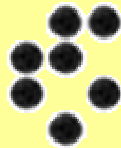


# Podpora odločanja na področju varovanja okolja

Marko Bohanec

Branko Kontić



Institut Jožef Stefan, Ljubljana

# Problemi pri okoljskem odločanju (1/2)

- različice (alternative)
- vrednotenje in odločanje; razlikovanje
- parametri in kriteriji
- preference in uteži
- vrednostni sistem in cilji
- interesi
- razpoložljivi podatki
- negotovosti
- utemeljitev izbora

# Problemi pri okoljskem odločanju (2/2)

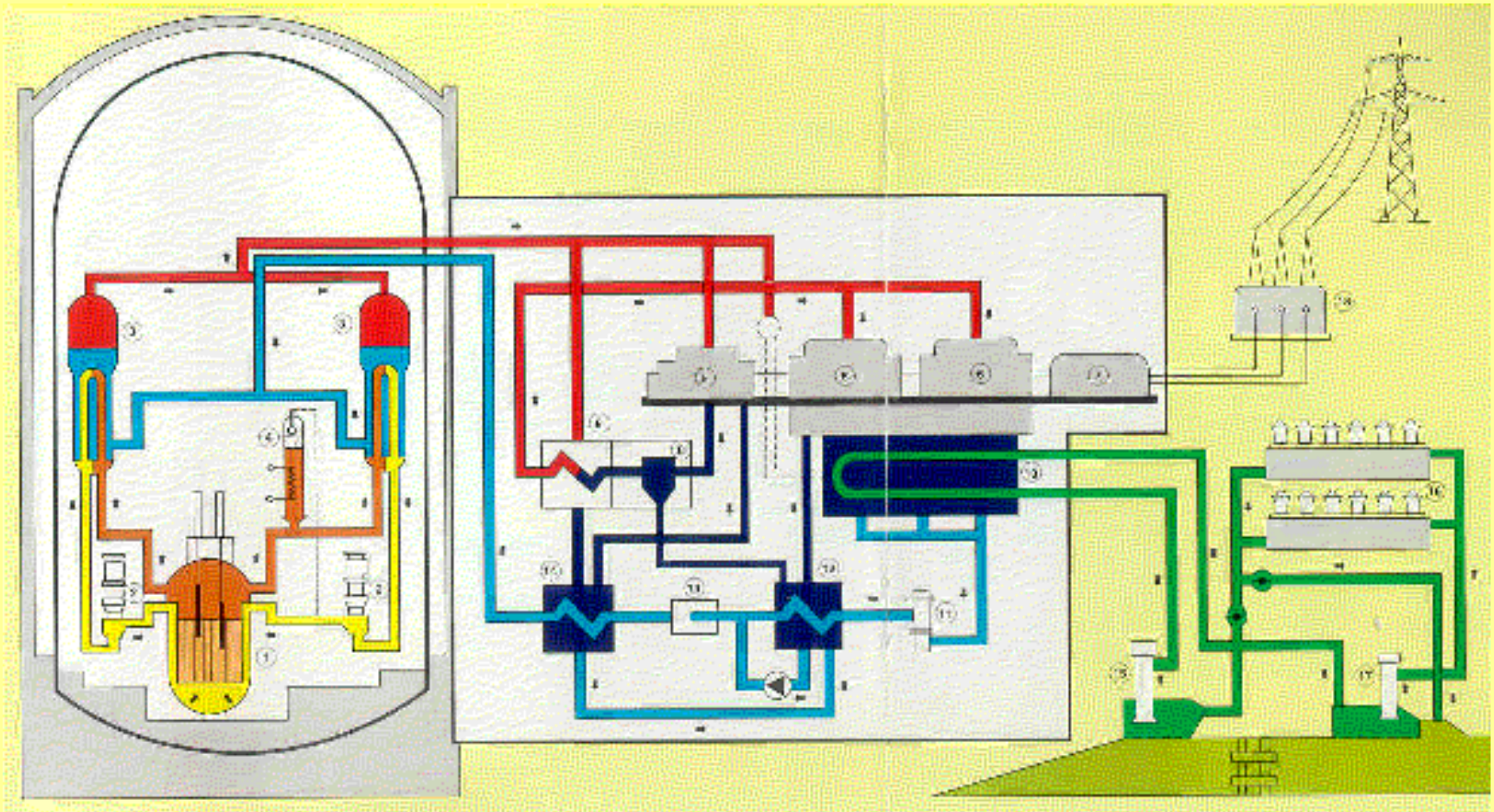
- kriteriji
  - kriterije določi nekdo drug (avtoriteta - država)
- preference in uteži
  - koncept uteži je lahko razumljiv, problem pa je v tem, da korenini v vrednostnem sistemu, ki je spremenljiv
- vrednostni sistem
  - spremenljiv v času, prostoru in po družbenih skupinah; težko opraviti kompleten pregled in biti demokratičen
- interesi
  - generirajo vrednostni sistem
- negotovosti

# Primer 1: toplotno obremenjevanje Save zaradi NEK (1/4)

- toplotna moč reaktorja 2 GW
- pretočni in delno recirkulacijski način hlajenja kondenzatorja
  - pretočni pri pretoku Save nad  $100 \text{ m}^3/\text{s}$
  - recirkulacijski v dveh režimih: recirkulira lahko  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  ali  $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$
  - pretok hladilne vode skozi kondenzator  $25 \text{ m}^3/\text{s}$
- največja dovoljena toplotna obremenitev Save je  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; omejitev je vezana na kakovost-čistost vode reke Save

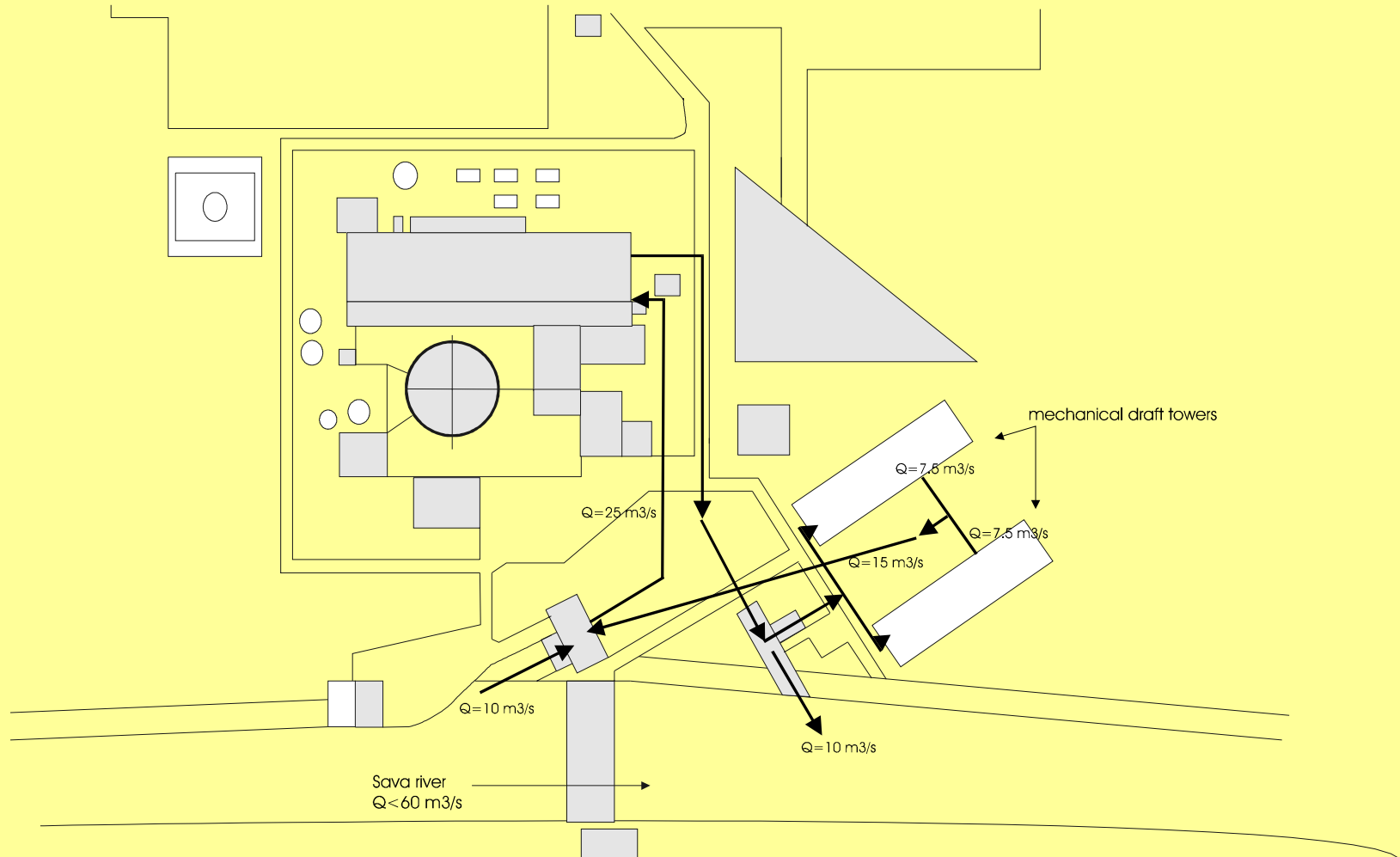
# Primer 1: toplotno obremenjevanje

## Save zaradi NEK (2/4)



# Primer 1: toplotno obremenjevanje

## Sava zaradi NEK (2/4)



# Primer 1: toplotno obremenjevanje Sava zaradi NEK (4/4)

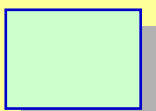
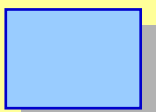
## Povzetek

- toplotna moč NEK
- ponor toplote - Sava
- energijska bilanca
- onesnaženost Save in kisikove razmere

# Izhodišče: Odločanje in problem izbire

varianțe  
(alternative)

cilji



- POIŠČI varianto, ki najbolj ustreza ciljem
- RAZVRSTI (RANGIRAJ) variante
- ANALIZIRAJ, UTEMELJI, RAZLOŽI, ..., odločitev



# Problemi odločanja

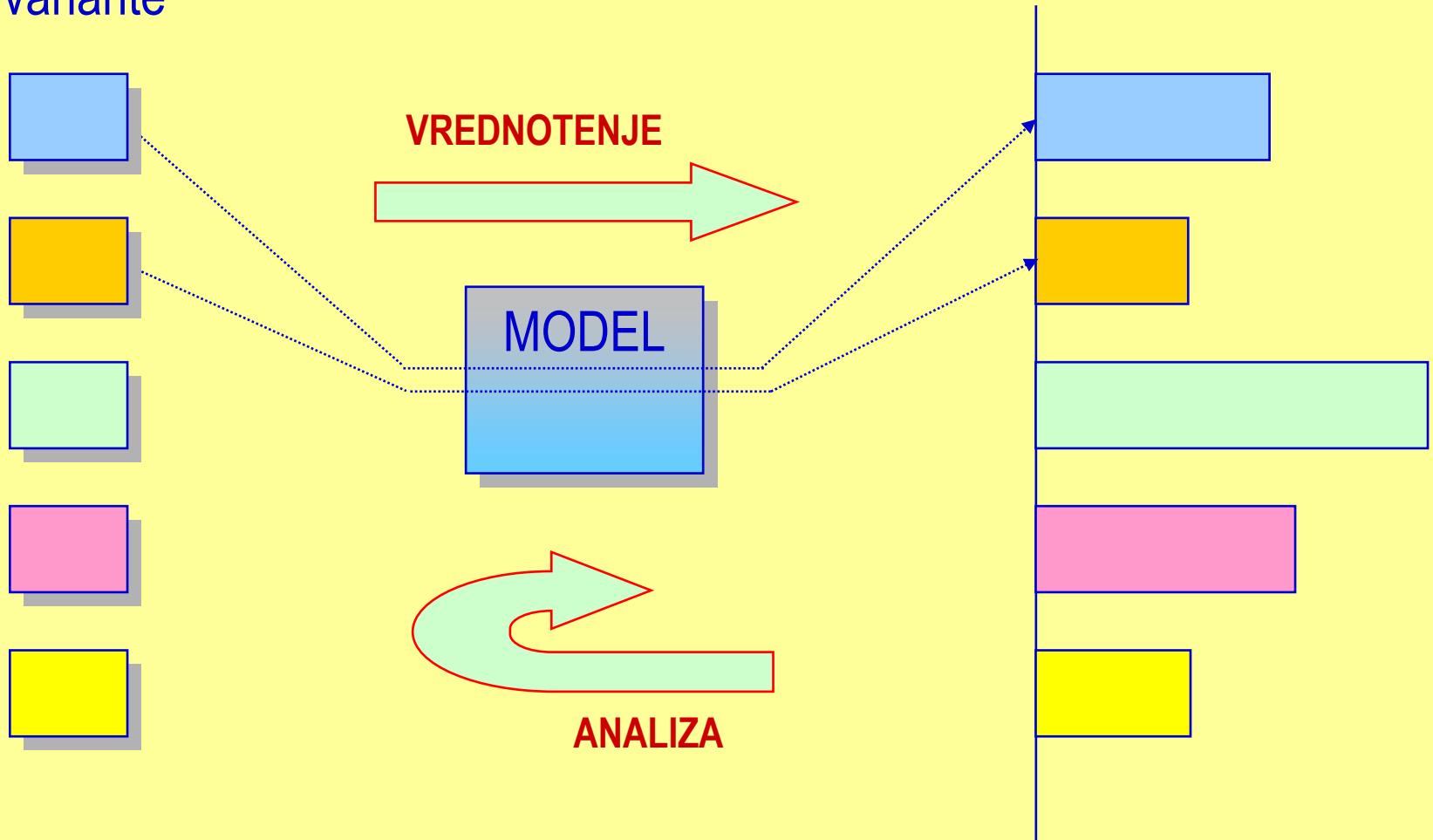
- Cilji
  - zapleteni, nepopolni, negotovi, ...
  - neusklajeni, protislovni (skupinsko odločanje)
- Variante
  - slabo ali nepopolno definirane, nepoznane
  - veliko število variant
- Parametri, ki vplivajo na odločitev
  - slabo definirani, neznani, jih lahko spregledamo
  - težko merljivi
  - veliko število parametrov
- Omejitve virov
  - časovne, kadrovske in druge omejitve
  - pomanjkljivo poznavanje problemskega področja

# Metode za pomoč pri odločanju

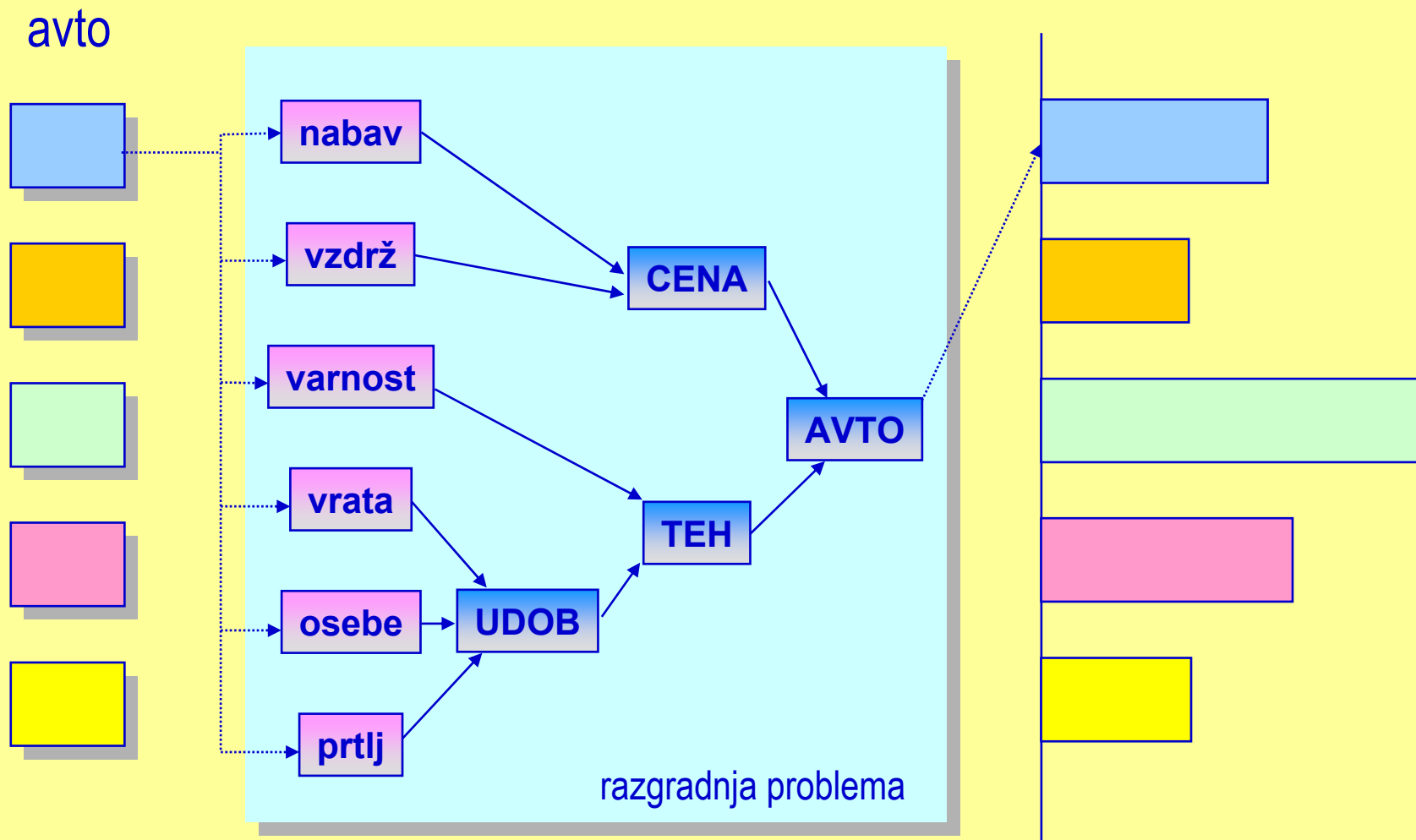
- "svinčnik in papir"
- teorije: iger, koristnosti, izbire, ...
- odločitvena analiza - scenariji
- sistemi za podporo odločanja
- *podatkovna skladišča*
- ekspertni sistemi
- analiza podatkov (strojno učenje, "rudarjenje", KDD)
- *modeliranje in simulacije*:
  - odločitvena drevesa
  - diagrami vpliva
  - ***večparametrsko odločanje***
  - ...

# Modeliranje

variane

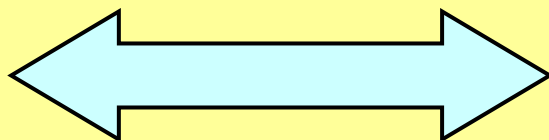


# Večparametrsko modeliranje



# Vrste odločitvenih procesov

**Enkratni**



**Ponavljajoči se**

*Odločitev*  
je sestavni del  
procesa

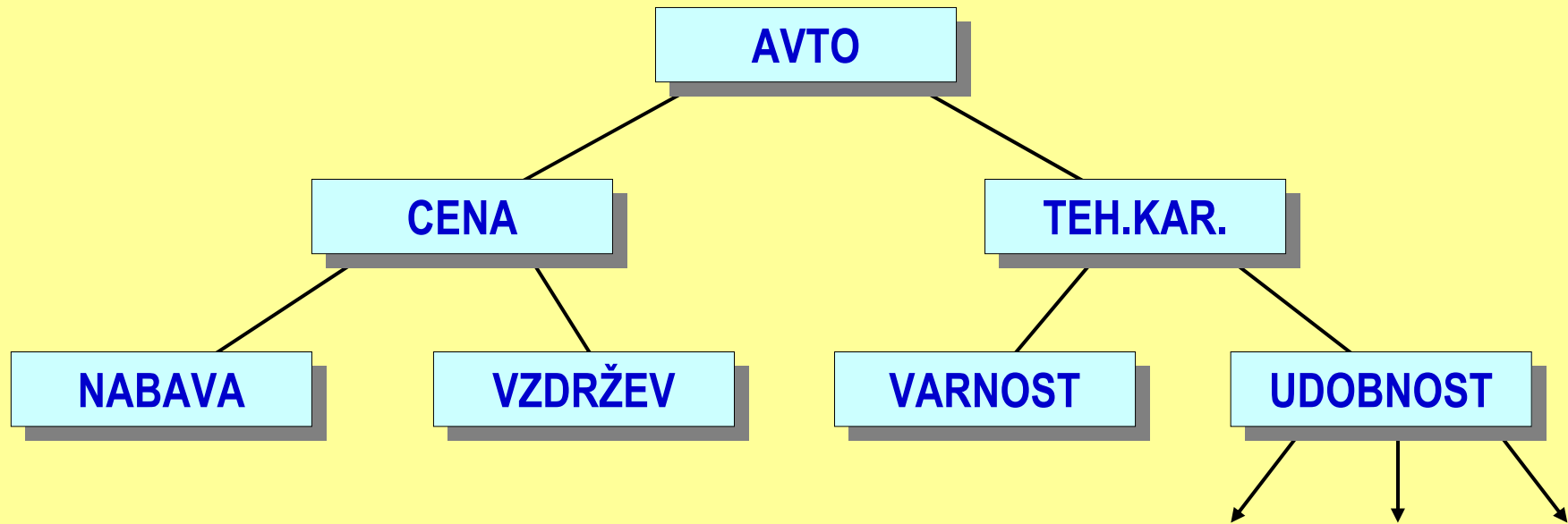
Poudarek na razvoju  
*metode za*  
*podporo* odločanja

# Večparametrsko modeliranje: Kako?

0. Identifikacija problema
1. Drevo kriterijev
2. Odločitvena pravila (funkcije koristnosti)
3. Vrednotenje in analiza variant
- 4+ Realizacija odločitve

# 1. Drevo kriterijev

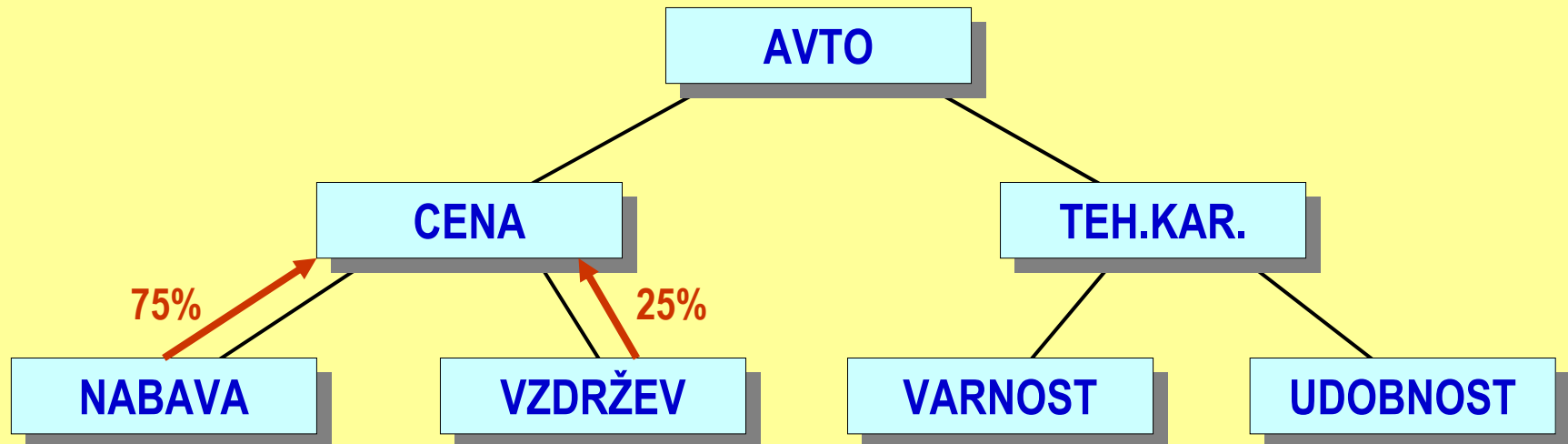
Razgradnja problema na podprobleme ("*Deli in vladaj!*")



Najtežja faza!

## 2. Odločitvena pravila

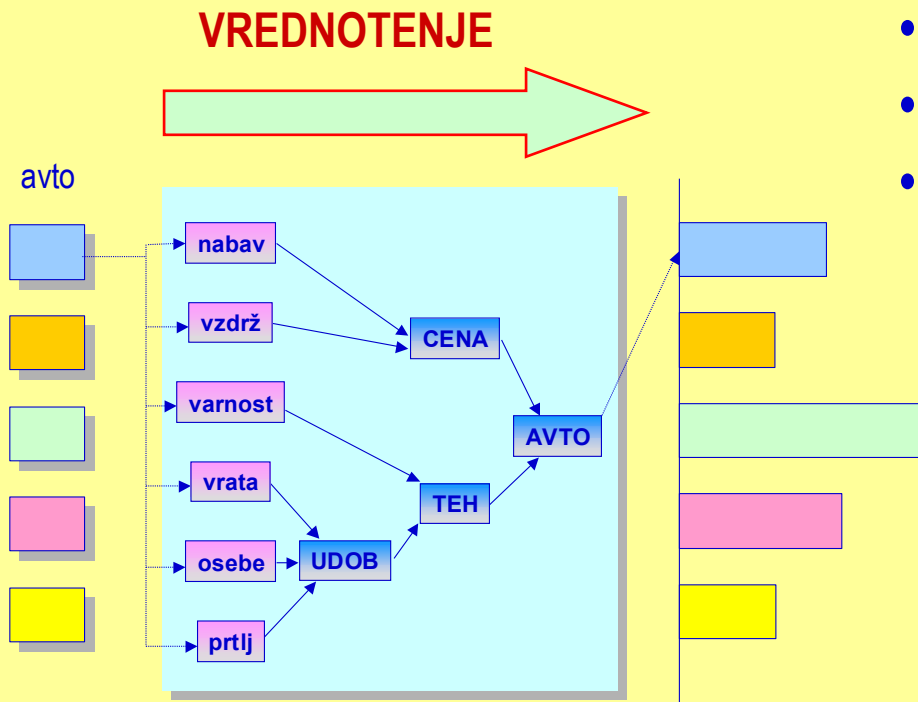
*Agregacija*: pravila združevanja ocen od spodaj navzgor



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



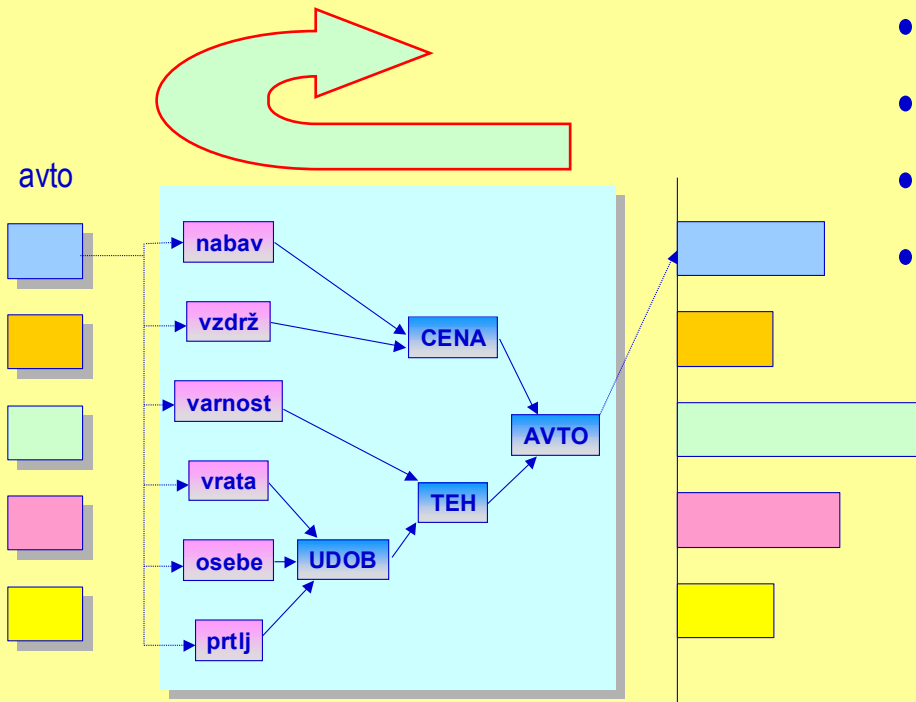
# 3. Vrednotenje in analiza variant



- od listov proti korenu drevesa
- rezultat: ocena vsake variante
- nenatančni/nepopolni podatki?

# 3. Vrednotenje in analiza variant

## ANALIZA

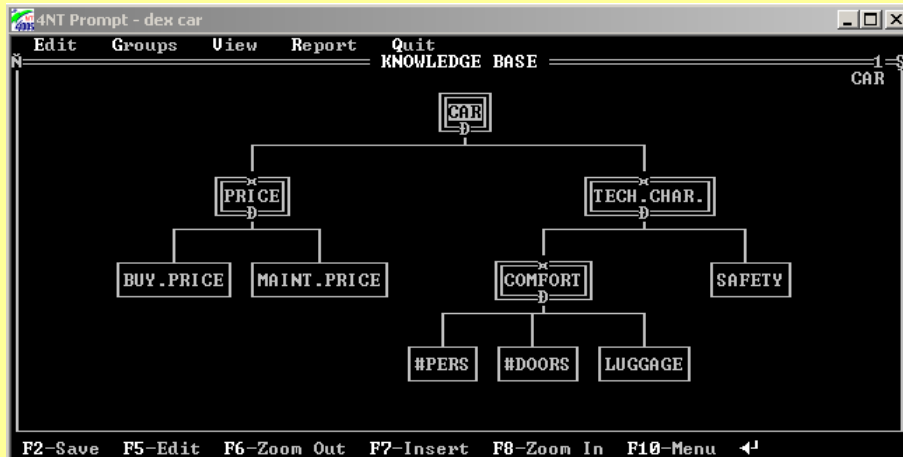


- interaktivno pregledovanje
- analiza tipa "kaj-če"
- analiza občutljivosti
- razlage

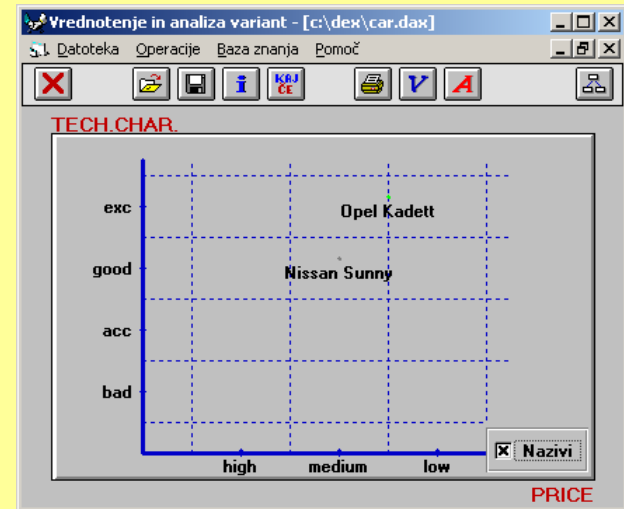
# Večparametrsko modeliranje: Zakaj?

- Sistematičen, strukturiran pristop
- 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?")
  - generator variant
- Kvalitetnejše odločitve:
  - bolje razumljene, utemeljene, razložene, preverjene, dokumentirane

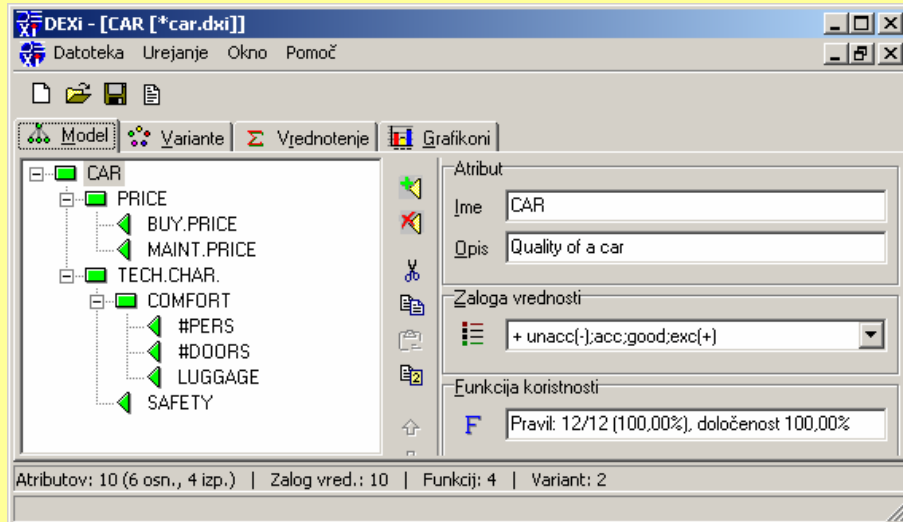
# Programska oprema



DEX (<http://www-ai.ijs.si/MarkoBohanec/dex.html>)



Vredana



DEXi

# Programska oprema

## Expert Choice

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

Expert Choice: C:\ECPRO\EMPEVAL

File Edit Assessment Synthesis Sensitivity-Graphs View Utilities Help

EVALUATING EMPLOYEES FOR VALUE TO COMPANY Local=1.0 Global=1.0 Level=0 Node=0

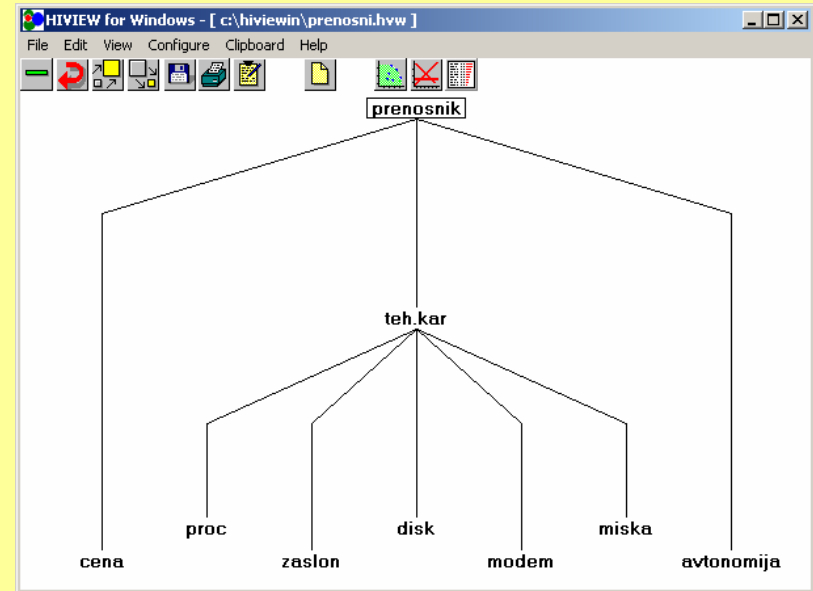
EVALUATING EMPLOYEES FOR VALUE TO COMPANY

GOAL (1,000)

DEPNBLTY (0,075)	EDUCAT'N (0,200)	EXPER'NC (0,048)	WORK (0,360)	ATTITUDE (0,082)	LEADERSP (0,235)
OUTSTAND	DOCTORAT	≥ 15 YRS	QUANTITY	ENTHUSED	OUTSTAND
V. GOOD	MASTERS	6-15 YRS	QUALITY	ABV AVG	ABV AVG
GOOD	BACHELOR	3-5 YRS		AVERAGE	AVERAGE
BLW AVG	HI SCHL	1-2 YRS		NEGATIVE	BLW AVG
UNSATIS					UNSATIS

## HiView (LSE, Crystals)

<http://www.enterprise-lse.co.uk/hiview.htm>

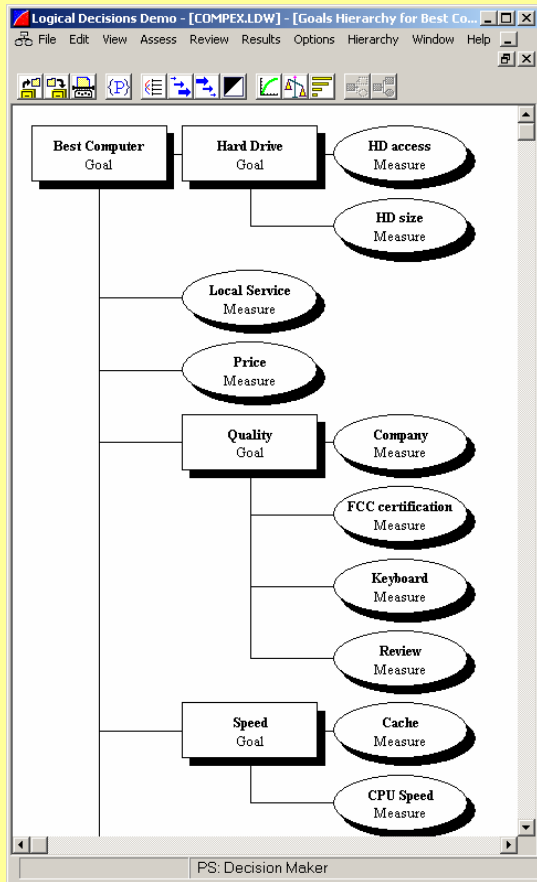


Decision Lab 2000 (PROMETHEE & GAIA) <http://www.visualdecision.com/dlab.htm>

# Programska oprema

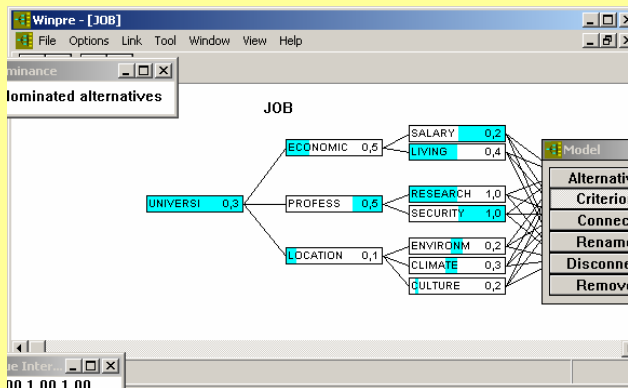
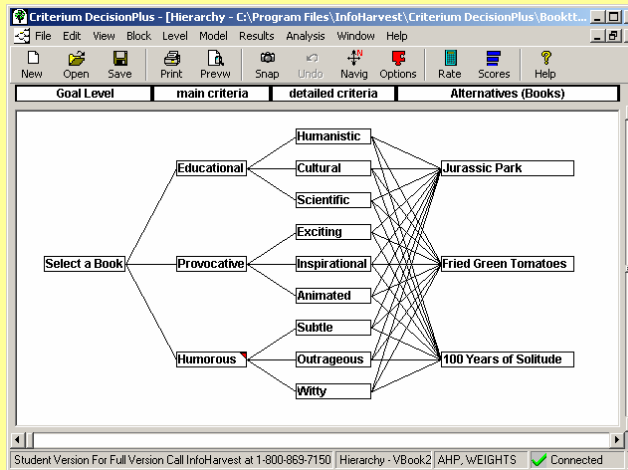
## Logical Decisions

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



## Criterion DecisionPlus

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



## WinPre

<http://www.hut.fi/Units/SAL/Downloadables/winpre.html>

# Primer: vrednotenje lokacij za odlagališče RAO

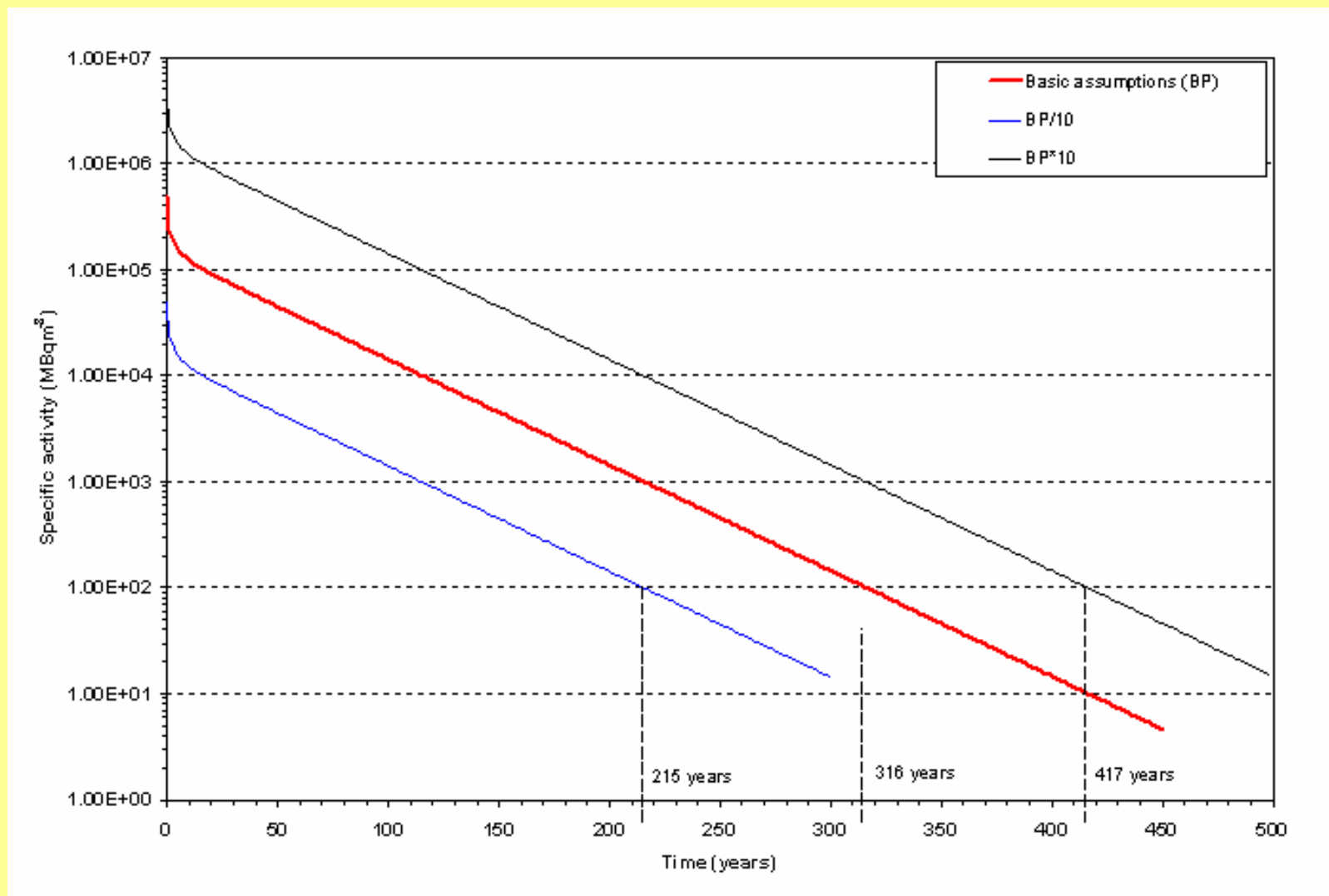
- lastnosti odpadkov
- lastnosti/značilnosti prostora
- iskanje alternativ
- vrednotenje alternativ
- izbor

# Primer: lastnosti odpadkov

Vir	Prostornina (m <sup>3</sup> )	
Skladišče RC Brinje	130	
Razgradnja reaktorja TRIGA	330	
Skladiščeni viri v industriji	30	
Skladišče NEK (obstoječa tehnologija)/(nova tehnologija, scenarij A)	4221	2900
Takojšnja razgradnja NEK	13130	
<b>Skupno (dva scenarija primarne obdelave v NEK):</b>	<b>17841</b>	<b>16520</b>

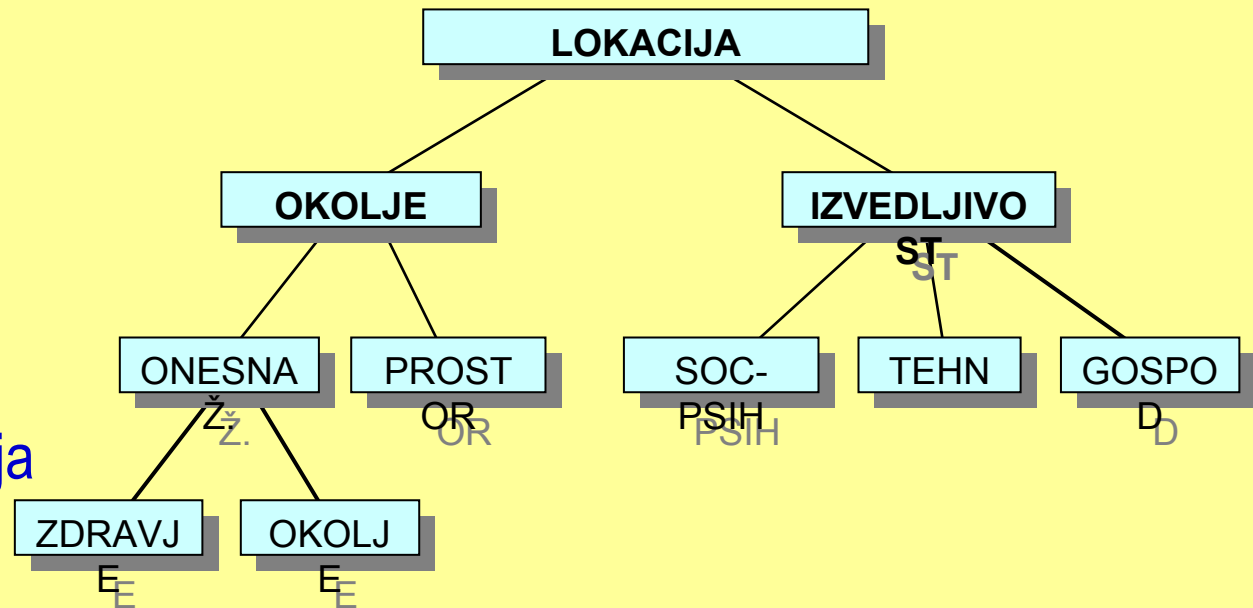


# Primer: lastnosti odpadkov

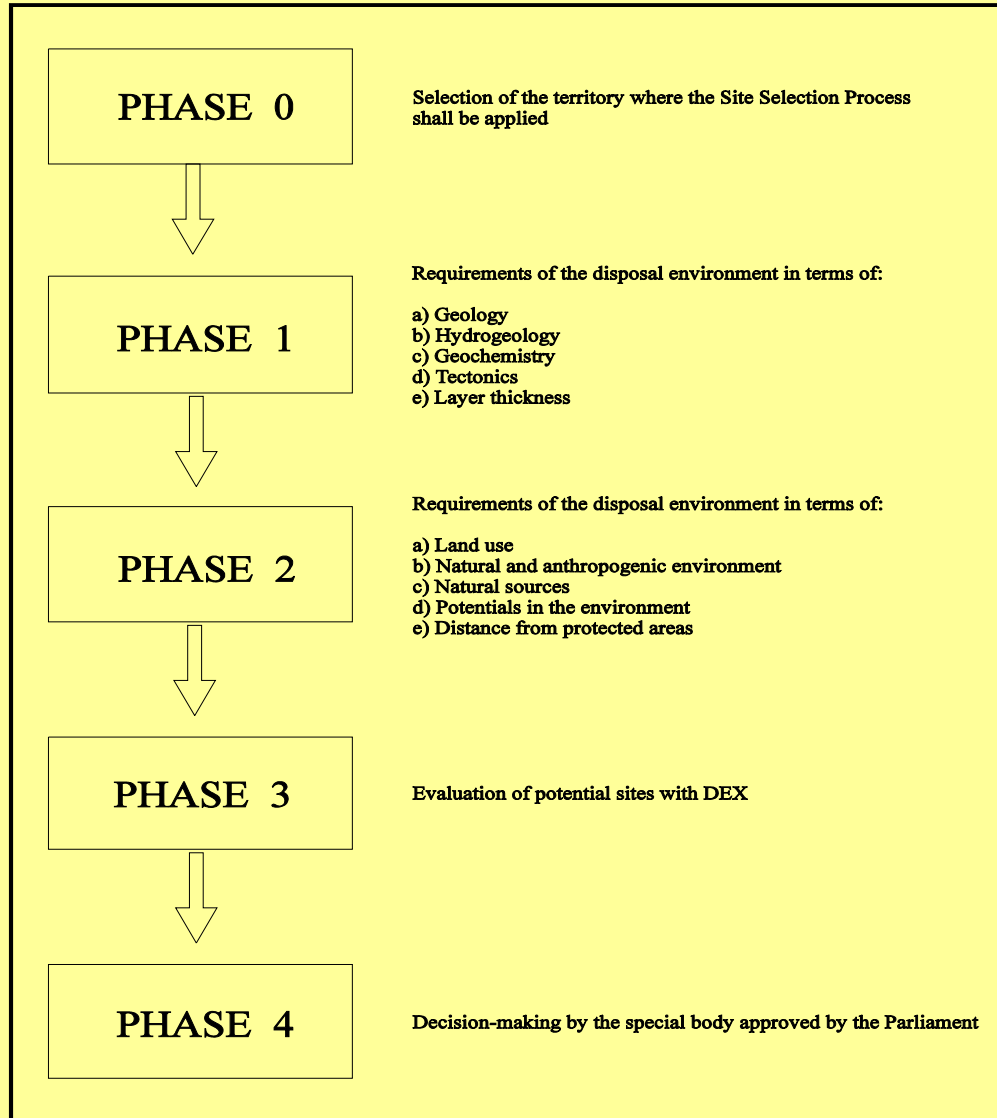


# Primer: lastnosti/značilnosti prostora

- hidrogeološke značilnosti
- poselitev
- raba tal
- varstvena območja
- vodni viri
- ...

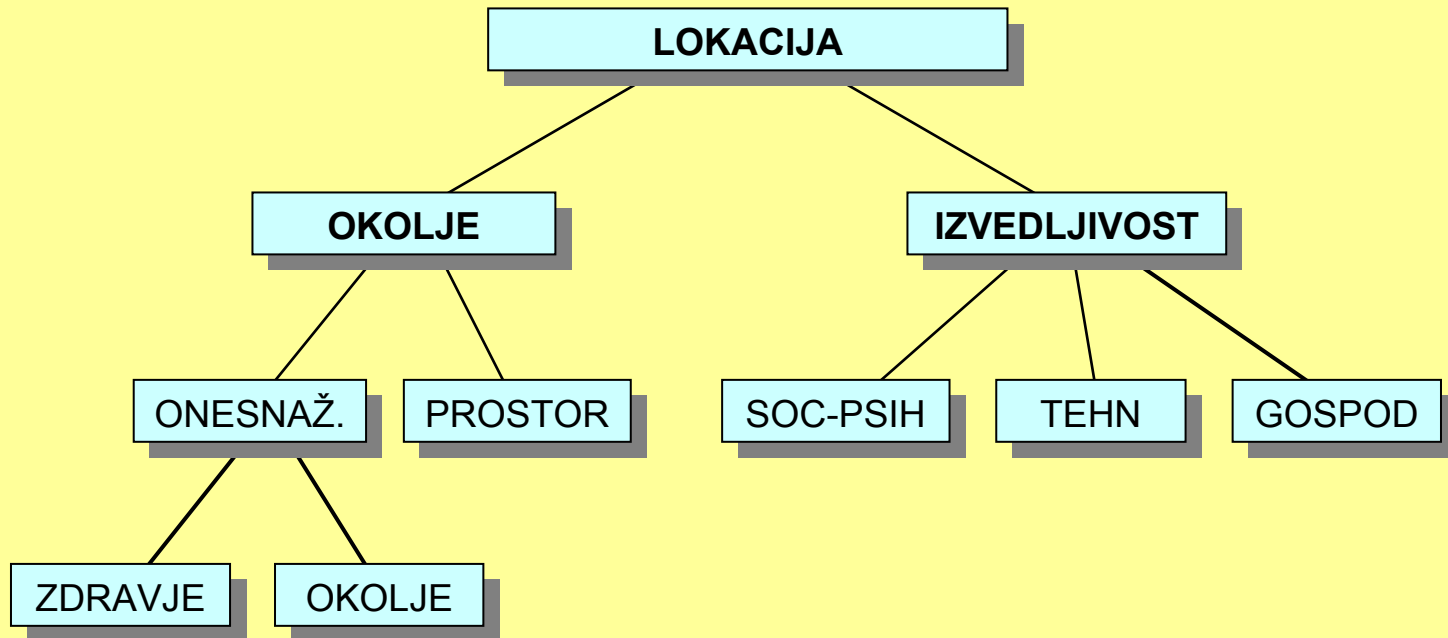


# Primer: izbor



# RAO: Preprost model

## Struktura modela



# RAO: Preprost model

## Odločitvena pravila

	SOC-PSIH	TEHN	GOSPOD	IZVEDLJIVOST
1.	nespr	*	*	neizv
2.	*	nespr	*	neizv
3.	*	*	nespr	neizv
4.	>=pog-spr	pog-spr	>=pog-sprc	pog-izv
5.	pog-spr	>=pog-sprc	pog-spr	pog-izv
6.	spr	spr	>=pog-spr	izv
7.	>=pog-spr	spr	spr	izv

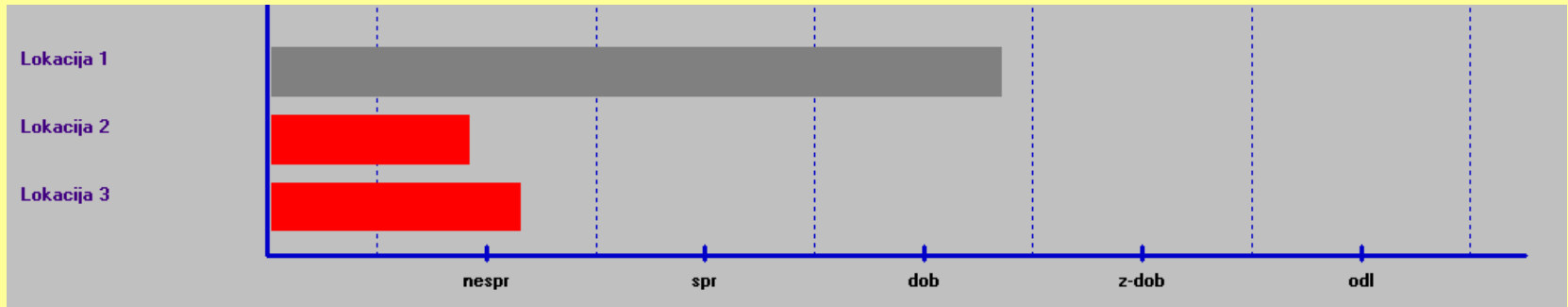
# RAO: Preprost model

## Lastnosti lokacij

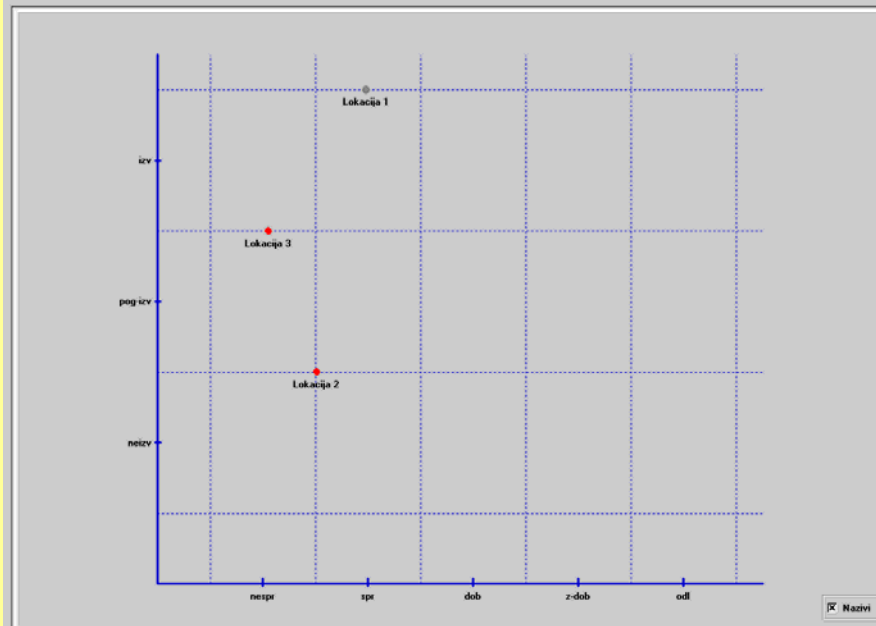
		Lokacija 1	Lokacija 2	Lokacija 3
1.	ZDRAVJE	spr	spr	nespr
2.	OKOLJE	spr	spr	spr
3.	PROSTOR	dob	spr	good
4.	SOC-PSIH	spr	nespr	spr
5.	TEHN	spr	spr	spr
6.	GOSPOD	spr	spr	pog-spr

# RAO: Preprost model

## Vrednotenje in analiza



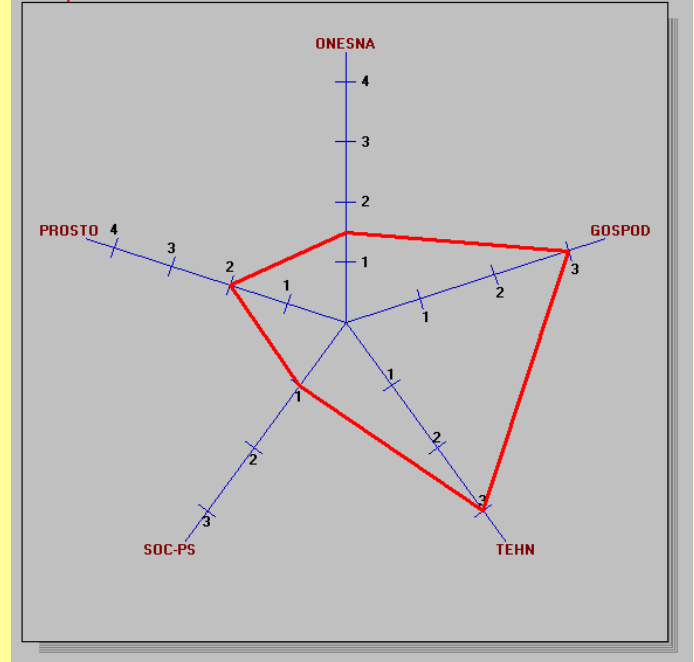
IZVEDLJIVOST



OKOLJE

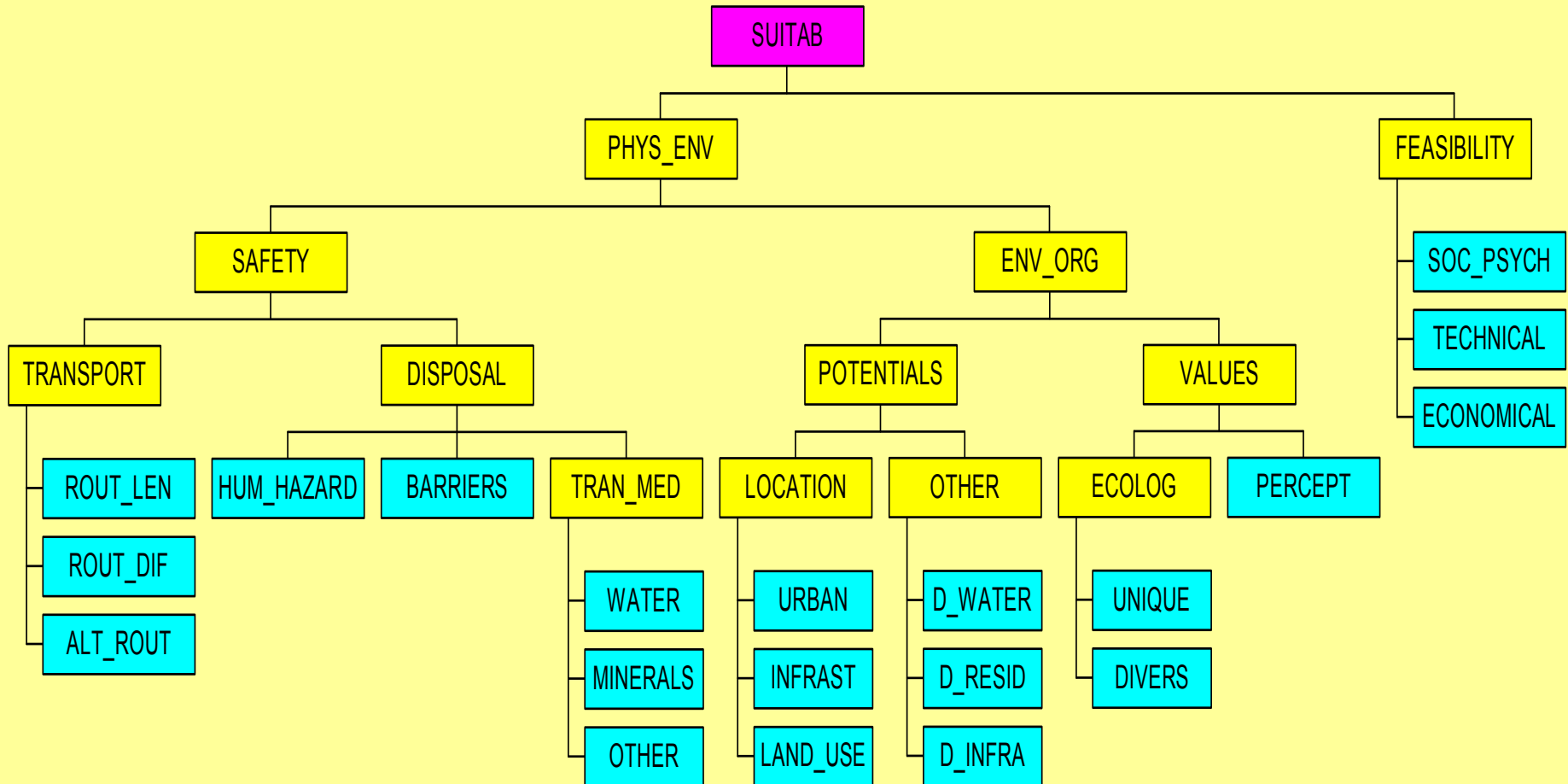
OKOLJE

Lokacija 2



# RAO: Primer zahtevnejšega modela

## Struktura modela





# RAO: Primer zahtevnejšega modela

## Lastnosti lokacij

		Location 1	Location 2	Location 3
1.	<b>ROUT_LEN</b>	less-acc	less-acc	less-acc
2.	<b>ROUT_DIF</b>	acc	acc	acc
3.	<b>ALT_ROUT</b>	acc	acc	acc
4.	<b>BARRIERS</b>	acc	acc	less-acc
5.	<b>HUM_HZRD</b>	less-acc	less-acc	less-acc
6.	<b>WATER</b>	*	*	*
7.	<b>MINERALS</b>	acc	acc	acc
8.	<b>OTHER</b>	acc	acc	acc
9.	<b>URBAN</b>	acc	acc	acc
10.	<b>INFRAST</b>	acc	acc	acc
11.	<b>LAND USE</b>	less-acc	*	*
12.	<b>D_WATER</b>	less-acc	less-acc	less-acc
13.	<b>D_RESID</b>	acc	acc	less-acc
14.	<b>D_INFRA</b>	acc	acc	less-acc
15.	<b>UNIQUE</b>	acc	acc	acc
16.	<b>DIVERS</b>	acc	acc	acc
17.	<b>PERCEPT</b>	acc	acc	acc
18.	<b>SOC_PSYC</b>	acc	acc	acc
19.	<b>TECHN</b>	acc	acc	acc
20.	<b>ECONOM</b>	acc	acc	cond-acc