

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Tina JAKLIČ

**VPELJAVA INTEGRATIVNEGA EMERGIJSKEGA
PRISTOPA V NAČRTOVANJE KMETIJSKE
PROIZVODNJE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Tina JAKLIČ

**VPELJAVA INTEGRATIVNEGA EMERGIJSKEGA PRISTOPA V
NAČRTOVANJE KMETIJSKE PROIZVODNJE**
DOKTORSKA DISERTACIJA

**INCORPORATION OF INTEGRATIVE EMERGY APPROACH INTO
AGRICULTURAL PRODUCTION PLANNING**
DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2015

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepa Komisije za doktorski študij Univerze v Ljubljani z dne 19. 9. 2012 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za opravljanje doktorata znanosti na Interdisciplinarnem doktorskem študijskem programu Bioznanosti, znanstveno področje ekonomika naravnih virov. Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Luka Juvančič. Za somentorja je bil imenovan prof. dr. Marko Debeljak.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Lidija Zadnik Stirn
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. Emil Erjavec
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Sergio Ulgiati
Università degli Studi di Napoli "Parthenope", Dipartimento di Scienze per l'Ambiente

Datum zagovora: 6. februar 2015

Podpisana izjavljam, da je disertacija rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Tina JAKLIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	UDK 631(043.3)=163.6
KG	kmetijstvo/emergijska analiza/prireja mleka/večkriterijsko vrednotenje/matematično programiranje/ekološka ekonomija/Slovenija
KK	AGRIŠ E10/U10
AV	JAKLIČ, Tina, univ. dipl. ekon.
SA	JUVANČIČ, Luka (mentor)/DEBELJAK, Marko (somentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Interdisciplinarni doktorski študij Bioznanosti, področje ekonomika naravnih virov
LI	2015
IN	VPELJAVA INTEGRATIVNEGA EMERGIJSKEGA PRISTOPA V NAČRTOVANJE KMETIJSKE PROIZVODNJE
TD	Doktorska disertacija
OP	XIV, 144 str., 24 pregl., 24 sl., 23 pril., 206 vir.
IJ	SI
JJ	sl/en
AI	Emergijska analiza predstavlja obliko okoljskega računovodstva, ki pravo vrednost dobrin in storitev opredeljuje z naravnim kapitalom, vloženim v njihov nastanek, in tako omogoča ekocentrično vrednotenje kmetijske dejavnosti. Namen naloge je postaviti izhodišča in metodologijo za vpeljavo emergijskega vrednotenja v načrtovanje kmetijske proizvodnje v živinoreji na primeru prireje mleka. V nalogi opredelimo devet značilnih proizvodnih tipov kmetijskih gospodarstev (KMG) s prirejo mleka ter ovrednotimo njihovo socioekonomsko in biofizikalno delovanje. Rezultati na ravni KMG kažejo, da se ta med seboj izrazito razlikujejo. Velika intenzivna KMG so ekonomsko uspešnejša, medtem ko ekološki sistem prireje manj obremenjuje okolje in je biofizikalno bolj trajnosten. Manjša konvencionalna KMG so ekonomsko in biofizikalno manj uspešna. V nadaljevanju s ponovno agregacijo KMG opredelimo referenčni model panoge (2010) ter z enokriterijsko in večkriterijsko optimizacijo raziščemo alternative prestrukturiranja panoge ob upoštevanju različnih ekonomskih in emergijskih kriterijev. Modelni rezultati kažejo, da so možne oblike prestrukturiranja, ki bi hkrati izboljšale ekonomsko uspešnost in biofizikalno delovanje panoge. Vključitev emergijskega kriterija v nabor ciljev večkriterijske optimizacije se odraža v uravnoveženi proizvodni strukturi in ugodnejšem ekonomskem in biofizikalnem delovanju panoge. Rezultati torej potrjujejo komplementarnost ekonomskega in emergijskega pristopa pri načrtovanju kmetijske proizvodnje na različnih ravneh in v različnih fazah tega procesa. Vendar pa visoka odvisnost kmetijske dejavnosti od zunanjega gospodarskega okolja razkriva, da so zmožnosti za izboljšanje trajnosti in učinkovitosti proizvodnje omejene in da bi bila za dosego večjih sprememb potrebna preureditev širšega družbeno-ekonomskega sistema.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dd
DC	UDC 631(043.3)=163.6
CX	agriculture/emergy analysis/milk production/multi-criteria evaluation/mathematical programming/ecological economics/Slovenia
CC	AGRIS E10/U10
AU	JAKLIČ, Tina
AA	JUVANČIČ, Luka (supervisor)/DEBELJAK, Marko (co-supervisor)
PP	SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Interdisciplinary Doctoral Programme in Biosciences, Field: Economics of Natural Resources
PY	2015
TI	INCORPORATION OF EMERGY APPROACH INTO AGRICULTURAL PRODUCTION PLANNING
DT	Doctoral dissertation
NO	XIV, 144 p., 24 tab., 24 fig., 23 app., 206 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	Emergy analysis is an environmental accounting approach that supports the idea that the natural capital invested in the production of goods and services determines their real value. As such it enables an eco-centric evaluation of agricultural activity. The purpose of the dissertation is to set a methodological baseline for incorporation of emergy evaluation into agricultural (milk) production planning. In the dissertation nine distinctive milk production farm types (FT) are identified and evaluated to determine their socioeconomic and biophysical performance. The results indicate larger discrepancies in their performance. Larger intensive FT show better socioeconomic performance, whereas organic production systems are less onerous on the environment and biophysically more sustainable. Small conventional FT are economically and biophysically less successful. Furthermore, a reference model of the sector (2010) is built by the re-aggregation of the FT. Single and multi-criteria optimisation, that consider various economic and emergy criteria, are performed to investigate the alternatives of reorganisation of the sector. Model results indicate that reorganisation could improve both, economic and emergy performance of the sector. The incorporation of emergy criterion into the multi-criteria optimisation model results in a balanced production structure and more favourable economic and biophysical performance of the sector. The results confirm the complementarity of economic and emergy approaches in agricultural production planning on various scales and in various stages. However, high dependence of agricultural production on the outside economic environment reveals that the abilities to improve sustainability and production efficiency are limited. To achieve significant changes the broader socio-economic system needs to be reorganised.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	IX
KAZALO SLIK.....	XI
KAZALO PRILOG	XIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIV
1 UVOD.....	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA.....	1
1.2 CILJI NALOGE IN DELOVNE HIPOTEZE.....	4
1.3 STRUKTURA NALOGE IN VSEBINA POSAMEZNIH POGLAVIJ.....	6
2 PREGLED OBJAV.....	8
2.1 TEORIJA VREDNOSTI.....	8
2.1.1 Temelji in razvoj standardne ekonomske teorije vrednosti	8
2.1.2 Razvoj nove paradigme: biofizikalna ekonomija.....	10
2.2 CELOSTNA OBRAVNAVA BIOEKONOMSKIH SISTEMOV	14
2.2.1 Kmetijstvo kot socioekonomski in okoljski sistem	14
2.2.2 Metodološki pluralizem v odločitvenih procesih	15
2.2.3 Sistemski pristop	16
2.2.4 Termodinamična načela v ekoloških in ekonomskih sistemih	17
2.3 EMERGIJSKA ANALIZA	18
2.3.1 Opredelitev in temeljna načela.....	18
2.3.2 Koeficienti pretvorbe- enota emergijske vrednosti	21
2.3.3 Emergijska algebra	23

2.3.4	Sistemi diagram in emergijska preglednica	26
2.3.5	Emergijski kazalniki	27
2.3.6	Prednosti in pomanjkljivosti emergijske analize.....	30
2.3.7	Uporaba emergijske analize na kmetijskih sistemih.....	33
2.4	UPORABA METOD MATEMATIČNEGA MODELIRANJA PRI NAČRTOVANJU KMETIJSKE PROIZVODNJE	35
2.4.1	Bioekonomski modeli v kmetijstvu	35
2.4.2	Linearno matematično programiranje.....	36
2.4.3	Večkriterijsko (ciljno) programiranje.....	37
3	MATERIALI IN METODE	39
3.1	SPLOŠEN OPIS IN POTEK DELA	39
3.2	OPREDELITEV OBRAVNAVANEGA SISTEMA.....	41
3.2.1	Izbira obravnavanega sistema.....	41
3.2.2	Prireja mleka v Sloveniji	41
3.2.3	Kategorizacija kmetijskih gospodarstev s prirejo mleka	42
3.2.4	Priprava podatkovnega inventarja.....	46
3.3	MODELNO ORODJE	48
3.3.1	Ovrednotenje delovanja kmetijskih gospodarstev	48
3.3.2	Celostna obravnava kmetijskih gospodarstev	53
3.3.3	Integracija modelnih kmetij v strukturo prireje mleka 2010 in izgradnja modelnega orodja na ravni panoge	54
3.3.4	Celostna obravnava panoge prireje mleka	67
4	REZULTATI	69
4.1	SOCIOEKONOMSKA USPEŠNOST KMG	69
4.1.1	Struktura denarnih tokov in socioekonomski kazalniki.....	69
4.1.2	Izpusti toplogrednih plinov	71
4.2	BIOFIZIKALNA UČINKOVITOST IN SISTEMSKA TRAJNOST KMG.....	73
4.2.1	Struktura emergijskih tokov	73
4.2.2	Emergijski kazalniki	75
4.3	VEČKRITERIJSKO POZICIONIRANJE IN RANGIRANJE KMG	77
4.3.1	Rangiranje KMG po skupinah socioekonomskih in emergijskih kazalnikov	77

4.3.2	Večkriterijska analiza KMG	79
4.4	REFERENČNI MODEL - PANOGA 2010.....	81
4.4.1	Opredelitev referenčnih vrednosti.....	81
4.4.2	Skrajne oblike panoge prireje mleka	83
4.5	OPTIMALNA STRUKTURA PANOGA- SOCIOEKONOMSKI KRITERIJI.....	86
4.5.1	Dohodkovna uspešnost.....	90
4.5.2	Proizvodnja in zaposlenost	91
4.5.3	Proračunska obremenitev.....	92
4.5.4	Učinki na okolje.....	93
4.6	OPTIMALNA STRUKTURA PANOGA- EMERGIJSKI KRITERIJI.....	94
4.6.1	Biofizikalna učinkovitost in raba energije	97
4.6.2	Koriščenje lokalnih virov in sistemska trajnost	97
4.7	VEČKRITERIJSKA SCENARIJSKA ANALIZA.....	98
4.7.1	Primerjava rešitev: struktura panoge	98
4.7.2	Primerjava rešitev: izbrane značilnosti panoge	101
4.8	VEČKRITERIJSKO POZICIONIRANJE IN RANGIRANJE MODELNIH REŠITEV	103
4.8.1	Rešitve skrajnih oblik prestrukturiranja panoge	103
4.8.2	Rešitve enokriterijskih modelov	103
4.8.3	Rešitve večkriterijskih modelov- scenarijska analiza	106
5	RAZPRAVA	108
5.1	RAZPRAVA O PRIDOBLENIH REZULTATIH	108
5.1.1	Večkriterijska obravnava heterogenih kmetijskih gospodarstev	108
5.1.2	Uporaba sistemskih biofizikalnih kriterijev za podporo odločanju v kmetijstvu in kmetijski politiki	110
5.1.3	Doprinos emergijske analize pri vrednotenju proizvodnih sistemov na različnih ravneh gospodarske dejavnosti.....	112
5.2	PREDNOSTI IN OMEJITVE RAZVITEGA PRISTOPA TER PRIPOROČILA ZA NADALJNJE DELO	115
5.2.1	Doprinos naloge k razvoju znanosti	115
5.2.2	Omejitve raziskovalnega pristopa in priporočila za nadaljnje delo.....	116
6	SKLEPI	119

7	POVZETEK (SUMMARY)	121
7.1	POVZETEK	121
7.2	SUMMARY	125
8	VIRI	129

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Osnovne značilnosti panoge prireje mleka v letu 2010 v primerjavi z letom 2000 (KIS, 2012)	42
Preglednica 2: Osnovne značilnosti obravnavanih tipov KMG v panogi prireje mleka	45
Preglednica 3: Opredelitev izbranih socioekonomskih kazalnikov.....	49
Preglednica 4: Opredelitev izbranih emergijskih kazalnikov.....	52
Preglednica 5: Indeks stroškov pridelave krme, uporabljen pri korekciji glede na topografske značilnosti kmetijskih zemljišč	56
Preglednica 6: Opazovane spremenljivke optimizacijskega modela prireje mleka v Sloveniji.....	58
Preglednica 7: Socioekonomski cilji in kriteriji vključeni v enokriterijske optimizacijske modele.....	59
Preglednica 8: Emergijski cilji in kriteriji vključeni v enokriterijske optimizacijske modele.....	64
Preglednica 9: Izbor kriterijev za ovrednotenje in rangiranje rešitev optimizacijskih modelov	67
Preglednica 10: Socioekonomski indikatorji uspešnosti KMG.....	70
Preglednica 11: Izpusti toplogrednih plinov (TP) pri prireji mleka po tipu TP in viru izpustov v kilogramih ekvivalentov CO ₂ na tono proizvodnje.....	72
Preglednica 12: Emergija po posameznih tipih prireje po vrsti emergijskih tokov.....	73
Preglednica 13: Vrednosti emergijskih kazalnikov po posameznih tipih KMG (z in brez emergije dela in storitev)	76
Preglednica 14: Standardizirane vrednosti skupin socioekonomskih in emergijskih kazalnikov ter rangiranje KMG po socioekonomski uspešnosti in sistemskem delovanju.....	78
Preglednica 15: Rangiranje KMG po socioekonomski in emergijski uspešnosti glede na standardizirano vrednost vsote standardiziranih vrednosti socioekonomskih in emergijskih kazalnikov	81
Preglednica 16: Glavne postavke in kazalniki delovanja panoge prireje mleka v letu 2010 (referenčne vrednosti) (rezultati modela; povzeto po Prilogi E1)	82
Preglednica 17: Razlike v optimalni strukturi panoge prireje mleka v hipotetičnem primeru uveljavitve skrajnih scenarijev prestrukturiranja (povzeto po Prilogi E2). 84	84

Preglednica 18: Primerjava kazalnikov prireje mleka v letu 2010 z modelnimi rešitvami, ki se nanašajo na dohodkovne, proizvodne, oziroma zaposlitvene cilje (povzeto po Prilogi E3 in E4)	88
Preglednica 19: Primerjava kazalnikov prireje mleka v letu 2010 z modelnimi rešitvami, ki se nanašajo na proračunske in okoljske obremenitve (povzeto po Prilogi E5 in E6).....	89
Preglednica 20: Primerjava kazalnikov prireje mleka v letu 2010 z modelnimi rešitvami, ki se nanašajo na izbrane emergijske kriterije (povzeto po Prilogi E7)	96
Preglednica 21: Ciljne in dosežene vrednosti socioekonomskih in emergijskih ciljev večkriterijskih optimizacijskih modelov.....	100
Preglednica 22: Normalizirane vrednosti skupine ekonomskih in emergijskih kazalnikov in rangiranje modelnih rešitev za skrajne scenarijev prestrukturiranja	103
Preglednica 23: Normalizirane vrednosti skupine ekonomskih in emergijskih kazalnikov in rangiranje rešitev enokriterijskih optimizacijskih modelov	104
Preglednica 24: Normalizirane vrednosti skupine ekonomskih in emergijskih kazalnikov in rangiranje rešitev večkriterijskih optimizacijskih modelov.....	106

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Transformacijski proces energijskih tokov, snovi in informacij (Odum, 1996)	20
Slika 2: Drugo pravilo emergijske algebre: združevanje tokov (Odum, 1996).....	24
Slika 3: Tretje pravilo emergijske algebre: razcepitev tokov (Odum, 1996)	25
Slika 4: Četrto pravilo emergijske algebre: vzporedni produkti (Odum, 1996).....	25
Slika 5: Peto pravilo emergijske algebre: problem dvojnega štetja tokov (Odum, 1996)...	26
Slika 6: Shematski prikaz osnovne oblike emergijske preglednice (Odum, 1996)	27
Slika 7: Proizvodni proces (Odum, 1996)	28
Slika 8: Shematski prikaz metodološkega pristopa	39
Slika 9: Splošni emergijski diagram sistema prireje mleka na ravni KMG	50
Slika 10: Sistem prireje mleka na ravni panoge	55
Slika 11: Struktura stroškov in delež celotnih prihodkov v celotnih stroških po obravnavanih tipih KMG v panogi prireje mleka.....	69
Slika 12: Struktura energijskih tokov (brez emergije dela in storitev) po obravnavanih tipih KMG v panogi prireje mleka.....	75
Slika 13: Razvrstitev posameznih tipov KMG v skupine in njihovo večkriterijsko pozicioniranje po kriterijih socioekonomske in emergijske uspešnosti	79
Slika 14: Delovanje posameznih skupin KMG po izbranih socioekonomskih in energijskih vidikih uspešnosti	80
Slika 15: Izhodiščna struktura panoge prireje mleka v letu 2010 po tipih KMG.....	83
Slika 16: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi panoge prireje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (socioekonomski kriteriji).....	87
Slika 17: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi prireje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (socioekonomski kriteriji).....	87
Slika 18: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi panoge prireje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (emergijski kriteriji).....	95
Slika 19: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi prireje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (emergijski kriteriji).....	95
Slika 20: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi panoge prireje mleka po rezultatih večkriterijskih optimizacijskih modelov	98
Slika 21: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi prireje mleka po rezultatih večkriterijskih optimizacijskih modelov.....	99

Slika 22: Relativna odstopanja v izbranih značilnostih panoge priraje mleka med izhodiščnim stanjem (2010) in večkriterijskimi modelnimi rešitvami	102
Slika 23: Razvrstitev in večkriterijsko pozicioniranje modelnih rešitev po kriterijih socioekonomske in emergijske uspešnosti (enokriterijsko optimiranje)	106
Slika 24: Razvrstitev in večkriterijsko pozicioniranje modelnih rešitev po kriterijih socioekonomske in emergijske uspešnosti (večkriterijsko optimiranje)	107

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Sistemski jezik (simboli) uporabljen v emergijski analizi
- Priloga B: Shema kategorizacije kmetijskih gospodarstev
- Priloga C: Predpostavke pri izgradnji podatkovnega inventarja kmetijskih gospodarstev
- Priloga D: Emergijske preglednice in izračuni
- Priloga D1: Emergijska preglednica in izračuni- KMG1 (samooskrbna kmetija)
- Priloga D2: Emergijska preglednica in izračuni- KMG2 (pol-samooskrbna kmetija)
- Priloga D3: Emergijska preglednica in izračuni- KMG3 (ekstenzivna ekološka kmetija)
- Priloga D4: Emergijska preglednica in izračuni- KMG4 (intenzivna ekološka kmetija)
- Priloga D5: Emergijska preglednica in izračuni- KMG5 (konvencionalna kmetija)
- Priloga D6: Emergijska preglednica in izračuni- KMG6 (manjša intenzivna kmetija)
- Priloga D7: Emergijska preglednica in izračuni- KMG7 (visoko intenzivna kmetija)
- Priloga D8: Emergijska preglednica in izračuni- KMG8 (velika intenzivna kmetija)
- Priloga D9: Emergijska preglednica in izračuni- KMG9 (kmetijsko podjetje)
- Priloga D10: Emergijska preglednica in izračuni- panoga prireje mleka 2010
- Priloga E: Podrobnejši rezultati optimizacijskih modelov na ravni panoge prireje mleka
- Priloga E1: Panoga prireje mleka 2010
- Priloga E2: Rezultati skrajnih scenarijev prestrukturiranja
- Priloga E3: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na dohodkovne cilje
- Priloga E4: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na proizvodne in zaposlitvene cilje
- Priloga E5: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na proračunske cilje
- Priloga E6: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na okoljske cilje
- Priloga E7: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na emergijske cilje
- Priloga E8: Večkriterijske modelne rešitve

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

DD	Domače delo
DH	Dohodek
ED	Gostota emergijske moči (ang. <i>Empower density</i>)
EER	Kazalnik emergijske menjave (ang. <i>Emergy Exchange ratio</i>)
Em€	Emergija denarja (ang. <i>Emergy money ratio</i>)
ESI	Emergijski kazalnik trajnosti (ang. <i>Emergy sustainability index</i>)
ELR	Emergijski kazalnik obremenitve okolja (ang. <i>Environmental loading ratio</i>)
EYR	Emergijski kazalnik donosnosti (ang. <i>Emergy yield ratio</i>)
F	Plačljiva emergija, ki v sistem vstopa neposredno iz ekonomskega sistema (ang. <i>fed-back emergy</i>)
FFS	Sredstva za varstvo rastlin (fitofarmacevtska sredstva)
FT	Farm type (slov. <i>tip KMG</i>)
GP	Ciljno programiranje (ang. <i>goal programming</i>)
HR	Ura/e (dela)
HW	Plačilo delovne ure, urna postavka dela (ang. <i>hourly wage</i>)
INT	Intenzivnost prireje (mlečnost)
KMG	Kmetijsko/a gospodarstvo/a
KMG1	Samooskrbna kmetija
KMG2	Pol-samooskrbna kmetija
KMG3	Ekstenzivna ekološka kmetija
KMG4	Intenzivna ekološka kmetija
KMG5	Konvencionalna kmetija
KMG6	Manjša intenzivna kmetija
KMG7	Visoko intenzivna kmetija
KMG8	Velika intenzivna kmetija
KMG9	Kmetijsko podjetje
KZU	Kmetijska zemljišča v uporabi

L	Emergija neposrednega dela
LP	Linearno programiranje
LS	Emergija dela in storitev (neposrednega in posrednega dela)
M	Emergija materialov
N	Neobnovljiva energija iz lokalnega okolja (ang. <i>non-renewable local emergy</i>)
NLP	Nelinearno programiranje
NMLS	Celotna neobnovljiva energija (energija lokalnih neobnovljivih virov, energija materialov in energija dela in storitev)
PP	Proračunska plačila/podpore
Q	Proizvedena količina (ang. <i>quantity</i>)
R	Obnovljiva energija (ang. <i>renewable emergy</i>)
S	Emergija storitev (posrednega dela)
seJ	Sončni em Joule (predstavlja mersko enoto emergije)
TC	Celotni stroški (ang. <i>total costs</i>)
TP	Toplogredni plini
TR	Celotni prihodki (ang. <i>total revenues</i>)
U	Emergija končnega produkta sistema izražena v seJ
UEV	Enota emergijske vrednosti (ang. <i>unit emergy value</i>)
WGP	Tehtano ciljno programiranje (ang. <i>weighted goal programming</i>)
Y	Produkt sistema izražen v razpoložljivi energiji (J) ali količini snovi (kg)
%R	Delež rabe obnovljive energije (ang. <i>renewable faction</i>)
%PP	Delež proračunskih plačil/podpor v prihodkih

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Sončna, gravitacijska in geotermalna energija so gonilna sila razvoja in delovanja biosfere (Odum, 1988). S koncentracijo mineralov v zemeljski sredici in s cirkulacijo zraka, vode in hranil ti gonilni energijski tokovi ustvarjajo in omogočajo delovanje ekosistema, znotraj katerega se povezujejo in razvijajo zemeljski organizmi, vrste, populacije in združbe. Ekosistem zagotavlja življenjsko pomembne vire vsem vrstam, prav tako pa omogoča skladiščenje virov za prihodnjo rabo (podtalnica, tla, biomasa, biotska raznovrstnost, fosilna goriva, minerali) (Ulgiati in sod., 2011).

Zagotavljanje obnovljivosti naravnih virov je življenjskega pomena tako za ohranitev ekosistema, kot tudi za obstoj družbe ter stabilen družbeno-ekonomski sistem (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Steinfeld in sod., 2006). V tem kontekstu lahko razumemo pripravljenost držav za večstranska pogajanja in sprejemanje obvezujočih zavez glede upravljanja z naravnimi viri v okviru številnih mednarodnih sporazumov (na primer Kjotski protokol, Gothenburška strategija, Kartagenski protokol), in dolgoročnih razvojnih ciljev nacionalnih politik, Slovenija pri tem ni izjema. Paradoksalno pri tem je, da v našem vsakodnevnem odločanju skrb za naravno okolje in njegove vire praviloma zapostavljamo, do česar prihaja bodisi zaradi nezadostnih informacij, ali pa zasledovanja kratkoročnih ekonomskih ciljev (TEEB, 2010). V skladu s tem tudi orodja za vrednotenje in s tem odločitveni procesi na vseh ravneh odločanja v pretežni meri temeljijo na monetarizaciji blaginjskih tokov in neoklasičnih načelih ekonomskega odločanja. Preučevanje in vrednotenje ekonomskih aktivnosti izključno z monetarnimi orodji resda ustrezno opisuje delovanje ekonomskega sistema, vendar tako preučevanje bremenijo nekatere izrazito restriktivne predpostavke. Neoklasični pogled na ekonomski sistem predpostavlja zaprt sistem proizvodnje. Proizvodne vire smatra kot dane in popolnoma nadomestljive, pri čemer procesu generiranja virov ne pripisuje nikakršnega pomena. Neoklasični pogled na ekonomski sistem spremlja zgolj blaginjske tokove in ne upošteva biofizikalnih omejitev okolja, v katerem deluje (Ulgiati in sod., 2011).

Implicitna predpostavka neomejenosti naravnih virov in posledično podcenjevanje potrebe po učinkovitem gospodarjenju z njimi se kot posebno problematična kaže pri analizi in raziskovanju tistih gospodarskih dejavnosti, ki so neposredne uporabnice naravnih virov, kamor se uvršča tudi kmetijstvo. Kmetijstvo predstavlja dejavnost na stičišču ekonomskega in naravnega sistema. Je očiten primer kompleksnega sistema, kjer se ekonomska načela proizvodnje prepletajo z njenimi biološkimi in ekološkimi karakteristikami (Smith in McRae, 2000; MacGregor in McRae, 2000; OECD, 2000; van Zanten in sod., 2014). Rast povpraševanja po hrani in s tem povezana zahteva po zvišanju produktivnosti kmetijske proizvodnje je najpomembnejši, zagotovo pa ne edini

izziv, ki ga rešujejo nosilci odločanja v kmetijstvu na različnih ravneh – od odločanja na ravni posameznega kmetijskega gospodarstva, do sprejemanja odločitev v okviru nacionalnih in nadnacionalnih politik (na primer Skupna kmetijska politika EU). V ospredje vse bolj vstopajo številni drugi izzivi. Med njimi na prvem mestu izpostavljamo tiste, ki zahtevajo večjo trajnostno naravnost panoge - omejeno razpoložljivost naravnih virov, visoka cenovna nihanja ter naraščajoče pritiske na naravno okolje (Godfray in sod., 2010; OECD/FAO, 2012; Tillman in sod., 2011).

Kmetijska gospodarstva svoje proizvodne odločitve oblikujejo prvenstveno na podlagi ekonomskega stanja in tržnih razmerij, zadostiti pa morajo tudi vladnim predpisom in omejitvam, ki naj bi odražali potrebe in preference družbe glede varnosti in kakovosti hrane ter varovanja okolja. Pri reševanju teh izzivov v odločitvenem procesu vključujejo cilje, ki med seboj pogosto delujejo v antagonizmu. Da bi zajeli različne vidike delovanja kmetijskega sistema (ekonomske, družbene, okoljske), morajo odločitveni procesi v kmetijstvu sočasno upoštevati številne in raznolike kriterije (Conway, 1987; Dumont in sod., 2012; Gomiero in sod., 2006; Kropff in sod., 2001; Pannel in Schilizzi, 1999).

Podpora oblikovalcem gospodarskih in okoljskih politik mora tako po mnenju mnogih avtorjev (Patterson, 1998; Gasparatos in Scolobig, 2012) temeljiti na triangulaciji raznovrstnih tehnik, metod in pristopov. Vrednotenje alternativnih odločitvenih možnosti izključno z enega samega vidika, ekonomskega ali okoljskega, ne zagotavlja zadostnih informacij za celovito in trajnostno načrtovanje kmetijske proizvodnje. V skladu s tem mora tudi orodje za podporo odločanju v kmetijstvu temeljiti na celovitem pristopu ekonomskega vrednotenja kmetijske dejavnosti znotraj zakonov naravnega okolja, v katerem deluje.

Raznovrstni in številni cilji nove kmetijske politike, širitev multidisciplinarnih pristopov in celostne obravnave kmetijstva ter poziv k dialogu in sodelovanju med raziskovalci iz različnih znanstvenih področij so v zadnjih dveh desetletjih pomembno botrovali k razvoju tako imenovanih bio-ekonomskih modelov v kmetijstvu (Flichman in Allen, 2012). Bio-ekonomski modeli so po navedbah Flichmana in Allena (2012) v splošnem prepoznani kot (matematični) modeli, ki povezujejo različne discipline z namenom razkrivanja odgovorov na multidisciplinarna in večdimenzionalna vprašanja organizacije kmetijske proizvodnje. Ob tem avtorji opozarjajo, da je za bio-ekonomski model ključna integracija bio-fizikalnih in ekonomskih komponent tako v tehničnem kot konceptualnem pomenu. Razmah pristopov k modeliranju kmetijstva, ki upoštevajo tudi okoljsko dimenzijo, opažata tudi Zekri in Boughanmi (2007). Študija Janssena in Ittersuma (2007) nudi pregled osemindesetih (48) bio-ekonomskih modelov za podporo odločanja v kmetijstvu in navaja, da matematično modeliranje, ki temelji na sistemskem pristopu, predstavlja primerno raziskovalno in ocenjevalno orodje predhodnih analiz kmetijske in okoljske politike. Ob pregledu literature s področja bio-

ekonomskih optimizacijskih modelov v kmetijstvu je moč opaziti, da so ti v splošnem omejeni na povezovanje kmetijsko-ekoloških in ekonomskih modelov oziroma na vključevanje posamičnih okoljskih kriterijev, kot so na primer količina izpustov metana, ravnovesje hranil v tleh, erozija tal in podobno (glej na primer Bailleul in sod., 2001; Giasson in sod 2003; Zadnik-Stirn in Oblak, 1999; Tiwari in sod., 1999; Zander in Kaechele, 1999).

V disertaciji poskušamo združiti oba, socioekonomski in biofizikalni vidik delovanja kmetijskega sistema, ki ga ilustriramo na primeru proizvodnje mleka v Sloveniji. Izbiro tega kmetijskega sistema utemeljujemo z dejstvom, da prireja mleka predstavlja eno od najkompleksnejših oblik kmetijske dejavnosti, ki poleg rastlinske pridelave (krma) vključuje tudi živinorejo. Pristop, ki ga razvijamo na primeru proizvodnje mleka, je torej prenosljiv (pogosto celo v poenostavljeni obliki) tudi na druge panoge kmetijstva. Hkrati prireja mleka predstavlja prevladujočo kmetijsko dejavnost v državi, tako z vidika prispevka k skupni vrednosti kmetijske proizvodnje, kot z vidika rabe kmetijskih površin (KIS, 2011a). Socioekonomski vidik prireje mleka v nalogi opredeljujemo s standardnimi ekonomskimi kazalniki, medtem ko je okoljsko (eko-centrično) delovanje sistema prireje mleka opredeljeno po načelih emergijske analize. Emergijska analiza (Odum, 1988, 1996; Brown in Ulgiati, 2004a, b, 2010) je metodološki pristop, ki omogoča sistemsko obravnavo raznovrstnih naravnih in gospodarskih sistemov in njihovo vrednotenje z biofizikalnega vidika. Pri tem utemeljuje zamisel, da vrednost dobrin in storitev ne opredeljuje njihova uporabnost, temveč naravni kapital, ki je bil vložen v njihov nastanek. Ta oblika okoljskega računovodstva je bila v preteklosti široko uporabljena na primeru kmetijskih sistemov (Alfaro-Arguello in sod., 2010; Castellini in sod., 2006; Rydberg in Haden, 2006; Lefroy in Rydberg, 2003; Martin in sod., 2006; Rótolo in sod., 2007), vendar redko na sistemu prireje mleka (Bastianoni in Marchettini, 2000; Vigne in sod., 2013; Jaklič in sod., 2014).

Glavni prispevek naloge je poskus vpeljave emergijskih kazalnikov systemske trajnosti in biofizikalne učinkovitosti kmetijskega sistema v standardni optimizacijski model, ki je v izhodišču ekonomski. Optimizacijskih matematičnih modelov za podporo odločanju, ki bi poleg socioekonomskega (antropocentričnega) opredeljevali tudi celostni okoljski (eko-centrični, biofizikalni) vidik delovanja kmetijskega sistema, namreč v literaturi še nismo zasledili. Menimo, da taka integracija lahko prispeva k celovitejši obravnavi kmetijstva, s čimer lahko izboljša kvaliteto odločitvenega procesa na različnih ravneh in v različnih fazah načrtovanja kmetijske proizvodnje.

1.2 CILJI NALOGE IN DELOVNE HIPOTEZE

V nalogi želimo raziskati delovanje izbranega kmetijskega sistema iz več zornih kotov. Osrednji namen naloge je postaviti izhodišča in metodologijo za vpeljavo emergijskega vrednotenja v načrtovanje kmetijske proizvodnje ter raziskati smotrnost predlagane metodološke integracije.

Sistem prireje mleka v nalogi obravnavamo na dveh ravneh, na ravni kmetijskega gospodarstva (v nadaljevanju KMG) ter na ravni panoge. Zaradi jasnejše organiziranosti cilje naloge razvrščamo v tri vsebinske sklope, čeprav ti niso v celoti ločeni in se v veliki meri medsebojno prepletajo. Prvi sklop se navezuje na večkriterijsko obravnavo heterogenih KMG, drugi na integracijo emergijskih kazalnikov v optimizacijsko orodje na ravni panoge, tretji pa na doprinos in kompatibilnost emergijske metode s standardnimi ekonomskimi pristopi.

1. Večkriterijska obravnava heterogenih kmetijskih gospodarstev

V izhodišču naloge želimo razvrstiti kmetije znotraj panoge prireje mleka v več modelnih tipov KMG. Pri tem vodilo ni zgolj opredelitev najbolj zastopanih tipov proizvodnje, temveč predvsem prikaz raznolikosti v organiziranosti prireje mleka na kmetijskih gospodarstvih v Sloveniji. V prvem delu naloge se osredotočamo na raziskovanje in prikaz razlik v delovanju raznolikih proizvodnih sistemov tako z ekonomskega kot biofizikalnega vidika. Posredni cilj pri slednjem je tudi izračun emergijskih pretvorbenih koeficientov (UEV) prireje mleka pod različnimi proizvodnimi pogoji, ki jih določa posamičen proizvodni sistem. Slednje je pomembno predvsem z vidika doprinosa k podatkovnemu naboru UEV vrednosti, ki imajo pomembno vlogo pri nadaljnjem razvoju emergijske analize in predstavljajo ključni izziv razvijalcev te metode (Emergy Society, 2014, Emergy Database, 2014). V skladu z zastavljenimi cilji tega sklopa želimo preveriti naslednjo hipotezo:

- Različni proizvodni sistemi, ki sestavljajo panogo prireje mleka, se razlikujejo v ekonomskem in biofizikalnem delovanju. Večja, specializirana kmetijska gospodarstva z visoko intenzivnostjo prireje, so uspešnejša v ekonomskih parametrih, medtem ko so manjša kmetijska gospodarstva z ekstenzivno prirejo mleka uspešnejša po biofizikalnih kriterijih.

2. Uporaba sistemskih biofizikalnih kriterijev za podporo odločanju v kmetijstvu in kmetijski politiki

Pristopa, ki bi integriral sistemske kriterije biofizikalnega delovanja kmetijske proizvodnje v standardne optimizacijske modele, v literaturi še nismo zasledili. Cilj pričujoče naloge je poskus take integracije oziroma prepoznavanja omejitev, ki se ob tem pojavljajo. V izhodišču bomo s socioekonomskimi in emergijskimi kazalniki ovrednotili panogo prireje mleka. V scenarije prihodnjega razvoja panoge bomo nato poleg

ekonomske vključili tudi emergijsko komponento in primerjali dobljene izide po različnih kriterijih optimiranja. Ob tem želimo ekonomske in emergijske kriterije vključiti tako v enokriterijsko optimiranje panoge, ki temelji na linearnem programiranju (LP), kot tudi v nabor kriterijev v večkriterijskem modelu, ki temelji na ciljnem programiranju (GP). Preveriti želimo tudi, s kakšnimi kompromisi se srečujemo pri optimiranju proizvodnje in ali obstajajo rešitve, ki opredeljujejo delovanje proizvodnega sistema, ki je po obeh opazovanih komponentah (ekonomski in biofizikalni) boljše od referenčnega stanja panoge v letu 2010. Za razrešitev teh ciljev se osredotočamo na tiste delovne hipoteze, ki so povezane z rezultati optimizacijskega modelnega orodja:

- Optimiranje zgolj po socioekonomskih kriterijih se odraža v nižji trajnosti proizvodnega sistema in v večji obremenitvi lokalnega okolja.
- Z večkriterijskim optimiranjem, ki vključuje tudi emergijske kriterije, lahko izboljšamo tako socioekonomsko uspešnost kot tudi sistemsko trajnost panoge.
- Z integracijo emergijskega in ekonomskega pristopa širimo nabor pristopov za vrednotenje in načrtovanje okoljskih in kmetijskih politik.

3. Doprinos emergijske analize pri vrednotenju proizvodnih sistemov na različnih ravneh gospodarske dejavnosti.

Širši cilj naloge, katerega relevantna gre onkraj obravnavanega proizvodnega sistema, pa tudi kmetijstva v celoti, je prepoznati doprinos emergijske analize pri vrednotenju proizvodnih sistemov. V nalogi želimo opredeliti kompatibilnost emergijskega pristopa s standardnimi oblikami vrednotenja in ponazoriti, kako je uporaba emergijske analize lahko koristna pri vrednotenju gospodarskih sistemov na različnih ravneh. Ob tem želimo preveriti, ali je dodano vrednost emergijskega pristopa mogoče predvideti tudi pri aplikaciji na druge kmetijske sisteme, bodisi na ravni KMG, na ravni panoge ali na ravni celotnega agregata kmetijstva. Pokazati želimo tudi, da lahko ob določenih prilagoditvah podoben pristop uporabimo tudi pri vrednotenju nekmetijskih sistemov. Razrešitev raziskovalnih ciljev, ki zajemajo pomen rezultatov v širšem družbenem kontekstu, preverjamo s hipotezo:

- Emergijsko vrednotenje daje vpogled v sistemsko delovanje gospodarske dejavnosti, tako na ravni posameznega gospodarskega subjekta, kot na ravni panoge.

1.3 STRUKTURA NALOGE IN VSEBINA POSAMEZNIH POGLAVIJ

Po opredelitvi raziskovalnega problema, ciljev naloge in delovnih hipotez v uvodnem delu naloge (prvo poglavje) nadaljujemo s pregledom objav in predstavitev ključnih konceptov v nalogi (drugo poglavje). V tem poglavju predstavljamo teoretično ozadje naloge, ki je ključno za razumevanje in utemeljitev zastavljenega metodološkega pristopa. V prvem delu teoretičnega uvoda opredelimo razvoj dveh različnih paradig vrednosti, pri čemer osvetlimo glavna razhajanja med njima in s tem posledično tudi razhajanja v metodoloških pristopih, ki jih zagovarjajo različne, vendar sorodne znanstvene discipline. Nato izpostavimo kompleksnost kmetijstva, ki izhaja iz ekonomskih in ekoloških razsežnosti kmetijske proizvodnje, in nadaljujemo s pregledom objavljenih del, ki opredeljujejo ključne usmeritvene koncepte za celotno obravnavo kmetijskih sistemov. V nadaljevanju posvečamo pozornost teoretičnim osnovam emergijske analize. Ker gre za pristop vrednotenja, ki v slovenskem raziskovalnem prostoru še ni široko prepoznan, podrobno opredelimo temeljna načela, glavne elemente in postopek vrednotenja, na podlagi pregleda literature navedemo njegove prednosti in pomanjkljivosti ter predstavimo dela, ki kažejo na uporabnost pristopa. V zaključnem delu pregleda objav se osredotočamo na uporabo metod matematičnega modeliranja pri načrtovanju kmetijske proizvodnje. Pri tem navajamo dela, ki opisujejo bio-fizikalna modelna orodja in opredelimo enokriterijski in večkriterijski koncept reševanja matematičnih problemov.

V tretjem poglavju sistematično opisujemo potek raziskovalnega dela. Zasnova metodološkega pristopa je opisana po korakih, ki zajemajo osem medsebojno povezanih modulov, vsakega izmed njih pa v nadaljevanju izčrpnije opišemo. Metodološki pristop je osnovan na način, ki v sosledju zasleduje zastavljene cilje in raziskovalna vprašanja. V izhodiščnem modulu opredelimo obravnavan kmetijski sistem in utemeljimo razloge za njegovo izbiro. Navedemo postopek kategorizacije panoge v modelne tipe KMG in opredelimo nabor uporabljenih podatkov. Sledi opis modulov vrednotenja, ki so razdeljeni glede na raven analize (obratoslovna/ panožna) ter vidik vrednotenja oziroma kriterij optimiranja (socioekonomski/ biofizikalni).

Najprej opišemo postopek analize delovanja KMG po socioekonomskih in emergijskih kriterijih, ki jih v besedilu tudi podrobneje obrazložimo. Z namenom celotne obravnave in sintezne analize delovanja KMG opredelimo postopek standardizacije izbranih kriterijev in s tem možnost njihove neposredne primerljivosti. Sledi sistematični opis izgradnje integrativnega modelnega orodja na ravni panoge. Sprva opišemo postopek izgradnje referenčnega modela, nato pa razložimo skupna izhodišča, nabor opazovanih spremenljivk in omejitev optimizacijskih modelov, s katerimi želimo poiskati optimalno strukturo panoge po izbranih socioekonomskih in emergijskih kriterijih. Modele, ki temeljijo na enokriterijskem optimiranju, glede na vidik kriterija razvrstimo v posamezne sklope, ob tem pa vsakega izmed modelov tudi matematično

opišemo. V nadaljevanju opredelimo namen izgradnje večkriterijskega modelnega orodja in predstavimo tri scenarije, ki odražajo različne kmetijsko-politične paradigme pri načrtovanju kmetijske proizvodnje. V zaključnem delu poglavja razložimo pristop k sinteznem vrednotenju modelnih rešitev.

V četrtem poglavju predstavljamo dobljene rezultate. Te prikazujemo sistematsko in v skladu s sosledjem predhodno opredeljenih raziskovalnih modulov. Pri prikazu rezultatov socioekonomske uspešnosti na ravni KMG predstavimo strukturo denarnih tokov ter opišemo in primerjamo vrednosti socioekonomskih kazalnikov po posameznih modelnih tipih KMG. Ob tem podrobneje prikažemo tudi razlike med proizvodnimi sistemi v količini izpustov toplogrednih plinov in v njihovi strukturi. Biofizikalno delovanje posameznih modelnih KMG opišemo s prikazom strukture emergijskih tokov in s primerjavo vrednosti emergijskih kazalnikov. Pri tem tako strukturo kot kazalnike obravnavamo z in brez upoštevanja emergije dela in storitev. Rezultati sintezne analize dajejo vpogled v relativno uspešnost modelnih tipov KMG po posamezni skupini kazalnikov (socioekonomski/ emergijski) in po obeh skupinah hkrati. V zadnjem delu prikaza rezultatov na ravni KMG so predstavljeni tudi rezultati, ki omogočajo jasen pregled in primerjavo delovanja treh skupin KMG, ki jih na podlagi podobnosti formirajo posamezni proizvodni tipi.

V drugem delu prikaza rezultatov opisujemo modelne rešitve na ravni panoge. Sprva predstavimo strukturo in kvantitativno opredelitev panoge v letu 2010 in s tem referenčne vrednosti, na katere se sklicujemo pri primerjavi rezultatov optimizacijskih modelov, ki jih ločeno glede na socioekonomske in emergijske kriterije optimiranja prikazujemo, opisujemo in primerjamo v nadaljevanju poglavja. Pri prikazu rezultatov večkriterijske scenarijske analize sprva predstavimo želene in dosežene vrednosti ciljev, vključenih v posamezni scenarij. Rezultate scenarijskih modelnih rešitev nato po izbranih skupinah spremenljivk grafično primerjamo z referenčnim stanjem in med njimi samimi, pri čemer izpostavimo glavne prednosti in omejitve posamezne kmetijsko-politične naravnosti. V zaključnem delu poglavja prikazujemo rezultate večkriterijskega pozicioniranja in rangiranja vseh dobljenih rešitev. Rangiranje rešitev je prikazano ločeno glede na skupino kriterijev, ki določa socioekonomsko uspešnost oziroma glede na skupino kriterijev, ki določa biofizikalno pozicijo posamezne rešitve. V okviru rezultatov sintezne analize prikazujemo tudi končni rang modelnih rešitev, ki ga določa celotni nabor izbranih kazalnikov.

V razpravi želimo dodatno sintetizirati dobljene rezultate in s tem odgovoriti na zastavljena raziskovalna vprašanja. V razpravo vključujemo tudi ovrednotenje metodološkega pristopa in priporočila za nadaljnje delo.

Najpomembnejše ugotovitve naloge povzemamo v sklepih. Nalogo zaokrožujemo s kratkim povzetkom v slovenskem in angleškem jeziku in jo zaključujemo s seznamom uporabljenih virov in s prilogami.

2 PREGLED OBJAV

2.1 TEORIJA VREDNOSTI

2.1.1 Temelji in razvoj standardne ekonomske teorije vrednosti

»Izoginiti se teoriji vrednosti pomeni izogniti se bistvu ekonomske znanosti« (Harper, 1974: 40). Teorija vrednosti predstavlja jedro vseh pomembnejših šol ekonomske misli in zaradi nestrinjanja hkrati tudi napetosti med njimi (Patterson, 1998). Razmišljanja o izvoru in pomenu vrednosti so bila v 18. in 19. stoletja tema številnih razprav znotraj širšega družboslovja.¹ Izraz »vrednost« je v literaturi mogoče zaslediti v več pomenih. Kot se pošali Boulding (1956), se pomen vrednosti v ekonomski literaturi pojavlja tako pogosto, kot izraz sam. Razdvojenost mnenj o vrednosti in njenem izvoru sega že v čas grških filozofov Platona in Aristotela. Medtem, ko je Platon zagovarjal vidik, da je človeško dožemanje podrejeno napakam, zato je vrednost (vrednota) izven domene posameznika in je neodvisna od njegovih prepričanj, je Aristotel poudarjal, da so merilo vrednosti človekove potrebe, saj so dobrine dragocene zaradi koristi, ki jih prinašajo ljudem (Russel, 1946).

Pomemben prispevek k razvoju teoretičnega koncepta in razumevanja vrednosti ima filozof in politični ekonomist Adam Smith (1723-1790). Pri preučevanju izvora vrednosti si je Smith prizadeval uskladiti dve spoznanji, in sicer, da ima blago uporabno in menjalno vrednost. Ti med seboj nista enaki, pogosto sta si celo nasprotni.² Neskladja Smith ni mogel razrešiti, njegova dilema pa je pomembno vplivala na osnivanje temeljev dveh nasprotujoči si ekonomskih paradigem, teorije proizvodnih stroškov ter subjektivne teorije vrednosti (Hall in sod., 2008; Patterson, 1998).

Osnovna doktrina klasične šole ekonomske misli, kateri pripada tudi Smith, vidi izvor vrednosti v proizvodnem procesu oziroma količini vloženega dela. Tako imenovana delovna teorija vrednosti, se je po Smithu nadaljevala z Davidom Ricardom (1772-1823) in kasneje s Karlom Marxom (1818-1883). Ricardo je nadgradil Smithovo opredelitev menjalne vrednosti s spoznanjem, da je pri opredelitvi potrebno upoštevati tudi neposredne stroške dela, to je čas in delo, ki sta potrebna za zagotovitev (osnovnega) kapitala delavca. Ena izmed najbolj opaznih Marxovih prispevkov h klasični ekonomski teoriji je opredelitev presežkov vrednosti skladno z načeli delovne teorije vrednosti in spoznanja, da ima mehanizacija in drugo ne-človeško delo (energija) ključno vlogo pri povečanju teh presežkov. Zaradi usmerjenosti v proizvodnjo so se številni klasični ekonomisti zavedali pomena naravnih virov kot omejitvenih faktorjev

¹ Rescher (1969) v svojem delu ponuja obsežen bibliografski pregled tematike z vidika ekonomije, filozofije, antropologije, sociologije in drugih družboslovnih področij.

² Smith je to ponazoril s primerjavo vode in diamanta. Medtem, ko ima voda visoko uporabno vendar nizko menjalno vrednost, ima diamant nizko uporabno ter visoko menjalno vrednost (Smith, 1776).

proizvodnje in hkrati kot vira bogastva. Smith (1776) opredeljuje zemljo kot pomemben proizvodni faktor, ki prispeva k bogastvu narodov. Prav tako tudi Ricardo (1817) v razpravi vključuje okoljski vidik proizvodnje, kot so raba zemlje, lesa in stalež rib. Z razlago ekonomske rente je Ricardo znan tudi kot eden izmed prvih ekonomistov, ki opisuje ekonomsko povezavo med povpraševanjem in kvaliteto naravnih virov (zemlje). Malthus (1798) z izjavo, da je vpliv prebivalstva neskončno večji, kot je sposobnost Zemlje za njegovo preskrbo, izpostavlja problem omejene razpoložljivosti zemlje in hkrati naraščajočega prebivalstva. Mill (1848) gre še korak naprej in poudarja potrebo po oblikovanju mirujočega gospodarstva in usmerjenosti v doseganje blaginje, ki temelji na dobrobiti vseh čutečih bitij.³

Tehnološki napredek v 19. stoletju je povzročil izrazite družbene in ekonomske spremembe, ki so se odražale v rasti prebivalstva in industrializaciji gospodarstva. Zavedanje o omejenosti naravnih virov, ki so jo poudarjali klasični ekonomisti, je bilo spoznano za napačno, saj ni upoštevalo možnosti tehnološkega razvoja, kot so mu bili priča v industrijski revoluciji. Oblikovati se je začel nov pogled na vrednost, ki je zavračal vlogo proizvodnega procesa in količine dela pri oblikovanju le-te. Poudarjalo se je stališče, da vrednost dobrine temelji na njeni uporabnosti oziroma koristnosti, ki jo ta prinaša porabniku. Koncept koristnosti izvira iz filozofskega nazora, imenovanega utilitarizem⁴, katerega utemeljitelj je Jeremy Bentham (1748-1832). Stanley Jevons (1835-1882), Carl Menger (1840-1921) in Leon Walras (1834-1910) so kasneje na temeljih utilitaristične doktrine ločeno razvili koncept padajoče mejne koristnosti⁵, ki je razrešil Smithovo dilemo (glej sprotno opombo 2) in zarisal pot novi neoklasični ekonomski paradigmi. Alfred Marshall (1842-1924), ki velja za enega izmed najvplivnejših ekonomistov tistega časa, je z razumljivo razlago in jasno grafično ponazoritvijo delovanja trga v smiselno celoto združil ponudbo, povpraševanje, mejno koristnost in stroške proizvodnje, zaradi česar velja za osnivalca neoklasične ekonomije. Standardna ekonomska teorija vrednosti, ki združuje teorijo proizvodnih stroškov in subjektivno teorijo vrednosti, ostaja dominantna v neoklasični ekonomiji še danes. Kot opazuje Davies (2014), je opredelitev nekoč spornega koncepta vrednosti, danes težko zaslediti celo v najbolj vplivnih ekonomskih učbenikih (na primer Samuelson in Nordhaus, 1998). Koncept »vrednosti« se v danes prevladujoči

³ Mill se s tem že dotika področja okoljske etike, filozofske discipline, ki poudarja, da morajo moralna načela zaobjeti dobrobit vseh živečih bitij (biocentrizem) oziroma širše naravno okolje (ekocentrizem). Okoljska etika zagovarja, da smo ljudje zgolj ena od mnogih vrst živih bitij in kot del ekosistema odvisni od njegovega delovanja. Posledično je ohranitev ekosistema temeljna človekova skrb. Namesto antropocentričnega oblikovanja družbenih vrednot okoljska etika poudarja biocentrično oziroma ekocentrično opredelitev vrednosti. Pomembni zagovorniki okoljske etike so bili Paul Taylor, Kenneth Goodpaster, Aldo Leopold, Baird Callicott, Arne Naess in drugi (Anthropocentric vs Non-Anthropocentric Environmental Ethics, 2007).

⁴ Doktrina, ki poudarja, da so dejanja prava, če so uporabna, osrečujejo in so v dobro večini (Oxford dictionary, 2014)

⁵ Načelo mejne koristnosti pravi, da vsaka nadaljnja enota dobrine porabniku prinaša manjšo koristnost.

ekonomski paradigmi odraža s »ceno«. Slednje jasno nakazuje na premik iz normativne ekonomije, ki si prizadeva oblikovati pravično družbo, v pozitivno ekonomijo, ki se osredotoča na ugotavljanje dejstev in se pri tem izogiba kakršnim koli vrednostnim sodbam.

2.1.2 Razvoj nove paradigme: biofizikalna ekonomija

Kljub zavedanju nekaterih klasičnih ekonomistov o pomembni vlogi naravnih virov, so bili ti do nedavnega v standardnih neoklasičnih proizvodnih modelih v veliki meri prezrti. Vrhunec domače proizvodnje nafte, naraščajoča odvisnost od uvoza nafte ter veliki cenovni šoki na trgu energije, ki so v sedemdesetih letih 20. stoletja pretresli ZDA, so jasno opozorili na to, da standardni ekonomski modeli ne morejo ustrezno pojasniti nastale naftne krize in neslutnih težav na finančnih trgih (Cleveland, 1999). Standardni ekonomski modeli so postali predmet kritike, ki je izpostavljala zanemarjanje vloge naravnih virov in ekosistemskih storitev v teh modelih, ter opozarjala na posledično nerealistično obravnavo družbenoekonomskih problemov (Ayres in Kneese, 1969; Daly, 1977; Georgescu-Roegen, 1971; Odum, 1971). Kritike modelov, ki temeljijo izključno na standardnih neoklasičnih načelih, so prisotne še danes. Kot navajajo Hall in sod. (2008) so ti pomanjkljivi, ker ne ponujajo odgovora na vprašanje, kaj določa človeške/ družbene preference ter ali so le-te v skladu s fizikalnimi in biološkimi načeli naravnega sistema. Po mnenju mnogih avtorjev (Christie in sod., 2006, Millenium Ecosystem Assessment, 2005, Wilson in Howarth, 2002) monetarni pristop ne le, da ni primeren za vrednotenje (eko)sistemov in njihovih storitev, temveč je celo prispeval k nepravilni artikulaciji odnosa med naravo in človekom.

Te kritike v splošnem izvirajo iz osrednjih načel, ki jih izpostavlja široko raziskovalno področje imenovano biofizikalna ekonomija.⁶ Koncept biofizikalne ekonomije temelji na zavedanju, da je družbenoekonomski sistem neposredno povezan in podprt z naravnim sistemom – s tokovi energije, snovi in z ekosistemskimi storitvami (Cleveland, 1999). Cleveland (1999) in Röpke (2004, 2005) opisujeta dolgo in bogato zgodovino te paradigme ter razvoja raziskovalnih področij znotraj nje.

Cleveland (1999) v izhodiščno točko postavlja fiziokrate, ki so tvorili prvo organizirano znanstveno šolo ekonomske misli. Fiziokratska paradigma, ki se je uveljavila v prvi polovici 18. stoletja v tedaj pretežno kmetijski Franciji in katere glavni predstavnik je François Quesnay, kot vir materialne vrednosti izpostavlja naravne vire, predvsem rodovitno zemljo. Fiziokrati izhajajo iz podmene, da so ekonomski procesi podvrženi

⁶ Ta termin izvira iz prepričanja Alfreda Lotke (1925), da upoštevanje bioloških in fizikalnih načel lahko podpre in izboljša standardno ekonomsko analizo (Cleveland, 1999).

objektivnim zakonom, ki so neodvisni od človeške volje.⁷ Kot navaja Cleveland (1999) so fiziokrati za večino ekonomistov zgolj zgodovinska radovednost. Njihovo prepričanje, da je narava vir vrednosti, pa je postala ponavljajoča se tema na vseh področjih biofizikalne ekonomije. Fizikalna in ekološka načela ekonomske proizvodnje so bila z odkritjem zakonov termodinamike formalizirana v začetku 19. stoletja.⁸ Sergei Podolinsky (1850-1891) velja za prvega, ki se je temeljito posvetil preučevanju ekonomskih procesov z vidika termodinamike. Živel je v času Marxa, vendar se zaradi predpostavke, da lahko znanstveni socializem prekosi problem omejenih naravnih virov, ni v celoti strinjal z njegovo teorijo vrednosti. Sam je trdil, da meje gospodarske rasti niso določene z družbenimi odnosi v proizvodnji, temveč s fizikalnimi zakoni in ekološkimi načeli. Podolinsky je predlagal, da bi se dognanja naravoslovne znanosti vključila v tedanjo teorijo, vendar Marx in Engels njegovih idej nista želela upoštevati. V povezavi s tem Hornborg (1998: 129) opominja, da se »...več kot 100 let pozneje še vedno borimo z enakimi težavami naddisciplinarne komunikacije«.

Biofizikalna ekonomija je v zgodnjem obdobju 20. stoletja dobila nov zagon. Vlogi naravnih virov v družbenoekonomskih procesih so bila posvečena številna znanstveno-raziskovalna dela. Eden pomembnejših raziskovalcev v tem času je bil Nobelov nagrajenec za kemijo Frederick Soddy (1877-1956), ki je velik del svoje raziskovalne kariere posvetil kritiki standardne ekonomske teorije. Poudarjal je, da je sončna energija gonilna sila vseh procesov na Zemlji, ter da je gospodarski napredek posledica prehoda iz koriščenja neposredne (primarne) sončne energije na obvladovanje (sekundarnih) neobnovljivih zalog fosilnih goriv. Družbenoekonomsko razkošje tako ne izvira zgolj iz človeških iznajdb, temveč tudi iz dediščine dobe karbona.⁹ Soddy je prepoznan tudi po kritikah finančnega sistema, v katerih opozarja na zmedo pri razumevanju bogastva (vrednosti), ki je omejena fizikalna mera, in dolga, ki je izmišljena neomejena matematična količina. Prav tako pomemben predstavnik tega obdobja je biolog in matematik Alfred Lotka (1880-1949), ki je dokazoval, da je tudi naravno selekcijo mogoče razložiti z energetskega vidika in da je evolucija rezultat borbe organizmov za (uporabno) energijo. Lotka sicer svojih spoznanj ni apliciral na ekonomske procese, je pa njegovo delo pomembno vplivalo na delo nekaterih drugih raziskovalcev (na primer H.T. Oduma) (Cleveland, 1999).

Cleveland (1999) navaja, da je z mednarodno prepoznanim tehnokratskim gibanjem v Združenih državah in Kanadi energija kot enoten koncept v družbeni, politični in ekonomski analizi dosegla vrh v tridesetih letih 20. stoletja. Zlom borze in gospodarska

⁷ To spoznanje so poimenovali »Zakon narave«, ki je vključeval »zakon fizike« in »moralni zakon«. Zakoni fizike so določali pomembne ekonomske parametre (padavine, rodovitnost tal...), medtem, ko so moralni zakon določali pravila človeškega delovanja, ki se je prilagajalo zakonom fizike.

⁸ Več o termodinamičnih zakonih je predstavljeno v poglavju 2.2.4

⁹ Karbon (carboniferous) je geološka doba v paleozoiku, ki se je začela s koncem devona pred 340 milijoni let in končala z začetkom perma pred približno 280 milijoni let. Ime je dobila po veliki količini premoga, ki se je na Zemlji formiral v tem obdobju.

kriza sta upravičila zahteve gibanja po celoviti prenovi gospodarskih in političnih institucij ter dala nov zagon tehnokratom, ki so se sicer začeli združevati že več kot desetletje poprej. Tehnokrati so se zavzemali za to, da bi gospodarstvo vodili znanstveniki in inženirji, saj so verjeli, da je energija kritični faktor, ki določa družbenoekonomski razvoj. Ker so tehnokrati družbene spremembe merili v fizičnih merah, so predlagali, da bi denar zamenjali za »energijske certifikate«, katerih ponudba bi odražala celotno količino energije porabljene v proizvodnji dobrin in storitev. Gibanje je v štiridesetih letih 20. stoletja zamrlo z novo ekonomsko politiko (New Deal), ki je predstavljala ustrezen rešitev znotraj obstoječega sistema, in z začetkom 2. svetovne vojne.

William Cottrell (1903-1979) velja za prvega sociologa, ki je preučeval povezavo med družbenoekonomskim razvojem in energijo. Cottrell, za razliko od tehnokratov, ni bil zagovornik energetskega redukcionizma (Kirn, 2008), saj je menil (Cottrell, 1955), da energija sicer usmerja družben razvoj, vendar ga sama po sebi ne opredeljuje. V svojem delu izpostavlja kvaliteto energije, ki je opredeljena s presežkom energije pri njeni konverziji oziroma z neto donosom energije. Neto donos energije je funkcija fizikalnih lastnosti energijskih virov in učinkovitosti tehnologije pri njihovi konverziji. V povezavi s tem je bil mnenja, da bodo padajoči donosi energije postopno umirili industrijsko revolucijo in zopet preoblikovali družbo (prebivalstvo, družbene vrednote, lastninske pravice in podobno). Pomemben predstavnik petdesetih let 20. stoletja je tudi M. King Hubert, ki je prepoznan predvsem kot znanstvenik, ki je v svojih modelih na podlagi teorije vrha proizvodnje nafte (ang. *Hubbert peak theory*) (1956, 1962) presenetljivo natančno ocenil zaloge nafte in vrhunec proizvodnje v ZDA, do katerega je prišlo v začetku sedemdesetih let.

V poznih šestdesetih in zgodnjih sedemdesetih letih 20. stoletja so intenzivna rast prebivalstva, vprašanja glede prehranske varnosti, naftna kriza, cenovni šoki, zavedanje javnosti o problemih onesnaževanja in podobno botrovali k temu, da je okoljska problematika postala tudi politično bolj zanimiva (Røpke, 2004), število raziskav o povezavi med energijo, okoljem in gospodarstvom pa se je, kot pravi Cleveland (1999), tako rekoč čez noč občutno povečalo. Boulding (1966) je globalizacijo okoljske problematike in prihajajočih sprememb ponazoril s prispodobo prehoda družbe iz »kavbojske ekonomije« v »ekonomijo vesoljske ladje«.¹⁰ Kot odgovor na ekonomske modele, ki so predvidevali neomejeno gospodarsko rast, pa je Hardin (1968) izpostavil, da neskončna rast na omejenem planetu ni mogoča. Slednje je utemeljil z dilemo, ki je široko prepoznana pod imenom tragedija skupnega (ang. *The tragedy of the commons*). Problem omejenosti virov in hkrati skoraj religiozne vdanosti ekonomski rasti je izrazil

¹⁰ Kavbojska ekonomija označuje lokalno gospodarstvo, ki se lokalnim okoljskim problemom lahko prilagodi s selitvijo na druga ozemlja, medtem ko ekonomija vesoljske ladje predstavlja celotno Zemljo, kjer so naravni viri in sposobnost absorbiranja odpadkov omejena. S to primerjavo avtor opozarja na pomembnost učinkovite rabe resursov, vključno z njihovo reciklažo.

tudi Earl Cook (1976). Ta je izpostavil dve mogoči smeri razvoja družbe, prva označuje še nadaljnje prepričanje o vsemogočem tehnološkem napredku, ki lahko premosti vse nastajajoče okoljske težave, druga pa razumnost in s tem preoblikovanje družbenih vrednot na način, da bi bile te skladne s pričujočimi omejitvami.

Pomembno vlogo v tem obdobju sta imela tudi biologa Eugene in Howard T. Odum, utemeljitelja sistemske ekologije (glej na primer Odum, 1971, 1983), ki sta močno doprinesla k temu, da je ekologija postala del okoljevarstvenega gibanja.¹¹ Zavedala sta se, da so politične odločitve ekonomsko motivirane, zato sta vlogo in delovanje ekosistemov poskušala pojasnjevati tudi z ekonomskega vidika (Cleveland, 1999; Røpke, 2004). Pomemben doprinos Howard T. Oduma k razvoju biofizikalne ekonomije je njegov koncept kvalitete energije ter spoznanje, da ima tok denarja vedno tudi protitok energije (glej na primer Odum, 1976, 1977, 1996). Ob tem je Odum opozoril tudi na diametralni vidik, in sicer, da nekateri energijski tokovi, ki so bistvenega pomena za življenje (na primer sončna energija in kemični potencial padavin), niso predmet ekonomskih transakcij. Slednje je po njegovem mnenju problematično, ker vodi v nepravilno gospodarjenje z okoljskimi storitvami. Odum je na podlagi teh spoznanj kasneje razvil sistematično metodologijo, emergijsko analizo, ki omogoča sintezno analizo družbenoekonomskega in naravnega sistema.¹²

Poleg omenjenih raziskovalcev, ki so osnovali intelektualne temelje novega raziskovalnega področja znotraj biofizikalne ekonomije, velja omeniti tudi Nicholasa Georgescu-Roegen (1906-1994). Njegovo izredno vplivno delo (Georgescu-Roegen, 1971; 1979) je med drugim opozorilo na to, da je poleg energije pomembna tudi materija, za katero prav tako veljajo termodinamične omejitve, ter da je največji problem redne smeri ekonomije napačno razumevanje povezave med proizvedenim in naravnim kapitalom.¹³ Na načrtanih osnovah so v poznih osemdesetih letih Joan Martinez-Alier, Herman Daly, Robert Constanza ter Ann Marie Jansson, še danes aktivni ekološki ekonomisti, tudi formalno utemeljili znanstveno disciplino ekološke ekonomije.¹⁴

Ekološka ekonomija predpostavlja, da je ekonomski sistem vpet v širši lokalni in globalni ekosistem in s tem podrejen pretoku energije in snovi znotraj njega (Cleveland, 1999; van den Bergh, 2001; Røpke, 2005). Naslavlja problem trajnostnega delovanja po

¹¹ Koncept ekologije je v tem času prišel v širšo uporabo. Røpke (2004) navaja, da je Ameriški tednik Newsweek v letu 1970 celo naznanil začetek dobe ekologije, po mnenju Worsterja (1993) pa je ekologija pridobila tako velik vpliv in popularnost kot še nobena druga znanost doslej.

¹² Emergijska analiza (sinteza) je podrobneje predstavljena v poglavju 2.3.

¹³ Več o njegovih pomembnih znanstvenih prispevkih je zapisano v Mayumi in Gowdi (1999) ter v posebni izdaji revije Ecological Economics posvečeni Nicholasu Georgescu-Roegenu (Ecological Economics, 1997, izdaja 22).

¹⁴ Ekološka ekonomija je bila institucionirana z ustanovitvijo Mednarodnega združenja za ekološko ekonomiko (ang. *International society for ecological economics*) leta 1988 ter izidom prve izdaje znanstvene publikacije Ecological Economics leta 1989.

načelih tako imenovane močne trajnosti (ang. *strong sustainability*)¹⁵ in poudarja načela celostnega systemskega pristopa (Costanza in sod. 1997). Pri tem Costanza in sodelavci (1997) poudarjajo, da ekološka ekonomija ni samostojna disciplina, ki bi delovala na podlagi lastnih teorij in predpostavk. Osnovana je na načelu metodološkega pluralizma in zajema nekatere vidike okoljske ekonomije, tradicionalne ekologije ter mnogih drugih disciplin. S tem zagovarja razvoj novih integrativnih pristopov, ki so nujno potrebni za pravilno razumevanje in preučevanje vzajemnega delovanja ekonomskega in naravnega (ekološkega) sistema.

2.2 CELOSTNA OBRAVNAVA BIOEKONOMSKIH SISTEMOV

2.2.1 Kmetijstvo kot socioekonomski in okoljski sistem

Začetki kmetijstva segajo v nedavno geološko in človeško zgodovino.¹⁶ V tem relativno kratkem času so ljudje s kultivacijo rastlin in udomačitvijo živali preoblikovali velik del površin (Swinton in sod., 2007). Slednje je spremenilo tedanje ekosisteme do te mere, da so kmetijsko obdelana področja danes prepoznana kot poseben tip ekosistema (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Kmetijstvo je največji zemeljski ekosistem, ki ga z namenom zadovoljitve svojih potreb neposredno upravlja človek. Je očiten primer kompleksnega sistema, kjer se socioekonomska načela proizvodnje prepletajo z njenimi biološkimi in ekološkimi karakteristikami (Smith in McRae, 2000; MacGregor in McRae, 2000; OECD, 2000; van Zanten in sod., 2014).

Kompleksnost kmetijstva se kaže v številnih izzivih, s katerimi se sooča ta gospodarska panoga. Poleg globalnih problemov, kot so povečano povpraševanje po hrani, podnebne spremembe in omejena razpoložljivost naravnih virov, se kmetijstvo sovpada tudi z visokimi cenovnimi nihanjem in s tem velikimi pritiski na prihodke proizvajalcev, z opuščanjem kmetijstva, staranjem in upadanjem kmečkega prebivalstva ter z negativno javno podobo, vezano predvsem na negativne okoljske učinke kmetijske dejavnosti ter na visoke proračunske podpore (EC, 2010; OECD, 2000). Ti izzivi ne zahtevajo zgolj povečanja produktivnosti kmetijstva, temveč tudi njegovo trajnostno naravnost (Godfray in sod., 2010; OECD/FAO, 2012; Tilman in sod., 2011).

Proizvajalci se pri reševanju teh problemov soočajo z izzivi in spopadajo s številnimi težavami in pogosto nasprotujočimi si cilji. Baldock in sodelavci (2002) izpostavljajo, da imajo javne politike na odločanje v kmetijstvu velik, vendar zgolj delen vpliv ter da

¹⁵ Za razliko od koncepta šibke trajnosti, koncept močne trajnosti predpostavlja, da naravni kapital ni nadomestljiv z drugimi oblikami kapitala (na primer s človeškim, finančnim, tehnologijo), ter da so nekateri okoljski procesi ireverzibilni. Zato mora biti koriščenje naravnega kapitala učinkovito in manj intenzivno od njegove naravne stopnje regeneracije. Koncept šibke in močne trajnosti je natančneje obravnavan v Ayres in sod., 1998 in Neumayer, 2003.

¹⁶ Neolitska revolucija ali agrarna revolucija se je začela na Srednjem Vzhodu pred približno 11.000 do 18.000 leti (Boyden, 1987). Po navedbah Richardsa (2003) se je pred približno 10.000 leti zgodila na Bližnjem Vzhodu, od koder se je nato razširila tudi na evropsko ozemlje.

na odločitve proizvajalcev vplivajo številni drugi dejavniki (na primer tehnološki napredek, tržna nihanja ter spremembe na mednarodnih trgih in v makroekonomskem okolju). Evropska Skupna kmetijska politika (SKP), ki predstavlja osrednji politični vzvod pri oblikovanju evropskega kmetijstva, je bila zaradi svoje usmerjenosti v rast proizvodnje večkrat označena kot primarna gonilna sila pri nastanku naraščajočih okoljskih težav kmetijskega izvora (Baldock in sod., 2002; van Zantel in sod., 2014). Kljub temu, da kmetijska politika primarno nalogo kmetijstva opredeljuje s proizvodnjo zadostne količine varne in kakovostne hrane (EC, 2010; Resolucija o strateških usmeritvah ..., 2011), se v zadnjem desetletju v javnem in političnem diskurzu izpostavlja tudi vloga kmetijstva kot upravljavca naravnih virov ter neposrednega koristnika in posrednika ekosistemskih storitev.

2.2.2 Metodološki pluralizem v odločitvenih procesih

Zavedanje o neposredni vpetosti kmetijstva v naravni ekosistem se odraža tudi v prilagoditvah SKP, ki zadnjih dvajset let daje poudarek tudi okoljskim vprašanjem in oblikovanju trajnostnega kmetijstva (Integrating environmental concerns into the CAP, 2014; EC, 2010). Kljub temu orodja za vrednotenje in s tem odločitveni procesi v kmetijstvu v pretežni meri še vedno temeljijo na monetarizaciji blaginjskih tokov in neoklasičnih načelih ekonomskega odločanja, ki so izrazito dohodkovno naravnana.¹⁷ Preučevanje in vrednotenje kmetijske dejavnosti izključno z monetarnimi orodji ustrezno opisuje ekonomske tokove in socioekonomski vidik te gospodarske dejavnosti pri čemer ustvarja koristne informacije, ki vodijo odločitvene procese. Vendar pa v povezavi s tem Brown in Ulgiati (2011) opozarjata, da je zlasti v panogah, ki so neposredne uporabnice naravnih virov, torej tudi v kmetijstvu, uporaba izključno monetarnih orodij pogosto nezadostna. Monetarni pristop pri vrednotenju koristi, ki jih kmetijstvo/ družba prejema od okolja, dopolnjuje in ne nadomešča drugih legitimnih, znanstveno in etično utemeljenih pristopov (TEEB, 2010). Z uporabo izključno monetarnega pristopa se namreč zanemarija ekološko in socio-kulturno vrednost, ki jo je mogoče zajeti z drugačnim metodološkim pristopom (EPA-SAB, 2009).

Patterson (1998) opozarja, da je katerikoli pristop, ki temelji zgolj na eni izmed teorij vrednosti (poglavje 2.1) in izključuje druge metodološke opcije, lahko pomanjkljiv. Avtor zato opominja, da mora podpora oblikovalcem gospodarskih in okoljskih politik izhajati iz spoznanj na osnovi raznovrstnih tehnik, metod in pristopov. Potrebo po metodološkem pluralizmu v odločitvenih procesih izpostavljata tudi Funtowicz in Ravetz (1994). Avtorja poudarjata celovit pristop in menita, da kljub legitimnosti uporabe posamezne mere pri analizi lastnosti sistema, en sam vidik nikakor ne more zaobjeti celote.

¹⁷ Kot primer velja omeniti kmetijsko-okoljska plačila, ki predstavljajo osnovni element integracije okoljskih načel v SKP. Slednja temeljijo na kompenzaciji proizvajalcev za višje proizvodne stroške oziroma znižanje dohodkov zaradi spremembe kmetijskih praks.

Daily in sodelavci (2000) na problem enodimenzionalnega pristopa opozarjajo z vidika vrednotenja ekosistemskih storitev. Ob tem poudarjajo, da mora biti sprejemanje odločitev utemeljeno tako na ekonomskem kot tudi in ekološkem razumevanju procesov. Gasparatos in Scolobig (2012) in Gasparatos in sod. (2009) sočasno uporabo monetarnega kot biofizikalnega vrednotenja zagovarjata na primeru ocenjevanja trajnosti sistemov. Gasparatos in Scolobig (2012) menita, da je pri tem največji izziv prav integracija teh dveh vidikov. V primeru, ko je osrednji namen analize predstavitev različnih odločitvenih alternativ, avtorja potencialno rešitev sinteze rezultatov vidita v eni izmed oblik večkriterijske analize.

2.2.3 Sistemski pristop

K raziskovanju kmetijstva lahko torej pristopamo bodisi z redukcionističnim pristopom, ali pa ga obravnavamo sistemsko, v celoti. Pristopa se razlikujeta v samem izhodišču. Kot navaja Jordan (2013) ima vsak od njiju svoje prednosti in slabosti, pogosto pa je za rešitev problema primerna kombinacija obeh.

Redukcionizem je teorija, ki predpostavlja, da je kompleksen sistem zgolj skupek posameznih elementov sistema in je zato delovanje celote mogoče pojasniti z raziskovanjem izoliranih komponent, ki so nato povezane v celoto (Voinov, 2008). Redukcionistični pristop se osredotoča na posamezen pojav in raziskuje mehanizme, ki vodijo v ta pojav. Kot poudarja Jordan (2013), je ta pristop k raziskovanju v preteklosti omogočil izrazito povečanje kmetijskih donosov in s tem dvig življenjskega standarda prebivalstva zaradi česar še danes ostaja dominanten znanstven pristop pri preučevanju kmetijske dejavnosti. Voinov (2008) poudarja, da je redukcionističen pristop pomemben in koristen, vendar ni primeren v primeru, ko želimo razumeti delovanje sistema kot celote.

Celostna obravnava sistema zahteva sistemski pristop. Von Bertalanffy, eden izmed utemeljiteljev znanstvene discipline »splošne teorije sistemov« (ang. *General system theory*)¹⁸, opredeljuje sistem kot celoto medsebojno povezanih elementov (von Bertalanffy, 1968). Sistemsko razmišljanje temelji na načelu, da je elemente sistema pomembno razumeti v njihovi medsebojni povezanosti in soodvisnosti. V nasprotju z redukcionističnim pristopom, katerega namen je zmanjševanje kompleksnosti in analiza izoliranih komponent, je namen systemskega pristopa zajeti širok spekter povezav in s

¹⁸ Splošna teorija sistemov domneva, da za sisteme, neodvisno od njihove vrste, narave njihovih elementov in razmerij med njimi, veljajo določena splošna načela in zakoni (Von Bertalanffy, 1956, 1968). Ta načela določajo pravila medsebojne povezanosti tokov snovi, energije in informacij znotraj sistema. To so na primer koncept razpoložljive energije, termodinamična načela, zakon o ohranitvi mase in samoorganizacija. Aplikacije načel splošne teorije sistemov na primeru ekologije je oblikovalo novo disciplino imenovano systemska ekologija (Odum, 1971, 1983, 1988, 1996). Znotraj te discipline so se oblikovala tudi nekatera druga splošna načela, in sicer načelo maksimalne moči ter koncept hierarhične ureditve sistemov.

tem pridobiti bolj celosten vpogled v delovanje sistema. Povezave med elementi, ki so lahko neposredne ali posredne, določajo kompleksnost in strukturo sistema in mu omogoča izvajanje določene funkcije. Voinov (2008) pojasnjuje, da zaradi novo nastajajočih lastnosti (nepričakovanega vedenja), ki se izrazijo šele na ravni celotnega sistema, lastnosti sistema ne moremo pojasniti z lastnostmi posameznih elementov. Slednje se odraža tudi v reku, da je celota presežek vsote svojih delov.

Vsak sistem je del večjega sistema, hkrati pa je tudi sestavni del sistema mogoče razumeti kot posamezen podsistem. Feibleman (1954) v povezavi s tem navaja, da mehanizem obravnavanega sistema leži v njegovem podsistemu, medtem ko njegov namen določa njemu superioren sistem. Identiteto in neodvisnost sistema opredeljujejo njegove meje. Ker je sistem zgolj konceptualni konstrukt je določitev mej (in s tem opredelitev vložkov v sistem ter njegovih produktov v zunanje okolje) odvisna od raziskovalnega vprašanja (Meadows, 2008; Voinov, 2008).

Mnogo avtorjev si je enotnih, da je za raziskovanje kmetijske dejavnosti na vseh ravneh primernejši sistemski pristop. Kljub temu, da je bil redukcionističen pristop primeren v času industrializacije kmetijstva, je v času oblikovanja trajnostnega kmetijstva, od katerega se zahteva uskladitev okoljskih, gospodarskih in družbenih izzivov, pomanjkljiv (Ikerd, 1993). Worster (1993) meni, da je pretežno redukcionističen znanstven pristop tudi močno pripomogel k nepravilnemu razumevanju vzajemnega delovanja kmetijstva in okolja. Tudi mnogi drugi avtorji izpostavljajo pomanjkljivosti takega pristopa, predvsem na primeru analize trajnosti. Na primer Gasparatos in sodelavci (2009) in Garsparatos in Scolobig (2012) neupravičenost redukcionističnega pristopa argumentirata z dejstvom, da je trajnost že v izhodišču kompleksen in večdimenzionalen koncept, ki ga ni mogoče zajeti z raziskovanjem izoliranih pojavov. Jordan (2013) pa ob tem pojasnjuje, da redukcionistični pristop sicer lahko nakaže možne mehanizme za povečanje trajnosti kmetijstva, za opredelitev tistih mehanizmov, ki do tega privedejo pa je potrebna celostna sistemska obravnava. Sistemski pristop pri obravnavi kmetijstva na različnih ravneh izpostavljajo tudi mnogi drugi raziskovalci (na primer van Mil in sod., 2014; Tow in sod., 2011; Renting in sod., 2009; Aronson, 1996; Bawden, 1991).

2.2.4 Termodinamična načela v ekoloških in ekonomskih sistemih

Termodinamika je veja fizike, ki zaobjema preučevanje prehoda energije iz enega mesta na drugega in iz ene oblike v drugo. Osnovni koncept na katerem temelji je, da je tudi toplota energija, na čemer so osnovani osnovni zakoni termodinamike. Prvi zakon termodinamike imenujemo zakon o ohranitvi energije, kar pomeni, da energija ne more biti ne ustvarjena ne izničena, lahko zgolj prehaja v druge oblike energije (Rant, 2001). Drugi zakon termodinamike imenujemo tudi entropijski zakon. Govori o spremembi entropije sistema, oziroma količine energije, ki si jo telesa izmenjujejo ob dovajanju

toplote. Ta v zaprtih sistemih¹⁹ narašča, z drugimi besedami pa to pomeni, da se pri vseh fizikalnih procesih razpoložljiva energija za opravljanje dela manjša (Georgescu-Roegen, 1971).

Eden prvih, ki je preučeval termodinamične lastnosti ekoloških sistemov je bil H.T. Odum (1996), Georgescu-Roegen (1971) pa je poudarjal, da termodinamična načela zadevajo tudi družbeno-ekonomske sisteme. Te je namreč mogoče razumeti kot odprte sisteme, ki delujejo znotraj širšega zaprtega sistema planeta Zemlje, in si z naravnim okoljem izmenjujejo tako energijo kot materijo. V skladu s prvim zakonom termodinamike energija v gospodarskih proizvodnih procesih ne more nastati in se ne more izničiti, temveč se zgolj preoblikuje v proizvedene dobrine oziroma odpadke (izgube). Posledično je tako kot pri ekoloških sistemih, tudi proizvodnja v ekonomskih sistemih v celoti podvržena razpoložljivosti naravnih virov (Ayres, 2004). Skladno z drugim zakonom termodinamike, proizvodnja v ekonomskem sistemu ne more biti nikoli popolnoma učinkovita, saj pri pretvorbi energije vedno nastajajo tudi izgube, kar povečuje nered (entropijo) sistema. V industrijski proizvodni proces vstopa energija in materija z nizko entropijo (naravni viri), produkt pa je energija in materija z visoko entropijo (Georgescu-Roegen, 1971).

Podrejenost proizvodnih sistemov termodinamičnim načelom izpostavlja problem odvisnosti vseh proizvodnih sistemov od naravnih virov. Koriščenje slednjih je neomejeno zgolj v kolikor le-to ostaja znotraj mej naravne stopnje regeneracije naravnih virov (Meadows, 2008).

2.3 EMERGIJSKA ANALIZA

2.3.1 Opredelitev in temeljna načela

Emergijska analiza je oblika okoljskega računovodstva (ang. *environmental accounting*), osnovana na načelih termodinamike in systemskega pristopa (poglavje 2.2.3 in 2.2.4). Izvira iz stališča, da je delovanje geobiosfere gonilo vseh zemeljskih procesov. S tem utemeljuje zamisel, da najbolj celovito vrednost dobrin in storitev opredeljuje naravni kapital, ki je bil vložen v njihov nastanek (Odum, 1996).

Začetnik in utemeljitelj emergije je ameriški raziskovalec H.T. Odum, ki je razvoju tega koncepta posvetil pretežni del svojega raziskovalnega opusa. Teoretična osnova emergije temelji na principih energetike (Lotka, 1922) in systemske ekologije (Odum, 1983, 1988, 1996). Osrednji pojem, katerega razvoj je v tesni povezavi z razvojem

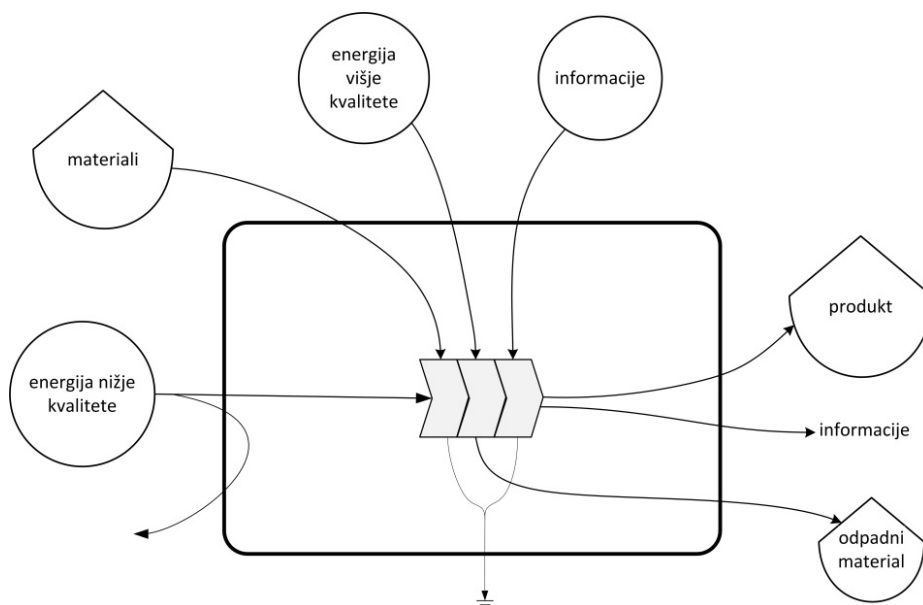
¹⁹ Glede na termodinamične značilnosti ločimo tri vrste sistemov, izolirane, zaprte in odprte. Izolirani z zunanjim okoljem ne izmenjujejo ne energije ne snovi, zaprti z zunanjim okoljem izmenjujejo zgolj energijo, odprti pa izmenjujejo tako energijo kot materijo. Če zanemarimo meteorite, ki padejo na Zemljo, je ta primer zaprtega sistema (iz zunanjega okolja sprejema sončno energijo in jo v obliki infrardečih žarkov pošilja nazaj v vesolje), primer odprtega sistema pa so vsi ekološki sistemi.

emergije, je koncept kvalitete energije (ang. *energy quality*) in z njim povezana hierarhija transformacij energije (ang. *energy hierarchy* ali *universal transformation hierarchy*) (Odum, 1973, 1976, 1977, 1996). Koncept kvalitete energije je po mnenju Browna in Ulgiatija (2004a) eden izmed najpomembnejših, a hkrati najmanj razumljenih in zato najbolj kritiziranih konceptov, ki utemeljujejo emergijsko analizo. V izhodišču se navezuje na dejstvo, da različne oblike energije nimajo enake sposobnosti za opravljanje dela, zaradi česar tudi niso neposredno nadomestljive. V klasičnem fizikalnem pomenu je enota energije (na primer Joule) enega vira (na primer sončne svetlobe) sicer enačena z enoto (Joule) drugega (na primer fosilnega goriva), vendar pa zaradi same opredelitve energije²⁰ to velja zgolj v primeru, ko sta obe obliki uporabljeni na primer za pogon parnega stroja. Vse oblike energije so resda lahko pretvorjene v toplotno energijo, vendar to ne pomeni, da lahko opravljajo isto delo. Na primer rastline namesto sončne energije za proces fotosinteze ne morejo porabljati energije fosilnih goriv in ljudje hrane ne moremo nadomestiti s kinetično energijo vetra. Kvaliteta energije je opredeljena z obliko in koncentracijo emergijskega toka, sposobnost za delo pa posledično z njegovo količino in kvaliteto (Odum, 1973; Brown in Ulgiati, 2004a).

Proces koncentracije energije je rezultat transformacij emergijskih tokov, snovi in informacij na več hierarhičnih nivojih geobiosfere (Slika 1).²¹ Transformacija energije je pretvorba ene vrste energije v drugo. Energija konvergira iz procesa nižjega k procesu višjega reda, pri čemer se pri vsaki transformaciji, v skladu z 2. zakonom termodinamike, količina razpoložljive energije zmanjša. V povezavi s tem govorimo o hierarhiji transformacij energije (ang. *universal transformation hierarchy*). Sončna energija sproža različne gonilne funkcije znotraj geobiosfere in s tem podpira verigo transformacij energije v procese vedno višje kvalitete, ki oblikujejo vse bolj kompleksne sisteme, nenazadnje tudi človeško družbo. Vsak proizvod in storitev znotraj naravnega ali socioekonomskega sistema predstavlja visoko usmerjeno energijo, ki je rezultat določene verige transformacij. Upoštevanje slednjega je pri izpeljavi zanesljive razlage vzajemnega delovanja človeka in narave ključnega pomena (Odum, 1996).

²⁰ Vse vrste energije je mogoče s 100% učinkovitostjo pretvoriti v toploto, zaradi česar je relativno enostavno izraziti energijo v obliki tako imenovanih toplotnih ekvivalentov. Osnovna enota energije je količina toplote, ki je potrebna za določen porast temperature določene količine vode. Na primer 1 kalorija je količina energije, ki je potrebna za dvig temperature 1 cm³ destilirane vode iz 14,5 stopinj Celzija na 15,5 stopinj Celzija. 1 Joule je enak 4,187 kalorij (Encyclopedia Britannica, 2014).

²¹ V emergijskih diagramih (na primer Slika 1) se uporabljajo simboli, ki so del sistemskega jezika emergijske analize. Vsi simboli uporabljeni v nalogi so prikazani in podrobneje razloženi v Prilogi A.



Slika 1: Transformacijski proces energijskih tokov, snovi in informacij (Odum, 1996)

Figure 1: Transformation process of energy, matter and information flows (Odum, 1996)

Svojevrstnost emergijskega pristopa se kaže v tem, da omogoča poenotenje preteklih in sedanjih energijskih tokov znotraj geobiosfere, pri čemer upošteva tako neposredno delo narave kot tudi prispevek človeške družbe k njegovi nadaljnji obdelavi (to je posredno delo narave). Izhajajoč iz dejstva, da različne oblike energije nimajo enake kvalitete in zato med seboj niso neposredno primerljive, Odum predlaga vpeljavo novega koncepta »energije«, to je emergije. Emergijo avtor opredeljuje kot razpoložljivo energijo²² (J, g, €), ki je bila potrebna za nastanek dobrine, storitve ali za vzdrževanje danega procesa (Odum, 1996). Z vpeljavo univerzalne merske enote pristop omogoča kvantifikacijo vložkov različnih virov in oblik. Enota emergije je emJoule²³ in se navezuje na razpoložljivo energijo ene vrste, navadno sončne, ki je bila porabljena v dani verigi transformacij. Poenotenje različnih oblik energije, snovi in monetarnih tokov v sončno emergijo (merjeno v sončnih emJoulih, seJ) je mogoče s pomnožitvijo razpoložljive energije vira (J, g, €) z njegovim lastnim koeficientom pretvorbe, ki ga imenujemo enota emergijske vrednosti (ang. *unit emergy value*, skrajšano UEV). Ta opredeljuje količino sončne energije potrebne za nastanek 1 enote produkta (seJ/J, seJ/g, seJ/€). S tem je enota emergijske vrednosti posameznega energijskega vira (v nadaljevanju UEV) hkrati tudi mera, ki opredeljuje kvaliteto vira in njegovo mesto v univerzalni hierarhiji transformacij.

²² Razpoložljiva energija ali eksurgija (ang. *available energy; exergy*). Eksurgija je del energije, ki ga lahko pretvorimo v druge oblike energij in je omejena s stanjem okolice (tlak in temperatura). Energija brez eksurgije namreč ni pretvorljiva (Rant, 2001).

²³ Enota emergije se imenuje emJoule (skrajšano eJ) zato, da se jasno razlikuje od Joula, ki je mera energije.

Emergijski pristop temelji na obravnavi sistema od zgoraj navzdol (ang. *top-down approach*) in poteka po vnaprej predpisanih korakih. Postopek emergijskega vrednotenja in osrednji koncepti, ki zahtevajo izčrpnjšo obravnavo, so podrobneje opisani v poglavjih, ki sledijo.

2.3.2 Koeficienti pretvorbe- enota emergijske vrednosti

UEV je mera kvalitete energije, ki se odraža v količini naravnega kapitala potrebnega za nastanek in vzdrževanje vira. Višja kot je njegova UEV, večje so zahteve po okoljskih aktivnostih za njegov nastanek ter večje prihodnje obremenitve okolja ob njegovi izrabi. Več energije kot je potrebne za nastanek vira, daljši je njegov čas nadomestitve, zaradi česar UEV predstavlja tudi mero obnovljivosti proizvoda (Brown in Ulgiati, 1997). Gledano z vidika sistema, ob istem produktu je sistem z nižjo UEV bolj učinkovit (Odum 1988, 1996).

Glede na obliko vira energije, ki jo odraža produkt, ločimo več vrst UEV (Brown in Ulgiati, 2004a):

- **Transformacijski faktor** (Tr) (ang. *transformity*) je opredeljen kot količina energije (Em) na enoto razpoložljive energije (E) (1).

$$Tr_i \text{ (seJ/J)} = Em_i \text{ (seJ)} / E_i \text{ (J)} \quad \dots (1)$$

Kadar je količina energije izražena v sončnih emJoulih²⁴, govorimo o sončnem transformacijskem faktorju (ang. *solar transformity*). Na primer, če je za 1 Joul (J) lesa potrebnih 4.000 sončnih emJoulov (seJ), znaša transformacijski faktor lesa 4.000 sončnih emJoulov na Joul (seJ/J). Transformacijski faktor absorbirane sončne svetlobe po definiciji znaša 1 seJ/J (Odum 1996).

- **Specifična energija** (SEm) (ang. *specific energy*) je opredeljena kot energija na enoto mase in je najpogostejše izražena v seJ na gram produkta (seJ/g) (2).

$$SEm_i \text{ (seJ/g)} = Em_i \text{ (seJ)} / E_i \text{ (g)} \quad \dots (2)$$

Trdnine so ovrednotene z emergijo, ki je potrebna pri koncentraciji snovi. Koncentrirane oblike kemičnih elementov in spojin, ki jih na zemlji ni v preobilju, imajo visoko specifično energijo, saj je bil za njihovo koncentracijo potreben večji vložek narave, tako v času kot prostoru.

²⁴ Emergija je lahko izražena v različnih enotah, kot na primer v emJoulih premoga ali emJoulih električne energije. Sončna energija predstavlja izvorni emergijski vir, zato se za poenotenje tokov danes navadno uporablja sončne emJoule. Vsi emergijski podatki v literaturi so na voljo v sončnih emjoulih, medtem, ko so podatki v drugih enotah zelo omejeni.

- **Emergija denarja** ($Em\text{€}$) (ang. *emergy money ratio*) je emergija, ki je bila vložena v enoto ekonomskega produkta, izraženega v monetarni valuti (seJ/€) (enačba 3).

$$Em\text{€}_{i(\text{seJ/€})} = Em_{i(\text{seJ})} / E_i(\text{€}) \quad \dots (3)$$

Uporablja se za pretvorbo denarnih plačil v emergijo. Denarno plačilo prejmejo ljudje za izvajanje storitev. Prispevek k danemu procesu v obliki denarnega plačila je emergija, ki jo ljudje s tem denarjem kupijo. Količina virov, ki jo je z denarno enoto mogoče kupiti, je odvisna od količine emergije, ki podpira gospodarstvo in količine denarja v obtoku v tem gospodarstvu. Povprečno emergijo na enoto denarja v državi (gospodarstvu) lahko določimo kot količnik med emergijo celotnega gospodarstva in bruto domačim proizvodom (BDP) (enačba 4). Emergija denarja je zato med državami različna.

$$Em\text{€}_{\text{država}(\text{seJ/€})} = Em_{\text{država}} / BDP_{\text{država}} \quad \dots (4)$$

- **Emergijski strošek dela** ($LSEm$) (ang. *emergy cost of labour*) je opredeljen z emergijo, ki podpira eno enoto neposredno vložene dela (enačba 5).

$$LSEm_{i(\text{seJ/delo})} = Em_{i(\text{seJ})} / E_i(\text{delo}) \quad \dots (5)$$

Človeško delo merjeno v urah dela, številu oseb ali v plačilu zanj predstavlja vložek emergije, ki je bila potrebna za to, da je bilo to (neposredno) delo opravljeno. To je emergija hrane, prevoza, šolanja, zavarovanja, in podobno. Emergijski strošek dela je mogoče izraziti v sončni emergiji na uro neposrednega dela (seJ/HR), na osebo (seJ/osebo) ali v emergiji plačila za opravljeno delo (emergija denarja, seJ/€). Slednje se sicer uporablja predvsem za pretvorbo posredno vložene dela. To je človeško delo znotraj širšega socio-ekonomskega okvira, ki je bilo potrebno za predhodno izdelavo, obdelavo in oskrbo z vložki, ki so predmet analize.

Ključni element določitve koeficientov pretvorbe (UEV) je določitev glavnih gonilnih emergijskih tokov geobiosfere in njihovih transformacijskih faktorjev. Mera kvalitete energije, ki jo določa koeficient pretvorbe, je sistemska lastnost. To pomeni, da ni mogoče govoriti o absolutni kvaliteti, temveč jo je mogoče določiti zgolj znotraj jasno opredeljene meje in strukture sistema (Brown in Ulgiati, 2004a). Emergija geobiosfere²⁵ v emergijski analizi predstavlja izhodišče (ang. *emergy baseline*), na katero se sklicujejo vsi izračuni UEV, ki so osnova za kvantitativno določitev emergijskih tokov. Gonilna emergija geobiosfere izvira iz treh primarnih virov razpoložljive energije (Odum 1996),

²⁵ Meje sistema geobiosfere so pri izračunu njene emergijske osnove določene z zemeljsko oblo, ki zajema litosfero do približno 100km pod zemeljskim površjem in atmosfero do višine približno 100km nad zemeljskim površjem (Odum, 1996).

in sicer iz energije sončnega obsevanja, gonilne sile plimovanja ter geotermalne energije Zemlje. Absorbirana sončna svetloba je gonilo osnovnih procesov na kopnem, v oceanih in v atmosferi, iz katerih izhajajo mnogi nadaljnji geobiosferni procesi. Energija plimovanja je posledica gravitacijske sile lune in sonca, ki ima močan vpliv na dinamiko planeta, predvsem v povezavi s cirkulacijo vode in regulacijo temperature Zemlje. Geotermalna energija je gonilo geoloških procesov in igra ključno vlogo pri preoblikovanju morskega dna, kontinentov in zemeljskega reliefa (Brown in Ulgiati, 2004a).

Izračun emergijske osnove geobiosfere je prvič izračunal Odum (1996) ter ga nekaj let kasneje (Odum, 2000) na podlagi novejših podatkov ter dodatnih spoznanj o povezanosti plimovanja in geotermalne energije tudi izboljšal. Emergijska osnova geobiosfere, na katero se raziskovalci še danes pogosto sklicujejo, znaša $15,8 \cdot 10^{24}$ seJ na leto (Odum, 2000). Na podlagi kritik o nedoslednosti v Odumovem izračunu ter z upoštevanjem novejših podatkov, sta Brown in Ulgiati nedavno objavila posodobljeno in izboljšano vrednost emergijske osnove, ki znaša $15,2 \cdot 10^{24}$ seJ na leto (Brown in Ulgiati, 2010). Avtorja poudarjata, da je vrednost emergijske osnove še vedno podrejena nezanesljivostim, ki izvirajo iz pomanjkanja ustreznega znanja in razumevanja dinamike procesov v geobiosferi. Z nadaljnjim razvojem relevantnih znanstvenih disciplin in posledično višjo zanesljivostjo podatkov bo na zanesljivosti pridobila tudi določitev emergijske osnove in posledično vrednosti pretvorbenih koeficientov.

2.3.3 Emergijska algebra

Emergijska algebra (Odum, 1996) je skupina splošnih pravil, ki opredeljuje postopke, na katerih temelji emergijsko računovodstvo (vrednotenje).²⁶ Dodelitev energije tokovom energije in snovi je določena s petimi pravili (Bastianoni in sod., 2011; Brown in Herendeen, 1996) pri čemer prva štiri opredeljujejo način dodelitve energije končnemu produktu, peto pa obravnava problem dvojnega štetja (ang. *double counting*), do katerega lahko pri tem pride.

Prvo pravilo je definicija energije. Emergija je razpoložljiva energija ene vrste, ki je bila v verigi transformacij porabljena za nastanek nekega produkta oziroma sistema (Odum, 1996). Pravilo določa izračun energije danega emergijskega vložka in ga je matematično mogoče izraziti z naslednjo enačbo:

$$E_{(y_i)} * UEV = Em_{(u_i)} \quad \dots (6)$$

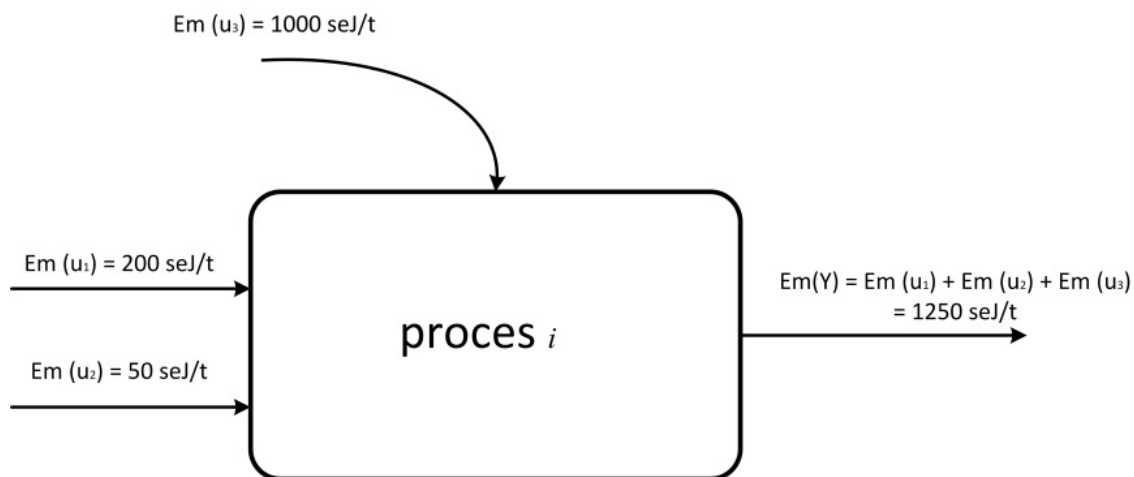
kjer je $E_{(y_i)}$ i-ti vložek energije, UEV njegov pretvorbeni koeficient in $Em_{(u_i)}$ energija i-tega vložka.

²⁶ Ta pravila veljajo za statični pristop, kjer vrednotenje temelji na predpostavki statičnosti sistema v trenutku meritve/vrednotenja.

Drugo pravilo izhaja iz prvega in se navezuje na združevanje emergije različnih vložkov v emergijo končnega produkta. Pravilo pravi, da so v procesih z enim končnim proizvodom vsi neodvisni emergijski vložki dodeljeni temu končnemu produktu (Slika 2). Matematično to zapišemo kot:

$$\sum_{i=1}^n Em(u_i) \Rightarrow Y \quad \dots (7)$$

kjer je $Em(u_i)$ emergija i-tega vložka, Y pa končni produkt.



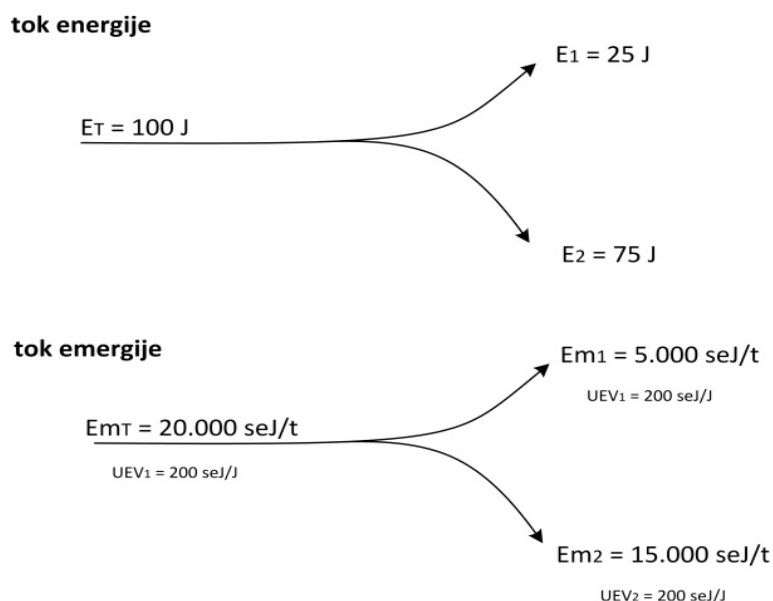
Slika 2: Drugo pravilo emergijske algebre: združevanje tokov (Odum, 1996)

Figure 2: Second rule of emergy algebra: merging input flows (Odum, 1996)

Tretje pravilo se navezuje na razcepitev danega toka in dodelitev emergije vsaki posamezni veji, ki izhaja iz te razcepitve. Pravilo pravi, da je pri razcepitvi toka vsaki njegovi veji dodeljen tolikšen del emergije, kolikšen delež celotnega toka razpoložljive energije (ali snovi) je ta predstavljal pred razcepitvijo (Slika 3). Matematično to zapišemo kot:

$$(E_j/E_T) * Em_T = Em_j \quad \dots (8)$$

kjer je E_T celotna razpoložljiva energija pred razcepitvijo, E_j razpoložljiva energija j-te veje razcepitve, Em_T celotna emergija pred razcepitvijo in Em_j emergija j-te veje razcepljenega toka.



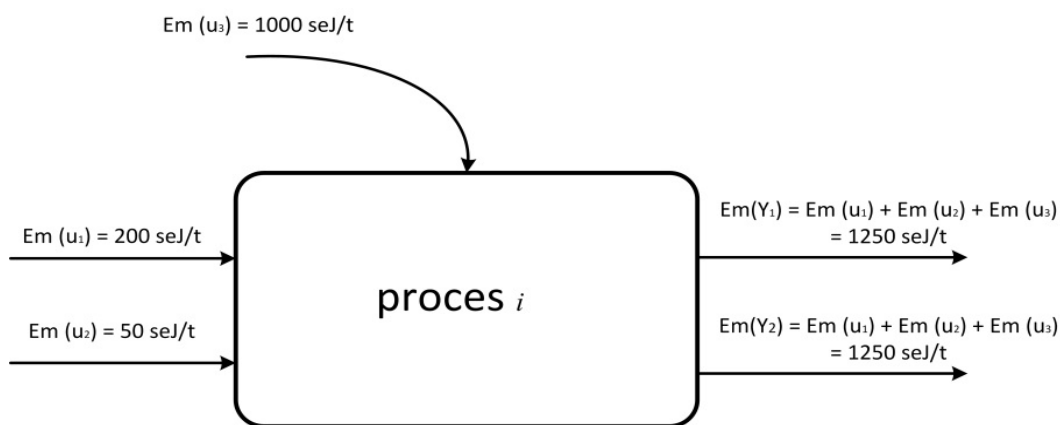
Slika 3: Tretje pravilo emergijske algebre: razcepitev tokov (Odum, 1996)

Figure 3: Third rule of emergy algebra: division of flows (Odum, 1996)

Četrto pravilo določa dodelitev vložene emergije v primeru več produktov, ki izvirajo iz istega procesa (vzporedni produkti). Pravilo pravi, da so v procesih z dvema ali več vzporednimi produkti vsi neodvisni emergijski vložki dodeljeni vsakemu izmed njih (Slika 4). Emergija vseh vzporednih produktov je torej enaka. Pravilo temelji na dejstvu, da so vzporedni produkti med seboj neposredno povezani in ne morejo nastati samostojno. Kar in kolikor je bilo vloženega v nastanek prvega, je bilo hkrati vloženega tudi v nastanek drugega. Četrto pravilo emergijske algebre matematično izrazimo z naslednjo enačbo:

$$\sum_{i=1}^n Em(u_i) \Rightarrow \forall Y_i \in \{Y_1, \dots, Y_n\} \quad \dots (9)$$

kjer je $Em(u_i)$ emergija i-tega vložka, Y_i pa i-ti vzporedni produkt.



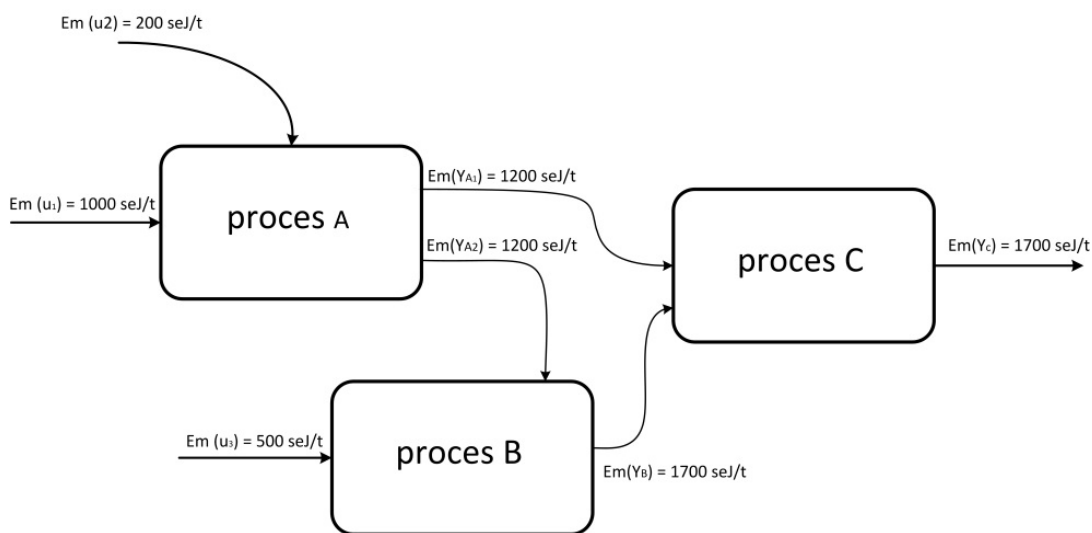
Slika 4: Četrto pravilo emergijske algebre: vzporedni produkti (Odum, 1996)

Figure 4: Forth rule of emergy algebra: co-products (Odum, 1996)

Peto pravilo emergijske algebre obravnava problem dvojnega štetja emergijskih tokov, ki je posledica prepletenosti struktur geobiosfere. Tokovi se znotraj tokokroga geobiosfernih procesov preko povratnih zank vračajo v procese, iz katerih izhajajo, zaradi česar obstaja nevarnost, da pri dodelitvi emergije tokove istega vira upoštevamo večkrat. Peto pravilo pravi, da emergija povratnih zank znotraj sistema ne more biti šteta dvakrat, oziroma, da emergija ponovno združenih vzporednih produktov ne more biti višja od emergije vira, iz katerega vzporedni produkti izhajajo (Slika 5). Ker je vsak vložek rezultat množice vanj predhodno vloženih tokov, lahko zgornje pravilo matematično opredelimo z unijo emergijskih vložkov, kot kaže spodnji zapis:

$$U_{i=1}^n \{Em(u_i)\} \Rightarrow \forall Y_i \in \{Y_1, \dots, Y_n\} \quad \dots (10)$$

kjer je U unija emergije i -tega vložka $Em(u_i)$, Y_i pa i -ti produkt.



Slika 5: Peto pravilo emergijske algebre: problem dvojnega štetja tokov (Odum, 1996)

Figure 5: Fifth rule of emergy algebra: double counting (Odum, 1996)

2.3.4 Sistemski diagram in emergijska preglednica

Vizualna predstavitev obravnavanega sistema v obliki diagrama energijskih predstavlja prvi in obvezen korak pri emergijski analizi (Odum, 1996). Jørgensen and Bendoricchio (2001) navajata, da je tak diagram zelo bogat z informacijami o samem konceptu in o hierarhičnih nivojih znotraj sistema, čeprav nekoliko težje razumljiv, ko imamo opravka z bolj kompleksnimi sistemi. Namen predstavitve sistema v obliki diagrama je natančna opredelitev mej sistema, gonilnih funkcij, glavnih elementov in interakcij med njimi (Odum, 1996; Brown in Ulgiati, 2004b). Pri tem moramo biti pozorni na morebitne povratne zanke, razcepitve tokov in vzporedne produkte. Določitev mej sistema v času in prostoru je ključnega pomena za ločitev obravnavanega sistema od zunanjega okolja in s tem jasna opredelitev tokov, ki vstopajo v sistem, in tistih, ki iz njega izhajajo.

Čeprav zunanje okolje neposredno ni predmet obravnave, ga je potrebno upoštevati z vidika vplivov, ki jih ima na obravnavan sistem.

Tokovi ter skladišča razpoložljive energije in snovi so v diagramu razporejeni od leve proti desni tako, da diagram odraža njihovo hierarhično organiziranost. Tok razpoložljive energije in snovi se od leve proti desni zmanjšuje, pretvorbeni koeficienti, in s tem kvaliteta energije, pa zaradi transformacij energije in koncentracije snovi zvišujejo. Za ponazoritev kroženja razpoložljive energije in snovi znotraj sistema se uporablja sistemski jezik. Osrednji elementi sistema jezika so simbol, ki opredeljuje meje sistema (zaobljen pravokotnik), simbol, ki ponazarja vložek v sistem (krog), simbol za proizvajalca (polkrožen pravokotnik), porabnika (šesterokotnik) in skladišče vira (tank). Tokove ponazarjajo puščice. Predpisani simboli so podrobneje obrazloženi v Prilogi A.

Glavni vložki v sistem, skladišča in končni proizvodi sistema so nato kvantitativno opredeljeni v emergijski preglednici (ang. *Emergy table*). V skladu z emergijsko algebro je vsakemu vložku v izvorni obliki dodeljena emergijska vrednost, na podlagi slednjih pa določen celotni emergijski tok obravnavanega sistema in njegov pretvorbeni koeficient. Emergijska preglednica ima standardno obliko, ki je prikazana na Sliki 6. Glavni elementi preglednice so številka postavke oziroma vložka,²⁷ ime postavke, podatek o količini vložka v izvorni obliki (na primer J, g, €), UEV posameznega vložka in njegova sončna emergija.

št.	vložek	količina	enota	UEV	emergija
1	prvi vložek	x	J, g, €, ...	xx seJ/enoto	xxx seJ
2	drugi vložek	x	J, g, €, ...	xx seJ/enoto	xxx seJ
	...	...	...	...	...
n	nti vložek	x	J, g, €, ...	xx seJ/enoto	xxx seJ
o	output	x	J ali g	xx seJ/enoto	$\sum E_m$

Slika 6: Shematski prikaz osnovne oblike emergijske preglednice (Odum, 1996)

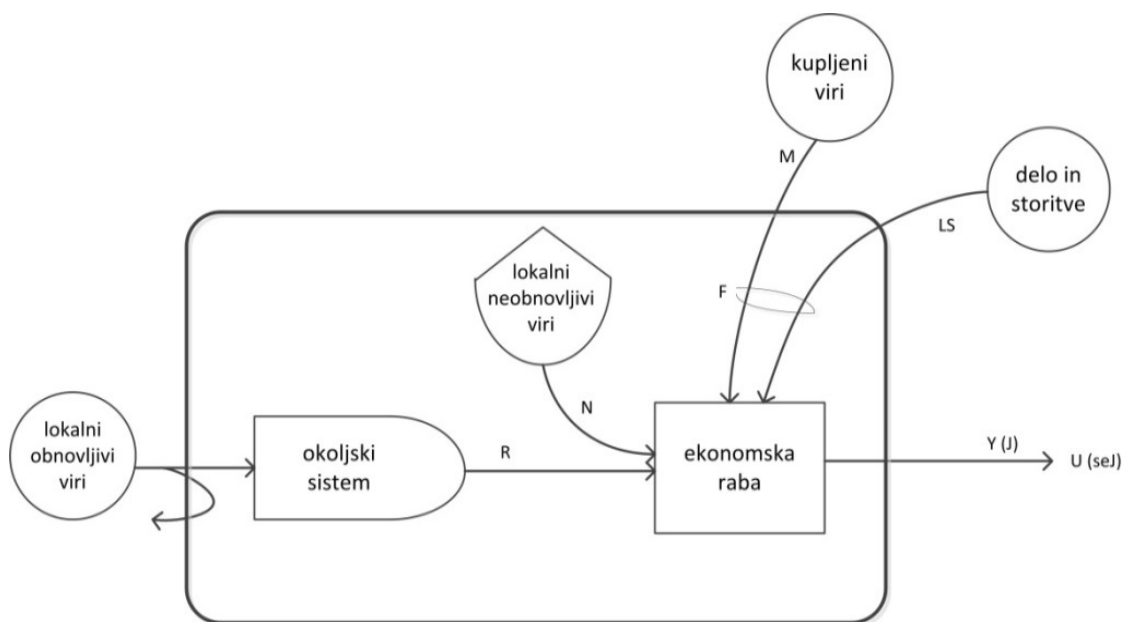
Figure 6: Scheme of a general Emergy table format (Odum, 1996)

2.3.5 Emergijski kazalniki

Slika 7 prikazuje diagram splošnega proizvodnega procesa, ki ga poganjajo zunanji viri in skladišča energije znotraj sistema. Rezultat procesa je proizvod, ki je istočasno tudi vložek v gospodarstvo, znotraj katerega proces poteka. Diagram prikazuje vložke v proces v obliki neplačljivih obnovljivih virov (R), ki izvirajo iz lokalnega okolja, lokalnih neobnovljivih virov (N), ki predstavljajo skladišča materialov znotraj sistema, ter plačljivih virov, ki izvirajo iz ekonomskega sistema (F). Slednji predstavljajo

²⁷ Številka predpostavke je hkrati sklic na prikaz izračunov, vezanih na posamezno predpostavko.

investicije v proces v obliki energije, materialnih virov in storitev. Pogosto se v literaturi pojavlja ločitev plačljivih virov (F), in sicer na neposredno naravne vire v obliki materiala (M) ter človeško delo (L) in storitve (S). Človeško delo je neposreden vložek dela, ki je potrebno za upravljanje procesov znotraj obravnavanega sistema. Pojem storitev pa se navezujejo na neposredno delo znotraj širšega družbenoekonomskega sistema, ki je potrebno za obdelavo naravnih virov.²⁸



Slika 7: Proizvodni proces (Odum, 1996)

Figure 7: Production process (Odum, 1996)

Izračun emergijskih kazalnikov, ki so funkcija obnovljivih (R), lokalnih neobnovljivih (N) in plačljivih ekonomskih virov (F), predstavlja zadnji korak v emergijski analizi. Njihov namen je ovrednotenje različnih vidikov delovanja obravnavanega sistema in s tem interpretacija rezultatov analize. Glede na raziskovalni problem, obravnavani sistem in cilje raziskave lahko kazalnike izračunamo z ali brez upoštevanja dela in storitev (LS). V primeru slednjega, kazalniki odražajo zgolj neposredno delovanje narave, ki ne vključuje družbenih interakcij. Emergijski kazalniki so natančneje obravnavani v več znanstvenih delih vodilnih raziskovalcev emergijske analize (Brown in Ulgiati, 1997, 2004a, b; Odum, 1988, 1996; Ulgiati in Brown, 1998). Po njih povzemamo opredelitev glavnih kazalnikov in njihove ključne značilnosti:

²⁸ Za razliko od ekonomskega pojmovanja storitev, se v emergijski analizi ta termin navezuje na celotno monetarno (tržno) vrednost naravnih virov, ki so bili potrošeni v danem procesu (celotni ekonomski strošek prireje). Cena teh dobrin se namreč enači z vrednostjo storitev, povezanih s pridobivanjem, predelavo, distribucijo in prodajo vira in ne z vrednostjo vira *kot takega*.

Enota emergijske vrednoti (skrajšano UEV) je razmerje med emergijo, ki je bila potrebna za nastanek proizvoda (U), in njegovo količino, izraženo v obliki količine razpoložljive energije ali snovi (Y) ($UEV = U/Y$). Kazalnik ne ločuje med emergijo obnovljivih in neobnovljivih virov. Kot je podrobneje opisano v predhodnih poglavjih (2.3.1 in 2.3.2), je UEV neposredna mera učinkovitosti procesa, njegove kvalitete in s tem obnovljivosti končnega proizvoda. Pri isti količini končnega proizvoda je sistem z nižjo UEV bolj učinkovit.

Emergijski kazalnik donosnosti (ang. *Emergy Yield ratio*, skrajšano EYR) je razmerje med celotno emergijo (U) in emergijo plačljivih ekonomskih vložkov v sistem (F) ($EYR = U/F$). Kazalnik odraža prispevek obravnavanega procesa v gospodarstvo oziroma donos, ki ga je ta zmožen iztržiti iz lokalnih naravnih virov. Višji kot je delež energije, ki izvira neposredno iz gospodarstva, manjša je ta sposobnost. Najnižja vrednost kazalnika je 1, kar pomeni, da proces predstavlja zgolj preoblikovanje že obstoječih procesov in naložba v proces ne prinaša neto donosa. Vrednost kazalnika blizu te skrajne meje je značilna za sisteme, ki so v večji meri rezultat ekonomskih interakcij. Nasprotno, primarni emergijski viri (surova nafta, premog in podobno) imajo vrednost EYR višjo od 5, kar nakazuje njihovo visoko neto donosnost socioekonomskemu sistemu, ki izvira iz koriščenja (neobnovljivih) naravnih virov.

Kazalnik obremenitve okolja (ang. *Environment Loading ratio*, skrajšano ELR) je kazalnik pritiska procesa transformacij na lokalno okolje in ocenjuje potencialno tveganje za nastanek motenj v okoljski dinamiki. Izražen je kot razmerje med emergijo neobnovljivih virov (N in F) in emergijo obnovljivih virov (R) ($ELR = (N+F)/R$). Nižji kot je delež obnovljivih virov v procesu, večjemu stresu je izpostavljeno lokalno okolje. Najnižja vrednost kazalnika je 0, ki je v procesih z ekonomsko interakcijo že po definiciji ni mogoče doseči. Okvirno vrednost kazalnika do 2 predstavlja relativno nizko, med 3 do 10 zmerno, nad 10 pa visoko obremenitev lokalnega okolja.

Emergijski kazalnik trajnosti (ang. *Emergy Sustainability Index*, skrajšano ESI) predstavlja večdimenzionalno mero dolgoročne trajnosti sistema. Trajnost procesa je opredeljena kot funkcija obnovljive energije v odvisnosti od plačljivih ekonomskih virov in obremenitve lokalnega okolja. Opredelitev kazalnika kot razmerja med EYR in ELR ($ESI = EYR/ELR$) izhaja iz dejstva, da sta za trajnost proizvoda zaželena višja donosnost pri koriščenju lokalnih virov in hkrati čim manjši pritisk procesa na lokalno okolje. Najnižja vrednost kazalnika je 0, medtem ko kazalnik lahko doseže vrednost neskončno. Slednje je dosegljivo zgolj v nedotaknjenih in zrelih ekosistemih. Vrednost ESI nižje od 1 nakazuje na k potrošniku usmerjene procese, višje vrednosti kazalnika pa na procese, ki ustvarjajo neto prispevek družbi in hkrati ohranjajo njeno okoljsko ravnovesje.

Kazalnik emergijske menjave (ang. *Emergy Exchange ratio*, skrajšano EER) ponazarja razmerje med izmenjano emergijo ob prodaji oziroma nakupu proizvoda in

predstavlja mero relativne trgovalne prednosti med kupcem in prodajalcem. Izračunamo ga tako, da emergijo proizvoda (U) delimo z emergijo, ekvivalentno ceni proizvoda ($EER = U/Em€$). To izračunamo s pomnožitvijo cene proizvoda s pretvorbenim koeficientom emergije denarja (poglavje 2.3.2), pri čemer je slednji opredeljen kot razmerje med celotno emergijo v državi v enem letu in bruto domačim proizvodom države v istem letu. Manjše kot je odstopanje vrednosti kazalnika od 1, bolj poenotena je emergijska vrednost produkta z emergijo denarnega plačila zanj.

Delež rabe obnovljive energije v celotni rabi energije (ang. *Renewable fraction*, skrajšano %R) predstavlja količnik med emergijo obnovljivih virov (R) in celotno emergijo končnega proizvoda (U) ($\%R = R / (R+N+F)$). Ta kazalnik trajnosti izvira iz predpostavke, da so zgolj procesi z visokim deležem rabe obnovljive energije dolgoročno trajnostni.

Gostota emergijske moči (ang. *Empower Density*, skrajšano ED) je relativna mera vložka energije v sistem in s tem mera intenzivnosti procesa znotraj njega. Opredeljena je kot celotna energija (U) na enoto površine sistema ($ED = U/\text{površina}$), ki jo lahko za nadaljnjo interpretacijo razčlenimo na gostoto toka obnovljive energije ($R/\text{površina}$) in gostoto toka neobnovljive energije ($(N+F)/\text{površina}$). Visoke vrednosti kazalnika so značilne za industrijske procese in visoko urbane in razvite sisteme, medtem ko nizke vrednosti kazalnika označujejo ruralna območja in druge sisteme v prevladujoče naravnem okolju.

2.3.6 Prednosti in pomanjkljivosti emergijske analize

Osrednja prednost emergijske analize je v tem, da s poenotenjem tokov na doumljiv način povezuje naravne in ekonomske sisteme. Na ta način omogoča celovito presojo raznovrstnih sistemov in njihovo medsebojno primerjavo. Hau in Bakshi (2004) v svojem delu povzemata tudi naslednje prednosti emergijske analize:

- Pristop omogoča kvantitativno ovrednotenje prispevka ekoloških procesov k razvoju in blaginji družbe.
- Emergijska analiza predstavlja objektivno sredstvo za vrednotenje ne-tržnih vložkov v sistem in s tem zapolnjuje pomanjkljivost monetarnega vrednotenja.
- Metoda temelji na termodinamičnih načelih in je znanstveno utemeljena.
- Z uporabo enotne mere energije omogoča neposredno primerjavo vseh energijskih virov, pri čemer prepozna razlike v njihovi kvaliteti.

Po mnenju avtorjev predstavlja emergijska analiza celovitejšo alternativo mnogim obstoječim metodam, ki se uporabljajo kot podpora ekonomskemu odločanju, ki zadeva tudi okoljsko problematiko. V povezavi s tem se avtorja navezujeta na metode, kot sta analiza življenjskega cikla (LCA) in eksergijska analiza (EA). Slednji prav tako temeljita na biofizikalni teoriji vrednosti in zajemata širši analitičen pristop, vendar pa

se za razliko od emergijske analize osredotočata predvsem na okoljske in družbene učinke toplogrednih plinov, ki nastajajo v opazovanem procesu. Pri tem Bakshi (2002) poudarja, da za razliko od emergijskega pristopa zanemarljiva naravni kapital, ki predstavlja ključni prispevek k ohranjanju ekonomskih aktivnosti.

Kljub široki uporabnosti je bila, kot vse prelomne ideje, tudi emergija deležna odpora in kritik s strani ekonomistov, fizikov in inženirjev (Hau in Bakshi, 2004). Razlog je po navedbah avtorjev potrebno iskati predvsem »...v nezadostni pozornosti te metode do podrobnosti, slabi komunikaciji njene potencialne pomembnosti ter pomanjkanju jasnih povezav s sorodnimi koncepti drugih disciplin« (str. 216).

Pomanjkljivost emergijske analize so visoke podatkovne zahteve metode, vezane na znanstvene discipline, katerih spoznanja so podrejena nezanesljivostim. Te izvirajo predvsem iz pomanjkanja ustreznega znanja in razumevanja dinamike procesov v geobiosferi. Posledično so manj zanesljivi tudi izračun emergijske osnove in iz nje izhajajoči pretvorbeni koeficienti. Kot odgovor na te kritike sta Brown in Ulgiati (2010) natančneje opredelila in objavila izračun izboljšane emergijske osnove, ki temelji na najnovejših spoznanjih na področju geoznanosti. Avtorja poudarjata, da je napredek na področju slednje ključnega pomena pri reševanju tega problema. Po mnenju nekaterih je pomanjkljivost emergijske analize tudi njena nezadostna pozornost do podrobnosti. Argumenti izvirajo iz dejstva, da je pretvorbeni koeficient neke dobrine odvisen od različnih okoliščin in pogojev, ki so specifične sistemu, iz katerega dobrina izvira. Uporaba enakega pretvorbenega koeficienta pri pretvorbi različnih oblik dobrine v emergijo je zato podvržena napakam (Cleveland in sod., 2000). Odum (1996) priznava, da je, gledano podrobno, vsaka dobrina in storitev rezultat edinstvenega transformacijskega procesa, vendar je mogoče domnevati, da se posplošene UEV pomembno ne razlikujejo od specifičnih. Razvoj podatkovne baze pretvorbenih koeficientov, ki zajema UEV vezane na produkte, ki nastajajo pod različnimi pogoji, je v zadnjih letih eden izmed osrednjih fokusov razvijalcev te metode (Emergy Society, 2014; Emergy Database, 2014). Izbor koeficienta UEV, ki kar najbolj ustreza obravnavanemu sistemu, je stvar presoje uporabnika. Hau in Bakshi (2004) opozarjata, da so kritike o nezanesljivosti in občutljivosti na napake skupne vsem celostnim pristopom (analiza življenjskega cikla (LCA), eksergijska analiza (EA) in analiza toka materiala (MFA)). Pri reševanju tega problema poudarjata potrebo po vključevanju analiz občutljivosti in negotovosti v rezultate analiz in potencialne prednosti vzajemnega sodelovanja omenjenih disciplin.

V sorodnih disciplinah je osrednji razlog za skepticizem o vlogi emergijske analize v pomanjkanju formalnih povezav emergije z drugimi termodinamičnimi količinami (na primer z energijo in eksergijo) (Hau in Bakshi, 2004). Pri uporabnikih zgoraj naštetih konceptov (uporabljenih v prvi vrsti za reševanje inženirskih vprašanj) nejasnosti vzbuja tudi koncept alokacije emergije. Avtorja razlagata, da je emergijska algebra

občutljiva na poznavanje obravnavanega sistema in da odločitev povezana s tem ali sta produkta vzporedna ali gre za razcepljen produkt zato včasih ni popolnoma jasna. Herendeen v Brown in Herendeen (1996) ter Herendeen (2004) primerja energijsko in emergijsko analizo in opozarja, da pravilo emergijske algebre, ki obravnava dodelitev enake emergije vzporednim produktom, lahko vodi v sisteme, ki niso v skladu s prvim zakonom termodinamike (zakon o ohranitvi energije). Nasprotno, Sciubba (2010) obrazloži, da je prvemu zakonu v emergijski analizi zadoščeno, njena opredelitev pa je problematična z vidika drugega zakona termodinamike (entropijski zakon). Avtor emergijsko analizo sicer označuje kot legitimno metodo, ki ponuja pomemben vpogled v procese z vidika trajnostne rabe naravnih virov, pri tem pa opozarja na pazljivost pri enačenju in povezovanju emergije z na videz vzporednim konceptom eksurgije. Hammond (2007) meni, da čeprav ima emergija nekaj težav pri usklajevanju z drugimi termodinamičnimi koncepti, njen vidik energijske kvalitete v energijsko metodo prinaša pomembno vsebino.

Kot pristop vrednotenja je emergijska analiza podvržena tudi kritikam o neupoštevanju temeljnih ekonomskih načel. Emergijska analiza izhaja iz stališča »darovalca« in pri oblikovanju vrednosti zanemara vlogo človeških preferenc, ki predstavljajo stališče »porabnika« (Ulgianti in sod., 2011). Odum (1988) dvomi o primernosti monetarnega kazalnika za vrednotenje okoljskih prispevkov družbi. Brown in sodelavci (1995) slednje pojasnjujejo s primerom, da je vrednost volumske enote goriva (na primer galona) določena s tem, kako daleč te gorivo pripelje, kar pa je neodvisno od cene goriva, kakršna se oblikuje na trgu. Slednje ni v skladu z ekonomsko opredelitvijo vrednosti. Kot poudarjajo Cleveland in sodelavci (2000), je ta odvisna od atributov posamezne dobrine, ki se potrošniku zdijo privlačne. Čeprav je emergija goriva ostala enaka, se je vloga te dobrine v družbi spremenila, s tem pa tudi njena tržna vrednost. Avtorji opozarjajo, da čeprav emergijska analiza lahko zagotovi vpogled v energijsko kvaliteto dobrine, ne more zajeti njenih atributov in s tem njene ekonomske koristnosti. Hau in Bakshi (2004) pojasnjujeta, da so tej kritiki podvržene tudi vse ostale metode, ki temeljijo na biofizikalni teoriji vrednosti in opominjata, da je namen emergijske analize ekocentrično vrednotenje dobrin in storitev, ki je že v izvoru različno od ekonomskega, ki temelji na antropocentričnih načelih.

Emergijska analiza se je v svojem ambicioznem namenu neposredno povezati naravo in človeka odprla kritiki. Herendeen (2004) meni, da ima metoda za namene podpore odločanju pomembne omejitve. Hammond in Winnet (2007) pri tem opozarjata na previdnost, saj agregirane metode odločevalcem ne razkrivajo morda pomembnih podrobnosti. Prihodnost emergijske analize ni jasna, Brown in Ulgianti (1999) pa verjameta, da je vključevanje emergije med orodja za podporo odločanju pomembno z vidika ustvarjanja splošne slike o vlogi ekosistemov pri proizvodnji dobrin in storitev. Hau in Bakshi (2004) vidita potencial vključevanja biofizikalnih pristopov v procese odločanja predvsem v iskanju okoljsko primernejše alternative.

2.3.7 Uporaba emergijske analize na kmetijskih sistemih

Od začetka 80-ih sta bili emergija in emergijska analiza uporabljeni na raznolikih sistemih, tako ekoloških, industrijskih, ekonomskih, kot astronomskih (Hau in Bakshi, 2004). Poleg metodoloških izboljšav (Bastianoni in sod., 2011; Brown in Ulgiati, 2010; Brown in sod., 2011; Morandi in sod., 2014; Odum, 2000) in primerjav z drugimi sorodnimi metodologijami in pristopi (Franzese in sod., 2009; Giannetti in sod. 2010; Herendeen, 2004; Raugai in sod., 2014; Sciubba in Ulgiati, 2005) objavljena dela uporabnikov te metode v zadnjih letih obravnavajo aktualne probleme, s katerimi se sooča naša družba. Ti se med drugim navezujejo na upravljanje z vodnimi viri (Brown in sod, 2010; Specchiulli in sod., 2008; Tilley in Brown, 2006), ravnanje z odpadki (Agostinho in sod., 2013), razvoj in učinkovitost alternativnih virov energije, predvsem biogoriv (Bastianone in sod., 2008; Dong in sod., 2008; Patrizi in sod., 2014; Yang in sod., 2013), in celo na gospodarsko krizo (Brown in Ulgiati, 2011).

Glede na sama teoretična izhodišča emergijske metode ni presenetljivo, da je ta najpogostejše uporabljena za raziskovanje interakcij ekonomskega sistema in naravnega okolja,²⁹ pri čemer je kmetijski sistem eden izmed pogostejše preučevanih sistemov. Emergijska analiza je v omenjenih raziskavah uporabljena na več hierarhičnih ravneh. Prav tako se razlikujejo tudi cilji raziskav z uporabo emergijske metode. Uporabo emergijske analize je moč zaslediti v raziskavah ugotavljanja trajnosti in delovanja nacionalnega kmetijstva (Rytberg in Haden, 2006; Chen in sod., 2006), regijskih in provincialnih kmetijskih sistemov (Ghisellini in sod., 2013; Li in Yan, 2012; Tao in sod., 2013) in kmetijskih dejavnosti na ravni kmetije (Hu in sodelavci, 2012; La Rosa in sod., 2008; Lu in sod., 2009 in drugi). Medtem, ko je osrednji namen nacionalnih in regionalnih analiz opredelitev ključnih dejavnikov sprememb v času in prostoru, se analize na ravni kmetijskih gospodarstev osredotočajo predvsem na obravnavo alternativnih proizvodnih sistemov, ki se razlikujejo bodisi v vrsti pridelkov ali v obsegu in tehnologiji pridelave.

Chen in sodelavci (2006) raziskujejo spremembe v trajnosti kmetijstva Kitajske v obdobju 1980-2000. Pri tem ugotavljajo, da se pri spremembi iz tradicionalnih v mehanizirane načine kmetovanja trajnost panoge znižuje. Podobno Rydberg in Haaden (2006) z emergijsko analizo na primeru danskega kmetijstva preučujeta spremembe v kmetijstvu ter njegove vloge v družbi. Avtorja zaključujeta, da kmetijstvo tudi v industrijski družbi ostaja osrednji zbirni sistem in prenosnik obnovljive energije v družbo, ki pa bo ponovno pridobil na pomenu šele v času, ko bodo fosilna goriva manj dosegljiva.

Na ravni kmetije raziskovalci pogosto primerjajo intenzivno konvencionalno kmetijsko pridelavo in manj intenzivno pridelavo, ki temelji na ekoloških oziroma sorodnih

²⁹ Z naravnim okoljem razumemo ekosistem, ki zajema biološke in geološke procese na Zemlji.

načelih proizvodnje. Castellini in sodelavci (2006) in La Rosa in sodelavci (2008) na primer primerjajo konvencionalni in ekološki sistem reje piščancev oziroma pridelave rdečih pomaranč. Rezultati kažejo, da je konvencionalna tehnologija pridelave manj trajnostna in povzroča večje pritiske na lokalno okolje. Rezultati raziskav, ki poleg emergijske analize v vrednotenje kmetijskih sistemov vključujejo tudi ekonomske kriterije (Lu in sodelavci, 2010; de Barros in sod., 2009), nakazujejo, da se ekonomska uspešnost kmetijskega sistema ne sklada z emergijsko. Rezultati kažejo, da si slednji pogosto celo nasprotujeta.

Na področju govedoreje je v literaturi pogosteje obravnavana panoga prireje govedi za meso. Sodeč po virih so bile tovrstne raziskave doslej opravljene predvsem v Srednji (Alfaro-Arguello in sod., 2010) in Južni Ameriki (Agostinho in sod., 2008; Rótolo in sod., 2007). Emergijsko ovrednoten govedorejski sistem v evropskem okolju smo zasledili zgolj v Vigne in sodelavci (2013). Omenjene raziskave aplicirajo emergijsko analizo v različnih metodoloških okvirih.

Rótolo in sodelavci (2007) analizirajo večji sistem pašne reje govedi v Argentini. Njihov namen je z vidika trajnosti ovrednotiti celoten sistem reje, kot tudi posamezne podsisteme oziroma aktivnosti znotraj sistema (paša na neobdelanem travinju, paša na košenem travniku, pridelava krme, reja krav dojlj, reja pitancev, prezimovanje in drugi). Rezultati nakazujejo relativno visoko trajnost in odvisnost pašnega sistema reje od obnovljivih virov. Pri tem avtorji poudarjajo pomen učinkovitega upravljanja z vodnimi viri (padavine), saj ti v sistem prispevajo večinski delež energije.

Pašna živinoreja je predmet raziskave tudi v Alfaro-Arguello in sodelavci (2010). V tej raziskavi avtorji predstavljajo rezultate emergijske analize več govedorejskih sistemov, pri čemer se osredotočajo na primerjavo razlik v rabi virov, produktivnosti in trajnosti med konvencionalnimi sistemi in sistemi, ki so se preoblikovali v 'holistično organizirane sisteme'.³⁰ Rezultati kažejo, da so holistično preoblikovani sistemi izrazito bolj trajnostni, pri čemer pa se produktivnost prireje mleka in mesa po preoblikovanju ni zmanjšala. Avtorji tako zaključujejo s pomembno ugotovitvijo, da se ohranitev produktivnosti in hkratno izboljšanje trajnosti sistema ne nujno izključujeta.

Vigne in sodelavci (2013) podobno ugotavljajo na primeru analize štirih raznoličnih sistemov prireje mleka, ki se ločijo po lokaciji sistema ter intenzivnosti prireje. Dva sistema se nahajata v Franciji, druga dva v Afriki in v Indonezijskem otočju. Podobno kot Rótolo in sodelavci (2007) sisteme v raziskavi analizirajo na treh ravneh, na ravni kmetijskega gospodarstva, na ravni prireje mleka ter na ravni črede. Prednost več nivojskega pristopa je po mnenju avtorjev generiranje širšega nabora informacij o

³⁰ Holistični sistemi so v raziskavi opredeljeni kot sistemi, ki so z namenom izboljšanja kakovosti tal opustili prakso požiganja travne ruše in agromelioracij, temelječih na založnem gnojenju z mineralnimi gnojili in rabi sredstev za varstvo rastlin (Alfaro-Arguello in sod., 2010).

sistemu. Rezultati kažejo, da je sistem prireje z nizko intenzivnostjo okoljsko najbolj sprejemljiv, hkrati pa je njegova raba resursov enako učinkovita kot v večjih in intenzivnejših sistemih. Razlike se kažejo tudi pri primerjavi treh intenzivnejših sistemov, ki jih avtorji pripisujejo različnim družbenim in klimatskim okoljem in s tem povezanih razlik v tehnologiji krmljenja živali.

Agostinho in sodelavci (2008) z namenom izboljšati natančnost podatkov emergijsko analizo kombinirajo z uporabo Geografskega Informacijskega Sistema (GIS). Avtorji primerjajo tri različne družinske kmetije, od teh je ena govedorejska. Za razliko od splošne opredelitve obnovljivih virov (sončno obsevanje, padavine, veter), avtorji s faktorjem obnovljivosti delež obnovljivosti določijo tudi drugim virom iz ekonomskega sistema (F). Tak pristop je mogoče zaslediti tudi v Ortega in sodelavci (2005, 2002), in Cavalett in sodelavci (2006). Avtorji ta pristop opredeljujejo kot primernejši, kadar vložki v sistem izhajajo iz lokalnega ekonomskega okolja (kot na primer delo, hlevski gnoj, električna energija, določene storitve). Podobno kot v drugih, so tudi v tej raziskavi rezultati v prid kmetijskemu sistemu, ki se poslužuje konceptov ekološkega kmetovanja.

2.4 UPORABA METOD MATEMATIČNEGA MODELIRANJA PRI NAČRTOVANJU KMETIJSKE PROIZVODNJE

2.4.1 Bioekonomski modeli v kmetijstvu

Matematično programiranje predstavlja pomembno orodje za modeliranje odločitvenih možnosti in s tem povezano podporo odločanju v kmetijstvu (Buysee in sod., 2007). Raznovrstni in številni cilji nove kmetijske politike, povečanje povpraševanja po multidisciplinarnih pristopih in celostni obravnavi kmetijstva ter poziv k dialogu in sodelovanju med raziskovalci iz različnih znanstvenih področij so v zadnjih dveh desetletjih pomembno botrovali k razvoju tako imenovanih bio-ekonomskih modelov v kmetijstvu (Flichman in Allen, 2012). Bio-ekonomski modeli so po navedbah Flichmana in Allena (2012) v splošnem prepoznani kot (matematični) modeli, ki povezujejo različne discipline z namenom razkrivanja odgovorov na multidisciplinarna in večdimenzionalna vprašanja organizacije kmetijske proizvodnje. Ob tem avtorji opozarjajo, da je miselnost za tem pristopom sicer bolj komplicirana ter da je za bio-ekonomski model ključna integracija biofizikalnih in ekonomskih komponent tako v tehničnem kot konceptualnem pomenu.

Študija Janssen in Ittersuma (2007) nudi pregled osemindesetih (48) bio-ekonomskih modelov za podporo odločanja v kmetijstvu in navaja, da matematično modeliranje, ki temelji na sistemskem pristopu, predstavlja primerno raziskovalno in ocenjevalno orodje predhodnih analiz kmetijske in okoljske politike. Med modeli, ki so zajeti v njuni študiji, jih večina temelji na enostavnem linearnem programiranju ob predpostavki maksimiranja pričakovanega dohodka oziroma zasledovanja cilja

maksimalne pričakovane koristnosti, peščica modelov pa zajema večkriterijski pristop optimiranja.

Razmah modeliranja kmetijstva, ki upošteva tudi okoljsko dimenzijo, opažata tudi Zekri in Boughanmi (2007). Tudi njuno delo predstavlja temeljit pregled matematičnih modelov, ki zajemajo interakcijo kmetijstva z naravnim okoljem, pri čemer se avtorja osredotočata na pregled študij, ki aplicirajo večkriterijsko matematično programiranje, pri čemer različni avtorji uporabljajo raznovrstne metodološke pristope. Na podlagi študije avtorja opažata, da bo prihodnji razvoj modelov, ki povezujejo kmetijstvo in njegovo okoljsko komponento najverjetneje krenil v smer integracije združenih simulacijskih modelov, geografskega informacijskega sistema GIS in participacijske analize.

Ob pregledu literature s področja bio-ekonomskih optimizacijskih modelov v kmetijstvu je moč opaziti, da so ti v splošnem omejeni na povezovanje agronomsko-ekoloških in ekonomskih modelov oziroma na vključevanje posamičnih okoljskih kriterijev, kot so na primer količina izpustov metana, kemijsko neravnovesje v tleh, erozija tal in podobno (glej na primer Bailleul in sod., 2001; Giasson in sod 2003; Zadnik-Stirn in Oblak, 1999; Tiwari in sod, 1999; Zander in Kaechele, 1999).

Janssen in Ittersen (2007) navajata, da je formulacija oziroma kompleksnost odločitvenega modela v prvi vrsti odvisna od raziskovalnega problema in končnega uporabnika. V nadaljevanju podrobneje opisujemo dve najpogostejše uporabljena metodi matematičnega programiranja pri modeliranju kmetijskih sistemov, linearno matematično programiranje in ciljno programiranje.

2.4.2 Linearno matematično programiranje

Linearno programiranje (LP) je mogoče opredeliti kot problem maksimiranja oziroma minimiranja linearne namenske funkcije, območje, na katerem je mogoče tak ekstrem iskati pa opredeljujejo prav tako linearne omejitve.³¹ Namen reševanja linearnega programa je poiskati spremenljivke namenske funkcije, ki zadoščajo vsem omejitvam in sistemu enačb oziroma neenačb (Winston, 2004; Romero in Rehman, 2003). V matematični obliki to zapišemo kot:

$$\max/\min f(X) = \sum_{q=1}^Q a_q x_q \quad \dots (11)$$

tako, da je

³¹ V kolikor namenska funkcija ali omejitve niso linearne govorimo o nelinearnem programiranju (NLP). Nelinearni problemi so v splošnem težje rešljivi. Predvsem v primeru nekonvekne oblike prostora dopustnih rešitev se lahko zgodi, da dobljena rešitev predstavlja lokalni in ne globalni ekstrem. Informacija o tem za kako rešitev gre raziskovalcu ni znana. V praksi lahko to negotovost zmanjšamo s spreminjanjem izhodiščne točke (rešitve) modela, pri čemer opazujemo, ali se dobljena rešitev ob tem spreminja (Ragsdale, 2007).

$$f(X) \leq b_q$$

$$X = F$$

$$x_q \geq 0 ; b_q \geq 0$$

pri čemer je x_j spremenljivka namenske funkcije $f(x)$, b_i omejitev in F prostor vseh dopustnih rešitev.

Prednost linearne programiranja je predvsem jasnost in enostavnost, zaradi česar je pogosto apliciran tudi pri reševanju enostavnejših problemov v kmetijstvu. Taka formulacija modela je običajno namenjena končnemu uporabniku (kmetovalcu) in nudi prikaz ekonomskih ali okoljskih učinkov v primeru sprememb tehnologije kmetovanja. Poleg načrtovanja obsega in intenzivnosti kmetijske proizvodnje (Berentsen in Giesen 1995; Berentsen, 1999) je aplikacija linearne modela odločanja uspešno uporabljena tudi pri analizah kmetijske politike (Breen in sod., 2005; Shrestha in sod., 2007; Žgajnar in sod., 2007a, b).

Kljub široki uporabnosti glavna kritika linearne modela ostaja pretirana poenostavitev optimizacijskega problema in s tem odstopanje od realnosti (Gomez-Limon in sod., 2003). Kritiki je izpostavljena tudi rigidnost pristopa, saj linearni modeli ne dovoljujejo odstopanja od zadanih omejitev (Rehman in Romero, 1984). Številni avtorji menijo, da je pomanjkljivosti linearne programiranja mogoče zaobiti z njegovo nadgradnjo v večkriterijski ciljni program (Rehman in Romero, 1984, 1987; Ferguson in sod., 2006).

2.4.3 Večkriterijsko (ciljno) programiranje

Ciljno programiranje predstavlja izpeljanko iz linearne programiranja in njegovo pogosto uporabo je po mnenju Jonesa in Tamiza (2010) mogoče pripisati ravno njegovi jasni filozofiji. Ciljno programiranje velja za posebno obliko kompromisne metode reševanja večkriterialnih problemov in omogoča upravljavcu, da ob upoštevanju celotnega nabora ciljev, iz množice rešitev izbere tisto, ki dosega najboljše vrednosti pri vseh (Martel in Auoni, 1998). Ciljno programiranje omogoča reševanje večkriterialnega problema v kontekstu enokriterialnega problema. Ciljne vrednosti razume kot tako imenovane šibke omejitve in preko minimizacije odstopanj od ciljnih vrednosti išče optimalno rešitev. Algebraično to zapišemo kot:

$$\min \sum_{q=1}^Q (\alpha_q n_q + \beta_q p_q) \quad \dots (12)$$

tako, da je

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

$$X = F$$

$$n_q, p_q \geq 0$$

kjer je n_q negativno, p_q pa pozitivno odstopanje. Cilje v modelu namreč oblikujemo tako, da sicer toge omejitve pretvorimo v fleksibilnejše cilje, ki dovoljujejo določena odstopanja od ciljnih vrednosti. Z določitvijo možnih odstopanj razširimo polje možnih rešitev (Romero in Rehman, 2003).

Izpeljanka ciljnega programiranja je tehtano ciljno programiranje (WGP). Njegova ključna značilnost je v tehtanju pomena posameznih ciljev. Matematično to obliko ciljnega programiranja zapišemo:

$$\min a = \sum_{q=1}^Q \left(\frac{u_q n_q}{k_q} + \frac{v_q p_q}{k_q} \right) \quad \dots (13)$$

tako, da je

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

$$X = F$$

$$n_q, p_q \geq 0$$

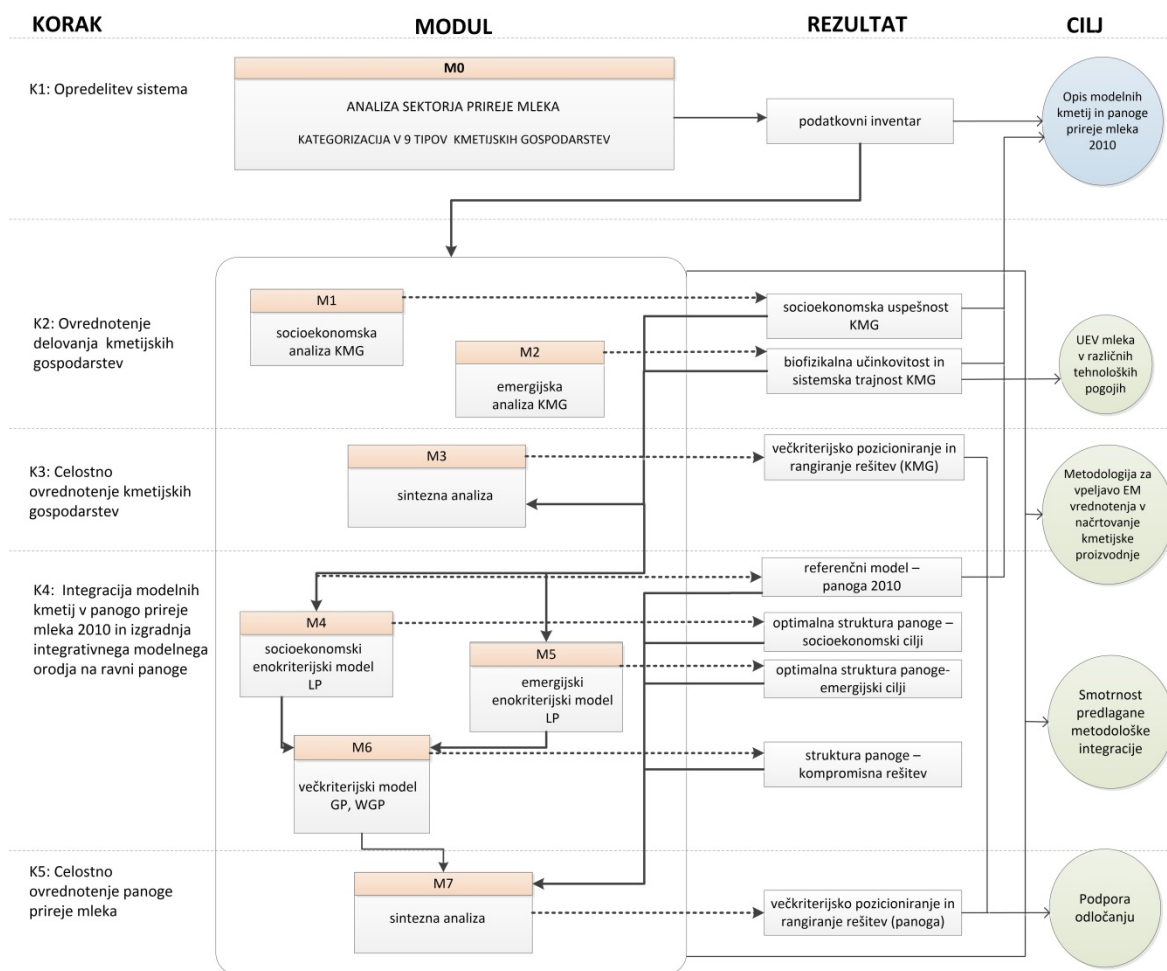
kjer u_q predstavlja vrednost uteži v primeru negativnega odstopanja, v_q vrednost uteži v primeru pozitivnega odstopanja, k_q pa komponento uteži, ki zagotavlja primerljivost med cilji (normalizacija ciljev).

Iz tega sledi, da so dobljeni rezultati precej odvisni od izbire pomembnosti uteži, saj te neposredno opredeljujejo pomen posameznih ciljev. Nedoseganje cilja lahko »kaznujemo« tako v negativno kot pozitivno smer, pri čemer vrednost uteži v primeru negativnega in pozitivnega odstopanja nista nujno enaki (Kettani in sod., 2004). Vrednost uteži lahko določimo na več načinov, pri tem pa je pomembno predvsem, da z njimi čim bolj ponazorimo prioritete odločevalca.

3 MATERIALI IN METODE

3.1 SPLOŠEN OPIS IN POTEK DELA

Metodološki pristop je najprej shematsko predstavljen na Sliki 8. Sledi splošen opis in razlaga zasnove modularnega orodja. Izčrnejši opis modulov, uporabljenih materialov in metod po posameznih korakih predstavljamo v poglavjih, ki sledijo.



Slika 8: Shematski prikaz metodološkega pristopa

Figure 8: Scheme of the methodological approach

Metodološki pristop sestavlja 8 medsebojno povezanih modulov (M0-M7). Modul 0 (M0) je izhodišni modul. Njegov namen je opredelitev sistema in priprava materialov, potrebnih za nadaljnje delo. V modulu je zajeta kategorizacija panoge priraje mleka v več modelnih kmetijskih gospodarstev (KMG), na podlagi slednje pa izgradnja podatkovnega inventarja, ki kvantitativno opredeljuje obravnavan sistem na ravni posameznih tipskih KMG in na ravni celotne panoge. Sistem priraje je obravnavan v statičnem okviru in se navezuje na stanje v izhodiščnem letu analize (2010).

Osrednji namen metodološkega pristopa, ki ga opisujemo, je postaviti izhodišča in metodologijo za vpeljavo emergijskega vrednotenja kmetijske dejavnosti v načrtovanje kmetijske proizvodnje ter raziskati smotrnost predlagane metodološke integracije. Metodološki pristop je zasnovan tako, da zajema analizo sistema prireje mleka na dveh odločitvenih ravneh.

Moduli 1, 2 in 3 obravnavajo sistem na ravni KMG, moduli 4, 5, 6 in 7 pa na ravni panoge. Rezultati prvih modulov vstopajo neposredno v formulacijo modelov v preostalih moduli. Namen modula 1 in 2 je analiza delovanja sistema prireje mleka na ravni KMG z dveh vidikov. **Modul 1** (M1) zajema antropocentrični vidik vrednotenja in temelji na socioekonomski analizi uspešnosti posameznih tipskih KMG, medtem ko je namen **modula 2** (M2) ekocentrično ovrednotenje delovanja kmetijskih sistemov po načelih emergijske analize. V **modulu 3** (M3) je zajeta sintezna analiza, s katero želimo ovrednotiti in primerjati delovanje različnih tipov prireje ob sočasnem upoštevanju skupine socioekonomskih in emergijskih kriterijev. Modul temelji na statistični metodi razvrščanja v skupine in grafični interpretaciji in analizi rezultatov.

Naslednji korak je izgradnja modelnega orodja prireje mleka na ravni panoge.³² Namen modulov 4, 5 in 6 je najti optimalno strukturo panoge (števila KMG po posameznih tipih) znotraj določenih omejitev in ob upoštevanju različnih ciljev. Omenjeni moduli so podprti z optimizacijskimi matematičnimi modeli. **Modula 4** (M4) in **5** (M5) temeljita na enostavnem linearnem programiranju (LP), pri čemer znotraj prvega iščemo optimalno strukturo panoge, ki ustreza določenemu socioekonomskemu cilju, v drugem pa rešitve, ki zasledujejo posamičen emergijsko opredeljen cilj. **Modul 6** (M6) temelji na večkriterijskem modeliranju. Uporabljena metoda je ciljno programiranje (GP). To nam omogoča iskanje optimalne strukture panoge prireje z upoštevanjem več ciljev hkrati. Rezultat modula 6 je struktura panoge, ki predstavlja kompromis med cilji, ki se med seboj sicer so neke mere izključujejo. Zadnji modul, **modul 7** (M7), je vzporeden modulu 3 in je namenjen sintezni obravnavi in razpravi predhodno dobljenih rešitev.

Glavna programska oprema uporabljena v nalogi je MS Excel in reševalec Analytic Solver podjetja Frontline Solvers, ki deluje v Excelovem okolju in predstavlja nadgradnjo osnovnega Excelovega reševalca. Poleg Excela smo v nalogi uporabili tudi programsko opremo IBM SPSS Statistics 22 in MS Visio.

³² Izhodiščni model opredeljuje panogo prireje mleka v Sloveniji v letu 2010 in predstavlja referenčno stanje, na katerega se sklicujemo pri kasnejši analizi rezultatov.

3.2 OPREDELITEV OBRAVNAVANEGA SISTEMA

3.2.1 Izbira obravnavanega sistema

V nalogi se osredotočamo na kmetijsko dejavnost prireje mleka. Izbor obravnavanega sistema utemeljujemo s tem, da obravnavana dejavnost vključuje tako rastlinsko pridelavo kot druge živinorejske aktivnosti, s čimer predstavlja eno izmed kompleksnejših oblik kmetijstva. Glede na to, da ostale primarne kmetijske dejavnosti predstavljajo zgolj različne oblike rastlinske pridelave oziroma živinoreje, obravnava kompleksnega sistema, ki združuje obe, prispeva k širši uporabnosti naloge. Obravnava sistema prireje mleka je zanimiva tudi z vidika pomena, ki jo ima ta panoga v slovenskem kmetijstvu.

3.2.2 Prireja mleka v Sloveniji

Prireja mleka je prevladujoča kmetijska dejavnost v državi. K skupni vrednosti kmetijske proizvodnje prispeva okoli 14%, k vrednosti živinoreje pa 31%. Po podatkih kmetijskega inštituta (KIS, 2011a, 2012) se je s to dejavnostjo v letu 2010 ukvarjalo skoraj 11.000 ali 15% kmetijskih gospodarstev (KMG) (Preglednica 1). V letu 2000 je bil delež teh kmetij več kot enkrat večji. V zadnjem desetletju je bila panoga prireje mleka priča intenzivnim strukturnim spremembam, ki so vodile v specializacijo in koncentracijo panoge. Poleg znatnega upada števila kmetij so se posledice pokazale v povečanju povprečne velikosti kmetij, v rasti intenzivnosti prireje in v izboljšani kakovosti namolzenega mleka. Panoga se intenzivno sooča z opuščanjem prireje mleka na majhnih družinskih kmetijah in hkrati z rastjo preostalih proizvodnih obratov. Kljub več kot 60% znižanju skupnega števila kmetij s prirejo mleka, se je število velikih kmetijskih gospodarstev (velikostni razred 50-99 molznic) povečalo za več kot štirikrat. Število molznic se je v tem obdobju zmanjšalo za slabo četrtnino, medtem ko se je povprečna velikost črede na kmetijskem gospodarstvu podvojila. V primerjavi z državami EU, kmetije v Sloveniji v letu 2010 vseeno ostajajo relativno majhne (v povprečju 13 ha KZU), z majhnimi čredami (v povprečju 9,9 molznic) in nizko intenzivnostjo prireje (v povprečju okoli 5.500 kg na kravo).

Faktorski dohodek v kmetijstvu je v letu 2010 v povprečju znašal 5.000 € na enoto delovne sile (2,8 €/uro), kar je manj kot 40% povprečja EU-27 in manj kot 25% povprečja EU-15 (KIS, 2011a). V zadnjem desetletju smo v Sloveniji priča padajočemu trendu odkupne cene mleka, ki je bila v letu 2010 ena najnižjih v EU-27. Istočasno cene kmetijskih inputov nenehno naraščajo (SURS, 2013), kar ima za posledico vedno večjo ogroženost dohodkovnega položaja kmetovalcev. Povečan pritisk za iskanje alternativnih virov dohodka (preoblikovanje proizvodnje oziroma izhod iz panoge) pojasnjuje strukturne spremembe v panogi prireje mleka, ki smo jim priča v zadnjem desetletju. Te so posledica ekonomskih vzvodov in se bodo verjetno nadaljevale.

Preglednica 1: Osnovne značilnosti panoge prireje mleka v letu 2010 v primerjavi z letom 2000 (KIS, 2012)

Table 1: Key characteristic of the milk production sector in 2010 in comparison to the year 2000 (KIS, 2012)

	2000	2010	I _{2010/2000}
Število KMG	28.588	10.953	38,3
Delež v vseh KMG (%)	33,1	14,7	44,3
Število KMG v razredu 50-99 glav	37	156	429,7
Število molznic (konec leta)	140.236	109.467	78,1
Povprečno število molznic/KMG	5,0	9,9	199
Namolzeno mleko (t)	648.628	603.930	93,1
Povprečna mlečnost (kg/ molznico)*	4.351	5.517	119,3

* namolzeno mleko deljeno s številom molznic konec leta

Nacionalna oskrba z mlekom kljub postopnemu zmanjševanju prireje presega domačo porabo in Slovenija ostaja neto izvoznica mleka. Največji izvozni trg rejcem in predelovalcem mleka je Italija, kamor se izvaža predvsem surovo in sveže konzumno mleko. Slovenski odkupovalci uvažajo predvsem konzumno mleko (Madžarska) in mlečne izdelke (Nemčija, Avstrija, Italija) (SURs, 2013). Po vstopu v EU se je del prodaje mleka in mlečnih izdelkov preusmeril od domačih k tujim mlekarnam. Po podatkih Statističnega urada so slovenske mlekarne in odkupovalci v letu 2010 odkupili 60%, tuje pa okoli 26% namolzenega mleka. Neposredna prodaja je v tem letu znašala okoli 1,6%, lastna poraba pa 2% namolzenega mleka. Stopnja predelave mleka je na kmetijah v Sloveniji nizka. Doma predelani mlečni izdelki v ekvivalentih mleka sicer predstavljajo razmeroma majhen delež celotne prireje mleka (manj kot odstotek), njihova udeležba v dodani vrednosti prireje pa je vsled predelave in prodaje v višje pozicioniranih formatih višja. Ob tem kaže poudariti, da je zaradi naraščajočega povpraševanja po hrani lokalnega izvora mogoče pričakovati širitev ponudbe kmetij z dopolnilno dejavnostjo predelave mleka in mlečnih izdelkov.

3.2.3 Kategorizacija kmetijskih gospodarstev s prirejo mleka

Sistem prireje mleka v Sloveniji v nalogi obravnavamo na dveh ravneh: na ravni posameznega kmetijskega gospodarstva in na ravni celotne panoge. Za namen te naloge je panoga prireje mleka v Sloveniji kategoriziran v devet (9) tipov modelnih kmetijskih gospodarstev (kmetij) (KMG). Osrednje vodilo pri njihovi formulaciji ni bila zgolj opredelitev najbolj zastopanih tipov prireje mleka v Sloveniji, temveč predvsem prikaz izjemne raznolikosti v organiziranosti prireje na kmetijskih gospodarstvih v Sloveniji. V opredelitvi modelnih kmetij smo skušali zajeti vse najpogostejše zastopane tipe kmetijskih gospodarstev s prirejo mleka v Sloveniji, kot tudi takšne, ki so v strukturi slovenske prireje mleka zaenkrat zastopani v manjši meri. Oblikovanje izhodiščnih predpostavk o obliki in organiziranosti modelnih kmetij temelji na ekspertnih ocenah sodelavcev iz Oddelka za zootehniko na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Te

predpostavke, iz katerih je kasneje izpeljana kvantitativna opredelitev KMG, opisujemo v nadaljevanju.

Kmetija tipa 1 (KMG1) je manjša tradicionalna družinska kmetija, na kateri prireja mleka predstavlja dopolnilno ekonomsko dejavnost. Prireja temelji na konvencionalnih načelih kmetovanja in je v večji meri namenjena lastni porabi na kmetiji oziroma neposredni prodaji lokalnim kupcem. Na KMG1 predpostavljamo rejo kombiniranih pasem krav (lisasta in rjava). Kmetije tega tipa se nahajajo predvsem na strmejših in hribovitih območjih, ki spadajo med območja z omejenimi dejavniki za kmetijsko dejavnost (OMD območja). Med kmetijskimi površinam prevladuje eno-kosno travinje. Poleg hlevskega gnoja so površine dodatno gnojene z manjšo količino mineralnih gnojil. Krmni obrok temelji v večji meri na paši in mrvi, dodatnih krmil kmetija ne kupuje. Kmetija tega tipa je upravičena do neposrednih plačil vezanih na proizvodnjo in kmetijska zemljišča v uporabi ter nadomestila zaradi manj ugodnih pogojev kmetovanja (OMD plačilo).

Kmetija tipa 2 (KMG2) je podobna, a izrazitejše tržno usmerjena družinska kmetija. Slednje je posledica nekoliko ugodnejše lege te kmetije, večjega obsega kmetijskih zemljišč in črede ter višje intenzivnosti prireje. Travinje, ki se kosi štirikrat letno, predstavlja večji del kmetijskih površin. Poleg hlevskega gnoja so površine gnojene s kupljenimi mineralnimi gnojili. Za obogatitev obroka se krmi, proizvedeni na kmetiji, dodaja tudi manjša količina kupljene krmne mešanice.

Tipa kmetij 3 in 4 predstavljata kmetije s prirejo mleka, ki ustreza načelom in predpisom ekološkega kmetovanja. Ekološka pridelava krme in prireja sta omejeni z zakonsko določenimi predpisi (Pravilnik o ekološki pridelavi ..., 2010). Ti med drugim določajo največjo dovoljeno obtežbo živali na hektar zemljišča v uporabi, uporabo lokalno pridelane ekološke krme, ekološko pridelanih semen ter prepoved uporabe lahko topnih mineralnih gnojil in sintetičnih sredstev za varstvo rastlin. Oba tipa KMG redita krave lisaste oziroma rjave pasme. Tipa se razlikujeta predvsem v velikosti, intenzivnosti in tržni usmerjenosti prireje. **Kmetija tipa 3 (KMG3)** je manjša kmetija z izrazito ekstenzivno rejo živali in nizko intenzivnostjo prireje mleka. Kmetije tega tipa se v večini nahajajo na strmejših in hribovitih legah. V strukturi kmetijskih površin močno prevladuje eno-kosno travinje. Živali so večji del leta na paši, kmetija dodatnih krmil ne kupuje. **Kmetija tipa 4 (KMG4)** je srednje velika intenzivnejša ekološka kmetija, ki gospodari v nekoliko ugodnejših proizvodnih razmerah. Obdeluje zemljišča, kjer prevladuje tri-kosno travinje. Z izjemo fosforjevega gnojila za izboljšanje travne ruše, mineralnih gnojil ne dodaja. Večja intenzivnost prireje v primerjavi s KMG3 je dosežena z obogatitvijo krmnega obroka predvsem s travno silažo ter minimalno količino kupljene krmne mešanice. Za razliko od KMG3, kjer je prireja namenjena lastni porabi in neposredni prodaji lokalnim kupcem, je prireja mleka na KMG4 tržno usmerjena in namenjena prodaji mlekarnam. Poleg neposrednih ter OMD plačil, sta

kmetiji KMG3 in KMG4 upravičeni do kmetijsko okoljskega plačila za ekološko proizvodnjo.

Kmetije tipa 5 (KMG5) so »običajne«, manjše do srednje velike kmetije, s povprečno intenzivnostjo prireje. Skupna prireja teh kmetij predstavlja najvišji delež tržne prireje v državi. Te kmetije sledijo konvencionalnim načelom kmetovanja in se tako kot KMG4 v večji meri nahajajo v območjih z manj omejenimi dejavniki za kmetijske proizvodnjo in na območjih brez teh omejitev. Okoli tretjina zemljišč je njivskih površin, namenjenih predvsem pridelavi koruzne silaže in zelene krme, krmni obrok živali pa je obogaten tudi z manjšo količino dokupljene krmne mešanice. Poleg hlevskega gnoja so površine gnojene tudi z mineralnimi gnojili. Tako kot pri predhodnih tipih KMG, se tudi pri KMG5 predpostavlja reja kombiniranih pasem molznic. Kmetije tega tipa so upravičene do neposrednih ter OMD plačil.

Za kmetije tipa 6, 7 in v večji meri tipa 8 in 9 so značilna manj razdrobljena kmetijska zemljišča, ki ležijo na območjih, primernih za intenzivno proizvodnjo krme, ki jo te kmetije dosegajo s štiri do pet-kratno košnjo travinja ter uporabo večjih količin mineralnih gnojil. Te kmetije so v večini specializirani pridelovalci mleka s čredo večjo od 30 molznic predvsem črno-bele pasme. Kmetije se razlikujejo predvsem v velikosti in strukturi zemljišč, velikosti črede in količini dokupljene krmne mešanice. **Kmetija tipa 6 (KMG6)** je srednje velika kmetija s 30 do 80 molznicami in letno mlečnostjo do 8.500 kg. V strukturi kmetijskih površin prevladujejo njivske površine, v večji meri namenjene proizvodnji koruze in drugih žit. Poleg neposrednih ter deloma OMD plačil, so te kmetije upravičene do kmetijsko okoljskega plačila vezanega na trajnostno rejo živali in ozelenitev njivskih površin ali integrirano poljedelstvo.

Kmetije tipa 7 (KMG7) so kmetije z najvišjo intenzivnostjo prireje. Letna mlečnost na kmetijah tega tipa presega 8.500 kg in je dosežena z dodajanjem večje količine bogate krmne mešanice v krmni obrok. Po velikosti črede in zemljišč so te kmetije podobne KMG6, vendar z nekoliko višjim deležem njivskih površin. Za razliko od KMG6, kmetije tega tipa niso upravičene do kmetijsko okoljskih plačil.

Kmetija tipa 8 (KMG8) predstavlja veliko kmetijo z 80-250 molznicami in letno mlečnostjo do 9.000 kg. Je največji tip družinske kmetije, ki poleg družinskih članov zaposluje tudi dodatno delovno silo. Kmetija tega tipa se v celoti nahaja na območjih z ugodnimi razmerami za kmetijsko proizvodnjo. Poleg neposrednih plačil je upravičena do kmetijsko okoljskega plačila vezanega na ozelenitev njivskih površin ali integrirano poljedelstvo.

Kmetija tipa 9 (KMG9) predstavlja največjo kmetijo, organizirano v obliki gospodarske družbe. Upravlja z velikim kompleksom zemljišč brez naravnih omejitev in s čredo večjo od 250 molznic. Intenzivnost prireje je visoka, vendar v povprečju kmetije tega tipa ne presegajo intenzivnosti prireje drugih intenzivnih tipov kmetij

(KMG6, KMG7, KMG8). Kmetija tega tipa je upravičena do neposrednih plačil, vezanih na proizvodnjo in kmetijska zemljišča v uporabi.

Osrednji kriteriji pri klasifikaciji kmetijskih gospodarstev v posamezne tipe so bili tehnologija (ekološka/konvencionalna) in intenzivnost priraje (mlečnost, obtežba, delež njivskih površin), velikost črede (število molznic) ter stopnja lastne porabe (več ali manj kot 50 odstotkov). Natančnejši shematski prikaz kategorizacije je prikazan v Prilogi B. V klasifikacijo so bila vključena vsa kmetijska gospodarstva v Sloveniji v letu 2010 z vsaj 1 molznico. Rezultat klasifikacije kmetij je bil določitev števila kmetij znotraj posameznega tipa ter kvantitativna formulacija glavnih značilnosti tipa. Slednje so predstavljene v Preglednici 2.

Preglednica 2: Osnovne značilnosti obravnavanih tipov KMG v panogi priraje mleka

Table 2: Key characteristics of dairy farm types (FT) investigated

	KMG 1	KMG 2	KMG 3	KMG 4	KMG 5	KMG 6	KMG 7	KMG 8	KMG 9
TIP KMG	samo- oskrbna	pol samooskrbna	ekstenzivna ekološka	intenzivna ekološka	konven- cionalna	manjša intenzivna	visoko intenzivna	večja intenzivna	kmetijsko podjetje
pasma	L, R	L, R	L, R	L, R	L, R	ČB, L, R	ČB	ČB	ČB
molznice	2	8	4	26	20	46	51	105	654
mlečnost (kg/leto)	3.600	4.500	3.000	4.500	5.500	7.400	9.300	7.500	7.000
KZU ^b (ha)	4	9	9	44	17	37	37	90	762
njivske površine (%)	11%	19%	8%	13%	37%	56%	59%	53%	58%
prevladujoča kultura	trave in metuljnice	druga žita	trave in metuljnice	trave in metuljnice	trave in metuljnice	silažna koruza	silažna koruza	silažna koruza	silažna koruza
najete površine (%)	9%	22%	15%	52%	37%	54%	59%	66%	72%
teren	S/H	S/H/R	S/H	S/H/R	S/H/R	H/R	H/R	R	R
proračunska plačila ^a	NP, OMD	NP, OMD	NP, OMD, EKO	NP, OMD, EKO	NP, OMD	NP, OMD, KOP	NP	NP, KOP	NP

^a *Legenda: pasma:* L- lisasta, R- rjava, ČB- črna bela; *teren:* S- strm, H- gričevnato hribovski, R- ravninski, brez omejitev; *proračunska plačila:* NP- neposredna plačila, OMD- plačila za kmetovanje na območjih z omejenimi dejavniki, EKO- plačila za ekološko kmetovanje, KOP- druga kmetijsko okoljska plačila.

^b KZU zajemajo zgolj površine namenjene priraji mleka (vključno z lastno pridelavo krme).

Kvantitativno so osnovne značilnosti tipov opredeljene s povprečjem vseh kmetij znotraj posamezne skupine pri čemer so pri izračunu povprečja kmetijskih površin upoštevane določene prilagoditve. Slednje so temeljile na predpostavki, da površine na

kmetijah, katerih proizvodnja ni povezana s prirejo mleka ali kjer prireja mleka predstavlja dejavnost znotraj kombinirane kmetijske dejavnosti, presegajo kmetijske površine namenjene izključno prireji mleka. Da bi površine na kmetiji nekoliko bolj odražale zgolj površine, ki so namenjene prireji mleka, so bile površine manj reprezentativnih kmetij korigirane na raven enako velikih specializiranih kmetij. Predmet take obravnave so bile predvsem manjše kmetije tipa KMG1 in KMG3.

3.2.4 Priprava podatkovnega inventarja

Za klasifikacijo kmetijskih gospodarstev smo kot glavne podatkovne vire uporabili individualne podatke Popisa kmetijstva 2010 (Statistični urad Republike Slovenije; SURS), zbirne vloge za leto 2010 (Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja; ARSKTRP) ter izbor podatkov iz Centralne podatkovne zbirke GOVEDO (Kmetijski inštitut; KIS). Klasifikacija kmetijskih gospodarstev z največ 30 molznicami temelji na podatkih Popisa kmetijstva 2010, medtem, ko je bil za klasifikacijo kmetijskih gospodarstev z več kot 30 molznicami uporabljen nabor podatkov iz zbirnih vlog in centralne podatkovne zbirke GOVEDO. Za uporabo slednje podatkovne zbirke smo se odločili, ker omogoča rabo širšega nabora relevantnih podatkov, pridobljenih iz programa kontrole prireje mleka.

Osnovne značilnosti posameznih tipov kmetijskih gospodarstev (Preglednica 2) so služile kot izhodišče za formulacijo tehnoloških, ekonomskih in okoljskih parametrov obravnavanih sistemov. Za vsak tip kmetije je bil pripravljen podatkovni inventar, ki zajema podatke o vrsti, količini in ceni posameznega vložka, glavnega proizvoda in stranskih produktov obravnavane kmetijske dejavnosti.

Ekonomski vložki, ki jih obravnavamo v nalogi, so:

- dizelsko gorivo za pogon kmetijske mehanizacije,
- električna energija,
- mineralna gnojila,
- seme,
- voda za živali,
- kupljena krmila,
- sredstva za varstvo rastlin,
- kmetijska mehanizacija in objekti,
- lastno in najeto delo,
- storitve³³ in
- proračunska plačila.

³³ V storitvah so zajete splošne storitve (veterinarske storitve, stroški reprodukcije in obnove črede, finančne storitve), storitve javnega vodovodnega omrežja, najem strojnih storitev in najem kmetijskih zemljišč.

Izhodiščni vir za kvantitativno opredelitev vložkov v proizvodnjo je bil Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah v Sloveniji (KGZS, 2011) ter modelne kalkulacije Kmetijskega Inštituta Slovenije za leto 2010 (KIS, 2011b). Cene in vrednosti vložkov so povzete iz omenjenih dveh virov ter iz podatkovne baze Statističnega urada RS (SURS, 2013) in se navezujejo na cene brez DDV v letu 2010. Glavni proizvod kmetijske dejavnosti je mleko. Odkupna cena mleka za konvencionalno pridelano mleko znaša 0,3 €/kg in predstavlja povprečno odkupno ceno v obdobju 2008-2011. Odkupna cena mleka ekološke pridelave znaša 0,41 €/kg in temelji na osebni komunikaciji s slovensko mlekarno, ki tako mleko odkupuje. Stranski produkt prireje mleka so telički in izločene krave. V nalogi se predpostavlja, da so vsa teleta, ki niso namenjena obnovi črede, prodana na trg pri teži 120 kg. Izračun vrednosti prodaje telet temelji na Katalogu kalkulacij KGZS (2011). Omeniti velja, da omenjeni podatkovni viri zajemajo le omejen spekter tipičnih kmetij s področja prireje mleka. Tehnološki in ekonomski parametri kmetij, obravnavanih v tej nalogi, zato nekoliko odstopajo od tistih, ki jih navajajo omenjeni viri. Zaradi teh odstopanj so nekatere predpostavke modelnih kmetij postavljene na podlagi ekspertnih ocen.

Poleg ekonomskih vložkov so v nalogi obravnavani tudi viri, ki izvirajo neposredno iz naravnega sistema in so neplačljivi. **Naravni viri**, ki jih obravnavamo v nalogi, so:

- energija sončnega obsevanja,
- kemični potencial padavin,
- kinetična energija vetra,
- geotermalni toplotni tok in
- erozija tal.

Meteorološki podatki za Slovenijo so bili pridobljeni preko Agencije RS za okolje (ARSO, 2012) in se navezujejo na večletno povprečje v obdobju 1997-2011, izmerjeno na 8-10 meritvenih postajah po državi. Geotermalni toplotni tok temelji na podatkih inštituta GENI (Global Energy Network Institute, 2013). Ocena erozije tal temelji na študiji Komaca in Zorna (2005) in osebni komunikaciji z avtorjema. Podatki o neposrednih izpušnih toplogrednih plinov, ki predstavljajo stranski produkt pri prireji mleka, so povzeti po Verbič in sodelavci (2012). Specifični podatki, ki se vežejo na emergijsko analizo so bili pridobljeni s pomočjo baze NEAD (CEP, 2013), literature iz področja emergijske analize ter preko osebne komunikacije s strokovnjaki in uporabniki tega metodološkega pristopa.

Osnovne predpostavke, ki določajo tehnološke, ekonomske in okoljske parametre so podrobneje opisane v Prilogi C.

3.3 MODELNO ORODJE

3.3.1 Ovrednotenje delovanja kmetijskih gospodarstev

Modul 1: Socioekonomska analiza kmetijskih gospodarstev

Prvi modul zajema socioekonomsko analizo na ravni kmetijskega gospodarstva. Namen analize je vpogled v učinkovitost in ekonomsko uspešnost opravljanja kmetijske dejavnosti. Na podlagi pripravljenega podatkovnega inventarja smo z analizo stroškov za vsak tip kmetije opredelili skupne stroške proizvodnje na letni ravni, ki poleg stroškov glavnih kmetijskih inputov (gorivo, električna energija, voda za živali, seme, mineralna gnojila, sredstva za varstvo rastlin, krmila, delo in storitve) vključujejo tudi oceno stroškov letne amortizacije in vzdrževanja kmetijske mehanizacije in objektov. Pričakovani prihodki so opredeljeni kot vsota tržne vrednosti letne proizvodnje mleka in prodanih telet ter ocene zneska prejetih proračunskih plačil.

Pri izbiri kazalnikov (Preglednica 3) smo se osredotočili na tri vidike socioekonomske uspešnosti opravljanja kmetijske dejavnosti, in sicer na ekonomičnost, produktivnost ter dohodkovno stabilnost. Ocena ekonomičnosti proizvodnje se navezuje na finančno uspešnost kmetijske dejavnosti z vidika njene stroškovne učinkovitosti in dobičkonosnosti, medtem ko smo s kazalniki produktivnost ocenili učinkovitost rabe resursov. Kazalniki dohodkovne stabilnosti izkazujejo zmožnost doseganja zadostnega dohodka iz obravnavane kmetijske dejavnosti in posledično finančno odvisnost kmetovalca od drugih ekonomskih sistemov.

Zaradi naraščajočega vključevanja kmetijsko-okoljske problematike v javne razprave, ter s tem povečanja družbene relevantnosti z njo povezanih vprašanj, v analizo poleg socioekonomskih kazalnikov vključujemo tudi okoljski kazalnik izpusta toplogrednih plinov (TP). V analizi upoštevamo tri glavne toplogredne pline iz kmetijstva, in sicer metan (CH_4), didušikov oksid (N_2O) in ogljikov dioksid (CO_2). Večji del izpustov, ki so neposredno vezani na prirejo mleka, je posledica enterične fermentacije (CH_4), skladiščenja živinskih gnojil (CH_4 , N_2O), gnojenja z živinskimi in mineralnimi dušikovimi gnojili (N_2O) in izgorevanje fosilnih goriv pri rabi kmetijske mehanizacije (CO_2). V oceni smo upoštevali predpostavke glede razlik v tehnologiji reje (hlevska reja, paša) in v skladiščenju gnojil (gnoj, gnojevka). Poleg izpustov TP neposredno na kmetiji so v izračun vključeni tudi posredni izpusti TP. Pri slednjih gre v večji meri za izpuste CO_2 , ki nastajajo pri proizvodnji kmetijskih inputov, na primer električne energije in mineralnih gnojil. Količino neposrednih izpustov CO_2 ter posredne izpuste vseh treh TP smo ocenili s pomočjo energijske analize (ang. *Energy analysis*). Energijska analiza je postopek določitve količine energije (predvsem kupljene), ki je posredno ali neposredno vključena v proizvodnjo dobrine oziroma storitve (IFIAS, 1974). V verigi procesov potrošeno energijo IFIAS opredeljuje kot bruto energetska zahtevo produkta (ang. *gross energy requirement*, GER). V skladu z metodologijo smo

v nalogi ocenili količino fosilnih goriv, ki jo zahteva proizvodnja določenih kmetijskih inputov (dizelsko gorivo, električna energija, mineralna gnojila, krmila, sredstva za varstvo rastlin in kmetijska mehanizacija). Izpuste TP, ki nastanejo pri izgorevanju fosilnih goriv v proizvodnji inputov, smo izračunali s prevedbo energijske potrebe posameznega inputa (J) v količino izpustov. Koeficienti prevedbe, ki so vezani na izgorevanje fosilnih goriv (nafta) v kmetijski mehanizaciji in fosilnih goriv v industrijskih kotlih temeljijo na vodniku za popis emisij EMEP/EEA (2009). V nalogi so vse navedene vrednosti izpustov TP izražene ekvivalentnih CO₂. Pri tem smo uporabili faktor pretvorbe, ki znaša 21 za CH₄ ter 310 za N₂O (Verbič in sod., 2012).

Preglednica 3: Opredelitev izbranih socioekonomskih kazalnikov

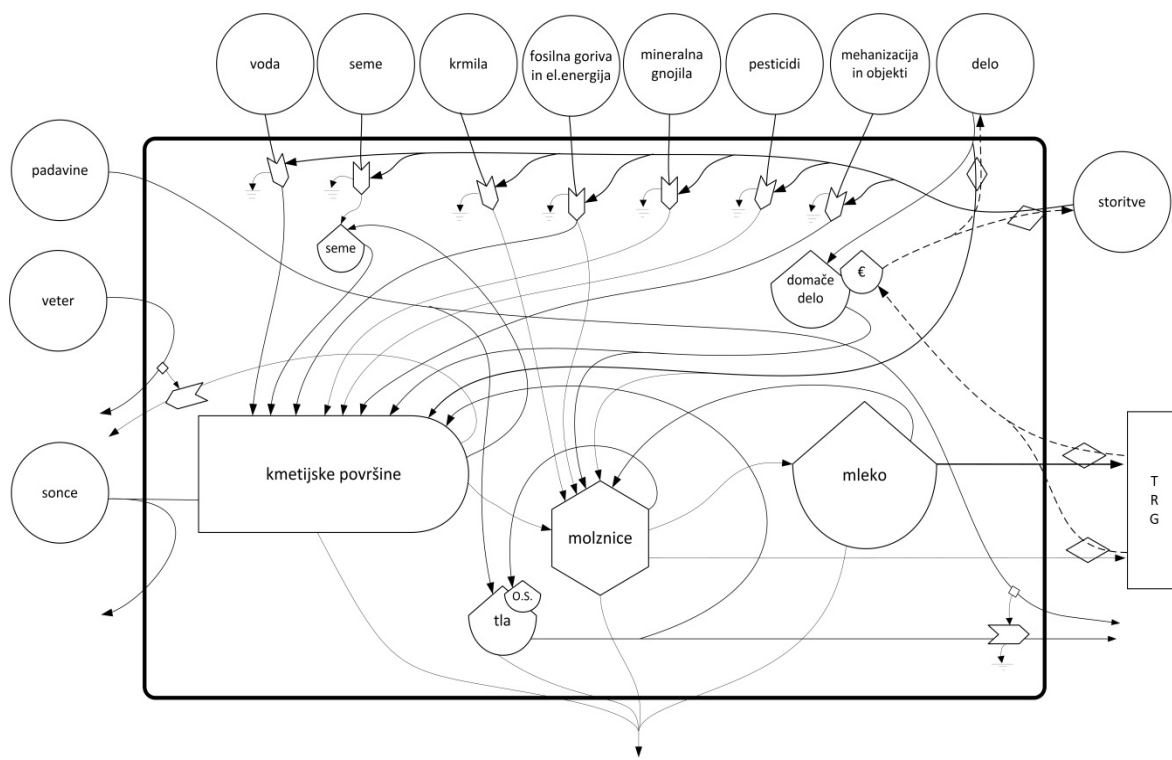
Table 3: Definition of selected socio-economic indicators

Uspešnost	Kazalnik	Opredelitev
Ekonomičnost	Rentabilnost	TR/TC Razmerje med celotnimi letnimi prihodki z vključenimi proračunskimi plačili (TR) ter celotnimi proizvodnimi stroški vključno s stroški vzdrževanja kmetijske mehanizacije in objektov (TC).
	Stroškovna učinkovitost	TC/Q Kvocien celotnih stroškov in celotne količine proizvodnje (Q) opredeljuje povprečni strošek na enoto proizvodnje.
	Dohodek	(TR-TC)/Q Razlika med celotnimi prihodki in celotnimi stroški na proizvedeno količino opredeljuje dohodek na enoto proizvodnje.
Produktivnost	Produktivnost zemlje	Q/ KZU Proizvodnja mleka na hektar površine.
	Produktivnost dela	Q/ HR Proizvodnja mleka na uro vloženega dela (HR).
	Produktivnost rabe mehanizacije	Razmerje med dejansko rabo kmetijske mehanizacije (v letih) in njeno tehnično dobo koristnosti. Kazalnik meri stopnjo izkoriščenosti kmetijske mehanizacije.
Dohodkovna stabilnost	Odvisnost od proračunskih plačil	PP/TR Delež proračunskih plačil v celotnih prihodih predstavlja kazalnik odvisnosti kmetije od proračunskih plačil.
	Urna postavka	DH/ DD Dohodek (DH) na uro domačega dela (DD) je pokazatelj zadostnosti dohodka za doseg sprejemljivega življenjskega standarda (proračunska plačila vključena).
	Plačilna samozadostnost	Razmerje med domačim delom, ki ga dohodek brez proračunskih plačil lahko pokrije, in količino vloženega domačega dela.
Učinki na okolje	Izpusti TP	TP/Q Izpusti ogljikovega dioksida (CO ₂), metana (CH ₄) in didušikovega oksida (N ₂ O) na proizvedeno količino.

Modul2: Emergijska analiza kmetijskih gospodarstev

Namen modula 2 je ovrednotiti delovanje posameznih sistemov prireje mleka (modelnih kmetijskih gospodarstev) z vidika njihove biofizikalne učinkovitosti in systemske trajnosti. V skladu z metodologijo smo oblikovali splošen diagram obravnavanega sistema prireje mleka (Slika 9), ki je skupen vsem tipom kmetijskih gospodarstev, pri čemer pa se dejanska uporaba in količina posameznih vložkov med tipi kmetij zaradi različne intenzivnosti in tehnologije reje razlikuje.

Diagram prikazuje neposredne in posredne vložke narave, ki omogočajo opravljanje kmetijske dejavnosti, kot tudi dobrine, ki so predmet tržne menjave in vstopajo v proizvodni proces. Sončno obsevanje, kinetična energija vetra ter kemični potencial padavin predstavljajo neplačljive vložke, ki vstopajo v sistem prireje mleka neposredno iz naravnega sistema in jih smatramo kot obnovljive (R). Izguba organske snovi v tleh preko erozije tal je v nalogi obravnavana kot neobnovljiv lokalni vir (N). Ostali vložki v sistem prireje mleka (to so voda, seme, krmila, fosilna goriva, mineralna gnojila, pesticidi, mehanizacija in objekti, delo) se navezujejo na neposredne naravne tokove energije in snovi v obliki materiala (M), ki v proces vstopajo iz gospodarskega sistema.



Slika 9: Splošni emergijski diagram sistema prireje mleka na ravni KMG

Figure 9: General energy diagram of milk production at a farm level

Prispevek človeške družbe predstavlja zgolj obdelava tokov materiala (M), na način, da so ti na voljo za nadaljnjo rabo v ekonomskem sistemu. Slednje je v emergijski analizi zajeto v emergiji neposrednega človeškega dela (L) in storitev (S). Človeško delo je neposredno vloženo delo na kmetiji, ki ga opravi kmetovalec, storitve pa predstavljajo posredno delo, ki je bilo opravljeno v širšem socioekonomskem okolju, zunaj obravnavanega sistema. To je proizvodnja/predelava, distribucija in prodaja krmil mineralnih gnojil, fosilnih goriv, električne energije in vseh ostalih tržnih dobrin in storitev, ki vstopajo v sistem prireje mleka.

Na osnovi diagrama, prikazanega na Sliki 9, smo za vsak tip kmetijskega gospodarstva oblikovali emergijsko preglednico, v kateri so navedeni vsi relevantni vložki v sistem. Vsem tokovom v izvorni obliki smo po načelih emergijske algebre (poglavje 2.3.3) dodelili emergijsko vrednost in izračunali celotno emergijo posameznega sistema prireje. Pri tem je bila posebna pozornost namenjena izboru pretvorbenih koeficientov. V večini primerov so bili vzeti iz literature, pri čemer smo se o njihovi zanesljivosti posvetovali z vodilnimi raziskovalci na področju emergijske analize. Nekateri koeficienti so deloma rezultat lastnih kalkulacij. Tu gre predvsem za izračun tistih UEV, ki natančneje odražajo specifične ekonomske značilnosti države. Ti so emergija denarja, ki je enaka emergiji države³⁴ na enoto BDP, emergija stroška dela,³⁵ ki ga v nalogi opredeljujemo kot emergija države na prebivalca, ter UEV električne energije, ki je vezan na proizvodno strukturo energetskega sektorja v Sloveniji. V nalogi se vse vrednosti UEV nanašajo na posodobljeno emergijsko osnovo geobiosfere, ki znaša $15,2 \cdot 10^{24}$ seJ na leto.³⁶ Emergijske preglednice za vseh devet tipov kmetijskih gospodarstev, natančni postopki izračunov ter koeficienti pretvorbe z navedbo vira so prikazani v Prilogi D.

Emergijski kazalniki, ki smo jih zajeli v analizo, so prikazani v Preglednici 4. Kazalniki se osredotočajo na različne vidike uspešnosti delovanja sistema in smo jih zato ločili v štiri sklope. UEV in ED sta meri intenzivnosti rabe energije in sta pokazatelja obnovljivosti končnega proizvoda (mleka) oziroma učinkovitosti rabe energije posameznega sistema prireje. Vrednosti kazalnikov EYR in ELR opredeljujejo uspešnost delovanja sistema na podlagi interakcij z njegovim lokalnim okoljem. ESI in %R pa sta zajeta v skupini kazalnikov, ki ocenjujejo sistemsko trajnost posameznega tipa prireje mleka. S kazalnikom EER želimo izmeriti, v kolikšni meri sta izmenjava

³⁴ Podatki o emergiji številnih držav, med njimi tudi Slovenije, so na voljo v podatkovni bazi NEAD (CEP, 2013).

³⁵ Emergija stroška dela je pretvorbeni koeficient neposrednega človeškega dela vloženga v proizvodnjo, medtem, ko je emergija denarja pretvorbeni koeficient posrednega dela (storitev). Specifična obravnava dela in storitev, in s tem uporaba kompleksnejšega pretvorbenega koeficienta, je potrebna zaradi bistveno večje prepletenosti teh dveh elementov z drugimi socioekonomskimi sistemi.

³⁶ UEV, ki se primarno nanašajo na staro emergijsko osnovo (Odum, 1996, 2000), se na posodobljeno osnovo preračuna s pomnožitvijo primarne vrednosti s koeficientom 1,676 (Brown in Ulgiati, 2010).

emergije med kmetovalcem in kupcem mleka poenoteni oziroma kdo izmed njiju ima pri menjavi trgovalno prednost. Kazalniki so podrobneje opisani v poglavju 2.3.5.

Preglednica 4: Opredelitev izbranih emergijskih kazalnikov

Table 4: Definition of selected emergy indicators

Vidik delovanja	Kazalnik	Opredelitev	
Raba emergije	Enota emergijske vrednosti (UEV)	U/Y	Celotna emergija na enoto proizvodnje, merjene v energiji ali masi proizvoda.
	Gostota emergije (ED)	U/površina	Celotna emergija na hektar površine.
Interakcija z lokalnim okoljem	Emergijski kazalnik donosnosti (EYR)	U/F	Razmerje med celotno emergijo in emergijo, ki izvira iz ekonomskega sistema.
	Kazalnik obremenitve okolja (ELR)	(F+N)/R	Razmerje med rabo obnovljive in obnovljive emergije.
Sistemska trajnost	Emergijski kazalnik trajnosti (ESI)	EYR/ELR	Razmerje med EYR in ELR.
	Delež rabe obnovljive emergije (%R)	R/U	Delež obnovljive rabe emergije v celotni emergiji.
Emergijska menjava	Kazalnik emergijske menjave (EER)	U/€ * Em€	Razmerje med celotno emergijo proizvoda in emergije plačila zanj.

Legenda: U: celotna emergija; Y: proizvodnja; N: emergija obnovljivih lokalnih virov; F emergija plačljivih ekonomskih vložkov; Em€: emergija denarne enote

Vrednost kazalnikov smo izračunali z in brez upoštevanja emergije človeškega dela (L) in storitev (S). Namen ločene analize je ovrednotenje delovanja sistema a) na podlagi vseh vložkov in b) zgolj na podlagi neposrednih vložkov narave. Emergija L in S je močno vezana na delovanje širšega gospodarskega sistema. Glede na to, da je kmetijstvo tako naravni kot socioekonomski sistem, je analiza kazalnikov, ki vključujejo L in S popolnoma utemeljena. Po drugi strani pa so vrednosti kazalnikov, ki izvirajo iz emergije L in S, v določenem pogledu neposredno lažje primerljive s sistemi v drugih gospodarskih okoljih (v kolikor so tudi ti obravnavani brez L in S). To je predvsem pomembno pri izračunu UEV končnega proizvoda, saj ta predstavlja pretvorbeni koeficient mleka, ki je očiščen vplivov specifičnega gospodarskega okolja in ga zato lahko tuji raziskovalci brez zadržka uporabijo kot vstopni podatek v svojih analizah. Slednje je tudi eden izmed posrednih ciljev pričujoče naloge.

3.3.2 Celostna obravnava kmetijskih gospodarstev

Modul 3: Sintezna analiza kmetijskih gospodarstev

Modul 3 zajema sintezno analizo rezultatov modulov 1 in 2. Kazalniki, ki so podrobno opredeljeni v predhodnih dveh korakih, merijo različne vidike delovanja sistema. To velja tako za kazalnike, ki se ločijo glede na osnovna načela vrednotenja (ekonomski oziroma emergijski pristop), kot tudi za kazalnike znotraj teh dveh skupin. Namen modula 3 je vrednotenje KMG ob sočasni obravnavi več opazovanih vidikov, tako socioekonomskih, kot tudi emergijskih. Pri tem je potrebno zagotoviti, da so vrednosti, ki so predmet primerjave, med seboj primerljive.

Da bi omogočili neposredno primerjavo in integracijo kazalnikov ter intuitivnost njihove interpretacije, smo jih v prvem koraku oblikovali tako, da višje vrednosti kazalnikov odražajo bolj zaželeno stanje. Primeri kazalnikov, kjer je bilo tako preoblikovanje potrebno, so na primer stroškovna učinkovitost, delež PP v TR in UEV. V teh primerih smo vrednost kazalnika pomnožili z (-1). Tako formulirane vrednosti smo nato standardizirali kot kaže enačba (14).

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu}{\sigma} \quad \dots (14)$$

kjer je z_{ij} standardizirana vrednost i -tega kazalnika j -tega tipa KMG, x_{ij} njegova izvorna vrednost, μ povprečje vrednosti kazalnika v skupini in σ njegov standardni odklon. Tak način standardizacije pretvarja različne vrednosti istega kazalnika na skupno skalo, pri čemer ima porazdelitev vrednosti povprečje 0 in standardni odklon 1. Standardizirana vrednost je lahko negativna ali pozitivna, kar nakazuje na to ali je izvirna vrednosti nižja ali višja od povprečja vrednosti v skupini.

KMG so bila razvrščena po uspešnosti delovanja na podlagi vsote standardiziranih vrednosti pripadajočih kazalnikov, kar prikazuje zapis:

$$\sum_{i=1}^n z_{ij} \Rightarrow \text{rang}_{jk} \quad \dots (15)$$

kjer rang_{jk} določa relativno uspešnost j -tega tipa KMG po k -ti skupini kazalnikov. Pri tem višja vsota standardiziranih vrednosti odraža boljše delovanje in s tem tudi višji rang določenega tipa KMG. Skupine kazalnikov (k) po katerih smo izvedli razvrstitev KMG na način opisan v enačbi (15), predstavljajo a) celotno skupino socioekonomskih kazalnikov ter b) skupino vseh emergijskih kazalnikov. Ob predpostavki, da sta ekonomski in emergijski vidik delovanja sistema enako pomembna, smo pri razvrstitvi KMG po obeh skupinah kazalnikov hkrati (m) rang določili na način, kot kaže enačba (16).

$$\sum_{i=1}^n zz_{jk} \Rightarrow \text{rang}_{jm} \quad \dots (16)$$

pri

$$zz_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n z_{ji} - \mu_k}{\sigma_k} \quad \dots (17)$$

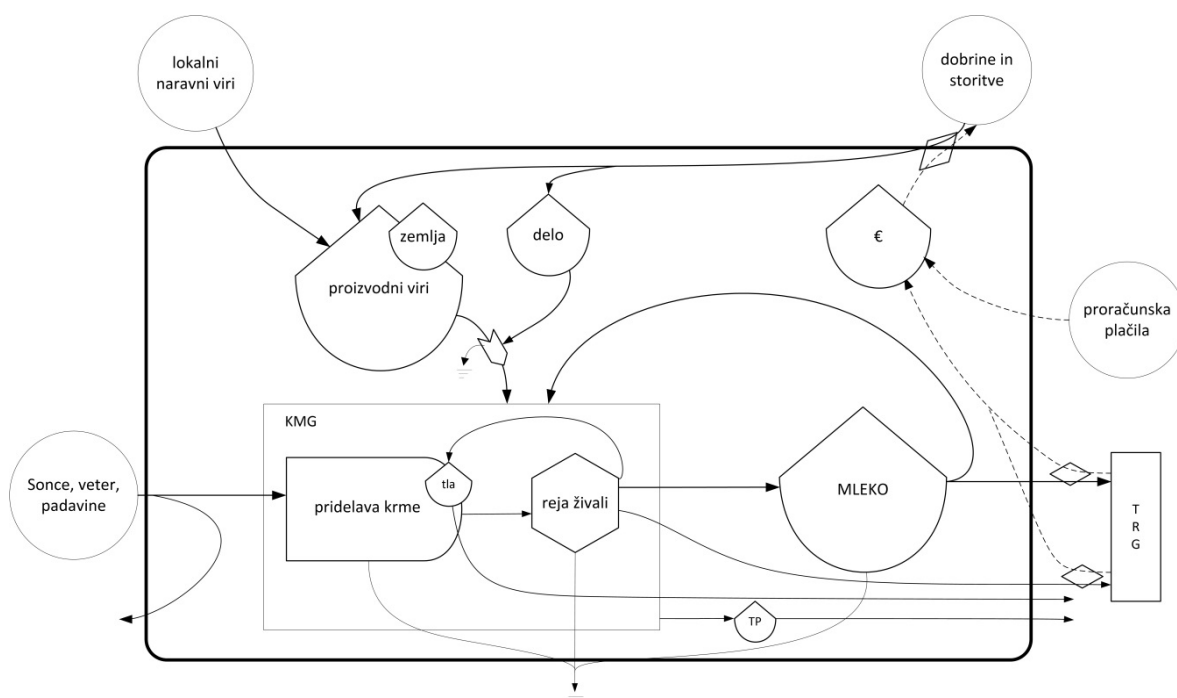
kjer je zz_{jk} standardizirana vrednost vsote standardiziranih vrednosti j-tega tipa KMG po k-ti skupini kazalnikov, μ_k povprečna vrednost in σ_k standardni odklon k-te skupine kazalnikov. S takim pristopom se sicer izgubi del informacij, vendar so rezultati večkriterijskega rangiranja manj pristranski. Socioekonomskih kazalnikov je namreč po številu več in bi z upoštevanjem zgolj prvotno standardizirane vrednosti (enačba 14) pri rangiranju KMG bili proporcionalno močnejše zastopani.

S statistično metodo razvrščanja v skupine (ang. *cluster analysis*) smo preverili, ali se med KMG tvorijo statistično značilne skupine. Pri tem smo kot kriterij razvrščanja upoštevali vse socioekonomske in emergijske kazalnike (oziroma socioekonomsko in emergijsko uspešnost KMG).

3.3.3 Integracija modelnih kmetij v strukturo prireje mleka 2010 in izgradnja modelnega orodja na ravni panoge

Opredelitev sistema in izgradnja referenčnega modela

Predhodni moduli so obravnavali sistem prireje mleka na ravni posameznega KMG. Z moduli, ki jih opisujemo v nadaljevanju, želimo zajeti sistem na višjem hierarhičnem nivoju, in sicer na ravni panoge prireje mleka v Sloveniji. Meje sistema so določene s konceptualno predstavo panoge kot segmenta gospodarske dejavnosti, torej s površinami, namenjenimi kmetijski dejavnosti prireje mleka. Splošna opisna opredelitev panoge in njegove vloge v gospodarstvu je kratko predstavljena v poglavju 3.2.2. Konceptualni model, na katerem je zasnovano modelno orodje, pa grafično prikazujemo v obliki systemskega diagrama na Sliki 10. Čeprav gre v osnovi za diagram cirkulacije tokov energije, ta preko nazorne ponazoritve ključnih elementov in povezav med njimi nudi vse potrebne informacije za primarno opredelitev obravnavanega sistema.



Slika 10: Sistem prireje mleka na ravni panoge

Figure 10: Milk production system at the sector level

Diagram (Slika 10) izpostavlja glavne elemente sistema, na katere se osredotočamo pri izgradnji matematičnega modela. Osrednji element predstavljajo vsa kmetijska gospodarstva, ki opravljajo kmetijsko dejavnost prireje mleka, ki je primarni proizvod panoge. Razpoložljive kmetijske površine predstavljajo proizvodni vir, ki je v neposredni povezavi z naravnimi danostmi države. Druge gospodarske panoge nacionalnega gospodarstva ali drugih gospodarstev niso del obravnavanega sistema, vendar panogo prireje oskrbujejo s pomembnimi proizvodnimi dejavniki, kot so gorivo, mineralna gnojila, kmetijska mehanizacija, in drugi. Nacionalno gospodarstvo podpira panogo prireje tudi z izplačevanjem proračunskih podpor, ki se izplačujejo na osnovi različnih vzvodov (na primer proizvodno nevezana neposredna plačila, plačila za kmetovanje v OMD, plačila za okoljske storitve). Z vidika gospodarstva so pomembne komponente sistema predvsem ekonomski agregati, kot so količina proizvedenega mleka, zaposlenost, bruto dodana vrednost, skupni dohodek, izkoriščenost danih virov, ter nenazadnje, v vedno večjem obsegu, okoljski učinki kmetijske dejavnosti.

Osrednji element modela je struktura panoge, ki jo določa število KMG posameznega tipa. Tehnološki, ekonomski in emergijski parametri se znotraj posameznega tipa KMG v modelu ne spreminjajo in vstopajo v model kot konstante. Zaradi večje fleksibilnosti modela smo tipe KMG, opredeljene v predhodnih modulih dodatno razčlenili, in sicer glede na teren, na katerem se lahko nahajajo. Z namenom poenostavitve same formulacije modela smo predpostavili, da se površine posameznega KMG v celoti

nahajajo na strmem, gričevnato hribovskem ali ravninskem terenu.³⁷ V skladu s tem smo korigirali tudi znesek pripadajočih proračunskih plačil ter stroške pri pridelavi krme, ki se pri osnovni opredelitvi tipov navezujejo na povprečne vrednosti. Predpostavili smo, da na strani prireje pri tem ne prihaja do sprememb. Korekcijo stroškov pridelave krme smo izvedli na podlagi izračuna indeksa stroškov pridelave krme (Preglednica 5). Ta temelji na primerjavi števila točk, ki odražajo razliko v stroških pridelave med zemljišči brez omejitev in zemljišči z omejitvami in so glede na težavnost pridelovalnih razmer³⁸ pripisane 1 ha kmetijskega zemljišča v uporabi (KZU) (Cunder in sod., 2007). Zaradi korekcij so se spremenili predvsem nekateri ekonomski parametri (na primer dohodek, skupni stroški in delež PP v celotnih prihodkih) in v nekoliko manjšem obsegu, preko povečanja emergije storitev, tufi emergijski parametri.

Preglednica 5: Indeks stroškov pridelave krme, uporabljen pri korekciji glede na topografske značilnosti kmetijskih zemljišč

Table 5: Cost of feed production index used in the correction according to topographic features of agricultural land.

lega KMG / indeks	njiva	travinje
ravninska	100	100
gričevnato hribovska	229	120
strma	254	163

Pri kategorizaciji panoge na devet tipov KMG (poglavje 3.2.2) smo opredelili tudi število KMG v posamezni kategoriji (opredelitev od zgoraj navzdol). S ponovno agregacijo KMG, katerih značilnosti so bile v vmesnih analizah natančneje določene, smo na novo kvantificirali tudi panogo prireje mleka (opredelitev od spodaj navzgor). Panogo smo nato s socioekonomskimi in emergijskimi kazalniki ovrednotili z vidika ekonomske uspešnosti in biofizikalne učinkovitosti/trajnosti. Pri tem smo uporabili enak metodološki pristop kot pri vrednotenju KMG (poglavje 3.3.1).

Model panoge prireje mleka v letu 2010 predstavlja izhodiščni model. Struktura panoge (število KMG posameznega tipa) in vrednosti drugih spremenljivk pa referenčne vrednosti, na katerega se sklicujemo pri primerjavi rezultatov ostalih modelov.

³⁷ Na primer KMG1, ki po predpostavki (poglavje 3.2.2) leži na strmih in hribovitih območjih, smo razčlenili na KMG tipa 1, ki leži na strmem območju (KMG1.s) in KMG tipa 1, ki leži na hribovitem območju (KMG1.h). Na enak način smo razčlenili tudi tipe KMG 2 do 7. KMG8 in KMG9 sta po predpostavkah v celoti ravninska tipa kmetij, zato razčlenitev ni bila potrebna. Taka formulacija spremenljivk sicer pri interpretaciji končnih rezultatov na ravni panoge ne igra pomembne vloge.

³⁸ Te so vezane na lastnosti tal, nadmorsko višino, nagib, velikost parcele in delež paše, določen glede na povprečne vrednosti tipov kmetijskih gospodarstev. Konkretnih podatkov za kmetije izven OMD ni, zato je število točk ravninskih kmetij ocenjeno na podlagi predpostavljene kmetije z določenimi parametri (ocena KIS) (Cunder in sod., 2007)

Nabor skupnih spremenljivk in omejitev modela

Modelno orodje na ravni panoge prireje mleka je podprto z matematičnimi modeli, katerih namen je optimiranje strukture panoge. Ta je določena s številom kmetij posameznega tipa v panogi in predstavlja primarno rešitev in s tem osrednjo spremenljivko modela. Rešitev modela posledično določa vrednosti ostalih opazovanih spremenljivk. Analiza teh je pomembna z vidika ovrednotenja in kritične presoje dobljene rešitve. Vse spremenljivke v modelu so zvezne. Posamezna opazovana spremenljivka je v modelu lahko spremenljivka stanja ali pa ima vlogo zunanje spremenljivke. Zunanja spremenljivka je gonilna funkcija sistema in je v optimizacijskih modelih enaka ciljni funkciji. Ciljne funkcije se med modeli razlikujejo, zato jih navajamo ločeno pri opisu posameznega modula.

Elementi sistema (Slika 10) prikazujejo spremenljivke modela, ki so predmet podrobnejše obravnave. V razčlenjeni obliki so prikazane v Preglednici 6.

V nalogi se osredotočamo zgolj na analizo in vrednotenje panoge prireje mleka. Povezanost z drugimi konkurenčnimi dejavnostmi ter s tem možnost prehajanja resursov med panogami presega raziskovalni domet te naloge in v analizah ni upoštevana.³⁹ Posledično kmetijske površine v vseh modelih ostajajo fiksirane na ravni referenčne vrednosti iz leta 2010 (Preglednica 16).

Poleg fiksiranja razpoložljivih kmetijskih površin smo v modelu upoštevali tudi omejitve, ki nadzira prosto prehajanje KMG znotraj panoge. Zasnovana je tako, da onemogoča preoblikovanje KMG enega tipa v drugega, če med njima prihaja do večjih razlik v tehnoloških parametrih. V prvi fazi omejitev dovoljuje zgolj prehajanje KMG, ki se nahajajo v območjih s primerljivimi razmerami za kmetijsko proizvodnjo (strmo območje, gričevnato hribovsko območje ali območje brez omejitev). V drugi fazi je na podlagi ekspertnih ocen omejitev dopolnjena na način, da dovoljuje prehajanje med naslednjimi tipi KMG:

- prehajanje med manjšimi KMG (KMG1, KMG2, KMG3);
- prehajanje med KMG z ekološko prirejo (KMG3, KMG4);
- prehajanje med manjšimi KMG s povprečno intenzivnostjo prireje (KMG2, KMG5);
- prehajanje med srednje velikimi KMG (KMG4, KMG5, KMG6);
- prehajanje med srednje velikimi KMG z intenzivno prirejo (KMG6, KMG7);

³⁹ Prehajanje resursov med panogami bi lahko korektno modelirali zgolj v primeru razširitve optimizacijskega modela (in s tem vseh predhodnih korakov analize) na druge potencialno relevantne panoge.

- prehajanje med srednje velikimi in večjimi KMG z intenzivno prirejo (KMG7, KMG8);
- prehajanje med velikimi KMG z intenzivno prirejo (KMG8, KMG9).

Možnost prehajanja med KMG je v vseh oblikah dvostranska in se navezuje na srednje ročno časovno obdobje (približno 10 let).

Preglednica 6: Opazovane spremenljivke optimizacijskega modela prireje mleka v Sloveniji

Table 6: Observed variables in optimisation model of milk production in Slovenia

spremenljivka	opis	enota
KMG	št. KMG v panogi	št.
	struktura po tipu KMG	%
Vložki v sistem		
molznice	št. molznic	glav
	povprečna velikost črede	glav/KMG
površine (ha)	površine	ha
	struktura rabe (njive)	%
	struktura rabe (travniki)	%
	povprečna velikost KMG	ha/KMG
erozija tal	skupna masa	000 t
	masa na površino	t/ha
	masa na enoto proizvodnje	t/t
delo	št. oseb	oseb
skupna vrednost (TC)	denarna vrednost vložkov (brez DD)	000 €
proračunska plačila	skupna vrednost PP	000 €
Produkti		
proizvodnja	celotna proizvodnja	t
	povprečna letna mlečnost	kg/molznico/leto
	delež ekološke prireje	%
vrednost proizvodnje (TR)	denarna vrednost proizvodnje (s PP)	000 €
	denarna vrednost proizvodnje (brez PP)	000 €
dohodek	skupni dohodek (s PP)	000 €
dodana vrednost	skupni dohodek (brez PP)	000 €
izpusti TP	skupna količina	t CO ₂ eq.
	struktura po vrsti TP	%
	struktura po izvoru TP	%
emergija	skupna količina	seJ 10 ¹⁴
	struktura po vrsti tokov (R, N, F, LS)	%
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema		
socioekonomski kazalniki	poglavje 3.3.1	
emergijski kazalniki	poglavje 3.3.1	

Legenda: TC: celotni stroški; DD: domače delo; PP: proračunska plačila; TR: celotni prihodki; TP: toplogredni plini.

Modul 4: Socioekonomski enokriterijski modeli

Četrty modul zajema skupino optimizacijskih modelov, ki temeljijo na enokriterijskem linearnem (LP) in nelinearnem (NLP) programiranju. Vsebinski namen modula je opredelitev in analiza razlik v strukturi in drugih značilnostih panoge, ki so odraz različnih ciljev in zahtev načrtovalcev kmetijske proizvodnje. Iz nekoliko bolj tehničnega vidika pa je namen modula določitev referenčnih vrednosti ciljnih funkcij, na katere se sklicujemo pri formulaciji večkriterijskega modela v modulu 6. V povezavi s tem nas zanimajo skrajne vrednosti panožnih kazalnikov.

Optimizacijski modeli znotraj modula 4 se navezujejo na štiri osrednje sklope ciljev, in sicer dohodkovno uspešnost, proizvodnjo in zaposlenost, proračunsko obremenitev ter negativne okoljske učinke panoge (Preglednica 7).

Preglednica 7: Socioekonomski cilji in kriteriji vključeni v enokriterijske optimizacijske modele

Table 7: Socio-economic objectives and criteria included in single-criterion optimization models

sklop ciljev	cilj/ kriterij	oznaka in vrsta kriterija	
dohodkovna uspešnost	skupni dohodek panoge	DH	panožni kazalnik
	urna postavka domačega dela	HW	obratoslovni kazalnik
proizvodnja in zaposlenost	skupna proizvodnja	Q	panožni kazalnik
	intenzivnost prireje	INT	obratoslovni kazalnik
	zaposlenost	DELO	panožni kazalnik
proračunska obremenitev	proračunska plačila	PP	panožni kazalnik
	odvisnost od proračunskih plačil	%PP	obratoslovni kazalnik
učinki na okolje	izpusti TP skupaj	TP	panožni kazalnik
	relativna obremenjenost z izpusti TP	TP/Q	obratoslovni kazalnik

Izbrane ciljne funkcije v posameznem modelu odražajo panožni in obratoslovni vidik zastavljenega cilja. Nabor osnovnih omejitev pri vseh modelih ostaja enak. Zaradi enake matematične formulacije modelov, celotni matematični zapis modela navajamo le za prvi LP in prvi NLP model. Pri opisu ostalih opredeljujemo zgolj ciljno funkcijo posameznega modela.

Maksimalni dohodek

Cilja, vezana na uspešnost panoge z vidika doseganja čim boljšega finančnega rezultata, sta čim višji skupen dohodek panoge ter čim višja povprečna urna postavka domačega (neplačanega) dela.

Namen prvega modela je določiti najvišje dosegljiv dohodek panoge prireje in opredeliti njegove glavne značilnosti (Preglednica 6). Z modelom, ki temelji na klasičnem determinističnem pristopu LP, iščemo optimalno število KMG posameznega tipa, ki ustreza ciljni funkciji maksimalnega skupnega dohodka panoge. Dohodek je na ravni

tipa KMG opredeljen kot razlika med celotnimi prihodki (prihodki od prodaje (TR), vključno s prihodki iz naslova proračunskih podpor (PP)), in celotnimi stroški proizvodnje (TC). Dohodek na ravni panoge pa kot vsota zmnožkov dohodka posameznega tipa kmetije s številom KMG tega tipa.

Matematično model zapišemo kot je prikazano v enačbi (18).

$$\max DH = \sum_{j=1}^n (TR_j + PP_j - TC_j) x_j \quad \dots (18)$$

tako, da je

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i && \text{za vse } i=1 \dots m \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Dohodek na vloženo uro domačega dela (urna postavka) je sicer s panožnega vidika manj pomemben, vendar kljub temu zgovoren obratoslovni kazalnik, ki nakazuje na dohodkovno stabilnost in življenjski standard kmetovalcev znotraj panoge. Ta kazalnik je opredeljen kot skupen dohodek panoge deljen z skupnim številom ur (HR_j) vloženega dela zmanjšanim za ure dela, ki izvirajo iz najete delovne sile (HRN_j) (enačba 19).

$$HW = \frac{\sum_{j=1}^n DH_j x_j}{\sum_{j=1}^n (HR_j - HRN_j) x_j} \quad \dots (19)$$

Zaradi narave ciljne funkcije, ki predstavlja razmerje med dvema spremenljivkama, je model, ki maksimira dohodek na delovno uro (HW) nelinearen. Nelinearna ciljna funkcija doda h kompleksnosti modela, informacija o tem ali dobljena rešitev predstavlja globalni ali zgolj lokalni ekstrem, pa reševalcu ni znana. (poglavje 2.4.1). Ob predpostavki, da rešitev modela predstavlja lokalni ekstrem, smo z namenom izboljšanja modelne rešitve postopek optimiranja opravili v dveh korakih. V prvem koraku smo rešitev poiskali z NLP. Matematično model, ki temelji na NLP, zapišemo (20):

$$\max HW = \frac{\sum_{j=1}^n DH_j x_j}{\sum_{j=1}^n (HR_j - HRN_j) x_j} \quad \dots (20)$$

tako, da je

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i && \text{za vse } i=1 \dots m \\ \sum_{j=1}^n (HR_j - HRN_j) x_j &> 0 && \text{in} \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

V drugem koraku smo ciljno funkcijo v linearizirani obliki kot omejitev vključili v model maksimalnega dohodka (enačba 18)⁴⁰. Kot spodnjo mejno vrednost omejitve (b_0) smo upoštevali vrednost ciljne funkcije iz rešitve NLP modela, kot kaže enačba (21):

$$\sum_{j=0}^n DH_j x_j - b_0 * \sum_{j=1}^n (HR_j - HRn_j) x_j = 0 \quad \dots (21)$$

Globalni ekstrem ciljne funkcije (HW) in s tem strukturo panoge z najvišjim dohodkom na uro vloženega dela (povprečne urne postavke), smo ocenili z iteracijskim postopkom zviševanja mejne vrednosti omejitve b_0 . Mejna vrednost, ki istočasno predstavlja globalni maksimum, je bila določena pod naslednjim pogojem:

$$b_c \approx \max DH/hr ; \quad \dots (22)$$

$$\sum_{j=0}^n DH_j x_j - b_k * \sum_{j=1}^n (HR_j - HRn_j) x_j = 0 \quad \text{za vse } k = 0 \text{ do } z$$

$$k = 0 \dots c \Rightarrow x_j \in F \quad \wedge \quad k = c + 1 \dots z \Rightarrow x_j \notin F$$

V primeru, ko je rešitev NLP modela enaka najvišji mejni vrednosti omejitve HW v modelu LP (b_c), rešitev NLP predstavlja globalni ekstrem. V kolikor je b_c večja od dobljene vrednosti ciljne funkcije v NLP, slednja predstavlja lokalni ekstrem. V tem primeru smo kot končno rešitev upoštevali rešitev LP. Enako smo postopali tudi pri ostalih modelih z nelinearno ciljno funkcijo.

Proizvodne in zaposlitvene kapacitete panoge

Z modeli znotraj sklopa proizvodnje in zaposlenosti analiziramo spremembe v panogi, ki so posledica zasledovanja čim višje proizvodnje mleka, produktivnosti in intenzivnosti prireje ter doseganja čim višje zaposlenosti v panogi.

Skupna količina in produktivnost proizvodnje predstavljata pomembna kriterija uspešnosti in konkurenčnosti panoge. Proizvodnja mleka v Sloveniji presega domačo porabo. Nadaljnje povečanje proizvedene količine je motivirano z vidika krepitve izvozne usmerjenosti te dejavnosti in produktivne izrabe danih resursov (predvsem absolutnih travnih površin).

Maksimiranje proizvodnje (Q) na ravni panoge temelji na enokriterijskem LP. Ciljno funkcijo zapišemo kot kaže enačba (23).

$$\max Q = \sum_{j=1}^n Q_j x_j \quad \dots (23)$$

⁴⁰ Izbor ciljne funkcije (maksimalen dohodek, maksimalna proizvodnja, minimalni izpusti TP in drugi) v drugem koraku ima zanemarljiv vpliv na dobljeno rešitev (strukturo panoge). Pri formulaciji modela, kot jo opisujemo v nadaljevanju, ciljna funkcija namreč izgubi primarno vlogo gonilne funkcije v modelu in prevzame vlogo spremenljivke stanja. Rezultat modela je skoraj v celoti podrejen strogo opredeljeni omejitvi (Enačba 21).

Glede na omejitve modela, ki ne omogoča prehajanj površin med panogami, dobljena rešitev ne opredeljuje zgolj maksimalne proizvodne kapacitete panoge, temveč tudi najvišjo izkoriščenost danih kmetijskih površin (proizvodnja na hektar).

V povezavi s proizvodnjo nas je zanimala tudi rešitev modela s ciljno funkcijo intenzivnosti prireje. Slednja je opredeljena kot razmerje med skupno proizvodnjo in številom molznic v panogi. Matematično ciljno funkcijo zapišemo kot:

$$\max INT = \frac{\sum_{j=1}^n Q_j x_j}{\sum_{j=1}^n molznice_j x_j} \quad \dots (24)$$

Zaradi nelinearnosti ciljne funkcije smo rešitev poiskali z že opisanim dvofaznim postopkom in matematičnimi zapisi (20), (21), (22).

Model, ki ustreza ciljni funkciji maksimalne zaposlenosti v panogi, prav tako temelji na LP. Zaposlenost je opredeljena kot število polno zaposlenih oseb v panogi, pri čemer se predpostavlja, da ena polno zaposlena oseba na kmetiji opravi 2.000 ur dela na leto. Ciljno funkcijo tako zapišemo kot:

$$\max DELO = \frac{\sum_{j=1}^n HR_j x_j}{2000} \quad \dots (25)$$

Minimalna odvisnost od proračunskih podpor

Cilja, vezana na čim nižjo odvisnost prireje mleka od proračunskih podpor, sta minimalna skupna višina proračunskih plačil (PP) panogi ter čim nižji delež proračunskih plačil v skupnih prihodkih proizvajalcev.

Ciljna funkcija odvisnosti od PP je v matematični obliki prikazana v enačbi (26). PP so opredeljena kot vsota zneskov proračunskih plačil, do katerih je upravičen posamezen tip KMG (Preglednica 2).

$$\min PP = \sum_{j=1}^n PP_j x_j \quad \dots (26)$$

Delež PP v skupnih prihodkih predstavlja obratoslovni kazalnik, ki je pomemben z vidika ugotavljanja dohodkovne samostojnosti KMG znotraj panoge. Tudi iz panožnega vidika ima kazalnik določen pomen, saj se manjša odvisnost KMG od PP posredno navezuje na večjo stabilnost celotne panoge. Delež PP v skupnih prihodkih na ravni panoge je količnik med celotnim zneskom PP panogi in skupnimi prihodki. Slednji so opredeljeni kot TR, povečani za višino pripadajočih PP.

$$\min \%PP = \frac{\sum_{j=1}^n PP_j x_j}{\sum_{j=1}^n (TR_j + PP_j) x_j} \quad \dots (27)$$

Ekstrem nelinearne ciljne funkcije smo poiskali na podoben način, kot je zapisan v (20), (21), in (22), le da mejne vrednosti omejitve b_0 nismo zviševali, temveč zniževali.

Minimalni negativni učinki na okolje

Zmanjševanje negativnih okoljskih učinkov kmetijske dejavnosti, predvsem govedorejske, v zadnjem desetletju postaja pomembna tema strokovnega in političnega diskurza. Zahteve po zmanjševanju negativnih okoljskih učinkov postajajo vse pogostejše, vključitev teh ciljev v načrtovanje kmetijske proizvodnje pa neizogibna. Negativne okoljske učinke smo v enokriterijskem optimizacijskem modelu opredelili v obliki a) absolutne količine izpustov toplogrednih plinov (TP) v panogi ter b) relativne obremenjenosti proizvodnje z izpusti TP. Absolutna količina izpustov v panogi je opredeljena kot količina izpustov treh TP pri posamezni tehnologiji prireje, pomnožena s številom pripadajočih kmetij. Minimiranje absolutne količine izpustov TP kot ciljno funkcijo v modelu zapišemo z enačbo (28).

$$\min TP = \sum_{j=1}^n (TP_{N_2O_j} + TP_{CH_4_j} + TP_{CO_2_j}) x_j \quad \dots (28)$$

Relativna obremenjenost proizvodnje z izpusti TP je opredeljena kot skupna količina izpustov TP v panogi na enoto proizvodnje. Ciljno funkcijo matematično zapišemo z enačbo (29).

$$\min TP/Q = \frac{\sum_{j=1}^n (TP_{N_2O_j} + TP_{CH_4_j} + TP_{CO_2_j}) x_j}{\sum_{j=1}^n Q_j x_j} \quad \dots (29)$$

Minimiranje skupne količine izpustov TP (24) predstavlja linearen problem in ga rešujemo z modelom, ki temelji na LP. Pri iskanju rešitve, ki ustreza ciljni funkciji (25), gre za modeliranje nelinearnega odnosa med spremenljivkami, zato se pri opisu postopka reševanja problema nelinearnosti in iskanja optimalne rešitve sklicujemo na pristop, zapisan z (20), (21), (22). Mejno vrednost omejitve b_0 smo zaradi minimiranja relativnih izpustov v panogi zmanjševali.

Modul 5: Emergijski enokriterijski modeli

Peti modul je v formulaciji in namenu vzporeden modulu 4. S pomočjo modelov, zajetih v tem modulu želimo opredeliti optimalno strukturo panoge ob upoštevanju posameznih emergijskih ciljev (Preglednica 8). Namen takega pristopa je predvsem primerjava dobljenih rešitev z rezultati ekonomsko naravnanih modelov ter določitev referenčnih vrednosti izbranih emergijskih kriterijev, ki jih v obliki ciljev vključujemo v večkriterijski model (modul 6).

Pri opredelitvi optimalne strukture panoge, smo se osredotočili na doseganje čim višje učinkovitosti in intenzivnosti rabe emergije v panogi ter na učinkovitost panoge glede koriščenja neplačljivih lokalnih virov, ki se odraža v trajnosti sistema. Problem pri formulaciji modelov in iskanju optimalne rešitve se tudi v tem modulu kaže v nelinearni naravi nekaterih emergijskih kazalnikov in s tem v povečanju kompleksnosti samega

modela. V tem primeru smo k iskanju optimalne rešitve pristopali na enak način, kot že pojasnjeno v (20), (21), (22).

V nadaljevanju predstavljamo ciljne funkcije in matematični zapis enokriterijskih modelov znotraj modula 5. Pri izboru smo bili pozorni na širino nabora informacij posameznega cilja ter na zagotavljanje manjše kompleksnosti modela in s tem večje zanesljivosti in natančnosti rešitve.

Preglednica 8: Emergijski cilji in kriteriji vključeni v enokriterijske optimizacijske modele

Table 8: Emergy objectives and criteria included in single-criterion optimization models

sklop ciljev	Kriterij	oznaka
biofizikalna učinkovitost in intenzivnost rabe emergije	učinkovitost in obnovljivost proizvoda	UEV
	intenzivnost rabe emergije	ED
koriščenje lokalnih virov in sistemska trajnost	neobnovljivi viri	NMLS (ELR)

Biofizikalna učinkovitost in intenzivnost rabe emergije

Ciljna funkcija prvega modela je minimalna UEV panoge oziroma končnega proizvoda, mleka. Ker UEV (poglavje 2.3.5) opredeljuje količino emergije potrebne za proizvodnjo 1 enote produkta, minimiranje UEV sistema prireje mleka določa strukturo panoge, ki je z biofizikalnega vidika najbolj učinkovita, končni proizvod pa posledično v danem časovnem okviru najhitreje obnovljiv.

Matematično prvi model opredelimo, kot kaže zapis (30).

$$\min UEV = \frac{\sum_{j=1}^n U_j x_j}{\sum_{j=1}^n Q(J)_j x_j} \quad \dots (30)$$

tako, da je

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i \quad \text{za vse } i=1 \dots m \\ \sum_{j=1}^n Q(J)_j x_j &> 0 \quad \text{in} \\ x_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Pri čemer je U celotna emergija posameznega tipa KMG, Q (J) pa proizvodnja tipa KMG izražena v emergijski vrednosti proizvedenega mleka, Joulih.

Gostota emergije (ED) je kazalnik intenzivnosti rabe emergije in je opredeljena kot emergija na enoto površine (hektar). Večja količina emergije v panogi pomeni višjo koncentracijo emergije, ki je posledica večje akumulacije dela narave na enoto površine.

Ker površina (KZU) ni spremenljivka modela, temveč je fiksirana na referenčno vrednost iz leta 2010, je problem rešljiv s klasičnim determinističnim LP. Model, ki zasleduje cilj čim višje gostote emergije, matematično zapišemo kot kaže (31).

$$\max ED = \frac{\sum_{j=1}^n EM_j x_j}{\sum_{j=1}^n KZU_j x_j} \quad \dots (31)$$

tako, da je

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

$$x_j \geq 0$$

Koriščenje lokalnih virov in sistemska trajnost

Prva skupina emergijskih ciljev se sicer osredotoča na pomemben vidik kmetijske proizvodnje, vendar pa zanemara informacije, povezane z izvorom in obnovljivostjo emergijskih tokov, ki ustvarjajo sistem. Z vidika trajnosti in ekonomske stabilnosti sistema, je pri načrtovanju kmetijske proizvodnje smiselno dajati prednost sistemom, ki so manj podrejeni neobnovljivim in plačljivim virom podvrženim cenovnim nihanjem. Ta vidik v model vključujemo s ciljno funkcijo, ki minimira vsoto neobnovljivih virov in virov, ki izhajajo iz ekonomskega sistema, vključno z emergijo dela in storitev. Matematično to zapišemo, kot kaže enačba (32).

$$\min NMLS = \sum_{j=1}^n (N_j + M_j + L_j + S_j) x_j \quad \dots (32)$$

Ker je obnovljiv tok emergije (R) funkcija površine, ki se v modelu ne spreminja, je tudi R konstanten. Z minimiranjem NMLS posredno minimiramo tudi ELR in maksimiramo %R, ter se zanesljivo približamo skrajnim vrednostim EYR in ESI (poglavje 2.3.5).

Modul 6: Večkriterijski modeli– scenarijska analiza

V modulu 4 in 5 smo z LP in NLP iskali optimalno strukturo panoge, ki ustreza enemu samemu cilju. Modul 6 temelji na predpostavkah večkriterijskega optimiranja. Njegov namen je opredelitev strukture panoge, ki bo kar najbolj zadostila večjemu številu pogosto nasprotujočih si ciljev.

Modul zajema tri osnovne modele, ki temeljijo na metodi ciljnega programiranja (GP), nadgrajeni s tehtanim ciljnim programiranjem (WGP). V modulu obravnavamo tri scenarije načrtovanja kmetijske proizvodnje. Ti se med seboj razlikujejo v naboru ciljev, ki odražajo različne usmeritve kmetijske politike. V prvem in drugem modelu želimo modelirati panogo, ki je odraz zasledovanja dveh različnih kmetijsko-političnih

paradigem – proizvodno-dohodkovne in okoljsko-podnebn⁴¹. Namen tretjega modela je iskanje kompromisne rešitve, ki je rezultat upoštevanja želene usmeritve obeh usmeritev.

Scenarij 1 (proizvodno-dohodkovni) odraža produktivističen pristop pri usmerjanju kmetijske proizvodnje. Ta pristop poudarja vlogo države pri zaščiti in jamstvu proizvodnih kapacitet in izvoznega potenciala. Zanj je značilna regulacija trga v obliki cenovnih podpor domači proizvodnji in zunanjetrgovinske zaščite ter s tem zagotavljanje visoke zaposlenosti in zaščite prihodkov kmetovalcev (Erjavec in Erjavec, 2009). V skladu z načeli produktivistične naravnosti kmetijske proizvodnje, v prvi model kot cilj hkrati vključujemo doseganje visoke proizvodnje in visoke zaposlenosti v panogi ter doseganje čim večjega skupnega dohodka panoge (z vključujočimi proračunskimi plačili). Pri tem predpostavljamo, da so vsi cilji enako pomembni.

Scenarij 2 (okoljsko-podnebni) temelji na naboru ciljev, ki odraža v trajnost usmerjeno načrtovanje kmetijske proizvodnje. Ta zagovarja vse večji pomen okoljevarstva in zmanjševanje negativnih okoljskih učinkov v kmetijstvu. Vloga kmetijstva ni zgolj preskrba s hrano, temveč tudi ohranjanje in zagotavljanje ekosistemskih storitev in okoljskih javnih dobrin (EC, 2011). Ta paradigma podpira ohranjanje kmetijskih površin in preusmeritev javnih sredstev od proizvodnje vezanih na okoljska plačila. Cilji, s katerimi v modelu zajemamo opisan vidik, so nizka emergija NMLS (s tem doseganje čim višje sistemske trajnosti in koriščenja lokalnih virov), nizki izpusti TP ter visoki dohodki panoge (z vključujočimi proračunskimi plačili). Predpostavljamo, da se cilji po pomembnosti med seboj ne razlikujejo.

Scenarij 3 (kompromisni) predstavlja hibridni pristop pri načrtovanju kmetijske proizvodnje in zagovarja tako produktivnost panoge kot varovanje okolja in sistemsko trajnost. Cilji, ki jih zasledujemo v modelu, so visoka proizvodnja, zaposlenost in dohodek (s proračunskimi plačili) ter nizki izpusti toplogrednih plinov (TP) in emergija neobnovljivih virov, materialov, dela in storitev (NMLS). Model temelji na tehtanem ciljnem programiranju (WGP), kar pomeni, da se utež posameznih ciljev v procesu optimiranja razlikuje. Uporabo WGP utemeljujemo s predpostavko, da se cilji usmerjeni v varovanje okolja in doseganje dolgoročne trajnosti kmetijstva postopno vključujejo v trenutno prevladujoče dohodkovno in proizvodno usmerjenost kmetijske politike. Zato jim je pri iskanju optimalne strukture panoge dodeljen manjši pomen.⁴²

⁴¹V kmetijski politiki je mogoče prepoznati tri osrednje kmetijsko-politične diskurze. Ti zagovarjajo produktivizem, multifunkcionalnost in neoliberalizem (Erjavec in Erjavec, 2009). V scenarijski analizi smo se poskušali približati in zajeti prva dva. Scenarija, ki bi odražal neoklasično naravnost kmetijske politike, v nalogi ne upoštevamo. Slednje utemeljujemo s tem, da model v nalogi ne dovoljuje izstopa iz panoge, ki bi bil najverjetneje posledica take politike.

⁴² Utež skupine ekonomskih ciljev znaša 0,8 (0,5 dohodek, 0,2 proizvodnja, 0,1 zaposlenost), utež skupine okoljskih ciljev pa 0,2 (0,1 izpusti TP, 0,1 ELR).

3.3.4 Celostna obravnava panoge prireje mleka

Modul 7: Sintezna analiza na ravni panoge

Namen modula 7 je sintezna analiza in grafična interpretacija rezultatov, ki izhajajo iz modulov 4, 5 in 6. Modul zajema celosten pregled, ovrednotenje in večkriterijsko primerjavo optimalne strukture panoge, ki je rezultat različnih socioekonomskih in emergijskih zahtev in ciljev. Izbor kriterijev delovanja sistema poleg emergijskih in obratoslovnih socioekonomskih kazalnikov dohodkovne stabilnosti in učinkov na okolje zajema tudi panožne kazalnike (Preglednica 9).

Neposredno primerjavo sicer raznovrstnih kazalnikov smo omogočili s preoblikovanjem slednjih na način, da ti odražajo relativno mero delovanja panoge glede na referenčno leto 2010. Matematično postopek normalizacije zapišemo kot kaže enačba (33).

$$N_i = P_i / P_{2010} \quad i = 1, \dots, n \quad \dots (33)$$

Kjer je N_i normalizirana in P_i prvotna vrednost i -tega kazalnika, P_{2010} pa vrednost kazalnika v referenčnem letu 2010. Na podlagi slednjega velja, da je vrednost vseh kazalnikov v referenčnem letu enaka 1. Vrednost kazalnikov posamezne modelne rešitve (strukture panoge) lahko zavzema katerokoli pozitivno vrednost, pri čemer vrednost večja od 1 pomeni izboljšanje, manjša pa poslabšanje položaja panoge z vidika ocenjevanega kriterija. V primerih, ko je bilo to potrebno, smo kazalnike naknadno preoblikovali tako, da višja vrednost kazalnika odraža bolj zaželeno stanje. Taki kazalniki so na primer UEV, znesek proračunskih plačil in izpusti toplogrednih plinov.

Preglednica 9: Izbor kriterijev za ovrednotenje in rangiranje rešitev optimizacijskih modelov

Table 9: Selection of criteria for evaluation and ranking of the optimization models' solutions

Sklop kazalnikov	Kazalnik	Sklic na modul*
Dohodek	Skupni dohodek panoge	4
Proizvodnja	Skupna proizvodnja	4
Zaposlenost	Število polno zaposlenih oseb	4
Proračunska plačila	Skupni znesek proračunskih plačil (PP)	4
Dohodkovna stabilnost	Odvisnost od PP	1
	Urna postavka	1
	Plačilna samozadostnost	1
Okoljski učinki	Izpusti toplogrednih plinov (TP)	4
	Izpusti TP na enoto proizvodnje	1
Raba emergije	Enota emergijske vrednosti	2
	Gostota emergijske moči	2
Interakcija z lokalnim okoljem	Emergijski kazalnik donosnosti	2
	Kazalnik obremenitve okolja	2
Sistemska trajnost	Emergijski kazalnik trajnosti	2
	Delež rabe obnovljive energije	2
Emergijska menjava	Kazalnik emergijske menjave	2

* Kratak opis in shematski prikaz modulov sta predstavljena v poglavju 3.1 in na Sliki 8.

Podobno kot v modulu 3 so bile dobljene modelne rešitve pozicionirane in razvrščene glede na njihovo socioekonomsko in emergijsko uspešnost delovanja. Razvrstitev rešitev temelji na vsoti normaliziranih vrednosti pripadajočih kazalnikov, kar matematično zapišemo z:

$$\sum_{i=1}^n N_{ij} \Rightarrow \text{rang}_{jk} \quad \dots (34)$$

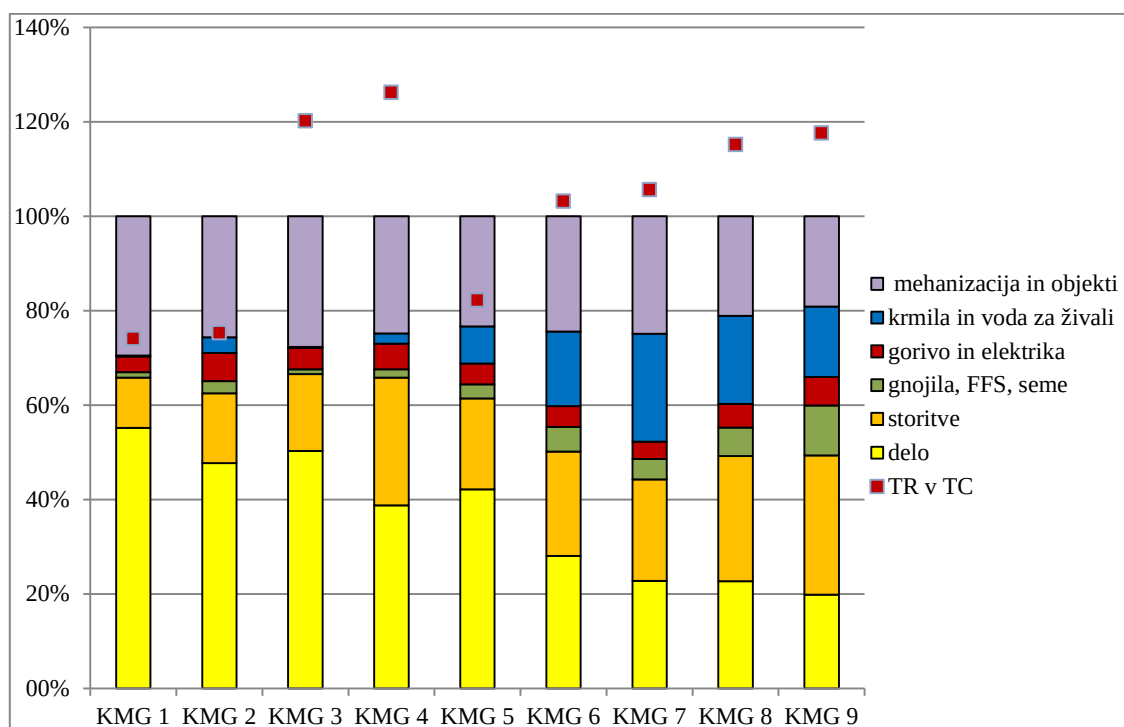
Kjer rang_{jk} določa relativno uspešnost j-te rešitve po k-ti skupini kazalnikov. Pri tem višja vsota normaliziranih vrednosti odraža boljše delovanje in s tem tudi višji rang rešitve. Skupine kazalnikov po katerih smo izvedli razvrstitev rešitev so a) skupina socioekonomskih kazalnikov, b) skupina vseh emergijskih kazalnikov in c) vsi kazalniki hkrati.

4 REZULTATI

4.1 SOCIOEKONOMSKA USPEŠNOST KMG

4.1.1 Struktura denarnih tokov in socioekonomski kazalniki

V prikazu kazalnikov socioekonomske uspešnosti kratko povzemamo ključne rezultate. Analiza strukture stroškov (Slika 11) je pokazala, da stroški dela predstavljajo tudi do 55% vseh letnih stroškov proizvodnje. Delež se sicer z velikostjo kmetije in intenzivnostjo prireje niža, vendar kljub temu delo znatno prispeva k skupnim stroškom pri vseh tipih KMG (več kot 20%). Na velikih in intenzivnejših KMG večjo stroškovno obremenitev predstavljajo stroški storitev (KMG8 in KMG9; 27% oziroma 29%) ter stroški kmetijske mehanizacije in objektov (KMG7; 25%). V kolikor stroškov domačega dela ne bi upoštevali v razrezu stroškov, mehanizacija in objekti predstavljajo najvišji delež stroškov tudi pri večini preostalih KMG z izjemo KMG4, KMG8 in KMG9 (med 32% in 66%).



Legenda: FFS: sredstva za varstvo rastlin; TR: skupni prihodki; TC: celotni proizvodni stroški

Slika 11: Struktura stroškov in delež celotnih prihodkov v celotnih stroških po obravnavanih tipih KMG v panogi prireje mleka

Figure 11: Cost structure and share of total revenues in total costs by dairy FT investigated

Primerjava stroškov (vključno s stroški domačega dela) in prihodkov (vključno s pripadajočimi proračunskimi plačili) je pokazala, da prihodki na KMG1, KMG2 in KMG5 ne pokrivajo vseh, temveč zgolj 74%, 75% oziroma 82% celotnih proizvodnih

stroškov. Brez upoštevanja proračunskih plačil enako velja za vse tipe prireje, pri čemer se pokritju stroškov najbolj približata KMG9 (98%) in KMG8 (95%).

Vrednosti kazalnikov, ki napovedujejo socioekonomsko uspešnost kmetijskih gospodarstev, predstavljamo v Preglednici 10. Najvišjo produktivnost dela in zemlje dosegata višje intenzivna tipa KMG7 in KMG9, katerih produktivnost je skoraj desetkratnik produktivnosti na manj intenzivnih gospodarstvih tipa KMG3 in KMG1. Izkoriščanje ekonomije obsega, vključno z učinkovito rabo mehanizacije, se kaže v nizkih stroških prireje na večjih kmetijskih gospodarstvih (KMG7 do KMG9), ki je izrazita predvsem, če v izračunu upoštevamo tudi stroške domačega dela. Ob upoštevanju stroškov domačega dela so stroški prireje namreč v povprečju za 50% nižji od stroškov na ostalih kmetijskih gospodarstvih. Kazalnik rabe mehanizacije kaže na stopnjo izkoriščenosti mehanizacije. Vrednost 1 je referenčna (minimalna) vrednost, ki pomeni, da je strojna oprema v celoti izkoriščena. Relativno nizke vrednosti kazalnika kažejo na učinkovito koriščenje mehanizacije na večjih gospodarstvih (KMG6 - KMG9 in KMG4), medtem ko za manjše kmetije, predvsem KMG1 in KMG3, velja nasprotno. Na manjših kmetijah se tako kaže potencial v najemu in/ali skupni rabi mehanizacije, kar bi povečalo donosnost investicij v strojno opremo in s tem zmanjšalo že tako visoke stroške proizvodnje.

Preglednica 10: Socioekonomski indikatorji uspešnosti KMG

Table 10: Socio-economic performance indicators of FT

TIP KMG	KMG1	KMG2	KMG3	KMG4	KMG5	KMG6	KMG7	KMG8	KMG9
	samo- oskrbna	pol samooskrbna	ekstenzivna ekološka	intenzivna ekološka	konven- cionalna	manjša intenzivna	visoko intenzivna	večja intenzivna	kmetijsko podjetje
rentabilnost*	1,65	1,44	2,42	2,06	1,42	1,43	1,37	1,39	1,23
stroškovna učinkovitost (€/kg)	0,49	0,37	0,48	0,34	0,32	0,32	0,30	0,32	0,34
dohodek (€/kg)	0,32	0,17	0,69	0,36	0,13	0,14	0,11	0,12	0,08
produktivnost zemlje (t/ha)	1,87	3,99	1,30	2,69	6,59	9,21	12,78	8,77	6,01
produktivnost dela (kg/uro)	14,17	24,85	17,33	39,61	36,92	68,24	95,37	98,51	127,12
raba mehanizacije*	3,31	2,33	3,06	1,89	2,41	1,98	1,75	1,53	1,19
odvisnost od PP (% TR)	23%	17%	36%	28%	15%	19%	13%	18%	16%
urna postavka DD (€/uro)	4,50	4,11	11,90	14,23	4,91	9,44	10,58	16,03	60,02
plačilna samozadostnost*	0,22	0,21	0,53	0,76	0,28	0,43	0,66	0,70	0,48
učinki na okolje (t CO ₂ eq/t)	1,45	1,36	1,58	1,17	1,16	1,20	1,00	1,14	1,12

* Kazalniki so natančneje opredeljeni v poglavju 3.3.1 v Preglednici 3.

Kljub nizki produktivnosti ekoloških tipov kmetijskih gospodarstev (KMG3 in KMG4) visoke vrednosti kazalnika rentabilnosti kažejo na relativno ugodno razmerje med prihodki in stroški. Relativna dobičkonosnost ekoloških kmetij, predvsem tipa KMG3, se kaže tudi v visokih dohodkih na kilogram mleka, ki večkratno presega vrednosti tega kazalnika pri ostalih tipih kmetij. Razlog za ugodne ekonomske rezultate ekoloških KMG je moč iskati v višjih (predpostavljenih) prodajnih cenah ekološkega mleka, relativno nizkih stroških pašne reje ter dodatnih proračunskih plačil iz naslova ekološke pridelave. Slednje, ki se kaže tudi v visoki odvisnosti ekoloških tipov KMG od proračunskih plačil (PP), zgolj delno pojasnjuje ekonomsko učinkovitost in visok dohodek na enoto proizvodnje. Ob vključenih predpostavkah izračunov je podrobnejša analiza pokazala, da se ob neupoštevanju prihodkov iz naslova PP vrednosti omenjenih kazalnikov sicer izrazito znižajo (za 36% oziroma 28% pri rentabilnosti ter za 62% oziroma 55% pri dohodku), vendar KMG3 in KMG4 v primerjavi z drugimi tipi po teh kriterijih še vedno dosega najboljši rezultat.

Pod predpostavko, da za doseganje primernega življenjskega standarda v Sloveniji ura človeškega dela zahteva bruto plačilo 8,5 €/uro (KIS, 2010),⁴³ prireja mleka na KMG1 (4,5 €/uro), KMG2 (4,11€/uro) in KMG5 (4,91 €/uro) tega standarda ne dosega. Vrednosti kazalnika plačilne samozadostnosti pod 1 razkrivajo, da brez prihodkov iz naslova PP podobno velja za vsa KMG. Kazalnik je opredeljen kot količnik med količino dela, ki ga dohodek brez PP po tej urni postavki lahko pokrije, in količino dejansko opravljenega dela. Nizke vrednosti kazalnika kažejo na nizke oportunitetne stroške dela, ki je strukturna značilnost družinskih kmetij (Schmitt, 1991; Juvančič, 2002), nakazujejo pa tudi na potrebo po dopolnjevanju dohodkov v kmetijskih gospodinjstvih (PP, druge dejavnosti, dodatna zaposlitev), ki lahko zapolnijo to dohodkovno vrzel. Ti rezultati kažejo predvsem na slab dohodkovni položaj kmetovalcev na manjših (tradicionalnih) KMG in so v skladu z letnimi poročili Kmetijskega inštituta Slovenije o stanju v kmetijstvu (KIS, 2011a).

4.1.2 Izpusti toplogrednih plinov

V nadaljevanju prikazujemo podrobnejšo analizo učinkov na okolje z vidika kazalnika izpustov toplogrednih plinov (TP). V Preglednici 11 so povzete relativne vrednosti neposrednih in posrednih izpustov pri prireji mleka po posameznem tipu toplogrednega plina in viru izpustov. Vse vrednosti so prikazane v kilogramih ekvivalentov CO₂ na tono mleka.

Rezultati potrjujejo, da izpusti CH₄ in NO₂ pri vseh tipih prireje prispevajo najvišji delež k skupni količini izpustov (do 62% oziroma 40%). Višji delež izpustov CH₄ in nižji delež N₂O je mogoče zaznati pri intenzivnejši prireji na KMG6 - KMG9 (58% -

⁴³ Višina urne postavke je ocenjena na podlagi primerljivega dohodka v gospodarstvu (povprečna bruto plača na zaposlenega v Sloveniji)

62% oziroma 21% - 26%), medtem ko v primerjavi z večjimi in intenzivnejšimi KMG manjši in manj intenzivni tipi kmetij v povprečju beležijo 20% nižji delež izpustov CH₄ in več kot 70% višji delež izpustov N₂O. Glavni vir izpustov CH₄ in N₂O so enterična fermentacija ter skladiščenje in gnojenje z živinskimi gnojili, ki so skupaj odgovorni za do 90% vseh izpustov. Njihov delež je višji na najmanjših in ekoloških tipih kmetij, predvsem na KMG3. Slednje je poleg nižje intenzivnosti prireje in/ali pretežno pašne reje živali posledica manjše odvisnosti teh kmetij od fosilnih goriv. Kljub upoštevanju izpustov CO₂, ki se ustvarjajo znotraj drugih podpornih dejavnosti (proizvodnja krmil, pridobivanje goriv in podobno), ti k skupni količini izpustov KMG1, KMG3 in KMG4 v povprečju prispevajo zgolj 11%. To je za več kot tretjino manj kot znaša v povprečju delež izpustov CO₂ pri preostalih tipih prireje (15% - 20%).

Preglednica 11: Izpusti toplogrednih plinov (TP) pri prireji mleka po tipu TP in viru izpustov v kilogramih ekvivalentov CO₂ na tono proizvodnje

Table 11: Greenhouse gas (GHG) emissions in milk production by type of GHG and source of emissions in kilograms of CO₂ equivalents per tonne of production

TIP KMG	KMG1	KMG2	KMG3	KMG4	KMG5	KMG6	KMG7	KMG8	KMG9
	samo- oskrbna	pol samooskrbna	ekstenzivna ekološka	intenzivna ekološka	konven- cionalna	manjša intenzivna	visoko intenzivna	večja intenzivna	kmetijsko podjetje
ogljikov dioksid (CO ₂)	160,8	241,2	158,0	139,0	171,6	194,7	174,0	195,3	224,8
metan (CH ₄)	719,5	590,8	816,9	569,0	527,5	700,8	613,8	699,8	646,1
didušikov oksid (N ₂ O)	566,3	524,8	602,6	457,7	458,1	307,3	210,8	240,1	249,9
izgorevanje fosilnih goriv	162,2	243,0	159,4	140,2	172,8	195,8	174,9	196,4	226,1
fermentacija, skladiščenje in gnojenje z živ. gnojili	1.279,0	1.079,4	1.418,1	1.025,5	964,1	906,0	799,9	904,6	839,3
gnojenje z min. gnojili	5,5	34,4	0,0	0,0	20,3	101,0	23,9	34,1	55,4
skupni izpusti	1.446,6	1.356,7	1.577,5	1.165,6	1.157,2	1.202,8	998,6	1.135,2	1.120,8

Skupna količina izpustov na enoto proizvodnje je najvišja na KMG3, KMG1 in KMG2. Izpusti na KMG3 so za 58% višji od izpustov na visoko intenzivnem KMG7, ki beleži najnižje izpuste na tono mleka. V splošnem je moč opaziti, da so nižji izpusti v tesni povezavi z višjo produktivnostjo kmetijske dejavnosti (Preglednica 10). Izpusti TP na enoto proizvodnje na najbolj produktivnih KMG (KMG7 - KMG9) so v povprečju za 18% nižji od izpustov na manj produktivnih KMG. Na večjih in intenzivnejših KMG (KMG7 – KMG9) je količina izpustov podobna tisti, ki jo na ekonomsko uspešnih KMG s prirejo mleka v francoski Bretaniji beležijo van der Werf in sodelavci (2009) (955 kg/t). Haas in sodelavci (2001) v svoji študiji preučujejo intenzivne, manj intenzivne in ekološke sisteme prireje mleka, ki temeljijo na pašni reji oziroma pretežno

travni krmi živali v JZ Nemčiji. Avtorji za ekološko prirejo navajajo izpuste TP v rangi od 1.200 do 1.400 kg/t, kar se v večji meri sklada z rezultati naše analize. Ocena količine izpustov intenzivnejših KMG je v naši raziskavi bližje nižjim vrednostim izpustov navedenih v Haas in sodelavci (1.100 kg/t - 1700 kg/t). Slednje je najverjetneje posledica razlik v tehnologiji reje ter količini in intenzivnosti prireje mleka na preučevanih kmetijskih gospodarstvih v obeh raziskavah.

4.2 BIOFIZIKALNA UČINKOVITOST IN SISTEMSKA TRAJNOST KMG

4.2.1 Struktura emergijskih tokov

V skladu z metodologijo smo tokove emergije najprej opredelili z emergijskim diagramom, ki je prikazan v poglavju 3.3.1 (modul 2). Kvantitativna opredelitev posameznih tokov je predstavljena v emergijskih preglednicah, ki so skupaj s pripadajočimi izračuni prikazane v Prilogi D. Struktura emergijskih tokov po posameznih KMG je razvidna iz Preglednice 12 in Slike 12. V Preglednici 12 so prikazane glavne kategorije emergijskih tokov. Emergija neposrednih vložkov narave (U^*) je vsota lokalnih obnovljivih (R) in neobnovljivih virov (N) ter neobnovljive emergije materialov (M), ki v sistem vstopa preko ekonomskega sistema (ekonomski vložki). Emergija dela in storitev (LS) predstavlja emergijo obdelave naravnih virov znotraj širšega socioekonomskega okolja. Celotna emergija sistema (U) je opredeljena kot vsota vseh emergijskih vložkov, vključno z delom in storitvami. Rezultati so zaradi lažje preglednosti in neposredne primerjave med tipi KMG prikazani v emergiji (izraženi v seJ) na hektar.

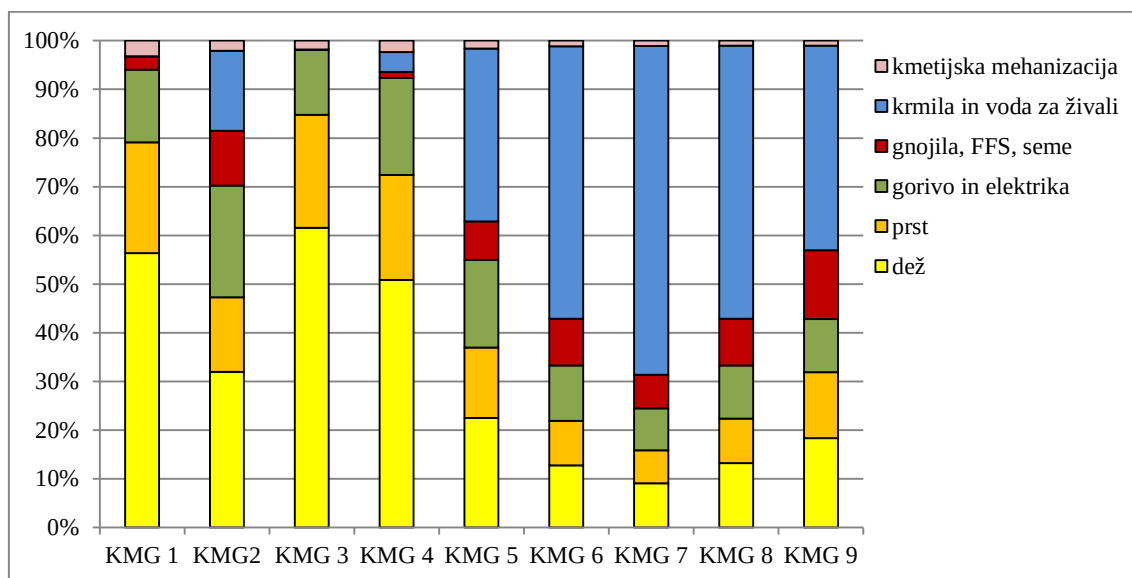
Preglednica 12: Emergija po posameznih tipih prireje po vrsti emergijskih tokov

Table 12: Emery by individual production types by type of emery flows

	tokovi emergije									
	obnovljivi (R)		neobnovljivi (N)		materiali (M)		emergija (R+N+M=U*)	delo in storitve (LS)		celotna emergija (R+N+M+LS=U)
	10 ¹⁴ sej/ha	%U*	10 ¹⁴ sej/ha	%U*	10 ¹⁴ sej/ha	% U*	10 ¹⁴ sej/ha	10 ¹⁴ sej/ha	%U	10 ¹⁴ sej/ha
KMG1	11,49	56,3	4,65	22,80	4,25	20,9	20,38	131,96	86,6	152,34
KMG2	11,49	32,0	5,50	15,32	18,93	52,7	35,92	189,72	84,1	225,64
KMG3	11,49	61,5	4,33	23,19	2,85	15,3	18,66	82,43	81,5	101,09
KMG4	11,49	50,9	4,86	21,53	6,24	27,6	22,58	99,31	81,5	121,89
KMG5	11,49	22,5	7,43	14,52	32,21	63,0	51,12	240,12	82,4	291,24
KMG6	11,49	12,7	8,23	9,14	70,38	78,1	90,10	268,80	74,9	358,90
KMG7	11,49	9,1	8,50	6,74	106,13	84,2	126,12	330,51	72,4	456,62
KMG8	11,49	13,2	7,97	9,15	67,60	77,7	87,05	225,46	72,1	312,51
KMG9	11,49	18,4	8,48	13,56	42,55	68,1	62,52	147,34	70,2	209,86

V izogib dvojnemu štetju emergije (poglavje 2.3.3) kot obnovljiv vložek emergije upoštevamo zgolj največjega. Ta je za vse sisteme KMG emergija dežja (kemični potencial padavin). Ker je v analizo zajeta povprečna količina padavin v državi, se tok obnovljive emergije na hektar med kmetijskimi gospodarstvi ne razlikuje. Vendar pa je iz rezultatov razvidno, da med tipi kmetij prihaja do večjih razlik v deležu obnovljive emergije v skupni rabi emergije. Brez upoštevanja emergije dela in storitev delež emergije obnovljivih virov znaša med 9% pri visoko intenzivni prireji (KMG7) in skoraj 62% na ekstenzivni ekološki kmetiji (KMG3). Delež emergije obnovljivih virov pri tipih z najintenzivnejšo prirejo (KMG6 – KMG8) v povprečju znaša manj kot 12%, kar je več kot 5 krat manj od povprečja najmanj intenzivnih tipov kmetij (KMG1 in KMG3). Ob upoštevanju emergije dela in storitev je bil vložek obnovljive emergije v vse sisteme znatno nižji in je znašala med 3% (KMG7 in KMG6) in 11% (KMG3). Nizek delež obnovljive emergije je posledica visokega deleža neobnovljive, predvsem kupljene emergije materialov, ki v sistem vstopa iz zunanjega ekonomskega okolja. Brez upoštevanja emergije dela in storitev na kmetijah z nižjim deležem obnovljivega vložka (KMG6 – KMG8) emergija ekonomskih vložkov v povprečju znaša 80%, medtem, ko je na KMG1, KMG3 in KMG4 ta delež nižji od 30%, in v povprečju znaša manj kot 22%.

Slika 12 prikazuje nadaljnjo razčlenitev emergije po posameznih vložkih, pri čemer v skupni emergiji ne zajema emergije dela in storitev. Iz slike je mogoče opaziti izrazite razlike med manjšimi tipi kmetij z manj intenzivno prirejo in večjimi in intenzivnejšimi tipi kmetij. Rezultati kažejo, da so glavni ekonomski vložki emergije na srednje velikih in velikih konvencionalnih kmetijah (KMG5 – KMG9) krmila (od 38% do 68%), gorivo (od 6% do 13%) in mineralna gnojila (od 6% do 13%). Na manjših in ekoloških kmetijskih gospodarstvih so na račun višjega deleža lokalnih virov emergije (R in N) deleži emergije ekonomskih virov v povprečju skoraj 3 krat manjši. Med ekonomskimi vložki na teh kmetijah najbolj izstopa emergija goriva, ki predstavlja med 10% in 18% emergije. Pri tem velja poudariti, da je relativno nizek delež emergije goriv na KMG5 - KMG9 lahko zgolj navidezen, saj analiza ne zajema posredno vložene emergije goriva pri proizvodnji krmil in mineralnih gnojil, na katerih temelji proizvodnja intenzivnejših tipov KMG.



Legenda: FFS: sredstva za varstvo rastlin

Slika 12: Struktura emergijskih tokov (brez emergije dela in storitev) po obravnavanih tipih KMG v panogi prireje mleka

Figure 12: Structure of emergy flows (without emergy of labour and services) by dairy FT investigated

V celotni emergiji, ki vključuje emergijo dela in storitev, ekonomski vložki v obliki materialov občutno izgubijo na pomembnosti. Emergija dela in storitev namreč predstavlja med 70% in 87% celotne emergije (Preglednica 12). Iz rezultatov je razvidno, da je relativna zastopanost emergije dela in storitev obratno sorazmerna z velikostjo kmetije in intenzivnostjo prireje. Nadaljnja razčlenitev je pokazala, da so manjši tipi kmetij KMG1- KMG3 bolj odvisni od emergije dela (46% - 56%), in manj od emergije storitev (31% - 38%), medtem, ko za večje tipe kmetij KMG4 – KMG9 velja obratno (15% - 40% oziroma 43% - 56%).

4.2.2 Emergijski kazalniki

Izračun emergijskih kazalnikov (poglavje 2.3.5) omogoča nadaljnji vpogled v razlike v delovanju posameznih tipov kmetijskih gospodarstev (Preglednica 13). Ob upoštevanju emergije dela in storitev je bila UEV proizvedenega mleka najnižja na večjih kmetijskih gospodarstvih KMG9, KMG8 in KMG7, medtem ko je bila ta najvišja na najmanjših kmetijah KMG1, KMG3 in KMG2. Visoka vrednost tega kazalnika, ki je na manjših kmetijah v povprečju več kot enkrat večja, kaže na manjšo biofizikalno učinkovitost teh proizvodnih sistemov in s tem nižjo obnovljivost končnega proizvoda (mleka). Manjše in predvsem ekološke kmetije beležijo nizko intenzivnost rabe emergije, kar se odraža v nizki vrednosti kazalnika gostote emergije (ED).

Nasprotno od kazalnikov učinkovitosti in intenzivnosti rabe emergije ekološki tipi KMG (predvsem KMG3) izrazito pozitivno odstopajo od drugih KMG pri kazalnikih donosnosti emergije (EYR), obremenitve okolja (ELR) in posledično emergijske trajnosti (ESI). Vrednost EYR na ekoloških tipih kmetij, ki je v povprečju 8% višja od

povprečja konvencionalnih kmetijskih gospodarstev, kaže na relativno visoko sposobnost in nagnjenost ekoloških kmetij h koriščenju lokalnih virov (R in N). Razlika v delovanju ekoloških in konvencionalnih tipov prireje je še bolj očitna pri primerjavi vrednosti kazalnika ELR. V primerjavi s konvencionalnimi sistemi ekološka gospodarstva v povprečju dosegajo do 78% (v povprečju 64%) nižje vrednosti tega kazalnika, kar kaže na relativno nizek pritisk ekološke proizvodnje na lokalno okolje. Ekološki tipi prireje beležijo najvišje vrednosti kazalnika ESI, kar skupaj z visokim deležem obnovljive energije (R) nakazuje na relativno visoko sistemsko trajnost ekološke prireje. Nasprotno velja za večje in intenzivnejše tipe kmetijskih gospodarstev (KMG6 – KMG9), ki v povprečju dosegajo 80% nižje vrednosti ESI. Med temi nekoliko boljše rezultate dosegata največja tipa KMG, predvsem KMG9. Slednji v primerjavi z drugimi (KMG6 – KMG8) povzroča izrazito nižji pritisk na lokalno okolje, kar se v povprečju kaže v skoraj 50% nižji vrednost kazalnika ELR ter 80% višji vrednosti kazalnika ESI.

Preglednica 13: Vrednosti emergijskih kazalnikov po posameznih tipih KMG (z in brez energije dela in storitev)

Table 13: Emergy indicators values by individual FT (with and without emergy of labour and services)

tip KMG	KMG1	KMG2	KMG3	KMG4	KMG5	KMG6	KMG7	KMG8	KMG9
	samo- oskrbna	pol-samo- oskrbna	ekstenzivna ekološka	intenzivna ekološka	konven- cionalna	manjša intenzivna	visoko intenzivna	večja intenzivna	kmetijsko podjetje
z energijo dela in storitev (LS)									
UEV (10^6seJ/J)	3,04	2,11	2,90	1,69	1,65	1,45	1,33	1,33	1,30
ED:gostota energije (10^{16}seJ/ha)	1,52	2,26	1,01	1,22	2,91	3,59	4,57	3,13	2,10
EYR:emergijski kazalnik donosnosti	1,12	1,08	1,19	1,15	1,07	1,06	1,05	1,07	1,11
ELR:kazalnik obremenitve okolja	12,26	18,65	7,8	9,61	24,36	30,25	38,76	26,21	17,27
ESI:emergijski kazalnik trajnosti	0,09	0,06	0,15	0,12	0,04	0,03	0,03	0,04	0,06
%R: delež obnovljive energije	8%	5%	11%	9%	4%	3%	3%	4%	5%
EER:kazalnik emergijske menjave	1,45	1,51	0,95	0,94	1,42	1,23	1,25	1,33	1,19
brez energije dela in storitev (LS)									
UEV (10^6seJ/J)	0,41	0,34	0,54	0,31	0,29	0,37	0,37	0,37	0,39
ED:gostota energije (10^{16}seJ/ha)	0,20	0,36	0,19	0,23	0,51	0,90	1,26	0,87	0,63
EYR:emergijski kazalnik donosnosti	4,80	1,90	6,55	3,62	1,59	1,28	1,19	1,29	1,47
ELR: kazalnik obremenitve okolja	0,77	2,13	0,62	0,97	3,45	6,84	9,98	6,58	4,44
ESI: emergijski kazalnik trajnosti	6,19	0,89	10,49	3,75	0,46	0,19	0,12	0,20	0,33
%R:delež obnovljive energije	56%	32%	62%	51%	22%	13%	9%	13%	18%

Kazalnik emergijske menjave (EER) je opredeljen kot razmerje med emergijo končnega proizvoda (mleka) in emergijo denarnega plačila zanj. Vrednost kazalnika 1 pomeni, da je emergija, ki jo kmetovalec prejme v obliki denarja, enaka emergiji proizvedenega mleka. Brez upoštevanja prihodkov iz naslova proračunskih plačil (PP) se »pravični« menjavi najbolj približajo KMG4 (1,30) ter KMG9 (1,42) in KMG7 (1,43). Vrednost, ki je pri vseh tipih kmetij večja od 1, nakazuje na neugoden položaj proizvajalca in izrazito višjo trgovalno prednost kupca pri menjavi. Ob upoštevanju prihodkov iz naslova PP, je proizvajalčeva trgovalna prednost (vrednost kazalnika < 1) prisotna zgolj na KMG3 (0,95) in KMG4 (0,94). Menjava ostaja v prid kupcu zlasti na manjših konvencionalnih kmetijah, predvsem KMG2, kjer prejeta emergija, ki jo prejme kupec mleka več kot za 50% presega emergijo denarnega plačila.

Zaradi visokega deleža dela in storitev pri vseh tipih KMG (Preglednica 12), smo emergijske kazalnike izračunali tudi brez emergije dela in storitev (LS). Rezultati ponujajo jasnejši vpogled v delovanje sistemov, ki temeljijo zgolj na vložkih neposrednih naravnih tokov brez kakršnihkoli socioekonomskih procesov. Primerjava kazalnikov z in brez emergije dela in storitev (Preglednica 13) izpostavlja, da socioekonomske interakcije bremenijo biofizikalno učinkovitost in trajnost obravnavanih kmetijskih sistemov. UEV in vrednost kazalnika ELR se je v povprečju zmanjšala za okoli 80%, medtem, ko je vrednost kazalnika EYR v povprečju narasla za več kot 2 krat, vrednost ESI pa za 24 krat. Učinek je manj opazen pri večjih konvencionalnih tipih KMG in bolj izrazit pri manjših in manj intenzivnih tipih KMG, zlasti pri KMG1 in KMG3, kar je pričakovano, saj je relativna zastopanost emergije dela in storitev pri slednjih višja.

4.3 VEČKRITERIJSKO POZICIONIRANJE IN RANGIRANJE KMG

4.3.1 Rangiranje KMG po skupinah socioekonomskih in emergijskih kazalnikov

Preoblikovane in standardizirane vrednosti skupine socioekonomskih in emergijskih kazalnikov, na katerih temelji pozicioniranje in rangiranje kmetijskih gospodarstev, prikazujemo v Preglednici 14.

Vsota preoblikovanih in standardiziranih vrednosti socioekonomskih kazalnikov (Preglednica 3, modul 1) določa celovitejšo oceno socioekonomske uspešnosti ter rangiranje posameznih tipov KMG po tem kriteriju. Rezultati kažejo, da so velika kmetijska gospodarstva z intenzivno prirejo mleka ekonomsko uspešnejša. Pozitivne vrednosti vsote standardiziranih vrednosti kazalnikov (poglavje 3.3.1, Preglednica 14) kažejo, da je uspešnost tipov KMG4 – KMG9 nad povprečjem celotne skupine kmetijskih gospodarstev. Ob upoštevanju zgolj ekonomskih kazalnikov ekonomičnosti, produktivnosti in dohodkovne stabilnosti, je najuspešnejši tip prireje kmetijsko podjetje KMG9. Ob vključitvi kazalnika učinkov na okolje pa se je kot nekoliko uspešnejša izkazala visoko intenzivna prireja KMG7. Razlike med obema sicer niso izrazite. Za

njima si po uspešnosti sledijo KMG8, KMG4 ter KMG6. Podpovprečno uspešnost beležijo najmanjše kmetije KMG1, KMG2, KMG3 ter KMG5, pri čemer je iz socioekonomskega vidika KMG5 najbolj in KMG1 najmanj uspešna, razlika med KMG2 in KMG3 pa je zanemarljiva. Zaradi visoke delovne intenzivnosti teh kmetij (Slika 11) je ob upoštevanju stroškov domačega dela, razhajanje med manjšimi in ekonomsko uspešnejšimi velikimi tipi kmetij še bolj izrazito.

Preglednica 14: Standardizirane vrednosti skupin socioekonomskih in emergijskih kazalnikov ter rangiranje KMG po socioekonomski uspešnosti in sistemskem delovanju

Table 14: Standardised values of socioeconomic and emergy sets of indicators and FT ranging by socioeconomic performance and system functioning

TIP KMG	KMG1	KMG2	KMG3	KMG4	KMG5	KMG6	KMG7	KMG8	KMG9
	samo- oskrbna	pol samooskrbna	ekstenzivna ekološka	intenzivna ekološka	konven- cionalna	manjša intenzivna	visoko intenzivna	večja intenzivna	kmetijsko podjetje
SOCIOEKONOMSKA USPEŠNOST	9	7	8	4	6	5	1	3	2
vsota z vrednosti* socioekonomskih kazalnikov	-8,69	-4,80	-4,89	2,13	-1,50	1,05	6,31	4,57	5,84
EMERGIJSKA USPEŠNOST	4	9	1	2	7	6	8	5	3
vsota z vrednosti* emergijskih kazalnikov	-1,31	-2,65	5,87	5,70	-2,48	-1,91	-2,55	-1,76	1,08

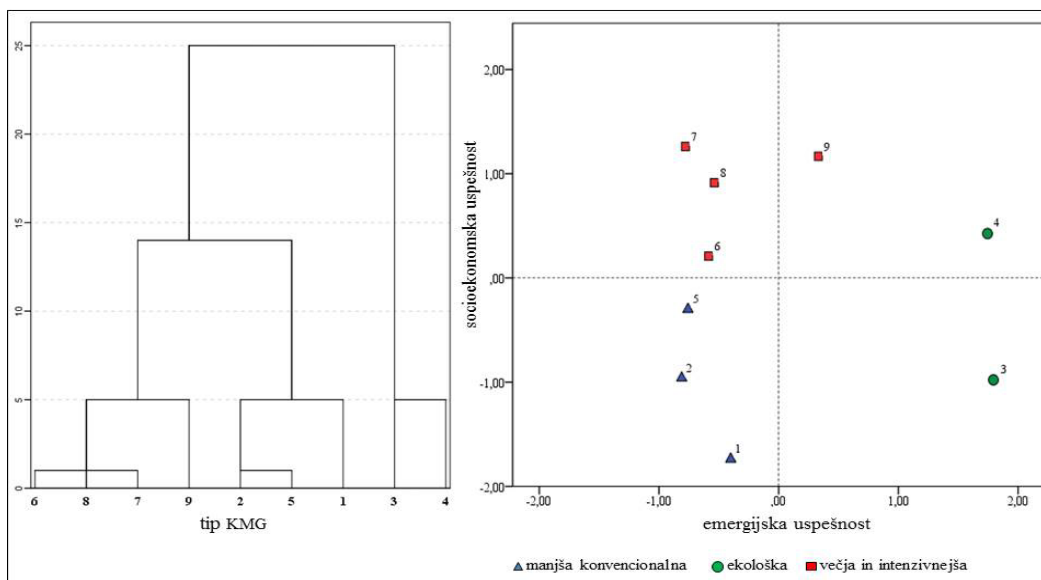
* vsota standardiziranih vrednosti

Rangiranje tipov kmetij po vseh emergijskih kazalnikih kaže, da z vidika dobrega sistemkega delovanja izrazito prednjačita oba ekološka sistema prireje (KMG3 in KMG4), pri čemer ekstenzivne kmetije tipa KMG3 dosegajo nekoliko boljše rezultate predvsem na račun visoke donosnosti tega proizvodnega sistema pri koriščenju lokalnih virov. Nadpovprečno uspešno je tudi tretje rangirano kmetijsko podjetje KMG9, medtem, ko ostali sistemi dosegajo vrednosti, ki so več kot 1 standardni odklon nižje od povprečja skupine. Poleg visoko intenzivnega tipa KMG7 nekatere manjše kmetije, zlasti KMG2 in nekoliko manj KMG5, beležijo razmeroma nizke vrednosti iz so zato rangirane najnižje. Očitno razhajanje med socioekonomsko in emergijsko uspešnostjo je moč opaziti predvsem pri skrajnih oblikah prireje (KMG3 in KMG7), ter pri samooskrbni kmetiji KMG1. Slednja sicer beleži izrazito slabe ekonomske rezultate, vendar je z vidika sistemkega delovanja (torej emergijske uspešnosti) rangirana razmeroma visoko.

4.3.2 Večkriterijska analiza KMG

Rezultati prikazani v poglavju 4.1 in 4.2 ter 4.3.1 kažejo na večje razlike v uspešnosti kmetijskih gospodarstev, merjene z dveh različnih vidikov. Standardne socioekonomske mere dajejo prednost večjim, intenzivnejšim in bolj produktivnim KMG, ki so stroškovno učinkoviti in zato dohodkovno stabilnejši (KMG7 – KMG9). Po drugi strani je emergijsko vrednotenje bolj naklonjeno manj produktivnim in delovno intenzivnejšim ekološkim sistemom prireje, ki povzročajo manjši pritisk na okolje in učinkoviteje koristijo brezplačne lokalne proizvodne vire (KMG3 in KMG4).

Rezultati kažejo na določene podobnosti med nekaterimi tipi kmetijskih gospodarstev. S statistično metodo razvrščanja v skupine smo potrdili formacijo treh skupin, in sicer skupine manjših konvencionalnih (KMG1, KMG2 in KMG5), ekoloških (KMG3 in KMG4) ter večjih in intenzivnejših kmetijskih gospodarstev (KMG6 – KMG9). Razvrstitev v skupine je prikazana z dendrogramom na Sliki 13 (levo). Vrednosti na ordinatni osi predstavljajo kvadrat evklidske razdalje med skupinami. Na Sliki 13 (desno) je prikazan socioekonomski in emergijski položaj skupin ter njim pripadajočih KMG. Iz slike je razvidno, da manjša konvencionalna KMG dosegajo podpovprečne rezultate tako z vidika socioekonomske kot emergijske uspešnosti. Velika in intenzivnejša KMG so sicer iz socioekonomskega vidika nadpovprečno uspešna, vendar z izjemo KMG9 beležijo podpovprečno emergijsko uspešnost. Nasprotno velja za ekološka tipa KMG, ki sta emergijsko izrazito uspešnejša od drugih kmetij, vendar zgolj KMG4 dosega nadpovprečne rezultate tudi iz socioekonomskega vidika.

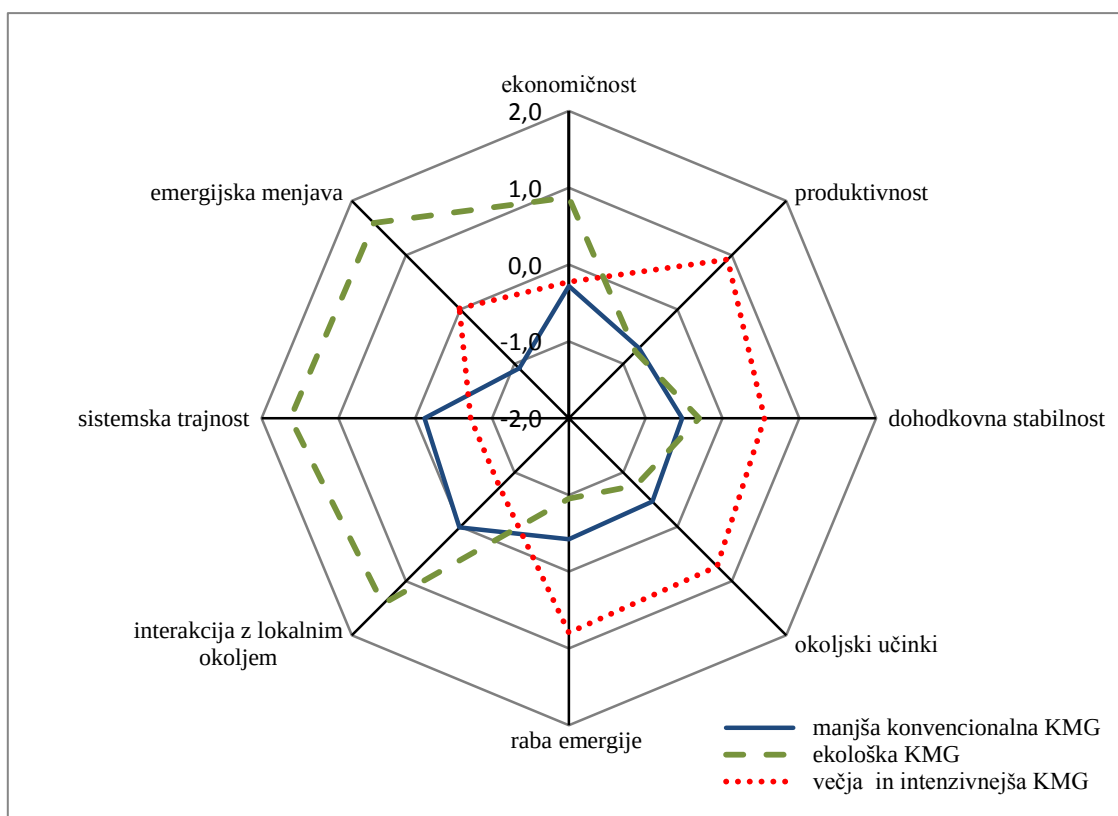


Legenda: številke oznake 1- 9 predstavljajo tip KMG (KMG1-KMG9)

Slika 13: Razvrstitev posameznih tipov KMG v skupine in njihovo večkriterijsko pozicioniranje po kriterijih socioekonomske in emergijske uspešnosti

Figure 13: Categorisation of individual FT into clusters and their multi-criteria position according to socio-economic and emergy performance criteria

Podrobna analiza skupin KMG (Slika 14) je po posameznih skupinah kriterijev pokazala na izrazito diametralnost ekoloških in velikih intenzivnejših tipov KMG. Velika in intenzivnejša gospodarstva so visoko produktivna in finančno neodvisna. Intenzivna prireja se kaže v nizkih izpustih toplogrednih plinov na enoto proizvodnje in njeni visoki učinkovitosti, tako iz ekonomskega kot biofizikalnega vidika. Kljub mnogim ekonomskim prednostim se KMG tega tipa v veliki meri zanašajo na neobnovljive plačljive vire, kar se kaže v povečanem pritisku na lokalno okolje in v nizki sistemski trajnosti. V nasprotju z intenzivno proizvodnjo je prireja na ekoloških KMG na račun izjemne interakcije sistema z lokalnim okoljem izrazito bolj trajnostna. Kljub dobrim rezultatom z vidika trajnosti je pomanjkljivost ekoloških sistemov nižja učinkovitost in intenzivnost rabe emergije. Le-ta izvira iz nizke produktivnosti prireje, visokih izpustov toplogrednih plinov na enoto proizvodnje ter manjše dohodkovne stabilnosti, ki je posledica visoke odvisnosti teh tipov prireje od proračunskih plačil. Iz slike je razvidno, da je za manjša konvencionalna KMG značilna podpovprečna uspešnost po vseh posameznih skupinah socioekonomskih in emergijskih kazalnikov. Še posebej problematično je slabo ekonomsko stanje, ki vodi v nizko dohodkovno stabilnost in odvisnost teh tipov kmetij od alternativnih virov dohodka.



Slika 14: Delovanje posameznih skupin KMG po izbranih socioekonomskih in emergijskih vidikih uspešnosti

Figure 14: Functioning of the individual FT clusters according to the selected socioeconomic and energy performance aspects

Integracija obeh vidikov uspešnosti na ravni posameznega tipa KMG (Slika 13 desno, Preglednica 15) je pokazala, da je intenzivna ekološka prireja na KMG4 zaradi izjemne emergijske in nadpovprečne socioekonomske uspešnosti najvišje rangiran tip prireje. Sledi mu kmetijsko podjetje KMG9. Visok položaj največjega tipa kmetije KMG9 je predvsem posledica ekonomije obsega, ki omogoča učinkovito rabo kmetijskih resursov in emergije. Ekstenzivna prireja na KMG3, ki iz tega vidika beleži primerjalno zelo slabe rezultate, je po skupni uspešnosti rangirana na tretje mesto predvsem zaradi zavirljive emergijske uspešnosti. Na četrto mesto je po skupni uspešnosti rangirano visoko intenzivno KMG7, ki ji sledita veliko intenzivno KMG8 in malo intenzivno KMG6. Manjše kmetije s konvencionalno prirejo (KMG1, KMG2 in KMG5) so zaradi podpovprečne socioekonomske in emergijske uspešnosti rangirane najnižje. Zaradi izrazito neugodne ekonomske strukture, ki prevlada nad nekoliko boljšim emergijskim rezultatom, se je za najmanj uspešno izkazala samooskrbna kmetija KMG1.

Preglednica 15: Rangiranje KMG po socioekonomski in emergijski uspešnosti glede na standardizirano vrednost vsote standardiziranih vrednosti socioekonomskih in emergijskih kazalnikov

Table 15: FT ranking by socio-economic and emergy performance according to standardised value of a sum of standardised values of socio-economic and emergy criteria

TIP KMG	KMG1	KMG2	KMG3	KMG4	KMG5	KMG6	KMG7	KMG8	KMG9
	samo- oskrbna	pol samooskrbna	ekstenzivna ekološka	intenzivna ekološka	konven- cionalna	manjša intenzivna	visoko intenzivna	večja intenzivna	kmetijsko podjetje
rang (integriran vidik)	9	8	3	1	7	6	4	5	2
vsota zz vrednosti*	-2,14	-1,77	0,82	2,17	-1,06	-0,38	0,48	0,38	1,50

* vsota dvojno standardiziranih vrednosti

4.4 REFERENČNI MODEL - PANOGA 2010

4.4.1 Opredelitev referenčnih vrednosti

Integracijo modelnih kmetij v strukturo prireje mleka v Sloveniji in izgradnjo modelnega orodja na ravni panoge začnemo s prikazom značilnosti panoge prireje mleka v letu 2010. Glavne postavke in kazalniki, ki opredeljujejo delovanje panoge, so prikazani v Preglednici 16, podrobnejša razčlenitev postavk je prikazana v Prilogi E1, emergijska preglednica in izračuni pa v Prilogi D10. Vrednosti temeljijo na modelni oceni in zgolj minimalno odstopajo od razpoložljivih podatkov popisa kmetijstva 2010 (SURS, 2013).

Preglednica 16: Glavne postavke in kazalniki delovanja panoge prireje mleka v letu 2010 (referenčne vrednosti) (rezultati modela; povzeto po Prilogi E1)

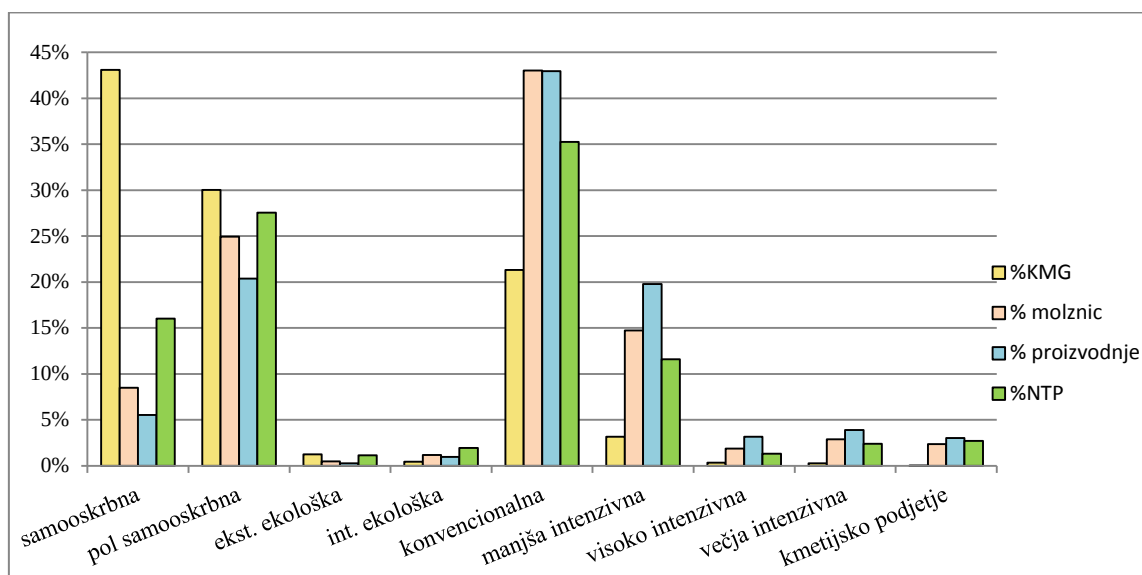
Table 16: Main items and performance indicators of milk production sector in year 2010 (reference values) (model results; summarised from Annex E1)

panoga 2010		
Osnovne postavke		
KMG*	10.983	št.
Molznice *	109.622	glave
Obdelovalne površine (KZU)	111.736	ha
Proizvodnja*	603.912	t
Dohodek	91.656	000 €
Delo	8.460	osebe
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	735.059	t eqCO ₂
Proračunska plačila (PP)	51.647	000 €
Molznice/KMG	9,98	glav/KMG
Obdelovalne površine/KMG	10,17	ha/KMG
Mlečnost (intenzivnost prireje)	5.509	kg/molznico
Socioekonomski kazalniki		
Rentabilnost	1,45	
Stroški na enoto proizvodnje	0,34	€/kg
Dohodek na enoto proizvodnje	0,15	€/kg
Produktivnost zemlje	5,40	t/ha
Produktivnost dela	35,69	kg/ uro
Učinkovitost rabe mehanizacije	2,76	
Delež proračunskih plačil (PP) v prihodkih	15	% v TR
Urna postavka domačega dela	5,49	€/uro
Dohodkovna pokritost domačega dela	0,28	
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	1,22	t ekv.CO ₂ /t
Emergijski kazalniki		
UEV (10 ⁶ seJ/J)	1,75	
ED: Gostota energije (10 ¹⁶ seJ/ha)	2,54	
EYR: Emergijski kazalnik donosnosti	1,08	
ELR: Kazalnik obremenitve okolja	21,10	
ESI: Emergijski kazalnik trajnosti	0,05	
%R: Delež obnovljive energije	0,05	
EER: Emergijski kazalnik menjave	1,38	

*Število KMG od podatkov popisa v letu 2010 odstopa za +0,3%, stalež molznic (konec leta) za +0,14%, povprečna mlečnost za – 0,14%, proizvodnja pa je manjša za manj kot 0,005% (Preglednica 1).

Iz preglednice je razvidno, da so vrednosti kazalnikov uspešnosti delovanja sistema prireje mleka blizu povprečnih vrednosti kazalnikov manjših konvencionalnih kmetij (KMG1, KMG2 in KMG5) (Preglednica 10, Preglednica 13). Slednje ne preseneča, saj so v strukturi panoge prireje mleka ti tipi tudi najmočnejše zastopani. Kot kaže Slika 15, manjše konvencionalne kmetije predstavljajo skoraj 95% vseh KMG, od katerih jih je večji del samooskrbnega (KMG1) in pol-samooskrbnega (KMG2) tipa (47% oziroma 30%). Zaradi majhnega staleža in nižje intenzivnosti prireje (v povprečju 3.970 kg/molznico) je prispevek samooskrbnih in pol-samooskrbnih kmetij k skupni

proizvodnji relativno nizek (26%). Modelne ocene kažejo, da je bilo v letu 2010 največ mleka (43%) proizvedenega na konvencionalnih kmetijah tipa KMG5. Te so redila sorazmeren delež molznic in upravljale z več kot tretjino vseh KZU, od tega s 43% njiv in z 32% travnikov. Večja in intenzivnejša KMG, predvsem KMG7- KMG9, so bila v strukturi kmetij zastopana v manjši meri (4%), vendar so zaradi velikosti črede (v povprečju 56 molznic/KMG) ter intenzivnejše tehnologije prireje (v povprečju 7.583 kg/molznico) k skupni proizvodnji prispevala skoraj 30%. Z ekološko prirejo mleka se je v letu 2010 ukvarjalo zgolj 185 oziroma manj kot 1,7% vseh KMG. Ta so upravljala z nekaj več kot 3% KZU (4% travnikov) in v skupno proizvodnjo prispevala okoli 1%.



Slika 15: Izhodiščna struktura panoge prireje mleka v letu 2010 po tipih KMG

Figure 15: Baseline structure of milk production sector in year 2010 by FT

4.4.2 Skrajne oblike panoge prireje mleka

Iz primerjave posameznih proizvodnih tipov kmetijskih gospodarstev v panogi prireje mleka po socioekonomskih in emergijskih kriterijih (poglavje 4.3) je razvidno, da obstajajo med njimi izrazite razlike v učinkovitosti, oziroma uspešnosti prireje, kar utemeljuje njihovo podrobnejšo obravnavo tudi na ravni panoge. V izhodišču analize smo skušali pridobiti vpogled v prednosti in omejitve pri širitvi posamezne skupine KMG znotraj panoge prireje mleka. V ta namen smo oblikovali tri modele, ki opredeljujejo optimalno strukturo panoge,⁴⁴ v kateri bi bile zastopane izključno manjša konvencionalna, ekološka ali večja in intenzivna kmetijska gospodarstva. Rezultati treh

⁴⁴ Kot kriterij optimiranja (ciljno funkcijo) smo izbrali maksimalen dohodek in maksimalno proizvodnjo v panogi. Rezultati so pokazali, da izbira ciljne funkcije ne vpliva na rezultate modelov z izključno ekološko oziroma intenzivno konvencionalno prirejo, medtem ko v modelu, ki vključuje zgolj manjše konvencionalne kmetije, sprememba ciljne funkcije vodi v različne rešitve modela. Rezultati, ki jih predstavljamo v nadaljevanju so rezultati modela, ki maksimira dohodek panoge. Odločitev utemeljujemo s tem, da so manjše konvencionalne kmetije problematične predvsem z vidika doseganja visokega dohodka in manj z vidika doseganja visoke proizvodnje.

skrajnih rešitev modela so prikazani v Preglednici 17. V preglednici prikazujemo absolutne in relativne vrednosti (indeksi) kazalnikov panoge prireje mleka. Indeksi opredeljujejo odstopanje od referenčnih vrednosti v letu 2010 ($I_{2010=100}$). Podrobnejši rezultati so prikazani v Prilogi E2.

Preglednica 17: Razlike v optimalni strukturi panoge prireje mleka v hipotetičnem primeru uveljavitve skrajnih scenarijev prestrukturiranja (povzeto po Prilogi E2)

Table 17: Differences in optimal structure of milk production sector in hypotetic extreme reorganisation scenarios (summarised from Annex E2)

		manjša konv. KMG	I_{2010}	ekološka KMG	I_{2010}	večja in intenzivna KMG	I_{2010}
glavne postavke							
KMG	št.	11.041	101	5.384	49	1.391	13
Molznice	glave	108.047	99	49.968	46	68.497	62
Obdelovalne površine	ha	104.501	94	94.231	84	53.441	48
Proizvodnja	t	565.938	94	199.847	33	552.019	91
Dohodek	000 €	84.748	92	88.593	97	71.384	78
Delo	osebe	8.753	103	3.334	39	3.528	42
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t eqCO ₂	672.791	92	253.552	34	617.407	84
Proračunska plačila (PP)	000 €	44.852	87	50.497	98	39.228	76
Molznice/KMG	glav/KMG	9,79	98	9,28	93	49,25	493
Obdelovalne površine/KMG	ha/KMG	9,46	93	17,50	172	38,43	378
Mlečnost (intenzivnost prireje)	kg/glavo	4.435	81	3.351	61	8.031	146
socioekonomski kazalniki							
Rentabilnost		1,45	100	2,19	151	1,42	98
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,33	97	0,37	110	0,31	91
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,15	99	0,44	292	0,13	85
Produktivnost zemlje	t/ha	5,42	100	2,12	39	10,33	191
Produktivnost dela	kg/ uro	32,33	91	29,97	84	78,24	219
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,87	104	2,79	101	1,89	69
Delež proračunskih plačil (PP) v prihodkih	% v TR	17	111	31	209	16	109
Urna postavka domačega dela	€/uro	4,84	88	13,29	242	10,32	188
Dohodkovna pokritost domačega dela		0,27	96	0,67	242	0,54	193
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t eqCO ₂ /t	1,19	98	1,27	104	1,12	92
emergijski kazalniki							
UEV (10 ⁶ seJ/J)		1,77	101	1,99	113	1,39	79
ED: Gostota emergije (10 ¹⁶ seJ/ha)		2,57	101	1,13	44	3,85	152
EYR: Emergijski kazalnik donosnosti		1,08	100	1,17	108	1,05	98
ELR: Kazalnik obremenitve okolja		21,37	101	8,83	42	32,55	154
ESI: Emergijski kazalnik trajnosti		0,05	99	0,13	259	0,03	63
%R: Delež obnovljive emergije		0,04	99	0,10	225	0,03	66
EER: Emergijski kazalnik menjave		1,42	103	0,94	68	1,22	89

Širitev manjših konvencionalnih kmetijskih gospodarstev

Rezultati kažejo, da nadaljnja širitev že v osnovi visoko zastopanih manjših konvencionalnih kmetij ne bi povzročila izrazitih sprememb v panogi. Z vidika biofizikalne učinkovitosti in trajnosti sistema prireje mleka so razlike z referenčnimi vrednostmi zanemarljivo majhne. Nekoliko večje razlike je mogoče opaziti pri nekaterih socioekonomskih kazalnikih. Ti kažejo, da bi bila ob skoraj enakem številu KMG zaradi padca intenzivnosti prireje (-19%) proizvodnja mleka sicer nekoliko nižja, vendar predvidoma dovolj visoka, da bi pokrila domačo porabo, ki je v letu 2010 znašala dobrih 466.000 ton (SURS, 2013). Nižji celotni izpusti TP (-8%) in izpusti na enoto proizvodnje (-2%) kažejo, da bi imelo optimiranje konvencionalne proizvodnje na manjših kmetijah manj izrazite, vendar pozitivne učinke na okolje.

Ob manjšem porastu zaposlenosti (+3%) bi produktivnost dela, dohodek in urna postavka upadli (-9%, -8% oziroma -12%). Slednja bi tako znašala zgolj 57% višine plačila, ki kmetovalcem zagotavlja primeren življenjski standard (merjeno glede na povprečno bruto plačo na zaposlenega, ki znaša 8,5€; KIS, 2010). Neugodni učinki širitve manjših konvencionalnih KMG na dohodkovno stabilnost proizvajalcev in celotne panoge se poleg nizke urne postavke kaže tudi v 11% višji odvisnosti prihodkov proizvajalcev od proračunskih plačil. V strukturi KMG bi prevladovala tip KMG1 (52%) in KMG5 (40%), ob čemer bi slednja k skupni proizvodnji prispevala skoraj 80%.

Širitev kmetijskih gospodarstev z ekološko prirejo

Rezultati druge skrajne rešitve, ki predvideva preusmeritev izključno v ekološko prirejo nakazujejo, da bi ta sistem proizvodnje mleka v primerjavi z referenčnim stanjem in drugimi skrajnimi oblikami panoge izrazilo odstopal navzgor po kazalnikih trajnosti. Delež obnovljivega vložka emergije v proizvodni sistem (%R) in vrednost kazalnika trajnosti (ESI) sta v tem sistemu več kot dvakrat višja. Tudi obremenitev okolja bi bila v primeru izključno ekološke prireje izrazito manjša, kar se kaže v skoraj 58% nižji vrednosti kazalnika ELR in 66% nižjih izpustih TP. Nekoliko višji izpusti toplogrednih plinov na enoto proizvodnje sicer kažejo, da so manjši celotni izpusti posledica nizke proizvodnje panoge, ki znaša zgolj tretjino referenčne količine. Dohodek panoge bi bil v primeru izključno ekološke prireje blizu referenčne vrednosti (-3%), vendar v veliki meri na račun visokih proračunskih plačil, ki bi bila na enoto proizvodnje skoraj trikrat višja kot v panogi v letu 2010.

Zaradi 51% manjšega števila KMG in 20% nižje delovne intenzivnosti na KMG bi bilo v panogi zaposlenih več kot polovico manj oseb. Te bi prejele v povprečju več kot dvakrat višje plačilo kot znaša referenčna postavka in več kot 50% več od zneska, ki proizvajalcu omogoča primeren življenjski standard. V strukturi panoge bi prevladovala KMG ekstenzivnega tipa (77%), večina proizvodnje (75%) pa bi temeljila na intenzivni tehnologiji ekološke prireje (KMG4).

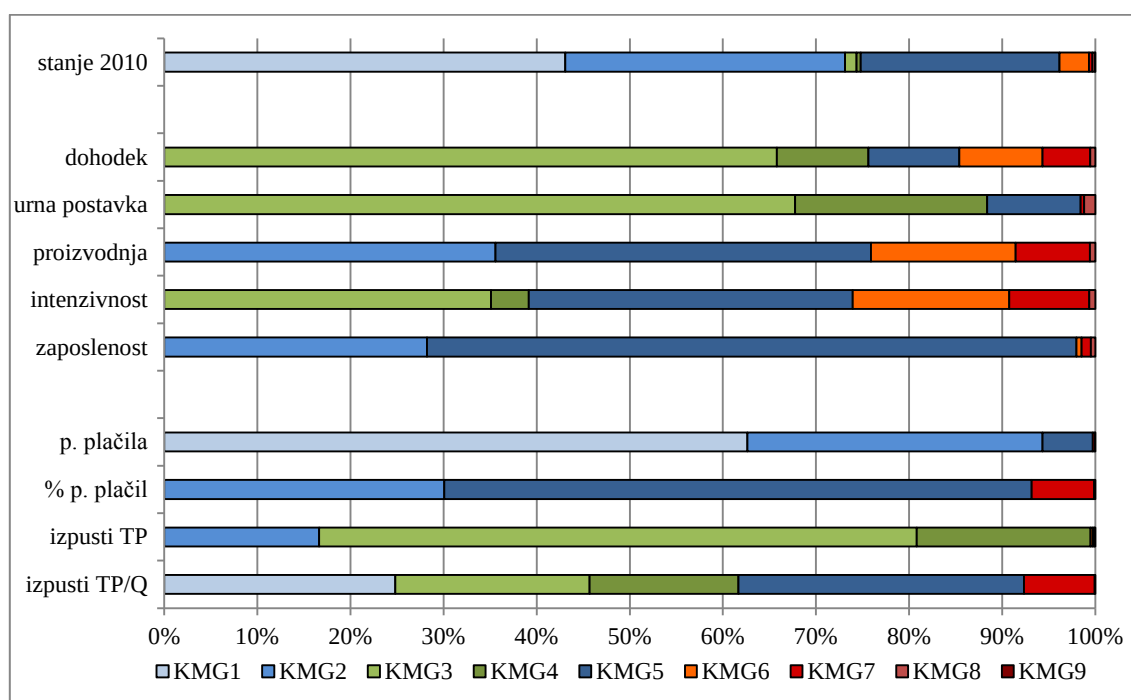
Širitev velikih in intenzivnih kmetijskih gospodarstev

Skrajna modelna rešitev, ki predpostavlja intenzifikacijo kmetijske proizvodnje, v strukturi zajema izključno večja in intenzivna kmetijska gospodarstva (KMG6 – KMG9). V skladu s pričakovanji je v tej rešitvi produktivnost dela in zemlje na ravni panoge približno dvakrat višja od referenčne situacije. Panoga bi v primeru širitve intenzivne prireje na večjih KMG obsegala manj obdelovalnih površin, v skrajnem primeru 52% manj kot v letu 2010. Rezultati kažejo, da bi dve tretjini površin predstavljala območja z ugodnimi pogoji za kmetijsko proizvodnjo, zaradi česar bi večji del kmetijskih zemljišč na OMD (72%) ostal neizkoriščenih. Panoga, v kateri bi v številu (65%) in proizvodnji (55%) prevladovala manjše intenzivne kmetije (KMG6), bi kljub izrazitemu zmanjšanju števila kmetijskih gospodarstev (-89%) zaradi velikosti slednjih in visoke intenzivnosti prireje (+46%), dosegala proizvodnjo mleka, ki predvidoma zadošča domači porabi. Panoga prireje mleka bi ob 9% nižji proizvodnji beležila 16% nižje izpuste topologrednih plinov oziroma 8% nižje izpuste na enoto proizvodnje od referenčne vrednosti v letu 2010.

Skupni dohodek panoge bi bili nižji za 22%, za nekoliko več pa bi upadle tudi zahteve po proračunskih plačilih (-24%). Zaradi visoke produktivnosti bi bilo proizvodnjo v panogi mogoče doseči s skoraj 60% manjšim vložkom dela. Zaposleni bi za svoje delo prejeli plačilo, ki bi znašalo 88% več od referenčne postavke. Kljub temu, da je panoga z intenzivno prirejo mleka biofizikalno učinkovita, kar kaže relativno nizka vrednost UEV (-21%), je z vidika interakcije z lokalnim okoljem in sistemske trajnosti manj ugodna kot referenčno stanje ali drugi dve skrajni obliki prilagoditve panoge. Slednje se kaže v proizvodnji, ki v večji meri temelji na neobnovljivih virih (97%). Delež obnovljivih virov je za 34% nižji od deleža v letu 2010. Več kot tretjino nižjo vrednost kazalnika trajnosti ESI pojasnjujeta nižja vrednost EYR (-2%) in višja vrednost ELR (+54%).

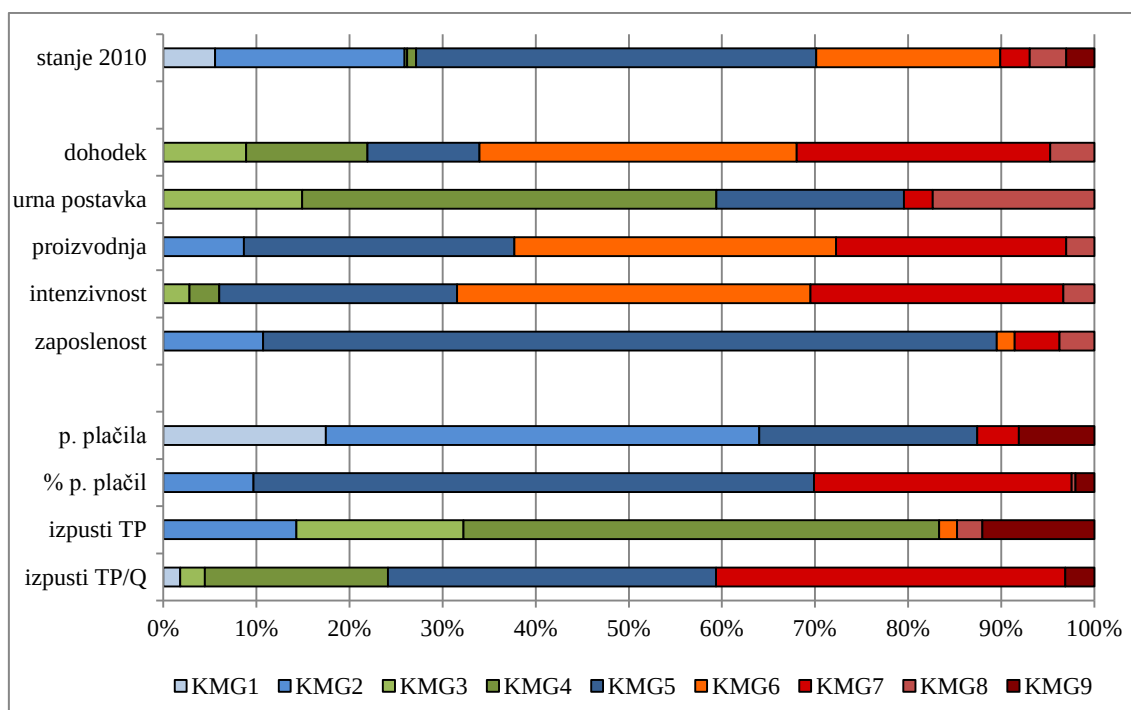
4.5 OPTIMALNA STRUKTURA PANOGE- SOCIOEKONOMSKI KRITERIJI

V nadaljevanju povzemamo rezultate enokriterijskih optimizacijskih modelov, ki zasledujejo posamezne socioekonomske cilje (poglavje 3.3.3; modul 4). Rezultati kažejo, da se optimalna struktura panoge z vidika zastopanosti posameznih tipov KMG in strukture proizvodnje ob zasledovanju različnih ciljev izrazito spreminja (Slika 16 in 17), posledično pa se spreminjajo tudi druge značilnosti panoge. Spremembe v značilnostih in delovanju panoge prireje mleka v primerjavi z izhodiščno situacijo ($I_{2010=100}$) so predstavljene v Preglednici 18 (dohodkovni, proizvodni in zaposlitveni cilji) in Preglednici 19 (cilji, povezani z proračunskimi in okoljskimi obremenitvami). Podrobnejši rezultati z absolutnimi vrednostmi kazalnikov so prikazani v Prilogah E3 – E6.



Slika 16: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi panoge priraje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (socioekonomski kriteriji)

Figure 16: FT representation in the structure of milk production sector according to one-criterion optimisation model solutions (socio-economic criteria)



Slika 17: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi priraje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (socioekonomski kriteriji)

Figure 17: FT representation in milk production structure according to one-criterion optimisation model solutions (socio-economic criteria)

Preglednica 18: Primerjava kazalnikov prireje mleka v letu 2010 z modelnimi rešitvami, ki se nanašajo na dohodkovne, proizvodne, oziroma zaposlitvene cilje (povzeto po Prilogi E3 in E4)

Table 18: Comparison between milk production indicators in year 2010 and model solutions that relate to income, production and employment targets (summarised from Annex E3 and E4)

		DH I ₂₀₁₀	HW I ₂₀₁₀	Q I ₂₀₁₀	INT I ₂₀₁₀	DELO I ₂₀₁₀
glavne postavke						
KMG	št.	57	55	53	49	66
Molznice	glave	83	65	121	109	117
Obdelovalne površine	ha	100	100	100	100	100
Proizvodnja	t	93	56	147	134	118
Dohodek	000 €	139	117	121	131	102
Delo	osebe	66	54	101	86	113
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t ekv.CO ₂	89	55	139	125	114
Proračunska plačila (PP)	000 €	128	115	130	136	102
Molznice/KMG	glav/KMG	146	117	230	224	177
Obdelovalne površine/KMG	ha/KMG	175	180	190	206	151
Mlečnost (intenzivnost prireje)	kg/glavo	112	86	122	123	101
socioekonomski kazalniki						
Rentabilnost		120	134	95	101	97
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	92	101	97	95	97
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	150	211	82	98	86
Produktivnost zemlje	t/ha	93	56	147	134	118
Produktivnost dela	kg/ uro	140	102	145	155	104
Učinkovitost rabe mehanizacije		98	99	82	90	86
Delež proračunskih plačil (PP) v prihodkih	% v TR	121	142	96	105	93
Urna postavka domačega dela	€/uro	209	220	119	151	90
Dohodkovna pokritost domačega dela		231	222	108	145	91
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t ekv.CO ₂ /t	96	100	95	94	96
emergijski kazalniki						
UEV (10 ⁶ seJ/J)		88	101	89	87	96
ED: Gostota emergije (10 ¹⁶ seJ/ha)		82	56	131	116	114
EYR: Emergijski kazalnik donosnosti		101	105	99	99	99
ELR: Kazalnik obremenitve okolja		81	54	132	117	114
ESI: Emergijski kazalnik trajnosti		125	195	75	85	87
%R: Delež obnovljive emergije		122	179	77	86	88
EER: Emergijski kazalnik menjave		81	75	96	91	103

Preglednica 19: Primerjava kazalnikov prireje mleka v letu 2010 z modelnimi rešitvami, ki se nanašajo na proračunske in okoljske obremenitve (povzeto po Prilogi E5 in E6)

Table 19: Comparison between milk production indicators in year 2010 and model solutions that relate to budgetary and environmental loads (summarised from Annex E5 and E6)

		PP I ₂₀₁₀	%PP I ₂₀₁₀	TP I ₂₀₁₀	TP/Q I ₂₀₁₀
glavne postavke					
KMG	št.	153	62	61	55
Molznice	glave	82	119	60	89
Obdelovalne površine	ha	100	100	100	100
Proizvodnja	t	71	131	47	97
Dohodek	000 €	87	107	110	116
Delo	osebe	97	109	52	74
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t ekv.CO ₂	75	122	49	89
Proračunska plačila	000 €	77	106	110	114
Molznice/KMG	glav/KMG	54	191	98	161
Obdelovalne površine/KMG	ha/KMG	66	161	164	181
Mlečnost (intenzivnost prireje)	kg/glavo	86	111	79	109
socioekonomski kazalniki					
Rentabilnost		105	95	137	108
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	105	96	106	97
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	123	82	234	120
Produktivnost zemlje	t/ha	71	131	47	97
Produktivnost dela	kg/ uro	73	120	91	130
Učinkovitost rabe mehanizacije		107	85	99	95
Delež proračunskih plačil (PP) v prihodkih	% v TR	99	90	147	111
Urna postavka domačega dela	€/uro	90	97	216	156
Dohodkovna pokritost domačega dela		103	100	215	161
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t ekv.CO ₂ /t	106	93	104	92
emergijski kazalniki					
UEV (10 ⁶ seJ/J)		115	92	108	91
ED: Gostota emergije (10 ¹⁶ seJ/ha)		81	121	51	88
EYR: Emergijski kazalnik donosnosti		101	99	106	101
ELR: Kazalnik obremenitve okolja		80	122	49	88
ESI: Emergijski kazalnik trajnosti		126	81	219	115
%R: Delež obnovljive emergije		123	83	197	113
EER: Emergijski kazalnik menjave		104	101	74	88

4.5.1 Dohodkovna uspešnost

Ob zasledovanju cilja čim višjega **dohodka** v strukturi KMG (model DH) izrazito prevladujejo ekološke kmetije, ki skupaj predstavljajo več kot 75% vseh KMG (Slika 16). Slednje je rezultat prehoda manjših kmetij tipa KMG1 in KMG2 iz konvencionalne na ekološko tehnologijo prireje (predvsem KMG3), ki omogoča doseganje višjih dohodkov (poglavje 4.1, Preglednica 10). V primerjavi z referenčno strukturo panoge v letu 2010 so mnogo bolj zastopane tudi večje in intenzivnejše kmetije. Slednjih je skoraj petkrat več kot v letu 2010 in (predvsem na račun prehoda KMG5 in KMG6 v intenzivnejše tipe KMG) k skupni proizvodnji prispevajo več kot 65% (Slika 17). Iz Preglednice 18 je razvidno, da je kljub izrazito nižjemu številu KMG v panogi (-43%) skupna proizvodnja nižja zgolj za 7%, dohodek panoge pa od dohodka v letu 2010 višji za skoraj 40% in znaša 127.490 tisoč €. V primerjavi z rezultati referenčnega modela se prednosti te strukture kažejo tudi v nižjih izpustih TP, v višji ekonomičnosti proizvodnje, višji produktivnosti dela in učinkovitosti rabe mehanizacije, višji dohodkovni stabilnosti in nenazadnje v opazno izboljšani interakciji z lokalnim okoljem in sistemski trajnosti. Na račun izrazitega povečanja ekoloških, predvsem ekstenzivnih, tipov KMG je ta oblika panoge z vidika rabe zemljišč manj produktivna (-7%) vendar pa biofizikalno bolj učinkovita (+12%). Struktura prireje, ki na ravni panoge dosega najvišji možen dohodek, je bolj obremenjujoča tudi z vidika proračunskih plačil (+28%).

Pri zasledovanju obratoslovnega cilja čim višje **urne postavke** domačega dela (model HW) je predvsem na račun prehoda intenzivnih KMG tipa KMG6 v ekološki tip prireje KMG4 dominacija ekoloških tipov KMG še izrazitejša (88%) (Slika 16). Ekološka prireja mleka prevladuje tudi v strukturi proizvodnje (59%) (Slika 17), ki pa zaradi nizke produktivnosti ekoloških kmetij (poglavje 4.1, Preglednica 10) na ravni celotne panoge dosega zgolj 56% proizvedene količine mleka v letu 2010 (Preglednica 18). Rezultat nizke proizvodnje so tudi nižji izpusti TP in nižji znesek plačil iz naslova proračunskih podpor. Povprečna urna postavka v panogi, ki znaša 12,10€/uro, predstavlja najvišjo vrednost, ki jo panoga pod predpostavljenimi pogoji lahko doseže in je rezultat izrazitega padca zaposlenosti (-46%) in hkrati povečanja dohodka (+17%). Urna postavka je sicer več kot dvakrat višja od referenčne vrednosti za leto 2010, vendar je zgolj nekaj odstotkov višja od postavke v rešitvi, ki maksimira najvišji dohodek panoge (model DH). V primerjavi z rešitvijo, ki zasleduje cilj čim višjega dohodka, struktura z najvišjo povprečno urno postavko dosega nekoliko bolj ugodne rezultate tudi z vidika nekaterih obratoslovnih kazalnikov ekonomičnosti (rentabilnost, dohodek na enoto proizvodnje). V dobljeni rešitvi se prednosti ekoloških tipov KMG (Poglavje 4.3.2 Slika 14) odražajo v izrazito visoki sistemski trajnosti in interakciji z lokalnim okolje. Delež obnovljivega vložka v sistem znaša v povprečju 8% in je za 80% višji kot v letu 2010. Posledično je pritisk sistema prireje mleka na lokalno okolje nižji

(ELR -19%), panoga pa z biofizikalnega vidika izrazito odstopa navzgor v kazalnikih trajnosti (na primer ESI +95%).

4.5.2 Proizvodnja in zaposlenost

Rezultati kažejo, da bi morala za doseg maksimalne **proizvodnje** panoge (model Q), ki znaša 886.335 ton mleka oziroma skoraj 50% več kot v letu 2010, struktura proizvodnje v večji meri temeljiti na intenzivni konvencionalni prireji večjih KMG (Slika 17, Preglednica 18). Kljub temu, da v rešitvi večja in intenzivna KMG predstavljajo zgolj 24% vseh kmetij (Slika 16), ta zaradi visoke intenzivnosti prireje (v povprečju 8.069 kg/molznico) k skupni proizvodnji prispevajo več kot 60%. Zaradi višje zastopanosti števila večjih KMG z intenzivnejšo tehnologijo prireje je povprečna velikost KMG v panogi občutno večja. Povprečna velikost črede na ravni panoge je več kot dvakrat večja kot v letu 2010, povečajo pa se tudi povprečni obseg kmetijskih zemljišč (+90%), pri čemer je produktivnost slednjih izrazito višja (+47%). Višja zastopanost intenzivnejših KMG se odraža tudi v višji učinkovitosti in intenzivnosti rabe emergije na ravni panoge (UEV -11%, ED +31%). Medtem, ko zaposlenost v panogi ostaja na podobni ravni kot v letu 2010, je dohodek panoge višji za 21%. V povprečju je urna postavka dela zato nekoliko višja kot v letu 2010, vendar plačilo proizvajalcem predvidoma ne omogoča primernega življenjskega standarda (8,5€/uro). Uveljavitev tega scenarija bi se odrazila tudi v negativnih okoljskih učinkih in slabšem delovanju sistema z vidika nekaterih emergijskih kriterijev. Čeprav bi bili izpusti TP na enoto proizvodnje nižji, bi se zaradi visoke proizvodnje celotni izpusti povečali za skoraj 40%. Delež vložka obnovljive emergije je v tej obliki prireje skoraj za tretjino nižji kot v letu 2010. Posledično bi prilagoditev panoge v smislu maksimiranja prireje mleka povzročila relativno visok pritisk na okolje, ki se kaže v 32% višji vrednosti kazalnika ELR.

Podobno visoko proizvodnjo v panogi (806.343 ton) dobimo tudi z rešitvijo modela, ki maksimira povprečno **intenzivnost prireje** (model INT). V tem primeru znaša povprečna mlečnost 6.763 kg/molznico, ob čemer je v primerjavi s predhodno rešitvijo razlika skoraj zanemarljiva (+1%) (Preglednica 18). Kljub temu se rešitvi v strukturi in panožnih karakteristikah nekoliko razlikujeta. V strukturi KMG se razlike kažejo predvsem v višji zastopanosti ekoloških tipov KMG (Slika 16), ki v dani rešitvi nadomeščajo manjše kmetije tipa KMG2. Posledično je delež večjih in intenzivnejših kmetij (KMG6 - KMG8) v skupni proizvodnji še nekoliko višji (Slika 17). Zaradi večje zastopanosti ekoloških tipov KMG je v primerjavi s predhodno rešitvijo proračunska obremenitev nekoliko višja (+5%), produktivnost zemlje nižja (-9%), izrazito nižje pa je tudi število zaposlenih oseb (-15%). Pozitivni učinki spremembe strukture panoge se kažejo v relativno manjših izpustih TP (-10%) in nekoliko višjem koriščenju obnovljive emergije (4%). Slednje se odraža v manjšem pritisku na lokalno okolje in večji trajnosti sistema, vendar pa so te razlike minimalne in skoraj zanemarljive.

Rešitev modela, ki odraža najvišjo **zaposlenost** v panogi (model DELO), je izrazito naklonjena manjšim konvencionalnim kmetijam tipa KMG2 in predvsem KMG5. Slednje predstavljajo 70% vseh KMG v panogi, k skupni proizvodnji pa prispevajo skoraj 80% (Slika 16, 17). Intenzivnost priraje je podobna kot v referenčnem letu (+1%), zaradi nekoliko bolj produktivne rabe površin in učinkovitega koriščenja mehanizacije na ravni KMG pa proizvodnja v panogi za 18% presega proizvodnjo v letu 2010 (Preglednica 18). Relativna obremenitev proizvodnje z izpusti TP je zaradi višje produktivnosti nekoliko nižja (-4%), zaradi izrazitejšega dviga proizvodnje pa so na ravni panoge izpusti kljub temu opazno višji (+14%). V panogi je zaposlenih 9.572 oseb, kar je 13% več kot v letu 2010. Pri tem je skupni dohodek panoge višji zgolj za 2%, kar kaže na precejšnje poslabšanje dohodkovnega položaja proizvajalcev. Povprečna urna postavka je 10% nižja od že tako nizke postavke v letu 2010 in znaša manj kot 5 €/uro. Kljub nekoliko višji biofizični učinkovitosti panoge je ta z vidika interakcije z lokalnim okoljem in sistemske trajnosti manj ugodna kot sistem priraje v letu 2010.

4.5.3 Proračunska obremenitev

Rezultati modela, ki zasleduje cilj čim nižje **proračunske obremenitve** panoge (model PP), kažejo, da znaša najnižji znesek proračunskih plačil 39.873 tisoč €, kar je 23% manj od plačil v letu 2010 (Preglednica 19). Slednje se odraža v rešitvi, ki izstopa predvsem po številu in strukturi KMG, v kateri izrazito dominirajo (99%) manjše konvencionalne kmetije tipa KMG1, KMG2 in KMG5 (Slika 16). Posledično je povprečna velikost KMG v primerjavi s panogo v letu 2010 več kot tretjino manjša, intenzivnost priraje pa v povprečju nižja za 14%. Nižja produktivnost manjših konvencionalnih kmetij (poglavje 4.3.2 Slika 14), ki v skupno proizvodnjo prispevajo 87% (Slika 17), se na ravni panoge odraža v proizvodnji, ki je v primerjavi z letom 2010 nižja za skoraj 30%. Nižja proizvodnja tudi v celoti pojasnjuje nižje izpuste TP (-23%). Neugodni vidiki dobljene modelne rešitve se poleg tega kažejo v 10% znižanju povprečne urne postavke v panogi, ki tako kot v predhodni rešitvi (DELO) znaša manj kot 5€/uro. Slednje je posledica padca dohodka (-13%), ki je izrazitejši od padca števila polno zaposlenih oseb (-3%). Ta oblika sistema priraje mleka je tudi z biofizičnega vidika manj učinkovita (UEV +15%), vendar ima nekoliko višjo sposobnost koriščenja lokalnih virov (EYR +1%), povzroča manj pritiska na lokalno okolje (ELR -20%) in je posledično bolj trajnostna (ESI +26%).

Obratoslovni vidik proračunske obremenitve določa kazalnik **deleža proračunskih plačil v celotnih prihodkih** proizvajalcev (model %PP). Najnižji delež, ki ga panoga pod opredeljenimi pogoji (poglavje 3.3.3) lahko doseže, znaša 13% (Preglednica 19). Padec deleža, ki je v letu 2010 znašal 18%, je posledica prestrukturiranja nizko intenzivnih KMG (KMG1 in KMG3) v nekoliko intenzivnejši tip priraje (KMG2), preoblikovanja obstoječih kmetij tipa KMG2 in KMG4 v tip KMG5 ter koncentracije

večjih tipov KMG v visoko intenziven tip prireje KMG7. Posledično v strukturi panoge po zastopanosti KMG izrazito prevladujejo tipi KMG2 (30%), KMG5 (63%) in KMG7 (7%) (Slika 16). Zaradi podobne strukture kot v primeru optimiranja strukture panoge s kriterijem največje zaposlenosti (model DELO), sta si rešitvi podobni tudi v drugih opazovanih kazalnikih. Na račun višjega deleža KMG7 je sicer število kmetij v dani rešitvi še nekoliko manjše, zaposlenost nekaj odstotkov nižja, povprečna intenzivnost na ravni panoge pa višja. Skupna proizvodnja je v primerjavi modelom DELO večja za 80.000 ton, v primerjavi s stanjem v letu 2010 pa skoraj za tretjino. Rezultati kažejo, da je v primerjavi z letom 2010 relativna obremenjenost proizvodnje z izpusti TP sicer očitno nižja (-7%), na ravni panoge pa so izpusti zaradi dviga produktivnosti večji (+22%). Zaradi povečanja deleža visoko intenzivne proizvodnje je sicer učinkovitost in intenzivnost rabe emergije opazno višja (UEV -8%; ED +21%), vendar je tudi z biofizikalnega vidika interakcija sistema prireje z okoljem slabša, predvsem na račun nižjega deleža obnovljivih vložkov (%R 3,7%; -17%) in s tem večjega pritiska na lokalno okolje (ELR +22%). Podobno kot v predhodnih rešitvah (model DELO, model PP) je dvig števila polno zaposlenih oseb (+9%) nižji od porasta dohodka (+7%), zato je dohodkovno stanje proizvajalcev v povprečju nekoliko manj ugodno, kot v letu 2010.

4.5.4 Učinki na okolje

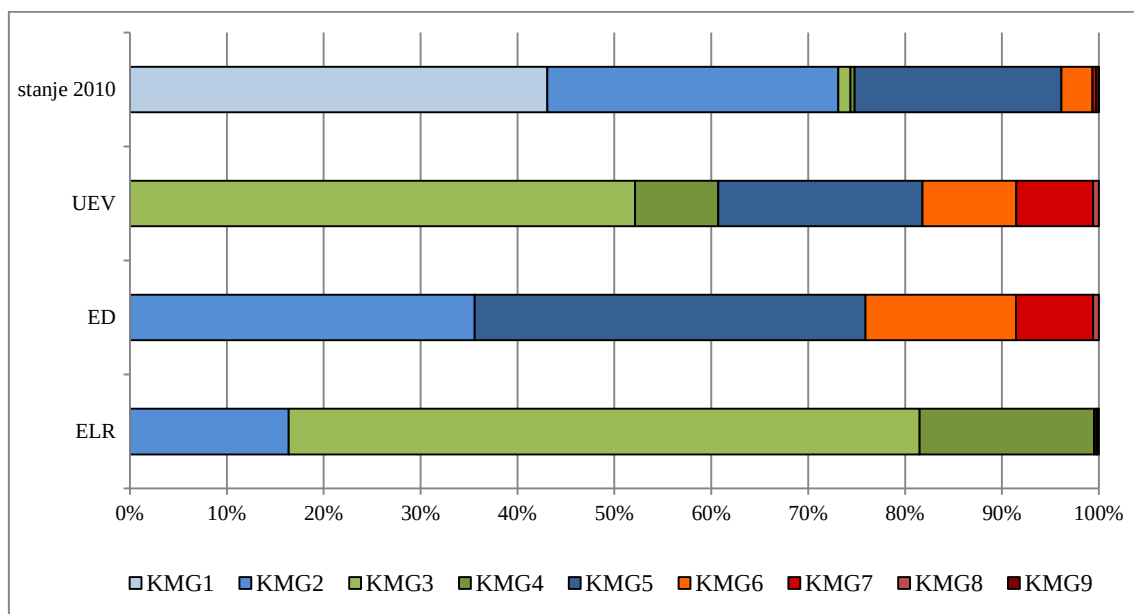
Ob zasledovanju cilja čim nižjih **izpustov TP** (model TP) je struktura panoge izrazito naklonjena ekološkim tipom KMG. Te predstavljajo 83% vseh KMG v panogi in k skupni proizvodnji prispevajo 69% (Slika 16, 17). Konvencionalna proizvodnja temelji predvsem na nižje intenzivni prireji tipa KMG2 (14%) ter na proizvodnji kmetijskih podjetij KMG9 (12%). Izpusti TP so na ravni panoge več kot 50% nižji kot v letu 2010 in znašajo 360.843 ton ekvivalentov CO₂ (Preglednica 19). Nizko količino izpustov v največji meri pojasnjuje izrazit padec proizvodnje (53%), ki je posledica nižje produktivnosti prireje na ekoloških KMG. Na račun slednjega so KMG z vidika KZU skoraj dve tretjini večja, intenzivnost prireje pa je več kot 20% manjša kot v panogi leta 2010. Posledično je nižja tudi intenzivnost rabe emergije (ED -49%) in biofizikalna učinkovitost tega proizvodnega sistema (UEV +8%). Kljub nizki proizvodnji je dohodek na ravni panoge 10% višji. Slednje je v večji meri posledica visokih proračunskih podpor ekološki prireji, ki so v tej strukturi višji tako na ravni panoge (+6%) kot na enoto proizvodnje (+229%). Zaradi nižje intenzivnosti dela (izražene v manjšem obsegu potrebnega dela na enoto površine) je polno zaposlenih oseb v panogi sicer polovico manj kot v referenčnem letu, vendar zaradi ugodnih dohodkovnih kazalnikov dosegajo opazno višji življenjski standard. Očitna prednost v ekološko prirejo usmerjene strukture panoge se v primerjavi s preostalimi rešitvami odraža predvsem v opazno boljšem delovanju sistema z vidika interakcije z lokalnim okoljem in sistemske trajnosti. Delež obnovljivega vložka znaša 9%, zaradi česar je obremenitev okolja relativno nizka (ELR -51%), trajnost sistema pa opazno večja (ESI +219%).

Rešitev modela, ki minimira **relativno obremenjenost proizvodnje z izpusti TP** (model TP/Q), kaže na dokaj pestro proizvodno strukturo (Slika 16, 17). V zastopanosti KMG prevladujejo manjše konvencionalne kmetije (KMG5 31%; KMG1 25%) in ekološke kmetije (KMG3 20%; KMG4 16%). Relativno visoko je zastopan tudi visoko intenziven tip prireje KMG7 (>7%), ki k skupni proizvodnji prispeva najvišji delež, in sicer 38%. Na konvencionalni proizvodnji manjših KMG temelji dobra tretjina proizvodnje, medtem, ko je mleka iz ekološke prireje v skupni količini slaba četrtnina. Velik delež visoko intenzivne prireje, za katero so značilni najnižji izpusti TP na enoto proizvodnje (poglavje 4.1; Preglednica 10) omogoča, da so le-ti na ravni panoge v povprečju 8% nižji kot v letu 2010 in na tono proizvodnje znašajo 1,11 ton ekvivalentov CO₂ (Preglednica 19). Na račun višje intenzivnosti prireje (+9%) je kljub izrazitemu zmanjšanju števila KMG v panogi (-45%) proizvedena količina mleka zgolj 3% nižja, celotna količina izpustov TP na ravni panoge pa manjša za 11%. Uveljavitev tovrstnega scenarija bi pozitivno učinkovala na dohodke proizvajalcev. Urna postavka domačega dela, ki znaša 8,6€/uro, omogoča proizvajalcem doseganje primerljivega dohodka z drugimi gospodarskimi panogami in je posledica povečanja dohodka (+16%) in hkratno relativno velikega padca števila zaposlenih (-26%). Z vidika biofizikalnega delovanja sistema ima ta oblika proizvodnega sistema nižjo intenzivnost rabe energije (ED -12%), ki pa je bolj učinkovita (UEV -9%). V primerjavi z letom 2010 razlike v vrednostih drugih emergijskih kazalnikov niso izrazite, vendar je zaradi večjega deleža ekološke proizvodnje delovanje sistema z vidika interakcije z lokalnim okoljem in sistemske trajnosti nekoliko ugodnejše.

4.6 OPTIMALNA STRUKTURA PANOGE- EMERGIJSKI KRITERIJI

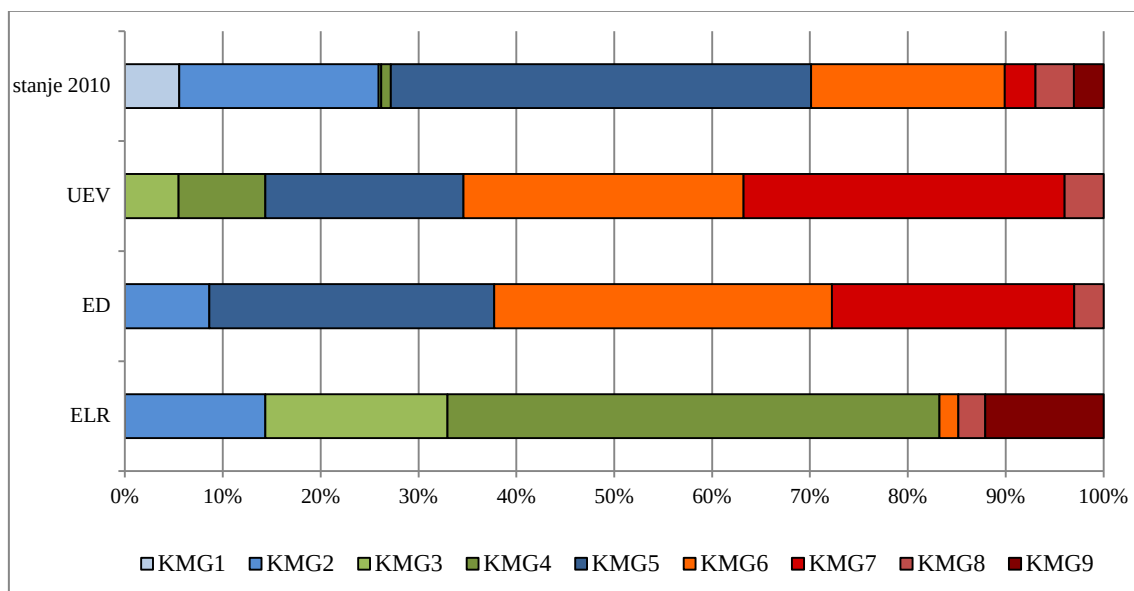
V nadaljevanju povzemamo rezultate enokriterijskih optimizacijskih modelov, ki zasledujejo posamezne emergijske cilje. Razlike med modelnimi rešitvami z vidika zastopanost posameznih KMG v strukturi panoge so predstavljene na Sliki 18, razlike med njimi v strukturi prireje pa na Sliki 19.

Spremembe v delovanju panoge prireje mleka v primerjavi z izhodiščno situacijo ($I_{2010=100}$), ki so posledica strukturnih razlik, so predstavljene v Preglednici 20. Podrobnejši rezultati z absolutnimi vrednostmi kazalnikov so prikazani v Prilogi E7.



Legenda: UEV: enota emergijske vrednosti (kazalnik učinkovitosti rabe energije); ED: gostota emergijske moči (kazalnik intenzivnosti rabe energije); ELR: Emergijski kazalnik obremenitve okolja
Slika 18: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi panoge prireje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (emergijski kriteriji)

Figure 18: FT representation in the structure of milk production sector according to one-criterion optimisation model solutions (energy criteria)



Legenda: UEV: enota emergijske vrednosti (kazalnik učinkovitosti rabe energije); ED: gostota emergijske moči (kazalnik intenzivnosti rabe energije); ELR: Emergijski kazalnik obremenitve okolja.
Slika 19: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi prireje mleka po rezultatih enokriterijskih optimizacijskih modelov (emergijski kriteriji)

Figure 19: FT representation in milk production structure according to one-criterion optimisation model solutions (socio-economic criteria)

Preglednica 20: Primerjava kazalnikov prireje mleka v letu 2010 z modelnimi rešitvami, ki se nanašajo na izbrane emergijske kriterije (povzeto po Prilogi E7)

Table 20: Comparison between milk production indicators in year 2010 and model solutions that relate to selected emergy criteria (summarised from Annex E7)

		UEV I ₂₀₁₀	ED I ₂₀₁₀	ELR I ₂₀₁₀
glavne postavke				
KMG	št.	53	53	61
Molznice	glave	94	121	60
Obdelovalne površine	ha	100	100	100
Proizvodnja	t	111	147	47
Dohodek	000 €	137	121	110
Delo	osebe	75	101	52
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t ekv.CO ₂	104	139	49
Proračunska plačila (PP)	000 €	129	130	110
Molznice/KMG	glav/KMG	178	230	98
Obdelovalne površine/KMG	ha/KMG	189	190	164
Mlečnost (intenzivnost prireje)	kg/glavo	118	122	79
socioekonomski kazalniki				
Rentabilnost		110	95	137
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	93	97	106
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	123	82	234
Produktivnost zemlje	t/ha	111	147	47
Produktivnost dela	kg/ uro	148	145	91
Učinkovitost rabe mehanizacije		94	82	99
Delež proračunskih plačil (PP) v prihodkih	% v TR	112	96	147
Urna postavka domačega dela	€/uro	182	119	216
Dohodkovna pokritost domačega dela		195	108	215
Izpusti toplogrednih plinov (TP)	t ekv.CO ₂ /t	94	95	104
emergijski kazalniki				
UEV (10 ⁶ seJ/J)		87	89	108
ED: Gostota emergije (10 ¹⁶ seJ/ha)		96	131	51
EYR: Emergijski kazalnik donosnosti		100	99	106
ELR: Kazalnik obremenitve okolja		96	132	49
ESI: Emergijski kazalnik trajnosti		104	75	219
%R: Delež obnovljive emergije		104	77	197
EER: Emergijski kazalnik menjave		85	96	74

Legenda: UEV: enota emergijske vrednosti (kazalnik učinkovitosti rabe emergije); ED: gostota emergijske moči (kazalnik intenzivnosti rabe emergije); ELR: Emergijski kazalnik obremenitve okolja.

4.6.1 Biofizikalna učinkovitost in raba energije

Modelne rešitve kažejo, da ob zasledovanju cilja maksimalne **učinkovitosti rabe energije** (minimalne vrednosti UEV) (model UEV) v strukturi KMG prevladujejo ekološke kmetije (61%) (Slika 18). Te sicer zaradi nižje produktivnosti prireje k skupni proizvodnji prispevajo manjši delež (Slika 19). V strukturi proizvodnje s skoraj dvotretjinskim deležem (65%) prevladujejo večji in proizvodno intenzivni tipi KMG (KMG6 - KMG9), kar se odraža tudi v visoki intenzivnosti rabe energije. Vrednost UEV znaša $1,35 \cdot 10^6$ seJ/J in je za 13% nižja od vrednosti kazalnika v letu 2010 (Preglednica 20). Struktura panoge, ki temelji na intenzivni tehnologiji prireje in hkrati dohodkovno uspešnih ekoloških kmetijah, se na ravni panoge odraža v višji proizvodnji (11%) in opazno višjem dohodku (+37%). Kljub nižji relativni obremenitvi proizvodnje z izpusti TP (-6%) ima zaradi dviga proizvodnje panoga večji negativen okoljski učinek kot v letu 2010 (TP +4%). Ob hkratnem povečanju dohodka in padcu zaposlenosti se občutno izboljša tudi dohodkovni položaj proizvajalcev, kar se kaže v več kot 80% višjem znesku plačila delovne ure (urni postavki). Z vidika intenzivnosti rabe energije, biofizikalne obremenitve okolja, sposobnosti koriščenja lokalnih virov in sistemske trajnosti v primerjavi z referenčno rešitvijo ne prihaja do večjih razlik.

Rešitev modela, ki maksimira **intenzivnost rabe energije** (model ED), daje enake rezultate kot model, ki maksimira skupno proizvodnjo panoge (model Q; Preglednica 18). Slednje je posledica fiksiranja površin v modelu. Intenzivnost rabe energije predstavlja energijo na enoto površine, ker so te konstantne, ni presenetljivo, da bo najvišja energija dosežena s strukturo panoge, ki dosega najvišjo proizvodnjo.

4.6.2 Koriščenje lokalnih virov in sistemska trajnost

Pri zasledovanju cilja čim nižje **obremenitve lokalnega okolja** (ELR) je rešitev modela identična rešitvi z minimalno obremenitvijo proizvodnje z izpusti TP (model TP, Preglednica 19). Enako kot v predhodnem primeru, je tudi to posledica fiksiranja površin na raven leta 2010. Izpusti TP (na hektar) so najnižji na ekoloških kmetijah, medtem, ko so te tudi z biofizikalnega vidika obremenitve lokalnega okolja najmanj obremenjujoče. Pod pogoji, ki jih določa modelno orodje, ta rešitev opredeljuje sistem prireje mleka z najvišjim deležem obnovljivega vložka energije, ki je iz biofizikalnega najbolj trajnosten.

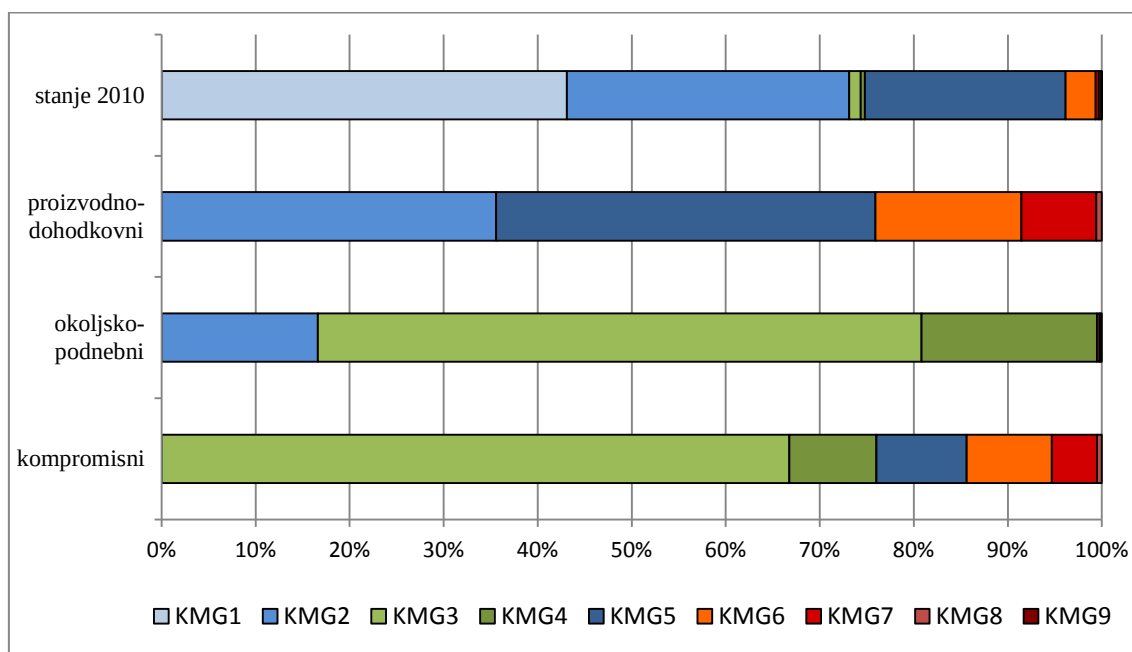
Iz rezultatov je razvidno, da se rešitvi, ki opredeljujeta proizvodni sistem z najvišjo intenzivnostjo rabe energije (ED) in najnižjo obremenitvijo lokalnega okolja (ELR), opazno razlikujeta in sta si z vidika panožnih karakteristik v večji meri diametralni. Največje razlike med rešitvama je mogoče opaziti pri postavkah proizvodnje in zaposlenosti, kjer ugodnejše rezultate dosega rešitev, ki maksimira intenzivnost rabe

emergije, ter pri biofizikalnih kriterijih sistemske trajnosti in interakcije z lokalnim okoljem, kjer prednjači rešitev, ki minimira obremenitev lokalnega okolja (Preglednica 20).

4.7 VEČKRITERIJSKA SCENARIJSKA ANALIZA

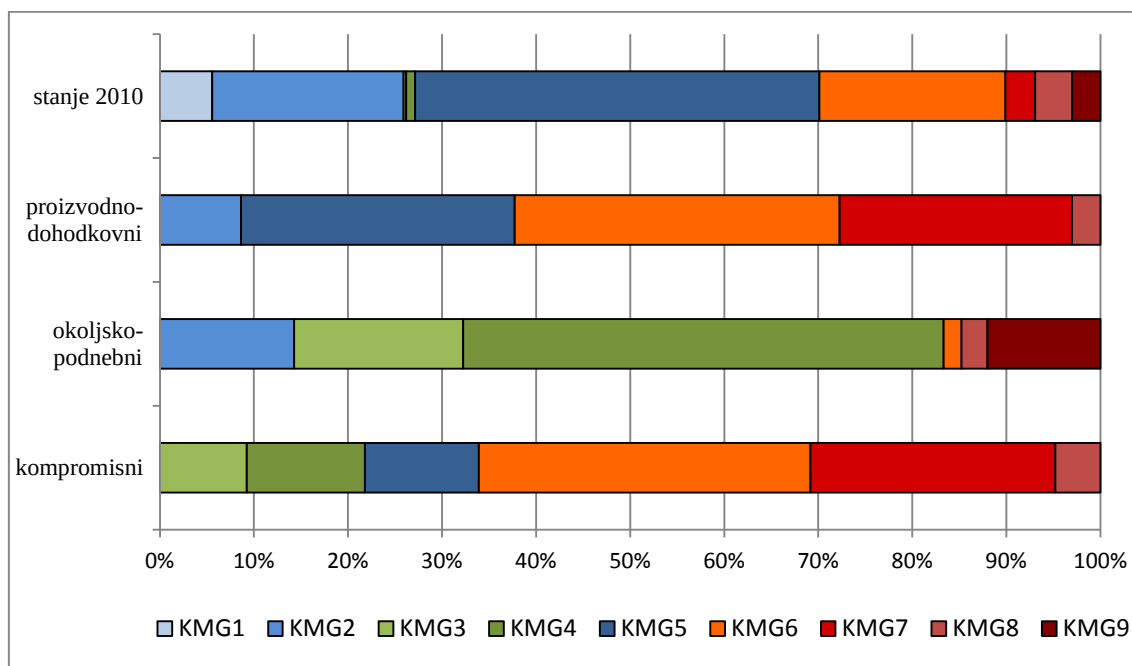
4.7.1 Primerjava rešitev: struktura panoge

Prestrukturiranje na ravni celotne panoge je proces, ki je večkriterijski že v samem izhodišču. V kolikor pa gre za proces, ki je usmerjevan (na primer s strani nosilcev odločanja v kmetijski strukturni politiki), pa nujno vključuje tudi cilje oziroma normativne opredelitve. V večkriterijskem optimizacijskem modeliranju panoge prireje mleka, katerega rezultate opisujemo v nadaljevanju, smo simulirali scenarija, ki sta vsebinsko sorodna dvema skrajnima usmeritvama kmetijske politike ter scenarij, ki predstavlja njuno kompromisno rešitev. Slika 20 prikazuje modelne rešitve z vidika zastopanosti posameznih tipov KMG v proizvodni strukturi, Slika 21 pa udeležbo le-teh v strukturi celotne prireje mleka. Podrobni rezultati modelnih rešitev so prikazani v Prilogi E8.



Slika 20: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi panoge prireje mleka po rezultatih večkriterijskih optimizacijskih modelov

Figure 20: FT representation in the structure of milk production sector according to multi-criteria optimisation model solutions



Slika 21: Zastopanost proizvodnih tipov KMG v strukturi prireje mleka po rezultatih večkriterijskih optimizacijskih modelov

Figure 21: FT representation in the milk production structure according to multi-criteria optimisation model solutions

Proizvodno-dohodkovna usmeritev

Modelna rešitev, ki predpostavlja proizvodno-dohodkovni pristop pri usmerjanju strukturnih prilagoditev panoge (scenarij 1) je identična rešitvi modelov, ki maksimirata proizvodnjo panoge in intenzivnost rabe emergije (poglavje 4.6 model Q, model ED). V strukturi KMG izstopata predvsem tipa KMG2 (36%) in KMG5 (40%) (Slika 20), medtem ko največji delež k skupni proizvodnji prispeva KMG6 (35%) (Slika 21). V primerjavi s proizvodno strukturo v letu 2010 je izrazit predvsem delež, ki ga v dani rešitvi k skupni proizvodnji prispeva visoko intenzivna KMG7 (25%). Rešitev modela kaže, da je tako strukturo panoge mogoče doseči z intenzifikacijo proizvodnje, in sicer s prestrukturiranjem manjših samooskrbnih (KMG1) in ekoloških kmetij (KMG3) v KMG2, preoblikovanjem KMG4 in KMG5 v KMG6 ter s koncentracijo večjih tipov KMG (KMG6 in KMG8) v visoko intenziven tip prireje KMG7. Kot je razvidno iz Preglednice 21, dobljena modelna rešitev ob hkratnem zasledovanju ciljev čim višje proizvodnje, zaposlenosti in dohodka, prvemu cilju zadošča v celoti, medtem ko število polno zaposlenih oseb od cilja odstopa za -11%, dohodek pa za -13%.

Podnebno-okoljska usmeritev

Za razliko od proizvodno-dohodkovno naravnane scenarija, ki očitno daje prednost konvencionalni in visoko intenzivni proizvodnji, v rešitvi scenarija, ki izpostavlja varovanje okolja in ekološko in socialno trajnost kmetijske proizvodnje (scenarij 2) izrazito prednjačijo ekološka nizko intenzivna KMG (Slika 20, 21). Dobljena rešitev, ki

zasleduje cilje minimalne količine izpustov TP, čim nižje obremenitve lokalnega okolja (ELR) ter maksimalnega dohodka na ravni panoge, je enaka rešitvi modela, ki minimira izpuste oziroma biofizikalno obremenitev lokalnega okolja, torej modela TP oziroma ELR (poglavje 4.5, 4.6). Delež ekoloških kmetij v panogi v tem primeru znaša 83%, k skupni proizvodnji pa te prispevajo 69%. V primerjavi s strukturo prireje v letu 2010 opazno višji delež k proizvodnji prispevajo tudi kmetijska podjetja KMG9 (12%). Dobljena rešitev je predvsem rezultat preusmeritve samooskrbnih (KMG1) in večjega dela pol-samooskrbnih kmetij (KMG2) v ekstenzivno ekološko prirejo (KMG3) ter prestrukturiranja srednje velikih tipov KMG s konvencionalno (KMG5 in del KMG6) v intenzivno ekološko prirejo (KMG4). Modelna rešitev predpostavlja tudi prestrukturiranje manjših intenzivnih ter visoko intenzivnih kmetij tipa KMG6 in KMG7 v večje tipe kmetij z nekoliko nižjo intenzivnostjo prireje (KMG8) ter širitev velikih kmetij KMG8 v večja kmetijska podjetja (KMG9), ki so predvsem z vidika emergijske vrednotenega pritiska na okolje ugodnejša kot druga večja in intenzivna KMG (Poglavje 4.2, Preglednica 13). Modelna rešitev v celoti zadošča emergijskemu cilju ustvarjanja čim manjše obremenitve na lokalno okolje, in cilju čim nižje količine izpustov, medtem, ko je dohodek od ciljne vrednosti nižji za 21% (Preglednica 21).

Preglednica 21: Ciljne in dosežene vrednosti socioekonomskih in emergijskih ciljev večkriterijskih optimizacijskih modelov

Table 21: Target and attained values of socio-economic and emergy objectives in multi-criteria optimisation models

CILJ		ciljna vrednost	proizvodno-dohodkovni	$I_{cilj=100}$	okoljsko-podnebni	$I_{cilj=100}$	kompromisni	$I_{cilj=100}$
Proizvodnja	t	886.335	886.335	100			556.391	63
Dohodek	000 €	127.490	110.551	87	101.195	79	127.389	100
Delo	osebe	9.572	8.559	89			5.631	59
Izpusti TP	t ekv.CO ₂	360.843			360.843	100	652.074	181
ELR		10,23			10,23	100	17,02	166

Kompromisna usmeritev

Po scenariju, ki skuša zajeti bistvo tako proizvodnih, dohodkovnih in okoljskih ciljev (scenarij 3), je modelna rešitev po strukturi KMG bližje okoljsko-podnebnemu scenariju, medtem, ko je proizvodna struktura nekoliko bolj podobna strukturi proizvodnje ob zasledovanju produktivističnih ciljev (Slika 20 in 21). V strukturi KMG prevladujejo ekološki tipi KMG (76%), ki jim sledijo KMG pol-samooskrbnega tipa KMG2 (10%) in manjše intenzivne kmetije KMG6 (9%). Zastopanost tipov KMG v proizvodni strukturi je po tem scenariju relativno enakomerno porazdeljena, nekoliko bolj izstopata zgolj intenzivnejša konvencionalna prireja tipa KMG6 (35%) ter visoko intenzivna prireja tipa KMG7 (26%). Dobljena rešitev predpostavlja tako prestrukturiranje manjših v večja KMG in prehod iz konvencionalne v ekološko prirejo, kot tudi preoblikovanja KMG v obratni smeri. Dohodek panoge je enak ciljni vrednosti,

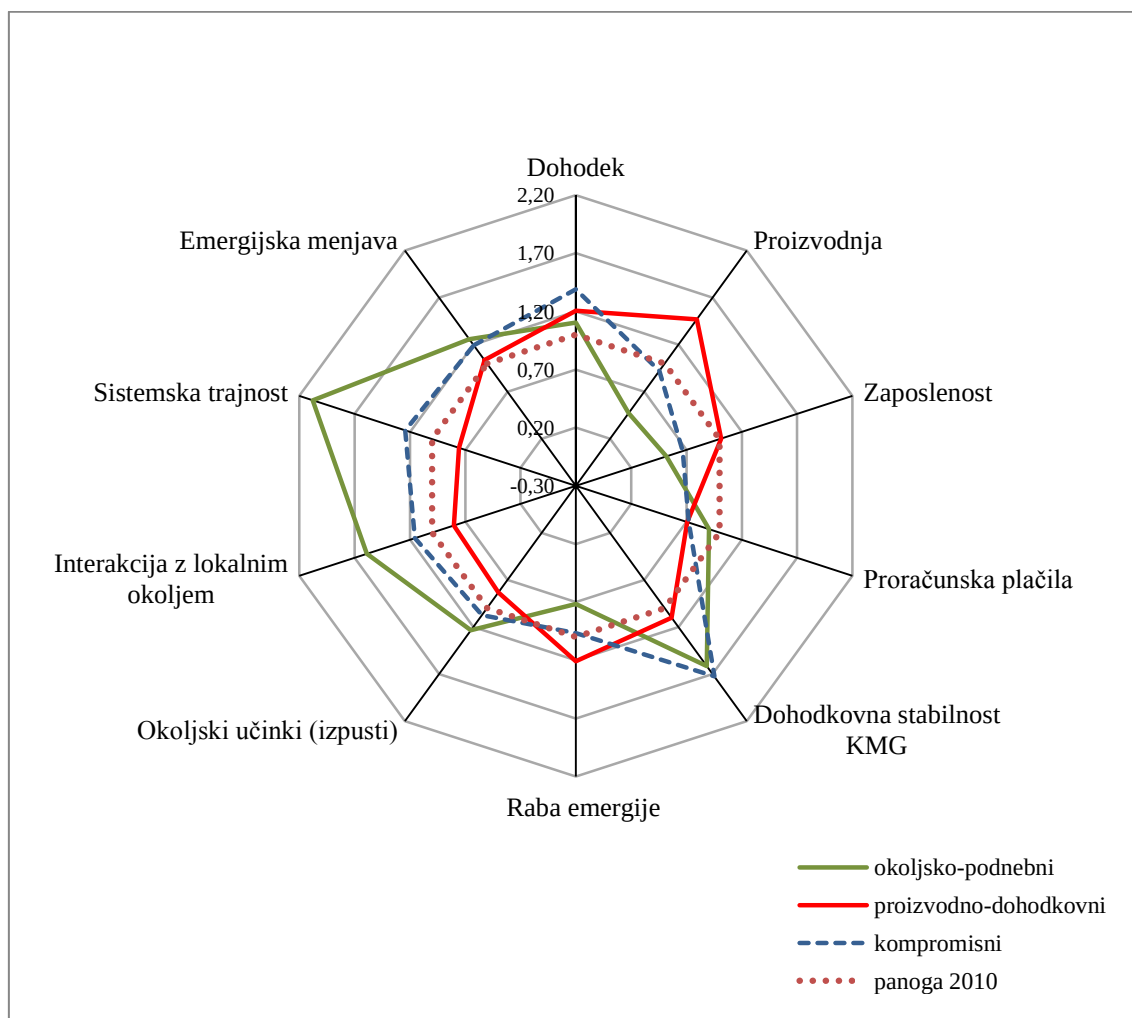
medtem ko preostali cilji niso bili doseženi v celoti (Preglednica 21). Najvišje odstopanje doseženih od ciljnih vrednosti je bolj izrazito pri ciljnih vezanih na varovanje okolja in trajnost proizvodnje. Slednje je posledica nasprotujočih si okoljsko-trajnostnih in ekonomskih ciljev ter zasnove modela, kjer je okoljskim in trajnostnim ciljem v modelu dodeljen nekoliko manjši pomen (poglavje 3.3.3; modul 6).

4.7.2 Primerjava rešitev: izbrane značilnosti panoge

Na Sliki 22 predstavljamo odstopanja večkriterijskih modelnih rešitev od izhodiščnega stanja panoge 2010. Vrednosti kazalnikov, s katerimi prikazujemo značilnosti panoge, smo normalizirali in agregirali v skupine (poglavje 3.3.4). Relativno odstopanje posameznega modelnega izida od referenčnih vrednosti je urejeno na način, da višja vrednost postavke odraža bolj zaželeno stanje.

Že hitra primerjava izidov obeh skrajnih scenarijev (proizvodno-dohodkovnega in okoljsko-podnebnega) kaže na izrazito diametralnost dobljenih rezultatov (Slika 22). Produktivistična naravnost pri usmerjanju kmetijske proizvodnje se na račun povečanja intenzivnosti kmetijske dejavnosti kaže v izboljšani produktivnosti panoge in posledično visoki biofizikalni učinkovitosti in intenzivnosti rabe emergije znotraj sistema. Ob tem je v primerjavi z referenčno rešitvijo (2010) v panogi zaposlenih več oseb, večji pa je tudi dohodek ter dohodkovna stabilnost proizvajalcev. Kljub določenim prednostim se pomanjkljivosti v proizvodno usmerjene rešitve kažejo predvsem v negativnih učinkih, ki jih ima tak sistem prireje na lokalno in globalno okolje, ter v njegovi nizki sistemski trajnosti.

Nasprotno rešitev drugega scenarija odraža sistem prireje z visoko sistemsko trajnostjo, kar je rezultat manjših pritiskov proizvodnega sistema na lokalno okolje ter visoke sposobnosti koriščenja lokalnih virov. Nižja je tudi obremenitev proizvodnje z izpusti TP, kar kaže na manjše negativne učinke panoge na lokalno in globalno okolje. Slednje je predvsem rezultat občutnega zmanjšanja produktivnosti in posledično manjše učinkovitosti in intenzivnosti rabe emergije. Prav tako neugoden izid se kaže tudi v precejšnjem upadu števila zaposlenih. Kljub temu je zaradi visoke zastopanosti dohodkovno relativno uspešnih ekoloških kmetij (poglavje 4.1, Preglednica 10) dohodkovna stabilnost zaposlenih občutno večja, dohodek panoge pa kljub upadu proizvodnje višji kot v letu 2010.



Slika 22: Relativna odstopanja v izbranih značilnostih panoge prireje mleka med izhodiščnim stanjem (2010) in večkriterijskimi modelnimi rešitvami

Figure 22: Relative variations in selected characteristics of milk production sector between the baseline (2010) and multi-criteria model solutions

Iz Slike 22 je razvidno, da integracija ciljev prvega in drugega scenarija (scenarij 3), predstavlja kompromisno rešitev, ki poudarja prednosti predhodnih rešitev in zmanjšuje njune pomanjkljivosti. Rezultat je sistem proizvodnje, ki v primerjavi s stanjem 2010, sicer na račun nižje zaposlenosti, nekoliko višjih zahtev po proračunskih plačilih in neizrazitega padca produktivnosti, dosega višji dohodek, je dohodkovno stabilnejši, povzroča manjšo obremenitev lokalnega in globalnega okolja in je iz biofizikalnega vidika trajnejši.

4.8 VEČKRITERIJSKO POZICIONIRANJE IN RANGIRANJE MODELNIH REŠITEV

4.8.1 Rešitve skrajnih oblik prestrukturiranja panoge

Preglednica 22 prikazuje vsoto preoblikovanih in normaliziranih vrednosti socioekonomskih in emergijskih kriterijev skrajnih modelnih rešitev (modul 4). Rezultati kažejo, da je z ekonomskega vidika najbolj uspešna panoga, ki jo sestavljajo zgolj večja in intenzivna KMG, medtem ko je oblika prireje, ki temelji izključno na proizvodnji manjših konvencionalnih KMG, najmanj uspešna. Slednja opredeljuje sistem prireje, ki je ekonomsko manj ugoden kot sistem v letu 2010. Panoga, ki temelji izključno na ekološki proizvodnji, je z ekonomskega vidika relativno uspešna, na podlagi doseženih vrednosti emergijskih kazalnikov pa lahko sklepamo tudi na ugodno biofizikalno delovanje sistema. Drugi skrajni rešitvi opredeljujeta sistem prireje, ki je z vidika emergijske uspešnosti slabši kot sistem v letu 2010. Najslabše biofizikalno delovanje sistema izkazuje struktura panoge, ki temelji izključno na intenzivni prireji, vendar pa odstopanje od panoge, ki jo sestavljajo zgolj manjše konvencionalne kmetije, ni izrazito.

Preglednica 22: Normalizirane vrednosti skupine ekonomskih in emergijskih kazalnikov in rangiranje modelnih rešitev za skrajne scenarije prestrukturiranja

Table 22: Normalised values of economic and emergy sets of indicators and ranking of model solutions of extreme reorganisation scenarios

modelna rešitev	S 2010	manjša konvencionalna KMG	ekološka KMG	večja in intenzivna KMG
SOCIOEKONOMSKA USPEŠNOST	3	4	2	1
vsota norm. vrednosti	9,00	8,87	10,21	10,31
EMERGIJSKA USPEŠNOST	2	3	1	4
vsota norm. vrednosti	7,00	6,93	10,13	6,56

4.8.2 Rešitve enokriterijskih modelov

Vsota preoblikovanih in normaliziranih vrednosti kriterijev socioekonomske in emergijske uspešnosti sistema prireje, ki ga določajo rešitve enokriterijskih optimizacijskih modelov (modul 5 in 6, glej Sliko 8), je prikazana v Preglednici 23. Rezultati kažejo, da so vse modelne rešitve, z izjemo tiste, ki minimira proračunsko obremenitev (PP), ekonomsko uspešnejši od izhodiščne v letu 2010.

Vsota normaliziranih vrednosti je največja pri modelni rešitvi z maksimalnim dohodkom (DH), zato je ta sistem prireje z ekonomskega vidika rangiran najvišje. Po ekonomski uspešnosti zelo podobna prvemu sta sistema prireje z najvišjo učinkovitostjo rabe emergije (UEV) in najvišjo povprečno urno postavko (HW). Tema sledi sistem z najnižjimi izpusti TP (TP) oziroma sistem z najmanjšim deležem neobnovljivega vložka

emergije, najmanjšo obremenitvijo lokalnega okolja in najvišjo sistemsko trajnostjo (ELR). Ekonomske prednosti te rešitve se kažejo v nizkih izpustih in relativno visoki povprečni urni postavki.

Preglednica 23: Normalizirane vrednosti skupine ekonomskih in emergijskih kazalnikov in rangiranje rešitev enokriterijskih optimizacijskih modelov

Table 23: Normalised values of economic and emergy sets of indicators and ranking of model solutions of single-criterion optimisation models

modelna rešitev*	2010	DH	HW	Q, ED	INT	TP, ELR	TP/Q	DELO	PP	%PP	UEV
SOCIOEKONOMSKA USPEŠNOST	10	1	3	7	6	4	5	9	11	8	2
vsota norm. vrednosti	9,00	11,05	10,57	9,36	9,87	10,31	9,99	9,09	8,90	9,34	10,61
EMERGIJSKA USPEŠNOST	7	3	2	11	8	1	4	9	6	10	5
vsota norm. vrednosti	7,00	7,81	9,06	6,63	6,91	9,43	7,51	6,75	7,33	6,69	7,36

* oznake modelnih rešitev so opredeljene v poglavju 3.3.3 v Preglednici 7.

Z vidika socioekonomskih kriterijev sta poleg referenčne strukture (S 2010) najmanj ugodni obliki panoge tisti z najvišjo zaposlenostjo (DELO) in najnižjimi zahtevami po proračunskih plačilih (PP). Nižje rangiranje teh rešitev je mogoče pojasniti z neugodno strukturo KMG in proizvodnjo, ki v pretežni meri temelji na manjših konvencionalnih KMG (poglavje 4.5, Slika 16 in 17), ki so se izkazala za ekonomsko manj uspešna (poglavje 4.3.2, Slika 13.).

Na podlagi emergijskih kriterijev je pričakovano najvišje rangiran sistem prireje, ki minimalno obremenjuje okolje (ELR, TP), tako z biofizikalnega vidika kot tudi z vidika manjše količine izpustov TP. Relativno visoko vrednost vsote emergijskih kazalnikov dosega drugo rangirana rešitev, ki maksimira povprečno urno postavko v panogi (HW). Slednje je rezultat strukture panoge, v kateri so visoko zastopane ekološke kmetije, ki so emergijsko občutno uspešnejše od drugih tipov KMG (poglavje 4.3.2, Slika 13.). Modelna rešitev, ki opredeljuje panogo z najvišjim dohodkov (DH) je rangirana na tretje mesto, tej sledi sistem prireje z najnižjo relativno obremenitvijo proizvodnje s TP (TP/Q), sistem z najvišjo biofizikalno učinkovitostjo (UEV) ter sistem z najnižjo proračunsko obremenitvijo (PP). Preostale modelne rešitve (INT, DELO, %PP, Q in ED) predstavljajo proizvodni sistem, ki je z vidika emergijskih kriterijev manj ugoden kot sistem v letu 2010. Najnižje rangirana je najproduktivnejša oblika panoge oziroma proizvodni sistem z najintenzivnejšo rabo emergije (Q, ED).

Diagram (Slika 23) prikazuje socioekonomski in emergijski položaj posameznih rešitev. Končni rang in s tem uspešnost delovanja posameznega proizvodnega sistema (panoge) določa vsota normaliziranih vrednosti ekonomskih in emergijskih kriterijev (Preglednica 23). V grafičnem prikazu so vrednosti z namenom jasnejše predstavitve

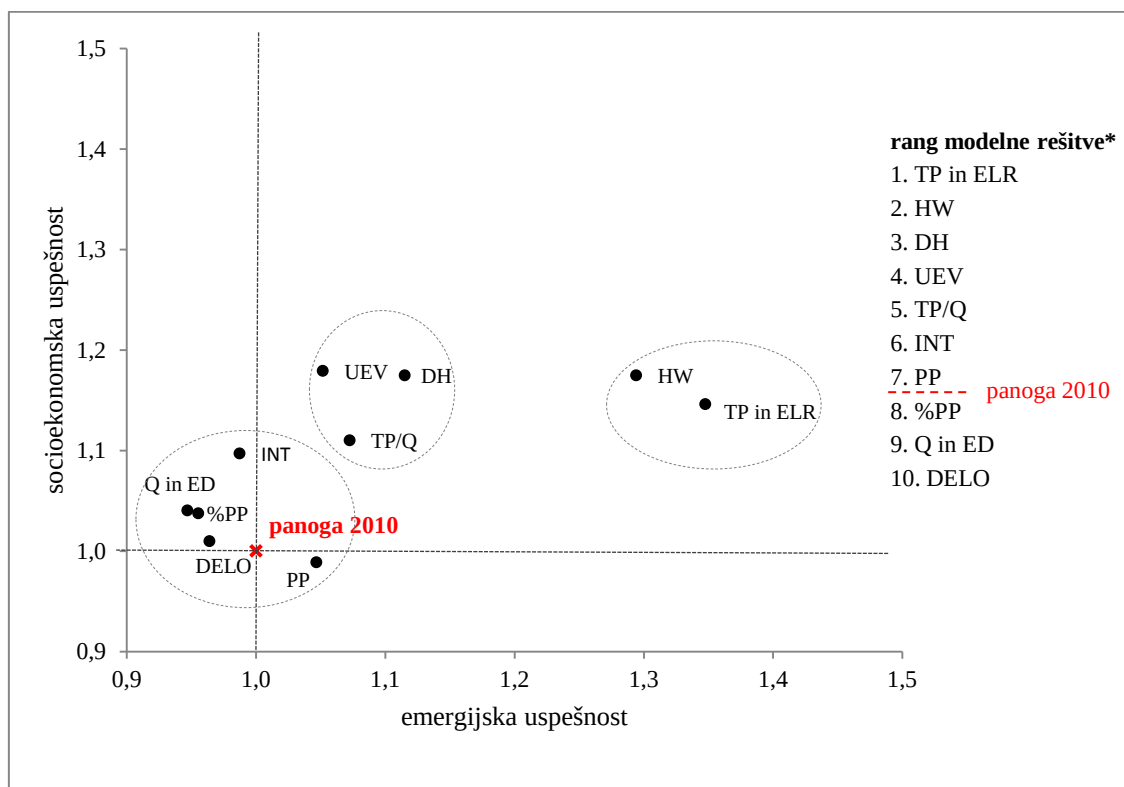
preoblikovane na nižjo in simetrično skalo, pri čemer ta sprememba ne vpliva na končni rezultat.

Iz diagrama je razvidno, da polovica modelnih rešitev (TP in ELR, HW, DH, UEV, TP/Q) opredeljuje proizvodne sisteme, ki so z ekonomskega in biofizikalnega vidika delovanja boljši od sistema v letu 2010. Predvsem na račun občutno boljšega biofizikalnega delovanja ob tem izrazito izstopata proizvodna sistema z najnižjimi izpusti oziroma biofizikalno opredeljeno najnižjo obremenitvijo lokalnega okolja (TP, ELR) ter sistem z najvišjo povprečno urno postavko (HW). V strukturi panoge, ki dosega tako dobre rezultate, prevladujejo ekološki sistemi priraje, ki so sicer z biofizikalnega vidika zelo ugodni, vendar na enoto proizvodnje ustvarjajo relativno visoke izpuste TP in so obremenjujoči tudi z vidika višine zahtevanih proračunskih plačil. Ekonomska uspešnost panoge, ki temelji na ekoloških tipih priraje, je tako v veliki meri posledica nizke proizvodnje panoge in posledično tudi nizke količine izpustov TP in nizke proračunske obremenitve.

Nekoliko manj izrazito izstopa tudi tretje rangirana rešitev, ki predstavlja sistem priraje z najvišjim skupnim dohodkom (DH). Ta predvsem na račun strukture proizvodnje, ki kombinira manj intenzivno ekološko ter visoko intenzivno konvencionalno prirajo, dosega zelo dobre ekonomske rezultate in v primerjavi s panogo v letu 2010 tudi zaznavno boljše rezultate z vidika obremenitve okolja in systemske trajnosti. Slednje velja tudi za proizvodni sistem z najvišjo biofizikalno učinkovitostjo (UEV) ter sistem z najnižjo relativno obremenitvijo proizvodnje z izpusti TP (TP/Q), vendar so razlike nekoliko manj izrazite.

Preostale modelne rešitve odražajo proizvodne sisteme, ki so z ekonomskega ali biofizikalnega vidika pozicionirani nižje od referenčne rešitve (2010). Ob upoštevanju celotne skupine kriterijev sta proizvodni sistem z najvišjo intenzivnostjo priraje (INT) in sistem z najnižjo proračunsko obremenitvijo (PP) sicer rangirana višje od sistema v letu 2010, vendar prvi na račun opazno višje socioekonomske pozicije in drugi izključno zaradi boljšega biofizikalnega delovanja.

Najnižje rangirane modelne rešitve so rešitev z najmanjšo relativno proračunsko obremenitvijo prihodkov (%PP), rešitev najvišjo proizvodnjo oziroma intenzivnostjo rabe emergije (Q in ED) in rešitev, ki odraža strukturo, v kateri je zaposlenost v panogi najvišja (DELO). Te modelne rešitve so v primerjavi s panogo v letu 2010 sicer socioekonomsko sicer nekoliko uspešnejše, vendar pa to ne odtehta slabših biofizikalnih rezultatov, zato so ti proizvodni sistemi s celostnega vidika manj ugodni kot sistem v letu 2010.



* oznake modelnih rešitev so opredeljene v poglavju 3.3.3 v Preglednici 7.

Slika 23: Razvrstitev in večkriterijsko pozicioniranje modelnih rešitev po kriterijih socioekonomske in emergijske uspešnosti (enokriterijsko optimiranje)

Figure 23: Classification and multi-criteria position of model solution according to socio-economic and emergency performance criteria (single-criterion optimisation)

4.8.3 Rešitve večkriterijskih modelov- scenarijska analiza

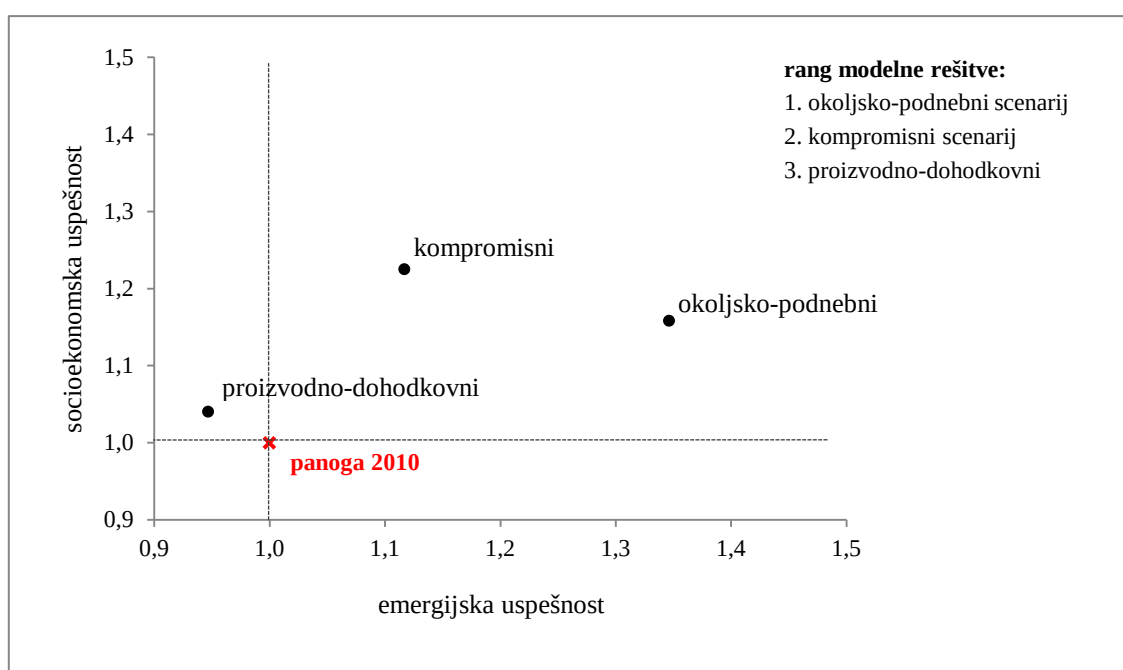
Normalizirane vrednosti socioekonomskih in emergijskih skupin kriterijev treh scenarijskih rešitev (poglavje 3.3.3, modul 6) prikazuje Preglednica 24, njihov položaj, glede na ekonomsko in biofizikalno delovanje, pa je grafično ponazorjen na Sliki 24.

Preglednica 24: Normalizirane vrednosti skupine ekonomskih in emergijskih kazalnikov in rangiranje rešitev večkriterijskih optimizacijskih modelov

Table 24: Normalised values of economic and emergency sets of indicators and ranking of model solutions of multi-criteria optimisation models

modelna rešitev/scenarij	2010	proizvodno-dohodkovni	okoljsko-podnebni	kompromisni
SOCIOEKONOMSKA USPEŠNOST	4	3	2	1
vsota norm. vrednosti	9,00	9,36	10,31	11,03
EMERGIJSKA USPEŠNOST	3	4	1	2
vsota norm. vrednosti	7,00	6,63	9,43	7,82

Rezultati kažejo, da je sistem prireje, ki ga določa proizvodno-dohodkovni scenarij (scenarij 1) najmanj ugoden tako z vidika ekonomskega kot biofizikalnega delovanja. Kljub nekoliko boljšim ekonomskim rezultatom je ta sistem ob hkratnem upoštevanju vseh kazalnikov rangiran še nižje od proizvodnega sistema v letu 2010, čeprav je razlika zanemarljiva. Ekonomsko je najvišje rangirana rešitev, ki jo določa kompromisni scenarij (scenarij 3), medtem ko je z vidika biofizikalnega delovanja sistema, ki ga opredeljujejo emergijski kazalniki, najuspešnejši v okoljsko in socialno trajnost naravnan sistem prireje (scenarij 2). Ob upoštevanju vseh kazalnikov hkrati je, na račun opazno boljšega biofizikalnega delovanja, rešitev okoljsko-podnebnega scenarija rangirana najvišje.



Slika 24: Razvrstitev in večkriterijsko pozicioniranje modelnih rešitev po kriterijih socioekonomske in emergijske uspešnosti (večkriterijsko optimiranje)

Figure 24: Classification and multi-criteria position of model solution according to socio-economic and energy performance criteria (multi-criteria optimisation)

5 RAZPRAVA

5.1 RAZPRAVA O PRIDOBLENJIH REZULTATIH

5.1.1 Večkriterijska obravnava heterogenih kmetijskih gospodarstev

Rezultati večkriterijskega vrednotenja modelnih kmetijskih gospodarstev kažejo, da se proizvodni sistemi prireje mleka, ovrednoteni na ravni posameznega kmetijskega gospodarstva, med seboj izrazito razlikujejo. Pričakovano so razlike med kmetijskimi gospodarstvi opazne tako z vidika njihove socioekonomske uspešnosti kot tudi biofizikalnega delovanja, pri čemer je izrazita odstopanja po teh dveh skupinah kriterijev mogoče opaziti predvsem med ekstenzivnimi ekološkimi in intenzivnimi proizvodnimi sistemi, ki temeljijo na konvencionalni tehnologiji prireje.

Rezultati nadalje potrjujejo izhodiščno domnevo raziskave, da so večja in intenzivnejša kmetijska gospodarstva socioekonomsko uspešnejša predvsem na račun visoke produktivnosti ter s tem ekonomije obsega in finančne neodvisnosti kmetijskih gospodarstev. Visoka odvisnost velikih specializiranih kmetijskih gospodarstev od vložka emergije neobnovljivih virov iz zunanjega okolja kaže, da je njihova socioekonomska uspešnost v veliki meri rezultat intenzivne rabe visoko-energijskih vložkov, ki izvirajo iz omejenih zalog fosilnih goriv. Zaradi višje produktivnosti je proizvodnja na intenzivnih kmetijskih gospodarstvih biofizikalno učinkovitejša, končni proizvod pa v danem časovnem okviru hitreje obnovljiv.⁴⁵ Kljub temu pa se neugodna struktura emergijskih vložkov, na kateri temelji intenzivna prireja, odraža v slabšem biofizikalnem delovanju sistema z vidika njegove izrazito nizke sposobnosti za koriščenje obnovljivih virov, visoke obremenitve lokalnega okolja in posledično nizke sistemske trajnosti.⁴⁶

Prav kriteriji sistemske trajnosti so tisti, po katerih vidno navzgor odstopajo kmetijska gospodarstva, usmerjena v ekološko prirejo mleka. Slednje je posledica tehnologije, utemeljene na pašni prireji, ki v veliki meri temelji na rabi lokalnih, predvsem obnovljivih proizvodnih virov. Tako manjše kmetije z izrazito ekstenzivno prirejo, kot tudi večje in nekoliko intenzivnejše ekološke kmetije, so z biofizikalnega vidika za okolje občutno manj obremenjujoče in primerjalno z drugimi oblikami prireje mleka izrazito bolj trajnostne. Slednje je v skladu z rezultati s sorodnimi raziskavami, na primer Castellini in sodelavci, 2006; La Rosa in sodelavci, 2008 in Alfaro-Arguello in sodelavci, 2010. Po drugi strani na račun nizke produktivnosti ekstenzivne ekološke prireje na manjših kmetijskih gospodarstvih ta oblika organiziranosti beleži slabši socioekonomski položaj. Kljub temu je z vidika celostnega delovanja sistema, ki

⁴⁵ Pomanjkljivost kazalnika UEV kot indikatorja obnovljivosti končnega proizvoda je podrobneje obrazložena v poglavju 5.3.

⁴⁶ Enako na primeru proizvodnje banan ugotavljajo tudi de Barros in sodelavci (2009).

sočasno obravnava ekonomski in biofizikalni vidik, ta tip kmetijskega gospodarstva relativno uspešen (višje sta rangirani zgolj intenzivna ekološka prireja na večjih kmetijah in intenzivna konvencionalna prireja v kmetijskem podjetju). Slednje nas napeljuje k ugotovitvi, da visok delež obnovljivih vložkov v proizvodnji lahko nadomesti manj učinkovito rabo resursov in iz celostnega vidika vrednotenja določa visok položaj tudi taki obliki kmetijskih sistemov.

Manjša kmetijska gospodarstva s konvencionalno tehnologijo prireje predstavljajo proizvodne sisteme, ki so ekonomsko in biofizikalno manj uspešni. Podpovprečne rezultate je moč opaziti po vseh vidikih njihovega delovanja, pri čemer je zaskrbljujoča predvsem neekonomičnost take proizvodnje. Slednja vodi v slab dohodkovni položaj in odvisnost proizvajalca od alternativnih virov dohodkov, kar postavlja pod vprašaj tudi njegov življenjski standard. Zaradi slabših ekonomskih rezultatov manjših konvencionalnih kmetij bodo te najverjetneje tudi v prihodnje najbolj izpostavljene strukturnim spremembam. Upravičeno lahko domnevamo, da se bodo morale v luči teh sprememb prestrukturirati v ekonomsko uspešnejša kmetijska gospodarstva ali pa bodo izstopila iz panoge. Ker se manjše kmetije v večji meri nahajajo na območjih z omejenimi možnostmi za kmetijsko dejavnost (OMD), ne moremo pričakovati njihovega množičnega prestrukturiranja v večja kmetijska gospodarstva z intenzivno prirejo. Poleg tega so strma in gričevnato-hribovita območja manj ugodna (ali v primeru rastlinske proizvodnje praktično v celoti neprimerna) tudi za večino proizvodnih alternativ znotraj panoge kmetijstva. Glede na okoliščine je za manjše kmetije s konvencionalno prirejo najverjetneje najbolj obetavna rešitev prehod iz konvencionalne v ekološko tehnologijo prireje, ki je ekonomsko bolj upravičena in okoljsko bolj trajnostna. Nadalje, manjša kmetijska gospodarstva bi lahko izkoristila priložnosti dodajanja vrednosti in v luči svoje multifunkcionalnosti bolje unovčila dejstvo, da poleg kmetijskih dobrin, družbi zagotavljajo tudi druge gospodarske (in okoljske) storitve. Rezultati kažejo, da je v želji po ohranitvi manjših tradicionalnih kmetij potrebna močna politična spodbuja pri vlaganju v razvoj dopolnilnih dejavnosti (turistične in izobraževalne storitve na kmetiji, predelava mleka), ki bi izboljšala konkurenčnost in vitalnost malih družinskih kmetij (Ohe, 2011).

Na podlagi zgoraj navedenih rezultatov lahko torej potrdimo hipotezo, da se različni proizvodni sistemi, ki sestavljajo panogo prireje mleka, razlikujejo v ekonomskem in biofizikalnem delovanju. Tistemu delu hipoteze, da so specializirana kmetijska gospodarstva z visoko intenzivnostjo prireje uspešnejša v ekonomskih parametrih, manjše kmetije z ekstenzivno prirejo pa imajo ugodnejše rezultate po biofizikalnih kriterijih, pa lahko pritrdimo zgolj deloma. Rezultati kažejo, da so v povprečju kmetijska gospodarstva z visoko intenzivnostjo prireje ob upoštevanju celotnega nabora socioekonomskih kazalnikov uspešnejša, vendar pa podrobnejši vpogled v rezultate razkriva, da so z vidika nekaterih posameznih parametrov (na primer rentabilnost, urna postavka) uspešnejša kmetijska gospodarstva z ekološko prirejo. Podobno velja za

biofizikalno delovanje manjših ekstenzivnih kmetijskih gospodarstev. Rezultati kažejo, da je ob upoštevanju celotnega nabora biofizikalnih kriterijev s tega vidika res najuspešnejša manjša kmetija z ekstenzivno ekološko prirejo, vendar razlike v primerjavi z biofizikalnim delovanjem večje in nekoliko intenzivnejše oblike ekološke prireje niso izrazite. Na podlagi slednjega lahko domnevamo, da ključni dejavnik, ki določa boljšo biofizikalno delovanje proizvodnega sistema (merjeno z naborom izbranih emergijskih kazalnikov) ni velikost kmetijskega gospodarstva, temveč predvsem tehnologija prireje, ki temelji na visokem deležu obnovljivega vložka (pašna reja) (Rótolo in sod., 2007). Ponovno izpostavljamo dejstvo, da tudi pri emergijskih kazalnikih velja, da posamezni kazalniki merijo različne vidike systemskega delovanja. Analiza po posameznih kazalnikih je pokazala, da ekološka prireja daje primerjalno boljše rezultate z vidika kazalnikov, ki upoštevajo strukturo emergijskih tokov (obnovljivost, lokalnost), po kazalnikih, ki kvantificirajo zgolj agregatni tok emergije in opredeljujejo učinkovitost in intenzivnost rabe emergije, pa boljše rezultate dosegajo visoko intenzivni proizvodni sistemi.

5.1.2 Uporaba sistemskih biofizikalnih kriterijev za podporo odločanju v kmetijstvu in kmetijski politiki

V dosednji razpravi smo utemeljili in iz različnih zornih kotov prikazali razlike v ekonomskem in biofizikalnem delovanju različnih proizvodnih sistemov znotraj opazovane panoge prireje mleka. Izziv, ki se nam ponuja v nadaljevanju, se nanaša na obravnavo teh razlik in agregacijo učinkov na ravni celotne panoge prireje mleka v državi. Zanima nas, kakšni so učinki teh razlik na delovanje celotne panoge, oziroma kakšne so možnosti in omejitve nadaljnjega razvoja panoge. Manjša kmetijska gospodarstva s konvencionalno prirejo so v panogi visoko zastopana, tako po številu (95%), kot v strukturi proizvodnje (69%). Njihovo slabše delovanje je neugodno tako z vidika stabilnosti kot trajnosti panoge, širitev tovrstne organiziranosti proizvodnje pa v skladu s tem neupravičena. Po drugi strani pa na neugodno izhodiščno sliko ekonomskega in biofizikalnega delovanja lahko gledamo tudi v pozitivni luči. Kaže namreč potencial, ki ga ima preureditev obstoječe strukture kmetijskih gospodarstev v smeri izboljšanja delovanja celotne panoge.

Raziskovalni pristop nam omogoča celovitejši uvid v posledice uveljavitve prestrukturiranja panoge prireje mleka. Pri tem je pogosto koristno tudi testiranje skrajnih scenarijev. Tako je ob predpostavki nadaljnje koncentracije in specializacije proizvodnje mleka mogoče pričakovati občutno izboljšanje produktivnosti na ravni posameznega kmetijskega gospodarstva. Posledično bi se izboljšal ekonomski položaj tistih proizvajalcev, ki bi ostali v panogi. Izboljšave bi bile opazne tudi z vidika učinkovitosti rabe emergije. Optimizacijski modeli, uporabljeni v naši raziskavi, pa razkrivajo ključno omejitev take širitve; le-ta leži v naravnih danostih, ki na večini kmetijskih površin onemogočajo intenzivno proizvodnjo. V skrajnem primeru (zgolj

intenzivna prireja) bi tako velik del OMD, ki je manj primeren za večino alternativnih kmetijskih aktivnosti, ostal neizkoriščen. Nadalje, rezultati kažejo, da so gonilo izrazito intenzivnega proizvodnega sistema (panoge) vložki iz zunanjega okolja (gospodarstva), ki v veliki meri temelji na koriščenju neobnovljivih fosilnih goriv. To pod vprašaj ne postavlja zgolj nadaljnjega intenziviranja panoge, temveč tudi sposobnost ohranitve obstoječih oblik organiziranosti kmetijskih gospodarstev.

Druga skrajna alternativa je preusmeritev v proizvodnjo, ki bi temeljila na ekološki prireji. Rezultati na ravni panoge bi se odražali v bistveno izboljšanem sistemskem delovanju z vidika trajnosti. Oblika panoge, ki v veliki meri temelji na ekoloških kmetijah se sicer ne sklada z današnjo ekonomsko ureditvijo, ki daje prednost visoko intenzivni proizvodnji, vendar ima višjo sposobnost preživetja v času, ko neobnovljivi proizvodni viri ne bodo več tako cenovno dostopni (Rydborg in Haden, 2006). Ekološka oblika prireje je namreč organizirana okoli neplačljivih obnovljivih virov v večji meri, kot ostale oblike proizvodnje. To pomeni, da proizvodnja, ki temelji na ekološki tehnologiji prireje, v nestabilnem ekonomskem okolju z visokimi cenovnimi nihanjem znižuje odvisnost od plačljivih virov in povečuje odpornost panoge. Obenem pa rezultati naše raziskave razkrivajo, da ključno oviro množični preusmeritvi v ekološko prirejo, poleg visoke odvisnosti od proračunskih plačil, predstavlja nizka produktivnost tovrstne organiziranosti proizvodnje. Slednje bi posledično vodilo v izrazito nižje količine proizvedenega mleka, ki predstavlja enega izmed redkih neto izvoznih kmetijskih proizvodov v državi.

S primerjavo modelnih rešitev, ki temeljijo na enokriterijskem optimiranju smo podrobneje analizirali možnosti in posledice, ki jih ima zasledovanje različnih ciljev na delovanje panoge s socioekonomskega in biofizikalnega vidika. Z dobljenimi rezultati ne moremo v celoti potrditi hipoteze, da se optimiranje strukture panoge po socioekonomskih kriterijih odraža v nižji trajnosti proizvodnega sistema in v večji obremenitvi lokalnega okolja. Predvsem ob zasledovanju cilja čim nižjih izpustov toplogrednih plinov in čim višje povprečne urne postavke proizvajalcev bi prestrukturiranje panoge v večji meri temeljilo na širitvi ekološke prireje. Posledično bi bila panoga s systemskega vidika izrazito bolj trajnostna, proizvodnja pa bi bila za lokalno okolje (panogo) občutno manj obremenjujoča. Poleg opaznega izboljšanja z vidika socioekonomske uspešnosti panoge bi do izboljšav na področju biofizikalnega delovanja prišlo tudi pri zasledovanju cilja čim višjega dohodka. Učinki v smislu trajnosti proizvodnega sistema in manjše obremenitve okolja bi bili sicer pri tem nekoliko manj izraziti, vendar še vedno pozitivni. Rezultati kažejo, da bi izrazito negativne učinke na tem področju imela predvsem visoko produktivna panoga (maksimalna proizvodnja), v kateri bi prevladovala intenzivna prireja mleka. Iz enakega razloga bi neugodne učinke na trajnost proizvodnega sistema in obremenitev okolje imela tudi struktura panoge, ki bi promovirala visoko intenzivnost prireje, čim višjo zaposlenost v panogi in čim nižji delež proračunskih podpor v prihodkih proizvajalcev.

Da bi bilo s prestrukturiranjem določenih tipov kmetijskih gospodarstev mogoče izboljšati tako socioekonomsko uspešnost kot biofizikalno delovanje oziroma sistemsko trajnost panoge, kažejo tudi rezultati scenarijske analize, ki pri iskanju optimalne strukture panoge zasleduje širši nabor ciljev. Večkriterijsko optimiranje strukture panoge je pokazalo, da ima zasledovanje dveh nasprotujočih si kmetijsko-političnih paradigem, po mnogih kriterijih izrazito diametralne učinke na panogo (Slika 22). Ob hkratnem upoštevanju ciljnih usmeritev obeh paradigem se jasno kaže, da vključevanje emergijskih kriterijev v nabor standardnih ekonomskih ciljev vodi v prestrukturiranje panoge, ki na račun nižje zaposlenosti, nekoliko višjih proračunskih zahtev in manj izrazitega upada produktivnosti, dosega opazno boljše rezultate po vseh ostalih kriterijih (dohodek, dohodkovna stabilnost, učinkovitost in raba emergije, okoljski učinki- izpusti toplogrednih plinov, interakcija z lokalnim okoljem, sistemsko trajnost in emergijska menjava). Ti rezultati potrjujejo tretjo hipotezo, da z večkriterijskim optimiranjem, ki vključuje tudi emergijske kriterije, lahko izboljšamo tako socioekonomsko uspešnost kot sistemsko trajnost panoge.

Dobljena rešitev nam torej nakazuje, da je s premišljenim načrtovanjem kmetijske proizvodnje mogoče doseči raznoliko proizvodno strukturo, ki je ključnega pomena za odpornost in preživetje panoge. Rezultati ponazarjajo potrebo po oblikovanju bolj usmerjenih in prilagojenih ukrepov kmetijske (in okoljske) politike (OECD, 2011), raznovrstnost dobljenih rešitev enokriterijskih modelov pa zgovorno priča tudi o potrebi po integriranem pristopu k obravnavi kmetijskih proizvodnih sistemov. Vpogled v gospodarske in biofizikalne vidike proizvodnje z integracijo emergijskega in ekonomskega pristopa, potrjuje hipotezo, o dodani vrednosti tovrstnega pristopa pri vrednotenju in načrtovanju okoljskih in kmetijskih politik. Emergijska analiza, ki nam daje uvid v kompleksnost načrtovanja kmetijske proizvodnjeomogoča bolj informiran proces odločanja na različnih ravneh in hkrati sporoča o posledicah sprejetih odločitev.

5.1.3 Doprinos emergijske analize pri vrednotenju proizvodnih sistemov na različnih ravneh gospodarske dejavnosti

Konvencionalni (neoklasični) pristop k ekonomski analizi, kamor prištevamo tudi okoljsko ekonomiko, predpostavlja, da je proizvodnja del zaprtega sistema, ki smatra proizvodne vire kot dane in popolnoma nadomestljive, zato generiranju virov ne pripisuje nikakršnega pomena. Vsi pristopi, ki se v svojem vidiku omejujejo na ocenjevanje tržnih dobrin ali na upravljanje z emisijami in drugimi zunanjimi učinki (eksternalijami), ne merijo (primarnega) dela narave, ki je bilo vloženo v nastanek virov.

V slednjem vidimo ključni doprinos emergijske analize pri vrednotenju proizvodnih sistemov. Z vpeljavo koncepta emergije, v eni sami biofizikalni meri (seJ) združujemo številne procese, vključene v delovanje ekonomskega sistema: preteklo delo narave pri

generiranju virov, sedanje delo narave za sprejem, redčenje in odstranitev odpadnih snovi in emisij, ki so rezultat ekonomskih procesov, ter preteklo in sedanje delo, ki ga pri obdelavi virov v gospodarstvu opravijo ljudje. Poleg vrednotenja sistema na podlagi agregata emergijskih tokov, emergijska analiza dovoljuje tudi njihovo razčlenitev na obnovljive in neobnovljive, lokalne in uvožene ter plačljive in neplačljive tokove, s čimer omogoča izračun raznovrstnih kazalnikov biofizikalnega vidika delovanja sistema. Tak pristop umešča kmetijski proizvodni sistem v širši družbeno-ekološki okvir in z upoštevanjem mreže neposrednih in posrednih povezav z naravnimi in gospodarskimi procesi omogoča njegovo celostno vrednotenje.

Rezultati v nalogi kažejo, da bi intenzifikacija panoge lahko imela izjemno pozitivne ekonomske učinke na gospodarstvo ter bi bila tudi biofizikalno učinkovita in z vidika emergijskega kazalnika UEV hitreje obnovljiva. Pri tem velja opozoriti, da ta kazalnik temelji na agregatu emergijskih tokov in s tem določa obnovljivost končnega proizvoda zgolj v dani situaciji oziroma ob predpostavki, da tudi v prihodnje razpoložljivost vseh proizvodnih vložkov ostaja enaka. Nadaljnja razčlenitev emergijskih tokov razkriva neugodno strukturo virov, na katerih temelji visoko produktivna proizvodnja. S tem izpostavlja meje nadaljnje širitve intenzivne proizvodnje, pod vprašaj pa postavlja celo njeno ohranitev. S krčenjem zalog fosilnih goriv je namreč mogoče pričakovati, da ta v prihodnje ne bodo več dostopna širši populaciji v enakem obsegu, kot danes. To bi posledično vodilo v porast cen energentov (in s tem vseh proizvodnih faktorjev) oziroma prehod gospodarstva na vire z manjšim emergijskim izkoristkom, ki pa bodo težko podpirali visoko produktivne proizvodne sisteme, tudi kmetijske.

V nalogi se morda največji doprinos emergijske analize kaže v tem, da ta nazorno ilustrira visoko vpetost in s tem odvisnost kmetijskega sistema od zunanjega gospodarskega okolja. Slednje se kaže v izjemno visokem deležu emergije dela in storitev v vseh obravnavanih kmetijskih sistemih. Emergija dela in storitev predstavlja pomembno vez med emergijskim (okoljskim) vrednotenjem in ekonomsko analizo. Razumevanje te povezave je ključno za pravilno interpretacijo dobljenih rezultatov in iz njih izhajajočih zaključkov. S podrobnejšo razpravo o pomenu emergije dela in storitev v nalogi odpiramo pomembna vprašanja, ki jih sorodne raziskave navadno ne izpostavljajo.

Emergija dela in storitev opredeljuje emergijo neposrednega in posrednega človeškega dela, vloženega v preskrbo socioekonomskega sistema z dobrinami in storitvami, in je v neposredni povezavi z ekonomskimi stroški, ki jih določa širše ekonomsko okolje (trg) (Franzese in sod., 2009; Ulgiati in Brown, 2014). Visok delež emergije dela in storitev v celotni emergiji kaže na to, da je proizvodnja mleka v večji meri odvisna od posrednih prispevkov socioekonomskega sistema, kar je sicer za moderne oblike kmetijstva običajno. Življenje vsakega ponudnika dela (ekonomskega agenta) je podprto s široko mrežo družbenih aktivnosti, kot so na primer zdravstvene storitve, nacionalna obramba,

izobraževanje, transport, preživljanja prostega časa, dobava električne energije, potrošnja hrane in pijače in podobno. Denar zaslužen z ekonomsko dejavnostjo je denar, s katerim ekonomski agent plačuje za koriščenje teh družbenih aktivnosti. Slednje nazorno ilustrirajo naši rezultati, iz katerih je razvidno, da emergija, ki podpira prirejo mleka, pravzaprav podpira kakovost življenja kmetovalca, ki se s prihodki od prodaje vključuje v družbeni sistem. Visok delež emergije dela in storitev nakazuje na to, da je zelo malo emergije neposredno investirane v proces prireje mleka, prevladujoči del emergije pa je vložen v ohranjanje blaginje kmetovalca. Pomembna ugotovitev naših rezultatov je torej, da problema izboljšanja trajnosti kmetijskih proizvodnih sistemov ni mogoče reševati brez upoštevanja njihove medsebojne pogojenosti s širšim družbeno ekonomskim okoljem.

Visoka odvisnost obravnavanih proizvodnih sistemov od zunanjega okolja pomeni, da so tako na ravni kmetije, kot na ravni panoge zmožnosti za izboljšanje trajnosti in učinkovitosti kmetijske proizvodnje močno omejene in da je za doseg opaznejših sprememb potrebna preureditev celotnega družbeno-ekonomskega sistema. Problema visokih stroškov dela (in s tem emergije dela in storitev) ne moremo reševati z zniževanjem dohodkov in življenjskega standarda proizvajalcev, temveč z dvigom učinkovitosti družbenega sistema oziroma z izboljšanjem celotne družbene dinamike. Zmanjšanje porabe virov, dvig učinkovitosti rabe virov oziroma zmanjšanje količine odpadkov ter nižja potrošnja luksuznih dobrin bi vodili v manjšo količino potrebne emergije za vzdrževanje družbe (mreže aktivnosti znotraj nje). Posledično bi bila nižja tako emergija na prebivalca kot emergijska vrednost denarja (emergija/BDP, seJ/€). To bi znižalo emergijo dela in storitev v celotnem gospodarstvu, ob tem pa družbena blaginja ne bi upadla. Enaka količina denarja bi sicer zagotovila manjšo količino virov, vendar bi višja učinkovitost celotnega sistema omogočala, da bi bila ta količina zadostna za zagotavljanje enakega življenjskega standarda prebivalcev (Jaklič in sod., 2014).

Emergijski pristop k vrednotenju poudarja, da je delo narave, vloženo v nastanek virov, ključnega pomena za opredelitev nadomestitvenih stroškov vira in s tem njegove obnovljivosti. S tem dopolnjuje standardno antropocentrično vrednotenje, saj zagotavlja (eko-centričen) vpogled v okoljske »stroške« proizvodnje in s tem v obnovljivost virov in procesov, ki vstopajo v oziroma so del proizvodnega sistema (Ulgiati in sod., 2011). Slednje na primeru kompleksnega kmetijskega sistema jasno ponazarja tudi pričujoča naloga. Sinteza rezultatov kaže, da se emergijsko in ekonomsko vrednotenje ne izključujeta, temveč da njuna sočasna uporaba nudi informativen vpogled v delovanje heterogenih kmetijskih sistemov, tako na ravni kmetijskega gospodarstva, kot na ravni panoge.

Rezultati potrjujejo komplementarnost obeh pristopov in jasno kažejo, da dopolnitev konvencionalnega antropocentričnega vrednotenja z rezultati emergijske analize

omogoča celovitejši vpogled v delovanje kmetijskega proizvodnega sistema na več ravneh. Na podlagi opisanega potrjujemo hipotezo, da vpeljava emergijskega pristopa omogoča celovitejšo podporo odločanju, tako na ravni posameznih gospodarskih subjektov, kot tudi pri načrtovanju kmetijskih in okoljskih politik.

Zaradi narave emergijskega pristopa (ekocentrično vrednotenje, sistemski pristop) je dodano vrednost emergijske analize mogoče predvideti tudi pri aplikaciji na druge kmetijske sisteme. Pri tem največji doprinos integracije emergijskega in ekonomskega vrednotenja vidimo predvsem v širitvi polja presoje učinkov kmetijskih dejavnosti in možnosti celovitejše primerjave alternativnih odločitvenih opcij. Zaradi pristopa, ki v vrednotenje vključuje tudi primarne obnovljive naravne vire (sonce, veter, dež, zemlja), menimo, da ima emergijska analiza večjo dodano vrednost pri vrednotenju gospodarskih sistemov, ki so v neposredni povezavi z naravnim okoljem. Izhajajoč iz tega podobno velik potencial emergijskega pristopa vidimo pri vrednotenju gozdnih sistemov, ribištva, tudi živilsko pridelovalne industrije, v energetiki (biogoriva, sončne, vetrne elektrarne) ter na področju načrtovanja rabe prostora.

5.2 PREDNOSTI IN OMEJITVE RAZVITEGA PRISTOPA TER PRIPOROČILA ZA NADALJNJE DELO

5.2.1 Doprinos naloge k razvoju znanosti

Emergijske analize prireje mleka na ravni panoge v literaturi še nismo zasledili, prav tako na sistemu prireje mleka še ni bilo objavljene raziskave, ki bi poleg emergijske analize vključevala tudi ekonomsko vrednotenje. Z emergijskim ovrednotenjem raznolikih oblik sistema prireje (devet tipov kmetijskih gospodarstev) pričujoča naloga prispeva k razvoju tega pristopa. Izračun pretvorbenih koeficientov (UEV) mleka pod različnimi tehnološkimi pogoji namreč občutno razširja nabor razpoložljivih koeficientov, ki jih lahko uporabijo tudi drugi raziskovalci. Raznolik nabor koeficientov omogoča raziskovalcem izbiro najprimernejšega (to je tistega, ki se najbolj sklada z zahtevami obravnavanega sistema) in s tem potencialno prispeva k večji zanesljivosti njihove analize.

Poglavitni prispevek naloge vidimo predvsem v inovativnosti pristopa, ki združuje ekonomsko in biofizikalno vrednotenje kmetijske dejavnosti. Osrednji namen naloge je bil postaviti izhodišča in metodologijo za vpeljavo emergijskega vrednotenja v načrtovanje kmetijske proizvodnje ter raziskati smotrnost predlagane metodološke integracije. Predstavljen metodološki pristop, ki temelji na več medsebojno povezanih modulih, omogoča jasno in sistematično vrednotenje delovanja kmetijske dejavnosti z antropocentrično in ekocentrično opredeljenimi kriteriji. Z razlikami pri vrednotenju in s tem povezano komplementarnostjo pristopov, ki se kaže že na ravni kmetijskega gospodarstva, utemeljujemo odločitev o razvoju optimizacijskega modelnega orodja na

ravni panoge, ki poleg proizvodnih in ekonomskih vključuje tudi emergijske parametre. Pri tem v model vključujemo tudi omejitve, ki so vezane na interese oziroma pričakovanja odločevalcev. Sintezna obravnava rezultatov na obeh proizvodnih ravneh razkriva doprinos vpeljave emergijskih kriterijev v standardno ekonomsko vrednotenje ter s tem potrjuje smotrnost predlagane metodološke integracije.

Ker proizvodni sistem prireje mleka predstavlja kompleksnejšo obliko kmetijske dejavnosti, menimo, da je predstavljen metodološki pristop z manjšimi prilagoditvami modularnega orodja mogoče aplicirati na večino drugih kmetijskih sistemov, ob večjem obsegu potrebnih podatkov in vloženih resursov pa tudi na celotni agregat kmetijstva.

5.2.2 Omejitve raziskovalnega pristopa in priporočila za nadaljnje delo

Ključna omejitev pristopa z optimizacijskim modelnim orodjem na ravni panoge je v tem, da ne dovoljuje prehajanja resursov med kmetijskimi panogami. Ta poenostavitev, ki se odraža v ohranitvi kmetijskih zemljišč v panogi prireje mleka na ravni iz leta 2010, je rezultat dejstva, da bi prehajanje resursov lahko korektno modelirali zgolj v primeru razširitve modelnega orodja tudi na druge panoge, ki potencialno konkurirajo za iste vire. Prepričani smo, da bi taka razširitev omogočala realnejšo sliko panoge in možnosti njenega razvoja, vendar obseg zastavljenega problema močno presega domet pričujoče raziskave. Dolgoročno je mogoče pričakovati, da bo usmeritev kmetijske politike odražala močne okoljevarstvene zahteve širše javnosti, vendar bo hkrati neoliberalno naravnana (Erjavec in Erjavec, 2009). Ker model zahteva ohranitev vseh površin v panogi, ni bilo mogoče realno opredeliti strukturnih sprememb v panogi, ki bi bile posledica izrazite neoliberalne naravnosti kmetijske politike. Model (preko fiksiranja površin) namreč onemogoča izstop iz panoge, kar bi verjetno bila posledica take politike. Nadgradnja modelnega orodja v omenjeni smeri bi vsekakor izboljšala njegovo uporabno vrednost in ostaja predmet nadaljnjega dela.

Posledica fiksiranja površin na raven iz leta 2010 se odraža tudi na nekaterih drugih dobljenih rešitvah. Ne glede na kriterij optimiranja mora modelna rešitev zadostiti omenjeni omejitvi. Posledično to pomeni, da bo, tudi v primeru, ko je kriterij optimiranja izražen v absolutni meri (na primer dohodek), vrednost spremenljivke modela (v našem primeru število KMG določenega tipa) izbrana na podlagi vrednosti parametra kriterija na enoto površine (na primer dohodek na hektar). V primeru optimiranja panoge na podlagi kriterija maksimalnega dohodka, bo rešitev modela v resnici odražala strukturo panoge, ki dosega najvišji možen dohodek na enoto površine. Posledica slednjega se v modelnih rezultatih kaže tudi v identični rešitvi, ki jo dobimo pri optimiranju panoge po kriteriju najnižjih izpustov toplogrednih plinov in optimiranju po emergijskem kriteriju, ki odraža najvišjo trajnost sistema oziroma najnižjo obremenitev lokalnega okolja. Identična modelna rešitev ne napeljuje na to, da sta kriterija med seboj nadomestljiva, temveč je zgolj rezultat dejstva, da so izpusti na

enoto površine najnižji na ekoloških kmetijah, ki so hkrati tudi z biofizikalnega vidika najbolj trajnostne. Z veliko gotovostjo lahko trdimo, da bi bili v primeru fiksiranja kakšne druge spremenljivke (na primer proizvodnje), dobljeni rešitvi zelo različni ali celo diametralni.

Vrednotenje kmetijske dejavnosti v nalogi temelji na izračunu različnih kazalnikov, pri čemer so ti izraženi v absolutnih merah (na primer dohodek, proizvodnja, izpusti toplogrednih plinov, obnovljiva energija) ali kot razmerje med dvema spremenljivkama (urna postavka, delež proračunskih plačil v celotnih prihodkih, delež obnovljive energije). Nelinearnost slednjih izrazito poveča kompleksnost modela in lahko predstavlja omejujoč dejavnik pri matematičnem programiranju, ki zahteva linearno opredelitev odnosov med spremenljivkami in kriteriji modela. V enokriterijskih modelih smo ta problem zaobšli s postopkom, opisanim v poglavju 3.3.3, ki pa ne rešuje problema nelinearnosti pri ciljnem programiranju. Slednje je problematično predvsem z vidika iskanja optimalne rešitve, ki v naboru ciljev vključuje tudi emergijske kriterije. Emergijski kazalniki so namreč (brez izjeme) izraženi kot razmerje med različnimi oblikami emergijskih tokov (obnovljiva, neobnovljiva, energija materialov, delo in storitve) oziroma kot razmerje med energijo in energijsko vrednostjo proizvodnje oziroma površin v uporabi. Linearizacija ključnega emergijskega kriterija je bila mogoča zaradi fiksnih površin v modelu in posledično konstantne količine obnovljive energije. V primeru, ko bi površine predstavljale spremenljivko modela, bi bilo k razreševanju problema nelinearnosti smiselno pristopiti z uporabo delnega ciljnega optimiranja (ang. *fractional goal programming*), ki po zahtevnosti pristopa prav tako močno presega prvotno načrtani analitični okvir te raziskave.

Opozarjamo tudi na predpostavko pri pozicioniranju proizvodnih sistemov na podlagi njihovega celostnega delovanja (poglavje 4.3.2 in poglavje 4.8), kjer smo vsem socioekonomskim in emergijskim kriterijem dodelili enak pomen. Enak pomen ciljev smo predpostavili tudi pri scenarijski analizi, oziroma smo utež določili na podlagi ekspertne ocene. Zavedamo se, da je taka poenostavitev lahko omejujoča, saj ne upošteva razlik v preferencah različnih interesnih skupin. Dodeljevanje uteži posameznim kriterijem je domena participativne analize (glej na primer Hajkowitz, 2008; Munda, 2004, 2006). Uporaba slednje bi bila smotrna v primeru, da bi bilo modelno orodje v resnici uporabljeno v funkciji orodja za podporo (jasno definiranim) nosilcem odločanja. V primeru pričujoče naloge pa ocenjujemo, da vključitev participativne analize glede na namen in zastavljene raziskovalne cilje ni relevantna.

Na podlagi rezultatov lahko pritrdimo mnenju Browna in Ulgiatija (1999), da je vključevanje emergijskega vrednotenja v orodja za podporo odločanju pomembno in koristno predvsem z vidika ustvarjanja jasne slike o vlogi ekosistema pri proizvodnji dobrin in storitev. Vključevanje emergijskih kriterijev v odločitvene procese predstavlja poseg v utečene pristope k odločanju, ki so bili doslej utemeljeni izključno

antropocentrično. Tovrstna razširitev procesov odločanja zahteva korenite spremembe znotraj obstoječega vrednostnega sistema. Menimo, da slednje v danem trenutku predstavlja ključno omejitev za širšo uveljavitev koncepta emergije v podpornih orodjih pri načrtovanju (kmetijske) proizvodnje.

Dvom o uveljavitvi koncepta temelji tudi na visokih podatkovnih zahtevah predlaganega pristopa, predvsem ob upoštevanju želje po bolj usmerjenem in prilagojenem oblikovanju kmetijskih ukrepov (OECD, 2011). V primeru vzpostavitve sistema emergijskega vrednotenja na ravni celotnega agregata kmetijstva ter pomembnejših kmetijskih panog menimo, da v Sloveniji (in predvidoma v večini drugih evropskih držav), zaradi celovite narave emergijske analize večja razširitev obstoječih podatkovnih zbirk ne bi bila nujno potrebna. Uveljavitev emergijskega vrednotenja bi nadgradnjo in razširitev obstoječega sistema vodenja podatkov v kmetijstvu zahtevala šele v primeru podrobnejše, disagregirane obravnave proizvodnih sistemov. Slednje bi izrazito prispevalo k natančnosti vrednotenja ter k večji zanesljivosti rezultatov in iz njih izhajajočih zaključkov. Vendar bi bilo tovrstne razširitve potrebno presojati tudi po kriteriju stroškov in organizacijske zahtevnosti.

Nazadnje, doprinos naloge in eno od takojšnjih možnosti uporabe vidimo tudi v didaktičnem potencialu predstavljenega pristopa. Predstavitev kmetijskega sistema v obliki systemskega diagrama navkljub kompleksnosti obravnavane kmetijske dejavnosti daje intuitiven in jasen pregled nad ključnimi elementi sistema in povezav med njimi. Zaradi sistematične postavitve je predstavljeni pristop relativno enostaven za razumevanje kompleksnih proizvodnih sistemov, še posebej v smislu njihove povezanosti z (obnovljivimi in neobnovljivimi) viri. Menimo, da bi integrativen pristop z namenom vzpostavitve systemskega vpogleda in celostne obravnave gospodarskih sistemov bil lahko upravičeno prenesen v proces izobraževanja in usposabljanja strokovnjakov s področja biotehnik in resornih politik, morda pa tudi kot dopolnitev v procesih načrtovanja politik in komuniciranja le-teh z različnimi zainteresiranimi javnostmi.

6 SKLEPI

1. V nalogi smo razvili metodološki pristop za razširitev standardnega ekonomskega vrednotenja kmetijske proizvodnje z vpeljavo emergijske analize. Razviti pristop omogoča celovitejšo obravnavo heterogenih proizvodnih sistemov v kmetijstvu, saj daje vpogled v antropocentrični in ekocentrični vidik njihovega delovanja na različnih ravneh. Predlagana metodološka integracija je v nalogi uporabljena na primeru prireje mleka, vendar ocenjujemo, da je pristop z določenimi prilagoditvami mogoče prenesti tudi na druge oblike kmetijske dejavnosti.

2. Emergijska analiza na ravni panoge prireje mleka v preteklosti še ni bila uporabljena, v literaturi prav tako ni mogoče zaslediti njene integracije v optimizacijska orodja. S tega vidika utemeljujemo znanstveni prispevek doktorske disertacije.

3. Rezultati vrednotenja heterogenih proizvodnih sistemov na ravni KMG potrjujejo hipotezo, da se le-ti med seboj izrazito razlikujejo v ekonomskem in biofizikalnem delovanju. Velike in intenzivne kmetije so visoko produktivne in finančno neodvisne, zaradi visokega deleža plačljivih neobnovljivih vložkov v proizvodnjo pa je tak proizvodni sistem manj trajnosten. Ekstenzivna ekološka prireja uspešneje izkorišča neplačljive obnovljive vire, povzroča manj pritiska na lokalno okolje in je izrazito bolj trajnostna, problematična pa je z vidika nizke produktivnosti in visoke odvisnosti od proračunskih plačil. Manjša KMG s konvencionalno prirejo so z ekonomskega in biofizikalnega vidika najmanj uspešna. Neugodna je predvsem neekonomičnost tovrstne organiziranosti proizvodnje in posledično slab dohodkovni položaj proizvajalcev.

4. Z vidika celotnega nabora socioekonomskih kazalnikov je najuspešnejši visoko intenzivni tip prireje KMG7, ki mu sledi prireja na kmetijskem podjetju KMG9. Na podlagi skupine emergijskih kazalnikov najboljše delovanje izkazuje sistema ekstenzivne in intenzivne ekološke prireje KMG3 in KMG4. Integracija socioekonomskih in emergijskih kazalnikov je pokazala, da ob upoštevanju celotnega nabora kriterijev najuspešnejši proizvodni sistem predstavlja intenzivna ekološka prireja na KMG4, najnižje rangirani pa sta samooskrbna in pol-samooskrbna kmetija KMG1 oziroma KMG2.

5. Čeprav rezultati kažejo, da so velika in intenzivna KMG v splošnem uspešnejša po socioekonomskih kriterijih, to ne izključuje doseganja ugodnih rezultatov tudi po nekaterih biofizikalnih kriterijih (na primer učinkovitost rabe emergije). Enako velja za emergijsko uspešnejše ekološke proizvodne sisteme (intenzivne in ekstenzivne), ki predvsem po dohodkovnih kazalnikih dosegajo relativno ugodne rezultate.

6. Z ovrednotenjem referenčnega modela panoge v letu 2010 ter rezultati optimizacijskih modelnih orodij potrjujemo, da preureditev obstoječe strukture KMG

lahko hkrati izboljša socioekonomsko uspešnost in biofizikalno delovanje celotne panoge. Rezultati kažejo, da je to mogoče doseči tudi zgolj ob zasledovanju socioekonomskih ciljev, zlasti čim nižjih izpustov TP, čim višjega plačila na uro dela in maksimalnega dohodka panoge. Strukturne spremembe, predvidene v rezultatih optimizacijskih modelov, vključujejo zlasti preusmeritev konvencionalne v ekološko prirajo (predvsem na manjših KMG) ter nadaljnjo intenzifikacijo panoge (na srednje velikih in velikih KMG).

7. Iz rezultatov večkriterijske scenarijske analize lahko razberemo, da ima zasledovanje dveh nasprotujočih si kmetijsko-političnih paradig (proizvodno-dohodkovne in okoljsko podnebne) pričakovano različne učinke na oblikovanje panoge in njene ekonomske in biofizikalne značilnosti. Z integracijo ciljev obeh navedenih usmeritev v enotnem optimizacijskem modelu ter vključitvijo emergijskega kriterija sistemske trajnosti v nabor standardnih ekonomskih ciljev pa lahko dosežemo kompromisno rešitev, ki se odraža v uravnoteženi proizvodni strukturi in ugodnem ekonomskem in biofizikalnem delovanju panoge.

8. Sistemska obravnava kmetijske proizvodnje, ki je zajeta v emergijski analizi, nudi vpogled v njeno povezanost s širšim naravnim in gospodarskim okoljem, s čimer dodatno razkriva možnosti in omejitve pri razvoju kmetijske panoge. Visok vložek emergije dela in storitev v vse proizvodne sisteme priraje mleka (70% - 89% celotnega vložka dela) kaže na visoko odvisnost kmetijske dejavnosti od širšega družbeno-ekonomskega okolja. Slednje razkriva, da so zmožnosti za izboljšanje trajnosti kmetijske proizvodnje tako znotraj kmetijskih gospodarstev kot tudi panoge močno omejene in da bi bila za dosego opaznejših sprememb potrebna preureditev celotnega družbeno-ekonomskega sistema. Le-ta bi morala v vrednostnem sistemu zajemati tudi okoljske podporne procese gospodarskim aktivnostim in tako dodatno spodbuditi učinkovito rabo naravnih virov na globalni ravni.

7 POVZETEK (SUMMARY)

7.1 POVZETEK

Kmetijstvo predstavlja dejavnost na stičišču ekonomskega in naravnega sistema. Je očiten primer kompleksnega sistema kjer se ekonomska načela proizvodnje prepletajo z njenimi ekološkimi karakteristikami (Smith in McRae, 2000; OECD, 2001; van Zanten in sod., 2014). Čeprav podobno velja tudi za ostale gospodarske dejavnosti, je ta povezava na primeru kmetijstva izrazitejša, in zato zapostavljanje kateregakoli izmed vidikov proizvodnje še manj sprejemljivo. Odločitve v kmetijstvu morajo zato odražati ekonomsko in ekološko razumevanje procesov (Daily in sod., 2000), orodja za podporo odločanju v kmetijstvu pa temeljiti na celovitem pristopu ekonomskega vrednotenja kmetijske dejavnosti znotraj zakonov naravnega okolja v katerem deluje. Da bi zagotovili zadostne informacije za integrirano in trajnostno načrtovanje kmetijske proizvodnje, mora podpora nosilcem odločanja izhajati iz spoznanj na osnovi raznovrstnih tehnik, metod in pristopov (Patterson, 1998; Gasparatos in Scolobig, 2012).

V nalogi skušamo povezati ekonomsko (antropocentrično) in okoljsko (eko-centrično) vrednotenje izbrane kmetijske dejavnosti in s tem prispevati k celovitejši obravnavi kmetijstva ter h kakovosti odločitvenega procesa na različnih ravneh in v različnih fazah načrtovanja kmetijske proizvodnje. Slednje ponazarjamo na primeru sistema proizvodnje mleka v Sloveniji. Antropocentrični vidik delovanja tega kmetijskega sistema v nalogi opredeljujemo s socioekonomski kriteriji, eko-centrični vidik pa smo zajeli z vrednotenjem sistema po načelih emergijske analize. Emergijska analiza (Odum, 1983, 1988, 1996) je oblika okoljskega računovodstva, ki zajema biofizikalno razumevanje vrednosti. Izvira iz stališča, da je delovanje geobiosfere gonilo vseh zemeljskih procesov. S tem utemeljuje zamisel, da pravo vrednost dobrin in storitev opredeljuje naravni kapital, ki je bil vložen v njihov nastanek. Tak pristop omogoča kvantitativno opredelitev okoljskih stroškov/vrednosti tržnih in netržnih virov in s tem prispevka ekoloških procesov v proizvodnjo katerekoli dobrine ali storitve. Kot orodje za biofizikalno vrednotenje raznovrstnih sistemov je bila emergijska analiza najštevilčnejše uporabljena prav za analizo kmetijskih sistemov, vendar redko za vrednotenje prireje mleka.

Sočasna uporaba monetarnega in biofizikalnega vrednotenja ima pomembne prednosti, pri tem pa velik izziv predstavlja prav njuna integracija (Gasparatos in Scolobig, 2012; Gasparatos in sod., 2009). Metodološkega pristopa, ki bi v standardne modele za podporo odločanju vključeval tudi emergijo, v literaturi še nismo zasledili, zato je osrednji izziv pričujoče naloge postaviti izhodišča in metodologijo za vpeljavo emergijskega vrednotenja v načrtovanje kmetijske proizvodnje ter opredeliti smotnost predlagane metodološke integracije. V nalogi je na sistematičen način predstavljen

integrativen metodološki pristop, ki zajema celostno vrednotenje kmetijske dejavnosti na ravni kmetijskega gospodarstva ter na ravni panoge. Za namene naloge smo panogo prireje mleka kategorizirali v devet modelnih tipov kmetijskih gospodarstev (KMG). Te odražajo izjemno raznolikost v organiziranosti prireje mleka v Sloveniji in zajemajo manjše samooskrbne (KMG1) in pol-samooskrbne kmetije (KMG2), ekološke kmetije z različno stopnjo intenzivnosti prireje in tržne prisotnosti ter raznovrstne oblike konvencionalnih proizvodnih sistemov, ki se razlikujejo predvsem v velikosti črede, pasmi živali, obsegu obdelovalnih površin, njihovi strukturi ter v količini dokupljene krmne mešanice (KMG5 - KMG9).

Analiza kmetijskih gospodarstev je pokazala, da do opaznih razlik med kmetijami prihaja tako po njihovi socioekonomski uspešnosti kot biofizikalnem delovanju. Izrazito diametralnost je mogoče opaziti predvsem med ekološkimi in večjimi in intenzivnimi proizvodnimi sistemi s konvencionalno prirejo mleka. Velike in intenzivne kmetije so visoko produktivne in finančno neodvisne, prireja na teh KMG pa je z vidika izpustov TP na enoto proizvodnje manj obremenjujoča in je na račun ekonomij obsega tudi z biofizikalnega vidika bolj učinkovita. Kljub mnogim ekonomskim prednostim, je intenzivna proizvodnja visoko odvisna od neobnovljivih proizvodnih virov, kar se odraža v povečanem pritisku na lokalno okolje in v nizki sistemski trajnosti. V nasprotju z velikimi in intenzivnimi sistemi prireje, je proizvodnja na ekoloških kmetijah izrazito bolj trajnostna, kar je posledica boljše interakcije ekoloških sistemov z lokalnim okoljem in visokega deleža obnovljive energije v proizvodnem procesu. Ta je na ekoloških kmetijah tudi več kot trikrat višji kot na intenzivnih kmetijah. Slabša socioekonomska uspešnost manjših ekstenzivnih ekoloških proizvodnih sistemov se kažejo predvsem v nizki produktivnosti ekstenzivne prireje, posledično relativno visokih izpustih TP na enoto proizvodnje ter v finančni odvisnosti ekoloških tipov kmetij od proračunski podpor. Te pomanjkljivosti so manj izrazite pri večji in nekoliko intenzivnejši obliki ekološke prireje (KMG4), ki na podlagi ovrednotenja, ki sočasno upošteva socioekonomske in emergijske kriterije, poleg kmetijskega podjetja (KMG9) predstavlja najuspešnejši tip proizvodnega sistema. Najnižje so rangirani manjši konvencionalni tipi prireje (KMG1, KMG2 in KMG5), pri katerih je problematično predvsem slabo dohodkovno stanje proizvajalcev in s tem njihova visoka odvisnost od alternativnih virov dohodka. Prihodkih na manjših konvencionalnih kmetijah pokrivajo namreč zgolj med 74% in 82% celotnih proizvodnih stroškov (skupaj s stroški domačega dela). Slednje kaže na to, da morajo predvsem ta kmetijska gospodarstva, ki so manj konkurenčna, bolje izkoristiti priložnosti dodajanja vrednosti, ki se ponujajo z neposredno prodajo, predelavo mleka v mlečne izdelke in v prodajo v višje cenovno pozicioniranih formatih.

Na podlagi razlik, ki se kažejo med posameznimi tipi KMG, smo v nalogi preučili tudi agregirane učinke teh razlik na delovanje celotne panoge, oziroma na možnosti in omejitve njenega nadaljnjega razvoja. Izgradnja modelnega orodja in opredelitev

referenčnega modela, ki predstavlja panogo v letu 2010, je temeljila na ponovni agregaciji KMG, katerih značilnosti smo natančneje določili v predhodni analizi. Zaradi visoke zastopanosti (95%) manj uspešnih manjših KMG s konvencionalno prirejo ocenjujemo, da je izhodiščno stanje neugodno tako po kriterijih socioekonomske uspešnosti kot tudi biofizikalne trajnosti. Dobljeni rezultati nakazujejo na to, da je nadaljnja širitev teh oblik prireje ekonomsko in biofizikalno neupravičena, potencial za izboljšanje uspešnosti panoge ob prestrukturiranju pa izrazit. To ugotovitev potrjujejo tudi rezultati optimizacijskih modelov. Modelne rešitve, ki temeljijo na enokriterijskem programiranju in kot kriterij optimiranja vključujejo posamezne ekonomske in emergijske cilje, kažejo, da lahko zasledovanje socioekonomskih ciljev hkrati izboljša tudi sistemsko trajnost panoge in zmanjša pritisk na lokalno okolje. To velja za strukturo panoge, ki dosega najvišji dohodek, najvišjo povprečno urno postavko ter najnižje izpuste toplogrednih plinov (absolutno in na enoto proizvodnje). V splošnem lahko trdimo, da je take rezultate mogoče doseči s preusmeritvijo manjših KMG s konvencionalno prirejo (predvsem KMG1 in KMG2) na ekološki tip prireje.

Večkriterijsko optimiranje strukture panoge, ki temelji na ciljnem programiranju, je pokazalo, da ima zasledovanje dveh nasprotujočih si kmetijsko-političnih paradigem, po mnogih kriterijih, izrazito diametralne učinke na značilnosti panoge. Proizvodno-dohodkovna naravnost pri načrtovanju kmetijske proizvodnje, ki zasleduje nabor ekonomskih ciljev, se kaže v višjem dohodku v panogi, izboljšani produktivnosti ter posledično visoki biofizikalni učinkovitosti rabe emergije. Vendar ima panoga, ki v večji meri temelji na intenzivni prireji (> 60% proizvedejo KMG6 - KMG9) zaradi visoke odvisnosti proizvodnje od neobnovljivih virov izrazito neugodne učinke na lokalno in globalno okolje in z vidika systemske trajnosti predstavlja korak nazaj. Nasprotno, izrazito okoljsko-podnebno (trajnostno) naravnano načrtovanje kmetijske proizvodnje, v katerega vključujemo tudi emergijski kriterij, se odraža v visoki trajnosti proizvodnje, kar je rezultat manjših pritiskov proizvodnega sistema na lokalno okolje ter visoke sposobnosti koriščenja neplačljivih lokalnih virov. Velika pomanjkljivost strukture, ki je izrazito naklonjena ekološki prireji (69% proizvedejo KMG3 in KMG4), se kaže predvsem v občutno nižji produktivnosti ter v precejšnjem upadu zaposlenosti. Ob hkratnem upoštevanju ciljnih usmeritev obeh skrajnih pristopov se jasno kaže kompromis med nasprotujočimi si zahtevami. Dobljena rešitev poudarja prednosti predhodnih rešitev in zmanjšuje njune pomanjkljivosti ter opredeljuje strukturo panoge, ki na račun nižje zaposlenosti, nekoliko višjih proračunskih zahtev in manj izrazitega upada produktivnosti, dosega opazno boljše rezultate kot panoga v letu 2010. Rešitev, ki jo predstavlja širok in raznolik nabor kmetijskih gospodarstev in uravnotežena proizvodna struktura, napeljuje na to, da vključevanje systemskih kazalnikov trajnosti v proces standardnega ekonomskega optimiranja hkrati izboljšuje socioekonomsko uspešnost in biofizikalno delovanje panoge.

Pričujoča naloga predstavlja inovativen poskus integracije emergijske analize v standardni ekonomski model vrednotenja in načrtovanja kmetijske proizvodnje. Pristop omogoča umestitev kmetijskega proizvodnega sistema v širši družbeno-ekološki okvir in s tem njegovo celovitejše vrednotenje. Z nalogo potrjujemo, da se ekonomski in emergijski pristop vrednotenja ne izključujeta, temveč da njuna sočasna uporaba nudi informativen vpogled v delovanje heterogenih kmetijskih sistemov na ravni kmetijskega gospodarstva in na ravni panoge. S tem omogoča celovitejšo podporo odločanju tako posameznemu gospodarskemu subjektu kot načrtovalcem kmetijskih in okoljskih politik. Menimo, da je predstavljen metodološki pristop z manjšimi prilagoditvami modularnega orodja mogoče relativno enostavno aplicirati na večino drugih kmetijskih sistemov.

Ključna omejitev predlaganega pristopa je poenostavitev modela na način, da ta ne dovoljuje prehajanja resursov med kmetijskimi panogami. Menimo, da bi slednje lahko korektno modelirali z razširitvijo modelnega orodja na druge potencialno konkurenčne panoge, zato izboljšanje uporabne vrednosti modelnega orodja vidimo predvsem v njegovi nadgradnji v tej smeri. Potencialno nadgraditev modelnega orodja vidimo tudi v uporabi delnega ciljnega programiranja, s katerim bi v večkriterijskem modelu lahko zajeli širši nabor ciljev, ter v vključitvi participativne analize, s pomočjo katere bi lahko korektno opredelili tudi njihove uteži.

7.2 SUMMARY

Agriculture is situated at the intersection of the economic and the natural system. Evidently it is a complex system in which the economic principles of production are directly entwined with its ecological characteristics (Smith and McRae, 2000; OECD, 2001; van Zanten et al., 2014). Similar circumstances hold true for all economic activities, however in agriculture the link is even more distinctive. When considering agriculture's performance it is therefore less acceptable to disregard economic and ecological aspects. Decision-making in agriculture has to reflect an economic and ecological understanding of processes (Daily et al., 2000), whereas decision support tools have to be based on a comprehensive economic evaluation that considers the laws of the natural environment in which it operates. In order to provide sufficient information for integrated and sustainable agricultural production planning, support for decision-makers should derive from several techniques, methods and approaches.

In this dissertation we attempt to integrate an economic (anthropocentric) and an environmental (eco-centric) evaluation of a selected agricultural activity in order to contribute to a more complete perspective on agriculture and to improve the quality of decision-making processes on different scales and in various stages of agricultural planning. This is illustrated through the case of the milk production system in Slovenia. We evaluate the anthropocentric perspective on the system's performance with several socio-economic criteria, whereas the eco-centric perspective on its functioning is determined by an evaluation based on emergy analysis. Emergy analysis (Odum, 1983, 1988, 1996) is an environmental accounting approach that adopts a biophysical understanding of value. It adheres to the notion that the work of the geo-biosphere is a driving force of all global processes and supports the idea that the natural capital invested in the production of goods and services determines their real value. Such an approach quantifies environmental costs/value of market and non-market resources and therefore defines the contribution of ecological processes in the production of any good or service. As a biophysical evaluation tool emergy analysis has been applied extensively to agricultural systems, but rarely to milk production.

A contemporary use of monetary and biophysical evaluation has important benefits, however its integration remains a significant challenge (Gasparatos and Scolobig, 2012; Gasparatos et al., 2009). An approach that incorporates emergy into standard optimisation (decision-making) models has to the best of our knowledge not yet been published in scientific literature. Therefore the vital challenge of this dissertation is to set a methodological baseline for incorporation of emergy evaluation into agricultural production planning and to investigate the methodological soundness of this integration. In the dissertation we systematically define the integrated methodological approach that includes a comprehensive evaluation of agricultural activity at the farm level as well as an evaluation of the milk production sector at a national level. For the purpose of this

study, the Slovenian milk production sector was categorised into nine farm types. These reflect the diversity within the organization of dairy farming in Slovenia. They include small, subsistence oriented farms (type 1), semi-subsistence farms (type 2), organic farms with a varying degree of production intensity and market presence (types 3 and 4), and various types of conventional production systems, significantly differing in herd size, breeds, agricultural land area, proportion of arable land, and the amount of compound feed (types 5 to 9).

The analysis shows larger discrepancies in farm performance when defined by socio-economic and biophysical criteria. Significant differences can be observed mainly between organic production systems and large and intensive production systems. These are shown to perform better in different aspects. Large and intensive farms are highly productive and financially independent. In terms of emission release per unit of production the intensive production systems are less onerous on the environment, and due to economies of scale are also biophysically more efficient. Although having several economic advantages, such production systems rely heavily on non-renewable purchased resources causing increased pressure on the local environment and low system sustainability. By contrast, organic farm systems are noticeably more sustainable, due to their effective interactions with the local environment and high renewable energy inputs to the production process. The renewable input into the production of organic farms is more than three times higher than that of intensive farms. The poorer socioeconomic performance of smaller organic systems based on extensive production is due to its low productivity, high emission release per unit of production and low financial independence as a result of high reliance on public payments. These disadvantages are less pronounced for larger and slightly more intensive organic farms (type 4). Based on the evaluation, which simultaneously takes into account socio-economic and energy criteria, the intensive organic farm (type 4) also represents the most successful type of production system. Small conventional production systems (type 1, 2 and 5) are ranked the lowest. The particularly concerning factor is the low profitability of these systems, which leads to a strong dependency for the producers on alternative income sources. The revenues in small conventional farms cover between 74% and 82% of their total production costs (including the cost of domestic labour). This suggests that these less competitive farm types in particular need to make good use of several value-adding opportunities such as direct sales, milk processing and sales in higher profiting markets).

Based on dissimilarities in the performance of the individual farm types, we also explored how the aggregate effects of these differences affect functioning of the entire milk production sector, and what the constraints and possibilities are for the sector's further development. Development of a modelling tool and specification of a reference model that represents the sector in the year 2010 is based on the re-aggregation of the farms' characteristics that were identified in greater detail in the preliminary analysis.

Due to the fact that poor performing small conventional farms (characterised by unfavourable socioeconomic performance as well as low biophysical sustainability) make up the majority of the sector (95% of all FT in 2010), the sector as a whole performs poorly, and hence represents a point of reference for changes in performance. The results indicate that a further increase of these types of production is economically and biophysically unjustified, however they show that great potential for the improvement of the sector's performance exists in the sector's re-organization. Results of the optimisation models also confirm this point. The solutions of the single-criteria optimisation models that take into account several socioeconomic and emergy criteria suggest that pursuing socioeconomic goals may also improve system sustainability and lower the pressure on the local environment. Such is the case for a sector that achieves maximum income, the highest average hourly wage or the lowest greenhouse gas emissions (both in absolute terms and per unit of production). Generally, it can be argued that such results can be achieved by small farms (mainly type 1 and type 2) shifting from conventional to organic production.

Multi-criteria optimization of the sector that is based on goal programming showed that two opposing agri-political paradigms have diametrically opposed effects on the sector's characteristics. Protectionist attitudes in agricultural production planning which focus on pursuing a set of economic targets, result in higher income of the sector and improved productivity and as a result high biophysical energy use efficiency. However, a sector that is largely based on intensive production (> 60% is produced by the farm types FT6 - FT9) has harmful effects on the local and global environment and represents a step-back in system sustainability. This is due to a high dependence on non-renewable resources. Conversely, ecologically and socially sustainable oriented agricultural production planning, which also includes emergy targets, results in a highly sustainable production that originates from the system's low pressure on local environment and its high ability to exploit free local resources. A significant disadvantage of such a solution that favours organic production (69% is produced by type 3 and 4) is a considerably low productivity of the sector and a substantial decline in employment. A solution from the model that simultaneously considers the targets of both of these extreme approaches offers a compromise between their conflicting requirements. Such an integrated solution emphasises the advantages and reduces the weaknesses of the previous (extreme) solutions. It produces a sector that achieves significantly better results than the baseline scenario of the sector in 2010, albeit at the expense of lower employment, slightly higher public expenses and a less pronounced decline in productivity. A solution that is characterised by a wide and diverse range of agricultural holdings and a balanced production structure leads to the conclusion that the integration of system-based sustainability indicators into standard economic optimization models can improve socio-economic performance and biophysical functioning of the sector.

In the dissertation we present an innovative attempt to incorporate emergy analysis into standard economic evaluation models that support agricultural production planning. The approach allows an agricultural production system to be seen in a broader socio-ecological context, which enables thorough evaluation. We confirm that emergy and economic evaluation are not mutually exclusive; instead their joint application provides an informative insight into heterogeneous agricultural systems at the level of individual farms and at the level of the sector. This allows more comprehensive decision making support to an individual producer and to agricultural and environmental policy developers. We believe that with minor adjustments to the modular tool the presented methodological approach can be applied relatively easily to most other agricultural systems.

A key limitation of the proposed approach is that the model is simplified in such manner that does not allow reallocation of resources between agricultural sectors. We believe that the shortcomings of this simplification can be properly avoided by extending the modelling tool to include other potentially competitive sectors. The development in this direction would improve the applicative value of the modelling tool. Furthermore, we see potential for improvements both in applying fractional goal programming, which would allow incorporation of a wider range of objectives, and in participatory analysis, allowing a proper definition of the objectives' weighting factors.

8 VIRI

- Agostinho F., Diniz G., Siche R., Ortega E. 2008. The use of emergy assessment and the Geographical Information System in the diagnosis of small family farms in Brazil. *Ecological Modelling*, 210, 1–2: 37-57
- Agostinho F., Almeida C. M. V. B., Bonilla S. H., Sacomano J. B., Giannetti B. F. 2013. Urban solid waste plant treatment in Brazil: Is there a net emergy yield on the recovered materials? *Resources, Conservation and Recycling*, 73: 143-155
- AGRI-FACTS. 2007. Using 1,000 Kernel Weight for Calculating Seeding Rates and Harvest Losses. AGRI-FACTS practical information for Alberta's Agricultural industry: 5 str.
[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex81/\\$file/100_22-1.pdf?OpenElement](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex81/$file/100_22-1.pdf?OpenElement) (5. nov. 2012)
- Alfaro-Arguello R., Diemont S. A. W., Ferguson B. G., Martin J. F., Nahed-Toral J., Álvarez-Solís J. D., Ruíz R. P. 2010. Steps toward sustainable ranching: An emergy evaluation of conventional and holistic management in Chiapas, Mexico. *Agricultural Systems*, 103: 639-646
- Anthropocentric vs Non-Anthropocentric Environmental Ethics. 2007. Open Course Ware. Capilano University.
<http://ocw.capilanou.ca/philosophy/phil-208-environmental-ethics/non-anthropocentric.htm> (28. avg. 2014)
- Aronson D. 1996. Overview of system thinking. Thinking Page.
http://www.thinking.net/Systems_Thinking/OverviewSTarticle.pdf (12. sep. 2014)
- ARSO. 2002. Tla. V: Poročilo o stanju okolja 2002. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje: 17 str.
<http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/tla.pdf> (25. sept. 2012).
- ARSO. Podnebje.
<http://www.meteo.si/met/sl/climate/> (25. sept. 2012)
- Ayres R., Kneese A. 1969. Production, consumption, and externalities. *American Economic Review*, 59: 282-297
- Ayres R. U., van den Bergh J. C., Gowdy J. M. 1998. Viewpoint: Weak versus strong sustainability. Discussion Paper #98-103/3. Rotterdam, Tinbergen Institute.
<http://www.tinbergen.nl/discussionpapers/98103.pdf> (10. sep. 2014)
- Ayres R. U. 2004. Thermodynamics and Economics, Overview. *Encyclopedia of Energy*, 6: 91-97
- Bailleul P. J., Rivest J., Dubeau F., Pomar C. 2001. Reducing nitrogen excretion in pigs by modifying the traditional least-cost formulation algorithm. *Livestock Production Science*, 72: 199-211

- Bakshi B. R., 2002. A thermodynamic framework for ecologically conscious process systems engineering. *Computers & Chemical Engineering*, 24, 2–7: 1767-1773
- Baldock D., Dwyer J., Sumpsi Vinas J. M. 2002. Environmental integration and the CAP. A report to the European Commission, DG Agriculture. Institute for European Environmental Policy (IEEP): 113.str.
http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/ieep_en.pdf (18. sep. 2014)
- Bastianoni S., Marchettini N. 2000. The problem of co-production in environmental accounting by emergy analysis. *Ecological Modelling*, 129: 187-193
- Bastianoni S., Coppola F., Tiezzi E., Colacevich A., Borghini F., Focardi S. 2008. Biofuel potential production from the Orbetello lagoon macroalgae: A comparison with sunflower feedstock. *Biomass and Bioenergy*, 32, 7: 619-628
- Bastianoni S., Morandi F., Flaminio T., Pulselli R. M., Tiezzi E. B. P. 2011. Emergy and emergy algebra explained by means of ingenuous set theory. *Ecological Modelling*, 222, 16: 2903-2907
- Bawden R. 1991. Systems thinking and practice in agriculture. *Journal of Dairy Science* 74: 2362-73
- Berentsen P. B. M., Giesen G. W. J. 1995. An Environmental-Economic model at farm level to Analyse Institutional and Technical Change in Dairy farming. *Agricultural Systems*, 49, 2: 153-175
- Boyden S. 1987. *Western Civilization in Biological Perspective: Patterns in Biohistory*. New York, Oxford University Press: 370 str.
- Boulding K. E. 1956. Some Contributions of Economics to the General Theory of Value. *Philosophy of Science*, 23, 1: 1-14
- Boulding K. E. 1966. The economics of the coming spaceship earth. V: *Environmental Quality in a Growing Economy*. Jarret. H. (ed.). Baltimore, John Hopkind University Press: 3-14
- Brandt-Williams S. L., 2002. Handbook of emergy evaluation: a compendium of data for emergy computation. Issued in a Series of Folios. Folio # 4-Emergy of Florida Agriculture. Gainesville, University of Florida, Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences: 40 str.
<http://emergysystems.org/folios.php> (10. april 2011)
- Breen J. P., Hennessy T. C., Thorne F. S. 2005. The effect of decoupling on the decisions to produce: An Irish case study. *Food Policy*, 30: 129-144
- Brown M. T., Odum H. T., Murphy R. C., Christianson R. A., Doherty S. J., McClanahan T. R., Tennenbaum S. E. 1995. V: *Maximum Power. The Ideas and Applications of H.T. Odum*. Hall C.A.S. (ed.). Niwot, University Press of Colorado: 393 str.
- Brown M. T., Herendeen R. A. 1996. Embodied energy and EMERGY analysis: a comparative view. *Ecological Economics*, 19: 219–235

- Brown M. T., Ulgiati S. 1997. Emergy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. *Ecological Engineering*, 9: 51–69
- Brown M. T., Ulgiati S. 1999. Emergy evaluation of the biosphere and natural capital. *AMBIO*, 28, 6: 486–493
- Brown M. T., Ulgiati S. 2004a. Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Economics*, 178, 1-2: 201-213
- Brown M. T., Ulgiati S. 2004b. Emergy analysis and environmental accounting. *Encyclopedia Energy*, 2: 329-354
- Brown M. T., Martínez A., Uche J. 2010. Emergy analysis applied to the estimation of the recovery of costs for water services under the European Water Framework Directive. *Ecological Modelling*, 221,17: 2123-2132
- Brown M. T., Ulgiati S. 2010. Updated evaluation of exergy and emergy driving the geobiosphere: A review and refinement of the emergy baseline. *Ecological Modelling*, 221, 20: 2501-2508
- Brown M. T., Protano G., Ulgiati S. 2011. Assessing geobiosphere work of generating global reserves of coal, crude oil and natural gas. *Ecological Modelling*, 222, 3: 879-887
- Brown M. T., Ulgiati S. 2011. Understanding the global economic crisis: A biophysical perspective. *Ecological Modelling*, 223, 1: 4-13
- Buysee J., Huylenbroeck G. V., Lauwers L. 2007. Normative, positive and econometric mathematical programming as tools for incorporation of multifunctionality in agricultural policy modelling. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120, 1:70-81
- Calker K. J. V., Berentsen P. B. M., de Boer I. M. J, Giesen G. W. J., Huirne R. B. M. 2004. An LP model to analyse the economic and ecological sustainability on Dutch dairy farms: Model presentation and application for experimental farm. *Agricultural Systems*, 82, 2:139-160
- Castellini C., Bastianoni S., Granai C., Dal Bosco A., Brunetti M. 2006. Sustainability of poultry production using the emergy approach: Comparison of conventional and organic rearing systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114: 343-350
- Cavalett O., de Queiroz J. F., Ortega E. 2006. Emergy assessment of integrated production systems of grains, pig and fish in small farms in the South Brazil. *Ecological Modelling*, 193, 3–4: 205-224

- Cenik zakupnin za kmetijska zemljišča za leto 2010. 2009. Ljubljana, Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije.
http://www.s-kzg.si/static/uploaded/htmlarea/cenik_zakupnin_2010.pdf (10. april 2013)
- CEP. National Environmental Accounting Database. Gainesville, University of Florida, Center for Environmental Policy
<http://www.cep.ees.ufl.edu/nead/> (20. jan. 2013)
- Chen G. Q., Jiang M. M., Chen B., Yang Z. F., Lin C. 2006. Emergy analysis of Chinese agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115, 1-4: 161-173
- Christie M., Hanley N., Warren J., Murphy K., Wright R., Hyde T. 2006. Valuing the diversity of biodiversity. *Ecological Economics*, 58, 2: 304-317
- Cleveland C. J. 1999. Biophysical Economics: From Physiocracy to Ecological Economics and Industrial Ecology. V: *Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*. Gowdy J., Mayumi K. (eds.). Cheltenham, Edward Elgar Publishing: 125-154
- Cleveland C. J., Kaufmann R. K., Stern D. I. 2000. Aggregation and the role of energy in the economy. *Ecological Economics*, 32, 2: 301-317
- Conway G. R. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24, 2: 95-117
- Cook E. 1976. *Man, Energy, Society*. San Francisco, W.H. Freeman & Company: 478 str.
- Costanza R., Cleveland C., Perrings C. 1997. The Development of an Ecological Economics. Slideshare.
http://www.slideshare.net/Introsust/development-of-ecological-economics-constanza-1997?utm_source=slideshow02&utm_medium=ssemail&utm_campaign=share_slideshow_loggedout (28. avg. 2014)
- Cottrell W. F. 1955. *Energy and Society*. New York, McGraw-Hill: 330 str.
- Cunder T., Rednak M., Zagorc B. 2007. Metodologija za izdelavo registra kmetij in modelni izračun višine izravnalnih plačil za OMD. Poročilo o delu. Ljubljana, Kmetijski Inštitut Slovenije: 61.str.
- Daily G. C., Söderqvist T., Aniyar S., Arrow K., Dasgupta P., Ehrlich P. R., Folke C., Jansson A., Jansson B., Kautsky N., Levin S., Lubchenco J., Maler K. G., Simpson D., Starrett D., Tilman D., Walker B. 2010. The value of nature and the nature of value. *Science*, 289: 395-396
- Daly H. E. 1977. *A Steady-State Economics: The Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*. San Francisco, W. H. Freeman and Company: 185 str.

- Davies L. 2014. Why are theories of value important. The science of Political Economy (online course). Henry George Institute.
<http://www.politiceconomy.org/value.htm> (28. avg. 2014)
- de Barros I., Blazy J. M., Rodrigues G. S., Tournabize R., Cinna J. P. 2009. Emergy evaluation and economic performance of banana cropping systems in Guadeloupe (French West Indies). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129, 4: 437-449
- Demirel Y. 2012. *Green Energy and Technology*. London, Springer-Verlag London Limited: 504 str.
- Dong X., Ulgiati S., Yan M., Zhang X., Gao W. 2008: Energy and eMerger evaluation of bioethanol production from wheat in Henan Province, China. *Energy Policy*, 36, 10: 3882-3892
- Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M. 2012. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*, 7: 1028-1043
- EC. 2010. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The CAP towards 2020: Meeting the food, natural resources and territorial challenges of the future. European Commission: 15 str.
http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/communication/com2010-672_en.pdf (18. sep. 2014)
- EC. 2011. Uredba Evropskega Parlamenta in Sveta o podpori za razvoj podeželja iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja (EKSRP): 137 str.
http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/legal-proposals/com627/627_sl.pdf (26. sep. 2014)
- EMEP/EEA. 2009. Air pollutant emission inventory guidebook. European Environment Agency.
<http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5> (12. apr. 2013)
- Emergy Society
<http://www.emergysociety.org> (20. avg. 2014)
- Emergy Database
<http://emergydatabase.org> (20. avg. 2014)
- Encyclopedia Britannica. Calorie.
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/90141/calorie> (14. okt. 2014)
- EPA-SAB. 2009. Valuing the protection of ecological systems and services. A report of EPA science advisory board. US Environmental Protection Agency :138 str.
[http://yosemite.epa.gov/sab/CSABPRODUCT.NSF/F3DB1F5C6EF90EE1852575C500589157/\\$File/EPA-SAB-09-012-unsigned.pdf](http://yosemite.epa.gov/sab/CSABPRODUCT.NSF/F3DB1F5C6EF90EE1852575C500589157/$File/EPA-SAB-09-012-unsigned.pdf) (10. sept. 2014)

- Erjavec K., Erjavec E. 2009. Changing EU agricultural policy discourses? The discourse analysis of Commissioner's speeches 2000–2007. *Food Policy*, 34, 2: 218-226
- Feibleman J. K. 1954. Theory of integrative levels. *British Journal for the Philosophy of Science* 5, 17: 59-66
- Ferguson E. L., Darmon N., Fahmida U., Fitriyanti S., Harper T. B., Premachandra I. M. 2006. Design of Optimal Food-Based Complementary Feeding Recommendations and Identification of Key »Problem Nutrients« Using Goal Programming. *The Journal of Nutrition*, 136, 9: 2399-2404
- Flichman G., Allen T. 2012. Bio-economic modeling: State-of-the-art and key priorities. CGIAR, Research Program on Policies, Institutions and Markets.
http://www.pim.cgiar.org/files/2013/12/FlichmanThomas_BioEconModeling_Final.pdf (12. sep. 2014)
- Franzese P. P., Rydberg T., Russo G. F., Ulgiati S. 2009. Sustainable biomass production: A comparison between Gross Energy Requirement and Emergy Synthesis Methods. *Ecological Indicators*, 9: 959-970
- Funtowicz S., Ravetz J. 1994. Emergent complex systems. *Futures*, 26: 568-582
- Gasparatos A., El-Haram M., Horner M. 2009. The argument against a reductionist approach for measuring sustainable development performance and the need for methodological pluralism. *Accounting Forum*, 33, 3: 245-256
- Gasparatos A., Scolobig A. 2012. Choosing the most appropriate sustainability assessment tool. *Ecological Economics*, 80: 1-7
- GENI. Geothermal energy in Europe.
<http://www.geni.org/globalenergy/library/renewable-energy-resources/world/europe/geo-europe/indexbig.shtml> (5. mar. 2013)
- Georgescu-Roegen N. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press: 457 str.
- Georgescu-Roegen N. 1979. Energy analysis and economic valuation. *Southern Economic Journal*, 45: 1023-1058
- Ghisellini P., Zucaro A., Viglia S., Ulgiati S. 2014. Monitoring and evaluating the sustainability of Italian agricultural system. An emergy decomposition analysis. *Ecological Modelling*, 271: 132-148
- Giannetti B. F., Almeida C. M. V. B., Bonilla S. H. 2010. Comparing emergy accounting with well-known sustainability metrics: The case of Southern Cone Common Market, Mercosur. *Energy Policy*, 38, 7: 3518-3526
- Giasson E., Bryantb R. B., Billsc N. L. 2003. Environmental and Economic Optimisation of Dairy Manure Management. A mathematical programming Approach. *Agronomy Journal*, 94: 757-766

- Godfray H., Charles J., Beddington J. R., Crute I. R., Haddad L., Lawrence D., Muir J. F., Pretty J., Robinson S., Thomas S. M., Toulmin C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 Billion people. *Science*, 327: 812-818
- Gomez - Limon J. A., Arriaza M., Riesgo L. 2003. An MCDM analysis of agricultural risk aversion. *European Journal of Operational Research*, 151: 569-585
- Gomiero T., Giampietro M., Mayumi K. 2006. Facing complexity on agroecosystems: a new approach to farming system analysis. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 5: 116–144
- Haas G., Wetterich F., Kopke U. 2001. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83: 43–53
- Hajkowicz S. A. 2008. Supporting multi-stakeholder environmental decisions. *Journal of Environmental Management*, 88: 607–614
- Hall C., Cleveland C., Kaufmann R. 2008. Value theory. *The Encyclopedia of Earth*. <http://www.eoearth.org/view/article/156825> (28. avg. 2014)
- Hammond G. 2007. Energy and sustainability an a complex world: Reflections on the ideas of Howard T. Odum. *International Journal of Energy Research*, 31, 12: 1105-1139
- Hammond G., Winnet A. 2007. Interdisciplinary perspective on environmental appraisal and valuation techniques. *Waste and Resources Management*, 159, 3: 117-130
- Hardin G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science*, 162: 1243–1248
- Harper F. A. 1979. *The Writings of F. A. Harper, Volume 2: Shorter Essays*. Menlo Park, Institute for Humane Studies Inc.: 609 str. http://mises.org/books/writings_of_harper2.pdf (2. sep. 2014)
- Hau J. L., Bakshi B. R. 2004. Promise and Problems and Emergy Analysis. *Ecological Modelling*, 178, 1-2: 215-225
- Herendeen R. A. 2004. Energy analysis and EMERGY analysis — a comparison. *Ecological Modelling*, 178, 1–2: 227-237
- Hornborg A. 1998. Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory and ecological economics. *Ecological Economics*, 25: 127–136
- Hu Q. H., Zhang L. X., Wang C. B. 2012. Emergy-based analysis of two chicken farming systems: a perception of organic production model in China. *Procedia Environmental Sciences*, 13: 445-454
- Hubbert M. K. 1956. Nuclear energy and the fossil fuels. American Petroleum Institute: 36 str. <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf> (2. sep. 2014)

- Hubbert M. K. 1962. Energy Resources. A Report to the Committee on Natural Resources, National Academy of Sciences, Government Printing Office: 141 str.
<http://www.hubbertpeak.com/hubbert/energyresources.pdf> (2. sep. 2014)
- IFIAS. 1974. Energy analysis Workshop on methodology and convention. Report no. 6. Stockholm, International Federation of Institutes for Advanced Study: 89 str.
- Ikerd J. E. 1993. The need for a systems approach to sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 46, 1-4: 147-160
- INRAN. 2012. National Institute of Research in Food and Nutrition: nutritional tables.
<http://www.inran.it/646/tabelle%20di%20composizione%20degli%20alimenti.html> (30. Sept.2012).
- Integrating environmental concerns into the CAP. 2014. Evropska komisija.
http://ec.europa.eu/agriculture/envir/cap/index_en.htm (18. sep. 2014)
- Jaklič T., Juvančič L., Kavčič S., Debeljak M. 2014. Complementarity of socio-economic and energy evaluation of agricultural production systems: The case of Slovenian dairy sector. *Ecological Economics*, 107: 469-481
- Janssen S., Ittersum M.K. 2007. Assessing farm innovations and responses to policies: A review of bio-economic farm models. *Agricultural Systems*, 94, 3: 622-636
- Jones D., Tamiz M. 2010. Practical goal programming. International Series in Operations research and Management Science. New York, Springer Science + Business Media: 170 str.
- Jordan C. F. 2013. An Ecosystem Approach to Sustainable Agriculture: Energy Use Efficiency in the American South. *Environmental Challenges and Solutions*, 1. New York, Springer Science + Business Media: 280 str.
- Jørgensen S.E., Bendoricchio G. 2001. Fundamentals of ecological modelling. 3rd ed. Oxford, Elsevier: 544 str.
- Juvančič L. 2002. Model odločanja o zaposlovanju na kmečkih gospodarstvih v Sloveniji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 130 str.
- Kettani O., Aouni B., Matel J.M. 2004. The double role of the weight factor in the goal programming model. *Computers and Operations Research*, 31: 1833-1845
- KGZS. 2008. Katalog stroškov kmetijske in gozdarske mehanizacije 2008. Slovenj Gradec, Kmetijska založba.
http://www.s-k.si/datoteke/Katalog_stroskov_2008_stisnjen.pdf (18. jan. 2012)
- KGZS. 2011. Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah v Sloveniji. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 267 str.
- Kirn A. 2008. Entropija, okolje in ekonomska rast. *Teorija in praksa*, 45, 5: 433-458
- KIS. 2011a. Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva in gozdarstva v letu 2010. Pregled po kmetijskih trgih. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
<http://arhiv.kis.si/pls/kis/!kis.web?m=36&j=SI> (17. sep. 2012)

- KIS. 2011b. Modelne kalkulacije: Analitična kalkulacija- živinoreja 2010. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
<http://www.kis.si/pls/kis/!kis.web?m=177&j=SI#nav> (13. jan. 2012)
- KIS. 2012. Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva in gozdarstva v letu 2011. Pregled po kmetijskih trgih. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
<http://arhiv.kis.si/pls/kis/!kis.web?m=36&j=SI> (17. sept. 2012)
- Komac B., Zorn M. 2005. Soil erosion on agricultural land in Slovenia - Measurements of rill erosion in the Besnica valley. *Acta geographica Slovenica*, 45: 53-86
- Kropff M. J., Bouma J., Jones J. W. 2001. Systems approaches for the design of sustainable agro-ecosystems. *Agricultural Systems*, 70: 369-393
- La Rosa A. D., Siracusa G., Cavallaro R. 2008. Emergy evaluation of Sicilian red orange production. A comparison between organic and conventional farming. *Journal of Cleaner Production*, 16, 17: 1907-1914
- Lefroy E., Rydberg T. 2003. Emergy evaluation of three cropping systems in southwestern Australia. *Ecological Modelling*, 161: 193-209
- Li Q., Yan Q. 2012. Assessing the health of agricultural land with emergy analysis and fuzzy logic in the major grain-producing region. *CATENA*, 99: 9-17
- Lotka A. J. 1922. A contribution to the energetics of evolution. *Proceedings of the National Academy of Science*, 8: 140-155
- Lotka A. J. 1925. *Elements of Physical Biology*. Baltimore, Williams and Wilkins: 460 str.
<https://archive.org/stream/elementsofphysic017171mbp#page/n488/mode/1up>
(12. sep. 2014)
- Lu H. F., Kang W. L., Campbell D. E., Ren H., Tan Y. W., Feng R. X., Luo J. T., Chen F. P. 2009. Emergy and economic evaluations of four fruit production systems on reclaimed wetlands surrounding the Pearl River Estuary, China. *Ecological Engineering*, 35, 12: 1743-175
- Lu H. F., Baib Y., Rena H., Campbell D. E. 2010. Integrated emergy, energy and economic evaluation of rice and vegetable production systems in alluvial paddy fields: Implications for agricultural policy in China. *Journal of Environmental Management*, 91, 12: 2727-2735
- MacGregor R. J., McRae T. 2000. Driving forces affecting the Environmental Sustainability of Agriculture. V: *Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri Environmental Indicator Project. A Summary*. McRae T., Smith C.A.S., Gregorich L.J. (eds.). Agriculture and Agri-Food Canada: 3
- Malthus T. R. 1798. *An Essay on the Principle of Population*. London, J. Johnson: 126 str. <http://www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf> (28. avg. 2014).

- Martel J. M., Aouni B. 1998. Diverse imprecise Goal programming Model Formulations. *Journal of Global Optimisation*, 12: 127-138
- Martin J. F., Diemont S. A. W., Powell E., Stanton M., Levy-Tache S. 2006. Emergy evaluation of the performance and sustainability of three agricultural systems with different scales and management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115: 128-140
- Mayumi K., Gowdi J. M. (eds.). 1999. *Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing: 368 str.
- Meadows D. H. 2008. *Thinking in systems: a primer*. Wright D. (ed.). Chelsea, Green Publishing Company: 240 str.
- Mill J. S. 1848. *Principles of Political Economy with some of their Applications to Social Philosophy*. London, John W. Parker.
https://ebooks.adelaide.edu.au/m/mill/john_stuart/m645p/book5.11.html (12. avg. 2014)
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human well-being: Synthesis*. Washington, DC, Island Press: 160 str.
- Morandi F., Campbell D. E., Bastianoni S. 2014. Set theory applied to uniquely define the inputs to territorial systems in emergy analyses. *Ecological Modelling*, 271, 10: 149-157
- Munda G. 2004. Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences. *European Journal of Operational Research*, 158: 662-677
- Munda G. 2006. A NAIADE based approach for sustainability benchmarking. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 6: 65-78
- Neumayer E. 2003. *Weak versus strong sustainability: Exploring the limits of two opposing paradigms*. 2nd ed. Cheltenham, Edward Elgar Publishing: 271 str.
- Odum H. T. 1971. *Environment, Power and Society*. New York, Wiley- Interscience: 331 str.
- Odum H. T. 1973. Energy, Ecology and Economics. *Ambio*, 2: 220-227
- Odum H. T. 1976. Energy quality and carrying capacity of the earth. Response at Prize Ceremony Institute de la Vie Paris. *Tropical Ecology*, 16, 1: 1-8
- Odum H. T. 1977. Energy analysis, energy quality and environment. V: *Energy Analysis: A New Public Policy Tool*. Gilliland, M. W. (ed.). American Association for the Advancement of Science, Selected Symposium No. 9. Washington DC, Westview Press: 55-87
- Odum H. T. 1983. *Systems Ecology: An Introduction*. New York, John Wiley: 644 str.
- Odum H. T. 1988. Self-organization, transformity, and information. *Science*, 242: 1132-1139

- Odum H. T. 1996. Environmental accounting. Energy and environmental decision making. New York, John Wiley & Sons, 370 str.
- Odum H. T. 2000. Emergy of Global Processes. Folio #2: Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios. Gainesville, University of Florida, Center for Environmental Policy: 28 str.
<http://www.emergysystems.org/folios.php> (12. sep. 2014)
- OECD. 2000. Environmental Indicators for Agriculture. Methods and Results. Executive Summary 2001. OECD Publishing: 53 str.
<http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/1916629.pdf> (18. sep. 2014)
- OECD. 2011. Evaluation of Agricultural Policy Reforms in the European Union. OECD Publishing: 184 str.
<http://www.oecd.org/tad/events/Session%20a%20Issues%20Note-Tangermann.pdf> (10.12.2014)
- OECD/FAO. 2012. OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021. OECD Publishing and FAO: 286 str.
http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-en (6. jun. 2013)
- Ohe Y. 2011. Evaluating internalization of multifunctionality by farm diversification: Evidence from educational dairy farms in Japan. Journal of Environmental Management, 92: 886-891
- Ortega E., Anami M., Diniz G. 2003. Certification of food products using emegy analysis. V: Proceedings of 3rd International Biennial Workshop Advances in Energy Studies. Ulgiati S., Brown M., Giampietro M., Herendeen R., Mayumi K. (eds.), Porto Venere, Italy, 24.- 28. september, 2002. Padova, Servizi Grafici Editoriali: 227-237
<http://www.unicamp.br/fea/ortega/soja/artigo-Italia-2002.pdf> (12. nov. 2014)
- Ortega E., Cavalett O., Bonifácio R., Watanabe M. 2005. Brazilian soybean production: emergy analysis with an expanded scope. Bulletin of Science, Technology & Society, 25, 4: 323-334
- Oxford dictionary. Utilitarianism.
<http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/utilitarianism> (10. sep. 2014)
- Pannell D. J., Schilizzi S. 1999. Sustainable agriculture: a question of ecology, equity, economic efficiency or expedience? Journal of Sustainable Agriculture, 13: 57-66
- Patrizi N., Pulselli F. M., Morandi F., Bastianoni S. 2014. Evaluation of the emergy investment needed for bioethanol production in a biorefinery using residual resources and energy. Journal of Cleaner Production, DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.03.079 (v tisku)

- Patterson M. 1998. Commensuration and theories of value in ecological economics. *Ecological Economics*, 25, 1: 105-125
- Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil. 2010. Ur. l. RS, št. 71/10
- Ragsdale C. T. 2007. *Spreadsheet Modeling & Decision Analysis. A practical Introduction to Management Science*. Mason, South-Western Cengage Learning: 774 str.
- Rant Z. 2001. *Termodinamika. Knjiga za uk in prakso*. Ljubljana, Fakulteta za strojništvo: 604 str.
- Raugei M., Rugani B., Benetto E., Ingwersen W. W. 2014. Integrating emergy into LCA: Potential added value and lingering obstacles. *Ecological Modelling*, 271: 4-9
- Rehman T., Romero C. 1984. Multiple-criteria decision-making techniques and their role in livestock ration formulation. *Agricultural Systems*, 15, 1: 23-49
- Rehman T., Romero C. 1987. Goal Programming with penalty functions and livestock ration formulation. *Agricultural Systems*, 23, 2: 117-132
- Renting H., Rossing W. A. H., Groot J. C. J., Van der Ploeg J. D., Laurent C., Perraud D., Stobbelaar D. J., Van Ittersum M. K. 2009. Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of Environmental Management*, 90: 112-123
- Rescher N. 1969. *Introduction to Value Theory*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall: 199 str.
- Resolucija o strateških usmeritvah razvoja slovenskega kmetijstva do leta 2020 - »Zagotovimo si hrano za jutri«. 2011. Ur. l. RS, št. 25/11
- Ricardo D. 1817. *On the Principles of Political Economy and Taxation*. London, John Murray: 589 str.
- Richards M. 2003. The Neolithic Invasion of Europe. *Annual Review of Anthropology*, 32: 135-162
- Romero C., Rehman T. 2003. *Multiple criteria analysis for agricultural decisions*. 2nd ed. Amsterdam, Elsevier: 186 str.
- Røpke I. 2004. The early history of modern ecological economics. *Ecological Economics*, 50, 3-4: 293-314
- Røpke I. 2005. Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. *Ecological Economics*, 55, 2: 262-290
- Rótoló G. C., Rydberg T., Lieblein G., Francis C. 2007. Emergy evaluation of grazing cattle in Argentina's Pampas. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 119: 383-395

- Russel B. 1946. History of Western Philosophy and its connection with political and social circumstances from the earliest times to the present day. London, G. Allen and Unwin: 916 str.
- Rydberg T., Haden A. C. 2006. Emergy evaluations of Denmark and Danish agriculture: Assessing the influence of changing resource availability on the organization of agriculture and society. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 117: 145-158
- Samuelson P. A., Nordhaus W. D. 1998. Economics. 16th ed. Boston, McGraw-Hill International editions: 781 str.
- Schmitt G. 1991. Why is the agriculture of advanced Western economies still organised by family farms? Will this continue to be so in the future? *European Review of Agricultural Economics*, 18, 3: 443-456
- Sciubba E., Ulgiati S. 2005. Emergy and exergy analyses: Complementary methods or irreducible ideological options? *Energy*, 30, 10: 1953-1988
- Shrestha S., Hannessey T., Hynes S. 2007. The effect of decoupling on farming in Ireland: A regional analysis. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 46: 1-13
- Smith A. 1776. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. London, W. Strahan and T. Cadell.
<http://www.gutenberg.org/files/3300/3300-h/3300-h.htm> (19. avg. 2014)
- Smith C. A. S., McRae T. 2000. Understanding and Assessing the Environmental Sustainability of Agriculture. V: Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri Environmental Indicator Project. A Summary. McRae, T., Smith, C.A.S., Gregorich L.J. (eds.). Ottawa, Agriculture and Agri-Food Canada: 2
- Specchiulli A., Focardi S., Renzi M., Scirocco T., Cilenti L., Breber P., Bastianoni S. 2008. Environmental heterogeneity patterns and assessment of trophic levels in two Mediterranean lagoons: Orbetello and Varano, Italy. *Science of The Total Environment*, 402, 2-3: 285-298
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., de Haan C. 2006. Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options. Rome, FAO.
<http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM> (2. apr. 2013)
- SURS. Podatkovni portal SI-STAT.
<http://pxweb.stat.si/pxweb/dialog/statfile2.asp> (10. avg. 2013)
- Swinton S. M., Lupi F., Robertson G. P., Hamilton S. K. 2007. Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecological Economics*, 64, 2: 245-252

- Sweeney S., Cohen M., King D., Brown M. T. 2007. Creation of a global emergy database for standardized national emergy synthesis. V: *Emergy synthesis 4: Theory and Applications of the Emergy Methodology*. Brown M. T., Cambell D., Comar V., Haung S. L., Rydberg T., Ulgiati S. (eds.). Gainesville, University of Florida, Center for Environmental Policy: 23.1–23.18
- Tao J., Fu M., Zheng X., Zhang J., Zhang D. 2013. Provincial level-based emergy evaluation of crop production system and development modes in China. *Ecological Indicators*, 29: 325–338
- TEEB. 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Kumar P. (ed.). London, Washington DC, Earthscan: 410 str.
- Tilley D. R., Brown M. T. 2006. Dynamic emergy accounting for assessing the environmental benefits of subtropical wetland stormwater management system. *Ecological Modelling*, 192, 3–4: 327–361
- Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B. L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 50: 20260–20264.
<http://www.pnas.org/content/early/2011/11/16/1116437108.full.pdf+html> (10. jun. 2013)
- Tiwari D. N., Loof R., Paudyan G. N. 1999. Environmental-economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. *Agricultural Systems*, 60, 2: 99–112
- Tow P., Cooper I., Partridge Birch C., Harrington L. 2011. *Principles of a Systems Approach to Agriculture: Some Definitions and Concepts*. V: *Rainfed Farming Systems*. Tow P., Cooper I., Partridge I., Birch C. (eds.). New York, Springer Science + Business Media: 3–43
- Ulgiati S., Brown M. T. 1998. Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystems. *Ecological Modelling*, 108: 23–26
- Ulgiati S., Brown M. T., Zucaro A., Franzese P.P. 2011. Shared wealth or nobody's land? The worth of natural capital and ecosystem services. *Ecological Economics*, 70: 778–787
- Ulgiati S., Brown M. T. 2014. Labour and services as information carriers in Emergy-LCA accounting. *Journal of Environmental Accounting and Management*, 2: 160–167
- van den Bergh J. C. 2001. Ecological Economics: themes, approaches, and differences with environmental economics. *Regional Environmental Change*, 2: 13–23
- van der Werf H. M. G., Kanyarushoki C., Corson M. S. 2009. An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 90: 3643–3652

- van Mil H. G. J, Foegeding E. A., Windhab E. J., Perrot N., van der Linden E. 2014. A complex system approach to address world challenges in food and agriculture. *Trends in Food Science & Technology*, 40, 1: 20-32
- van Zanten B. T., Verburg P. H., Espinosa M., Gomez-y-Paloma S., Galimberti G., Kantelhardt J., Kapfer M., Lefebvre M., Manrique R., Piorr A., Raggi M., Schaller L., Targetti S., Zasada I., Viaggi D. 2014. European agricultural landscapes, common agricultural policy and ecosystem services: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 2: 309-325
- Verbič J., Perpar T., Jeretina J. 2012. Presoja ukrepov programa razvoja podeželja z vidika učinka na izpuste toplogrednih plinov. V: Zbornik izvlečkov predavanj 21. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali, Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 8.- 9. november 2012. Murska Sobota, KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod: 151-158
- Vigne M., Peyraud J., Lecomte P., Corson M., Wilfart A. 2013. Emergy evaluation of contrasting dairy systems at multiple levels. *Journal of Environmental Management*, 129: 44-53
- Voinov A. 2008. Systems science and modelling for ecological economics. Oxford, Elsevier Science & Technology: 432 str.
- von Bertalanffy L. 1956. General system theory. *General Systems*, 1: 1-10
- von Bertalanffy L. 1968. General system theory: foundations, development, applications. New York, George Braziller: 295 str.
- Wallace M. T., Moss J. E. 2002. Farmer decision-making with conflicting goals: a recursive strategic programming analysis. *Journal of Agricultural Economics*, 53, 1: 82-100
- Willson M. A., Howarth R. B. 2002. Discourse-based valuation of ecosystem services: establishing fair outcomes through group deliberation. *Ecological Economics*, 41, 3: 431-443
- Winston W.L. 2004. Operations research: applications and algorithms. 4th ed.. Belmont, Thompson learning: 1418 str.
- Worster D. 1993. The wealth of nature: Environmental history and the ecological imagination. New York, Oxford University Press: 255 str.
- Yang Q., Chen G. Q., Liao S., Zhao Y. H., Peng H. W., Chen H. P. 2013. Environmental sustainability of wind power: An emergy analysis of a Chinese wind farm. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25: 229-239
- Zadnik-Stirn L., Oblak L. 1999. Izbira optimalnih odločitev pri upravljanju s proizvodnim sistemom ob upoštevanju javnega mnenja. *Uporabna informatika*, 7, 3: 5-13
- Zander P., Kaechele H. 1999. Modelling multiple objectives of land use for sustainable development. *Agricultural Systems*, 59, 3: 262-301

- Zekri S., Boughanmi H. 2007. Modelling the interactions between agriculture and the environment. V: Handbook of Operational Research in Natural Resources. Weintraub A., Romero C., Bjorndal T., Epstein R. (eds.). New York, Springer Science + Business Media: 69-91
- Žgajnar J. 1990. Prehrana in krmljenje goved. Ljubljana, Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 564 str.
- Žgajnar J., Erjavec E., Kavčič S. 2007a. CAP reform policy alternatives and farm decisions' optimization: the case of Slovenia. V: Proceedings of 16th International Farm management Association Congress. A Vibrant Rural Economy - The Challenge for Balance, Cork, 15.-20. jul. 2007. O'Reilly S., Keane M., Enright P. (eds.). Cambridge, International Farm Management Association: 199-208
- Žgajnar J., Erjavec E., Kavčič S. 2007b. Optimisation of production activities on individual agricultural holdings in the frame of different payments options. Acta Agriculturae Slovenica, 90, 1: 45-56

ZAHVALA

Delo na doktorski nalogi mi bo ostalo v zelo lepem spominu predvsem zaradi vseh vas, ki ste z mano delili vaše znanje in izkušnje, me podpirali, vodili in spodbujali.

Najprej se zahvaljujem svojemu mentorju doc. dr. Luki Juvančiču in somentorju prof. dr. Marku Debeljaku. Doc. dr. Juvančič, iskrena hvala, da ste me usmerjali in mi hkrati dajali dovolj raziskovalne svobode, pri mojih idejah pa vselej iskreno podpirali. Prof. dr. Debeljak, zahvaljujem se vam za pomoč in spodbudo pri prvih emergijskih korakih ter za vaš nenehen interes ter navdušenje nad mojim delom. Iskrena hvala obema za spodbudne besede, ki so vselej prišle v pravem trenutku, me napolnile z optimizmom in motivacijo za nadaljnje delo.

Za hiter in temeljit pregled naloge ter predvsem dragocena priporočila za njeno izboljšanje se zahvaljujem vsem članov komisije, prof. dr. Lidiji Zadnik Stirn, prof. dr. Emilu Erjavcu in prof. dr. Sergiou Ulgiatiju.

A Lei prof. Ulgiati un affettuoso grazie. Il suo insostituibile aiuto scientifico che mi è stato offerto a braccia aperte, l'altruismo e l'entusiasmo mi saranno d'esempio sulla futura strada di ricercatrice.

Prisrčna hvala vsem kolegom s Katedre za agrarno ekonomiko, prof. dr. Emilu Erjavcu, prof. dr. Stanetu Kavčiču, doc. dr. Jaki Žgajnarju in doc. dr. Alešu Kuharju, ki so mi s svojim bogatim strokovnim znanjem in izkušnjami vedno radi priskočili na pomoč ter mi tako olajšali naporne raziskovalne začetke. Hvala vam za vse dragocene napotke, zaupanje v moje delo in popestritev delovnega vsakdana. Velika zahvala gre tudi vsem mojih študijskim sotrpinom, Anžetu, Tanji T., Urški, Tanji K., Hristu, Iloni in Katarini. V vaši družbi je bilo vse mnogo lažje in precej bolj zabavno!

Zahvaljujem se tudi ostalim sodelavcem z Oddelka za zootehniko in kolegom s Kmetijskega inštituta z Oddelka za ekonomiko kmetijstva. Najlepša hvala doc. dr. Mariji Klopčič in mag. Marku Čeponu za pomoč pri opredelitvi modelnih kmetijskih gospodarstev ter Jožetu Verbiču, Tomažu Cundru, Barbari Zagorc in Janezu Jenku za vse posredovane podatke.

Dr. Nataši Siard se zahvaljujem za temeljit pregled in pomoč pri oblikovanju naloge.

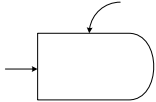
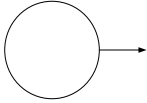
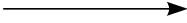
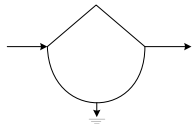
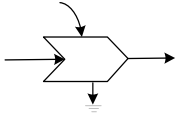
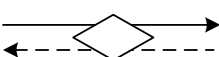
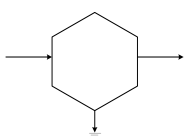
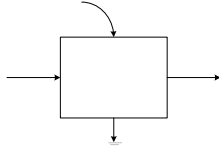
Robert, tebi dolgujem posebno zahvalo. Hvala ti za popolnoma nesebično podporo, ki mi jo nudiš, in za mir, ki ga prinašaš v moje življenje. Hvala za vse lahkotne trenutke, s katerimi si mi obogatil dan, me razbremenil in mi prevetрил misli.

Na koncu se zahvaljujem še svojim domačim, ki mi brezpogojno stojite ob strani. Hvala bratoma Marku in Klemnu, ki mi dajeta zgled vztrajnosti in delavnosti ter mami in očetu za vajino brezpogojno ljubezen in oporo v najtežjih trenutkih. Vama posvečam to nalogo.

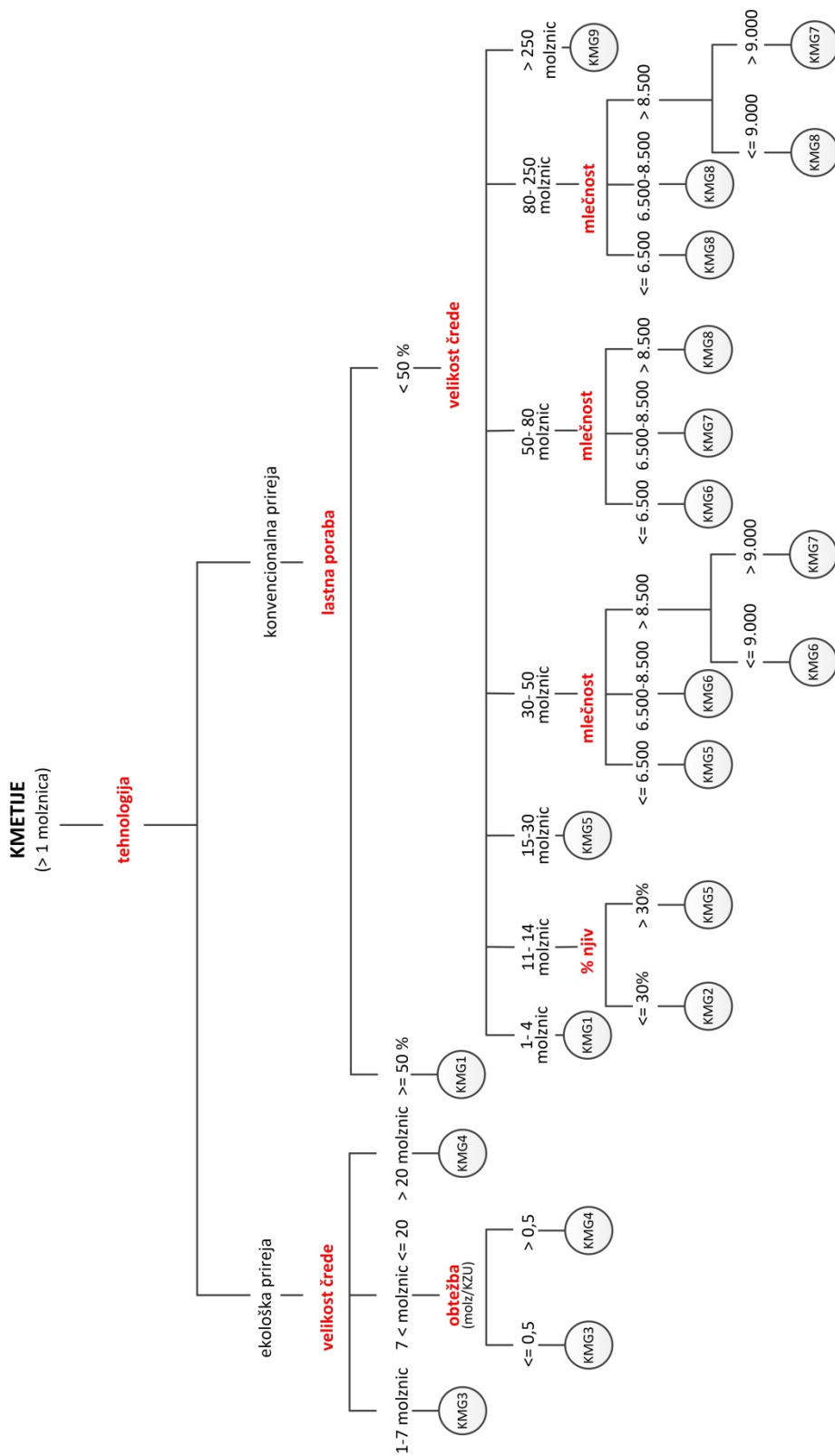
PRILOGE

Priloga A: Sistemski jezik (simboli) uporabljen v emergijski analizi

Appendix A: System language (symbols) applied in Emergy analysis

	Oglat pravokotnik opredeljuje meje sistema.
	Simbol za proizvajalca. Uporablja se predvsem za opredelitev primarnih bioloških proizvajalcev. S simboli lahko podrobneje opredelimo pomembne procese znotraj elementa.
	Simbol, ki predstavlja vir energije, snovi ali informacij, ki v sistem vstopa iz zunanjega okolja.
	Simbol za tok energije, snovi ali informacij.
	Simbol za skladišče ponazarja količino določene oblike energije, snovi ali informacij znotraj sistema.
	Simbol, ki predstavlja ponor toplote. Prikazuje izgube energije (toplote), ki je posledica 2. zakona termodinamike.
	Simbol interakcije dveh različnih tokov energije, snovi ali informacij. Znotraj simbola lahko zapišemo tudi matematično funkcijo, ki opredeljuje prikazano interakcijo.
	Simbol transakcije oziroma izmenjave med tokov energije, snovi oziroma informacij (polna črta) in denarnim tokom (črtkana črta).
	Simbol za porabnika. Predstavlja katero koli obliko porabnika, ki prejema svojo energijo iz zunanjih virov (energije in snovi). S simboli lahko podrobneje opredelimo pomembne procese znotraj elementa.
	Pravokotnik predstavlja splošen simbol, s katerim opredelimo elemente, ki niso primarni proizvajalci ali porabniki (industrija in drugi izrazito človeški podsistemi).

Priloga B: Shema kategorizacije kmetijskih gospodarstev
Annex B: Scheme of farm type categorisation procedure



Priloga C: Predpostavke pri izgradnji podatkovnega inventarja kmetijskih gospodarstev

Annex C: Assumptions used in creating data inventory of farm types

Postavka

Sončno obsevanje

Povprečna količina sončnega obsevanja v obdobju 2000-2009 izmerjena na 8 merilnih postajah (Bilje, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Slovenj Gradec, Portorož, Novo mesto, Rateče).
Vir: ARSO, 2012

Hitrost vetra

Povprečna hitrost vetra v obdobju 2000-2011 izmerjena na 10 merilnih postajah (Bilje, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Slovenj Gradec, Portorož, Novo mesto, Rateče, Celje, Brnik)
Vir: ARSO, 2012

Padavine

Povprečna količina padavin v obdobju 1997-2011 izmerjena na 10 merilnih postajah (Bilje, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Slovenj Gradec, Portorož, Novo mesto, Rateče, Celje, Brnik).
Vir: ARSO, 2012

evapotranspiracija

Povprečni delež evapotranspiracije v obdobju 1971- 2000.
Vir: ARSO, 2012

Geotermalna energija

Ocena temelji na GENI maps: Geothermal energy of Europe. Slovenija je po količini geotermalne energije razdeljena na tri območja, kjer geotermalna energija znaša a) med 30-50 mW/m², b) med 50-80 mW/m² in c) med 80-150 mW/m². Prevladujejo prva in druga območja. Groba povprečna ocena znaša 50 mW/m². Manjša zanesljivost in natančnost podatka ni problematična, ker je energija tega vira v primerjavi s preostalimi obnovljivimi viri relativno nizka, in zato (v izogib dvojnemu štetju) ni vključena v izračun obnovljivega vložka energije v kmetijski sistem.
Vir: GENI, 2013

Erozija tal

Količina erodiranih tal je vezana na lokalno specifične pogoje. Za namene te naloge se predpostavlja, da izguba tam zaradi erozije znaša 22 t/ha za njivske površine in 5,4 t/ha za travniške površine. Za kmetije, ki so pozicionirane na relativno ravnem terenu (KMG6-KMG9) predpostavljamo 15% nižjo erozivnost njivskih površin.
Vir: Komac in Zorn, 2005; osebna komunikacija

organska snov v tleh

ARSO (2002) poroča, da znaša delež organske snovi v tleh v Sloveniji za več kot 80% pregledanih vzorcev med 1,1% in 5,9%. V nalogi se predpostavlja povprečna vrednost 3,55%.
Vir: ARSO, 2002

Dizelsko gorivo

V nalogi za posamezno KMG predpostavljamo naslednjo porabo dizelskega goriva: KMG1: 50 l/ha travnika (1 košnja), 150 l/ha njivske površine. KMG2: 160 l/ha (4 košnje), 200 l/ha njivske površine. F3: 40 l/ha travnika (1 košnja), 120 l/ha njive. KMG4: 55 l/ha travnika (2 košnji; 30% učinkovitejša kot KMG3), 200 l/ha njive. KMG5: 100 l/ha travnika (3 košnje), 200 l/ha njive. KMG6 in KMG7: 110 l/ha travnika (4-5 košenj), 200 l/ha njive. KMG8: 10% bolj učinkovita kot KMG6 in KMG7. KMG9: 20% bolj učinkovita kot KMG8. Razlike med KMG izvirajo iz razlik v intenzivnosti proizvodnje, terenu na katerem leži KMG, velikost parcel oziroma razdrobljenosti zemljišč ter predpostavki, da je mehanizacija na večjih intenzivnejših KMG močnejša (učinkovitejša). Izračun letne porabe goriva upošteva tudi količino goriva, porabljenega iz naslova najetih strojnih storitev. Izračun temelji na predpostavki, da strošek goriva predstavlja 10% vrednosti najete storitve. Vir: ekspertna ocena

se nadaljuje

nadaljevanje

cena goriva

Cena dizelskega goriva v Sloveniji v letu 2010. DDV in trošarina nista upoštevana.

Vir: SURS, 2013

Električna energija

Kot glavni vir porabe električne energije na KMG se predpostavlja raba električne energije za pogon molznih, hladilnih in sušilnih sistemov. Porabljena električna energija na obstoječi kmetiji, ki ustreza tipu KMG5 znaša 320 kWh/kravo. Ta predstavlja izhodiščno vrednost za oceno porabe električne energije na ostalih KMG. Predpostavljamo, da KMG1 ne uporablja omenjenih sistemov, zaradi česar beleži najnižjo porabo električne energije (150 kWh/kravo). KMG2 uporablja sušilne in molzne naprave. Hladi zgolj del proizvedenega mleka. Poraba energije znaša 300kWh/kravo. Na KMG3 je zaradi nižje intenzivnosti priraje in pretežno pašne reje poraba električne energije iz naslova molže in sušenja pridelkov nižja in znaša 200 kWh/kravo. Za KMG4 se zaradi velikosti KMG in večje intenzivnosti priraje predpostavlja poraba 280 kWh/kravo. Poraba na KMG5 znaša 320 kWh/kravo (referenčna vrednost). KMG6, KMG7 in KMG8 imajo visoko intenzivno prirajo in uporabljajo relativno učinkovitejšo molzne, hladilne in sušilne sisteme. Na teh KMG predpostavljamo porabo električne energije v višini 330 kWh/kravo. Na KMG9 zaradi velikosti kmetije (ekonomije obsega) predpostavljamo še 10% učinkovitejšo porabo, ki znaša 300 kWh/kravo.

Vir: ekspertna ocena

Proizvedena električna energija v Sloveniji (leto 2010) izvira iz naslednjih virov: 33% iz premoga, 3% iz plina, 29% iz vodnih virov ter 35% iz jedrske energije. Pri potrošnji električne energije predpostavljamo enako strukturo virov.

Vir: SURS, 2013

cena električne energije

Cena električne energije v letu 2010 brez DDV. Za KMG1-KMG7 je upoštevana cena za gospodinjstva. Zaradi visoke porabe na KMG8 in KMG9 na teh kmetijah upoštevamo ceno električne energije za industrijo.

Vir: SURS, 2013

Voda za živali

Potreba molznice po vodi znaša 4,5 l vode na kilogram proizvedenega mleka.

Vir: Žgajnar, 1990

Semena

V analizo vključujemo samo kupljena semena. Količina semen temelji površinah namenjenih posamezni kulturi. Ti podatki izvirajo iz izhodiščnih virov na katerih temelji kategorizacija KMG.

žita (razen koruze)

Predpostavljamo, da KMG1, ki ima 36% površin namenjenih pridelavi poljščin, kupi 2/3 semen, KMG2, ki 57% površin namenja pridelavi poljščin kupi 3/4 semen, KMG3 in KMG4 nima površin namenjenih pridelavi poljščin, ostala KMG (KMG5-KMG9) kupijo celotno količino semen (KMG5 za 20%, KMG6 za 22%, KMG 17% in KMG9 za 19% njivskih površin). Količina semen (pšenica, ječmen) znaša 230kg/ha.

Vir: ekspertna ocena, KGZS, 2011

cena

Cena žit (brez koruze) predstavlja srednjo vrednost cene pšenice in cene ječmena v 2010 brez DDV.

Vir: KIS, 2011b

se nadaljuje

nadaljevanje

trave in detelja

Sejalna količina detelne znaša 15kg semen/ha, količina trave pa 45kg/ha. Ob predpostavki, da KMG uporabljajo deteljno-travno mešanico, v nalogi upoštevamo srednjo vrednost sejalne količine, in sicer 30kg semen travno deteljne mešanice na hektar temu namenjene površine. Predpostavljamo, da KMG1- KMG4 uporabljajo travno deteljne mešanice z višjim deležem detelje (več kot 10%).

Vir: KGZS, 2011b

cena

Cena travne mešanice z višjim deležem detelje znaša 5,25 €/kg, za mešanice z nižjim deležem detelje pa 3 €/kg (brez DDV).

Vir: KIS, 2011b

koruza

Za hektar površin je potrebnih 10.000 semen. Teža semena znaša 0,38g. 83kg koruznih semen na hektar temu namenjenih površin.

Vir: KGZS, 2011; AGRI-FACTS, 2007

cena

Cena koruznih semen znaša 160 €/ha brez DDV.

Vir: KIS, 2011b

Mineralna gnojila

V nalogi predpostavljamo, da se površine na vseh KMG gnoji s živinskimi gnojili. Pri nekaterih KMG predpostavljamo dodatno gnojenje z mineralnimi gnojili NPK 15/15/15, KAN in UREA. NPK se uporablja za osnovno gnojenje, gnojila z višjim deležem dušika (N) pa se uporabljajo dodatno za povečanje intenzivnosti pridelave krme.

Predpostavljene količine so: KMG1: 200kg NPK/ha njivskih površin; KMG2: 300kg NPK in 200kg KAN/ha njivskih površin in 30kg NPK in 100kg KAN/ha travnikov; KMG3: mineralnih gnojil ne uporablja; KMG4: za izboljšanje travne ruše (detelja) dodaja 200kg superfosfata (19-20%); KMG5: 200kg NPK in 150kg KAN/ha njivskih površin ter 100kg KAN/ha travnikov; KMG6-KMG8: 250kg NPK/ha, 100kg KAN/ha in 100kg UREA/ha njivskih površin ter 300kg KAN/ha travnikov. KMG9: 175kg NPK/ha, 200kg KAN in 200kg UREA/ha njivskih površin ter 300kg KAN/ha travnikov.

Vir: ekspertna ocena

cena mineralna gnojila

Cena v letu 2010 brez DDV.

Vir: KGZS, 2011

Sredstva za varstvo rastlin

Predpostavljamo uporabo herbicida Laudis. Raba sredstev za varstvo rastlin na površinah z žiti (brez koruze) znaša 2,5 l/ha, na površinah s koroza pa 3,3 l/ha.

Vir: KIS, 2011b

cena sredstev za varstvo rastlin

Cena v 2010 brez DDV znaša 33.6 €/l (žita) oziroma 15,4 €/l (koruza).

Vir: KGZS, 2011

se nadaljuje

Kupljena krmila

Količina kupljenih krmil je v sorazmerju z intenzivnostjo prireje. Z namenom poenostavitve predpostavljamo, da krmno mešanico sestavlja 1/3 koruze, 1/3 drugih žit in 1/3 repičnih tropin. Za večja KMG (KMG6-KMG8) velja, da del žit pridelajo na kmetiji in kupujejo krmne mešanice z večjim deležem koruze in tropin. KMG9 vsa druga žita pridelata na kmetiji in dokupuje mešanico koruze in tropin. Dejanska struktura krmne mešanice na posameznem KMG je določena na podlagi ocene prehranskih potreb živali ter količine doma pridelane krme (upoštevanje strukture kmetijskih površin KMG). KMG1 in KMG3 ne kupujeta krmil; KMG2: 350 kg/molz.; KMG4: 80 kg/molz., KMG5: 800 kg/molz, KMG6: 2.000 kg/molz, KMG7: 3.000 kg/molz, KMG8: 2.000 kg/molz, KMG9: 1.300 kg/molz.

Vir: ekspertna ocena

cena krmil

Cena konvencionalno pridelanih krmil je v letu 2010 brez DDV znašala 0,28€/kg. V nalogi predpostavljamo, da večji konvencionalni tipi KMG plačajo nekoliko nižjo ceno, saj krmila kupujejo neposredno pri pridelovalcu, ne v specializirani trgovini. KMG9 in v nekoliko manjši meri KMG6 kupujeta mešanico z nekoliko višjim deležem repičnih tropin, zaradi česar je nakupna cena krmil nekoliko višja od KMG7 in KMG8. Predpostavljamo, da je cena ekoloških krmil enkrat višja (0,56€/kg).

Vir: KGZS, 2011

Kmetijska mehanizacija

Teža kmetijske mehanizacije se navezuje na težo jekla in je ocenjena na podlagi predvidene vrste kmetijskih strojev, ki se uporabljajo na posameznem tipu KMG. Skupna teža mehanizacije deljena s teoretično (tovarniško) predvideno življenjsko dobo strojev določa letno količino jekla vloženega v kmetijski sistem. V nalogi smo ocenili tudi praktično življenjsko dobo strojev, ki temelji na oceni predvidenega časovnega obdobja dejanske rabe mehanizacije na KMG. Razmerje med teoretično in dejansko življenjsko dobo strojev opredeljuje učinkovitost izrabe kmetijske mehanizacije.

Vir: ekspertna ocena, KGZS, 2008

vrednost mehanizacije/jekla

Ekonomska vrednost je opredeljena kot celotna vrednost mehanizacije deljeno z življenjsko dobo dejanske rabe strojev (amortizacija). Pri emergijski analizi ocenjujemo vrednost (v mehanizacijo predelanega) jekla, ki je opredeljena kot tržna vrednost strojev ulomljena z njihovo teoretično življenjsko dobo.

Delo

V nalogi predpostavljamo, da je 2000 ur človeškega dela na leto enako vloženemu delu 1 polno zaposlene osebe. V človeškem delu se upošteva delo namenjeno proizvodnji krme (vključno s prevozom) in delo neposredno namenjeno reji živali (krmljenje, molža in čiščenje prostorov oziroma zbiranje hlevskega gnoja). V nalogi upoštevamo tudi čas namenjen administrativnim aktivnostim, ki na manjših KMG (KMG1-KMG3) predstavlja dodatnih 10% , na večjih KMG (KMG4-KMG8) 5%, na KMG9 pa 3% dela. KMG1: 1/4 zaposlene osebe, KMG2: 3/4 zaposlene osebe, KMG3: 1/3 zaposlene osebe, KMG4 in KMG5: 1,5 zaposlene osebe, KMG6 in KMG7: 2,5 zaposlene osebe, KMG8: 4 zaposlene osebe (1 najeta), KMG9: 18 zaposlenih oseb (15 najetih).

Vir: KGZS, 2011

nadaljevanje

vrednost dela

V nalogi predpostavljamo urno postavko, ki jo opredeljuje oportunitetni strošek dela v znesku 8,5 €/uro bruto (5,6 €/uro neto). Urna postavka 12€/uro se upošteva za 3 zaposlene osebe na KMG9. Višja urna postavka temelji na predpostavki, da ima vodstvo KMG9 višjo odgovornost in izobrazbo ter s tem višji oportunitetni strošek dela.

Vir: KIS, 2011b

Storitve

Stroške storitev v nalogi ločimo na a) splošne storitve, kamor sodijo stroški storitev vezanih na rejo živali (veterinarski stroški, stroški mineralno vitaminske mešanice, finančni stroški in strošek reprodukcije in obnove črede), b) stroške vezane na storitve vodovodnega omrežja, c) stroški najema kmetijskih zemljišč in d) stroški vzdrževanja kmetijske mehanizacije in objektov.

cena storitev

Stroški splošnih storitev se vežejo na število živali (strošek/kravo). Za ekološke kmetije se predpostavlja 10% višja cena mineralno-vitaminske mešanice. Omrežnina (vodovod), ki vključuje storitve javnega vodovoda se obračunava mesečno in je odvisna od predvidene letne potrošnje vode (v m³; cenik Javni holding Ljubljana). Cena najema kmetijskih zemljišč se med KMG razlikuje. Zakupnina za travniške površine znaša med 84 in 122 €/ha, za njivske pa med 110 in 155 €/ha. Ceno najema za posamezen tip KMG smo določili na podlagi predpostavke, da intenzivnejša in večja KMG najemajo kvalitetnejše površine v višjem cenovnem razredu, manjše KMG pa površine v nižjem cenovnem razredu. Predpostavljamo, da stroški vzdrževanja kmetijske mehanizacije in objektov znašajo 2% vrednosti mehanizacije oziroma 1% vrednosti objektov.

Vir: KGZS, 2011; Cenik zakupnin za kmetijska zemljišča za leto 2010, 2009

Proračunska plačila

V nalogi upoštevamo neposredna plačila, plačila za kmetovanje na območjih z omejenimi dejavniki, plačila za ekološko kmetovanje ter druga kmetijsko okoljska plačila vezana na trajnostno rejo živali oziroma integrirano pridelavo in ozelenitev njivskih površin. Znesek plačil je vezan na plačila v 2010.

Vir: KGZS, 2011.

Kmetijska proizvodnja

mleko

Podatki o intenzivnosti prireje na KMG5-KMG9 so vzeti iz podatkovne baze kontrole mlečnosti in zbirnih vlog za leto 2010 (KIS). Podatki za KMG1-KMG4 so okvirne ocene, ki temeljijo na tehnologiji proizvodnje in strukture kmetijskih površin. Ocene so bile verifisirane s pomočjo izgradnje modela na ravni panoge. Povprečna mlečnost in količina proizvedenega mleka sovpadajo z vrednostmi, ki jih za 2010 navajata KIS in SURS.

cena mleka

Cena konvencionalno pridelanega mleka znaša 0,3€/kg (srednja vrednost v obdobju 2008-2011) in velja za mleko pridelano na KMG5-KMG9. Za proizvodnjo na KMG1 se predpostavlja, da ni tržno usmerjena in je v večji meri namenjena lastni porabi oziroma neposredni prodaji (na kmetiji), zaradi česar v nalogi predpostavljamo ceno 0,5 €/kg. KMG2 je bolj, vendar ne v celoti tržno usmerjena KMG, zato predpostavljamo ceno mleka v višini 0,35 €/kg. Cena ekološkega mleka odkupljenega v mlekarni znaša 0,405 €/kg. Slednja vrednost se predpostavlja za večjo ekološko kmetijo KMG4. Zaradi večje lastne porabe na KMG3 in usmerjenosti proizvodnje v neposredno prodajo, se na KMG3 predpostavlja višja odkupna cena mleka v višini 0,6 €/kg.

Vir: SURS, 2014; osebna komunikacija Kele & Kele d.o.o.; ekspertna ocena;

se nadaljuje

nadaljevanje

teleta

V nalogi predpostavljamo, da se vsa teleta prodajo, telice za obnovo črede pa dokupijo in so upoštevane v stroških splošnih storitev.

cena teleta

Upoštevamo ceno glede na pasmo govedi.

Vir: KGZS, 2011

Izpusti toplogrednih plinov

V nalogi obravnavamo glavne izpuste TP pri prireji mleka. To so CO₂, N₂O in CH₄. Kot vir izpustov v nalogi upoštevamo rabo fosilnih goriv, enterično fermentacijo, shranjevanje živinskih gnojil ter gnojenje z živinskimi in mineralnimi gnojili. Pri slednjem upoštevamo 1% fiksacijo N. Upoštevani so tako neposredni kot posredni izpusti TP.

Vir: Verbič in sod. 2012

Teren

Predpostavljamo, da lahko KMG leži na območju z omejenimi dejavniki (OMD) (strmo oziroma hribovsko-gričevnato območje) ali na območju brez omejitev, t.j. na ravnem terenu. Pri tem predpostavljamo, da imajo večje in intenzivnejše kmetije ugodnejše pogoje za kmetovanje in ležijo na območjih brez oziroma z manj omejujočimi dejavniki.

Priloga D: Emergijske preglednice in izračuni
Annex D: Emergy tables and calculation procedure

Priloga D1: Emergijska preglednica in izračuni- KMG1 (samooskrbna kmetija)

Annex D1: Emergy table and calculation procedure- FT1 (subsistence farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	1,42E+14	1	1,42		
2 veter	J/yr	3,05E+10	2,51E+03	0,77		
3 dež	J/yr	1,42E+11	3,05E+04	43,47	7,5%	56,3%
4 toplotni tok	J/yr	5,97E+10	1,20E+04	7,15		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	1,42E+10	1,24E+05	17,59	3,1%	22,8%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	8,49E+09	1,11E+05	9,39	1,6%	12,2%
7 elektrika	J/yr	1,06E+09	1,96E+05	2,08	0,4%	2,7%
8 voda za živali	J/yr	1,57E+08	3,05E+04	0,05	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	3,07E+04	9,01E+08	0,28	0,0%	0,4%
10 dušik (N)	g/yr	1,25E+04	6,37E+09	0,80	0,1%	1,0%
11 fosfor (P)	g/yr	1,25E+04	6,54E+09	0,82	0,1%	1,1%
12 kalij (K)	g/yr	1,25E+04	1,84E+09	0,23	0,0%	0,3%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	0,00E+00	2,48E+10	0,00	0,0%	0,0%
14 krmila	g/yr	0,00E+00	1,89E+09	0,00	0,0%	0,0%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	8,30E+04	2,98E+09	2,48	0,4%	3,2%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	2,50E-01	1,29E+17	322,50	55,9%	
17 storitve	€/yr	2,54E+03	6,95E+12	176,90	30,7%	
Y1: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	1,90E+10	3,04E+06	576,6	100%	
Emergija brez LS	J/yr		4,07E+05	77,2		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	2,13E+05	2,71E+11	576,6	100%	
Emergija brez LS	g/yr		3,63E+10	77,2		100%

Prikaz izračunov (KMG1)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 37.845	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 6,30*10 ¹⁴	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 37.845	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * količnik zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 1,36*10 ¹¹	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 37.845	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 6,33*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 37.845	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 2,65*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 37.845	m2	
Stopnja erozije	= 7,2310 ²	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * st. erozije * % org, snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 = 1,01*10 ¹¹	J/Kcal J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 1,89 \cdot 10^2$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 9,85 \cdot 10^{10}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 2,95 \cdot 10^2$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 2,32 \cdot 10^{10}$	J/ leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 32$	m ³ / leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 2,46 \cdot 10^9$	J/ leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 4,56 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 9,01 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 7,24 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 1,87 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 1,87 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 8,41 \cdot 10^3$	g/ leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 1,61 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 1,89 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun
15 Kmetijska mehanizacija			
Masa (jeklo)	$= 4,61 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo

16 Delovna sila

Letna količina dela	= 500	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 0,25	osebe	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $3,02 \cdot 10^4$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 3.600	kg/ leto	
Molznice	= 2,0	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $2,97 \cdot 10^{11}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $1,65 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $2,90 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 1,8	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $2,17 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $2,25 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,95 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D2: Emergijska preglednica in izračuni- KMG2 (pol-samooskrbna kmetija)

Annex D2: Emergy table and calculation procedure- FT2 (semi-subsistence farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	3,50E+14	1	3,50		
2 veter	J/yr	7,54E+10	2,51E+03	1,89		
3 dež	J/yr	3,52E+11	3,05E+04	107,26	5,1%	32,0%
4 toplotni tok	J/yr	1,47E+11	1,20E+04	17,64		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	4,15E+10	1,24E+05	51,39	2,4%	15,3%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	5,36E+10	1,11E+05	59,32	2,8%	17,7%
7 elektrika	J/yr	8,95E+09	1,96E+05	17,55	0,8%	5,2%
8 voda za živali	J/yr	8,29E+08	3,05E+04	0,25	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	1,97E+05	9,64E+08	1,90	0,1%	0,6%
10 dušik (N)	g/yr	4,14E+05	6,37E+09	26,36	1,3%	7,9%
11 fosfor (P)	g/yr	1,14E+05	6,54E+09	7,44	0,4%	2,2%
12 kalij (K)	g/yr	1,14E+05	1,84E+09	2,10	0,1%	0,6%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	0,00E+00	2,48E+10	0,00	0,0%	0,0%
14 krmila	g/yr	2,90E+06	1,89E+09	54,80	2,6%	16,3%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	2,37E+05	2,98E+09	7,07	0,3%	2,1%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	7,50E-01	1,29E+17	967,50	45,9%	
17 storitve	€/yr	1,16E+04	6,95E+12	804,30	38,2%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	9,99E+10	2,11E+06	2.107,3	100%	
Emergija brez LS	J/yr		3,36E+05	335,5		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	8,95E+05	2,36E+11	2.107,3	100%	
Emergija brez LS	g/yr		3,75E+10	335,5		100%

Prikaz izračunov (KMG2)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 93.389	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 6,30*10 ¹⁴	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 93.389	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod. 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * kol. zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 1,36*10 ¹¹	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 93.389	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 6,33*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 93.389	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 2,65*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 93.389	m2	
Stopnja erozije	= 8,55*10 ²	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * st. erozije * % org. snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 1,01*10 ¹¹	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 1,20 \cdot 10^3$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 9,85 \cdot 10^{10}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 2,49 \cdot 10^3$	kWh/leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 2,32 \cdot 10^{10}$	J/leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 168$	m ³ /leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 2,46 \cdot 10^9$	J/leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 4,56 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 9,64 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 7,24 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 1,87 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 1,87 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 8,41 \cdot 10^3$	g/leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 1,61 \cdot 10^7$	g/leto	
UEV	$= 1,89 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun

15 Kmetijska mehanizacija

Masa (jeklo)	$= 4,61 \cdot 10^5$	g/ leto	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	

16 Delovna sila

Letna količina dela	$= 1.500$	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	$= 2.000$	ur/leto	
Delovne enote	$= \text{količina dela} / \text{zmogljivost na osebo}$		
	$= 0,75$	oseb	
UEV	$= 1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	$= 3,02 \cdot 10^4$	€/ leto	
UEV	$= 6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	$= 4.500$	kg/ leto	
Molznice	$= 8,3$	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	$= 0,64$	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	$= \text{intenzivnost} * \text{molznice} * \text{kalorična vrednost} * 1000 \text{ g/kg} * 4186$		
	$= 2,97 \cdot 10^{11}$	J/ leto	
UEV (z LS)	$= 1,65 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	$= 2,90 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	$= 7,5$	št./leto	
Teža teleta	$= 120$	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	$= \text{število telet} * \text{teža teleta} * 1000 \text{ g/kg}$		
	$= 2,17 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV (z LS)	$= 2,25 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	$= 3,95 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D3: Emergijska preglednica in izračuni- KMG3 (ekstenzivna ekološka kmetija)

Annex D3: Emery table and calculation procedure- FT3 (extensive organic farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	3,50E+14	1	3,50		
2 veter	J/yr	7,53E+10	2,51E+03	1,89		
3 dež	J/yr	3,51E+11	3,05E+04	107,11	11,4%	61,5%
4 toplotni tok	J/yr	1,47E+11	1,20E+04	17,62		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	3,26E+10	1,24E+05	40,36	4,3%	23,2%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	1,59E+10	1,11E+05	17,60	1,9%	10,1%
7 elektrika	J/yr	2,91E+09	1,96E+05	5,71	0,6%	3,3%
8 voda za živali	J/yr	2,70E+08	3,05E+04	0,08	0,0%	0,0%
9 seme	g/yr	2,24E+04	2,45E+08	0,05	0,0%	0,0%
10 dušik (N)	g/yr	0,00E+00	6,37E+09	0,00	0,0%	0,0%
11 fosfor (P)	g/yr	0,00E+00	6,54E+09	0,00	0,0%	0,0%
12 kalij (K)	g/yr	0,00E+00	1,84E+09	0,00	0,0%	0,0%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	0,00E+00	2,48E+10	0,00	0,0%	0,0%
14 krmila	g/yr	0,00E+00	1,89E+09	0,00	0,0%	0,0%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	1,06E+05	2,98E+09	3,17	0,3%	1,8%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	3,50E-01	1,29E+17	451,50	47,9%	
17 storitve	€/yr	4,56E+03	6,95E+12	317,21	33,6%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	3,25E+10	2,90E+06	942,8	100%	
Emergija brez LS	J/yr		5,36E+05	174,1		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	4,37E+05	2,16E+11	942,8	100%	
Emergija brez LS	g/yr		3,99E+10	174,1		100%

Prikaz izračunov (KMG3)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 93.257	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 3,50*10 ¹⁴	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 93.257	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * kol. zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 7,53*10 ¹⁰	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 93.257	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 3,51*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 93.257	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 1,47*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 93.257	m2	
Erozija tal	= 6,73*10 ²	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * erozija tal * % org. snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 3,26*10 ¹⁰	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 3,55 \cdot 10^2$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 1,59 \cdot 10^{10}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 8,09 \cdot 10^2$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 2,91 \cdot 10^9$	J/leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 55$	m ³ /leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 2,70 \cdot 10^8$	J/leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 2,24 \cdot 10^4$	g/leto	
UEV	$= 2,45 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/leto	
UEV	$= 1,89 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun

15 Kmetijska mehanizacija

Masa (jeklo)	= $1,06 \cdot 10^5$	g/ leto	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
UEV	= $2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	

16 Delovna sila

Letna količina dela	= 700	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 0,35	osebe	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $4,56 \cdot 10^3$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 3.000	kg/ leto	
Molznice	= 4,0	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $3,25 \cdot 10^{10}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $2,90 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $5,36 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 3,6	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $4,37 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $2,16 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,99 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D4: Emergijska preglednica in izračuni- KMG4 (intenzivna ekološka kmetija)

Annex D3: Emergy table and calculation procedure- FT4 (intensive organic farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	1,66E+15	1	16,58		
2 veter	J/yr	3,57E+11	2,51E+03	8,98		
3 dež	J/yr	1,67E+12	3,05E+04	508,16	9,4%	50,9%
4 toplotni tok	J/yr	6,98E+11	1,20E+04	83,59		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	1,74E+11	1,24E+05	215,13	4,0%	21,5%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	1,33E+11	1,11E+05	147,23	2,7%	14,7%
7 elektrika	J/yr	2,66E+10	1,96E+05	52,22	1,0%	5,2%
8 voda za živali	J/yr	2,64E+09	3,05E+04	0,81	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	1,82E+05	2,45E+08	0,45	0,0%	0,0%
10 dušik (N)	g/yr	0,00E+00	6,37E+09	0,00	0,0%	0,0%
11 fosfor (P)	g/yr	1,84E+05	6,54E+09	12,03	0,2%	1,2%
12 kalij (K)	g/yr	0,00E+00	1,84E+09	0,00	0,0%	0,0%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	0,00E+00	2,48E+10	0,00	0,0%	0,0%
14 krmila	g/yr	2,11E+06	1,89E+09	39,93	0,7%	4,0%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	7,81E+05	2,98E+09	23,29	0,4%	2,3%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	1,50E+00	1,29E+17	1935,00	35,9%	
17 storitve	€/yr	3,54E+04	6,95E+12	2458,89	45,6%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	3,18E+11	1,69E+06	5.393,1	100%	
Emergija brez LS	J/yr		3,14E+05	999,2		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	2,85E+06	1,89E+11	5.393,1	100%	
Emergija brez LS	g/yr		3,50E+10	999,2		100%

Prikaz izračunov (KMG4)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 442.449	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 1,66*10 ¹⁵	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 442.449	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * kol. zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 3,57*10 ¹¹	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 442.449	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 1,67*10 ¹²	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 442.449	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 6,98*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 442.449	m2	
Erozija tal	= 7,5610 ²	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * erozija tal * % org. snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 1,74*10 ¹¹	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 2,97 \cdot 10^3$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 1,33 \cdot 10^{11}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 7,39 \cdot 10^3$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 2,66 \cdot 10^{10}$	J/ leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 535$	m ³ / leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 2,64 \cdot 10^9$	J/ leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 1,82 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 2,45 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/ leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 1,84 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/ leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 0,00 \cdot 10^0$	g/ leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 2,11 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 1,89 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun

15 Kmetijska mehanizacija

Masa (jeklo)	$= 7,81 \cdot 10^5$	g/ leto	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	

16 Delovna sila

Letna količina dela	$= 3000$	ur/leto	CEP, 2013
Delovna zmogljivost na osebo	$= 2.000$	ur/leto	
Delovne enote	$= \text{količina dela} / \text{zmogljivost na osebo}$		
	$= 1,5$	osebe	
UEV	$= 1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	

17 Storitve

Skupaj storitve	$= 3,54 \cdot 10^4$	€/ leto	CEP, 2013
UEV	$= 6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	$= 4.500$	kg/ leto	INRAN, 2012
Molznice	$= 26,4$	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	$= 0,64$	kcal/g	
Energija	$= \text{intenzivnost} * \text{molznice} * \text{kalorična vrednost} * 1000 \text{ g/kg} * 4186 \text{ J/kg}$ $= 3,18 \cdot 10^{11}$	J/ leto	Lasten izračun
UEV (z LS)	$= 1,69 \cdot 10^6$	seJ/J	
UEV (brez LS)	$= 3,14 \cdot 10^5$	seJ/J	

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	$= 23,8$	št./leto	KGZS, 2011
Teža teleta	$= 120$	kg	
Skupna masa	$= \text{število telet} * \text{teža teleta} * 1000 \text{ g/kg}$ $= 2,85 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV (z LS)	$= 1,89 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	$= 3,50 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D5: Emergijska preglednica in izračuni- KMG5 (konvencionalna kmetija)

Annex D5: Emergy table and calculation procedure- FT5 (conventional farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	6,30E+14	1	6,30		
2 veter	J/yr	1,36E+11	2,51E+03	3,41		
3 dež	J/yr	6,33E+11	3,05E+04	193,03	3,9%	22,5%
4 toplotni tok	J/yr	2,65E+11	1,20E+04	31,75		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	1,01E+11	1,24E+05	124,80	2,5%	14,5%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	9,85E+10	1,11E+05	109,00	2,2%	12,7%
7 elektrika	J/yr	2,32E+10	1,96E+05	45,51	0,9%	5,3%
8 voda za živali	J/yr	2,46E+09	3,05E+04	0,75	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	4,56E+05	9,01E+08	4,11	0,1%	0,5%
10 dušik (N)	g/yr	7,24E+05	6,37E+09	46,13	0,9%	5,4%
11 fosfor (P)	g/yr	1,87E+05	6,54E+09	12,19	0,2%	1,4%
12 kalij (K)	g/yr	1,87E+05	1,84E+09	3,44	0,1%	0,4%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	8,41E+03	2,48E+10	2,09	0,0%	0,2%
14 krmila	g/yr	1,61E+07	1,89E+09	304,45	6,2%	35,4%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	4,61E+05	2,98E+09	13,76	0,3%	1,6%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	1,50E+00	1,29E+17	1935,00	39,5%	
17 storitve	€/yr	3,02E+04	6,95E+12	2100,64	42,9%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	2,97E+11	1,65E+06	4.894,9	100%	
Emergija brez LS	J/yr		2,90E+05	859,3		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	2,17E+06	2,25E+11	4.894,9	100%	
Emergija brez LS	g/yr		3,95E+10	859,3		100%

Prikaz izračunov (KMG5)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 168.071	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 6,30*10 ¹⁴	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 168.071	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod. 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * kol. zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 1,36*10 ¹¹	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 168.071	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m ² /leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 6,33*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 168.071	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI, 2013
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 2,65*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 168.071	m ²	
Stopnja erozije	= 1,15*10 ³	g/m ² /leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * st. erozije * % org. snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 1,01*10 ¹¹	J/leto	

se nadaljuje

nadaljevanje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 2,20 \cdot 10^3$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 9,85 \cdot 10^{10}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 6,44 \cdot 10^3$	kWh/leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 2,32 \cdot 10^{10}$	J/leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 498$	m ³ /leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 2,46 \cdot 10^9$	J/leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 4,56 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 9,01 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 7,24 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 1,87 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 1,87 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 8,41 \cdot 10^3$	g/leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 1,61 \cdot 10^7$	g/leto	
UEV	$= 1,89 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun
15 Kmetijska mehanizacija			
Masa (jeklo)	$= 4,61 \cdot 10^5$	g/leto	
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo

se nadaljuje

16 Delovna sila

Letna količina dela	= 3.000	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 1,5	oseb	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $3,02 \cdot 10^4$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 5.500	kg/ leto	
Molznice	= 20,14	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $2,97 \cdot 10^{11}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $1,65 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $2,90 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 18,12	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $2,17 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $2,25 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,95 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D6: Emergijska preglednica in izračuni- KMG6 (manjša intenzivna kmetija)

Annex D6: Emergy table and calculation procedure- FT6 (small intensive farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	1,39E+15	1	13,89		
2 veter	J/yr	2,99E+11	2,51E+03	7,52		
3 dež	J/yr	1,40E+12	3,05E+04	425,56	3,2%	12,7%
4 toplotni tok	J/yr	2,47E+11	1,20E+04	29,54		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	2,47E+11	1,24E+05	304,98	2,3%	9,1%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	2,48E+11	1,11E+05	274,11	2,1%	8,2%
7 elektrika	J/yr	5,48E+10	1,96E+05	107,46	0,8%	3,2%
8 voda za živali	J/yr	7,59E+09	3,05E+04	2,31	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	1,60E+06	9,45E+08	15,09	0,1%	0,5%
10 dušik (N)	g/yr	3,61E+06	6,37E+09	229,85	1,7%	6,9%
11 fosfor (P)	g/yr	7,73E+05	6,54E+09	50,50	0,4%	1,5%
12 kalij (K)	g/yr	7,73E+05	1,84E+09	14,24	0,1%	0,4%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	4,35E+04	2,48E+10	10,80	0,1%	0,3%
14 krmila	g/yr	8,61E+07	2,17E+09	1865,26	14,0%	55,9%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	1,28E+06	2,98E+09	38,25	0,3%	1,1%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	2,50E+00	1,29E+17	3225,00	24,3%	
17 storitve	€/yr	9,69E+04	6,95E+12	6734,66	50,6%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	9,14E+11	1,45E+06	13.298,1	100%	
Emergija brez LS	J/yr		3,65E+05	3.338,4		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	4,98E+06	2,67E+11	13.298,1	100%	
Emergija brez LS	g/yr		6,70E+10	3.338,4		100%

Prikaz izračunov (KMG6)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 370.523	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 1,39*10 ¹⁵	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 370.523	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * kol. zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 2,99*10 ¹¹	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 370.523	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 1,40*10 ¹²	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 370.523	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI, 2013
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 2,47*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 370.523	m2	
Erozija tal	= 1,28E+03	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * erozija tal * % org, snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 2,47*10 ¹¹	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 5,53 \cdot 10^3$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 2,48 \cdot 10^{11}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 15,23 \cdot 10^3$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 5,48 \cdot 10^{10}$	J/ leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 1.535$	m ³ / leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 7,59 \cdot 10^9$	J/ leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 1,60 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 9,45 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 3,61 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 7,73 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 7,73 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 4,35 \cdot 10^4$	g/ leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 8,61 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 2,17 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun
15 Kmetijska mehanizacija			
Masa (jeklo)	$= 1,28 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo

16 Delovna sila

Letna količina dela	= 5.000	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 2,5	osebe	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $9,69 \cdot 10^4$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 7.400	kg/ leto	
Molznice	= 46,1	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $9,14 \cdot 10^{11}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $1,45 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,65 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 41,5	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $4,98 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $2,67 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $6,70 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D7: Emergijska preglednica in izračuni- KMG7 (visoko intenzivna kmetija)

Annex D7: Emergy table and calculation procedure- FT7 (highly intensive farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	1,40E+15	1	13,99		
2 veter	J/yr	3,01E+11	2,51E+03	7,57		
3 dež	J/yr	1,41E+12	3,05E+04	428,63	2,5%	9,1%
4 toplotni tok	J/yr	2,57E+11	1,20E+04	30,73		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	2,57E+11	1,24E+05	317,28	1,9%	6,7%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	2,59E+11	1,11E+05	286,14	1,7%	6,1%
7 elektrika	J/yr	6,09E+10	1,96E+05	119,50	0,7%	2,5%
8 voda za živali	J/yr	1,06E+10	3,05E+04	3,23	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	1,42E+06	8,67E+08	12,27	0,1%	0,3%
10 dušik (N)	g/yr	3,67E+06	6,37E+09	233,73	1,4%	5,0%
11 fosfor (P)	g/yr	8,22E+05	6,54E+09	53,75	0,3%	1,1%
12 kalij (K)	g/yr	8,22E+05	1,84E+09	15,16	0,1%	0,3%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	4,03E+04	2,48E+10	10,00	0,1%	0,2%
14 krmila	g/yr	1,60E+08	1,99E+09	3176,78	18,6%	67,5%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	1,68E+06	2,98E+09	50,13	0,3%	1,1%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	2,50E+00	1,29E+17	3.225,00	18,9%	
17 storitve	€/yr	1,31E+05	6,95E+12	9.109,47	53,5%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	1,28E+12	1,33E+06	17.041,1	100%	
Emergija brez LS	J/yr		3,68E+05	4.706,6		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	5,54E+06	3,08E+11	17.041,1	100%	
Emergija brez LS	g/yr		8,50E+10	4.706,6		100%

Prikaz izračunov (KMG7)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 373.199	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 1,40*10 ¹⁵	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 373.199	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * kol. zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 3,01*10 ¹¹	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 373.199	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 1,41*10 ¹²	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 373.199	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI, 2013
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 2,57*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 373.199	m2	
Erozija tal	= 1,3210 ³	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * erozija tal * % org. snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 2,57*10 ¹¹	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 5,77 \cdot 10^3$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 2,59 \cdot 10^{11}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 16,92 \cdot 10^3$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 6,09 \cdot 10^{10}$	J/ leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 2.146$	m ³ / leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 1,06 \cdot 10^{10}$	J/ leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 1,42 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 8,67 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 3,67 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 8,22 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 8,22 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 4,03 \cdot 10^4$	g/ leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 1,60 \cdot 10^8$	g/ leto	
UEV	$= 1,99 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun
15 Kmetijska mehanizacija			
Masa (jeklo)	$= 1,68 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo

16 Delovna sila

Letna količina dela	= 5000	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 2,5	osebe	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $1,31 \cdot 10^5$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 9.300	kg/ leto	
Molznice	= 51,3	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $1,28 \cdot 10^{12}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $1,33 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,68 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 46,2	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $5,54 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $3,08 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $8,50 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D8: Emergijska preglednica in izračuni- KMG8 (velika intenzivna kmetija)

Annex D8: Emergy table and calculation procedure- FT8 (large intensive farm)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	3,37E+15	1	33,68		
2 veter	J/yr	7,25E+11	2,51E+03	18,23		
3 dež	J/yr	3,38E+12	3,05E+04	1.032,13	3,7%	13,2%
4 toplotni tok	J/yr	5,79E+11	1,20E+04	69,36		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	5,79E+11	1,24E+05	716,05	2,5%	9,2%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	5,50E+11	1,11E+05	608,21	2,2%	7,8%
7 elektrika	J/yr	1,25E+11	1,96E+05	244,88	0,9%	3,1%
8 voda za živali	J/yr	1,75E+10	3,05E+04	5,34	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	3,21E+06	8,91E+08	28,59	0,1%	0,4%
10 dušik (N)	g/yr	8,67E+06	6,37E+09	552,27	2,0%	7,1%
11 fosfor (P)	g/yr	1,77E+06	6,54E+09	115,70	0,4%	1,5%
12 kalij (K)	g/yr	1,77E+06	1,84E+09	32,63	0,1%	0,4%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	9,08E+04	2,48E+10	22,52	0,1%	0,3%
14 krmila	g/yr	2,09E+08	2,10E+09	4.386,69	15,6%	56,1%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	2,61E+06	2,98E+09	77,96	0,3%	1,0%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	4,00E+00	1,29E+17	5.160,00	18,4%	
17 storitve	€/yr	2,17E+05	6,95E+12	15.101,27	53,8%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	2,11E+12	1,33E+06	28.084,2	100%	
Emergija brez LS	J/yr		3,71E+05	7.823,0		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	1,13E+07	2,47E+11	28.084,2	100%	
Emergija brez LS	g/yr		6,89E+10	7.823,0		100%

Prikaz izračunov (KMG8)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 898.657	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 3,37*10 ¹⁵	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 898.657	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * kol. zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 7,25*10 ¹¹	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 898.657	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 3,38*10 ¹²	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 898.657	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI, 2013
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 5,79*10 ¹¹	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 898.657	m2	
Erozija tal	= 1,2410 ³	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * erozija tal * % org. snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 5,79*10 ¹¹	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 1,23 \cdot 10^4$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 5,50 \cdot 10^{11}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 3,47 \cdot 10^4$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 1,25 \cdot 10^{11}$	J/ leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 3,546$	m ³ / leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 1,75 \cdot 10^{10}$	J/ leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 3,21 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 8,91 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 8,67 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 1,77 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 1,77 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 9,08 \cdot 10^4$	g/ leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 2,09 \cdot 10^8$	g/ leto	
UEV	$= 2,10 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun
15 Kmetijska mehanizacija			
Masa (jeklo)	$= 2,61 \cdot 10^6$	g/ leto	
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo

16 Delovna sila

Letna količina dela	= 8000	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 4,0	osebe	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $2,17 \cdot 10^5$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 7.500	kg/ leto	
Molznice	= 105,1	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $2,11 \cdot 10^{12}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $1,33 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,71 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 94,6	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $1,13 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $2,47 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $6,89 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D9: Emergijska preglednica in izračuni- KMG9 (kmetijsko podjetje)
Annex D9: Emergy table and calculation procedure- FT9 (agricultural enterprise)

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E14 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	2,85E+16	1	285,45		
2 veter	J/yr	6,15E+12	2,51E+03	154,49		
3 dež	J/yr	2,87E+13	3,05E+04	8.746,74	5,5%	18,4%
4 toplotni tok	J/yr	5,22E+12	1,20E+04	625,41		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	5,22E+12	1,24E+05	6456,54	4,0%	13,6%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	3,45E+12	1,11E+05	3.812,11	2,4%	8,0%
7 elektrika	J/yr	7,06E+11	1,96E+05	1.385,09	0,9%	2,9%
8 voda za živali	J/yr	1,02E+11	3,05E+04	31,03	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	3,17E+07	9,25E+08	293,39	0,2%	0,6%
10 dušik (N)	g/yr	8,18E+07	6,37E+09	5.212,29	3,3%	10,9%
11 fosfor (P)	g/yr	1,17E+07	6,54E+09	764,23	0,5%	1,6%
12 kalij (K)	g/yr	1,17E+07	1,84E+09	215,55	0,1%	0,5%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	9,34E+05	2,48E+10	231,64	0,1%	0,5%
14 krmila	g/yr	8,72E+08	2,29E+09	19.961,17	12,5%	41,9%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	1,68E+07	2,98E+09	500,31	0,3%	1,1%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	1,80E+01	1,29E+17	23.220,00	14,5%	
17 storitve	€/yr	1,28E+06	6,95E+12	88.990,08	55,7%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	1,23E+13	1,30E+06	159.820,2	100%	
Emergija brez LS	J/yr		3,88E+05	47.610,1		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	7,06E+07	2,26E+11	159.820,2	100%	
Emergija brez LS	g/yr		6,74E+10	47.610,1		100%

Prikaz izračunov (KMG9)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	= 7.615.616	m ²	
Sončno obsevanje	= 4,69*10 ⁹	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	= površina* obsevanje * (1-albedo) = 2,85*10 ¹⁶	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	= 7.615.616	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	= 1,00*10 ⁻³		
Čas	= 3,15*10 ⁷	s/leto	
Energija	= površina * gostota zraka * količnik zračnega upora * moč vetra ³ * čas = 6,15*10 ¹²	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	= 7.615.616	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m2/leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	= površina * količina padavin * izparevanje * Gibbsova energija dežja * gostota vode = 2,87*10 ¹³	J/ leto	
UEV	= 3,05*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	= 7.615.616	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GEN, 2013
Energija	= površina * povprečni tok toplote * čas = 5,22*10 ¹²	J/ leto	
UEV	= 1,20*10 ⁴	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	= 7.615.616	m2	
Erozija tal	= 1,32*10 ³	g/m2/leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	= površina * erozija tal * % org, snovi * (1-vsebnost vode) * 5 Kcal/g * 4186 J/Kcal = 5,22*10 ¹²	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 7,69 \cdot 10^4$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 3,45 \cdot 10^{12}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 19,61 \cdot 10^4$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 7,06 \cdot 10^{11}$	J/ leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 20.593$	m ³ / leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 1,02 \cdot 10^{11}$	J/ leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 3,17 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 9,25 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 8,18 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 1,17 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeve gnojila			
Kalij	$= 1,17 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 9,34 \cdot 10^5$	g/ leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 8,72 \cdot 10^8$	g/ leto	
UEV	$= 2,29 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun
15 Kmetijska mehanizacija			
Masa (jeklo)	$= 1,68 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo

16 Delovna sila

Letna količina dela	= 36.000	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 18	oseb	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $1,28 \cdot 10^6$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 7.000	kg/ leto	
Molznice	= 653,8	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $1,23 \cdot 10^{13}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $1,30 \cdot 10^6$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,88 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 588,4	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $7,06 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $2,26 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $6,74 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga D10: Emergijska preglednica in izračuni- panoga priraje mleka 2010

Annex D10: Emery table and calculation- milk production sector 2010

Emergijska preglednica

postavka	enota toka	tok	UEV (seJ/enoto)	emergija (E16 seJ/leto)	% (z LS) seJ/seJ	% (brez.LS) seJ/seJ
R: obnovljiv vir						
1 sonce	J/yr	4,19E+18	1	418,81		
2 veter	J/yr	9,02E+14	2,51E+03	226,67		
3 dež	J/yr	4,21E+15	3,05E+04	12.833,16	4,5%	24,0%
4 toplotni tok	J/yr	1,76E+15	1,20E+04	2.110,87		
N: neobnovljiv vir						
5 organska snov v tleh	J/yr	5,89E+14	1,24E+05	7.279,58	2,6%	13,6%
F: plačljivi viri						
M: materiali						
6 dizel	J/yr	5,84E+14	1,11E+05	6.460,02	2,3%	12,1%
7 elektrika	J/yr	1,19E+14	1,96E+05	2.330,04	0,8%	4,4%
8 voda za živali	J/yr	1,34E+13	3,05E+04	40,95	0,0%	0,1%
9 seme	g/yr	2,72E+09	9,17E+08	248,94	0,1%	0,5%
10 dušik (N)	g/yr	5,12E+09	6,37E+09	3.260,31	1,1%	6,1%
11 fosfor (P)	g/yr	1,28E+09	6,54E+09	839,33	0,3%	1,6%
12 kalij (K)	g/yr	1,28E+09	1,84E+09	235,07	0,1%	0,4%
13 sredstva za varstvo rastlin	g/yr	4,30E+07	2,48E+10	106,73	0,0%	0,2%
14 krmila	g/yr	9,37E+10	2,01E+09	18.874,45	6,7%	35,3%
15 kmetijska mehanizacija	g/yr	2,97E+09	2,98E+09	885,88	0,3%	1,7%
LS: delo in storitve						
16 delo	os/yr	8,46E+03	1,29E+17	109.132,07	38,5%	
17 storitve	€/yr	1,74E+08	6,95E+12	121.064,20	42,7%	
Y: proizvodnja mleka						
18 Celotna emergija	J/yr	1,62E+15	1,75E+04	283.590,73	100%	
Emergija brez LS	J/yr		3,30E+03	53.394,46		100%
proizvodnja telet						
19 Celotna emergija	g/yr	7,06E+07	4,02E+11	283.590,73	100%	
Emergija brez LS	g/yr		7,56E+10	53.394,46		100%

Prikaz izračunov (panoga 2010)

Postavka	Vrednost	Enota	Vir
1 Sončna energija			
Površina	$= 11.173,58 \cdot 10^4$	m ²	
Sončno obsevanje	$= 4,69 \cdot 10^9$	J/m ²	ARSO, 2012
Vpadna svetloba (Albedo)	= 0,2		ARSO, 2012
Energija	$= \text{površina} \cdot \text{obsevanje} \cdot (1 - \text{albedo})$ $= 4,19 \cdot 10^{18}$	J/leto	
UEV	= 1	seJ/leto	Po definiciji
2 Veter, kinetična energija			
Površina	$= 11.173,58 \cdot 10^4$	m ²	
Gostota zraka	= 1,3	kg/m ³	
Povprečna moč vetra	= 1,62	m/s	ARSO, 2012
Geostrofični veter	= 2,70	m/s	Površinski vetrovi predstavljajo 60% geostrofičnega vetra (Sweeney in sod., 2007)
Količnik zračnega upora	$= 1,00 \cdot 10^{-3}$		
Čas	$= 3,15 \cdot 10^7$	s/leto	
Energija	$= \text{površina} \cdot \text{gostota zraka} \cdot \text{količnik zračnega upora} \cdot \text{moč vetra}^3 \cdot \text{čas}$ $= 9,02 \cdot 10^{14}$	J/leto	
UEV	= 2,514	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
3 Dež, kemijski potencial			
Površina	$= 11.173,58 \cdot 10^4$	m ²	
Padavine	= 1,17	m/m ² /leto	ARSO, 2012
Stopnja izparevanja	= 0,65		ARSO, 2012
Gibbsova energija	= 4,94	J/g	
Gostota vode	= 1.000	kg/m ³	
Energija	$= \text{površina} \cdot \text{količina padavin} \cdot \text{izparevanje} \cdot \text{Gibbsova energija dežja} \cdot \text{gostota vode}$ $= 4,21 \cdot 10^{15}$	J/ leto	
UEV	= $3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
4 Geotermalna energija			
Površina	$= 11.173,58 \cdot 10^4$	m ²	
Toplotni tok	= 50	mW/m ²	GENI, 2013
Energija	$= \text{površina} \cdot \text{povprečni tok toplote} \cdot \text{čas}$ $= 1,76 \cdot 10^{15}$	J/ leto	
UEV	= $1,20 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
5 Izguba organske snovi v tleh			
Površina	$= 11.173,58 \cdot 10^4$	m ²	
Erozija tal	$= 1,01 \cdot 10^3$	g/m ² /leto	Komac & Zorn, 2005
Organska snov v zgornji plasti tal	= 0,04	delež	ARSO, 2002
Vsebnost vode v organski snovi	= 0,3	delež	Osebna komunikacija IAM Bari.
Energija	$= \text{površina} \cdot \text{erozija tal} \cdot \% \text{ org. snovi} \cdot (1 - \text{vsebnost vode}) \cdot 5 \text{ Kcal/g}$ $= 5,89 \cdot 10^{14}$	J/leto	

se nadaljuje

UEV	$= 1,24 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
6 Dizelsko gorivo			
Poraba dizelskega goriva	$= 1,30 \cdot 10^7$	kg/leto	
Zgornja kurilna vrednost (HHT)	$= 4,48 \cdot 10^4$	J/g	Demirel, 2012
Energija	$= \text{poraba dizelskega goriva} \cdot 1000 \text{ g/kg} \cdot (\text{HHT})$ $= 5,84 \cdot 10^{14}$	J/leto	
UEV	$= 1,11 \cdot 10^5$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
7 Električna energija			
Poraba električne energije	$= 3,30 \cdot 10^7$	kWh/ leto	
Pretvorba v J	$= 3,60 \cdot 10^6$	J/kWh	
Energija	$= \text{poraba električne energije} \cdot \text{pretvorba v J}$ $= 1,19 \cdot 10^{14}$	J/ leto	
UEV	$= 1,96 \cdot 10^5$	seJ/J	Lasten izračun
8 Voda za živali			
Poraba vode	$= 2,72 \cdot 10^6$	m ³ / leto	
Energija	$= \text{poraba vode} \cdot \text{gostota vode g/m}^3 \cdot \text{Gibbsova energija}$ $= 1,34 \cdot 10^{13}$	J/ leto	
UEV	$= 3,05 \cdot 10^4$	seJ/J	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
9 Semena			
Žita, detelja, trave	$= 2,72 \cdot 10^9$	g/ leto	
UEV	$= 9,17 \cdot 10^8$	sej/g	Lasten izračun
10 Dušikova gnojila			
Dušik	$= 5,12 \cdot 10^9$	g/ leto	
UEV	$= 6,37 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
11 Fosfatna gnojila			
Fosfat	$= 1,28 \cdot 10^9$	g/ leto	
UEV	$= 6,54 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
12 Kalijeva gnojila			
Kalij	$= 1,28 \cdot 10^9$	g/ leto	
UEV	$= 1,84 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo
13 Sredstva za varstvo rastlin			
Raba FFS	$= 4,30 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV	$= 2,48 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Brand-Williams, 2002
14 Krmila			
Količina krmil	$= 9,37 \cdot 10^{10}$	g/ leto	
UEV	$= 2,01 \cdot 10^9$	seJ/g	Lasten izračun
15 Kmetijska mehanizacija			
Masa (jeklo)	$= 2,97 \cdot 10^9$	g/ leto	
UEV	$= 2,98 \cdot 10^9$	seJ/g	Povzeto po Odum, 1996, pretvorjeno na novo osnovo

16 Delovna sila

Letna količina dela	= $1.6920 \cdot 10^3$	ur/leto	
Delovna zmogljivost na osebo	= 2.000	ur/leto	
Delovne enote	= količina dela/ zmogljivost na osebo		
	= 8.460	osebe	
UEV	= $1,29 \cdot 10^{17}$	seJ/osebo	CEP, 2013

17 Storitve

Skupaj storitve	= $1,74 \cdot 10^8$	€/ leto	
UEV	= $6,95 \cdot 10^{12}$	seJ/€	CEP, 2013

18 Kmetijska proizvodnja: mleko

Intenzivnost prireje	= 4.426	kg/ leto	
Molznice	= 109.622	št./leto	
Kalorična vrednost mleka	= 0,64	kcal/g	INRAN, 2012
Energija	= intenzivnost * molznice * kalorična vrednost * 1000 g/kg * 4186 J/kg		
	= $1,62 \cdot 10^{15}$	J/ leto	
UEV (z LS)	= $1,75 \cdot 10^4$	seJ/J	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $3,30 \cdot 10^3$	seJ/J	Lasten izračun

19 Kmetijska proizvodnja: teleta

Teleta	= 98,660	št./leto	
Teža teleta	= 120	kg	KGZS, 2011
Skupna masa	= število telet * teža teleta * 1000 g/kg		
	= $7,06 \cdot 10^7$	g/ leto	
UEV (z LS)	= $4,02 \cdot 10^{11}$	seJ/g	Lasten izračun
UEV (brez LS)	= $7,56 \cdot 10^{10}$	seJ/g	Lasten izračun

Priloga E: Podrobnejši rezultati optimizacijskih modelov na ravni panoge priraje mleka

Annex E: Detailed results of the optimisation models

Priloga E1: Panoga priraje mleka 2010

Annex E1: Milk production sector 2010

spremenljivka	enota	panoga 2010
KMG		
št. KMG v panogi	št.	10.983
delež KMG1	%	43,08
delež KMG2	%	30,04
delež KMG3	%	1,24
delež KMG4	%	0,45
delež KMG5	%	21,33
delež KMG6	%	3,19
delež KMG7	%	0,36
delež KMG8	%	0,27
delež KMG9	%	0,04
Vložki v sistem		
molznice		
št. molznic	glav	109.622
povprečna velikost črede	glav/KMG	10,0
površine (ha)		
površine	ha	111.736
njive	%	30,5
travniki	%	69,5
povprečna velikost KMG	ha/KMG	10,17
erozija tal		
skupna masa	t	1.131.567
masa na površino	t/ha	10,13
masa na enoto proizvodnje	t/t	1,87
delo		
št. oseb	oseb	8.460
skupna vrednost (TC)		
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	204.584
proračunska plačila		
skupna vrednost PP	000 €	51.647
Produkti		
proizvodnja		
skupna proizvodnja (Q)	t	603.912
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	5.509
delež ekološke priraje (v skupni Q)	%	1,24
vrednost proizvodnje (TR)		
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	296.239
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	244.592

se nadaljuje

nadaljevanje

dohodek		
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	91.656
dodana vrednost		
skupni dohodek (brez PP)	000 €	40.008
izpusti toplogrednih plinov		
skupni izpusti	t CO ₂ eq	735.059
CO ₂	%	15,8
CH ₄	%	49,3
N ₂ O	%	35,0
izgorevanje fosilnih goriv	%	15,9
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	80,9
gnojenje z min.gnojili	%	3,3
Emergija		
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	28.359.073
R	%	4,5
N	%	2,6
M (F)	%	11,7
LS (F)	%	81,2
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	5.339.446
R	%	24,0
N	%	13,6
F	%	62,3
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema		
Socioekonomski kazalniki		
Rentabilnost		1,45
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,34
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,15
Produktivnost zemlje	t/ha	5,40
Produktivnost dela	kg/ uro	35,69
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,76
Delež PP v prihodkih	% v TR	14,8
Urna postavka DD	€/uro	5,49
Dohodkovna pokritost DD		0,28
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,22
Emergijski kazalniki		
UEV		1,75
ED		253,80
EYR		1,08
ELR		21,10
ESI		0,05
%R		0,05
EER		1,38

Priloga E2: Rezultati skrajnih scenarijev prestrukturiranja
Annex E2: The results of the extreme reorganisation scenarios

Spremenljivka	enota	mala konv.	I ₂₀₁₀	ekološka	I ₂₀₁₀	velika intenz.	I ₂₀₁₀
KMG							
število KMG v panogi	št.	11.041	101	5.384	49	1.391	13
delež KMG1	%	52,11		0,00		0,00	
delež KMG2	%	7,44		0,00		0,00	
delež KMG3	%	0,00		76,58		0,00	
delež KMG4	%	0,00		23,42		0,00	
delež KMG5	%	40,45		0,00		0,00	
delež KMG6	%	0,00		0,00		64,50	
delež KMG7	%	0,00		0,00		33,06	
delež KMG8	%	0,00		0,00		2,44	
delež KMG9	%	0,00		0,00		0,00	
Vložki v sistem							
molznice							
število molznic	glav	108.047	99	49.968	46	68.497	62
povprečna velikost črede	glav/KMG	9,8	98	9,3	93	49,3	493
površine (ha)							
površine	ha	104.501	94	94.231	84	53.441	48
njive	%	30,3	99	11,0	36	56,4	185
travniki	%	69,7	100	89,0	128	43,6	63
povprečna velikost KMG	ha/KMG	9,46	93	17,50	172	38,43	378
erozija tal							
skupna masa	t	1.089.245	96	680.288	60	689.734	61
masa na površino	t/ha	10,42	103	7,22	71	12,91	127
masa na enoto proizvodnje	t/t	1,92	103	3,40	182	1,25	67
delo							
število oseb	oseb	8.753	103	3.334	39	3.528	42
skupna vrednost (TC)							
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	186.570	91	74.332	36	170.449	83
proračunska plačila							
skupna vrednost PP	000 €	44.852	87	50.497	98	39.228	76
Produkti							
proizvodnja							
skupna proizvodnja (Q)	t	565.938	94	199.847	33	552.019	91
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	4.435	81	3.351	61	8.031	146
delež ekološke prireje (v skupni Q)	%	0,00	0	100,00	8.081	0,00	0
vrednost proizvodnje (TR)							
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	271.317	92	162.925	55	241.833	82
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	226.465	93	112.428	46	202.605	83

se nadaljuje

nadaljevanje

dohodek							
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	84.748	92	88.593	97	71.384	78
dodana vrednost							
skupni dohodek (brez PP)	000 €	39.896	100	38.096	95	32.156	80
izpusti toplogrednih plinov							
skupni izpusti	t CO ₂ eq	672.791	92	253.552	34	617.407	84
CO ₂	%	14,7	93	11,3	72	16,7	106
CH ₄	%	45,8	93	49,7	101	59,6	121
N ₂ O	%	39,5	113	38,9	111	23,8	68
izgorevanje fosilnih goriv	%	14,8	93	11,4	72	16,8	106
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	83,5	103	88,6	110	77,2	96
gnojenje z min.gnojili	%	1,7	51	0,0	0	6,0	184
Emergija							
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	26.849.059	95	10.642.535	38	20.594.834	73
R	%	4,5	99	10,2	225	3,0	66
N	%	2,6	102	4,1	160	2,2	84
M (F)	%	9,9	84	4,3	37	21,2	181
LS (F)	%	83,0	102	81,4	100	73,7	91
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	4.556.556	85	1.977.307	37	5.423.650	102
R	%	26,3	110	54,7	228	11,3	47
N	%	15,4	113	22,1	162	8,2	60
F	%	58,3	94	23,1	37	80,5	129
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema							
Socioekonomski kazalniki							
Rentabilnost		1,45	100,43	2,19	151,37	1,42	97,98
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,33	97,31	0,37	109,79	0,31	91,15
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,15	98,67	0,44	292,09	0,13	85,20
Produktivnost zemlje	t/ha	5,42	100,20	2,12	39,24	10,33	191,12
Produktivnost dela	kg/ uro	32,33	90,57	29,97	83,97	78,24	219,22
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,87	104,10	2,79	100,98	1,89	68,61
Delež PP v prihodkih	% v TR	16,5	111,4	31,0	208,8	16,2	109,3
Urna postavka DD	€/uro	4,84	88,23	13,29	242,13	10,32	188,01
Dohodkovna pokritost DD		0,27	96,38	0,67	241,60	0,54	192,76
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,19	97,67	1,27	104,24	1,12	91,89
Emergijski kazalniki							
UEV		1,77	101,03	1,99	113,40	1,39	79,45
ED		256,93	101,23	112,94	44,50	385,38	151,84
EYR		1,08	99,99	1,17	108,39	1,05	97,94
ELR		21,37	101,29	8,83	41,87	32,55	154,30
ESI		0,05	98,72	0,13	258,88	0,03	63,47
%R		0,04	98,78	0,10	224,72	0,03	65,86
EER		1,42	103,37	0,94	68,24	1,22	88,96

Priloga E3: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na dohodkovne cilje

Annex E3: Single-criterion model solutions, that relate to income targets

spremenljivka	enota	dohodek	I ₂₀₁₀	urna postavka	I ₂₀₁₀
KMG					
število KMG v panogi	št.	6.264	57	6.085	55
delež KMG1	%	0,00		0,00	
delež KMG2	%	0,00		0,00	
delež KMG3	%	65,81		67,75	
delež KMG4	%	9,82		20,64	
delež KMG5	%	9,75		10,04	
delež KMG6	%	8,95		0,00	
delež KMG7	%	5,12		0,36	
delež KMG8	%	0,54		1,21	
delež KMG9	%	0,00		0,00	
Vložki v sistem					
molznice					
število molznic	glav	91.087	83	71.022	65
povprečna velikost črede	glav/KMG	14,5	146	11,7	117
površine (ha)					
površine	ha	111.736	100	111.736	100
njive	%	27,4	90	16,2	53
travniki	%	72,6	104	83,8	121
povprečna velikost KMG	ha/KMG	17,84	175	18,36	180
erozija tal					
skupna masa	t	1.044.712	92	890.154	79
masa na površino	t/ha	9,35	92	7,97	79
masa na enoto proizvodnje	t/t	1,86	99	2,65	142
delo					
število oseb	oseb	5.622	66	4.593	54
skupna vrednost (TC)					
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	174.163	85	114.309	56
proračunska plačila					
skupna vrednost PP	000 €	66.069	128	59.368	115
Produkti					
proizvodnja					
skupna proizvodnja (Q)	t	561.780	93	335.545	56
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	6.167	112	4.725	86
delež ekološke priraje (v skupni Q)	%	21,92	1.772	59,39	4.799
vrednost proizvodnje (TR)					
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	301.653	102	221.884	75
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	235.585	96	162.515	66

se nadaljuje

nadaljevanje

dohodek					
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	127.490	139	107.575	117
dodana vrednost					
skupni dohodek (brez PP)	000 €	61.422	154	48.206	120
izpusti toplogrednih plinov					
skupni izpusti	t CO ₂ eq	655.616	89	407.644	55
CO ₂	%	15,1	95	13,1	83
CH ₄	%	55,6	113	51,2	104
N ₂ O	%	29,3	84	35,7	102
izgorevanje fosilnih goriv	%	15,2	95	13,2	83
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	81,0	100	85,9	106
gnojenje z min.gnojili	%	3,9	118	0,9	27
Emergija					
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	23.252.385	82	15.868.006	56
R	%	5,5	122	8,1	179
N	%	2,9	113	3,6	141
M (F)	%	15,3	130	8,3	71
LS (F)	%	76,3	94	80,0	99
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	5.503.894	103	3.177.942	60
R	%	23,3	97	40,4	168
N	%	12,2	90	18,0	132
F	%	64,5	103	41,6	67
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema					
Socioekonomski kazalniki					
Rentabilnost		1,73	119,61	1,94	134,05
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,31	91,52	0,34	100,56
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,23	149,53	0,32	211,24
Produktivnost zemlje	t/ha	5,03	93,02	3,00	55,56
Produktivnost dela	kg/ uro	49,97	139,99	36,53	102,33
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,71	98,22	2,73	98,94
Delež PP v prihodkih	% v TR	18,0	121,0	21,1	142,2
Urna postavka DD	€/uro	11,48	209,17	12,10	220,50
Dohodkovna pokritost DD		0,64	231,03	0,62	221,92
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,17	95,88	1,21	99,81
Emergijski kazalniki					
UEV		1,54	88,14	1,77	100,71
ED		208,10	81,99	142,01	55,95
EYR		1,09	101,44	1,13	105,21
ELR		17,12	81,14	11,36	53,87
ESI		0,06	125,02	0,10	195,32
%R		0,06	121,96	0,08	178,72
EER		1,11	80,52	1,03	74,70

Priloga E4: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na proizvodne in zaposlitvene cilje
Annex E4: Single-criterion model solutions, that relate to production and employment targets

spremenljivka	enota	Q	I ₂₀₁₀	INT	I ₂₀₁₀	DELO	I ₂₀₁₀
KMG							
število KMG v panogi	št.	5.772	53	5.340	49	7.277	66
delež KMG1	%	0,00		0,00		0,00	
delež KMG2	%	35,58		0,00		28,22	
delež KMG3	%	0,00		35,09		0,00	
delež KMG4	%	0,00		4,05		0,00	
delež KMG5	%	40,33		34,81		69,77	
delež KMG6	%	15,54		16,80		0,55	
delež KMG7	%	7,97		8,61		0,99	
delež KMG8	%	0,59		0,63		0,47	
delež KMG9	%	0,00		0,00		0,00	
Vložki v sistem							
molznice							
število molznic	glav	132.375	121	119.221	109	128.358	117
povprečna velikost črede	glav/KMG	22,9	230	22,3	224	17,6	177
površine (ha)							
površine	ha	111.736	100	111.736	100	111.736	100
njive	%	43,2	142	39,7	130	35,1	115
travniki	%	56,8	82	60,3	87	64,9	93
povprečna velikost KMG	ha/KMG	19,36	190	20,92	206	15,36	151
erozija tal							
skupna masa	t	1.305.274	115	1.240.294	110	1.241.308	110
masa na površino	t/ha	11,68	115	11,10	110	11,11	110
masa na enoto proizvodnje	t/t	1,47	79	1,54	82	1,74	93
delo							
število oseb	oseb	8.559	101	7.296	86	9.572	113
skupna vrednost (TC)							
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	290.851	142	260.518	127	233.508	114
proračunska plačila							
skupna vrednost PP	000 €	66.887	130	70.023	136	52.629	102
Produkti							
proizvodnja							
skupna proizvodnja (Q)	t	886.335	147	806.343	134	713.687	118
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	6.696	122	6.763	123	5.560	101
delež ekološke prireje (v skupni Q)	%	0,00	0	0,79	64	0,00	0
vrednost proizvodnje (TR)							
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	401.402	135	380.511	128	327.118	110
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	334.515	137	310.489	127	274.489	112

se nadaljuje

nadaljevanje							
dohodek							
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	110.551	121	119.994	131	93.610	102
dodana vrednost							
skupni dohodek (brez PP)	000 €	43.664	109	49.971	125	40.981	102
izpusti toplogrednih plinov							
skupni izpusti	t CO ₂ eq	1.019.543	139	921.474	125	835.707	114
CO ₂	%	16,2	103	15,8	100	15,4	98
CH ₄	%	53,8	109	55,3	112	46,8	95
N ₂ O	%	29,9	86	28,9	83	37,8	108
izgorevanje fosilnih goriv	%	16,3	103	15,9	100	15,5	98
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	79,2	98	79,6	99	82,4	102
gnojenje z min.gnojili	%	4,4	135	4,5	137	2,1	63
Emergija							
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	37.039.041	131	33.001.433	116	32.190.225	114
R	%	3,5	77	3,9	86	4,0	88
N	%	2,3	88	2,4	94	2,5	97
M (F)	%	16,2	138	16,6	142	11,5	98
LS (F)	%	78,1	96	77,1	95	82,0	101
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	8.112.402	152	7.563.315	142	5.790.690	108
R	%	15,8	66	17,0	71	22,2	92
N	%	10,4	76	10,5	77	13,8	101
F	%	73,8	118	72,5	116	64,0	103
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema							
Socioekonomski kazalniki							
Rentabilnost		1,38	95,31	1,46	100,87	1,40	96,75
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,33	96,87	0,32	95,37	0,33	96,58
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,12	82,18	0,15	98,05	0,13	86,42
Produktivnost zemlje	t/ha	7,93	146,77	7,22	133,52	6,39	118,18
Produktivnost dela	kg/ uro	51,78	145,07	55,26	154,81	37,28	104,45
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,26	81,71	2,48	89,95	2,37	85,95
Delež PP v prihodkih	% v TR	14,3	96,2	15,5	104,7	13,9	93,4
Urna postavka DD	€/uro	6,51	118,64	8,30	151,26	4,92	89,75
Dohodkovna pokritost DD		0,30	107,87	0,40	144,82	0,25	90,53
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,15	94,51	1,14	93,89	1,17	96,21
Emergijski kazalniki							
UEV		1,56	88,99	1,53	87,16	1,68	96,05
ED		331,49	130,61	295,35	116,37	288,09	113,51
EYR		1,06	98,56	1,07	99,16	1,07	99,33
ELR		27,86	132,06	24,72	117,15	24,08	114,15
ESI		0,04	74,63	0,04	84,65	0,04	87,02
%R		0,03	76,57	0,04	85,93	0,04	88,10
EER		1,33	96,39	1,25	90,60	1,42	102,79

Priloga E5: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na proračunske cilje
Annex E5: Single-criterion model solutions, that relate to budgetary targets

spremenljivka	enota	PP	I ₂₀₁₀	%PP	I ₂₀₁₀
KMG					
število KMG v panogi	št.	16.759	153	6,826	62
delež KMG1	%	62,62		0,00	
delež KMG2	%	31,72		30,08	
delež KMG3	%	0,00		0,00	
delež KMG4	%	0,00		0,00	
delež KMG5	%	5,37		63,07	
delež KMG6	%	0,00		0,00	
delež KMG7	%	0,24		6,74	
delež KMG8	%	0,00		0,06	
delež KMG9	%	0,04		0,05	
Vložki v sistem					
molznice					
število molznic	glav	89.811	82	130.000	119
povprečna velikost črede	glav/KMG	5,4	54	19,0	191
površine (ha)					
površine	ha	111.736	100	111.736	100
njive	%	21,2	69	37,8	124
travniki	%	78,8	113	62,2	89
povprečna velikost KMG	ha/KMG	6,67	66	16,37	161
erozija tal					
skupna masa	t	981.787	87	1.265.761	112
masa na površino	t/ha	8,79	87	11,33	112
masa na enoto proizvodnje	t/t	2,31	123	1,60	85
delo					
število oseb	oseb	8.197	97	9.227	109
skupna vrednost (TC)					
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	151.751	74	257.324	126
proračunska plačila					
skupna vrednost PP	000 €	39.873	77	54.712	106
Produkti					
proizvodnja					
skupna proizvodnja (Q)	t	425.867	71	791.874	131
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	4.742	86	6.091	111
delež ekološke priraje (v skupni Q)	%	0,00	0	0,00	0
vrednost proizvodnje (TR)					
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	231.430	78	355.501	120
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	191.557	78	300.789	123

se nadaljuje

nadaljevanje

dohodek					
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	79.679	87	98.177	107
dodana vrednost					
skupni dohodek (brez PP)	000 €	39.806	99	43.465	109
izpusti toplogrednih plinov					
skupni izpusti	t CO ₂ eq	549.597	75	896.196	122
CO ₂	%	16,0	101	15,9	101
CH ₄	%	46,8	95	49,5	101
N ₂ O	%	37,2	106	34,5	99
izgorevanje fosilnih goriv	%	16,1	101	16,0	101
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	81,8	101	81,9	101
gnojenje z min.gnojili	%	2,1	65	2,1	63
Emergija					
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	23.015.089	81	34.298.236	121
R	%	5,6	123	3,7	83
N	%	2,7	107	2,4	92
M (F)	%	8,7	74	13,6	116
LS (F)	%	83,0	102	80,3	99
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	3.914.114	73	6.751.244	126
R	%	32,8	136	19,0	79
N	%	16,1	118	12,1	88
F	%	51,1	82	68,9	111
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema					
Socioekonomski kazalniki					
Rentabilnost		1,53	105,32	1,38	95,41
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,36	105,19	0,32	95,92
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,19	123,28	0,12	81,69
Produktivnost zemlje	t/ha	3,81	70,52	7,09	131,12
Produktivnost dela	kg/ uro	25,98	72,78	42,91	120,23
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,95	106,74	2,34	84,72
Delež PP v prihodkih	% v TR	14,7	99,0	13,3	89,8
Urna postavka DD	€/uro	4,91	89,56	5,35	97,49
Dohodkovna pokritost DD		0,29	102,68	0,28	99,61
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,29	106,03	1,13	92,98
Emergijski kazalniki					
UEV		2,02	115,09	1,62	92,24
ED		205,98	81,16	306,96	120,94
EYR		1,09	101,34	1,07	98,96
ELR		16,93	80,26	25,73	121,94
ESI		0,06	126,26	0,04	81,16
%R		0,06	123,22	0,04	82,68
EER		1,43	103,88	1,39	100,78

Priloga E6: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na okoljske cilje
Annex E6: Single-criterion model solutions, that relate to environmental targets

spremenljivka	enota	Izpusti TP	I ₂₀₁₀	izpusti TP/Q	I ₂₀₁₀
KMG					
število KMG v panogi	št.	6.716	61	6.057	55
delež KMG1	%	0,00		24,81	
delež KMG2	%	16,37		0,00	
delež KMG3	%	65,14		20,87	
delež KMG4	%	17,98		15,98	
delež KMG5	%	0,00		30,69	
delež KMG6	%	0,24		0,00	
delež KMG7	%	0,00		7,59	
delež KMG8	%	0,15		0,00	
delež KMG9	%	0,11		0,07	
Vložki v sistem					
molznice					
število molznic	glav	65.414	60	97.241	89
povprečna velikost črede	glav/KMG	9,7	98	16,1	161
površine (ha)					
površine	ha	111.736	100	111.736	100
njive	%	14,7	48	27,3	90
travniki	%	85,3	123	72,7	105
povprečna velikost KMG	ha/KMG	16,64	164	18,45	181
erozija tal					
skupna masa	t	860.590	76	1.071.485	95
masa na površino	t/ha	7,70	76	9,59	95
masa na enoto proizvodnje	t/t	3,01	161	1,83	98
delo					
število oseb	oseb	4.383	52	6.279	74
skupna vrednost (TC)					
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	102.313	50	191.469	94
proračunska plačila					
skupna vrednost PP	000 €	56.594	110	58.869	114
Produkti					
proizvodnja					
skupna proizvodnja (Q)	t	285.446	47	584.373	97
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	4.364	79	6.010	109
delež ekološke prireje (v skupni Q)	%	68,87	5.566	22,30	1.802
vrednost proizvodnje (TR)					
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	203.508	69	298.107	101
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	146.914	60	239.238	98

se nadaljuje

nadaljevanje

dohodek					
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	101.195	110	106.638	116
dodana vrednost					
skupni dohodek (brez PP)	000 €	44.601	111	47.769	119
izpusti toplogrednih plinov					
skupni izpusti	t CO ₂ eq	360.843	49	651.302	89
CO ₂	%	13,5	85	15,0	95
CH ₄	%	50,1	102	52,3	106
N ₂ O	%	36,4	104	32,7	94
izgorevanje fosilnih goriv	%	13,6	85	15,1	95
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	85,3	105	83,3	103
gnojenje z min.gnojili	%	1,1	35	1,6	49
Emergija					
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	14.417.925	51	25.026.472	88
R	%	8,9	197	5,1	113
N	%	3,8	150	2,8	107
M (F)	%	6,9	59	13,1	112
LS (F)	%	80,4	99	79,0	97
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	2.827.731	53	5.254.317	98
R	%	45,4	189	24,4	102
N	%	19,6	144	13,1	96
F	%	35,0	56	62,5	100
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema					
Socioekonomski kazalniki					
Rentabilnost		1,99	137,37	1,56	107,52
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,36	105,81	0,33	96,72
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,35	233,59	0,18	120,24
Produktivnost zemlje	t/ha	2,55	47,27	5,23	96,76
Produktivnost dela	kg/ uro	32,56	91,22	46,53	130,37
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,72	98,68	2,64	95,46
Delež PP v prihodkih	% v TR	21,8	146,6	16,5	111,1
Urna postavka DD	€/uro	11,84	215,80	8,56	155,94
Dohodkovna pokritost DD		0,60	215,16	0,45	160,86
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,26	103,86	1,11	91,57
Emergijski kazalniki					
UEV		1,89	107,56	1,60	91,20
ED		129,04	50,84	223,98	88,25
EYR		1,15	106,47	1,09	100,86
ELR		10,23	48,51	18,50	87,69
ESI		0,11	219,48	0,06	115,01
%R		0,09	196,69	0,05	113,32
EER		1,02	74,01	1,21	87,70

Priloga E7: Enokriterijske modelne rešitve, ki se nanašajo na emergijske cilje

Annex E7: Single-criterion model solutions, that relate to emergy targets

spremenljivka	enota	UEV	I ₂₀₁₀	ED	I ₂₀₁₀	ELR	I ₂₀₁₀
KMG							
število KMG v panogi	št.	5.796	53	5.772	53	6.716	61
delež KMG1	%	0,00		0,00		0,00	
delež KMG2	%	0,00		35,58		16,37	
delež KMG3	%	52,13		0,00		65,14	
delež KMG4	%	8,59		0,00		17,98	
delež KMG5	%	21,08		40,33		0,00	
delež KMG6	%	9,68		15,54		0,24	
delež KMG7	%	7,93		7,97		0,00	
delež KMG8	%	0,58		0,59		0,15	
delež KMG9	%	0,00		0,00		0,11	
Vložki v sistem							
molznice							
število molznic	glav	102.975	94	132.375	121	65.414	60
povprečna velikost črede	glav/KMG	17,8	178	22,9	230	9,7	98
površine (ha)							
površine	ha	111.736	100	111.736	100	111.736	100
njive	%	32,2	106	43,2	142	14,7	48
travniki	%	67,8	98	56,8	82	85,3	123
povprečna velikost KMG	ha/KMG	19,28	189	19,36	190	16,64	164
erozija tal							
skupna masa	t	1.123.549	99	1.305.274	115	860.590	76
masa na površino	t/ha	10,06	99	11,68	115	7,70	76
masa na enoto proizvodnje	t/t	1,68	90	1,47	79	3,01	161
delo							
število oseb	oseb	6.325	75	8.559	101	4.383	52
skupna vrednost (TC)							
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	209.754	103	290.851	142	102.313	50
proračunska plačila							
skupna vrednost PP	000 €	66.743	129	66.887	130	56.594	110
Produkti							
proizvodnja							
skupna proizvodnja (Q)	t	668.502	111	886.335	147	285.446	47
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	6.492	118	6.696	122	4.364	79
delež ekološke priraje (v skupni Q)	%	3,46	280	0,00	0	68,87	5.566
vrednost proizvodnje (TR)							
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	334.946	113	401.402	135	203.508	69
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	268.203	110	334.515	137	146.914	60

se nadaljuje

nadaljevanje

dohodek							
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	125.193	137	110.551	121	101.195	110
dodana vrednost							
skupni dohodek (brez PP)	000 €	58.449	146	43.664	109	44.601	111
izpusti toplogrednih plinov							
skupni izpusti	t CO ₂ eq	762.873	104	1.019.543	139	360.843	49
CO ₂	%	15,4	98	16,2	103	13,5	85
CH ₄	%	55,4	112	53,8	109	50,1	102
N ₂ O	%	29,2	83	29,9	86	36,4	104
izgorevanje fosilnih goriv	%	15,5	98	16,3	103	13,6	85
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	80,8	100	79,2	98	85,3	105
gnojenje z min.gnojili	%	3,7	113	4,4	135	1,1	35
Emergija							
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	27.320.196	96	37.039.041	131	14.417.925	51
R	%	4,7	104	3,5	77	8,9	197
N	%	2,6	103	2,3	88	3,8	150
M (F)	%	16,0	136	16,2	138	6,9	59
LS (F)	%	76,7	94	78,1	96	80,4	99
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	6.374.994	119	8.112.402	152	2.827.731	53
R	%	20,1	84	15,8	66	45,4	189
N	%	11,3	83	10,4	76	19,6	144
F	%	68,5	110	73,8	118	35,0	56
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema							
Socioekonomski kazalniki							
Rentabilnost		1,60	110,28	1,38	95,31	1,99	137,37
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,31	92,62	0,33	96,87	0,36	105,81
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,19	123,39	0,12	82,18	0,35	233,59
Produktivnost zemlje	t/ha	5,98	110,70	7,93	146,77	2,55	47,27
Produktivnost dela	kg/ uro	52,85	148,06	51,78	145,07	32,56	91,22
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,61	94,41	2,26	81,71	2,72	98,68
Delež PP v prihodkih	% v TR	16,6	111,9	14,3	96,2	21,8	146,6
Urna postavka DD	€/uro	10,00	182,32	6,51	118,64	11,84	215,80
Dohodkovna pokritost DD		0,54	195,41	0,30	107,87	0,60	215,16
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,14	93,75	1,15	94,51	1,26	103,86
Emergijski kazalniki							
UEV		1,53	87,03	1,56	88,99	1,89	107,56
ED		244,51	96,34	331,49	130,61	129,04	50,84
EYR		1,08	100,27	1,06	98,56	1,15	106,47
ELR		20,29	96,16	27,86	132,06	10,23	48,51
ESI		0,05	104,27	0,04	74,63	0,11	219,48
%R		0,05	103,80	0,03	76,57	0,09	196,69
EER		1,17	85,20	1,33	96,39	1,02	74,01

Priloga E8: Večkriterijske modelne rešitve
Annex E8: Multi-criteria model solutions

spremenljivka	enota	proizvod.- dohodk.	I ₂₀₁₀	okoljsko- podnebni	I ₂₀₁₀	kompro- misni	I ₂₀₁₀
KMG							
število KMG v panogi	št.	5.772	53	6.716	61	6.464	59
delež KMG1	%	0,00		0,00		0,00	
delež KMG2	%	35,58		16,37		0,00	
delež KMG3	%	0,00		65,14		67,69	
delež KMG4	%	0,00		17,98		8,70	
delež KMG5	%	40,33		0,00		9,45	
delež KMG6	%	15,54		0,24		8,92	
delež KMG7	%	7,97		0,00		4,71	
delež KMG8	%	0,59		0,15		0,52	
delež KMG9	%	0,00		0,11		0,00	
Vložki v sistem							
molznice							
število molznic	glav	132.375	121	65.414	60	90.626	83
povprečna velikost črede	glav/KMG	22,9	230	9,7	98	14,0	140
površine (ha)							
površine	ha	111.736	100	111.736	100	111.736	100
njive	%	43,2	142	14,7	48	27,3	90
travniki	%	56,8	82	85,3	123	72,7	105
povprečna velikost KMG	ha/KMG	19,36	190	16,64	164	17,29	170
erozija tal							
skupna masa	t	1.305.274	115	860.590	76	1.042.508	92
masa na površino	t/ha	11,68	115	7,70	76	9,33	92
masa na enoto proizvodnje	t/t	1,47	79	3,01	161	1,87	100
delo							
število oseb	oseb	8.559	101	0	0	5.631	67
skupna vrednost (TC)							
denarna vrednost vložkov (TC brez DD)	000 €	290.851	142	102.313	50	172.613	84
proračunska plačila							
skupna vrednost PP	000 €	66.887	130	56.594	110	66.010	128
Produkti							
proizvodnja							
skupna proizvodnja (Q)	t	886.335	147	285.446	47	556.391	92
povprečna letna mlečnost	kg/molz.	6.696	122	4.364	79	6.139	111
delež ekološke priraje (v skupni Q)	%	0,00	0	68,87	5.566	21,55	1.741
vrednost proizvodnje (TR)							
denarna vrednost proizvodnje (TR+PP)	000 €	401.402	135	203.508	69	300.003	101
denarna vrednost proizvodnje (TR)	000 €	334.515	137	146.914	60	233.993	96

se nadaljuje

nadaljevanje

dohodek							
skupni dohodek panoge (s PP)	000 €	127.490	139	127.490	139	127.490	139
dodana vrednost							
skupni dohodek (brez PP)	000 €	43.664	109	44.601	111	61.379	153
izpusti toplogrednih plinov							
skupni izpusti	t CO ₂ eq	1.019.543	139	360.843	49	652.074	89
CO ₂	%	16,2	103	13,5	85	15,0	95
CH ₄	%	53,8	109	50,1	102	55,7	113
N ₂ O	%	29,9	86	36,4	104	29,3	84
izgorevanje fosilnih goriv	%	16,3	103	13,6	85	15,1	95
fermentacija, skladiščenje, gnojenje z živ. gnojili	%	79,2	98	85,3	105	80,9	100
gnojenje z min.gnojili	%	4,4	135	1,1	35	3,9	120
Emergija							
emergija z LS	seJ 10 ¹⁴	37.039.041	131	14.417.925	51	23.121.061	82
R	%	3,5	77	8,9	197	5,6	123
N	%	2,3	88	3,8	150	2,9	113
M (F)	%	16,2	138	6,9	59	15,2	130
LS (F)	%	78,1	96	80,4	99	76,3	94
emergija brez LS	seJ 10 ¹⁴	8.112.402	152	2.827.731	53	5.473.161	103
R	%	15,8	66	45,4	189	23,4	98
N	%	10,4	76	19,6	144	12,3	90
F	%	73,8	118	35,0	56	64,3	103
Kazalniki uspešnosti delovanja sistema							
Socioekonomski kazalniki							
Rentabilnost		1,38	95,31	1,99	137,37	1,74	120,03
Stroški na enoto proizvodnje	€/kg	0,33	96,87	0,36	105,81	0,31	91,58
Dohodek na enoto proizvodnje	€/kg	0,12	82,18	0,35	233,59	0,23	150,86
Produktivnost zemlje	t/ha	7,93	146,77	2,55	47,27	4,98	92,13
Produktivnost dela	kg/ uro	51,78	145,07	32,56	91,22	49,41	138,43
Učinkovitost rabe mehanizacije		2,26	81,71	2,72	98,68	2,73	98,98
Delež PP v prihodkih	% v TR	14,3	96,2	21,8	146,6	18,0	121,5
Urna postavka DD	€/uro	6,51	118,64	11,84	215,80	11,45	208,67
Dohodkovna pokritost DD		0,30	107,87	0,60	215,16	0,64	230,51
Izpusti toplogrednih plinov	t eq CO ₂ /t	1,15	94,51	1,26	103,86	1,17	96,29
Emergijski kazalniki							
UEV		1,56	88,99	1,89	107,56	1,55	88,49
ED		331,49	130,61	129,04	50,84	206,93	81,53
EYR		1,06	98,56	1,15	106,47	1,09	101,48
ELR		27,86	132,06	10,23	48,51	17,02	80,65
ESI		0,04	74,63	0,11	219,48	0,06	125,83
%R		0,03	76,57	0,09	196,69	0,06	122,65
EER		1,33	96,39	1,02	74,01	1,11	80,51

