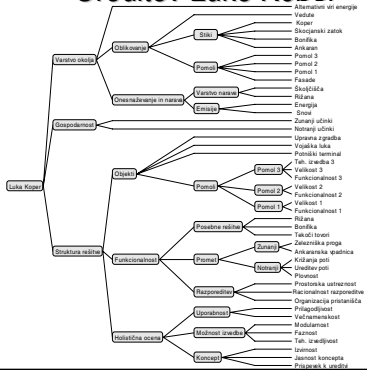
---

---

---

---

## Ureditev Luke Koper



Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Avtocestni nadzorni sistem



---

---

---

---

---

---

---

---

## Podpora odločanja v kmetijstvu



Marko Boharac

---

---

---

---

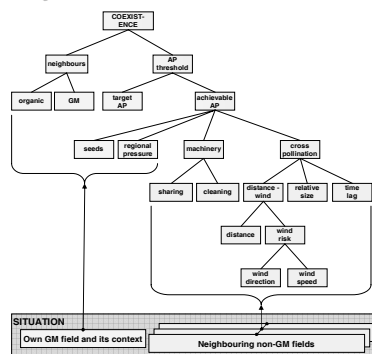
---

---

---

---

## Sožitje GMO in navadne koruze



Marko Boharac

---

---

---

---

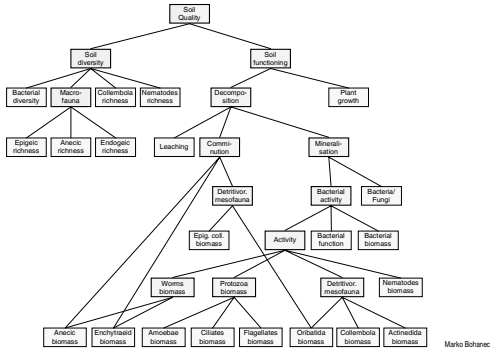
---

---

---

---

## Kakovost prsti




---

---

---

---

---

---

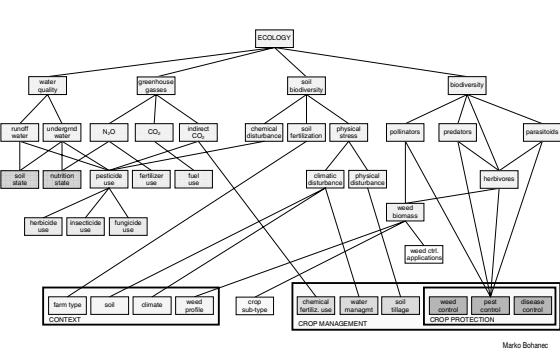
---

---

---

---

## Ekološki vplivi pridelovalnih sistemov




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Zaključek

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nekatera področja uporabe

- 1. RAČUNALNIŠTVO**
  - izbor računalnika
  - izbor strojne in programske opreme
  - vrednotenje spletnih portalov
- 2. VREDNOTENJE PROJEKTOV**
  - ocena kvalitete oz. izvedljivosti projekta
  - ocena investicije
  - vrednotenje ponudb
  - vrednotenje proizvodnih programov (portfolio)
- 3. VREDNOTENJE PODJETIJ**
  - izbor poslovnega partnerja
  - boniteta bank
  - ocenjevanje uspešnosti podjetij
- 4. KADROVSKO ODLOČANJE**
  - ocenjevanje primernosti, uspešnosti delavcev
  - izbor ekspertne skupine
  - vrednotenje prošelj in vlog
- 5. MEDICINA, ZDRAVSTVO**
  - ocenjevanje tizičnosti
  - spremljanje osnovnih življenjskih aktivnosti
- 6. OSTALA PODROČJA**
  - vrednotenje tehnologij
  - izbor lokacije
  - ocena prioriteta pri dodeljevanju posojila

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## DEX in DEXi: Nekaj izkušenj

- Široka in splošna uporabnost večparametriških metod
- Rešitve praviloma niso univerzalne

- 1. POTREBNI ČAS ZA IZVEDBO POSTOPKA**
  - močno odvisen od problema (nekaj ur do nekaj mesecev)
  - tipično 2 do 15 delovnih dni
- 2. NAJZAHTEVNEJŠA FAZA**
  - izdelava drevesa kriterijev
- 3. PRIMERNI ODLOČITVENI PROBLEMI**
  - veliko kriterijev (> 15)
  - veliko variant (> 10)
  - kvalitativno odločanje, presoja
  - nenatančni in nepopolni podatki
  - skupinsko odločanje (razlaga)
  - razpoložljivi viri za izvedbo postopka

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---

## Večparametrsko modeliranje: Zakaj?

- Sistematičen, strukturiran pristop
- Razmeroma preprost pristop
- Podprt s številnimi računalniškimi orodji
- Velika praktična uporabnost
- 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
- Kvalitetnejše odločitve:
  - boljše razumljive, utemeljene, razložene, preverjene, dokumentirane

Marko Boharac

---

---

---

---

---

---

---

---