

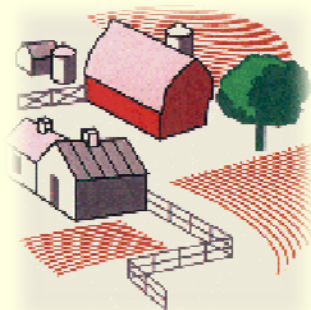


Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

Dnevi slovenske informatike 2011

IZZIVI INFORMATIKI IN METODAM ZA PODPORO ODLOČANJU PRI REŠEVANJU PROBLEMOV V KMETIJSTVU

Portorož, 18.-20. april 2011



**Jaka Žgajnar, Emil Erjavec,
Stane Kavčič, Lidija Zadnik Stirn**



Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

Modeliranje & interdisciplinarno sodelovanje



$$\text{Min } z = \sum_{g=1}^G \left(\frac{u_g p_g}{k_g} + \frac{v_g p_g}{k_g} \right) \quad g=1, \dots, G$$

$$s.t. \quad f_g(x) + n_g - p_g = b_g \quad g=1, \dots, G$$

$$x \in F$$

$$n_g, p_g \geq 0$$

$$\text{max } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{tako, da je}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i$$

$$x_j \geq 0$$

$$\min V = x' Q x$$

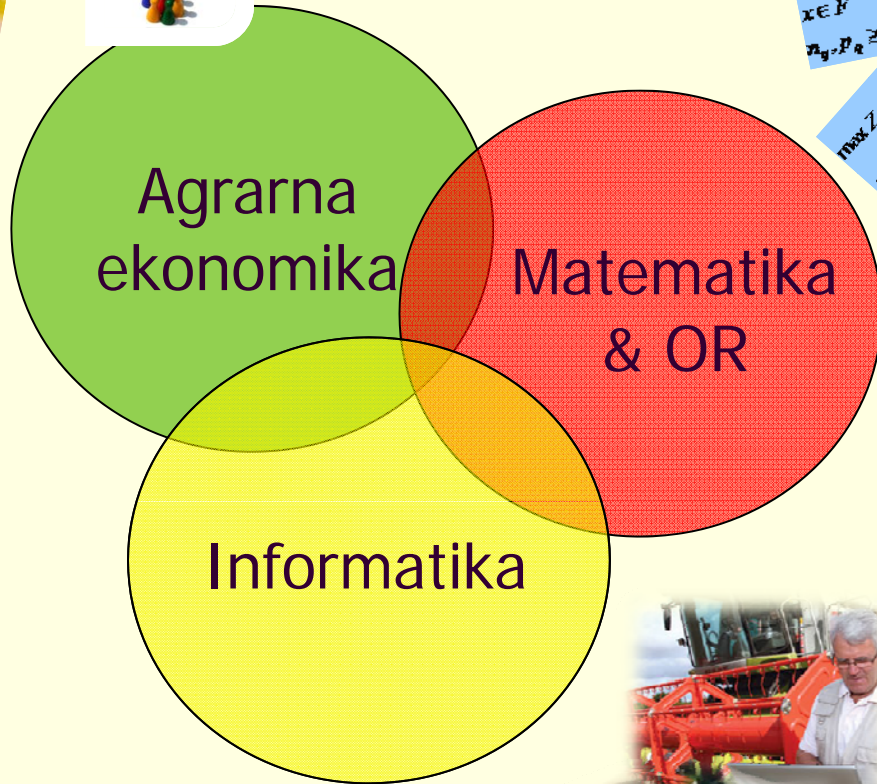
$$\alpha - F C = E I$$

$$r_A = \frac{2(E_{EY} - E_F)}{V_F - V_{EY}}$$

$$\alpha - F C = E I$$

$$A x \leq b$$

$$x \geq 0$$



REALNI SVET

MODELNI SVET





Opredelitev kmetijskega problema

- ⇒ Izzivi za agrarne ekonomiste
- ⇒ Večkriterijski pristop
 - ⇒ Vsakdanji problem zagotavljanja **stabilnega** dohodka (Gomez-Limon in sod., 2003)
 - ⇒ **Učinkovitejše** ter **večplastno** načrtovanje gospodarjenja
 - ⇒ Na **različnih ravneh** - zasledovanje **večjega** števila **ciljev**
 - ⇒ Dohodkovni cilji / tveganje
 - ⇒ +/- eksternalije
 - ⇒ Varovanje okolja
- ⇒ Vključevanje **tveganja**
 - ⇒ Nenehne spremembe:
 - ⇒ (notranje) kvalitete pridelkov, tehnologij, pogojev za pridelavo
 - ⇒ (zunanje) cen inputov, cen pridelkov, spremembe SKP
 - ⇒ Dejavniki tveganja:
 - ⇒ Velikost KMG / proizvodna struktura / odnos do tveganja / ...
- ⇒ Povečevanje **dodane vrednosti**
 - ⇒ Zniževanje stroškov & iskanje alternativ

PROIZVODNO T.

TRŽNO-CENOVNO T.

INSTITUCIONALNO T.



Opredelitev 'matematičnosti' problema

- ⇒ **Izziv metodam za podporo pri odločanju (matematiki)**
- ⇒ Problem načrtovanja (modeliranja) kmetijske proizvodnje:
 - ⇒ **Fizični odnosi** med inputi in outputi
 - ⇒ **Naravne danosti** KMG
 - ⇒ **Cene** inputov in outputov
 - ⇒ Kmetove **preference**
- ⇒ V osnovi gre za **alokacijski problem** razporejanja proizvodnih resursov
 - ⇒ Izbira aktivnosti – do kam členiti (?)
 - ⇒ Izbira tehnologije proizvodnje/prireje
- ⇒ Problem kvalitete **podatkov**
 - ⇒ Agregirani – sekundarni vir podatkov
 - ⇒ Povprečne vrednosti



Modeliranje odločanja in metode OR

- ⇒ MP → pomembno in široko uporabljeno orodje za analize v kmetijstvu in ekonomiki (Buyse in sod., 2007)
- ⇒ **Združevanje** neoklasične proizvodne **teorije** & modeliranja → predpostavlja ekonomsko optimalno vedenje DM
- ⇒ **Analiza procesov** in sam proces **odločanja**:
 - ⇒ mikro, mezo, makro raven
 - ⇒ taktično, operativno, strateško
- ⇒ **Prednosti modeliranja**
 - ⇒ Eksperimentiranje & učenje
 - ⇒ Podrobnejše poznavanje problema
 - ⇒ Izogibanje neracionalnim odločitvam
 - ⇒ Modeliranje novih okoliščin
 - ⇒ Iskanje možnih alternativ – razvojnih perspektivnosti
 - ⇒ Iskanje 'receptnih' rešitev



Opredelitev problema informatike

Izziv informatiki

- ⇒ Modeliranje in dostopnost modelov:
 - ⇒ Pomanjkljivo interdisciplinarno sodelovanje – ključen problem
 - ⇒ V preteklosti domena informatikov (\$)
 - ⇒ Visoki stroški & znanstveno-raziskovalne rešitve
 - ⇒ Elektronske preglednice
 - ⇒ Dostopnost
 - ⇒ Osnovna matematična algebra
 - ⇒ Za podporo pri odločanju & preproste analize
- ⇒ Kako pripraviti neposredno uporabne rešitve
 - ⇒ Priprava elektronskih orodij
 - ⇒ e-storitve (?!)
 - ⇒ gnojilni načrti, krmni obroki



Modeli na različnih ravneh kmetijstva

- ⇒ Med (že) razvitimi modeli najdemo:
 - ⇒ Reševanje **vsakodnevnih** optimizacijskih problemov
 - ⇒ Načrtovanje prehrane
 - ⇒ Načrtovanje gnojenja
 - ⇒ **Analizo** in **spremljanje** dogajanja na ravni KMG
 - ⇒ Iskanje možnosti povečevanja dodane vrednosti primarne proiz.
 - ⇒ Iskanje optimalnih tržnih poti
 - ⇒ Spremljanje vplivov SKP
 - ⇒ Analiza tveganja in večkriterijskega odločanja



Modeliranje odločanja in metode OR



Modeliranje odločanja in metode OR - LP

- ⇒ V literaturi najdemo številne primere uspešne aplikacije:
 - ⇒ Načrtovanje **obsega ter intenzivnosti proizvodnje** na KMG (Berentsen in Giesen, 1995; Berentsen, 1999)
 - ⇒ Analiza **ekološko in ekonomsko** trajnostnega kmetovanja (Calker in sod., 2004)
 - ⇒ Analiza vplivov **SKP** (Breen in sod., 2005; Shrestha in sod., 2007; Ziolkowska, 2009)
 - ⇒ Načrtovanje **krmnih obrokov** - mešalni problem (Rehman in Romero, 1987; Lara in Romero, 1994; Žgajnar in sod., 2010)
- ⇒ Prednosti:
 - ⇒ Relativno enostavni modeli za reševanje
 - ⇒ Linearnost odnosov
- ⇒ Slabosti
 - ⇒ V določenih primerih linearnost prevelika **poenostavitvev**

$$\max Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

tako, da je

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad \text{za vse } i = 1 \text{ do } m$$

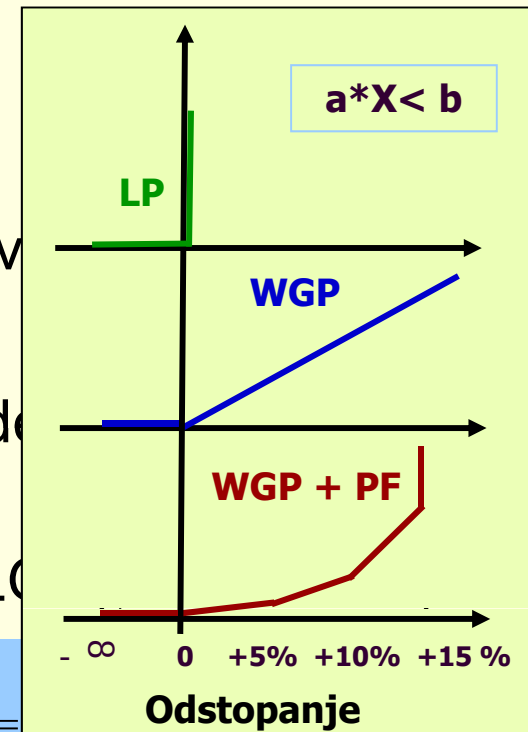
$$x_j \geq 0$$

LP



Modeliranje odločanja in metode OR - GP

- ⇒ Bistvene razlike med GP
 - ⇒ Namenska funkcija
 - ⇒ Matematična narava spremenljivk
 - ⇒ Kdaj se preference DM vključijo v reševanje
 - ⇒ Klasični GP / Novodobni GP
- ⇒ Namenska funkcija min. vsoto odstopanj d...
spremenljivk



- ⇒ Arhimedova (WGP), Ne-arhimedova (LGP)

- ⇒ Nadgrajevanje

⇒ odpr...
spre...

$$\text{Min } a = \sum_{q=1}^Q \left(\frac{u_q n_q}{k_q} + \frac{v_q p_q}{k_q} \right)$$

s.t.

⇒ omo...
inter...

$$f_q(x) + n_q - p_q = b_q \quad q = 1, \dots, Q$$

$$x \in F$$

$$n_q, p_q \geq 0$$

WGP

- ⇒ različnih oblik (V, U, S ...)

Min $a = \lambda$

$$f_q(x) + n_q - p_q = b_q$$

$$\frac{u_q n_q}{k_q} + \frac{v_q p_q}{k_q} \leq \lambda \quad q = 1, \dots, Q$$

$$x \in F$$

$$n_q, p_q \geq 0$$

ČGP

definiranja +/-



Modeliranje tveganja in metode OR

- ⇒ Tipi upravljanja s tveganjem: (I) Ukrepi na strani **DM** (II) v upravljanje se **vklučijo tudi drugi**
- ⇒ Max EU → splošnejša oblika E;V model (Escalante in Rejesus, 2008)
- ⇒ Osnovno idejo razvil Markowitz
- ⇒ Utemeljena uporaba:
 - ⇒ **Normalna porazdelitev** izhodnih spremenljivk
 - ⇒ Odločevalčeva funkcija koristnosti - **negativna eksponentna funkcija**
- ⇒ Osnovna ideja neposredna povezava med **E** in **V** → za večji dohodek moramo prevzeti tudi večje tveganje
- ⇒ S pomočjo **skupne variance** vpeljemo tveganje v ciljno funkcijo


$$\max E(U(x)) = E(x) - 0,5r_A V(X)$$



Modeliranje tveganja in metode OR

⇒ Krivulja proizvodnih možnosti

⇒ E;V pari

⇒ Izračunamo lahko na tri načine (QP, QCP, QP)

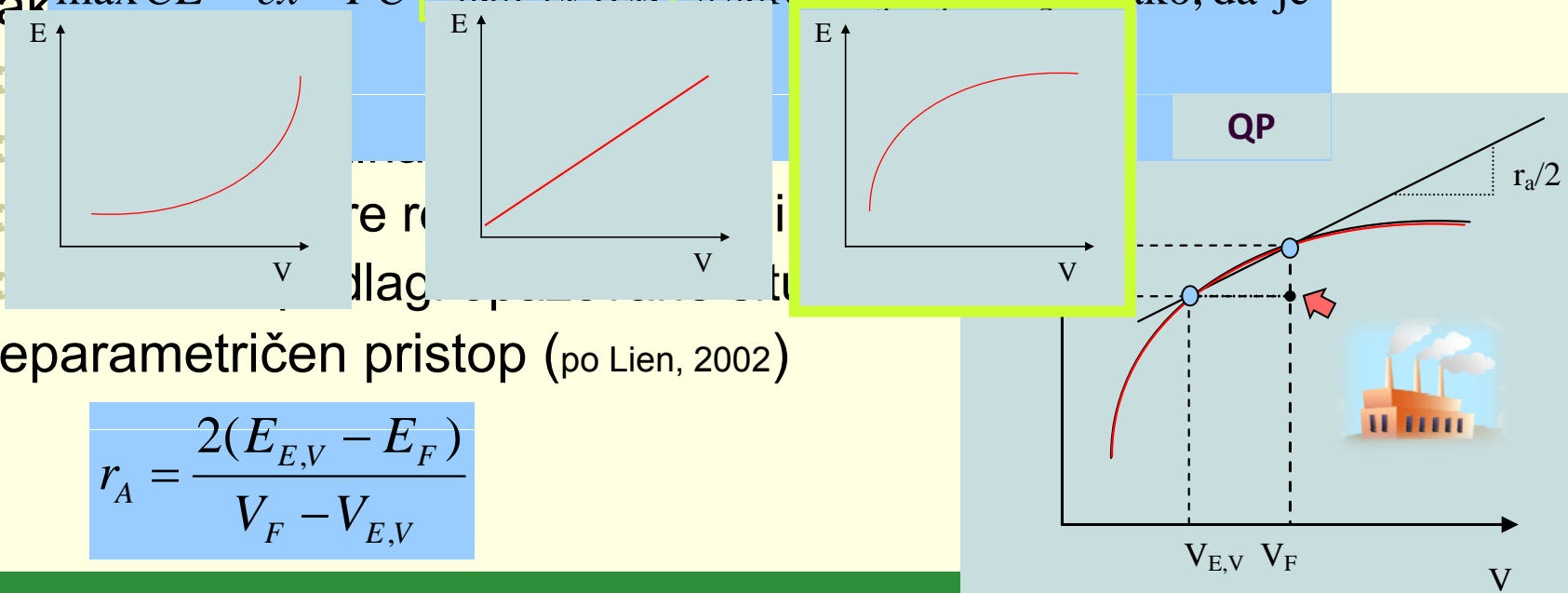
⇒ Merje **Markowitzov pristop** $\min V = x'Qx$; tako, da je **Freundov pristop** $\max EI = cx - FC$ tako, da je

⇒ Kako $cx - FC = EI$, s spreminjanjem EI $x'Qx = V$, s spreminjanjem V (na)

⇒ Lir $Ax \leq b$ $Ax \leq b$

⇒ $x \geq 0$ $x \geq 0$ (vna)

⇒ Kako $\max CE = cx - FC - 0.5r_A x'Qx$ s spreminjanjem r tako, da je



⇒ Neparametričen pristop (po Lien, 2002)

$$r_A = \frac{2(E_{E,V} - E_F)}{V_F - V_{E,V}}$$



Primer aplikacije

- Primer aplikacije za večkriterijsko analizo načrtovanja proizvodnje v razmerah tveganja



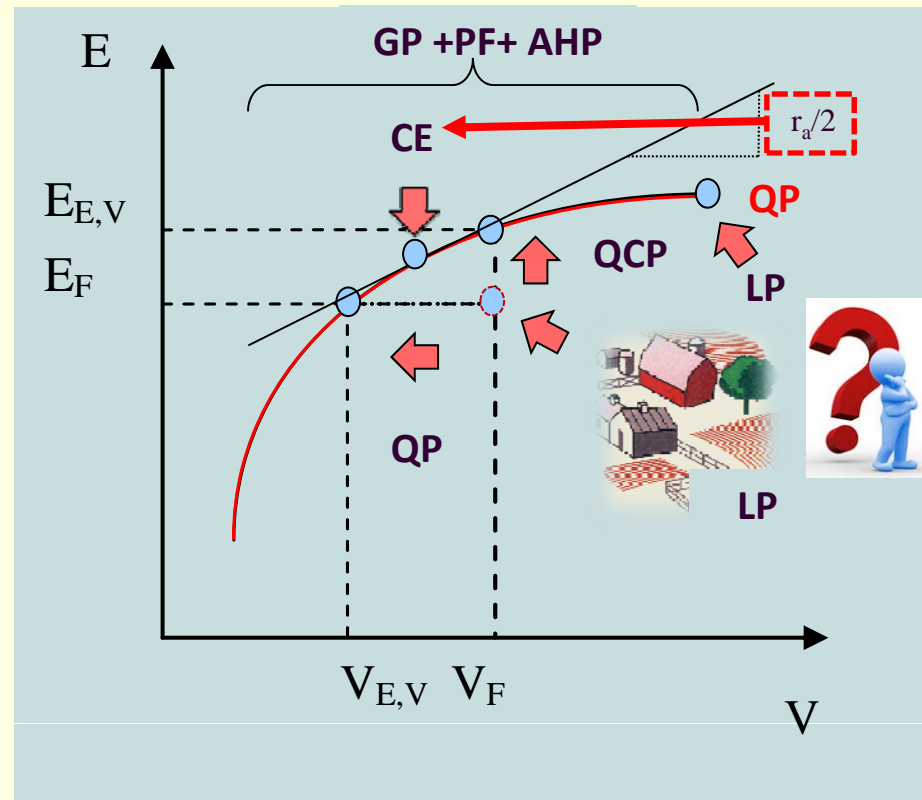
Primer orodja za večkriterijsko analizo v razmerah tveganja

- ⇒ Modularno orodje – načrtovanje kmetijske proizvodnje:
 - ⇒ Večkriterijska analiza
 - ⇒ Tveganje
 - ⇒ Analize & podpora pri odločanju
- ⇒ Izhodišče
 - ⇒ Sekundarni vir podatkov
 - ⇒ Avtomatizacija načrtovanja
 - ⇒ Testirano na hipotetičnih tipih KMG
- ⇒ Razvito v MS Excelu
 - ⇒ Odprt sistem – prilagajanje
 - ⇒ Zmogljivejši reševalec - Premium Slover



Primer orodja za večkriterijsko analizo v razmerah tveganja

- ⇒ Povezovanja različnih metod s področja OR
- ⇒ Iskanje možnosti za izboljšanje učinkovitosti proizvodnje



Project - VBAProject

(General) fiksiraj_izbrane_aktivnosti

```
Sheets("OPT_NUTR_LP").Select

Range("$G$101:$" & List21.Range("a99") & "$103").Select
Selection.Copy
Range("A301").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=True
'kopira poznane vrednosti aktivnosti

Range("$G$107:$" & List21.Range("a99") & "$107").Select
Selection.Copy
Range("G301").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=True

Range("$G$106:$" & List21.Range("a99") & "$106").Select
Selection.Copy

Range("D301").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=True
Range("G299").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R107C"
Range("G299").Select

Selection.AutoFill Destination:=Range("$G$299:$" & List21.Range("a99") & "$299"), Ty
'Selection.AutoFill Destination:=Range("G299:BT299"), Type:=xlFillDefault
Range("$G$299:$" & List21.Range("a99") & "$299").Select
Selection.Copy
Range("e301").Select
```

Module24
Module25
Module26
Module27
Module28
Module29
Module3
Module30
Module31
Module32
Module33
Module34
Module35
Module36

Properties - Module25

Module25 Module

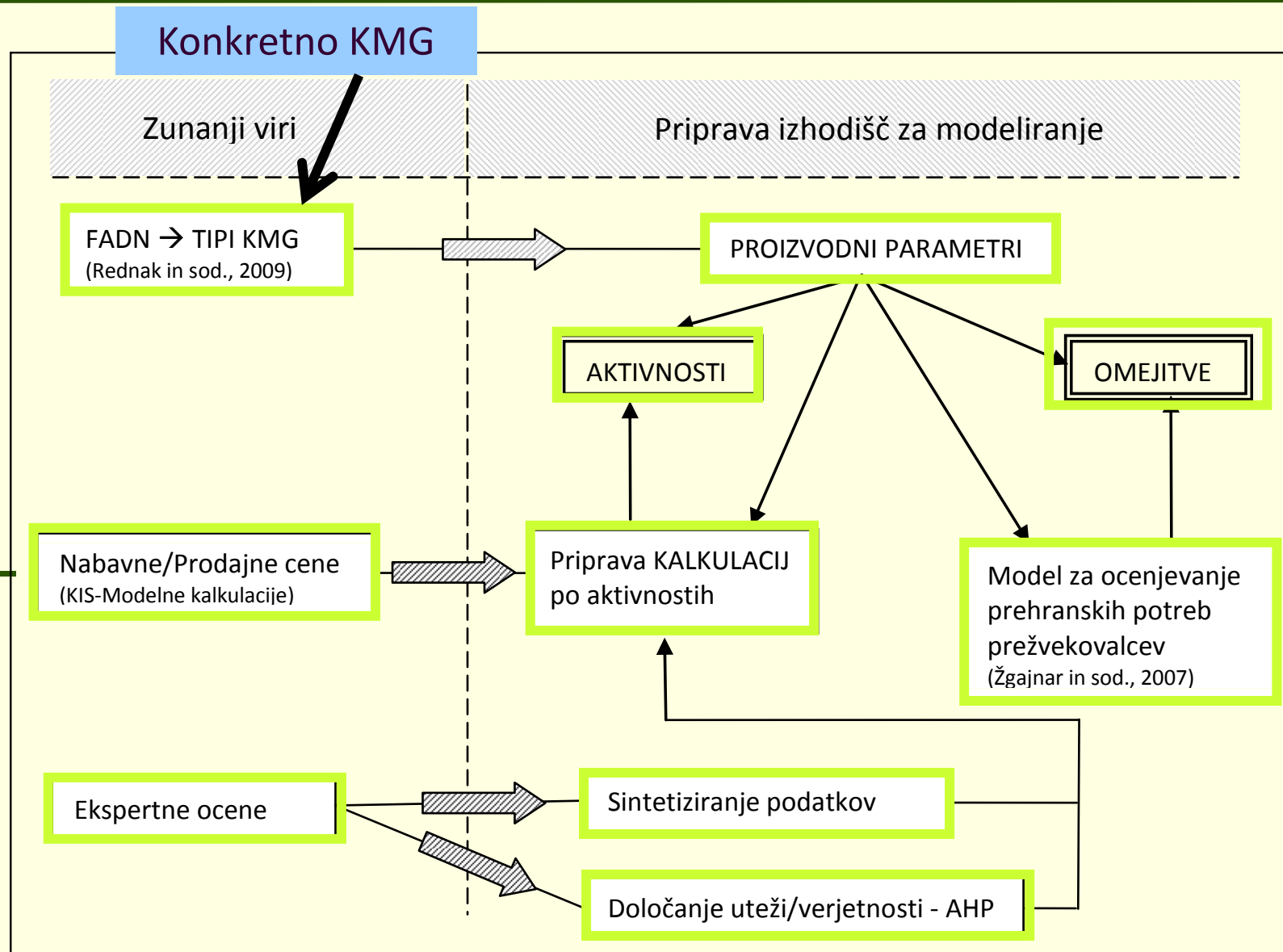
Alphabetic Categorized

(Name) Module25



Pod-modul za pripravo skupnih izhodišč & kalkulacij

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta





Pristop in priprava podatkov

⇒ Ključen pristop

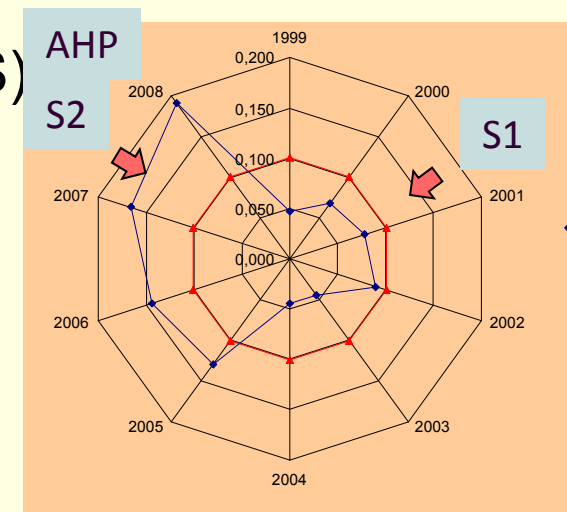
- ⇒ Modeliranje za obdobje enega leta
- ⇒ Temeljimo na EI
- ⇒ Ni investicijskih aktivnosti
- ⇒ Na ravni aktivnosti → EGM (1, 2 in 3)
- ⇒ Tveganje → variance & kovariance

$$GM_{ij} = E(GMs_j) + \{GMh_{ij} - E(GMh_j)\} \frac{\sigma(GMs_j)}{\sigma(GMh_j)}$$

$$EGM_A = \sum_{k=1}^n p_k GM_{A,k}$$

⇒ Priprava podatkov

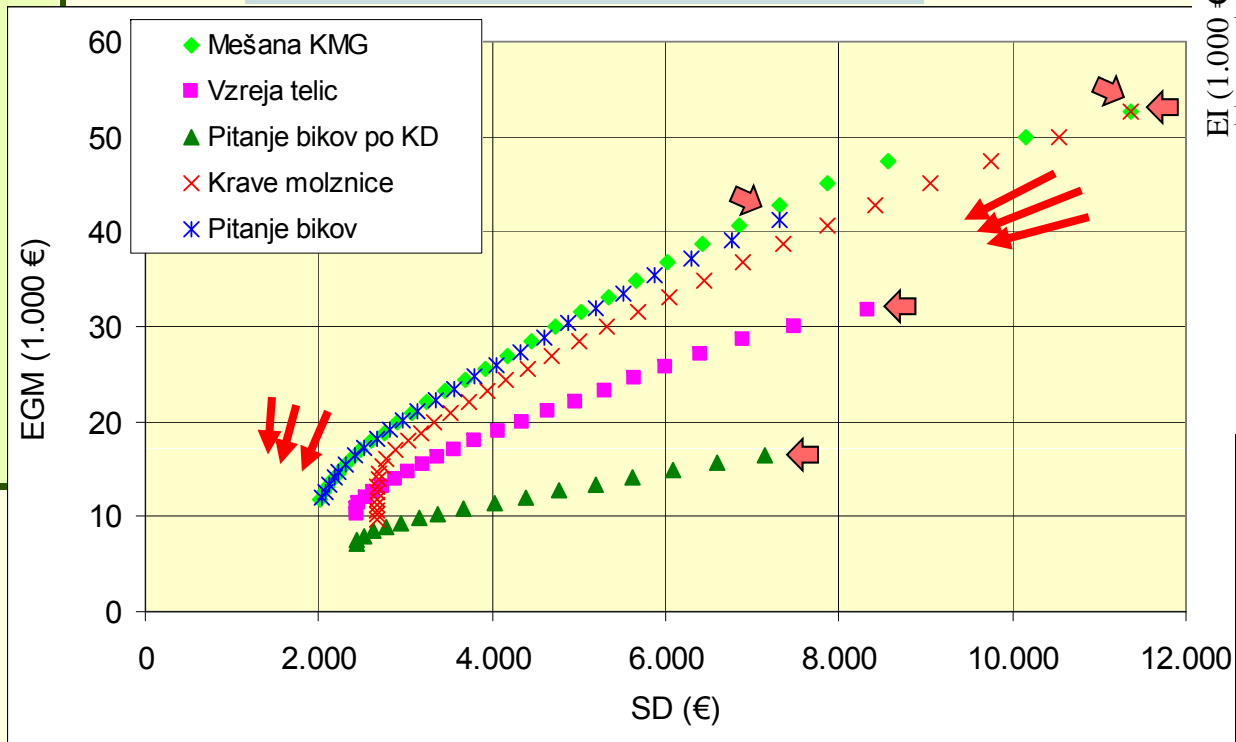
- ⇒ Izhajamo iz časovne serije 1999-2008 (KIS)
- ⇒ Verjetnost za nastop posameznih stanj
- ⇒ Uporaba postopkov:
 - ⇒ t.i. de-trend (spremembe v tehnologiji)
 - ⇒ deflacioniranje



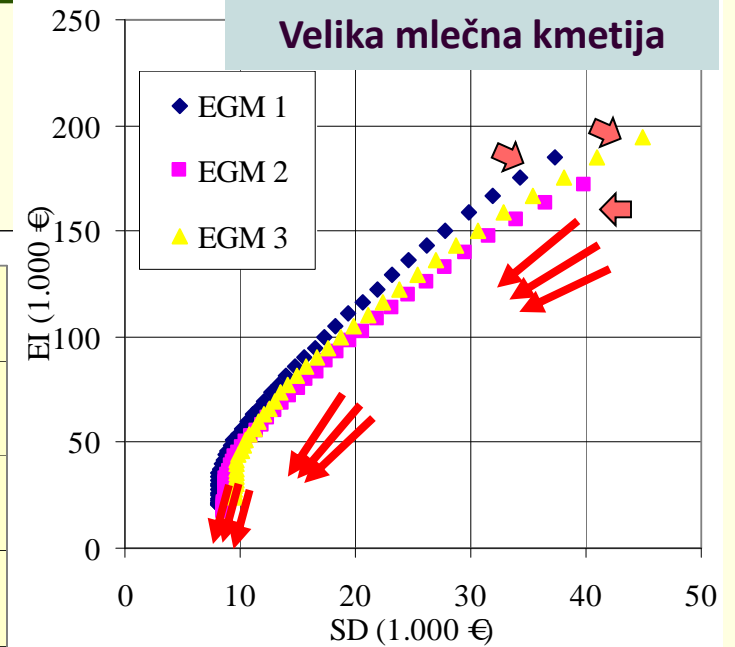


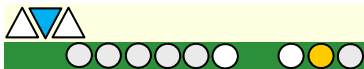
Krivulje proizvodnih možnosti

Različni tipi kmetij



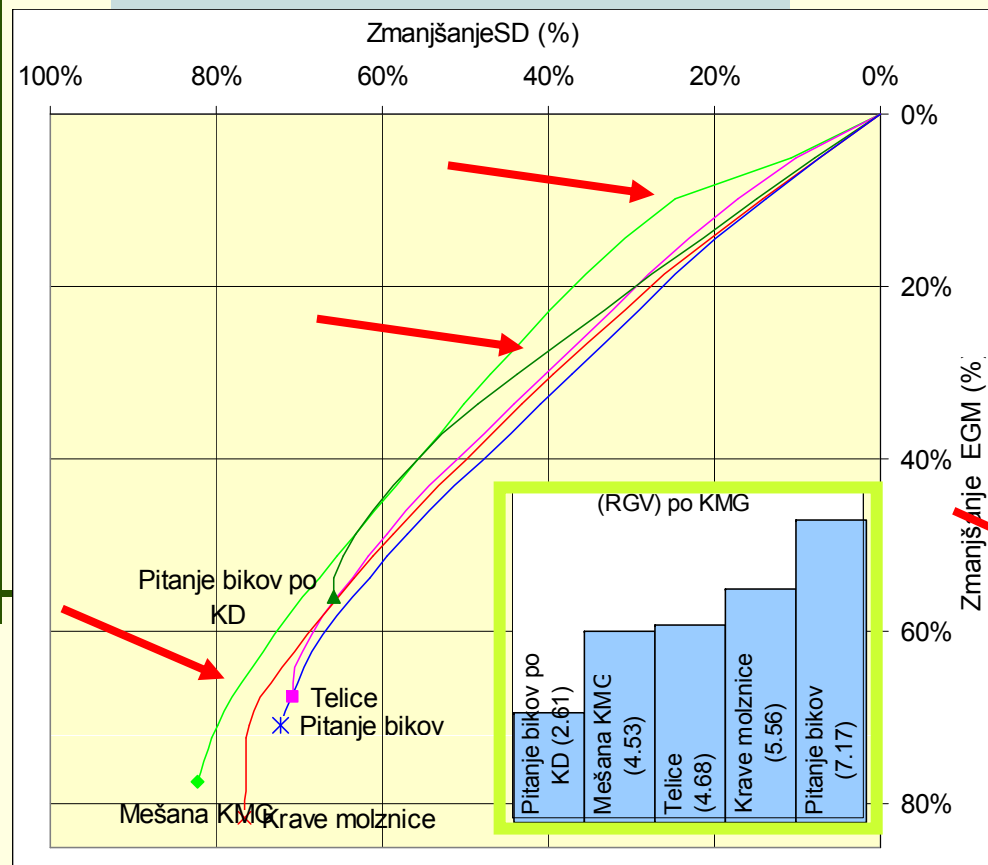
Velika mlečna kmetija



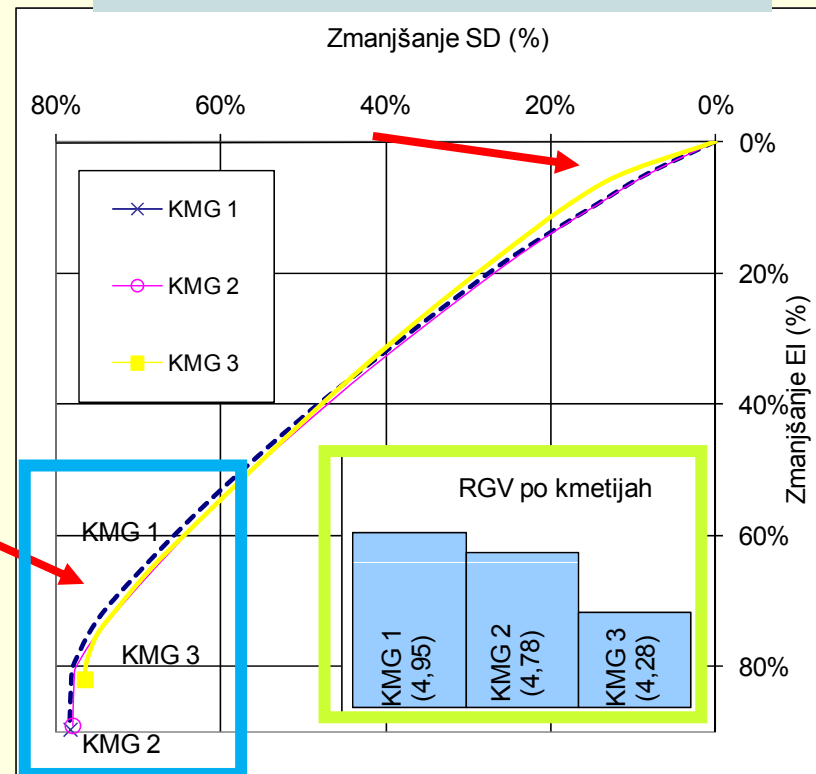


RGV in učinkovitost pri zmanjševanju tveganja

Različni tipi kmetij



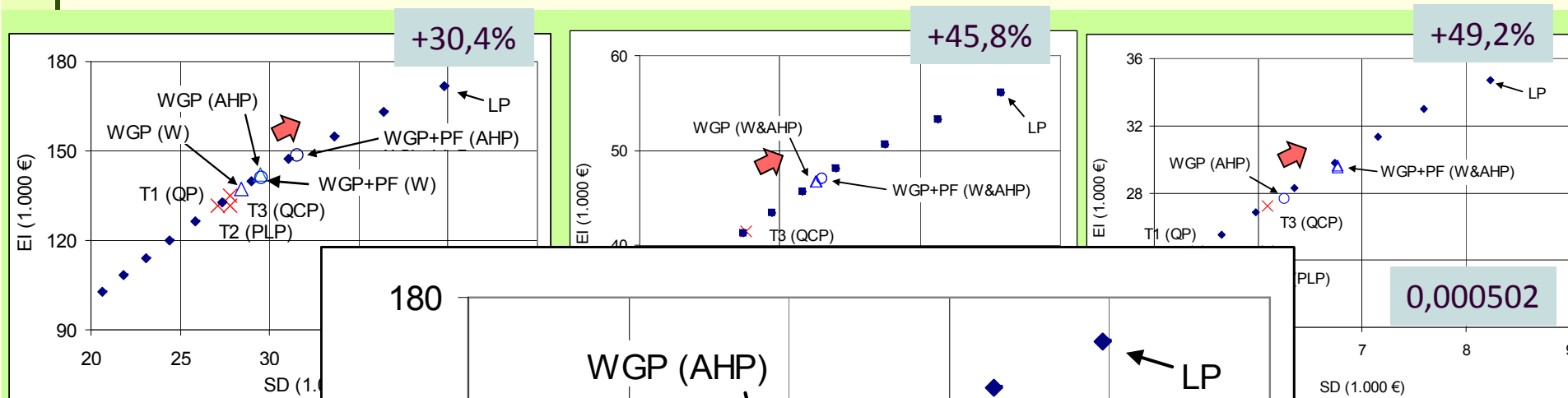
Kmetije usmerjene v prirejo mleka



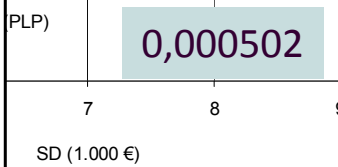
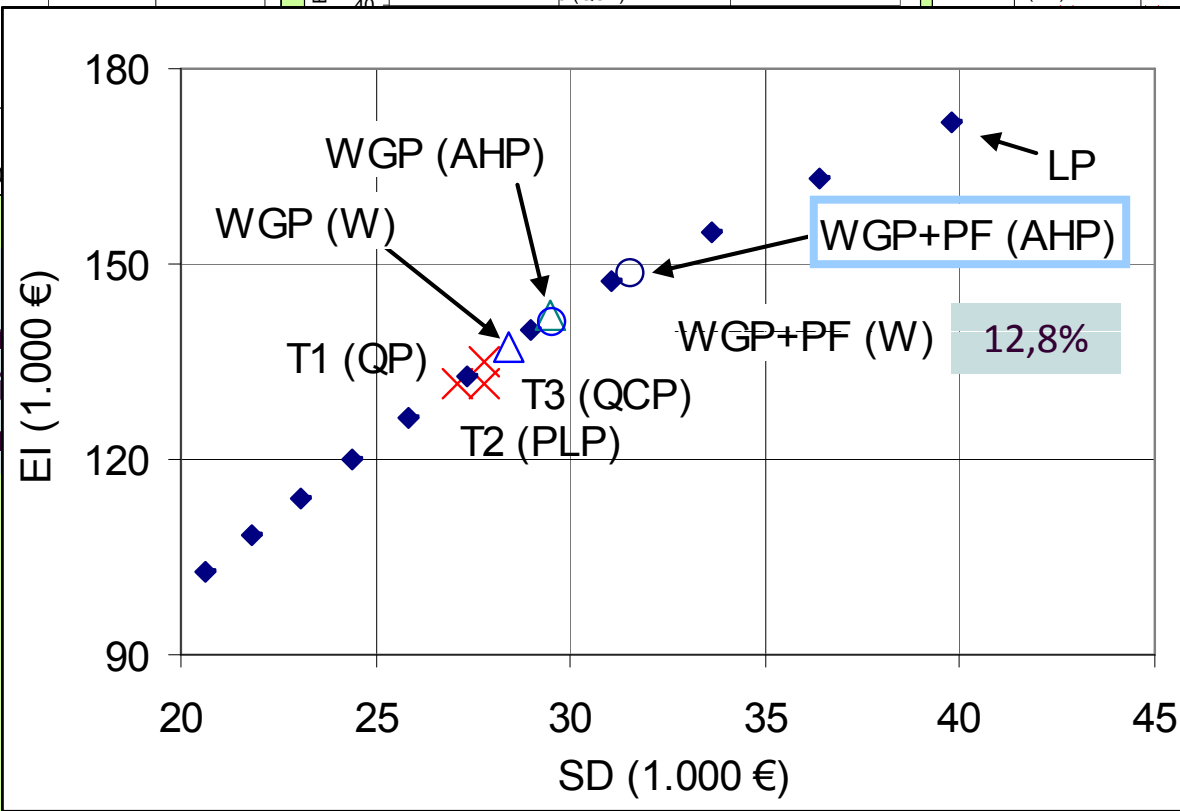
$$RGV_f = \frac{\Delta GM_f}{\Delta SD(GM_f)} = \frac{GM \max_f - GM \min_f}{SD(GM \max_f) - SD(GM \min_f)}$$



Primerjava rešitev v prostoru E;V



Velika mlečna
- ravninski p
27 ha nj
22 ha travn



mlečna kmetija
nati predel –
ha njiv
a travnikov



Zaključki

Modularni pristop

- ⇒ **Modularni pristop** obravnavanja večkriterijske analize v razmerah tveganja se izkaže **kot učinkovit** (*Povezovanje MP; Avtomatizacija postopka; Možnost spremljanja dogajanj po tipih KMG; Študiranje sprememb; Večje število deležnikov ...*)

Pomen ciljne funkcije matematičnega programa

- ⇒ **Izbira filozofije** iskanja rešitve **pomembno vpliva** na dobljeno rešitev
 - ⇒ LP / WGP / WGP + PF / ČGP
 - ⇒ PF → le pri **ključnih ciljih**
 - ⇒ Pomen ciljev → AHP/W

Kakovost podatkov in modeliranje tveganja

- ⇒ **Primernost metod** → tudi v primeru težav s podatki (manjkajoči/agregirani); **delna optimizacija** omogoča **rekonstruiranje** situacij KMG

Odnos do tveganja in velikost KMG

- ⇒ **Večja**, bolj specializirana KMG z **intenzivnejšo** proizvodnjo so **bolj pripravljena sprejeti tveganje** kot manjša, manj specializirana;
- ⇒ **Večja** KMG **manj možnosti** za učinkovito zmanjševanje tveganja → je **dražje** (RGV)



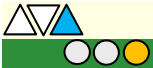
Izzivi in izgledi

Praktična uporaba

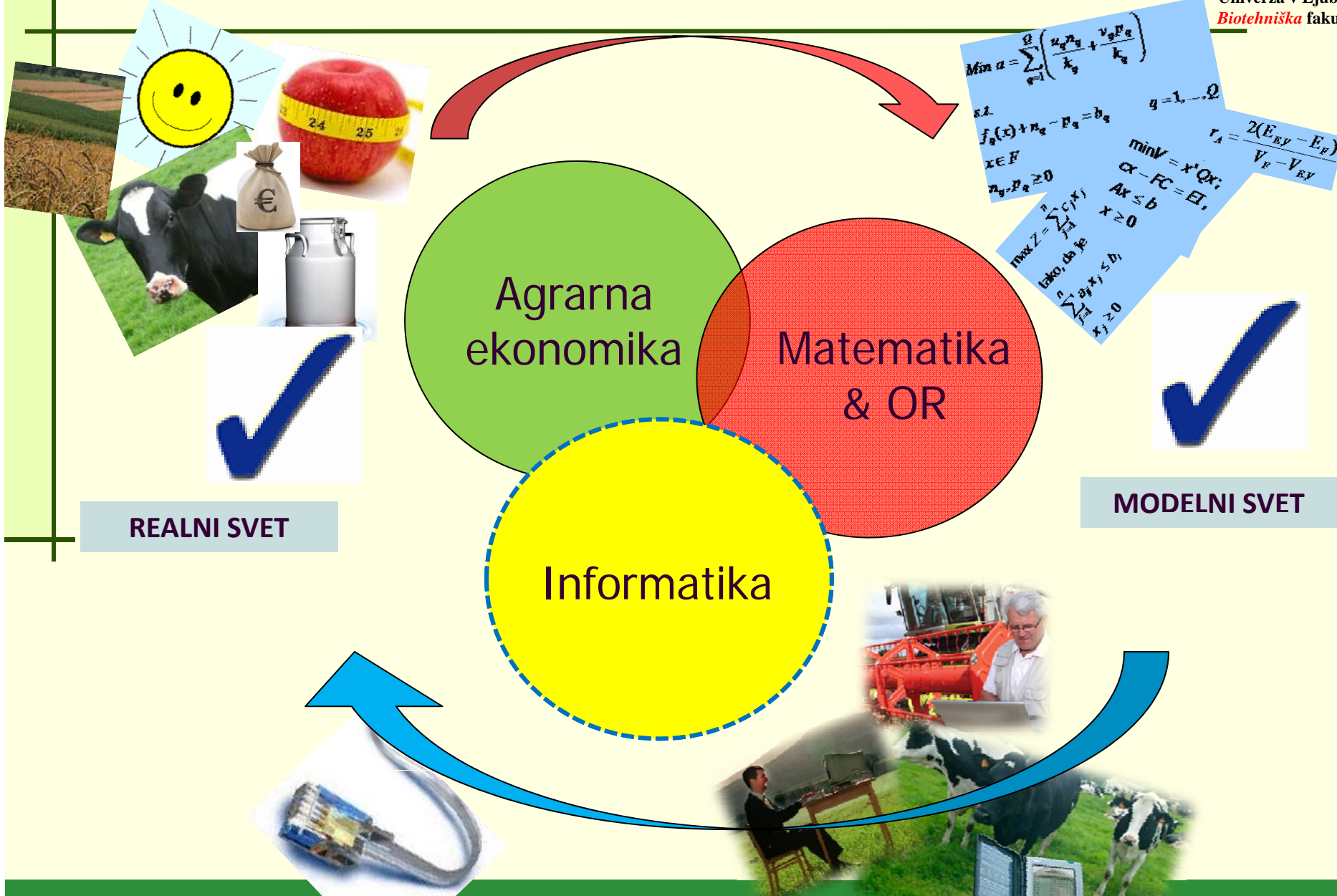
- ⇒ Dobljene rešitve nakazujejo razlike med KMG, zahtevajo pa poenostavitve (razkorak med aplikativnim & raziskovalnim)
- ⇒ Nadaljnje širjenje
 - ⇒ Nabor aktivnosti
 - ⇒ Podrobnejše obravnavanje FC

Problem dostopnosti

- ⇒ Problemi kot tudi rešitve ostajajo
- ⇒ V prihodnje:
 - ⇒ Potreben večji poudarek na neposrednih aplikacijah:
 - ⇒ Za podporo pri odločanju
 - ⇒ Za analize odločanja
 - ⇒ Brez informatikov ne bo šlo



Modeliranje & interdisciplinarno sodelovanje



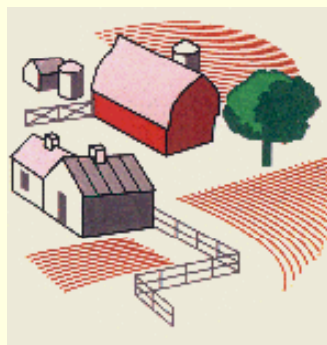


Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

Dnevi slovenske informatike 2011

IZZIVI INFORMATIKI IN METODAM ZA PODPORO ODLOČANJU PRI REŠEVANJU PROBLEMOV V KMETIJSTVU

Hvala za pozornost!



**Jaka Žgajnar, Emil Erjavec,
Stane Kavčič, Lidija Zadnik Stirn**