

**Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта
хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система**

**Др Светлана Стевовић, дипл. грађ. инж.
Редовни професор**

„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“

Постојеће методе

Оптимизационе техно-економске анализе

Последица

50 000 000 \$

изгубљено

50г

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**

**МЕТОДЕ КОЈЕ СУ У ФУНКЦИЈИ
ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА:**

- ЕКОНОМСКИ
- СОЦИЈАЛНИ
- КУЛТУРНИ
- ЕКОЛОШКИ ФАКТОР

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**

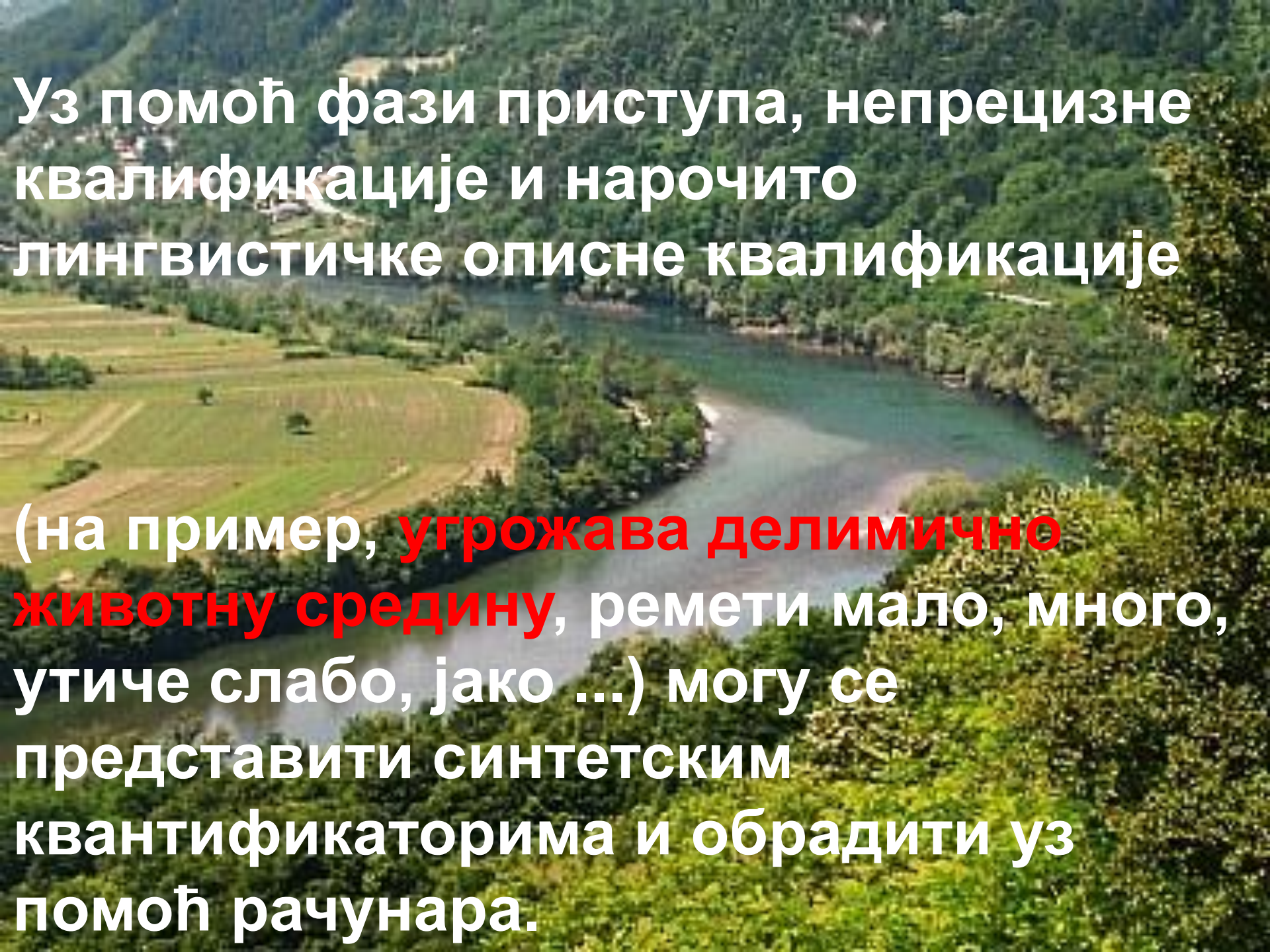
- **Фази логика**
- **Неуронске мреже**
- **Експертски системи**
- **Методе ОИ (вишекр. анализе, м. ЕЛЕКТРЕ, м. ПРОМЕТЕЈ, лин. и нелин. програмирање)**
- **Методе квантификовања утицаја на животну средину (Делфи метод, м. синтетског квантификатора)**

„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“

- **ФАЗИ ЛОГИКА - Нови фази поглед на свет**
- У раду **»Фази скупови«**, који је професор Lotfi Zadeha са Универзитета у Берклију објавио 1965. године у престижном међународном часопису **»Информационе науке«**, први пут се у свету науке и технологије појавила реч **»фази«**.

„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“

- Фази и неуро технологије доживеле су прави бум у Јапану и захваљујући својој наглашеној практичности и новом приступу решавања проблема **у инжењерској пракси**, шире се међу математичарима, филозофима, научницима, менаџерима и инжењерима.



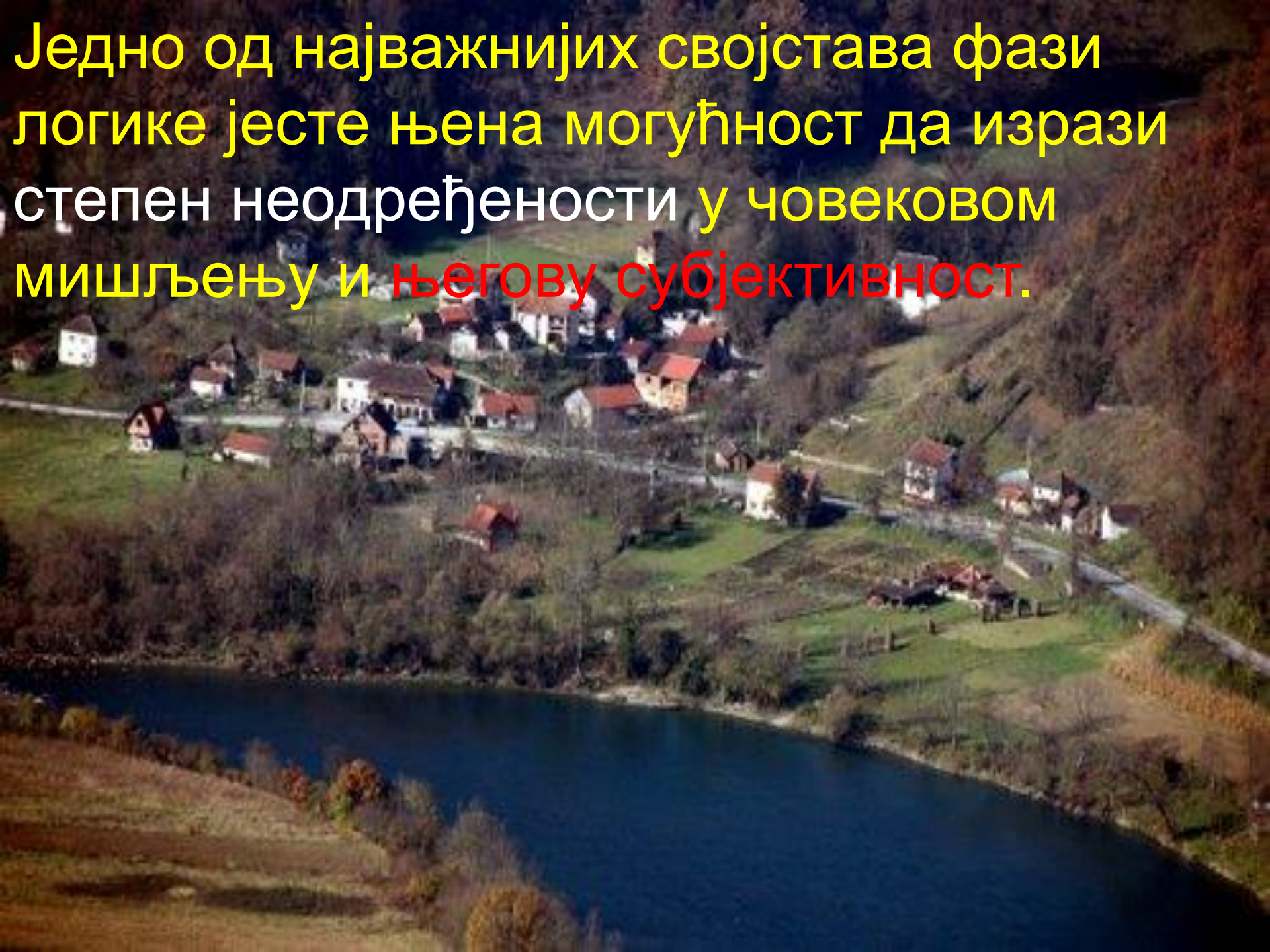
Уз помоћ фази приступа, непрецизне квалификације и нарочито лингвистичке описне квалификације

(на пример, **угрожава делимично животну средину**, ремети мало, много, утиче слабо, јако ...) могу се представити синтетским квантификаторима и обрадити уз помоћ рачунара.

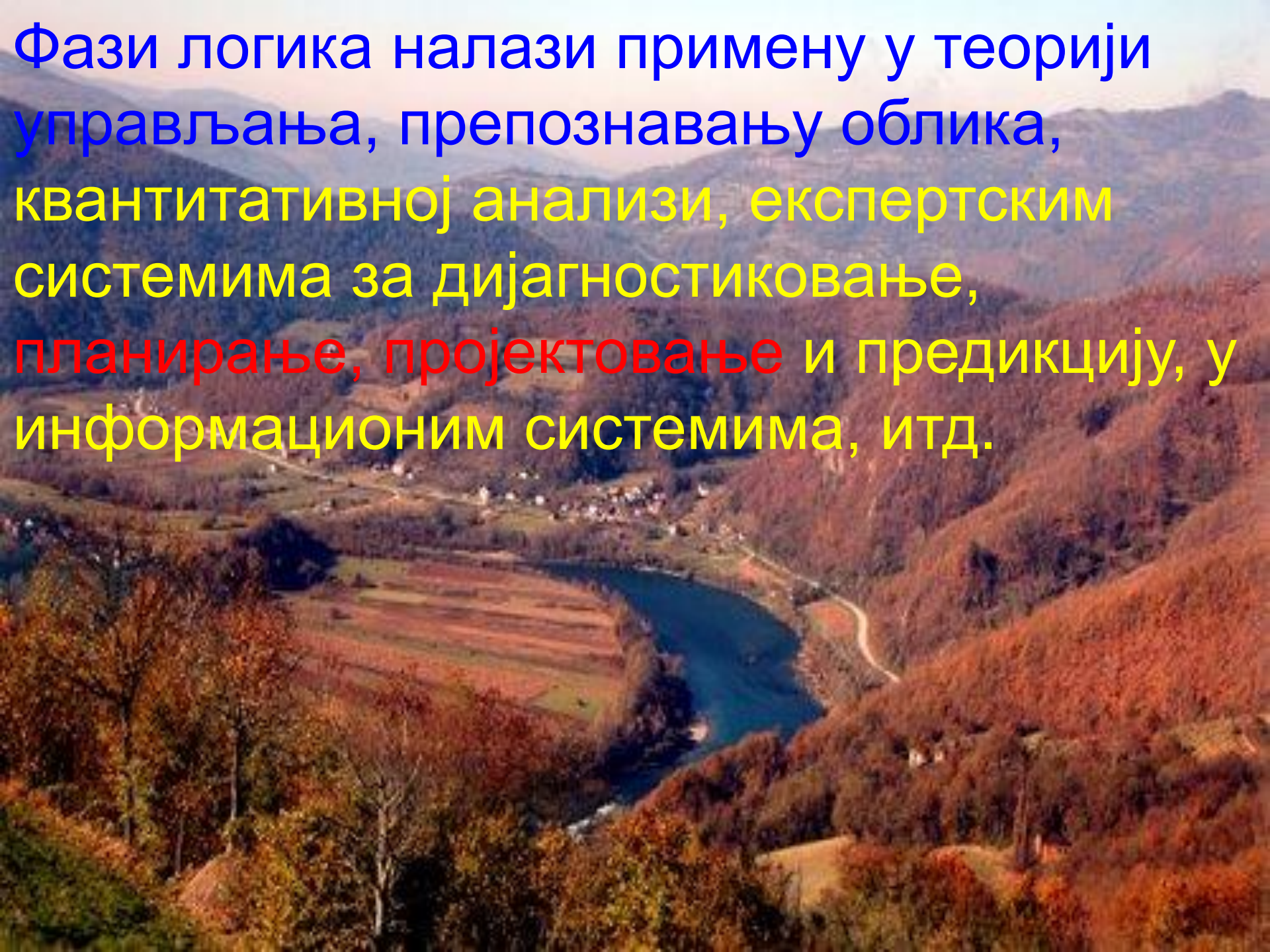
www.djina-reka.com

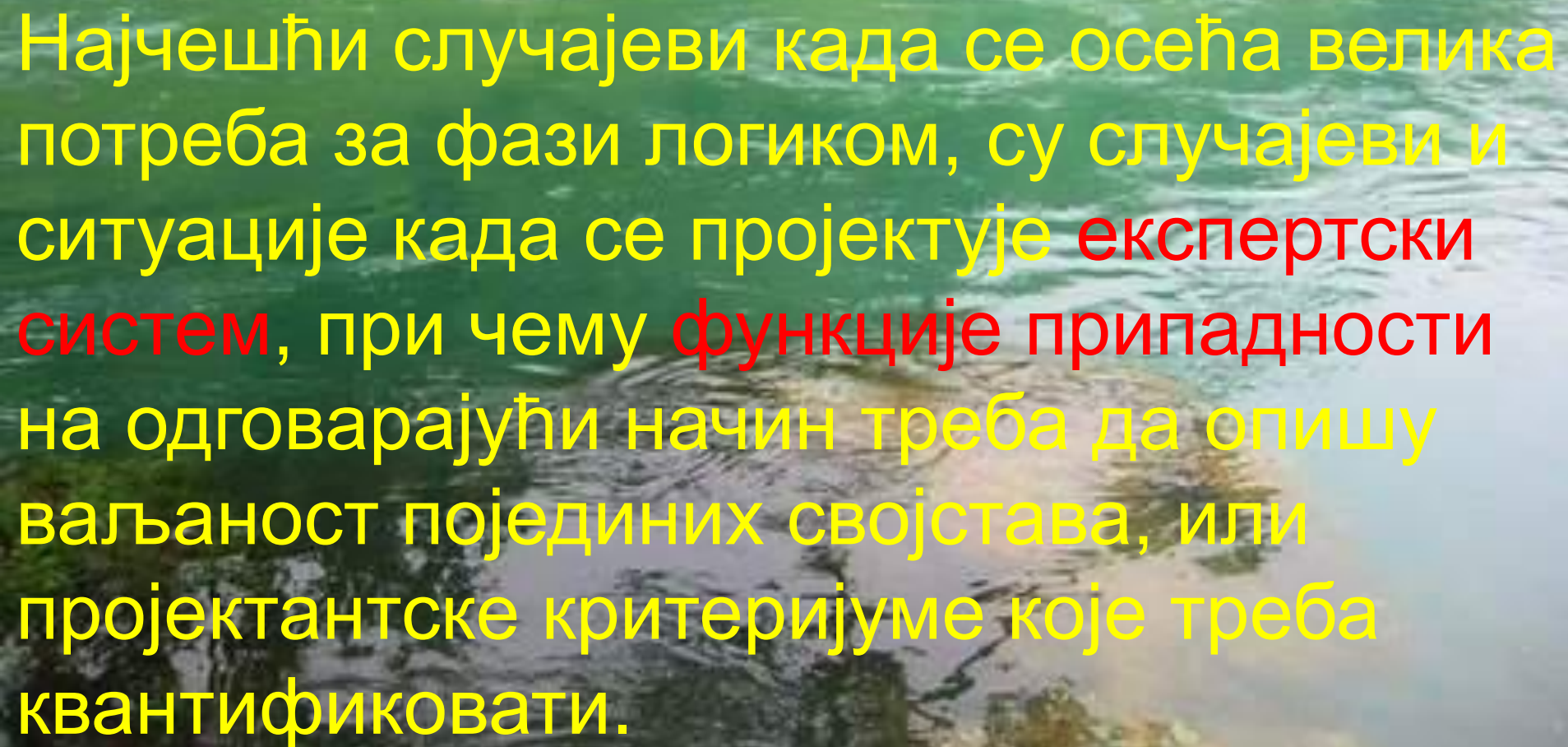
- На тај начин се од неуронских мрежа, генетичких алгоритама, теорије стабилности, препознавања облика и математичког програмирања, могу добити фази неуронске мреже, фази генетички алгоритми, фази препознавање облика, фази теорија стабилности и фази математичко програмирање и одлучивање.

Једно од најважнијих својстава фази
логике јесте њена могућност да изрази
степен неодређености у човековом
мишљењу и његову субјективност.



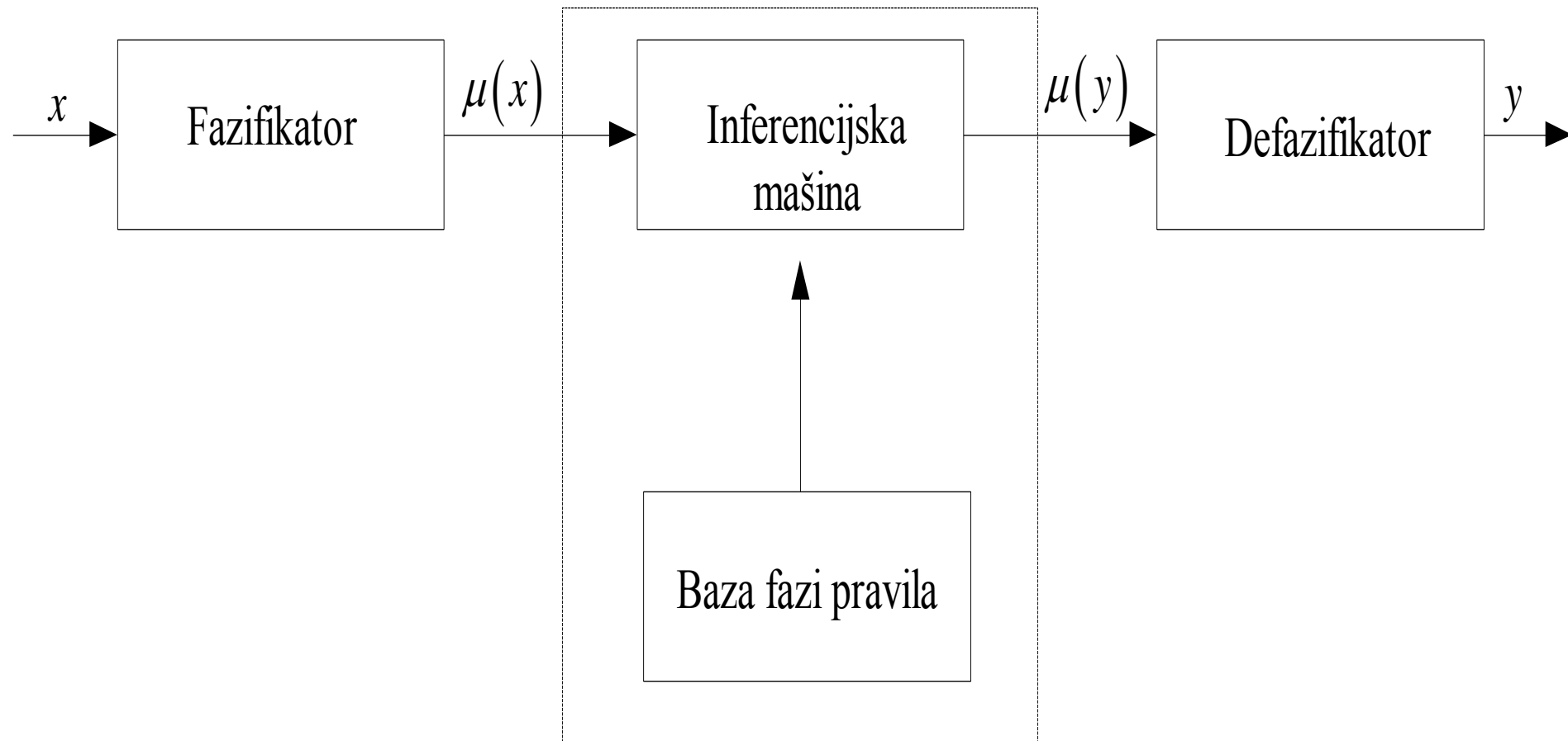
Фази логика налази примену у теорији управљања, препознавању облика, квантитативној анализи, експертским системима за дијагностиковање, планирање, пројектовање и предикцију, у информационим системима, итд.

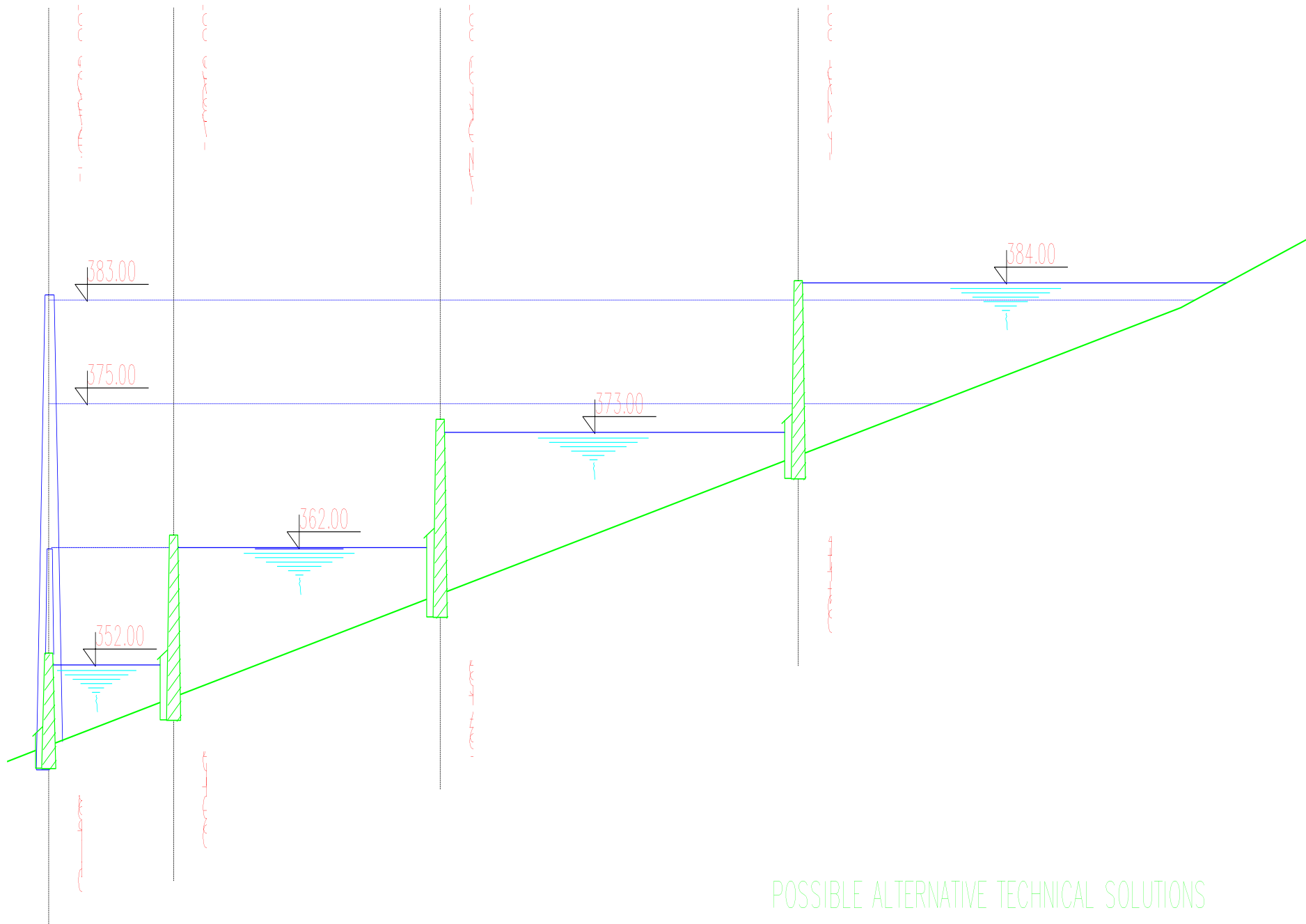




Најчешћи случајеви када се осећа велика потреба за фази логиком, су случајеви и ситуације када се пројектује **експертски систем**, при чему **функције припадности** на одговарајући начин треба да опишу ваљаност појединих својстава, или пројектантске критеријуме које треба квантификовати.

Структура експертског система за избор оптималног концепта пројектовања





POSSIBLE ALTERNATIVE TECHNICAL SOLUTIONS

	Гор. 383	Гор. 375	Гор. 362	Гор. 352	Садба 362	Устик. 373	Паунци 384
Q_i (m^3 / s)	500	500	450	450	450	450	450
H (m)	35.8	27.8	15	5	9.5	10	10.6
N_i (MW)	166.5	130.8	61.5	20.7	43.2	43.2	43.2
$E_{\text{сод}}(\text{GWh/g.})$	501.7	407.2	223.8	73.2	140.4	147.4	156.3
$E_{\text{врсно}}(\text{GWh/g.})$	308.3	251.1	126.3	41.3	79.2	83.2	88.2
<i>Инвестиције</i> (mil. \$)	302.7	246.3	105.2	79.5	79.5	77.8	85.5
В/С	1.57	1.53	1.73	0.74	1.44	1.5	1.45
<i>Инв. кол.</i> (\$/kWh)	0.603	0.605	0.47	1.084	0.566	0.528	0.547
<i>Спец. инв.</i> (\$/kW	1.818	1.881	1.711	3.842	1.841	1.801	1.98

Нормализационе вредности фактора разних улазних варијабли

Улазна величина	Максимална вредност	Минимална вредност	Нормализована варијабла
V=Вршност постројења (GWh/god)	41.3	308.3	$x_1 = \frac{V - 41.3}{308.3 - 41.3}$
B/C количник	0.74	1.73	$x_2 = \frac{B/C - 0.74}{1.73 - 0.74}$
ИК=Инвестициони количник (\$/kWh)	0.47	1.084	$x_5 = \frac{PI - 1}{5 - 1}$
УЕ – утицај на животну средину (објективна оцена)	1	5	$x_4 = \frac{UE - 1}{5 - 1}$
ПИ – политичко историјски фактор (објективна оцена)	1	5	$x_5 = \frac{PI - 1}{5 - 1}$

„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“

- **Функција припадности**, за лингвистичку варијаблу, средња вршност гласи:

$$\mu_1^1(x) = \exp\left(-0.5 \frac{x^2}{0.4^2}\right)$$

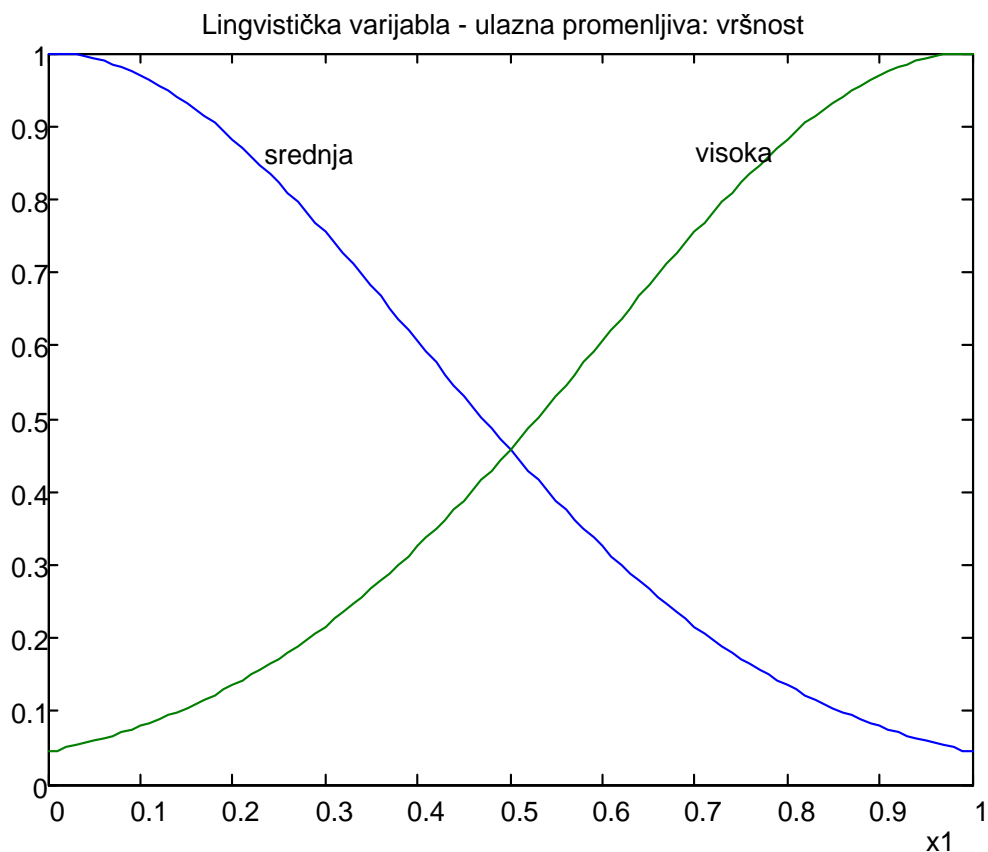
„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“

- **Лингвистичкој варијабли** „висока
вршност“ придружује се функција
припадности:

$$\mu_1^2(x) = \exp\left(-0.5 \frac{(x-1)^2}{0.4^2}\right)$$

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**

- **Функције припадности, које представљају вршност хидроенергетског постројења:**



Утицај на животну средину
Аналитичке вредности функција
припадности :

Неприхватљив

$$\mu_5^1(x) = e^{-0.5\left(\frac{x}{0.4}\right)^2}$$

Прихватљив

$$\mu_5^2(x) = e^{-0.5\left(\frac{x-1}{0.4}\right)^2}$$

СКУП ФАЗИ ПРАВИЛА ЕКСПЕРТСКОГ СИСТЕМА

Правило број	Садржај правила	Тежина
1	Ако (вршност је осредња) онда (бонитет је s5)	0.8
2	Ако (вршност је висока) онда (бонитет је s7)	0.8
3	Ако (В/С је нерентабилно) онда (бонитет је s1)	1.0
4	Ако (ист.-полит. фактор је лош) онда (бонитет је s4)	1.0
5	Ако (ист.-пол. фактор је добар) онда (бонитет је s8)	1.0
6	Ако (утицај на ж. ср. је лош) онда (бонитет је s2)	1.0
7	Ако (утицај на ж. ср. је добар) онда (бонитет је s6)	1.0
8	Ако (В/С је рентабилно) онда (бонитет је s9)	1.0
9	Ако (USD/kWh је супер) онда (бонитет је s10)	1.0
10	Ако (USD/kWh је скупо) онда (бонитет је s3)	1.0

П Р А В И Л А

УЛАЗНЕ ПРОМЕНЉИВЕ		БОНИТЕТ		ТЕЖИНСКИ КОЕФ.
ВРСТА	КВАЛИТЕТ	ОПИСНО	КВАНТИТАТИВНО	
Вршност	осредња	усл. неприхватљиво	0,3	0.8
	висока	усл. прихватљиво	0,7	
Б/Ц	рентабилно	усл. прихватљиво	0,7 0,8 0,9	1
	нерентабилно	неприхватљиво	0,05	
\$/кWh	прихватљиво	усл. прихватљиво	0,95 0,65 0,12	1
	скупо	неприхватљиво	0,10	
Истор. пол. фактор	нерешив	неприхватљив	0,15	1
	добар	прихватљив	0,75	
Заштита животне средине	лош	неприхватљив	0,07	1
	прихватљив	прихватљив	0,6	

ХЕ објекат за обучавање ЕКСП. СИСТЕМА	Укупни бонитет
Горажде 383	0,638
Горажде 375	0,659
Горажде 362	0,717
Горажде 352	0,394
Садба 362	0,726
УстикOLIна 373	0,725
Паунци 384	0,724
Козлук	0,584
Дрина I	0,726
Дрина II	0,714
Дрина III	0,588

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ КОНЦЕПТА ОПТИМУМА ЕКСПЕРТСКОГ СИСТЕМА ЗА ПОТЕЗ ФОЧА-ГОРАЖДЕ

Могуће алтернативе	Укупни бонитет
Алтернатива А	0,532
Алтернатива Б	0,514
Алтернатива Ц	0,707
Алтернатива Д	0,533
Алтернатива Е	0,714
Алтернатива Ф	0,724

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**

ОПТИМАЛНО РЕШЕЊЕ-Ф

Систем се састоји из три ХЕ:

- ХЕ Садба 362мнм,
- ХЕ Устиколина 373мнм и
- ХЕ Паунци 384мнм

Њихов бонитет је највећи 0,724

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**

Алтернатива Е - бонитет 0,714

- ХЕ Горажде 362мнм,
- ХЕ Устиколина 373мнм и
- ХЕ Паунци 384мнм

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**

Алтернатива Ц бонитет 0,707:

ХЕ Горажде 352,

ХЕ Садба 362 мнм,

ХЕ УстикOLIна 373 и

ХЕ Паунци 384мнм

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**

Закључци:

- експертски систем на примеру од 11 различитих ХЕ објеката је исправно »обучен«,
- избор 5 (пет) релевантних улазних вар. је довољно репрезентативан и валидан за избор оптимума
- дефинисаних 10 (десет) интерактивних правила, реално су одразили функционалне зависности улазних променљивих и бонитета,
- тежински коефицијенти су тачно одразили значај и утицај припадајућих функција улазних променљивих на бонитет.

**„Енергетска ефикасност
при избору оптималног концепта хидротехничких конструкција
применом фази логике и експертских система“**



ХВАЛА НА ПАЖЊИ