

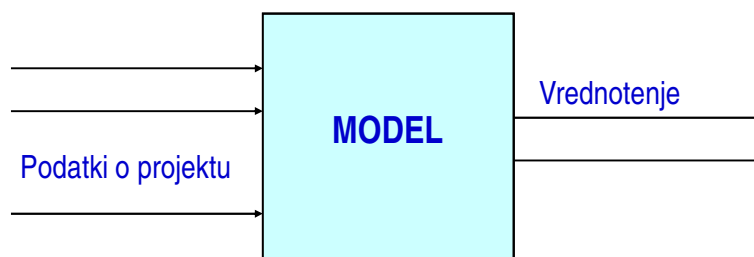
Praktični primeri uporabe
večkriterijskega modeliranja

Proizvodni program

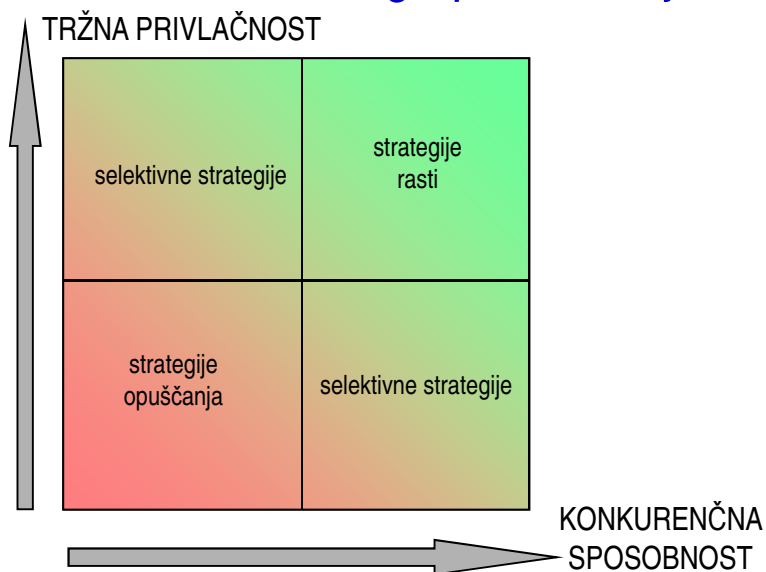
Vrednotenje proizvodnega programa

Problem: "Založba"

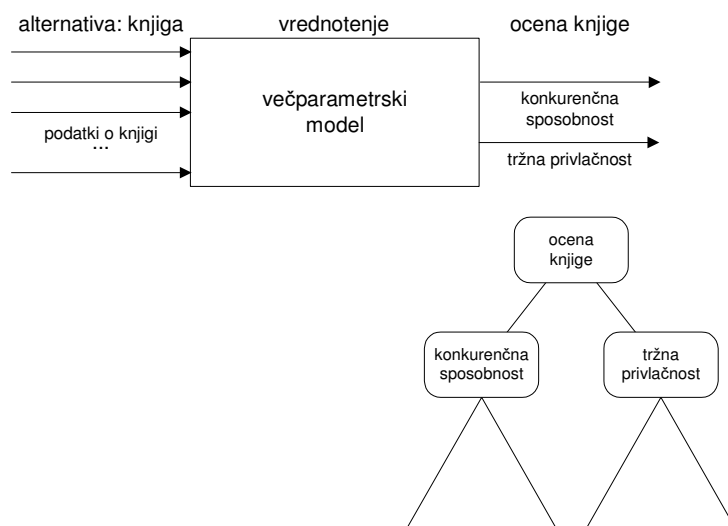
Razviti model za vrednotenje, analizo in spremljanje projektov (učbenikov) na nivoju izdaje posameznih knjig in na nivoju uredniških programov.



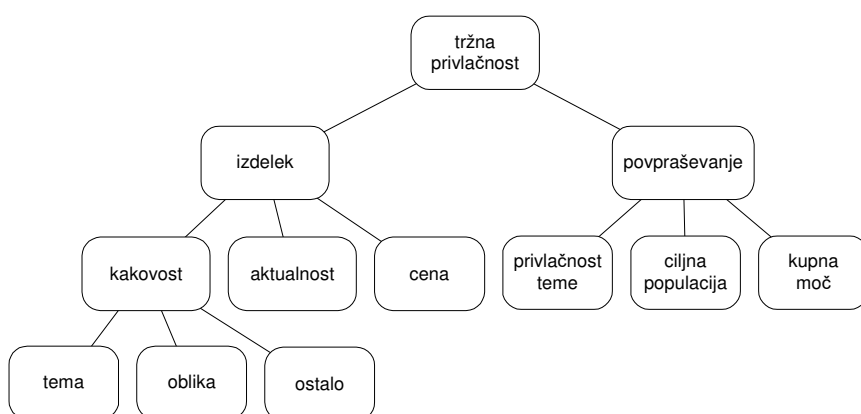
Matrika tržnega premoženja

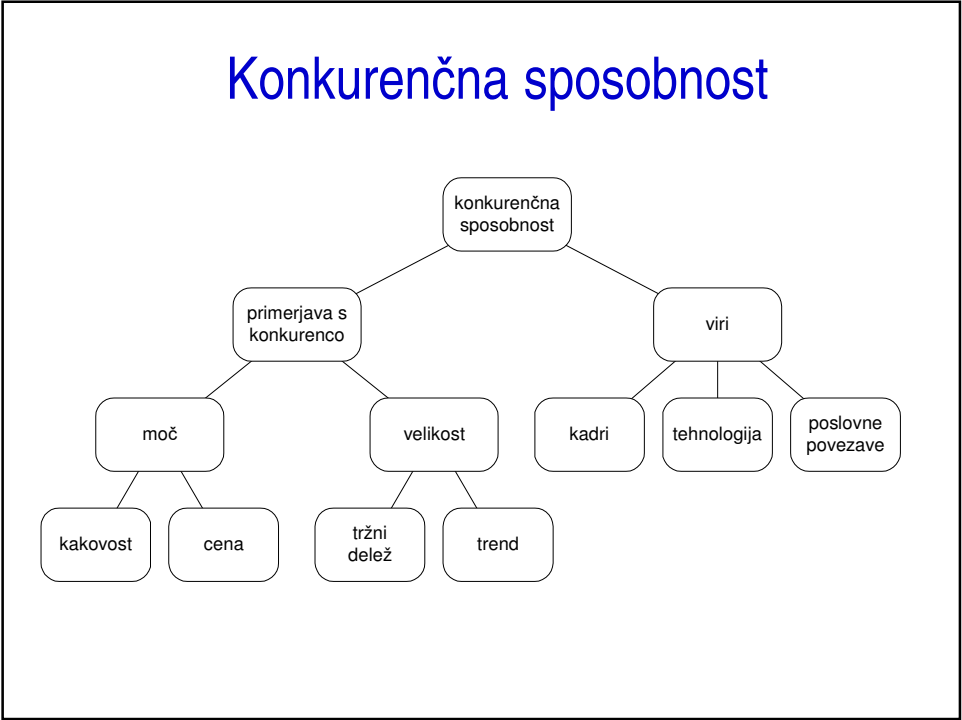


Model vrednotenja



Tržna privlačnost

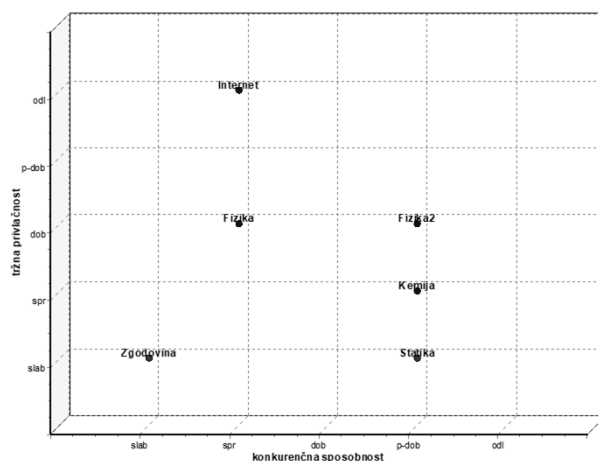




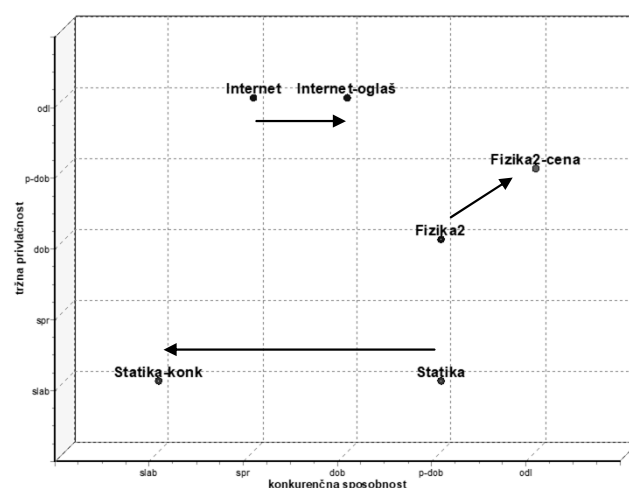
Model DEXi

Kriterij	Zaloga vrednosti	Fizika	Fizika2	Kemija	Zgodovina	Statika	Internet
ocena knjige	slab, spr, dob, p-dob; odl	spr	p-dob	dob	slab	slab	dob
konkurenčna sposobnost	slab, spr, dob, p-dob; odl	spr	p-dob	p-dob	slab	slab	spr
vir	slab, spr, dob, odl	spr	odl	dob	spr	spr	dob
kadri	slab, spr, odl	spr	odl	spr	spr	odl	odl
tehnologija	slab, spr, odl	spr	odl	spr	spr	odl	spr
poslovne povezave	slab, spr, odl	spr	spr	odl	spr	spr	spr
primerjava s konkurenco	šibki, prim; močni, ni	prim	prim	močni	šibki	ni	šibki
moč	slabši, prim; boljši, ni	prim	prim	boljši	prim	ni	prim
kakovost	slabši, prim; boljši, ni	prim	boljši	prim	slabši	ni	prim
cena	slabši, prim; boljši, ni	prim	slabši	boljši	boljši	ni	prim
velikost	majhen, srednji; velik	srednji	velik	srednji	majhen	velik	majhen
tržni delež	majhen, srednji; velik	srednji	srednji	srednji	majhen	velik	majhen
trend	pada; konst; raste	konst	raste	konst	konst	konst	konst
tržna privlačnost	slab, spr, dob, p-dob; odl	dob	dob	spr	slab	slab	odl
povpraševanje	slab, spr, dob, odl	spr	dob	spr	slab	slab	odl
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, odl	dob	spr	spr	slab	dob	odl
kakovost	slab, spr, dob, odl	dob	odl	spr	slab	dob	odl
tema	slab, spr, odl	spr	odl	spr	slab	spr	odl
oblika	slab, spr, odl	spr	odl	spr	slab	spr	odl
ostalo	ne; manj; več	manj	manj	manj	manj	manj	več
aktualnost	star; akt; nov	star	akt	star	star	akt	nov
cena	nespr, spr; ugod	spr	nespr	ugod	ugod	spr	spr

Vrednotenje: Matrika tržnega premoženja

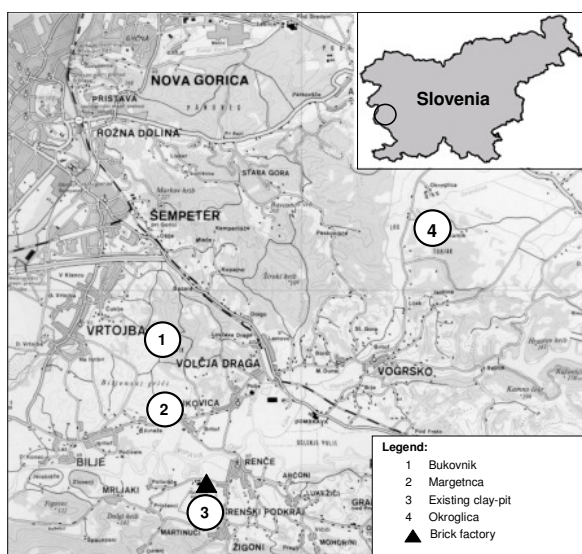


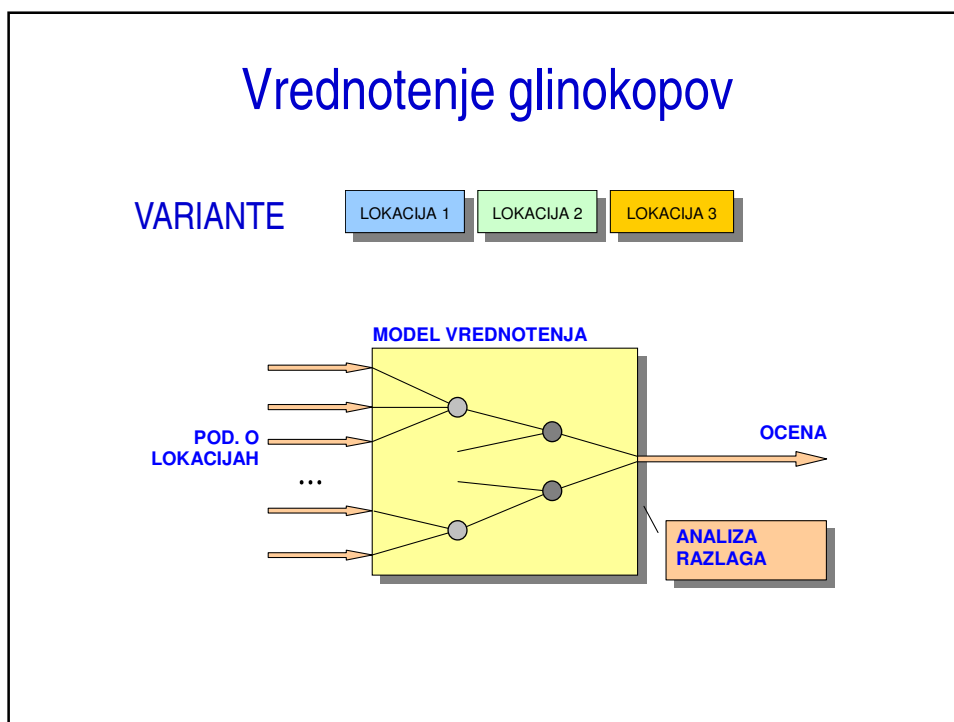
Analiza: Kaj-če?



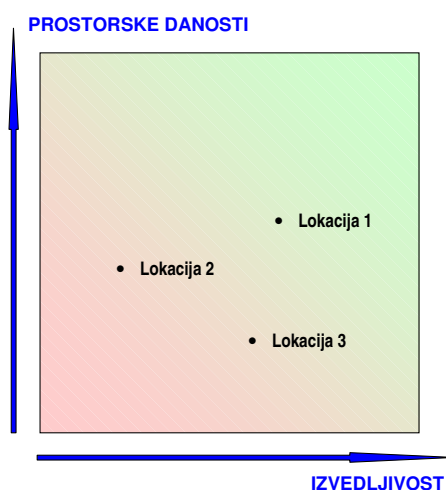
Goriške opekarne: lokacija glinokopa

Lokacije glinokopa

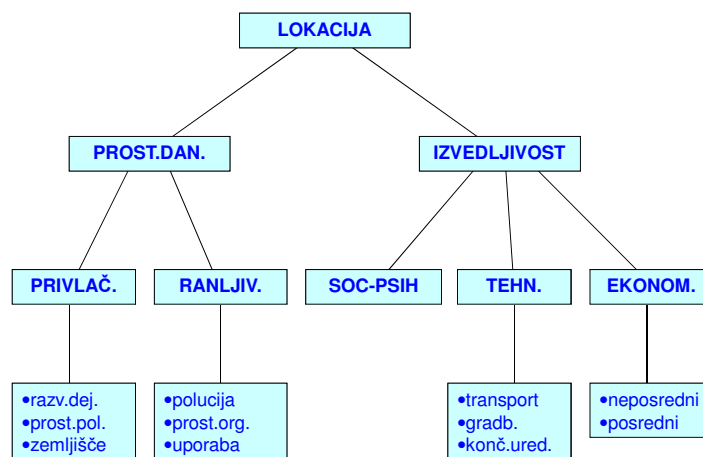




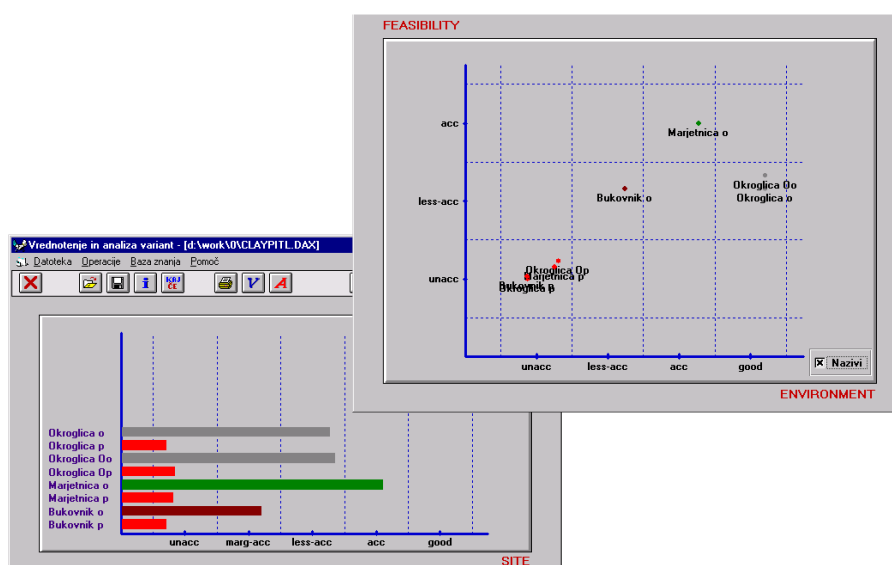
Vrednotenje glinokopov



Večkriterijski model vrednotenja



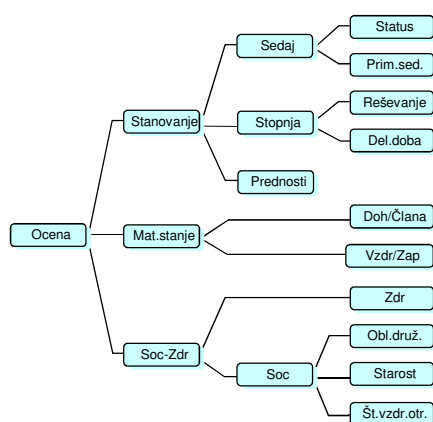
Vrednotenje lokacij



Dodeljevanje posojil

Dodeljevanje stanovanjskih posojil

Stanovanjski sklad Republike Slovenije

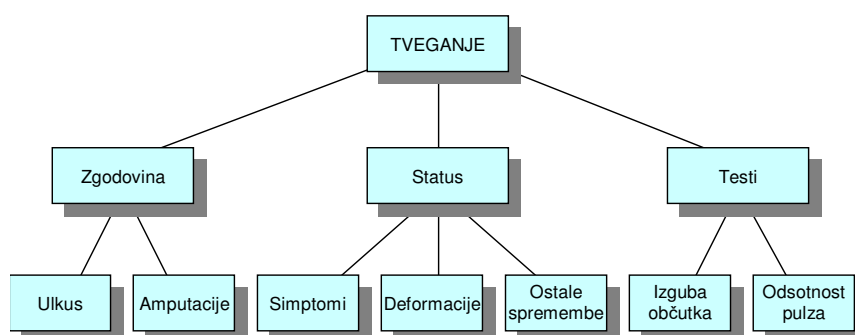


Ocenjevanje tveganja v zdravstvu

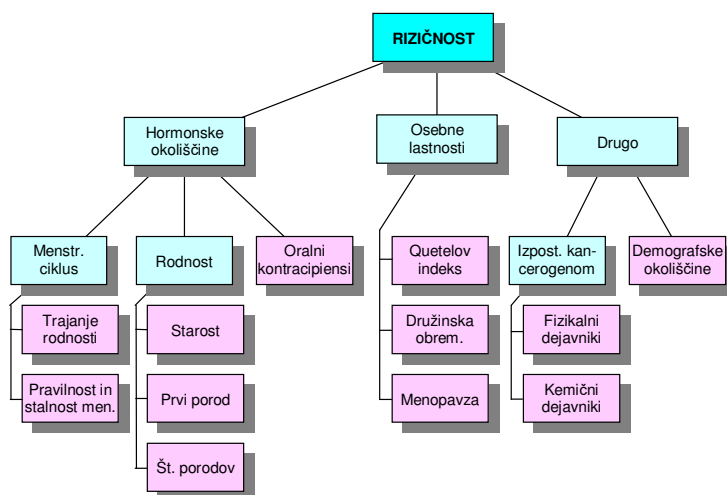
Marko Bohanec

Ocena tveganja pri diabetičnem stopalu

Večkriterijski model



Rak na dojki: ocena rizičnosti

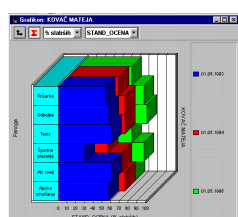


Usmerjanje v športne panoge

Usmerjanje v športne panoge



Sistem Talent



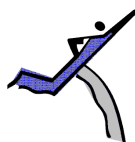
Tabele KOVAČ MATEJA

	01.05.1993	01.05.1994	01.05.1995
Att. dolž. skoki	57,25	61,79	79,01
Att. su. dolge proge	61,79	61,79	75,80
Att. meti	46,02	57,93	78,59
Att. v. dolž. skoki	61,79	65,54	79,01
Bludniten	61,79	72,97	79,01
Sportna gimnastika	30,85	53,98	65,54
Kostarka	53,98	57,93	61,79
Namizni tenis	50,00	65,54	72,57
Odbojka	57,93	65,54	75,80
Plaz. dolge proge	69,15	61,79	78,43
Plaz. kratke proge	53,98	53,98	72,57
Sportna plezanje	30,85	46,02	61,79
Plaz. mešano	38,21	30,85	78,43

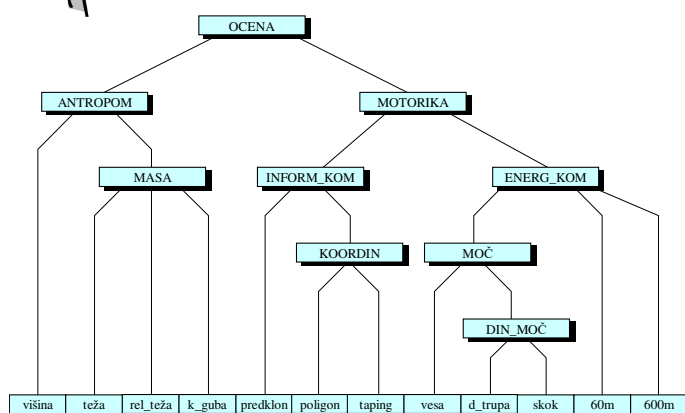
Košarka Model ID Datum meritev: 26.04.1996

ATRIBUT	test	mež	ideal	I. dif.	ocen.	opis
STAND. OCENA						79%
OCENA						79%
ANTROPOM						
visina	120,0	100	82	49	34	25 spr
masa	60	50	31			42 spr
teza	21,5	40	82	46	26	24 dšpr
kožna guba	8	20	79	55	21	82 odt
MOTORIKA						
koordin	240	80	15			79 odt
energ. kom						
koordin	108	52	27			84 dšb
energ. kom	23,3	56	79	54	25	88 dšb
energ. kom	21	52	79	50	28	80 dšb
energ. kom	122	88	12			90 odt
energ. kom	60	73	6			100 odt
energ. kom	150	60	79	73	6	100 odt
energ. kom	12,4	52	79	60	11	98 odt
energ. kom	241	20	79	43	36	42 spr

Usmerjanje v športne panoge



Sistem Talent

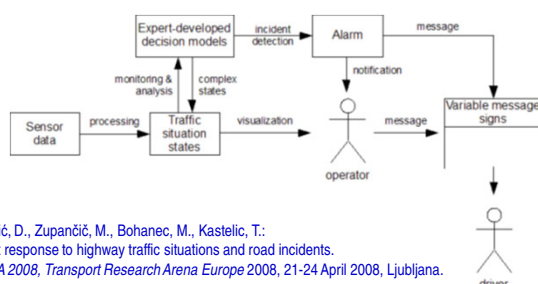


Krmiljenje in nadzorni sistemi

Avtocestni nadzorni center (Dragomelj)



Avtocestni nadzorni center



Omerčević, D., Zupančič, M., Bohanec, M., Kastelic, T.:
Intelligent response to highway traffic situations and road incidents.
Proc. TRA 2008, Transport Research Arena Europe 2008, 21-24 April 2008, Ljubljana.

Podpora odločanju v kmetijstvu

EU projekti: Gensko spremenjeni organizmi



ECOGEN 2003-2006 <http://www.ecogen.dk/>
Soil ecological and economic evaluation of genetically modified crops

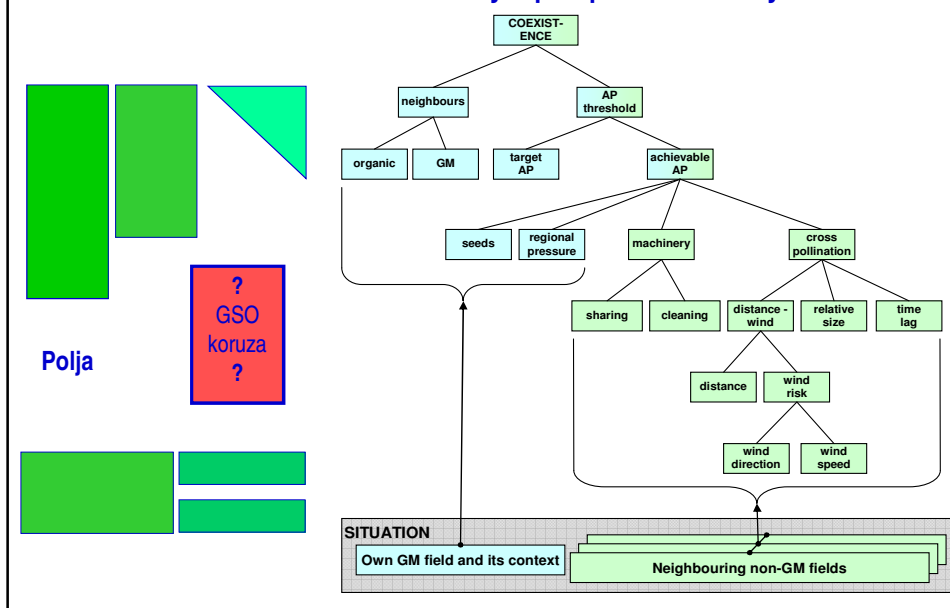


SIGMEA 2004-2007 <http://sigmea.dyndns.org/>
Sustainable introduction of genetically modified crops into European agriculture

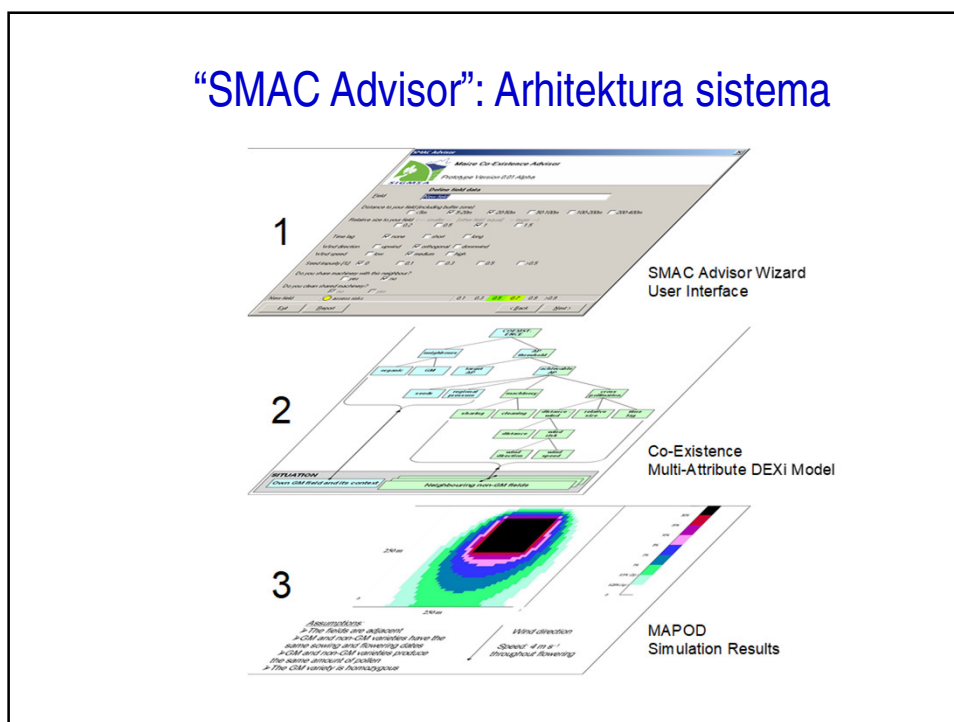


Co-Extra 2006-2009 <http://www.coextra.eu/>
Co-existence and traceability of GM and non-GM supply chains

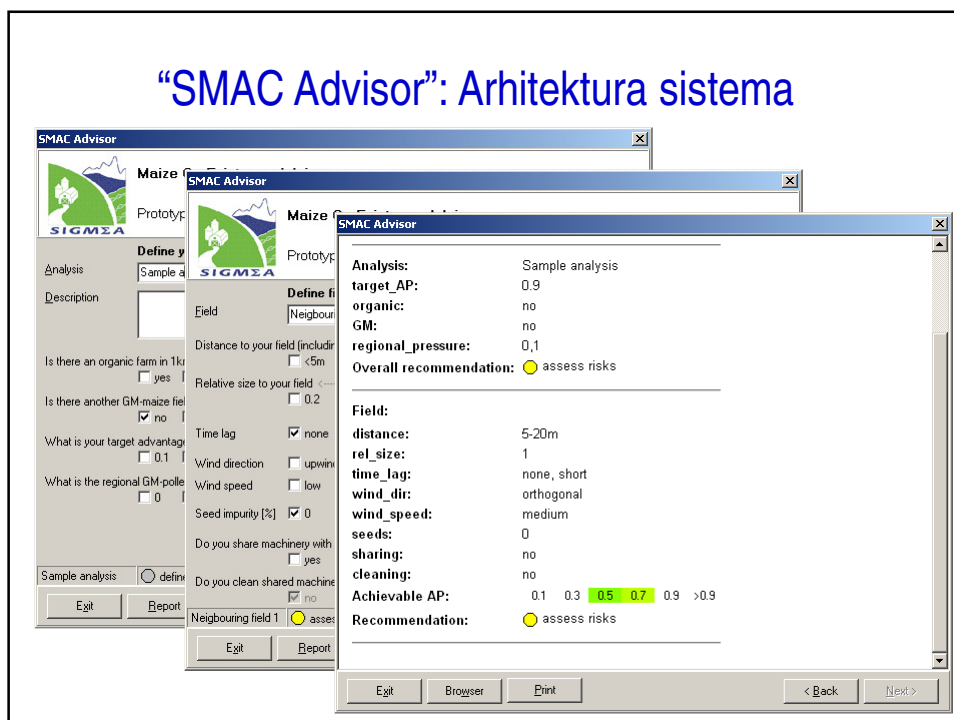
“SMAC Advisor”: Sožitje pri pridelovanju koruze



“SMAC Advisor”: Arhitektura sistema



“SMAC Advisor”: Arhitektura sistema

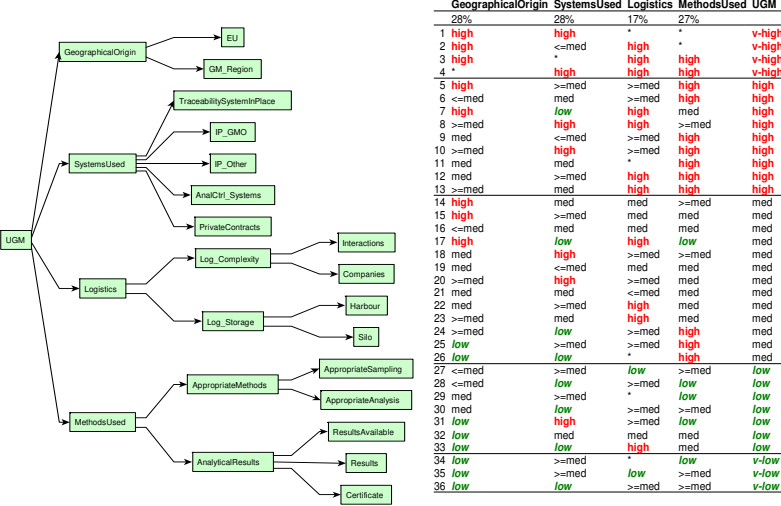


Vpliv na oblikovanje strategij EU

New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops
in European agriculture
EUR 22102 EN

Non-GM field area	Flowering time-lag	Non-GM width	Cross-pollination rates											
			0.9%	0.8%	0.7%	0.6%	0.5%	0.4%	0.3%	0.2%	0.1%	0.05%	0.01%	
< 5 ha	0'day	0 m	50	20	50	100			150	200	300	X	X	
		9 m				100	100		150	200				
		12 m		20		50			100	150				
		18 m	0	20		50			100	150				
	30'days	0 m			20	20		50		100	200	400		
		9 m	0	0				50		100	200	300		
		12 m							50					
		18 m											150	
	60'days	0 m					20		50		200			
		9 m				0	0	0		20	100	150	X	
		12 m								20				
		18 m									0	20	200	
	90'days	0 m		0	0	0	0	0						
		9 m												
		12 m									0	20	150	
		18 m											200	
5 ha < x < 10 ha	0'day	0 m	20		50	50			100	150	300		X	
		9 m		20		50	100			150	300	400	X	
		12 m		0		20	20			100	200			
		18 m	0	0		20	20			100	200	300		
	30'days	0 m					20			100	150	300		
		9 m					0	20		20				
		12 m				0	0	0	20					
		18 m							20					
	60'days	0 m							20	100			X	
		9 m		0	0	0	0	0	0	50	150	200	400	
		12 m												
		18 m											200	
	90'days	0 m											150	
		9 m												
		12 m		20	20	20	20							
		18 m												
> 10 ha	0'day	0 m		0	0	0		50	50	100	300		X	
		9 m						20	50	100	200	400	X	
		12 m					0	20	50					
		18 m						20						
	30'days	0 m												
		9 m	0	0	0	0			50	150	300	X		
		12 m						0						
		18 m									100	200		
	60'days	0 m								20	50			
		9 m	0	0	0	0	0	0	0			100	400	
		12 m												
		18 m											150	
	90'days	0 m												
		9 m												
		12 m											100	
		18 m												

Odkrivanje nedovoljenih GSO na osnovi prometnih podatkov



Kok, E.J., Prins, T.W., Žnidaršič, M., Bohanec, M.: DSS modules on transportation (TM module) and on unapproved GMOs (UGM module). Co-Extra International Conference, 2-5.6.2009, Paris, France. 67-68, 2009.



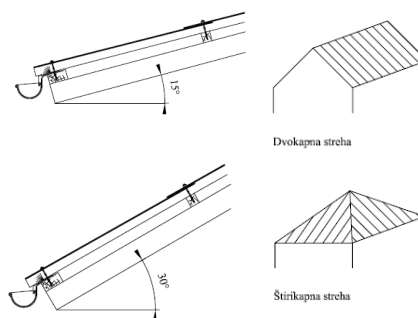
Vrednotenje strešnih kritin (v kontekstu)

Vrednotenje strešnih kritin

Strešne kritine



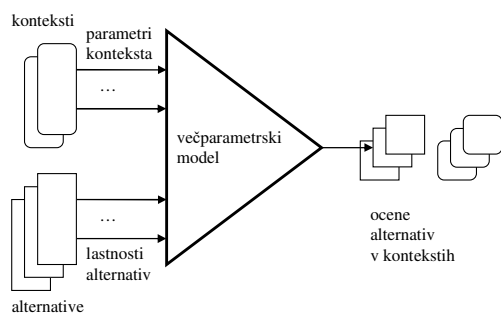
Kontekst



Marinič, S., Bohanec, M.: Večparametrsko vrednotenje variant v odvisnosti od konteksta: Model za vrednotenje strešnih kritin. 15. mednarodna konferenca Informacijska družba, IS 2012, 8.-12.10.2012, Ljubljana, 76-79, 2012.

Večparametrsko modeliranje in kontekst

Pristop s parametriziranjem konteksta



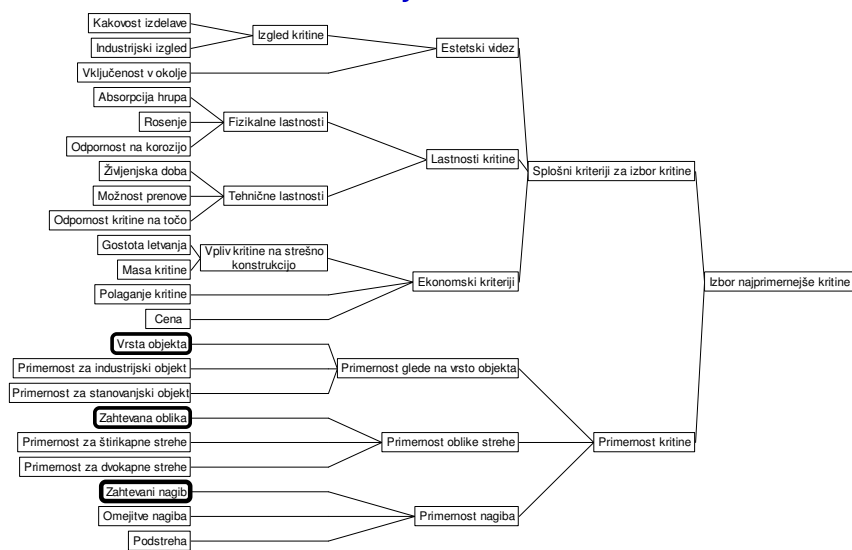
Prednosti

- eksplicitno modeliranje konteksta
- en sam model
- lažje vzdrževanje

Slabosti

- potrebno je zajeti tudi kontekst
- večji, zahtevnejši model

Večkriterijski model



Vrednotenje tehnologij za proizvodnjo električne energije

Kontić, B., Kontić, D., Zagorc, S., Matko, M., Dermol, U., Bohanec, M., Trdin, N. (2014):
Ocena vzdržnosti za razvoj energetike v Sloveniji do leta 2030 s poudarkom na jedrski tehnologiji, Knjiga 1,
IJS delovno poročilo DP-11583.

Kontić, B., Bohanec, M., Kontić, D., Trdin, N., Matko, M.: Improving appraisal of sustainability of energy options - A
view from Slovenia. *Energy Policy* 90, 154-171, 2016.

Bohanec, M., Trdin, N., Kontić, B.: A qualitative multi-criteria modelling approach to the assessment of electric
energy production technologies in Slovenia. *Central European Journal of Operations Research*, 1-15, 2016.

Metode vrednotenja

1. Model za vrednotenje posameznih tehnologij

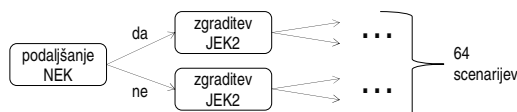
- Kvalitativni večkriterijski model
- Tehnologije: *hidro, premog, kurilno olje, plin, jedrska energija, bio, sončna, vetrna, (uvoz)*

2. Model za vrednotenje mešanic tehnologij

- Kvalitativni večkriterijski model
- Delež tehnologije v mešanici: instalirana moč
- Tehnologija prispeva k proizvedeni energiji skladno s svojo razpoložljivostjo (letnim obratovalnim časom).

3. Vrednotenje scenarijev

- Vrednotenje mešanic v obdobju 2013–2050
- Upoštevajoč dogodke



1. Vrednotenje posameznih tehnologij



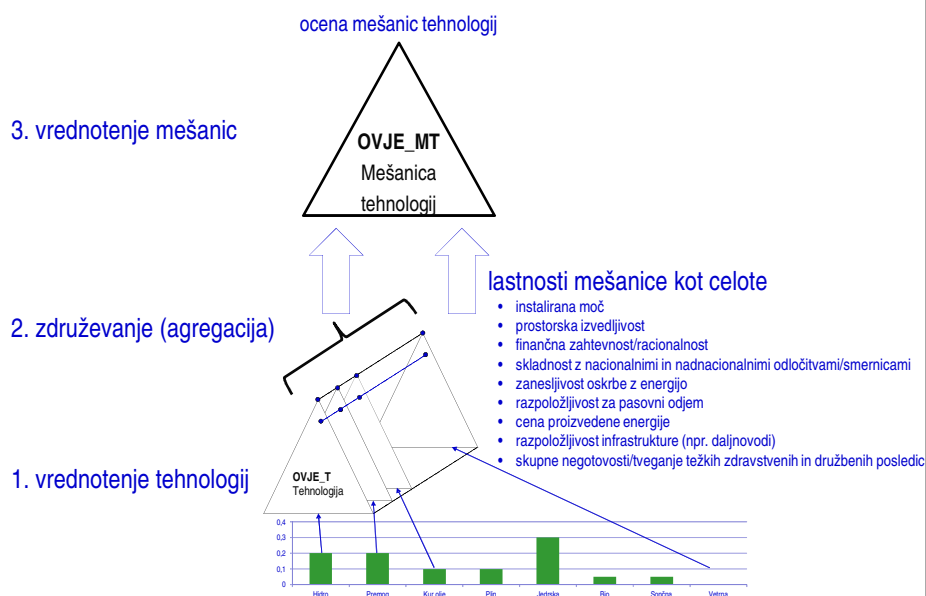
Rezultati vrednotenja tehnologij

Kriterij	Hidro	Hidro	Termo	Termo	Kur. olje	Kur. olje	Plin	Plin	Jedrska	Jedrska	Biog.	Sončna	Sončna	Veterna	Veterna	Uvod
Tehnologije	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Prispevek tehnologije k razvoju	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Ekonomičnost	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Raba prostora in onesnaževanje	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Tehnična izvedljivost	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Ekonomska izvedljivost	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Prostorska izvedljivost	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Negotnost in tveganja	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Tehnološka odvisnost	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Možne spremembe	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.
Razumevanje varnostnih tveganj	manj ust.	zelo ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.	ust.

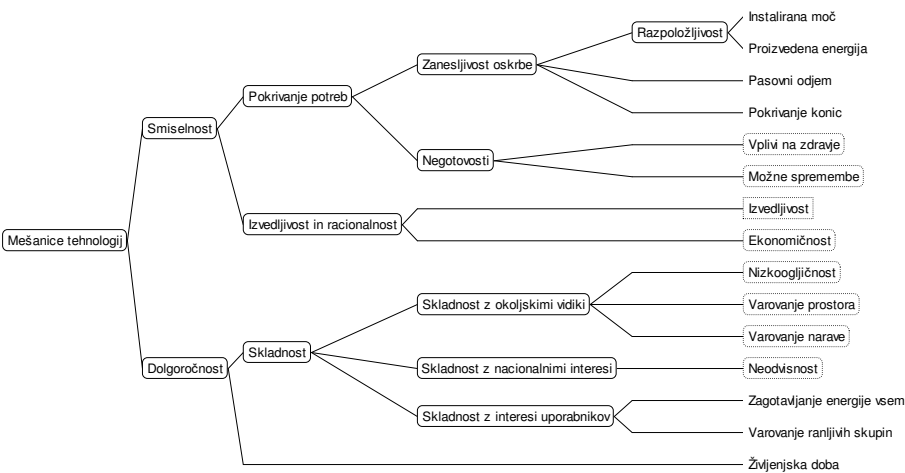
Rezultati vrednotenja tehnologij

Hidro:	manj ustr – zelo ustr
Premog:	neustr
Kur.olje:	neustr
Plin:	še ustr – ustr
Jedrska:	še ustr – zelo ustr
Bio:	neustr
Sončna:	neustr
Vetrna:	neustr
Uvoz:	neustr

2. Vrednotenje mešanic tehnologij



2. Vrednotenje mešanic tehnologij



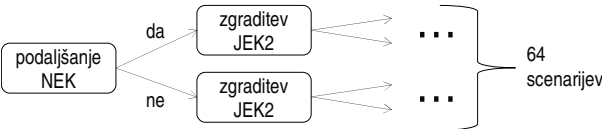
3. Vrednotenje scenarijev

Scenarij: Časovni potek odločanja oz. izvedbe rešitev

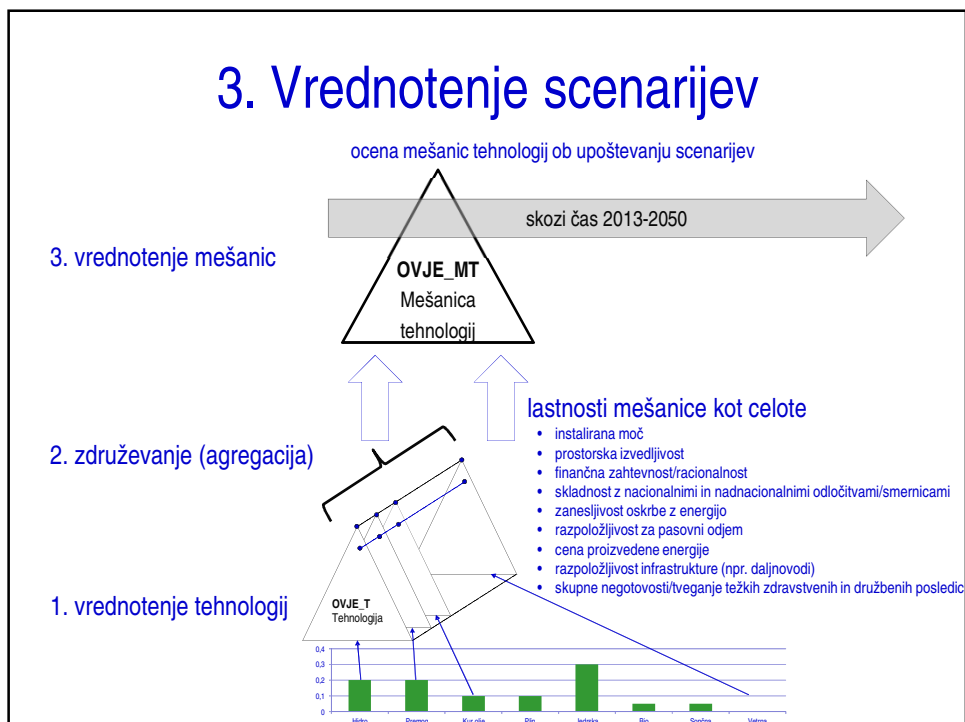
Scenarij je opredeljen z zaporedjem dogodkov

Dogodek: Realizacija enega od dveh možnih izidov

Dogodek	Leto
Ustavitev TEŠ5 2027 (namesto 2023)	2027
Ne podaljšamo NEK	2023
Zgraditev JEK2	2025
HE Srednja Sava	2035
HE Spodnja Sava	2025
Plinske elektrarne	2025

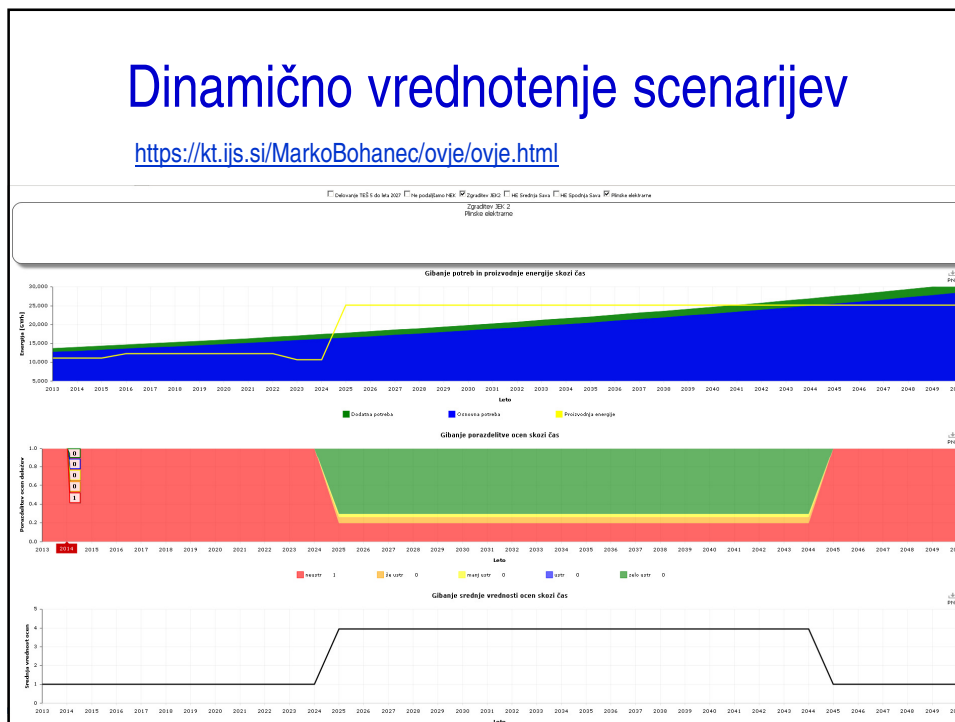


3. Vrednotenje scenarijev



Dinamično vrednotenje scenarijev

<https://kt.ijs.si/MarkoBohanec/ovje/ovje.html>



Sprememba terapije pri parkinsonovi bolezni

Marko Bohanec, et al. (2018) A decision support system for Parkinson disease management: Expert models for suggesting medication change, *Journal of Decision Systems*, 27:sup1, 164-172, DOI: 10.1080/12460125.2018.1469320
Mileva Boshkoska, et al.: Decision support for medication change of Parkinson's disease patients. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 196, 105552., 2020.

Projekt PD_manager



PD_manager: *mHealth platform for Parkinson's disease management*

Projekt Evropske skupnosti, program Horizon 2020



Trajanje: 2015-2018

Sodeluje 11 partnerjev iz Italije, Grčije, Velike Britanije, Španije, Nemčije in Slovenije

Koordinator:

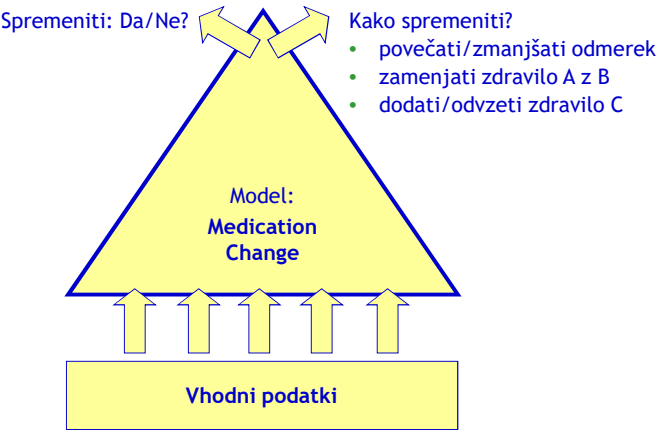
Institut Jožef Stefan, Odsek za tehnologije znanja
dr. Dragana Miljković



Druga dva slovenska partnerja:

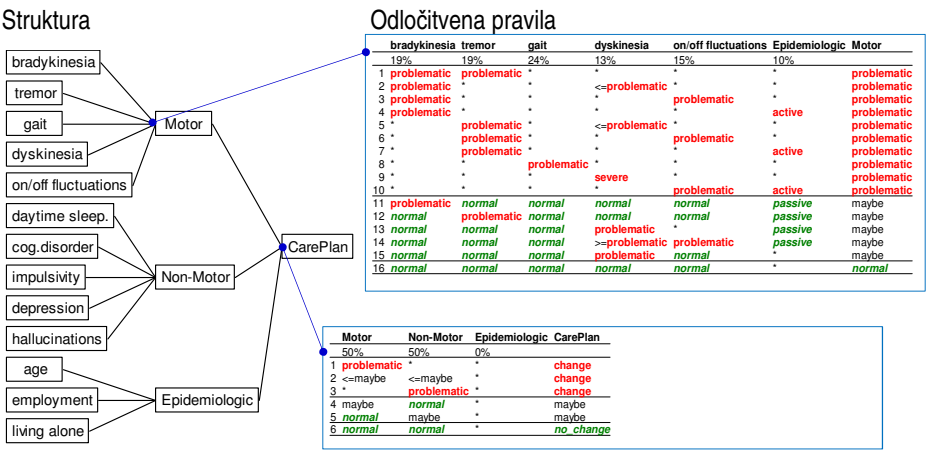
Institut Jožef Stefan, Odsek za računalniške sisteme
Univerzitetni rehabilitacijski institut RS - Soča

Modeli za svetovanje o spremembi terapije



Vhodni podatki:
Vsi podatki o pacientu, ki so na voljo v sistemu PD_manager
v določeni časovni točki.
Pretežno so to obdelani podatki o simptomih in njihovi zgodovini.

Odločitvena pravila: Model B



Uporaba modelov

Kot opozorilo,
oznaka



Z razlago: pregledovanje v globino

Attribute	Model A	Model B	Model C
CarePlan	maybe	change	change
Motor	maybe	problematic	problematic
bradykinesia	normal	normal	normal
tremor	normal	normal	normal
gait	problematic	problematic	problematic
dyskinesia	problematic	problematic	problematic
on/off fluctuations	normal	normal	normal
Epidemiologic	[not used]	passive	passive
Non-Motor	normal	problematic	problematic
daytime sleep.	normal	normal	normal
cog.disorder	normal	normal	normal
impulsivity	normal	normal	normal
depression	problematic	problematic	problematic
hallucinations	normal	normal	normal
Epidemiologic	[not used]	passive	passive
Epidemiologic	passive	passive	passive
Epidemiologic	passive	passive	passive
age	older	older	older
employment	unemployed	unemployed	unemployed
living alone	no	no	no
disease duration	[not used]	long	long

Informacijski sistem za zdravnika

University of Ioannina

Initial diagnosis

Current symptoms

Comorbidities

Fluctuations

Dyskinesia

Time spent with dyskinesia

Time spent with off

Average Gait UPDRS

Number of FOG events per day

MedicationChange

Motor Response Complications

Symptoms

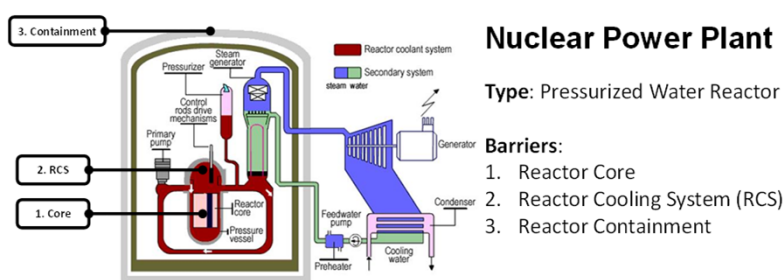
CHANGE

change

Podpora odločanju pri resnih nezgodah v nuklearnih elektrarnah

Bohanec, M., Vrbanić, I., Bašić, I., Debelak, K., Štrubelj, L.: A decision-support approach to severe accident management in nuclear power plants.
Journal of Decision Systems, 2020.

Severe Accidents in NPP



Severe accident: Rare circumstances that can cause:

- Severe core degradation
- Damage to the nuclear fuel, vessel and/or containment
- Release of radioactivity to the environment

Severe Accident Management:

- by *Technical Support Center*
- according to *Severe Accident Management Guidelines*

Prototipni program Severa

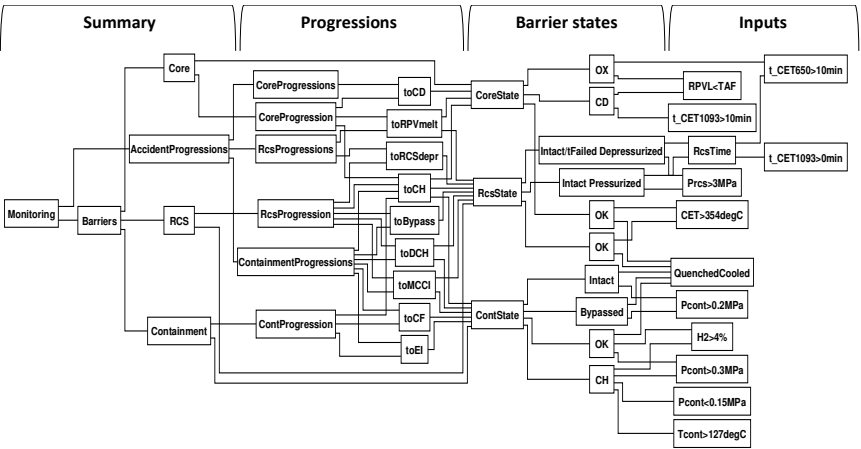
A DSS for Severe Accident Management in Nuclear Power Plants



Interpretacija, diagnostika, napovedovanje

MONITORING and INTERPRETATION								DIAGNOSIS					PROGNOSIS	
8 System Parameters								Barrier States					Progress	
Input Parameters Current State Actions Systems User Input Evaluation Test														
🔍 New 📄 Load 💾 Save ⚙️ View Settings ➕ + ➖ -														
Time [min]	CET [°C]	SGL [%]	RPVL [%]	Prcs [MPa]	Pcont [MPa]	TCont [°C]	Locont [h]	H2 [%]	SAGs	Seq Type	Core State	RCS State	Cont State	Possible Progressions
90	354	0.0	67.2	17.03	0.153	76	11	0.00			OK	OK	OK	
100	354	0.0	56.5	17.11	0.176	84	11	0.00			OK	OK	OK	
110	423	0.0	37.1	17.06	0.178	85	12	0.00			OK	OK	OK	
120	677	0.0	27.5	17.06	0.173	82	12	0.00	1, 2, 3	High	OK	OK	OK	
130	1074	0.0	23.8	17.06	0.168	80	14	0.00	1, 2, 3	High	OK	OK	OK	
140	1736	0.0	20.3	17.07	0.163	86	14	0.01	1, 2, 3	High	OK	IP	OK	CD, RCSdepr, CH, DCH, Bypass
150	1525	0.0	13.1	17.15	0.189	87	14	0.03	1, 2, 3	High	OK	IP	OK	CD, RCSdepr, CH, DCH, Bypass
160	1419	0.0	13.1	17.23	0.196	83	14	0.03	1, 2, 3	High	CD & OK	IP	OK	RPVleak, RCSdepr, CH, DCH, Bypass
170	1531	0.0	12.5	17.20	0.195	89	14	0.03	1, 2, 3	High	CD & OK	IP	OK	RPVleak, RCSdepr, CH, DCH, Bypass
180	1612	0.0	9.0	17.09	0.194	89	14	0.03	1, 2, 3	High	CD & OK	IP	OK	RPVleak, RCSdepr, CH, DCH, Bypass
190	607	0.0	6.6	16.44	0.189	87	14	0.03	1, 2, 3	High	CD & OK	IP	OK	RPVleak, RCSdepr, CH, DCH, Bypass
200	179	0.0	33.0	0.30	0.234	113	14	0.03	1	Low	CD & OK	IPD	OK	RPVleak, CH, MCCI
210	1615	0.0	16.3	0.28	0.204	111	14	0.03	1, 3	Low	CD & OK	IPD	OK	RPVleak, CH, MCCI
220	1747	0.0	12.7	0.27	0.274	109	14	0.03	1, 3	Low	CD & OK	IPD	OK	RPVleak, CH, MCCI
230	1843	0.0	11.4	0.27	0.265	107	14	0.02	1, 3	Low	CD & OK	IPD	OK	RPVleak, CH, MCCI

Eden od modelov DEX v Severi



Eden od modelov DEX v Severi

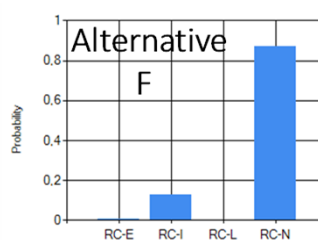
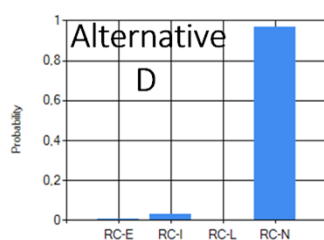
[illegible]

Severa

A DSS for Severe Accident Management in Nuclear Power Plants



Vrednotenje alternativ (aktivnosti za zmanjšanje posledic nesreče)



RC-E: Early release (hours)
RC-I: Intermediate (~ 1 day)
RC-L: Late (several days)
RC-N: Long-term concern

Izkušnje (1/2)

- DEXi se je uveljavil za pomoč pri odločanju na številnih področjih doma in v tujini ...
- ... in pri izobraževanju na gimnazijah in univerzah.
- Kaj ponuja?
 - modeli vrednotenja, razviti na osnovi ekspertnega znanja, kjer prevladuje presoja
 - preprostost, "lahkotnost", relativno hiter razvoj modelov
 - možnost integracije različnih področij (npr. ekologija in ekonomija)
 - podpira komuniciranje med eksperti
 - rezultat razvoja modelov: *eksplicitno formulirano znanje s problemskega področja* ter možnost *vrednotenja* in *analize* odločitvenih alternativ
 - možnost realizacije orodij (sistemov) za podporo pri odločanju (namenski programi, spletne storitve)

Izkušnje (2/2)

- Slabosti, pasti, problemi:
 - modeli so kvalitativni, torej tudi nenatančni, približni
 - možna je (pre)slaba ločljivost modela
 - "plitva" (vzročno-posledična) pravila, brez globljih zakonitosti modeliranega sistema
- Omejitve programa DEXi: (izboljšave DEXiWin)
 - težavno obravnavanje pravih hierarhičnih modelov
 - slabše podprto povezovanje z zbirkami podatkov
 - podpira le kvalitativne spremenljivke, ne pa tudi numeričnih
 - omejitve pri izražanju nepopolnega in nenatančnega znanja oz. podatkov (npr. verjetnostne porazdelitve)
- Potrebe po razširitvi metodologije ter razvoju splošnih in namenskih orodij