

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Miha CURK

**RAZVOJ SISTEMA ZA PODPORO ODLOČANJU O  
IZVAJANJU KMETIJSKIH UKREPOV ZA  
VAROVANJE PODZEMNE VODE PRED  
ONESNAŽENJEM Z NITRATI**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2022

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Miha CURK

**RAZVOJ SISTEMA ZA PODORO ODLOČANJU O IZVAJANJU  
KMETIJSKIH UKREPOV ZA VAROVANJE PODZEMNE VODE  
PRED ONESNAŽENJEM Z NITRATI**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**DEVELOPING A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR  
IMPLEMENTATION OF AGRICULTURAL MEASURES FOR  
GROUNDWATER PROTECTION AGAINST POLLUTION BY  
NITRATES**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2022

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepa Komisije za doktorski študij z dne 30.6.2020 je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za opravljanje doktorata znanosti na Interdisciplinarnem doktorskem študijskem programu Bioznanosti, znanstveno področje Agronomija. Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Matjaž Glavan in za somentorja doc. dr. Gašper Rak.

Raziskovalno delo je bilo opravljeno v prostorih Biotehniške fakultete v Ljubljani, na katedri za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora, ekonomiko in razvoj podeželja oddelka za agronomijo, ter na terenu na preučevanih območjih Dravske in Krške kotline.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: izr. prof. dr. Marjetka SUHADOLC  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Franci STEINMAN  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko

Član: prof. dr. Martin PAVLOVIČ  
Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije

Datum zagovora:

11. november 2022

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	UDK 631.432: 628.193: 661.15'11:504.5:631.842:004.81:005(043.3)
KG	izpiranje nitrata, kmetijstvo, varovalni ukrepi, agroekonomika, model SWAT, podnebne spremembe, optimizacija rabe tal, lastnosti tal, vhodni podatki modela, kalibracija modela
AV	CURK, Miha, dipl. inž. agronomije., mag. inž. hortikulture
SA	GLAVAN, Matjaž (mentor), RAK, Gašper (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Interdisciplinarni doktorski študijski program Bioznanosti, Znanstveno področje agronomija
LI	2022
IN	RAZVOJ SISTEMA ZA PODPORO ODLOČANJU O IZVAJANJU KMETIJSKIH UKREPOV ZA VAROVANJE PODZEMNE VODE PRED ONESNAŽENJEM Z NITRATI
TD	Doktorska disertacija
OP	XVIII, 160, [49] str., 47 pregl., 47 sl., 8 pril., 207 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V nalogi je bil razvit sistem za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode pred onesnaženjem z nitrati. Sistem sestavljajo 3 faze: analiza obstoječega stanja, vrednotenje učinkovitosti ukrepov ter optimizacija in umeščanje ukrepov. Preučevali smo vpliv različnih virov vhodnih (izmerjeni oz. izračunani podatki o fizikalnih lastnostih tal) in umeritvenih podatkov (pretoki rek, količina vode v tleh, kombinacija obojega) na delovanje 12 različic modela SWAT. Ugotovili smo, da vsi načini umerjanja modela niso primerni za vse situacije. Zgolj v nekaterih primerih je prišlo do razlik v modelnih rezultatih. Zaključujemo, da razlike med rezultati niso tako velike, da bi jasno pokazale na najboljšo možnost, zato je za umerjanje bolj smiselno uporabiti podatke, ki so lažje dostopni oz. na drug način primernejši v dani situaciji. Predlagani sistem za podporo odločanju smo preizkusili na ranljivih območjih Dravske in Krške kotline. Za vsako območje smo ovrednotili okoljski (izpiranje nitrata) in ekonomski (pokritje) učinek različnih kmetijskih praks; prvega z uporabo modela SWAT in drugega z izračunom pokritij. S simulacijo pričakovanih kmetijskih praks (obstoječe stanje) smo na vsakem območju ugotovili, kateri deli so bolj ranljivi in bi bilo zato na njih bolj smiselno zaostri ukrepe za omilitev izpiranja nitrata. S primerjavo učinkov širšega nabora alternativnih kmetijskih praks smo ugotovili, katere so za posamezne talne tipe na območju najbolj primerne (tako okoljsko kot ekonomsko). Izkazalo se je, da univerzalno učinkovite prakse ne obstajajo: nekatere so bolj učinkovite v enih, druge v drugih primerih. Na podlagi informacije o učinkovitosti ukrepov smo v zadnji fazi kmetijske prakse razporedili na območje po treh kriterijih optimizacije: okoljske, ekonomske in kombinirane. Ugotovili smo, da so vse tri, celo ekonomska, izboljšale stanje z izpiranjem nitrata na celotnem območju, zato zaključujemo, da bi lahko z uporabo predlaganega sistema in umeščanjem ukrepov na podlagi njihove okoljske in ekonomske učinkovitosti na območju hkrati zmanjšali izpiranje nitrata s kmetijskih površin in povečali ekonomičnost kmetijske pridelave.



## KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dd
- DC UDC 631.432: 628.193: 661.15'11:504.5:631.842:004.81:005(043.3)
- CX nitrate leaching, agriculture, mitigation measures, agroecology, SWAT model, climate change, land use optimization, soil properties, model input data, model calibration
- AU CURK, Miha
- AA GLAVAN, Matjaž (supervisor), RAK, Gašper (co-advisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Interdisciplinary doctoral study program Biosciences, Scientific field Agronomy
- PY 2022
- TI DEVELOPING A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR IMPLEMENTATION OF AGRICULTURAL MEASURES FOR GROUNDWATER PROTECTION AGAINST POLLUTION BY NITRATES
- DT Doctoral dissertation
- NO XVIII, 160, [49] p., 47 tab., 47 fig., 8 ann., 207 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB This thesis developed a decision support system for implementation of agricultural measures for groundwater protection against pollution by nitrates. The system consists of 3 phases: analysis of the existing situation, evaluation of the effectiveness of measures, and optimization and placement of measures. Influence of different sources of input (measured or calculated soil hydraulic properties data) and calibration data (river discharge, amount of water in the soil, a combination of both) on the functioning of 12 versions of the SWAT model was studied. We found that not all model calibration methods are suitable for all situations. Only in some cases differences in the model results were confirmed. We conclude that the differences are not so large as to clearly indicate the best option, so it may be more prudent to use data that are easier to access or otherwise more appropriate in a given situation. The proposed decision support system was tested in vulnerable areas of the Drava and Krško basins by evaluation of the environmental and economic impact of different agricultural practices; the first by simulating nitrate leaching and the second by calculating the contribution margins. By simulating the expected agricultural practices, we determined which parts are more vulnerable and where it would make more sense to introduce stricter measures. By comparing the effects of a wider range of alternative agricultural practices, we determined which ones are most suitable for individual soil types in the area. It turned out that universally effective practices do not exist: some are more effective in some, others in other cases. Effective agricultural practices were allocated in both areas according to three optimization criteria: environmental, economic and combined. We found that all three, even the economic one, which maximizes the economic impact of agriculture, improved the nitrate leaching situation in the whole area, so we conclude that using the proposed system and placing measures based on both their environmental and economic effectiveness in the area can reduce nitrate leaching from agricultural land and increase the economy of agricultural production.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	XI
KAZALO PRILOG	XV
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XVI
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN IN CILJ NALOGE	2
1.2 HIPOTEZI	3
<b>2 PREGLED OBJAV</b>	<b>4</b>
2.1 VODONOSNIKI ALUVIALNIH RAVNIC	4
2.2 PROCESI RAZPRŠENEGA ONESNAŽEVANJA Z DUŠIKOM	5
2.3 IZZIVI UPRAVLJANJA S PODZEMNIMI VODAMI V SLOVENIJI	8
2.4 KMETIJSTVO IN UKREPI VAROVANJA PODZEMNIH VODA	9
<b>2.4.1 Dejavniki vpliva na izpiranje nitrata</b>	<b>9</b>
<b>2.4.2 Kmetijsko-okoljski ukrepi</b>	<b>12</b>
<b>2.4.3 Vodovarstvena zakonodaja na nivoju EU in v Sloveniji</b>	<b>14</b>
<b>2.4.4 Vodovarstvena območja</b>	<b>15</b>
<b>2.4.5 Vpliv podnebnih sprememb na kmetijstvo in stanje podzemnih voda</b>	<b>18</b>
2.5 MODELIRANJE IZPIRANJA NITRATA NA KMETIJSKIH OBMOČJIH	20
<b>2.5.1 Vrste modelov</b>	<b>20</b>
<b>2.5.2 Soil and Water Assessment tool (SWAT)</b>	<b>22</b>
<b>2.5.3 Modelarske raziskave na temo vpliva kmetijstva na okolje v Sloveniji</b>	<b>23</b>
2.6 VREDNOTENJE EKONOMIČNOSTI KMETIJSKE PRIDELAVE	24
<b>2.6.1 Metode vrednotenja ekonomičnosti kmetijske pridelave</b>	<b>27</b>
2.7 SISTEMI ZA PODPORO ODLOČANJU	28
<b>3 MATERIALI IN METODE</b>	<b>30</b>
3.1 OBMOČJI RAZISKOVANJA	30

<b>3.1.1</b>	<b>Geografija in topografija</b>	30
<b>3.1.2</b>	<b>Hidrogeologija in hidrologija</b>	31
<b>3.1.3</b>	<b>Tla</b>	34
<b>3.1.4</b>	<b>Podnebje</b>	35
<b>3.1.5</b>	<b>Raba tal in kmetijska dejavnost</b>	36
<b>3.1.6</b>	<b>Vodovarstvena območja</b>	38
<b>3.2</b>	<b>ZBIRANJE IN ANALIZA PODATKOV TER POSTAVITEV MODELA</b>	39
<b>3.2.1</b>	<b>Zahteve modela</b>	39
<b>3.2.2</b>	<b>Določitev meja modeliranih območij</b>	39
<b>3.2.3</b>	<b>Vremenski podatki</b>	41
<b>3.2.4</b>	<b>Izbor glavnih talnih tipov za analizo scenarijev</b>	42
<b>3.2.5</b>	<b>Določanje načina rabe njivskih površin</b>	44
<b>3.2.6</b>	<b>Kmetijski kolobarji uporabljeni v scenarijih</b>	45
<b>3.2.7</b>	<b>Scenariji kmetijske obdelave</b>	46
<b>3.2.8</b>	<b>Statistične metode uspešnosti modela in primerjave rezultatov</b>	49
<b>3.2.9</b>	<b>Učinek pričakovanih podnebnih sprememb na izpiranje nitrata</b>	50
<b>3.2.10</b>	<b>Opis različic modela glede na tip vhodnih in umeritvenih podatkov</b>	51
<b>3.2.11</b>	<b>Opis meritev vode v tleh</b>	52
<b>3.3</b>	<b>ZBIRANJE EKONOMSKIH PODATKOV IN MEJNA ANALIZA</b>	54
<b>3.4</b>	<b>SISTEM ZA PODORO ODLOČANJU</b>	60
<b>4</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	63
<b>4.1</b>	<b>STRATEGIJA MODELIRANJA</b>	63
<b>4.2</b>	<b>ANALIZA SENZITIVNOSTI</b>	63
<b>4.3</b>	<b>UMERJANJE MODELOV</b>	66
<b>4.4</b>	<b>VALIDACIJA MODELOV</b>	76
<b>4.5</b>	<b>RAZLIKE MED MODELI - OSNOVNI SCENARIJI</b>	86
<b>4.6</b>	<b>OKOLJSKI UČINEK KMETIJSKE PRIDELAVE - SIMULIRANO IZPIRANJE NITRATA ZA ALTERNATIVNE KMETIJSKE PRAKSE</b>	91
<b>4.7</b>	<b>UČINKI PODNEBNIH SPREMEMB NA SCENARIJE IZPIRANJA NITRATA V KMETIJSKI PRIDELAVI</b>	104
<b>4.8</b>	<b>EKONOMSKI UČINEK KMETIJSKE PRIDELAVE – OVREDNOTENJE EKONOMIČNOSTI ZA ALTERNATIVNE KMETIJSKE PRAKSE</b>	110

<b>4.8.1</b>	<b>Gnojenje in pridelki</b>	110
<b>4.8.2</b>	<b>Ekonomski učinek scenarijev</b>	116
4.9	SISTEM ZA PODORO ODLOČANJU O IZVAJANJU KMETIJSKIH UKREPOV ZA VAROVANJE PODZEMNE VODE PRED ONESNAŽENJEM Z NITRATI	119
<b>4.9.1</b>	<b>Stopnja I: Analiza obstoječega stanja</b>	119
<b>4.9.2</b>	<b>Stopnja II: Vrednotenje učinkovitosti ukrepov</b>	121
<b>4.9.3</b>	<b>Stopnja III: Optimizacija in umeščanje ukrepov</b>	125
<b>4.9.4</b>	<b>Razprava o možnostih uporabe predlaganega sistema za podporo odločanju v praksi</b>	130
<b>5</b>	<b>SKLEPI</b>	135
<b>6</b>	<b>POVZETEK (SUMMARY)</b>	138
6.1	POVZETEK	138
6.2	SUMMARY	140
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	142

ZAHVALA

PRILOGE

## KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Povzetek prepovedi za kmetijstvo, določenih v Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja, Limbuške dobrave in Dravskega polja (2007a)	17
Preglednica 2: Povzetek prepovedi za kmetijstvo, določenih v Odloku o zaščiti vodnih virov na območju Občine Krško (2002)	17
Preglednica 3: Prikaz rabe zemljišč za raziskovalno območje Dravske kotline (vir podatkov: MKGP, 2015)	37
Preglednica 4: Prikaz rabe zemljišč za raziskovalno območje Krške kotline (vir podatkov: MKGP, 2019)	38
Preglednica 5: Vhodni podatki modela SWAT	39
Preglednica 6: Lokacija zajema dnevni vremenskih podatkov za uporabo v modelu	41
Preglednica 7: Izbrani talni tipi z deležem, ki ga zasedajo v primerjavi s celotnim območjem	42
Preglednica 8: Oznake scenarijev kmetijske pridelave po sklopih	48
Preglednica 9: Kombinacije načinov pridobivanja podatkov o lastnostih tal in o vodnem ciklu za potrebe umerjanja	52
Preglednica 10: Povzetki obračunov pokritij za govedorejski sklop scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih	56
Preglednica 11: Povzetki obračunov pokritij za poljedelski sklop scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih	57
Preglednica 12: Povzetki obračunov pokritij za prašičerejski sklop scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih	58
Preglednica 13: Povzetki obračunov pokritij za travniški sklop scenarijev s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih	59
Preglednica 14: Kriteriji učinkovitosti za primerjavo alternativnih scenarijev z osnovnimi	62
Preglednica 15: Parametri in razponi vrednosti uporabljeni pri analizi senzitivnosti (po abecedi)	64
Preglednica 16: Rezultati analize senzitivnosti za modele z merjenimi podatki o tleh za območje Dravske kotline	65
Preglednica 17: Rezultati analize senzitivnosti za modele z izračunanimi podatki o tleh za območje Dravske kotline	65
Preglednica 18: Rezultati analize senzitivnosti za modele z merjenimi podatki o tleh za območje Krške kotline	65
Preglednica 19: Rezultati analize senzitivnosti za modele z izračunanimi podatki o tleh za območje Krške kotline	65

Preglednica 20:	Parametri modela z njihovimi privzetimi vrednostmi in razponi ter umerjenimi vrednostmi	67
Preglednica 21:	Umeritvena obdobja za različna merilna mesta	68
Preglednica 22:	Prikaz statistik ocene delovanja za različne modele območja Dravske kotline za obdobje umerjanja	69
Preglednica 23:	Prikaz statistik ocene delovanja za različne modele območja Krške kotline za obdobje umerjanja	69
Preglednica 24:	Prikaz učinkovitosti umerjanja – primerjava med merjenimi in simuliranimi vrednostmi na dnevnem nivoju za različne modele za območje Dravske kotline	75
Preglednica 25:	Prikaz učinkovitosti umerjanja – primerjava med merjenimi in simuliranimi vrednostmi na dnevnem nivoju za različne modele za območje Krške kotline	76
Preglednica 26:	Validacijska obdobja za različna merilna mesta	77
Preglednica 27:	Prikaz različnih statistik merjenih in simuliranih vrednosti za različne modele območij Dravske in Krške kotline za obdobje validacije	77
Preglednica 28:	Prikaz učinkovitosti validacije – primerjava med merjenimi in simuliranimi vrednostmi na dnevnem nivoju za različne modele za območji Dravske in Krške kotline	81
Preglednica 29:	Primerjava simuliranih pridelkov in statističnih podatkov SURS za leto 2010 za obe območji	86
Preglednica 30:	Primerjava povprečnih letnih količin izpranega in z gnojenjem dodanega dušika za scenarije od 2 do 32 na izbranih talnih tipih Dravske kotline za obdobje 2003-2012	92
Preglednica 31:	Primerjava povprečnih letnih količin izpranega in z gnojenjem dodanega dušika za scenarije 2-32 na izbranih talnih tipih Krške kotline za obdobje 2009-2018	93
Preglednica 32:	Povprečne spremembe v količini izpranega nitrata za kombinacije scenarijev in izbranih tipov tal za območje Dravske kotline	102
Preglednica 33:	Povprečne spremembe v količini izpranega nitrata za kombinacije scenarijev in izbranih tipov tal za območje Krške kotline	103
Preglednica 34:	Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Dravske kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP4,5 za obdobje 1981-2100.	106
Preglednica 35:	Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Dravske kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP8,5 za obdobje 1981-2100	107
Preglednica 36:	Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Krške kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP4,5 za obdobje 1981-2100	108

Preglednica 37:	Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Krške kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP8,5 za obdobje 1981-2100	109
Preglednica 38:	Povprečne spremembe vrednosti za pridelek in z gnojenjem dodan dušik po sklopih scenarijev	111
Preglednica 39:	Povzetki obračunov pokritij za glavne sklope scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah in količini gnojil, upoštevanih pri izračunih	113
Preglednica 40:	Ekonomski učinek scenarijev po sklopih: Povprečne letne spremembe pokritij in količin z gnojenjem dodanega dušika na hektar površine	114
Preglednica 41:	Okoljski (povprečno letno izpiranje nitrata) in ekonomski (povprečno letno pokritje) učinek scenarijev za območje Dravske kotline	117
Preglednica 42:	Okoljski (povprečno letno izpiranje nitrata) in ekonomski (povprečno letno pokritje) učinek scenarijev za območje Krške kotline	118
Preglednica 43:	Prikaz učinkovitih in zelo učinkovitih scenarijev po talnih tipih in sklopih za območje Dravske kotline. Prikazani so kombinirano učinkoviti scenariji, pa tudi tisti, ki so učinkoviti le z enega ali drugega vidika	125
Preglednica 44:	Prikaz učinkovitih in zelo učinkovitih scenarijev po talnih tipih in sklopih za območje Krške kotline. Prikazani so kombinirano učinkoviti scenariji, pa tudi tisti, ki so učinkoviti le z enega ali drugega vidika	126
Preglednica 45:	Glede na različne cilje izbrani optimalni kmetijski scenariji za izbrane talne tipe Dravske kotline	126
Preglednica 46:	Glede na različne cilje izbrani optimalni kmetijski scenariji za izbrane talne tipe Krške kotline	127
Preglednica 47:	Povprečno skupno letno izpiranje nitrata za celotni območji raziskovanja izraženo kot celotna količina (v tonah N) na območje in kot količina (v tonah N) na hektar površine	130

## KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Nastanek rečne ravnice zaradi trše podlage dolvodno. a) skozi tršo podlago reka vreže ozko strugo. b) reka na mehkejši podlagi z odnašanjem materiala ustvari meandre (okljuke). c) na mehkejšem delu območja reka z meandriranjem in odlaganjem plavin ustvari ravnico. d) prečni preseki tlorisa - vidne so struge rečnih okljukov in nasutje (prirejeno po Dahlin in Owen, 2005).	4
Slika 2: Nastanek rečne ravnice zaradi trše podlage gorvodno. a) prečni preseki tlorisa: na stiku z mehkejšo podlago tok reke povzroči večjo erozijo, nastane manjša depresija. b) reka na stiku ustvari slap, ki dodatno poglobi depresijo. c) depresija se z odlaganjem plavin sčasoma zapolni in nastane ravnica (prirejeno po Dahlin and Owen, 2005).	5
Slika 3: Cikel dušika v tleh (prirejeno po Scanlan, 2017)	6
Slika 4: Stanje vodnih teles podzemne vode in koncentracija nitrata na posameznih merilnih mestih v Sloveniji (Računsko sodišče, 2020)	8
Slika 5: Lokacije vodovarstvenih območij v Sloveniji z režimi varovanja.	16
Slika 6: Lega raziskovalnih območij v Sloveniji, njune reliefne značilnosti in glavni vodotoki (Vir podatkov: ARSO, 2020a; GURS, 2020)	30
Slika 7: Kmetijska krajina v Dravski kotlini, pogled iz Starošinc proti severozahodu, v ozadju Pohorje	31
Slika 8: Kmetijska krajina v Krški kotlini, pogled iz Žadovinka proti severozahodu, v ozadju Leskovec pri Krškem	32
Slika 9: Pogled na peščeno prodnate nanose in tanko plast tal nad njimi (lokacija: Velika vas pri Krškem)	32
Slika 10: Gramoznica Pleterje, kjer je opazen visok nivo podzemne vode v Dravski kotlini (Moja jezera, 2021)	33
Slika 11: Povprečna količina padavin in povprečna, minimalna in maksimalna temperatura po mesecih v letu za meteorološke postaje v Dravski in Krški kotlini. Za območje Dravske kotline so podatki s postaje Maribor Tabor; za območje Krške kotline pa s postaj G. Lenart za padavine in povpr. temperaturo ter Bizeljsko za min. in max. temperaturo (ARSO, 2019b)	35
Slika 12: Povprečna trajanje sončnega obsevanja in evapotranspiracija po mesecih v letu za meteorološke postaje v Dravski in Krški kotlini. Za območje Dravske kotline so podatki s postaj Letališče Maribor za trajanje sonč. obsevanja in Maribor za evapotranspiracijo; za območje Krške kotline pa s postaj Novo mesto za trajanje sonč. obsevanja in Bizeljsko za evapotranspiracijo (ARSO, 2019b)	35
Slika 13: Prikaz dejanske rabe zemljišč za raziskovalni območji Dravske in Krške kotline (vir podatkov: MKGP, 2015)	36
Slika 14: Obseg raziskovalnega območja Dravske kotline z vrisanim obsegom vodovarstvenih območij (vir podatkov: ARSO, 2020a)	40
Slika 15: Obseg raziskovalnega območja Krške kotline z vrisanim obsegom vodovarstvenih območij (vir podatkov: ARSO, 2020a)	41



Slika 16:	Pedološka karta za Dravsko kotlino, kot je bila uporabljena za modeliranje. Izbrani talni tipi, ki prevladujejo na kmetijskih območjih, so prikazani z bolj živimi barvami. Talnim tipom, ki obsegajo več kot 4 % območja, so pripisane površine v odstotkih.	43
Slika 17:	Pedološka karta za Krško kotlino, kot je bila uporabljena za modeliranje. Izbrani talni tipi, ki prevladujejo na kmetijskih območjih, so prikazani z bolj živimi barvami. Talnim tipom, ki obsegajo več kot 4 % območja, so pripisane površine v odstotkih.	44
Slika 18:	Razporeditev rabe njivskih površin glede na podatke o staležu živali po kmetijskih gospodarstvih in lastništvu GERK (vir podatkov: ARSKTRP, 2021)	46
Slika 19:	Pričakovane spremembe povprečnih letnih temperature in količine padavin glede na 3 različne scenarije značilnih potekov vsebnosti toplogrednih plinov (RCP) do leta 2100 (Dolinar in sod., 2018)	51
Slika 20:	Lokacije poskusnih ploskev za merjenje vode v tleh na obeh območjih (vir podatkov: MKGP, 2019)	53
Slika 21:	Shematičen prikaz sistema za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode pred onesnaženjem z nitrati	61
Slika 22:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu Tržec za model D-C-F (zgoraj) in za dušik na merilnem mestu Lancova vas za model D-C-FN (spodaj) med umerjanjem	70
Slika 23:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela D-M-SM in D-C-SM med umerjanjem	71
Slika 24:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu Tržec ter vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela D-M-FSM in D-C-FSM med umerjanjem	72
Slika 25:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu HE Brežice za modela K-M-F in K-C-F ter vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-SM in K-C-SM med umerjanjem	73
Slika 26:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu HE Brežice ter vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-FSM in K-C-FSM med umerjanjem	74
Slika 27:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnih mestih Tržec za model D-C-F in HE Brežice za modela K-M-F in K-C-F za obdobje validacije	78
Slika 28:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-SM in K-C-SM za obdobje validacije	79
Slika 29:	Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu HE Brežice ter za vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-FSM in K-C-FSM za obdobje validacije	80
Slika 30:	Dnevni prikaz merjenih padavin (PRECIP ARSO) in evapotranspiracije (ET ARSO) ter simuliranih vode v tleh (SW SWAT) in evapotranspiracije (ET SWAT) - povprečij na nivoju raziskovalnega območja Dravske kotline za obdobje 2003-2011	82

Slika 31:	Dnevni prikaz merjenih padavin (PRECIP ARSO) in evapotranspiracije (ET ARSO) ter simuliranih vode v tleh (SW SWAT) in evapotranspiracije (ET SWAT) - povprečij na nivoju raziskovalnega območja Krške kotline za obdobje 2009-2018	83
Slika 32:	Z rastjo kmetijskih rastlin povezani izhodni podatki modela (NUP – odvzem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; YLD – pridelek suhe snovi; LAI – indeks listne površine; NAPP – z gnojenjem dodan dušik; BIOM – biomasa) za izbrane kulture za območje Dravske kotline v letu 2010	84
Slika 33:	Z rastjo kmetijskih rastlin povezani izhodni podatki modela (NUP – odvzem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; YLD – pridelek suhe snovi; LAI – indeks listne površine; NAPP – z gnojenjem dodan dušik; BIOM – biomasa) za izbrane kulture za območje Krške kotline v letu 2010	85
Slika 34:	Primerjava simulacij izpiranja nitrata (v kg N/ha) za 5 različic modela območja Dravske kotline po različnih osnovnih scenarijih. Rezultati statističnih testov so pripisani vsakemu grafu (ANOVA za primerjavo med vsemi različicami in t-test za post-hoc primerjavo izbranega modela z ostalimi).	88
Slika 35:	Primerjava simulacij izpiranja nitrata (v kg N/ha) za 5 različic modela območja Krške kotline po različnih osnovnih scenarijih. Rezultati statističnih testov so pripisani vsakemu grafu (ANOVA za primerjavo med vsemi različicami in t-test za post-hoc primerjavo izbranega modela z ostalimi).	89
Slika 36:	Korelacija med povprečnimi letnimi količinami z gnojenjem dodanega (NAPP) in izpranega (NO3L) dušika s trendno črto za scenarije 2 -36 na izbranih talnih tipih Dravske kotline (levo) za obdobje 2003-2012 in Krške kotline (desno) za obdobje 2009-2018.	94
Slika 37:	Povpr. letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice govedorejskega (levo) in prašičerejskega (desno) kolobarja na 5 izbranih talnih tipih Dravske kotline	96
Slika 38:	Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice poljedelskega kolobarja (levo) in travniške rabe (desno) na 5 izbranih talnih tipih Dravske kotline	97
Slika 39:	Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice govedorejskega (levo) in prašičerejskega (desno) kolobarja na 3 izbranih talnih tipih Krške kotline	98
Slika 40:	Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice poljedelskega kolobarja (levo) in travniške rabe (desno) na 5 izbranih talnih tipih Krške kotline	99
Slika 41:	Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice vrtnarske rabe na 5 izbranih talnih tipih Dravske (zgoraj) in 3 izbranih talnih tipih Krške kotline (spodaj)	100
Slika 42:	Modelirane povprečne letne količine izpranega nitrata za celotno območje Dravske kotline za raziskovalno obdobje 2003-2012	120

- Slika 43: Modelirane povprečne letne količine izpranega nitrata za celotno območje 121  
Krške kotline za raziskovalno obdobje 2009-2018.
- Slika 44: Združena okoljski in ekonomski izid scenarijev – sprememba v izpiranju 123  
nitrata in v pokritju – na izbranih talnih tipih za območje Dravske kotline.  
Sprememba je prikazana v primerjavi z osnovnim scenarijem za vsak sklop.  
Učinkoviti so scenariji v II. kvadrantu koordinatnih sistemov (povečanje  
pokritja in zmanjšanje izpiranja nitrata)
- Slika 45: Združena okoljski in ekonomski izid scenarijev – sprememba v izpiranju 124  
nitrata in v pokritju – na izbranih talnih tipih za območje Krške kotline.  
Sprememba je prikazana v primerjavi z osnovnim scenarijem za vsak sklop.  
Učinkoviti so scenariji v II. kvadrantu koordinatnih sistemov (povečanje  
pokritja in zmanjšanje izpiranja nitrata)
- Slika 46: Povprečno letno izpiranje nitrata na območju Dravske kotline za osnovni 128  
scenarij (levo zgoraj), okoljsko optimizirano (desno zgoraj), ekonomsko  
optimizirano (levo- spodaj) in kombinirano optimizirano (desno spodaj)  
kmetijsko pridelavo na travinju ter njivah z govedorejskim, poljedelskim in  
prašičerejskim kolobarjem na izbranih talnih tipih.
- Slika 47: Povprečno letno izpiranje nitrata na območju Krške kotline za osnovni 129  
scenarij (levo zgoraj), okoljsko optimizirano (desno zgoraj), ekonomsko  
optimizirano (levo- spodaj) in kombinirano optimizirano (desno spodaj)  
kmetijsko pridelavo na travinju ter njivah z govedorejskim, poljedelskim in  
prašičerejskim kolobarjem na izbranih talnih tipih.

## KAZALO PRILOG

### Priloga A: Razširjenost posameznih pedokartografskih enot

Priloga A1: Prikaz razširjenosti posameznih pedokartografskih enot na raziskovalnem območju Dravske kotline

Priloga A2: Prikaz razširjenosti posameznih pedokartografskih enot na raziskovalnem območju Krške kotline

### Priloga B: Vremenski podatki

Priloga B1: Povprečna, maksimalna in minimalna letna temperatura za raziskovalni območji Dravske (MB Tabor) in Krške kotline (G. Lenart in Bizeljsko) za obdobje 1981-2010 (Podatki: ARSO, 2021)

Priloga B2: Povprečne mesečne in letne količine padavin za raziskovalni območji Dravske (MB Tabor) in Krške kotline (G. Lenart) za obdobje 1981-2010 (Podatki: ARSO, 2021)

### Priloga C: Podatki o lastnostih tal

Priloga C1: Podatki o lastnostih tal (preračunani) za območje Dravske kotline

Priloga C2: Podatki o lastnostih tal (izmerjeni) za območje Dravske kotline

Priloga C3: Podatki o lastnostih tal (preračunani) za območje Krške kotline

Priloga C4: Podatki o lastnostih tal (izmerjeni) za območje Krške kotline

### Priloga D: Podatki o parametrih rasti rastlin

Priloga D1: Podatki o parametrih rasti rastlin (datoteka crop.dat) za območje Dravske kotline

Priloga D2: Podatki o parametrih rasti rastlin (datoteka crop.dat) za območje Krške kotline

### Priloga E: Koledarji opravil in tehnologije pridelovanja

Priloga E1: Koledarji opravil in tehnologije pridelovanja za območje Dravske kotline

Priloga E2: Koledarji opravil in tehnologije pridelovanja za območje Krške kotline

### Priloga F: Podatki o gnojilih, uporabljenih v SWAT (datoteka fert.dat)

### Priloga G: Stroškovni listi za izračune pokritij

Priloga G1: Stroškovni listi za izračun pokritij za travniško rabo (50 % mrva, 50 % baliranje)

Priloga G2: Stroškovni listi za izračun pokritij za prašičerejski kolobar (50 % koruza za zrnje ali soja, 25 % detelja, 25 % ozimni ječmen)

Priloga G3: Stroškovni listi za izračun pokritij za poljedelski kolobar (25 % koruza za zrnje, 25 % ozimna pšenica, 25 % oljna ogrščica, 25 % mnogocvetna ljujka)

Priloga G4: Stroškovni listi za izračun pokritij za govedorejski kolobar (38 % koruza za silažo ali soja, 13 % ozimna pšenica, 13 % mnogocvetna ljujka, 25 % črna detelja, 13 % ozimni ječmen)

### Priloga H: Hidrogrami rek Save in Polskave

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

<b>Okrajšava/simbol</b>	<b>Pomen</b>
ANOVA	analiza varianc
ARSKTRP	Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
AWC	podatek o količini rastlini dostopne vode v tleh
BASINS	Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources (model)
CPVO	Center za pedologijo in varstvo okolja
DCD	dicianidamid
DMPP	3,4-dimetilpirazol fosfat
EPIC/APEX	Environmental Policy Integrated Climate and Agricultural Policy/Environmental Extender (model)
EU	Evropska unija
FADN	Farm Accountancy Data Network
FAO	Organizacija za prehrano in kmetijstvo Združenih narodov
GERK	strnjena površina kmetijskega ali gozdnega zemljišča z isto vrsto dejanske rabe
GERK-PID	identifikacijska številka za posamezen GERK
GIS	geografski informacijski sistemi
GLEAMS	Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems
GURS	Geodetska uprava Republike Slovenije
GWLF	Generalized Watershed Loading Functions
GWP	Global Water Partnership
HE	hidroelektrarna
HOE	hidrološka odzivna enota v modelu SWAT (hydrological response unit HRU)
K	hidravlična prevodnost tal
KAN	kalijev amon-nitrat

KGZS	Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
KIS	Kmetijski inštitut Slovenije
KMG	kmetijsko gospodarstvo
KMG-MID	identifikacijska številka za posamezen KMG
KMRS	slaj kmetijskih rastlin iz zbirnih vlog
KOPOP	kmetijsko-okoljsko-podnebna plačila
KSS	Kmetijska svetovalna služba
KZU	kmetijska zemljišča v uporabi
LAI	indeks listne površine
MIKE-SHE	European Hydrological System Model
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor
N	dušik
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	amonijaska oblika dušika
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	nitritna oblika dušika
NO <sub>3</sub> L	simulirana količina izpranega N na dnu talnega profila (kg N/ha) - izhodni podatek modela SWAT
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nitratna oblika dušika
NSE	Nash-Sutcliffeova učinkovitost
NUV	Načrt upravljanja voda
OECD	Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj
OZN	Organizacija združenih narodov
PBIAS	odstotek pristranskosti
pH	koncentracija oksonijevih ionov v raztopini; merilo kislosti ali bazičnosti
PKE	pedokartografska enota
R <sup>2</sup>	Pearsonov koeficient korelacije
RCP	Representative Concentration Pathways značilni poteki vsebnosti
RS	Republika Slovenija

RZWQM	Root Zone Water Quality Model
SKP	skupna kmetijska politika
SOPO	shema za podnebje in okolje
SPO	sistem za podporo odločanju
SS	suha snov
SSP	Shared Socioeconomic Pathways - poti skupnega družbenoekonomskega razvoja
SURS	Statistični urad Slovenije
SVR	sredstvo za varstvo rastlin
SWAP	Soil Water Atmosphere Plant
SWAT	Soil and Water Assessment Tool
SWAT-CUP	SWAT-Calibration and Uncertainty Procedures
TDR	time-domain reflectometry
UL RS	Uradni list Republike Slovenije
VD	Okvirna direktiva o vodah (2000/60/EC – Water Framework Directive)
VTPodV	vodno telo podzemne vode
VVO	vodovarstveno območje
VVO1	najožje vodovarstveno območje
VVO2	ožje vodovarstveno območje
VVO3	širše vodovarstveno območje
WARMF	Watershed Analysis Risk Management Framework
ZDA	Združene države Amerike

## 1 UVOD

Področje dela, ki ga raziskuje doktorska disertacija, je agronomija, s poudarkom na modeliranju učinkov različnih kmetijskih praks na izpiranje nitrata v podzemno vodo z modelom Soil and Water Assessment Tool (SWAT), ter na ovrednotenju ekonomske učinkovitosti istih kmetijskih praks. Področje dela vključuje tudi analize spremembe rabe kmetijskega prostora z uporabo geografskih informacijskih sistemov (GIS), primerjavo hidroloških lastnosti tal, vpliv podnebnih sprememb in kmetijsko okoljske ukrepe.

Čista voda in kakovostna hrana sta za človeka temeljni dobrini. V Sloveniji predstavljajo velike zaloge vode za pitje plitvi medzrnski aluvialni vodonosniki, ki se nahajajo pod površjem velikih rečnih ravnin (Dravska, Ljubljanska, Krška, Savinjska, Murska kotlina itn.). Te zavzemajo dobro četrtino ozemlja in so zaradi rodovitnih tal in pretežno ravnega površja zelo primerne za intenzivno kmetijstvo, zato so na njih tudi najpomembnejša sklenjena kmetijska območja v državi (Načrt upravljanja ..., 2016).

Problematika razpršenega onesnaževanja v obliki izpiranja nitrata s kmetijskih površin je poznana že več desetletij (Strebel in sod., 1989; Edwards in sod., 1990; Di in Cameron, 2002; Yang in sod., 2010; Han in Allan, 2012; Jacobsen in sod., 2017). Skoraj tako dolgo trajajo tudi prizadevanja v Evropski uniji (EU) in ponekod drugod po svetu, da bi problematiko omilili.

Z namenom prilagajanja kmetijstva na te izzive je bilo uveljavljenih več evropskih in nacionalnih direktiv in načrtov ukrepanja, med drugim Okvirna vodna direktiva (VD) (Direktiva Evropskega ..., 2000), Nitratna direktiva (Direktiva o varstvu ..., 1991), Direktiva o podzemnih vodah (Direktiva Evropskega ..., 2006), Direktiva o pitni vodi (Direktiva Sveta o kakovosti ..., 1998) in Direktiva o blatu iz čistilnih naprav (Direktiva Sveta o varstvu ..., 1986). Zelo aktualen v tem oziru je pred kratkim sprejeti Evropski zeleni dogovor (Evropska komisija, 2021). Vzpostavljeni so različni ukrepi kmetijsko-okoljske politike, skupna kmetijska politika (SKP) za novo obdobje 2023-2027 (Skupna kmetijska ..., 2021) se je oblikovala ravno v času pisanja te naloge. Pogoste spremembe, ki jih sprejemata kmetijska in okoljska politika, vzbujajo nezaupanje pri kmetih, ki niso vedno najbolj zainteresirani za spreminjanje uveljavljenih načinov dela, zlasti če se kažejo kot omejitve in prinašajo poslabšanje ekonomskega stanja (Erjavec in sod., 2018). Nova SKP je v tem oziru nekoliko napredovala, saj se namesto na nadzor osredotoča na sodelovanje s kmeti, kar naj bi obrodilo več sadov.

Kljub vsem prizadevanjem in vloženim sredstvom – polovica sredstev EU za podnebne ukrepe v obdobju 2014-2020 je bila namenjena skupni kmetijski politiki – se emisije kmetij ne zmanjšujejo (Evropsko računsko sodišče, 2021). Tudi domače računsko sodišče v aktualnem revizijskem poročilu glede uspešnosti zmanjševanja nitratov v vodi (Računsko sodišče, 2020) ocenjuje, da je bila Republika Slovenija (RS) pri izpolnjevanju zadanih ciljev le delno uspešna. Isto poročilo priporoča, da pristojna ministrstva večjo pozornost namenjajo sodelovanju, spodbujanju bolj učinkovitih sprememb v kmetijskih praksah in usmerjanju varovanja voda na dejansko ogrožena območja. Ogrožena območja so tista, kjer sta hkrati prisotni nevarnost (vpliv neke dejavnosti, npr. gnojenja) in ranljivost (vpliv naravnih danosti, npr. plitvih tal). Nevarnost in ranljivost sami zase ne predstavljata nujno grožnje območju,



saj nevarne prakse v primernih razmerah ne predstavljajo nevarnosti, ranljiva območja pa sama po sebi brez nevarnih dejavnosti tudi niso v slabem stanju.

Da bi lahko ugotovili, kateri so učinkoviti ukrepi in problematična območja, bo potrebno izvesti nove raziskave, saj osredotočenih raziskav, ki bi opredelile specifične rešitve na lokalnem nivoju, zaradi časovne in finančne zahtevnosti analiz talnih lastnosti in drugih z izpiranjem povezanih dejavnikov še vedno primanjkuje (Hashemi in sod., 2016; Računsko sodišče, 2020).

Samo s sodelovanjem okoljskih in ekonomskih znanosti je mogoče napredovati proti ciljem trajnostnega razvoja. Če se je praksa združenih okoljsko-ekonomskih raziskav precej razširila na področju izpustov toplogrednih plinov in kakovosti zraka, je na področju varovanja voda še precej prostora za napredek (Polasky in sod., 2019).

Vprašanje, ki ga naslavlja pričujoča doktorska disertacija, je, kako prilagoditi rabo kmetijskih zemljišč na specifičnih območjih, da bi bil vpliv na vodne vire čim manjši, a hkrati takšno varovanje ne bi zaviralo uravnoteženega ekonomskega razvoja kmetijstva.

## 1.1 NAMEN IN CILJ NALOGE

Glavni namen naloge je za dve tipični območji ogroženih podzemnih vodonosnikov v Sloveniji – za Dravsko in Krško kotlino – izdelati nabor potencialno uporabnih kmetijskih praks glede na njihovo učinkovitost pri izboljševanju ali ohranjanju ekonomskega statusa kmetijstva hkrati z učinkovitostjo pri preprečevanju izpiranja nitrata v podzemno vodo.

Glavni cilj naloge je oblikovati sistem za podporo odločanju, ki bo na specifičnih ogroženih območjih olajšal umeščanje ukrepov za varovanje voda na način, ki bi hkrati prispeval k zmanjšanju izpiranja nitrata in ohranjanju ali izboljšanju ekonomskega stanja kmetijstva.

To bo doseženo prek naslednjih stopenj:

- analiza trenutne situacije na območjih raziskovanja z vidikov rabe zemljišč in obdelave tal;
- zbiranje, urejanje in analiza potrebnih podatkov (za manjkajoče po potrebi izvedba terenskih vzorčenj);
- priprava več različic modela za čim širši vpogled v možnosti razvoja dogodkov;
- uporaba modelov – analiza senzitivnosti, umerjanje, validacija in ocena delovanja modelov – za simuliranje izpiranja nitrata;
- priprava in ovrednotenje scenarijev kmetijske rabe za različice modela;
- ovrednotenje ekonomičnosti različnih kmetijskih praks z izračunom pokritja;
- predstavitev učinkov različnih kmetijskih ukrepov v luči omejevanja izpiranja nitrata in ekonomske učinkovitosti za glavne talne tipe na vsakem izmed raziskovalnih območij.

## 1.2 HIPOTEZI

Disertacija obravnava problematiko varovanja virov pitne vode pred izpiranjem nitrata na kmetijskih območjih. Opira se na ugotovitve, da so obstoječi ukrepi varovanja podzemne vode v Sloveniji zaradi pomanjkanja raziskav, pogosto umeščeni prostorsko nenatančno ter premalo osredotočeno na poti razpršenega onesnaževanja (Brenčič, 2018; Glavan in sod., 2017), da je pri izvajanju zaščitnih ukrepov nujen lokalni pristop (Blicher-Mathiesen in sod., 2014) z uporabo podatkov čim višjih prostorskih resolucij (Hashemi in sod., 2016); in da je za celostno obravnavo posameznih vidikov varovanja voda smiselno oblikovanje sistema za podporo odločanju (Bohnet in sod., 2011; Ojsteršek Zorčič, 2015). Pri tem upošteva dejstvo, da je kmetijstvo gospodarska panoga, ki ob prevelikih zakonodajnih omejitvah ne more biti ekonomsko učinkovita. Področje varovanja voda je zelo obširno, zato se bomo osredotočili na naslednja dva vidika:

1. Za umerjanje in validacijo numeričnih hidroloških modelov z namenom simulacije procesov premikanja vode in nitrata skozi tla lahko uporabimo različne podatke in njihove kombinacije (pretoke rek, bilanco vode, bilanco hranil, količino pridelka in biomase, količino vode v tleh, količino izpranega dušika itn.) različnega izvora (meritve, izračuni).

2. Z uvajanjem omejitev kmetovanja za doseg okoljskih ciljev (zmanjševanja izpiranja nitrata) se v splošnem poslabšujejo ekonomski cilji kmetijstva (pridelek) in obratno.

Na osnovi tega smo oblikovali dve hipotezi:

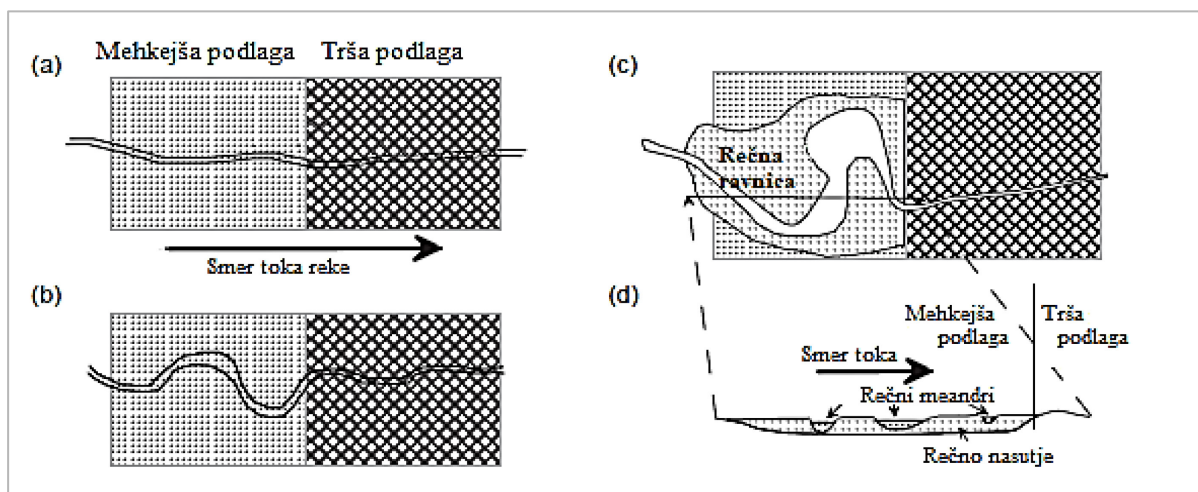
H1: Pričakujemo, da ima različen izvor vhodnih ali umeritvenih podatkov za modeliranje (npr. izmerjeni podatki o fizikalnih lastnostih tal v primerjavi z izračunanimi s pedotransfernimi funkcijami; umerjanje s pretoki rek v primerjavi s količino vode v tleh itn.) vpliv na rezultate scenarijev in da bo med posameznimi obravnavami prišlo do razlik v izpiranju nitrata. Razumevanje teh razlik bo prispevalo k boljšemu razumevanju negotovosti, povezane z uporabo različnih virov vhodnih in umeritvenih podatkov za modeliranje scenarijev kmetijske pridelave.

H2: Pričakujemo, da lahko z usklajeno optimizacijo ekonomskih in okoljskih ciljev (na ravni parcele) na podlagi upoštevanja lokalnih razmer dosežemo večjo učinkovitost kmetijskih ukrepov za varovanje podzemnih vodonosnikov (kot ob upoštevanju vsakega od ciljev ločeno) hkrati na okoljskem in ekonomskem nivoju. Razumevanje povezav med ekonomsko in okoljsko učinkovitostjo kmetijskih ukrepov bo prispevalo k bolj uspešni optimizaciji prostorskega umeščanja takšnih ukrepov znotraj ogroženih območij.

## 2 PREGLED OBJAV

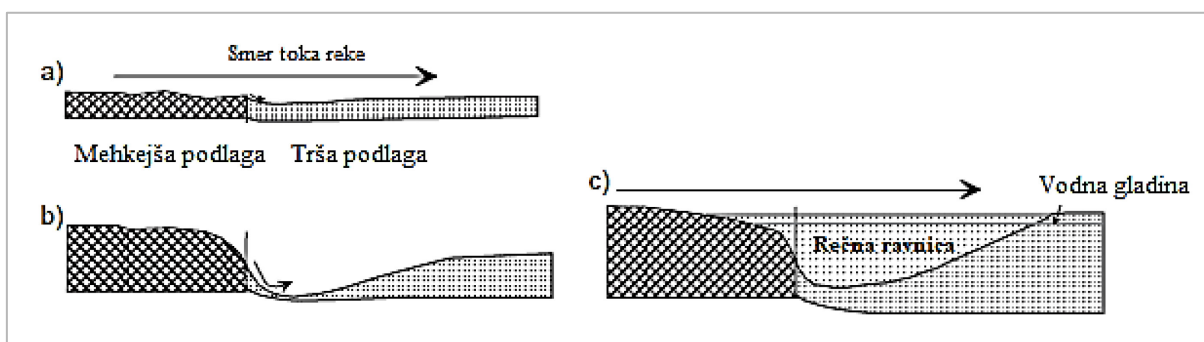
### 2.1 VODONOSNIKI ALUVIALNIH RAVNIC

V Sloveniji, kot marsikje po svetu, predstavljajo pomembne vire pitne vode vodonosniki, ki se nahajajo pod površjem rečnih ravnin. V večini primerov gre za vodonosnike z medzrnsko poroznostjo, ki nastanejo z odlaganjem plavin rek v dolinah. Reka skozi čas spremeni in upočasni svoj tok na prehodih med geološkimi podlagami različnih obstojnosti na erozijo. Če se obstojnejša podlaga nahaja dolvodno, se na mehkejši podlagi ustvari ravnica zaradi meandrirajočega rečnega toka. Na delih, kjer se ta umiri, se pospeši odlaganje plavin, ki se lahko ob večjih deževjih in poplavih še pospeši zaradi povečane količine plavin, ki jih reka prinaša iz gorvodnih predelov (Slika 1). V primeru, ko se obstojnejša plast nahaja gorvodno, rečna ravnica nastane zaradi izpodjedanja mehkejšega materiala, pogosto se oblikuje tudi slap, ki erozijo še pospeši, s časom pa se zaradi odlaganja plavin takšna depresija zapolni in nastane ravnica (Slika 2). Drugi način se navadno izrazi v debelejših plasteh nasutja, zaradi česar so takšni vodonosniki večji (Dahlin in Owen, 2005).



Slika 1: Nastanek rečne ravnice zaradi trše podlage dolvodno. a) skozi tršo podlago reka vreže ozko strugo. b) reka na mehkejši podlagi s premeščanjem materiala ustvari meandre (okljuke). c) na mehkejšem delu območja reka z meandriranjem in odlaganjem plavin ustvari ravnico. d) prečni preseki tlorisa - vidne so struge rečnih okljukov in nasutje (prirejeno po Dahlin in Owen, 2005).

Nasutje lahko sestavljajo prod, pesek, melj ali glina, odvisno od geologije gorvodnih območij. Pri rekah, ki pritekajo iz goratih območij, je takšno nasutje navadno bolj grobo. Na vrhu nasutja se s časom začnejo odlagati finejši delci in organski nanosi, tako da skozi procese pedogeneze nastanejo tla. Ta so navadno zelo rodovitna in za kmetijstvo zelo primerna zaradi izravnane površja in dostopnosti vode. Pod površjem, ki je zaradi nastanka dokaj lahko prepustno za vodo, se nekdanja dolina napolni z vodo. Takšen vodonosnik, za katerega zaradi strukture pravimo, da ima medzrnsko poroznost (voda se nahaja med delci, oz. zrni materiala – za razliko od npr. razpoklinskih vodonosnikov, kjer se voda nahaja v razpokah v matični podlagi) se poleg z dežjem polni tudi z vodo iz reke, ki se prav tako prenika skozi plasti usedlin, hkrati pa ob preveliki količini vodo iz vodonosnika tudi odvaja (Baillieux in sod., 2014).

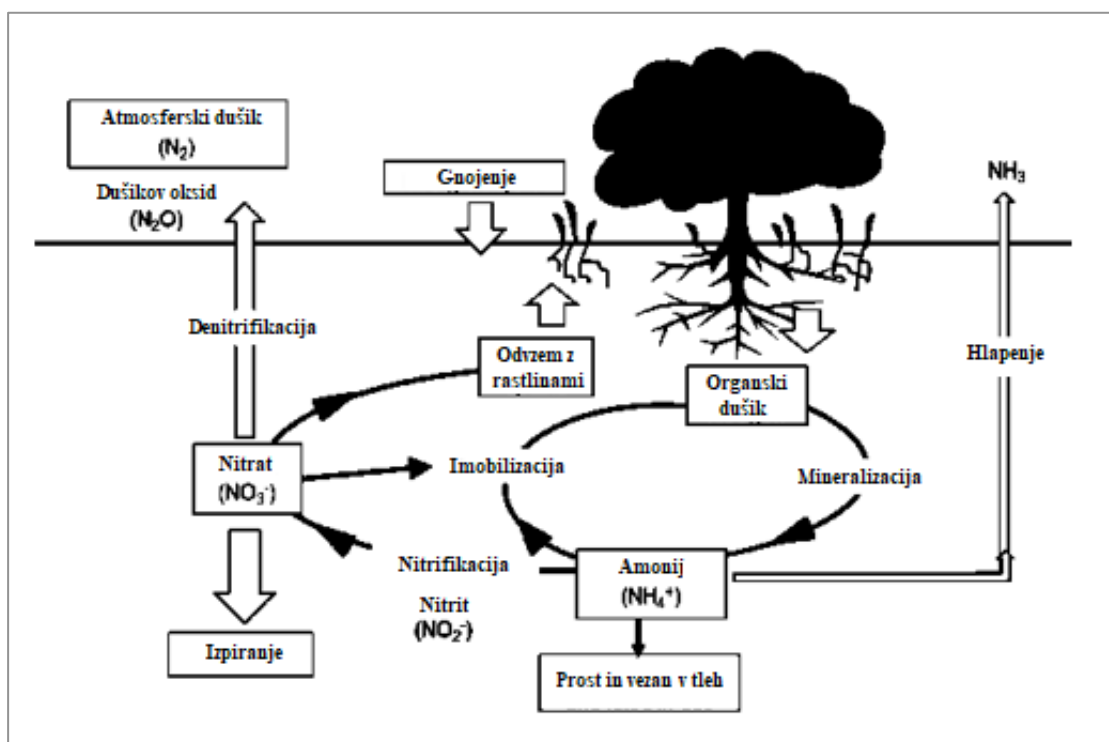


Slika 2: Nastanek rečne ravnice zaradi trše podlage gorvodno. a) prečni preseki tlora: na stiku z mehkejšo podlago tok reke povzroči večjo erozijo, nastane manjša depresija. b) reka na stiku ustvari slap, ki dodatno poglobi depresijo. c) depresija se z odlaganjem plavin sčasoma zapolni in nastane ravnica (prirejeno po Dahlin in Owen, 2005).

## 2.2 PROCESI RAZPRŠENEGA ONESNAŽEVANJA Z DUŠIKOM

Dušik je eden od makro elementov, ki ga rastline nujno potrebujejo za rast. Od drugih se razlikuje po tem, da je v tleh močno podvržen izpiranju in hlapenju (Slika 3). V organski snovi je dušik vezan v obliki organskih dušikovih spojin. V procesih mineralizacije se te pretvarjajo ali v amonijsko ( $\text{NH}_4^+$ ) ali prek nje v nitratno ( $\text{NO}_3^-$ ) obliko, ki se najpogosteje pojavljata tudi v mineralnih gnojilih. Nobena od njiju ni zelo stabilna. Nitratna oblika je tista, ki se lahko s tokovi vode izpira skozi profil tal proti podzemni vodi. Amonijska oblika se lahko pretvarja tudi v amonijak, kar z izhlapevanjem med drugim povzroča neprijetne vonjave ob razvozu živinskih gnojil (Bremner, 1965; Scanlan, 2017).

V osnovi je torej dušik ključen sestavni del naravnih procesov, ki pa lahko ob nenormalnih razmerah negativno vpliva na ekosistem. V grobem rečeno, dušik kot hranilo postane onesnažilo, kadar ga je v sistemu preveč in ga organizmi ne morejo sproti porabiti za rast in razvoj, temveč se kopiči na mestu, kjer za organizme predstavlja nevarnost. Pred začetkom uporabe mineralnih gnojil izpiranje nitrata ni predstavljalo problema (in to ne samo zaradi pomanjkanja zavedanja o tem), saj se je nitrat v tla sproščal postopoma kot posledica razgradnje organske snovi in količine niso bile tako velike, da ga rastline sproti ne bi mogle bolj ali manj učinkovito porabiti. Večje težave z izpranim dušikom so se začele šele s povečevanjem vnosa dušika v tla v obliki mineralnih gnojil v drugi polovici preteklega stoletja, ko so s povečanimi odmerki ponekod dvignili pridelek žit za 40 %. Hkrati s porastom uporabe so se začele kazati tudi z njim povezane težave; nitrat, ki so ga zauživali z onesnaženo podzemno vodo, je v večjih količinah zlasti pri dojenčkih povzročal methemoglobinemijo in celo smrt. Šele z raziskavami, ki so potrdile, da nitrat preprečuje vezavo kisika na hemoglobin, ima pa tudi številne druge škodljive učinke na okolje, zlasti na vodne ekosisteme, so odkrili, da je gnojenje s prevelikimi količinami dušikovih gnojil dvorezen meč (Mosier in sod., 2013).



Slika 3: Cikel dušika v tleh (prirejeno po Scanlan, 2017)

Od odkritja, da ima uporaba mineralnih dušikovih gnojil precejšnje stranske učinke, je problematika tema številnih raziskav. Nekateri bibliometrične raziskave (Padilla in sod, 2018) so pokazale, da se v zadnjem desetletju interes za raziskave močno povečuje. Trendi nakazujejo, da se bo pomen raziskav izpiranja nitrata povečeval tudi v prihodnosti. Tako v EU kot v Združenih državah Amerike (ZDA) in drugod po svetu so bile sprejete zakonske podlage za zmanjšanje onesnaženja in mejne vrednosti za podzemno vodo (v EU 50 mg/l nitrata; v ZDA 10 mg/l nitratnega dušika ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), kar je približno 45 mg/l nitrata). Kmetijska (ki ji je v interesu čim večji pridelek) in okoljska stroka (ki si ne želi onesnaženja) sta v tem oziru pogosto v navzkrižju, vendar enostavne rešitve brez sodelovanja enih in drugih ni mogoče doseči (Mosier in sod., 2013). Ob omembi mejnih vrednosti je treba poudariti, da gre za mejne vrednosti za podzemno vodo. Izpiranje nitrata se modelira in meri večinoma pod nivojem območja korenin, torej gre za talno raztopino, ki pa mora do podzemne vode še priti – najbolj pogosto s prenikanjem skozi tla in matično podlago. Na ta način pridobljenih koncentracij nitrata ni primerno vrednotiti po merilih za podzemno vodo. Preden hranila iz talne raztopine dosežejo podzemno vodo, se lahko zgodijo še različni procesi denitrifikacije (v anaerobnih pogojih) ali vezave na talne delce. Ko hranila podzemno vodo dosežejo, spremenijo vsebnost v celotnem vodnem telesu, ki se pogosto napaja tudi s »čistejšo« vodo iz drugih virov. Z meritvami dušika v talni raztopini ali modeliranjem izpiranja nitrata tako ugotavljamo, kakšna je količina hranil, ki se lahko potencialno izperejo, nikakor pa ne moremo predvideti, kakšna bo dejanska vsebnost v podzemni vodi (Glavan in sod., 2020).

Pri nas sicer redkeje, drugod po svetu pa je lahko velik delež izgub dušika iz tal posledica erozije zaradi površinskega toka vode na pobočjih, kar načeloma ne predstavlja nevarnosti

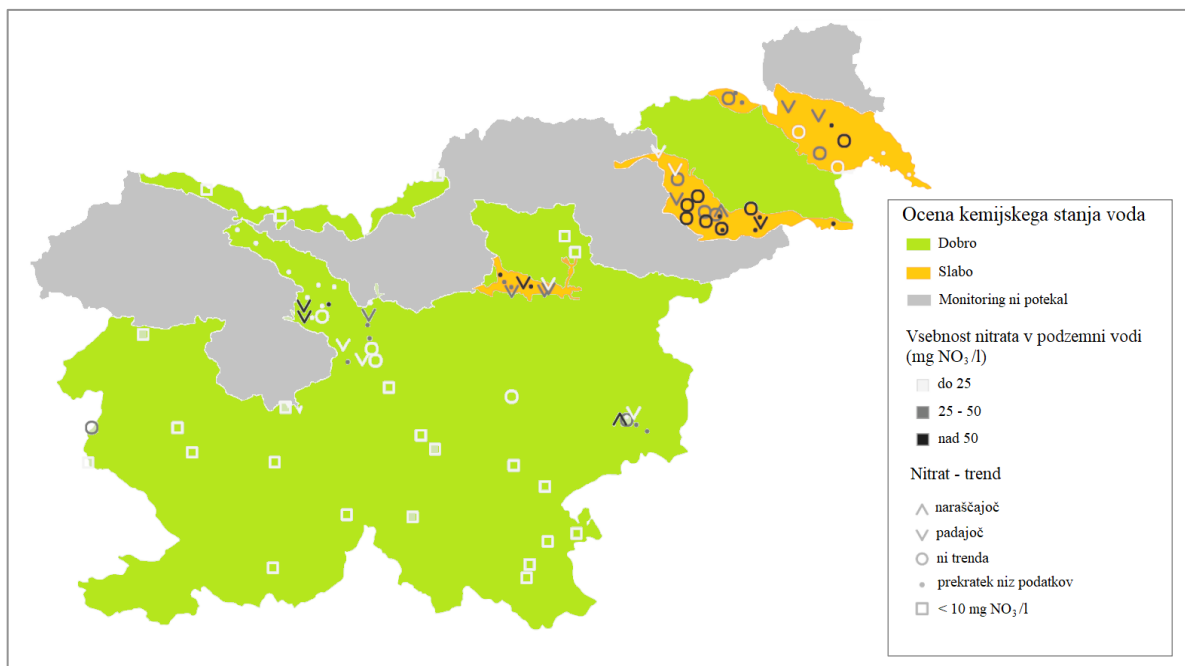
za podzemno, ampak za površinske vode (Mosier in sod., 2013; Peoples in sod., 2004) Izjema bi bila, kadar površinska voda s pobočja priteka na ravninsko območje s podzemnimi vodnimi telesi.

Dušik v podzemni vodi je v Sloveniji v največji meri antropogenega izvora. Naravno prisotne koncentracije so razmeroma nizke. V kakšnih deležih ga prispevata kmetijstvo in komunalne odpadne vode, je težko določiti. Deloma je to sicer možno – zlasti za namen razlikovanja med mineralnim in organskim izvorom dušika – z izotopskimi tehnikami (Vystavna in sod., 2017), ki potrebujejo posebno znanje in opremo. V splošnem velja, da kmetijstvo prispeva največji del, vendar je glede na nekatere študije mogoče ugotoviti, da lahko zaradi neurejenih kanalizacij na območjih z razpršeno poselitvijo tudi komunalni vir dušika predstavlja pomemben delež (Urbanc in Jamnik, 2007). Ta lahko, glede na raziskavo, izvedeno na območju Dravske kotline, doseže 40 %, kar nikakor ni zanemarljivo (Urbanc in sod., 2014). Problematično je, da je urejanje kanalizacije na območjih z razpršeno poselitvijo drago, vir onesnaževanja pa je, za razliko od kmetijstva, kjer lahko gnojenje zemljišč zaznamo tako z vidom kot vonjem, očem skrit. Kljub vsemu se stanje na tem področju z urejanjem kanalizacijskih omrežij in čistilnih naprav v zadnjih letih počasi izboljšuje, kar pa na nekaterih območjih ne velja za kmetijstvo. V nadaljevanju raziskave se bomo osredotočili le na kmetijski izvor nitrata v podzemni vodi.

### 2.3 IZZIVI UPRAVLJANJA S PODZEMNIMI VODAMI V SLOVENIJI

Ohranjanje dobrega stanja voda je pomemben izziv, s katerim se Slovenija intenzivno sooča že več desetletij. Prvi predpisi, ki urejajo varstvene pasove ob črpališčih pitne vode, so bili na našem ozemlju sprejeti že kmalu po drugi svetovni vojni. Z vstopom v EU se je RS kot država članica zavezala k izpolnjevanju VD, ki predvideva sistematičen monitoring stanja voda in sanacijo morebitnega slabega stanja na podlagi načrtov upravljanja voda (NUV). Stanje podzemnih voda je lahko po metodologiji za vrednotenje zgolj dobro ali slabo. Monitoring v skladu z zahtevami VD poteka od leta 2007, prva ocena stanja za posamezna vodna telesa je bila podana leta 2009. Že tedaj je bilo vodno telo Dravske kotline ocenjeno s slabim stanjem. Na osnovi te ocene sta bila pripravljena prva NUV za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje 2011-2015 (Bizjak in sod., 2009; Dobnikar Tehovnik in sod., 2009). Prvotni cilj, da bi znotraj EU vsa vodna telesa dosegla dobro stanje do leta 2015, je že davno mimo. Tudi v obdobju 2015-2021 cilj ni bil dosežen. Trenutno je v pripravi že tretja različica NUV – za obdobje 2022-2027 (MOP, 2021) – vendar glede na porevizijsko poročilo računskega sodišča o 'popravljalnih ukrepih pri reviziji učinkovitosti dolgoročnega ohranjanja virov pitne vode' (Računsko sodišče, 2019) obeti, da bi stanje izboljšali v tem obdobju, še vedno niso najboljši, podobno menijo tudi drugi avtorji (Jamnik in Prestor, 2018).

Nitrat je, kot ugotovljeno, v podzemni vodi pomembno onesnaževalo, katerega presežne vsebnosti onemogoča doseganje ciljev evropske okoljske politike. V zvezi z ugotovitvami prej omenjenega bolj splošnega poročila o 'popravljalnih ukrepih ...' je računsko sodišče pripravilo še 'poročilo o uspešnosti zmanjševanja nitrata v vodi' (Računsko sodišče, 2020). V njem podaja pomembne ugotovitve glede vzrokov, zakaj izpiranje nitrata še vedno vpliva na slabo stanje podzemnih voda v RS. Stanje vseh vodnih teles podzemne vode v Sloveniji



Slika 4: Stanje vodnih teles podzemne vode in koncentracija nitrata na posameznih merilnih mestih v Sloveniji (Računsko sodišče, 2020)

je prikazano na sliki 4. Kot zlasti problematični območji izpostavlja Dravsko (slabo stanje, trend koncentracij nitrata se ne zmanjšuje) in Krško kotlino (dobro stanje, a se trend koncentracij nitrata poslabšuje), ki smo ju iz istega razloga izbrali kot raziskovalni območji v tej raziskavi. Poročilo dalje opozarja, da se »glede na izračunano bilanco neto presežki dušika iz kmetijskih virov v zadnjih 10 letih zmanjšujejo manj intenzivno kot pred tem, na ožjih območjih pa pogosto presegajo mejo, ki je še okoljsko dopustna«. Opozarja tudi »na pomanjkljivo dostopnost podatkov o presežkih dušika na ravni kmetijskih gospodarstev in na pomanjkljivo poznavanje lastnosti tal, kar lahko vpliva na načrtovanje potrebnih ukrepov v kmetijstvu«. O potrebi po natančnem poznavanju tal in drugih okoljskih lastnosti poročajo tudi druge raziskave iz Slovenije in tujine (Blicher-Mathiesen in sod., 2014; Brenčič, 2018; Hashemi, Olesen, Hansen, in sod., 2018; Suhadolc, 2018; Curk, Glavan and Pintar, 2020), zato bi veljalo za takšne raziskave nameniti več časa in sredstev. Da je treba k upravljanju voda pristopiti celostno in ne zgolj po potrebi na določenih mestih, meni tudi Bizjak (2018). Poročilo računskega sodišča opozarja na dejstvo, da se z namenom varovanja voda pred nitrati izvajajo zlasti glede na nitratno uredbo obvezni ukrepi, nadzor inšpekcijskih služb pa je glede na precejšnje ugotovljeno število kršitev prešibak. Priporoča, da bi bilo potrebno več pozornosti nameniti tudi izobraževanju kmetov glede pomembnosti povezav med okoljem in kmetijsko dejavnostjo.

O učinkovitosti trenutno veljavnih ukrepov varovanja voda razpravlja več virov. 'Poročilo Slovenije na podlagi 10. člena Direktive Sveta 91/676/EEC (nitratna direktiva), ki se nanaša na varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov za obdobje 2016–2019' pojasnjuje dopolnitve nitratne uredbe v obdobju 2014–2020 in navaja izvajanje kmetijsko-okoljsko-podnebnih plačil (KOPOP) – v oziru varovanja voda zlasti operacije vodni viri – ki naj bi spodbujali zmanjševanje izpiranja nitrata (Matoz in sod., 2020). Brenčič (2018) meni, da se Slovenija gotovo uvršča med države, ki se glede varovanja voda uvrščajo med

najrazvitejše v svetu, vendar kljub vsem izkušnjam, nabranih v skoraj dveh desetletjih, uveljavljanje novih metodologij in VVO poteka prepočasi. Po njegovo je zelo smiselno, da je za določanje VVO pristojna država, saj se s tem zmanjša možnost navzkrižnih interesov med deležniki na lokalni (občinski) ravni in olajša nadzor nad kršitvami – na občinskih VVO se v praksi pojavljajo težave pri inšpekcijskem nadzoru. Tudi Urbanič in sod. (2018) menijo, da bo za doseganje dobrega stanja voda potrebno preučiti vplive spremenjene rabe zemljišč, da bomo zmogli pravilno ovrednotiti, kateri ukrepi ne bi bili samo črka na papirju, ampak bodo tudi dejansko pripomogli k izboljšanju stanja. Glede prostorskega obsega sedanjih VVO (Brenčič, 2018) meni, da bi bilo treba »izdelati analizo, ki bi vsebovala tako pretres strokovnih in metodoloških izhodišč kot tudi vseh posegov v prostor na vodovarstvenih območjih«. Dalje trdi, da je večina trenutnih VVO zaradi slabega poznavanja napajalnih zaledij in drugih dejavnikov prevelikih, ter da bi bilo smiselno preučiti možnosti za zmanjšanje VVO na način, da bi se s primerno strožjim režimom varovalo le območja, kjer se dejansko pojavljajo problemi. Zlasti bi o tem veljalo razmisliti v povezavi z ukrepi varovanja voda pred razpršenim onesnaževanjem, saj so VVO trenutno določena z ozirom na točkovno onesnaženje, kot ogroženo območje v skladu z nitratno direktivo pa je opredeljeno celotno območje RS (Matoz in sod., 2020). Podobno priporočilo najdemo tudi v poročilu računskega sodišča (Računsko sodišče, 2020): »priporočamo, naj se prouči, ali je smiselno preoblikovanje vodnih teles podzemne vode na manjša vodna telesa, oziroma ali obstaja možnost oblikovanja posameznih samostojnih enot znotraj vodnega telesa«, da bi lažje prilagajali varovanje voda lokalnim potrebam.

## 2.4 KMETIJSTVO IN UKREPI VAROVANJA PODZEMNIH VODA

### 2.4.1 Dejavniki vpliva na izpiranje nitrata

Na izpiranje nitrata vplivajo različni dejavniki, tako okoljski kot antropogeni: način rabe tal, ki vključuje tudi vrsto rastlinskega pokrova, podnebje (zlasti padavine), odtočne razmere (površinski odtok, poplavljanje itn.), lastnosti tal in matične podlage (vplivajo na tok vode po padavinah). Obširna bibliometrična študija za obdobje 1960-2017 (Padilla in sod., 2018) razkriva, da se v povezavi z raziskavami izpiranja nitrata najpogosteje pojavljata ključni besedi tla (soil) in gnojilo (fertilizer), večinoma v povezavi s kmetijstvom in okoljem. Ključno besedo gnojenje lahko za lažje strukturiranje razširimo na rabo tal, tla pa na okoljske dejavnike. Načini rabe tal (gozd, travinje, njive, vrtnarstvo itn.) različno vplivajo na izpiranje. Kot najmanj problematičnega izmed kmetijskih sistemov Di in Cameron (2002) navajata travinje s kosno rabo, zlasti če je gnojenje izvedeno v 4 odmerkih in v manjših količinah. Del dušika travnik pridobi tudi z naslova simbiotske vezave s pomočjo metuljnic. Vneseni dušik rastline porabijo za rast, mineralizacija, ki je proces razgradnje odmrlih rastlinskih ostankov, pa je močno zmanjšana zaradi košnje, ko se organska masa odstrani z zemljišča. Pozitivno učinkuje tudi dejstvo, da so tla ozelenjena skozi vse leto, kar še nadalje zmanjša izgube. Z vidika podnebja so namreč zelo problematična obdobja z večjimi količinami padavin, ki nitrat hitro premeščajo skozi tla. Zlasti se to dogaja na tleh, ki so gola, saj ni rastlinskega pokrova, ki bi odvezel hranila z rastjo in jih vsaj do neke mere imobiliziral.

Manj ugodna od kosne je pašna raba, saj živali, zlasti govedo, dušik vračajo v tla z izločki, pri čemer so lahko točkovni odmerki bistveno večji kot pri nadzorovanem gnojenju. Tako je pašna raba travinja po izpiranju že bližje njivski rabi, kjer namesto celoletne ozelenitve tla



med posameznimi pridelki obdelujemo, da zatremo plevele in posejemo novo kulturo. Ta obdobja, ko so tla gola, so, zlasti v povezavi z močnim deževjem, ki sledi suši, idealna za izpiranje nitrata skozi tla. Takrat se nitrat sprošča v procesih mineralizacije, saj na njivi ni prisotnih rastlin, ki bi ga porabile. Enako bi veljalo za preoblikovanje travnikov v njive. Mineralizacija podorane trave lahko v kratkem času sprosti velike količine dušika, porabnikov ni, v zimskem času pa smo zlasti v zadnjih letih priča obilnim padavinam. Priporočila, naj so tla pozimi ozelenjena (KOPOP ukrep ozelenitev njivskih površin), preoravanje trajnega travinja pa čim bolj omejeno, so torej smiselna. To potrjuje tudi Blesh (2018), ki dodaja, da za vključitev zimskih dosevkov v kolobar tega navadno tudi ni potrebno bistveno spreminjati, saj so v klasičnem kmetijstvu njive pozimi pogosto preorane, naslednji pridelek pa pride na vrsto šele spomladi. Še bolj kot njivske, so problematične površine z vrtnarsko pridelavo, kjer je gnojenje zelo intenzivno, obdobja rasti posameznih kultur so pogosto še krajša, posledično pa je več tudi obdobj z golimi tlemi.

Rešitev za problematiko izpiranja dušika (zlasti, ker je ta pogosto povezana z mineralnimi gnojili), bi lahko bila ekološko kmetijstvo, kjer so dušična mineralna gnojila prepovedana. Mineralna gnojila kmetje v ekološkem kmetijstvu nadomeščajo z organskimi in z bolj raznovrstnim kolobarjem, v katerem je veliko kultur za zeleno gnojenje in detelj. Ker imajo ekološke kmetije pogosto nižjo obtežbo z živalmi, jim doma pridelanih organskih gnojil običajno primanjkuje, kar nadomeščajo s kupljenimi. Ob negospodarni rabi so tudi organska gnojila lahko problematična, saj v končni fazi (po zaključku mineralizacije) še vedno lahko dosežejo količine izpiranja iz konvencionalne pridelave, zlasti če ob takih viških mineralizacije na njivi ni rastlin, ki bi hranila porabile. Pričakovano je izpiranje dušika manjše v gozdnih ekosistemih, ki seveda niso gnojeni, vendar pa je celo v njih zaradi velikih količin organske mase do neke mere prisotno, posebno na dobro prepustnih tleh ali kadar daljšemu obdobju suše sledijo močni nalivi (Leitner in sod., 2020). Velikost izpiranja pri različnih rabah tal je v osnovi naslednja: gozd < travnik s kosno rabo < pašnik, njive < vrtnarstvo (Di in Cameron, 2002; Monaghan in sod., 2010; Lawniczak in sod., 2016).

Poleg tega, da se izpiranje razlikuje pri različnih rabah tal, se dalje razlikuje tudi pri različnih rastlinskih pokrovi. Nekatere rastlinske vrste bolj učinkovito porabljajo dušik od drugih, nekatere ga celo fiksirajo iz zraka, nekatere na območjih, kjer je dušika v tleh preveč, ne uspevajo (po navadi zaradi šibke kompetitivnosti), druge taka območja za rast potrebujejo. Sposobnost različnih vrst rastlin za sprejemanje dušika močno vpliva na uspešno prestrazanje viškov dušika v tleh. Presežke dušika, ki se izpirajo ob zgodnjepomladanskih otoplitvah, ko večina rastlin še ne raste, se lahko uspešno omeji s setvijo ustreznih prezimnih dosevkov, podobno je s setvijo strniščnih dosevkov po žetvi (Kreyling in sod., 2015). Povečevanje biodiverzitete z vključevanjem medvrstnih in mešanih posevkov ima na delovanje ekosistemov zelo pozitivne učinke, saj pester nabor rastlin prinese tudi pestrost rastnih vzorcev. Posebno vlogo pri tem imajo metuljnice, ki preko simbioze v tla vnesejo dodatni dušik. V kolobarjih, kjer je primarni vir dušika biološka fiksacija, je presežkov dušika izredno malo. Pomembno pri vključevanju metuljnic v kolobar je zmanjšamo gnojenje z dušikom, saj metuljnice v primeru dostopnih drugih virov dušika, simbiozo opustijo. Biološka fiksacija dušika kot funkcionalna lastnost metuljnic je v tem primeru ključna ekosistemska storitev. V strniščnih dosevkih, kjer so poleg drugih skupin prisotne tudi metuljnice, ekosistem deluje precej bolj samozadosten kot v klasičnih posevkih, kjer je dodajanje dušikovih gnojil nujno za optimalen pridelek. Pri tem je dobro vedeti, da pri

metuljnicah ne gre samo za prisotnost ali odsotnost, temveč je tudi znotraj prisotnosti velik razpon v intenzivnosti fiksacije dušika – odvisno od vrste, ki jo gojimo. Pri biološki fiksaciji dušika je v namene preprečevanja izpiranja koristno tudi dejstvo, da se sproščanje dušika dogaja kontinuirano in ne v nekaj, ali celo le v enem odmerku (Blesh, 2018).

Pri tematiki rastlinskega pokrova je vredno omeniti tudi več desetletij znano dejstvo, da so pestre rastlinske združbe bolj produktivne od monokultur, s čimer prispevajo k manjšim izgubam dušika (hranil na splošno) in zaradi razlik v funkcionalnih značilnostih tudi k trajnosti tal. Z večjo vrstno pestrostjo se poveča neto primarna produkcija, saj se različne vrste dopolnjujejo v izkoriščanju virov hranil, tako z vidika morfologije korenin (različni načini sprejema), potreb po hranilih (različna razmerja med elementi) kot tudi intervalov rasti (razporeditev obdobjev povečanega vnosa). Ob tem je povečana tudi količina porabljenega dušika, ki se tako ne izpira, ampak lahko prispeva k povečani neto primarni produkciji (Bingham in Biondini, 2011). Faucon in sodelavci (2017) se ne strinjajo povsem z dejstvom, da je pestrost rastlinskega pokrova v ekosistemu samo dobra, saj imajo zelo raznolike združbe lahko tudi manj zaželene učinke. Trdijo, da se poveča neto primarna produkcija in da se lahko v pestrih rastlinskih združbah zadrži do 600 % več C in N kot v monokulturah, vendar je lahko npr. imobilizacija hranil, ki je v primeru izpiranja nitrata dobrodošla, nezaželena z vidika dostopnosti za primarne kmetijske kulture.

Če je raziskav o vplivu različnih načinov obdelave tal in rastlinskih pokrovov na izpiranje nitrata razmeroma veliko, je aktualnih raziskav, kjer bi se avtorji osredotočali na razlike v izpiranju med različnimi tipi tal, precej manj. Morda je delni vzrok v dejstvu, da je število kmetijskih praks in glavnih kmetijskih kultur precej manjše od tipov tal na svetu, zato je prvo področje lažje bolj celovito raziskati. Kljub temu je področje izpiranja nitrata na različnih talnih tipih vsaj v grobem razmeroma dobro poznano. Izpiranje nitrata je pričakovano večje v tleh, ki imajo slabše vodozadrževalne lastnosti, saj z vodo hitreje odteče skozi profil. V plitvih, peščenih ali težkih tleh z veliko makroporami, po katerih lahko poteka preferenčni tok vode v tleh, bo v primeru močnega dežja ali dotoka s prispevnih površin (tudi v primeru poplavljanja) izpiranje nitrata zagotovo večje. Tla, v katerih zastaja voda, imajo tudi večji potencial za denitrifikacijo. Lokalna variabilnost na dejanskih ogroženih območjih je bila v preteklosti že preučevana, vendar večinoma v obliki, da so na določenem talnem tipu primerjali različne kmetijske prakse in ne obratno (De Boer, 2017; Pavlović in sod., 2017; Pandey in sod., 2018; Hess in sod., 2020). Vendar raziskave v naravi zahtevajo veliko sredstev in časa, močno so odvisne tudi od vremenskih vplivov. Raziskave, ki so preučevale vpliv različnih prostorskih dejavnikov, so tip tal izpostavile kot izredno pomemben (Van Grinsven in sod., 2012; Jiang in sod., 2014; Glavan in sod., 2015; Hashemi in sod., 2018a, 2018b). Glede resolucije prostorskih podatkov sta Jacobsen in Hansen (2016) na primeru kart denitrifikacijske sposobnosti tal ugotovila, da je z uporabo kart večje resolucije mogoče pridobiti bolj detajlne informacije o prostorski razporeditvi redukcije nitrata, a je s takšnimi rezultati posledično povezane več negotovosti. Pri razvoju strategij za zmanjševanje izpiranja nitrata je torej nujno upoštevati lastnosti tal, saj lahko le tako prilagodimo varovanje podzemnih voda različnim ogroženim območjem.

## 2.4.2 Kmetijsko-okoljski ukrepi

Da bi izpiranje nitrata iz tal čim bolj omejili, so kmetom na voljo različne strategije. Vplivanje na ta zapleteni proces zahteva uvedbo t. i. dobre kmetijske prakse, ki med drugim narekuje optimizacijo gnojenja, tako da dobijo rastline dovolj gnojil v ključnih fazah rasti, hkrati pa se presežki ne kopičijo v tleh. Za koliko je mogoče zmanjšati gnojenje, da bodo rastline še vedno primerno obrodile, je velika dilema, saj na to ne vpliva le rastlina sama, ampak tudi podnebje in dejavniki tal. Nekje lahko isto kulturo gnojimo z bistveno večjimi odmerki kot drugje, pa bo lahko količina izpranega dušika na koncu enaka ali celo manjša kot na območju, kjer smo gnojili manj. Eno sezono lahko gnojimo v začetku junija in zaradi močnih padavin v istem obdobju dosežemo večje izpiranje kot naslednjo sezono, ko gnojimo popolnoma enako, vendar se izpiranje s padavinami zaradi suše ne zgodi. Omenjena problematika seveda otežuje sprejemanje splošnih regulativ na tem področju, vendar hkrati podpira potrebo po boljšem poznavanju tal s strani kmetov in nakazuje na nujnost upoštevanja talnih lastnosti pri pripravi priročnikov za gnojenje in regulativ na vodovarstvenih območjih (Monaghan in sod., 2010). V Sloveniji so bili v ta namen pripravljene med drugim 'Svetovalni kodeks dobre kmetijske prakse: Varovanje voda, tal, zraka in ohranjanje biotske raznovrstnosti' (Verbič in sod., 2006), 'Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje' (Mihelič in sod., 2010) in 'Smernice za izvajanje zahtev varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov' (Sušin in sod., 2017).

Najbolj splošni ukrepi zmanjševanja presežkov dušika na kmetijskih območjih so npr. zakasnitev oranja z jeseni na pomlad, uporaba različnih vrst ozelenitev, kot so medvrstni in prezimni 'lovilni' posevki (angl. catch crops), ki jih sejemo takoj po spravilu glavne kulture z namenom prestrezanja neporabljenih hranil in tistih, ki se sproščajo z mineralizacijo. Takšni ukrepi imajo lahko dva pozitivna učinka; prosta hranila iz tal rastline porabijo za rast in tako preprečijo izpiranje v obdobjih, ko je poraba manjša; z lovilnimi posevki imobilizirana hranila s podoravanjem vrnemo v sistem spomladi, ko jih bodo potrebovale novo posejane rastline (Tribouillois in sod., 2015).

V zadnjih desetletjih je veliko zanimanje doživel način preprečevanja izpiranja nitrata s spojinami, kot sta 3,4-dimetilpirazol fosfat (DMPP) in dicianidamid (DCD). Takšne spojine zavirajo proces nitrifikacije, torej pretvorbe amonijevega iona preko nitrita v nitrat (Di in Cameron, 2002). Znanstveniki so v to tehnologijo polagali veliko upov, saj učinkovito zmanjša direktno izpiranje (nitrat se tvori le v majhnih koncentracijah). Kljub začetnemu navdušenju so nadaljnje raziskave pokazale, da je lahko uporaba teh spojin dvorezen meč, saj sicer zavirajo direktno izpiranje, a ne odstranijo dušika iz tal. Nakopičeni dušik se tako pretvarja v amonijak, s tem pa povzroča izgube s hlapenjem v zrak, kar prinese druge težave. Problema tako ne omejimo, ampak samo preoblikujemo (Lam in sod., 2010; Norton in Ouyang, 2019).

Na območju Slovenije se je v zadnjem desetletju odvilo kar nekaj projektov na temo varovanja podzemne vode. Bilateralni projekt SI-MUR-AT (Bavec, 2017) se je posvečal temi ekološkega in sonaravnega kmetijstva v skladu s sodobnim upravljanjem voda. Projekt je predstavil program za zaščito podzemne vode, ki predvideva ekstenzifikacijo najbolj obremenjenih delov povodja Mure, preusmeritve nekaterih kritičnih njiv v travnike in

zmanjševanje gnojilnih obrokov. Zaključne ugotovitve poudarjajo tudi pomen ohranjanja tal z namenom preprečevanja degradacije.

Projekt 'Možnosti kmetovanja na vodovarstvenih območjih' (Urbanc, 2013) je ponudil vpogled v možne izboljšave trenutnega stanja na območju Dravske kotline. Glavni namen je bil opredeliti učinkovite ukrepe za izboljšanje kakovosti podzemne vode, končni predlogi pa so bili naslednji:

- smiselno bi bilo opredeliti zelo ogrožene dele vodonosnikov in zagotoviti dodatno financiranje za nadomestila kmetom na teh območjih,
- na priključke za gnojenje bi bilo smiselno namestiti GPS naprave, da bi imeli boljši nadzor nad gnojenjem na teh območjih,
- odvečna tekoča organska gnojila bi bilo smiselno kompostirati v bioplinarnah ali čistilnih napravah, da bi se s tem omejilo prekomerno gnojenje ogroženih območij z gnojili, ki so zelo problematična glede izpiranja nitrata,
- priporočljivo bi bilo zagotoviti sredstva za gradnjo malih bioplinarn, prevoz odvečnih organskih gnojil vanje in za nadomestila kmetom, ki so pripravljene izvajati te ukrepe.

Namen projekta URaViVo (Učinkovitejša raba vode in hranil v rastlinski pridelavi) (Pintar, 2017) je bil izboljšati upravljanje z zemljišči za izboljšanje kakovosti podzemne vode. V raziskavi so preizkušali potencial uporabe peletiranega gnojila iz prašičje gnojevke, ki se je izkazalo kot dober nadomestek tako iz vidika manjšega izpiranja nitrata kot rasti in razvoja rastlin. Poudarjen je bil problem transporta surovine do predelovalnega obrata, kljub uporabi separacijskih lagun za ločitev tekoče frakcije. V povezavi s tekočo frakcijo so preučevali možnost njene uporabe za dodajanje namakalni vodi kot obliko fertigacije. Predlagali so tudi uporabo črpališč, kjer je koncentracija nitratov v podzemni vodi prevelika za pripravo pitne vode, za namakanje kmetijskih površin.

V teku je še projekt EIP VODE (Zmanjševanje obremenitev iz kmetijstva na površinske in podzemne vode) (Urbanc in Koroša, 2021), ki predvideva identifikacijo različnih okolju oz. vodam prijaznejših kmetijskih praks in njihovo predstavitev na demonstracijskih kmetijah. Pri promociji obetavnih kmetijskih praks bo poudarek tudi na poudarjanju pozitivnih ekonomskih učinkov uvajanja novih praks, npr. peletiranih organskih gnojil.

Kljub številnim poznanim načinom zmanjševanja onesnaženja, problem izpiranja nitrata še vedno ni razrešen ne v Sloveniji, ne drugod po svetu. Kljub dokaj raziskanemu ozadju procesov izpiranja nitrata in številnim dobrim predlogom za njegovo preprečevanje, na bolj problematičnih območjih splošen pristop ne deluje. V takih primerih je nujno zavzeti lokalno usmerjen pristop k izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode, utemeljen na lokalnih specifikah okolja (talni tipi, geološka podlaga, vremenske razmere) (Van Grinsven in sod., 2012; Blicher-Mathiesen in sod., 2014; Andersen in sod., 2019) in ki obravnava vodonosnike kot celoto, neodvisno od administrativnih meja (Lieverink in sod., 2011; Dalgaard in sod., 2014; Hansen in sod., 2017). Slabo poznavanje prostorske razporeditve izpiranja nitrata na večjih območjih, ki je pogosto povezano z nizko prostorsko resolucijo monitoringa podzemnih voda, lahko zmanjša uspešnost vrednotenja različnih strategij omejevanja onesnaženja (Wey in sod., 2022). Pri nas pogosto manjka prav usklajenosti v ukrepanju na lokalni ravni (Brenčič, 2018; Urbanič in sod., 2018). Potrebne so torej nadaljnje

raziskave, ki bi osvetlile poti onesnaževanja na konkretnih območjih po Sloveniji ter ponudile konkretne metodološke pristope in rešitve (Brenčič, 2018).

### **2.4.3 Vodovarstvena zakonodaja na nivoju EU in v Sloveniji**

Ker je varovanje voda zelo pereča tematika, je bilo v preteklosti na evropskem nivoju sprejetih več zakonskih aktov, ki naj bi pripomogli k izboljšanju stanja. VD je krovni dokument, ki je postavil okvir za usklajeno ukrepanje med državami članicami. Njena posebnost je v tem, da ni predpisala točnih ukrepov, je pa začrtala smer, v kateri naj bi se države članice naravnale pri doseganju njenega cilja: dobrega stanja vseh vodnih teles do leta 2015, ki pa še ni bil povsod izpolnjen. NUV za vodni območji Donave in Jadranskega morja 2009-2015 (Bizjak in sod., 2009) ni bil zadosten za doseg cilja, zato mora biti dobro stanje voda doseženo do najkasneje 2027 (rok leta 2021 smo že zamudili), čeprav je vse bolj jasno, da to brez celovitejših sprememb tudi na daljši rok ne bo mogoče (Lieverink in sod., 2011; Jamnik in Prestor, 2018; Računsko sodišče, 2019).

V Sloveniji je bil na osnovi okvirjev VD sprejet (in kasneje večkrat dopolnjen) Zakon o vodah (2002), ki definira pravila upravljanja z vodami (površinskimi in podzemnimi) v smeri njihove zaščite, trajnostne uporabe, dobrega upravljanja z infrastrukturo itn. Na osnovi Zakona o vodah se vsakih 6 let izdela NUV, ki natančneje določi ukrepe, ki naj bi pripomogli k dobremu stanju voda, po potrebi se izdelajo še bolj specifične načrte za ožja kritična območja. Zakon o vodah opredeljuje tudi Uredbe o VVO, ki so za kmete z zemljišči na teh območjih obvezne.

Poleg VD na Evropskem nivoju področje varovanja urejajo še nitratna direktiva in direktiva o podzemnih vodah, ter direktiva o pitni vodi in direktiva o blatu iz čistilnih naprav. V slovenski pravni red te direktive niso vse prenesene direktno, ampak so deloma združene v že omenjenem Zakonu o vodah in v Zakonu o varstvu okolja (2004), podrobneje so definirane v več uredbah in pravilnikih. Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (nitratna uredba) (Uredba ..., 2009) določa mejne vrednosti za vnose dušika v tla ter ukrepe preprečevanja onesnaževanja voda; Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uredba ..., 2008) omejuje uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu in predpiše standarde kakovosti blata; Uredba o oskrbi s pitno vodo (Uredba ..., 2012) vpliva na kmetijstvo zgolj posredno, saj z določitvijo standardov za pitno vodo posega na kmetijska območja zaradi VVO.

Poleg zgoraj opisane okoljske zakonodaje, je za kmetijstvo v osnovi bolj ključna kmetijska. Pomemben del nitrata v podzemnih vodah izvira iz kmetijstva, zato se SKP EU že leta posveča zmanjšanju njegovih vplivov na okolje in temu namenja velik del (37,5 % v obdobju 2014-2020) Evropskega proračuna (Navarro in López-Bao, 2018). V Sloveniji je krovni akt Zakon o kmetijstvu (2008), ki določa ukrepe in cilje kmetijske politike za posamezno obdobje (razvoj podeželja, prilagajanje na podnebne spremembe itn.). Področje dalje opredeljuje PRP z ukrepi KOPOP (za kmete prostovoljni).

SKP temelji na dveh stebrih: prvi določa direktna plačila za primarno kmetijsko proizvodnjo (v Sloveniji veljajo Uredba o shemah neposrednih plačil, Uredba o izvajanju ukrepov kmetijske politike in Pravilnik o Registru kmetijskih gospodarstev), ki so direktno pogojena

z izpolnjevanjem okoljskih zahtev prek navzkrižne skladnosti (zlasti nitratne uredbe); drugi steber pa je namenjen razvoju podeželja (v Sloveniji urejen na podlagi nacionalnih programov razvoja kmetijstva in podeželja). V obdobju 2014-2020 je bilo v sklopu SKP sprva več sredstev namenjenih podporam kmetijske proizvodnje (prvi steber), kasneje pa so začeli krepiti drugi steber (razvoj podeželja), ki daje pomemben poudarek tudi okolju (Nazzaro in Marotta, 2016).

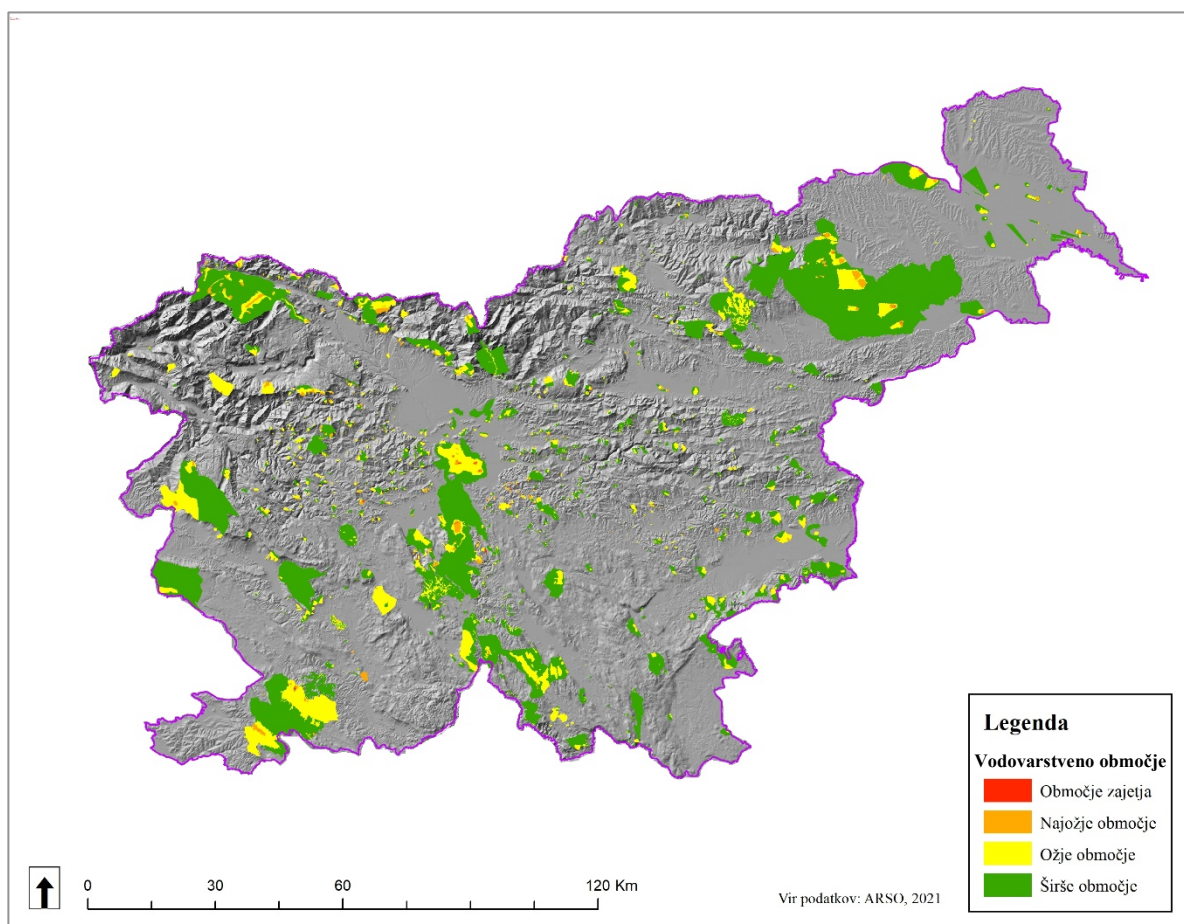
Trenutno je na tem področju aktualen novi Strateški načrt SKP 2023-2027 za Slovenijo, ki prinaša tako nova pravila kot strukturne spremembe. Glavni poudarki so spodbujanje odpornosti in konkurenčnosti kmetijskega sektorja za dolgoročno prehransko varnost, krepitev socioekonomskega stanja v sektorju ter varovanje in trajnostno upravljanje z naravnimi viri (Skupna kmetijska politika 2023-2027, 2021). Države članice bodo v odločanje bolj vključene in zavezane k pripravi nacionalnih strateških načrtov, kjer je poudarek na analizah lokalnih potreb. Meja med prejšnjima stebroma bo bolj zabrisana in bosta bolj povezana. Evropska komisija si s prenovo prizadeva, da bi nova politika sledila evropskemu zelenemu dogovoru, ki predvideva bolj trajnosten razvoj in rabo naravnih virov. Celoten predlog sprememb je usmerjen v čim večjo prilagodljivost politik na podnebne spremembe, pomlajevanje in druge izzive sedanjosti in prihodnosti. Nekateri avtorji kljub dobrim obetom opozarjajo, da bo brez učinkovitih sprememb vrednotenja uspešnosti politik, ki je pogosto samo sebi namen in ne išče zares priložnosti za učenje in napredek, še vedno zamujenih veliko priložnosti za izboljšave (Cagliero in Licciardo, 2021; Cagliero in sod., 2021).

#### **2.4.4 Vodovarstvena območja**

Podzemna voda, ki se ali se bo v prihodnosti uporabljala za oskrbo prebivalstva, je v Sloveniji najbolj direktno zavarovana z uredbami VVO, kjer je upravljanje s prostorom omejeno na način, da se zmanjšajo vplivi na kakovost podzemne vode (Slika 5). Varovanje je doseženo z omejevanjem gradnje in različnih dejavnosti na določenih območjih. Območje varovanja se določi na podlagi Pravilnika o kriterijih za označevanje vodovarstvenega območja in območja kopalnih voda (2009, 2016), ki predpisuje pravila za določanje in uveljavitev varovalnih pasov, označevanje itn. Poleg območja zajetja, kjer se nahaja vrtina ali drug objekt za odvzem vode in je fizično ograjen, poznamo glede na strogost režima varovanja še tri notranja območja: najožje z najstrožjim, ožje s strožjim in širše z milejšim režimom. Najožje območje je območje v neposredni bližini zajetja, s katerega lahko onesnaževala zelo hitro dosežejo zajetje, zato je velikost prilagojena tako, da zagotovi sprejemljivo tveganje. Ožje območje je določeno glede na zadrževalne čase in sposobnost razredčenja v posameznem vodnem telesu, da se omogoči dovolj časa za ukrepanje ob morebitnem razlitju nevarnih snovi. Širše območje zajema celotno napajalno območje zajetja, zato je lahko po obsegu zelo veliko.

Načini določanja se razlikujejo glede na hidrološke lastnosti posameznega vodonosnika. Vodonosniki z medzrnsko poroznostjo imajo razmeroma predvidljiv tok vode, pri kraških in razpoklinskih pa je potrebno upoštevati tudi preferenčne tokove skozi razpoke v matični podlagi, kar je na slabše raziskanih območjih velik izziv. Posledično se ponekod varujejo večja območja, kot bi zahtevale naravne danosti, a je to zaradi zagotavljanja ustreznega stanja vode potrebno (Brenčič, 2018). Prav tako je pomembno zavedanje, da so VVO glede

na metodologijo določanja prilagojena zlasti na varovanje pred nevarnimi snovmi v primeru razlitja, ne toliko za varovanje pred razpršenim onesnaževanjem. Razpršeno onesnaževanje namreč vpliva na stanje celotnega vodnega telesa, z VVO pa se varuje zgolj zajetje. Prepoved gnojenja z gnojivko in gnojnico na najožjih VVO je namreč v prvi vrsti namenjena preprečevanju mikrobiološkega onesnaženja pitne vode, ne onesnaženja celotnega vodnega telesa z nitratom (MOP, 2021). To nakazuje, da bi bilo za varovanje podzemne vode pred razpršenim onesnaževanjem iz kmetijskih virov, v primerih, ko so sedanji načini varovanja nezadostni, potrebno raziskati možnosti za dodatno ukrepanje. To bi moralo biti oprto na raziskave razpršenega in ne točkovnega onesnaževanja, prilagojeno pa bi moralo biti, kot že omenjeno, specifičnim lokalnim potrebam posameznega ogroženega območja.



Slika 5: Lokacije vodovarstvenih območij v Sloveniji z režimi varovanja (Vir podatkov: GURS, 2020; ARSO, 2020a)

Ukrepi in prostorski obseg za posamezno območje varovanja so lahko določeni bodisi na državni bodisi na občinski ravni. Dolgoročni načrt je, da se VVO, določeni na občinski ravni, preoblikujejo na državno raven zaradi lažjega nadzora in enotnejšega upravljanja. Konkretno, vodovarstvena območja v Dravski kotlini so definirana na osnovi državne Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja, Limbuške dobrave in Dravskega polja (2007a) za severni in Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Dravsko-ptujskega polja (2007b) za južni del; v Krški kotlini pa na osnovi občinskega Odloka o zaščiti vodnih virov na območju Občine Krško

(2002). Omejitve za kmetijsko pridelavo se lahko zaradi različnih metodologij določanja med območji razlikujejo. Za območji omenjenih aktov so prikazane v preglednicah 1 in 2. V splošnem je na obeh območjih večinoma prepovedana uporaba gnojevke in gnojnice, gnojenje z uležanim hlevskim gnojem in mineralnimi gnojili pa je dovoljeno le na podlagi gnojilnega načrta, s čimer naj bi se preprečilo, da se v tla vnašajo presežki dušika.

Preglednica 1: Povzetek prepovedi za kmetijstvo, določenih v Uredbi o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ruš, Vrbanškega platoja, Limbuške dobrave in Dravskega polja (Uredba ..., 2007a)

Režim	Zajema	Prepovedi (kmetijstvo)	Izjeme
VVO0	Območje črpališča	Vse dejavnosti, razen oskrbe z vodo	
VVO1	Najožje območje	Uporaba gnojevke in gnojnice, mineralnih dušikovih gnojil, blata iz KČN, fertigacije Gradnja hlevov za živali	
VVO2	Ožje območje	Uporaba gnojevke in gnojnice, blata iz KČN Gradnja farm za živali	Lahko kompost ali pregnito blato iz KČN 1. kakovosti
VVO3	Širše območje	Uporaba gnojevke in gnojnice, blata iz KČN Gradnja farm za živali (nad 100 GVŽ brez strokovne preverbe)	Lahko kompost ali pregnito blato iz KČN 1. kakovosti

Preglednica 2: Povzetek prepovedi za kmetijstvo, določenih v Odloku o zaščiti vodnih virov na območju Občine Krško (2002)

Režim	Zajema	Prepovedi (kmetijstvo)	Izjeme
VVO1	Območje črpališča	Vse dejavnosti, razen oskrbe z vodo	
VVO2	Ožje območje, voda do zajetja potuje min 2 meseca	Uporaba gnojevke in gnojnice Gradnja farm za živali	Hlevski gnoj, min. gnojila dovoljena z gnoj. načrtom – razen če se ugotovi, da je vodno telo v nevarnosti onesnaženja
VVO3	Širše vodozbirno območje padavin, ki se stekajo k zajetju	Gradnja farm za živali (nad 100 GVŽ brez strokovne preverbe)	Gnojenje na podlagi gnoj. načrta dovoljeno – razen če se ugotovi, da je vodno telo v nevarnosti onesnaženja

Zaradi omejitev kmetijske dejavnosti, od katere je odvisna preskrba prebivalstva s hrano, so kmetje v zameno za upoštevanje omejitev najožjega VVO, določenega na državnem nivoju, upravičeni do različnih vrst nadomestil. V osnovi gre za zagotavljanje nadomestnega zemljišča, v kolikor to ni mogoče, se izplačajo denarna nadomestila za zmanjšanje dohodka iz kmetijske dejavnosti. Ta se, v skladu s smernicami EU o državni pomoči v kmetijskem in gozdarskem sektorju ter kot pomoč *de minimis* v kmetijskem sektorju, kot državna pomoč izplačujejo nosilcu kmetijskega gospodarstva, ki takšna zemljišča obdeluje. Upravičenci so na podlagi vloge upravičeni do izplačila pomoči s strani izvajalca javne službe oskrbe s pitno vodo, ki upravlja z dotičnim VVO. Natančneje je področje nadomestil opisano v Uredbi o načinu izplačevanja in merilih za izračun nadomestila za zmanjšanje dohodka iz kmetijske



dejavnosti zaradi prilagoditve ukrepom vodovarstvenega režima (2020). Višina nadomestil se ugotavlja glede na točkovalnik, ki je določen v prilogi Uredbe, in kjer vsaka točka pomeni 1 € plačila. Kot kriteriji se upoštevajo:

- omejitve na vodovarstvenem območju (režim vodovarstvenega območja),
- skupna površina kmetijskih zemljišč na kmetijskem gospodarstvu po vrstah rabe (njive-poljščine, njive-vrtnine, trajni nasadi, trajno travinje),
- površina kmetijskih zemljišč na vodovarstvenem območju po vrstah rabe in po razredih tal,
- setvena sestava (kolobar) po vrstah rabe,
- število GVŽ po vrstah živali.

Leto 2022 je zadnje leto, ko višina pomoči ne glede na število točk ne sme preseči 500 € na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU), razen če je na KZU določena prepoved paše – v tem primeru se lahko plačila povečajo za največ 200 €/ha. Po letu 2022 bo zgornja meja plačil 200 €/ha oz. se bo oblikovala nova metodologija za določanje višine nadomestil.

#### **2.4.5 Vpliv podnebnih sprememb na kmetijstvo in stanje podzemnih voda**

Podnebje je v zadnjih desetletjih pokazalo, da ni več stalnica, na katero se lahko zanesemo. Podnebne spremembe se izražajo precej enoznačno v obliki segrevanja planeta na vseh nivojih (oceani, ozračje) in na primeru padavin v spreminjanju padavinskih vzorcev, ki prinašajo več ekstremov, torej sušnih obdobj in obdobj z močnimi nalivi (Kajfež Bogataj, 2007; IPCC, 2021).

Dejanski potek sprememb podnebja v prihodnosti je težko predvideti, vendar študije kot na primeru izpiranja nitrata tudi tukaj s pridom izkoriščajo možnosti, ki jih ponuja modeliranje. Zaradi slabih ločljivosti vhodnih podatkov je težko napovedovati lokalne vplive, vendar je v zadnjih letih napredek omogočil, da lahko z relativno gotovostjo govorimo o okvirnih pričakovanjih. Rezultati velikih mednarodnih projektov, kot sta CMIP6 (Eyring in sod., 2016) in EURO-CORDEX (Jacob in sod., 2014), ki sta povezala mnoge izmed vodilnih evropskih institucij s tega področja, nam omogočajo, da lahko učinke podnebnih sprememb glede na simulacije več različnih modelov upoštevamo tudi pri drugih študijah. Rezultati obeh projektov so bili upoštevani pri pripravi zadnjega poročila Medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC, 2021).

Razvoj dogodkov glede koncentracij toplogrednih plinov v ozračju je nepredvidljiv, zato sta oba projekta upoštevala več scenarijev, ki so osnovani na jakosti njihovih izpustov. Projekt CMIP6 je scenarije poimenoval s kratico SSP (Shared Socioeconomic Pathways - poti skupnega družbenoekonomskega razvoja) in se je pri njihovem oblikovanju oprl na različne možne poti sprememb v koncentraciji CO<sub>2</sub> zaradi globalnega razvoja. Po eni strani je predvidel zelo tesno sodelovanje in prilagajanje vseh držav, po drugi nesodelovanje in nadaljnji razvoj za okolje škodljivih panog, pa tudi več vmesnih možnosti. Projekt EURO-CORDEX je scenarije poimenoval s kratico RCP (Representative Concentration Pathways – značilni poteki vsebnosti). Osnovani so na podlagi predvidevanj dviga koncentracij toplogrednih plinov v primerjavi s predindustrijsko ravno. Optimističen scenarij RCP2,5 (predvideva, da se koncentracija toplogrednih plinov v prihodnosti močno zmanjša) ni pričakovan, glede scenarijev RCP4,5 (predpostavlja znatne omilitvene učinke) in RCP8,5

(ne predpostavlja omilitvenih učinkov) pa je bilo do pred kratkim težko reči, kateri je bolj verjeten. Na nedavni Konferenci Združenih narodov o podnebnih spremembah v Glasgowu leta 2021 je bilo sprejeto mnenje, da se segrevanje ozračja gotovo ne zmanjšuje, ampak obratno, in da je precej bolj verjetno, da smo na poti scenarija RCP8,5. Če se je še pred leti predvidevalo, da bo mogoče do leta 2100 ohraniti stopnjo segrevanja na 1 °C nad predindustrijsko ravno, zdaj upamo, da bomo uspeli doseči cilj 1,5 °C, vendar bo potrebno pred tem omejiti svetovne izpuste toplogrednih plinov za 45 % (Komisija, 2021). Če nam to ne bo uspelo, se nam obeta, da se bo lahko temperatura ozračja do konca stoletja dvignila za več kot 2 °C v primerjavi s predindustrijsko dobo.

Vizija EU glede zmanjšanja izpustov toplogrednih plinov je, kot je razvidno iz evropskega zelenega dogovora, precej ambiciozna, saj predvideva podnebno nevtralnost do leta 2050 (Evropska komisija, 2021). Kot država članica je na isti poti tudi RS, ki je te zaveze začrtala v Resoluciji o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050 (2021). Vendar je vprašanje, kako bodo te vizije dejansko uresničene v praksi in kakšno ceno bodo za to plačali posamezni sektorji, med njimi kmetijstvo, še odprto. Dragoceno orodje pri tem bodo gotovo različni modeli. Obstoječe objave poročajo, da so vplivi podnebnih sprememb na kmetijsko pridelavo in izpiranje nitrata precej odvisni od razporeditve padavin, dolžine rastne dobe in drugih okoljskih dejavnikov. (Hess in sod., 2020) poročajo, da bi se na srednjem zahodu ZDA v primeru povečanja količine padavin zaradi podnebnih sprememb povečalo tudi izpiranje nitrata. V drugi raziskavi (He in sod., 2018) se je prav tako izkazalo, da bi se na dveh različnih območjih v Kanadi do leta 2100 močno povečalo izpiranje nitrata pod koruzo in jaro pšenico, pridelki bi se ob tem v primeru prve zmanjšali, v primeru druge pa povečali. Tudi Stuart in sod. (2011) so ugotovili, da se bodo koncentracije nitrata v podzemni vodi v Združenem kraljestvu do konca stoletja brez uvedbe omilitvenih ukrepov najverjetneje povečale. Za sredozemsko regijo Mas-Pla in Menció (2019) poročata, da je, ob predvidevanju, da se bo količina padavin zmanjšala, povečanje izpiranja nitrata zelo verjetno. Opozarjata tudi, da na koncentracijo nitrata v podzemni vodi vpliva mnogo dejavnikov, ki so od lokacije do lokacije različni.

Tudi za Slovenijo so bile glede vpliva podnebnih sprememb na kmetijstvo in podzemne vode že opravljene nekatere raziskave. Za današnji čas ne toliko aktualni, a tedaj pomembni sta bili publikaciji 'Ranljivost slovenskega kmetijstva in gozdarstva na podnebno spremenljivost in ocena predvidenega vpliva' in 'Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji', izdani v začetku tisočletja s strani Agencije RS za okolje (ARSO) (ARSO, 2003; ARSO, 2004). Aktualni projekt Ocena podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja (Dolinar in sod., 2018) je pokazal, da bo spreminjanje podnebja prineslo spremembe tudi za Slovenijo. Spremembe temperature bodo najbolj očitne pozimi, pa tudi poleti, ko gre pričakovat daljša obdobja vročinskih valov. Začetek rastne dobe bo posledično bolj zgoden, vendar modeli ne kažejo, da bi bilo zato več spomladanskih pozzeb. Zaradi že opaznega dviga povprečnih temperatur se je v obdobju od 1961-2011 opazno zmanjšala količina sneženja. Količina padavin se bo najverjetneje povečala, a najbolj izven rastne dobe, povečala se bo tudi pogostost izjemnih padavinskih dogodkov. Evapotranspiracija se bo z dvigom temperatur prav tako povečala. Vpliv bo opazen tudi na količinskem stanju podzemnih voda, saj se bo zaradi povečane količine padavin zlasti v vzhodnem delu Slovenije povečalo povprečno letno napajanje. Napajanje podzemnih vodonosnikov je pomemben dejavnik na razredčenje koncentracij nitrata v podzemni vodi, iz česar lahko sklepamo, da se utegne na ta račun

nekoliko izboljšati stanje podzemnih voda. A le ob predpostavki, da se ne bo zaradi poletnih suš in zastojev v rasti rastlin hkrati povečalo izpiranje nitrata. Gradnja namakalnih sistemov bi v kontekstu prilagajanja na podnebne spremembe posredno vplivala tudi na stanje podzemnih voda, saj bi bile rastline ves čas v primerni kondiciji za porabljanje razpoložljivih hranil.

Ker bodo imele podnebne spremembe zaradi pomembnosti vremenskih dejavnikov za izpiranje nitrata vpliv na stanje v prihodnosti, je pri nadaljnjih raziskavah nujno upoštevanje njihovega vpliva. To pomeni, da je, ob razpoložljivosti podatkov dovolj velike prostorske ločljivosti, ob modeliranju scenarijev kmetijske pridelave zelo smiselno opraviti tudi analizo vpliva podnebnih sprememb za posamezno ogroženo območje (IPCC, 2021).

## 2.5 MODELIRANJE IZPIRANJA NITRATA NA KMETIJSKIH OBMOČJIH

V poglavju o VVO smo omenili, da bi bilo za doseganje dobrega stanja posameznih ogroženih vodonosnikov najverjetneje potrebno dodatno raziskati ozadje razpršenega onesnaženja na posameznih ogroženih območjih. Razpršeno onesnaževanje je praktično nemogoče ustrezno preučevati z meritvami, zato se znanost in raziskave na tem področju močno zanašata na uporabo modelov, kar je omogočilo znaten napredek v razumevanju številnih procesov. Tekom zadnjih nekaj desetletij je bilo razvitih veliko modelov, od preprostih do precej kompleksnih. Nekateri simulirajo enostavne procese, drugi pa več teh povezujejo v kompleksne sisteme. V prispevku o razvoju hidroloških modelov (Clark in sod., 2017) avtorji razpravljajo o izzivih izdelave hidroloških modelov, da bi ti čim bolje predstavljali fizični svet in hkrati ostali dovolj preprosti in praktični. Avtorji povzemajo, da je bilo v razvoju modelov v zadnjih letih narejen velik napredek, kot so izboljšave predstavitev hidroloških procesov z matematičnimi funkcijami, opredeljevanje parametrov in optimizacija računalniških zmogljivosti z upravičenimi poenostavitvami modela. Nekateri od glavnih ciljev za prihodnost, ki jih omenjajo, so izboljšanje razumevanja osnovnih hidroloških procesov, vzporedno procesiranje več modelov (parallel-processing), sodelovanja med razvijalci modelov ter metod analize modelov, s katerimi je mogoče zmanjšati negotovost. Hkrati bi veljalo izboljšati tudi sodelovanje med razvijalci in znanstveniki na terenu za izboljšanje uporabniške izkušnje ter ne nazadnje izboljšanje v pojasnjevanju konstrukcije samih modelov, kar bi omogočilo dodajanje specifičnih dodatkov in izboljšalo modularnost.

### 2.5.1 Vrste modelov

Hidrološki modeli so razdeljeni v več različnih kategorij, odvisno od tega, kako so strukturirani in kako predstavljajo prostorske procese (Knights, 2017). Glede na strukturo se modeli delijo na empirične, konceptualne in fizične; na podlagi prostorske porazdelitve pa na enovite, polporazdeljene in porazdeljene. Hidrološki modeli, ki se uporabljajo v kmetijstvu, so skoraj izključno bodisi konceptualni bodisi fizični ter polporazdeljeni ali porazdeljeni. Empirični in enoviti modeli niso praktični za takšne aplikacije, ker so prvi modeli zelo natančni in močno odvisni od velikih količin izmerjenih vhodnih podatkov, drugi pa ne upoštevajo prostorske variabilnosti znotraj modeliranega območja. Razlika med konceptualnimi in fizikalnimi modeli je v tem, da konceptualni modeli temeljijo na poenostavljenih enačbah, ki predstavljajo npr. premešanje vode v povodju, fizični modeli

pa temeljijo na fizikalnih zakonih in enačbah, ki temeljijo na izmerjenih hidroloških odzivih. Posledično je zadnje težje umeriti in zahtevajo veliko parametrov, prvi pa redko upoštevajo prostorsko variabilnost znotraj povodja in jih je bolje uporabiti v velikih povodjih z omejeno razpoložljivostjo vhodnih podatkov in omejenim časom izračuna. Po drugi strani so porazdeljeni modeli tisti, kjer je modelirano območje razdeljeno na manjše celice z mrežo določene velikosti, polporazdeljeni pa ga delijo na določene oblike, ki predstavljajo bistvene značilnosti znotraj območja. Posledično so prvi modeli podatkovno bolj zahtevni in imajo dolge računske čase, drugi pa tvegajo izgubo prostorske ločljivosti, ko se pod-povodja povečujejo (Knights, 2017). Tehtanje med posameznimi poenostavitvami, torej kako poenostavljen naj bo model, da bo še dajal dovolj kakovostne podatke, a bo hkrati čim bolj časovno učinkovit, nekateri označujejo za 'modelarjevo dilemo' (Allison in sod., 2018).

Kot smo že omenili, obstaja veliko modelov, ki jih lahko raziskovalec uporabi pri svojem delu. Razprava o smernicah za parameterizacijo (Malone in sod., 2015) omenja vsaj 15 različnih modelov. V kmetijskem kontekstu so ti modeli različno uporabni. Curk in Glavan (2021) opredeljujeta njihovo priljubljenost na podlagi zadetkov ob iskanju z orodjem Google Scholar. Število zadetkov je v nadaljevanju podano ob imenu in akronimu modelov: Soil and Water Assessment Tool (SWAT) (45.100), HYDRUS (8.900), Hydrological Simulation Program – FORTRAN (HSPF) (6.000), European Hydrological System Model (MIKE-SHE) (3.900), Environmental Policy Integrated Climate and Agricultural Policy/Environmental Extender (EPIC/APEX) (3.200), DRAINMOD (2.500), Root Zone Water Quality Model (RZWQM) (2.000), Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources (BASINS) (1.000), Watershed Analysis Risk Management Framework (WARMF) (400). Model SWAT je na podlagi rezultatov iskanja z več kot 45.000 zadetki v kmetijskem kontekstu daleč najbolj uporabljan. Drugi modeli so dosegli manj kot 10.000 zadetkov in se zdijo veliko manj priljubljeni.

Za potrebe ugotavljanja primernosti različnih modelov za raziskave razpršenega onesnaževanja pri uveljavljanju ciljev VD, so v projektu EUROHARP (Kronvang in sod., 2009; Schoumans in sod., 2009) primerjali različne hidrološke modele. Poleg modela SWAT so od modelov z dnevним časovnim korakom obravnavali še EvenFlow, NL-CAT in TRK. Vsi modeli so bili preizkušeni na več lokacijah po Evropi, na podlagi česar so lahko avtorji ovrednotili primernost vsakega od njih za določene naloge. Od naštetih sta se za modeliranje premeščanja dušika v povprečju najbolje izkazala SWAT in NL-CAT, vendar avtorji opozarjajo, da so bile razlike majhne in da so se rezultati razlikovali glede na poskusno območje. Glede na to poudarjajo, da ni mogoče izpostaviti enega »najboljšega« modela za vse namene in območja. V ta namen priporočajo za zmanjšanje negotovosti in boljše razumevanje razlik med rezultati uporabo več modelov hkrati.

Modele EPIC/APEX, SWAT in MIKE-SHE je podrobneje primerjala raziskava (Golmohammadi in sod., 2014), kjer sta bila SWAT in MIKE-SHE ocenjena kot zelo primerna za potrebe modeliranja rečnega pretoka, SWAT pa je izkazal za boljšega pri simulaciji procesov v kmetijskih povodjih. Po drugi strani je bil APEX označen kot najboljši za oceno scenarijev na nivoju kmetije zaradi številnih možnosti simuliranja kmetijskih praks (različne vrste namakanja, drenaža, varovalni pasovi, terase, obdelava tal, gnojenje itd.), pa tudi zaradi možnosti ekonomske analize praks. Možnosti simuliranja kmetijskih praks so na voljo tudi v modelu SWAT, vendar se ta običajno šteje za bolj primerne za modeliranje

večjih povodij. Tako avtorji sklepajo, da noben posamezen model ni boljši v vseh pogojih in da so zmogljivosti modela zelo specifične glede na značilnosti modeliranega območja. V luči kmetijskih raziskav je model EPIC/APEX najbolj uporaben v majhnih povodjih z veliko razpoložljivimi podatki. MIKE-SHE je najbolj uporaben za velika območja, ko računski čas ni omejitev in je podatkov veliko. Model SWAT pa je nekje vmes – omogoča razmeroma kratke računske čase tudi v velikih povodjih, hkrati pa tudi dokaj natančno simulacijo kmetijskih praks. Druga prednost modela SWAT je njegova modularnost – enostavno ga je povezati z drugimi bolj specifičnimi modeli.

Trenutno je v teku projekt OPTAIN - OPTimal strategies to retAIN and re-use water and nutrients in small agricultural catchments across different soil-climatic regions in Europe (OPTAIN, 2021), ki se ukvarja z modeliranjem in prostorsko optimizacijo naravnih/malih ukrepov za zadrževanje vode. Za modeliranje učinkovitosti ukrepov na 15 poskusnih območjih bo uporabljen model SWAT+ (Bieger in sod., 2017), ki je nadgradnja modela SWAT. Omogoča boljšo povezljivost posameznih prostorskih enot, vključitev poplavnih ravnin in napredno simuliranje kmetijskih praks na podlagi odločevalnih preglednic. Te omogočajo, da kmetijskim praksam postavimo določene pogoje in časovna obdobja za izvedbo, kar v praksi pomeni, da lahko za setev nastavimo, naj se izvede v primerno vlažnih tleh ob dovolj visoki temperaturi; za žetev, naj se izvede ob določeni zrelosti in v času, ko tla niso razmočena itn. V sedanji različici SWAT 2012 so datumi posameznih opravil določeni vnaprej in se ne prilagajajo okoljskim razmeram.

Modeli so torej zelo primerna in stroškovno najučinkovitejša metoda za ocenjevanje različnih scenarijev upravljanja kmetijstva in njihovega vpliva na okolje. Rezultate je mogoče simulirati na dnevni, mesečni in letni ravni in jih je mogoče uporabiti za preučevanje tako dolgoročnih učinkov prilagajanja podnebnim spremembam in kratkoročnega vpliva na pridelek, stanje tal itd. Kljub temu, da modeli k razvoju znanosti prispevajo veliko dragocenih rezultatov, pa so lahko tudi orodje, ki podaja dvomljive informacije. Model je vedno zgolj poenostavitev realnosti, zato nikoli ni popolnoma natančen; ali povedano drugače, praktično vsi modeli so napačni, vendar so nekateri vseeno koristni (Box, 1987, cit. po GWP, 2013). Celo najboljši modelarji ne trdijo, da so rezultati njihovih modelov brez negotovosti, celo nasprotno – negotovosti svojega modela zelo dobro poznajo. Modeliranje je torej prav toliko umetnost kot znanost, saj mora modelar čim bolj uravnotežiti resolucijo procesov in podatkov, hitrost in natančnost računanja, ter zagotoviti karseda smiseln rezultat simulacije. In rezultat sam po sebi je brez vrednosti, če ga modelar ne zna ali zmore na pravi način prikazati in interpretirati (MacWilliams in sod., 2016). S tem v mislih je potrebno čim večjo skrb posvetiti kakovosti vhodnih podatkov, ki predstavljajo parametre modela in analizi negotovosti, umerjanju in validaciji, ki zagotavljajo, da model deluje čim bolj podobno realnosti.

## **2.5.2 Soil and Water Assessment tool (SWAT)**

Iz razlogov, navedenih na prejšnjih straneh, smo se za potrebe doktorske raziskave odločili uporabiti model SWAT. Za simulacije scenarijev na majhnih kmetijskih območjih je namreč glede na literaturo težko najti bolj primerno orodje. Uporaba prek vtičnika za program ArcGIS omogoča dokaj enostavno postavitve na podlagi vhodnih podatkov v obliki slojev in preglednic, hkrati pa tudi vizualizacijo rezultatov na kartah.

Kot omenjeno, je model SWAT polporazdeljen fizični model, ki potrebuje za zagon precejšnjo količino vhodnih podatkov. Ti zajemajo prostorske sloje (pedologija, raba tal, relief) in časovne nize (vremenski podatki, kmetijski kolobarji, meritve pretokov rek/vsebnosti vode v tleh). Model je bil razvit v ZDA, začetki razvoja prvih različic pa segajo že več kot 30 let v preteklost (Neitsch in sod., 2009). Prostorsko je model utemeljen na podlagi hidroloških odzivnih enot (HOE – hydrologic response units), ki so osnovna enota modeliranja. Vsaka je definirana s tremi prostorskimi dejavniki – raba tal, pedologijo in naklonom. Vse površine na modelnem območju, ki imajo isto rabo tal, pedologijo in naklon tako predstavljajo isto HOE, s čimer se pospeši računski čas. Ob predpostavki, da so vsi trije od treh prostorskih dejavnikov definirani tako podrobno, da izražajo meje parcel, so tudi HOE definirane na parcelo natančno.

SWAT je izredno priljubljen za modeliranje vplivov kmetijske pridelave na okolje in se uporablja za ovrednotenje scenarijev na območjih po vsem svetu (Daggupati in sod., 2015). Uporablja se lahko za različne namene napovedovanja vplivov različnega upravljanja s prostorom na okolje – v glavnem premeščanja sedimenta, hranil in drugih onesnaževal znotraj povodij. V ZDA kot tudi v Evropi se pogosto uporablja za presojo vplivov kmetijsko-okoljskih politik, med drugim tudi za simuliranje izpiranja nitrata na kmetijskih območjih (Abbaspour in sod., 2015; Volk in sod., 2016).

Cikel dušika, zlasti dela, ki se nanaša na izpiranje nitrata, je v naravi kot tudi v modelu, precej povezan z vodnim. Modeliranje izpiranje nitrata zato ni tako zapleteno, kot npr. modeliranje premeščanja sedimenta ali fosforja, ki je manj direktno povezano s tokovi vode. Model SWAT vodni cikel poenostavi na način, da upošteva premeščanje vode v profilu tal, v rastlini, na površju tal in v zraku, ne simulira pa dogajanja v podzemni vodi. Voda, ki zapusti profil tal, se premesti v podzemni vodonosnik, dogajanje v njem pa ni posebej modelirano. V primeru izpiranja nitrata se v simulaciji kot izpran upošteva nitrat, ki na določen dan zapusti talni profil (globina definirana s tipom tal). Ker se smatra, da korenine rastlin ne sežejo globlje kot do dna profila tal, lahko pričakujemo, da bi količina nitrata, ki jo simulira SWAT, najverjetneje dosegla podzemno vodo (Neitsch in sod., 2009). Ne vemo sicer, na kakšen način bi se tam razredčila ali dalje premeščala, vendar tega podatka za vrednotenje vpliva različnih scenarijev upravljanja s kmetijskim prostorom ne potrebujemo. Okoljski izid scenarijev je mogoče povsem korektno opredeliti na podlagi simulacije izpiranja nitrata, ki je izraženo v kg NO<sub>3</sub>/ha za vsako modelirano enoto (Akhavan in sod., 2010).

### **2.5.3 Modelarske raziskave na temo vpliva kmetijstva na okolje v Sloveniji**

Tudi v Sloveniji je uporaba modelov za vrednotenje vplivov kmetijstva na okolje poznana že več let. Ene prvih raziskav so bile izvedene na prelomu tisočletja, predvsem je šlo za uporabo modelov na nivoju polja. Med drugim sta bila uporabljena modela GLEAMS (Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems) in SWAP (Soil Water Atmosphere Plant) (Gale in sod., 1999; Zupanc in sod., 2004). Po letu 2010 se je na ARSO začel razvoj modela GROWA-SI za vrednotenje predvsem količinskega stanja voda na letni ravni za celotno območje Slovenije (Andjelov in sod., 2013). Model je bil v preteklem desetletju uporabljen za različne raziskave vodne bilance in koncentracij nitrata v podzemni vodi (Andjelov in sod., 2013, 2014; Sušnik in sod., 2013; Uhan in Andjelov, 2018).

Precej razširjena je tudi uporaba modela SWAT. Glavan (2011) ga je uporabil za preučevanje vpliva spremenjene rabe zemljišč na količino in kakovost vode v rekah Reki in Dragonji. Škerjanec (2015) je z modelom, temelječim na modelih SWAT in GWLF (Generalized Watershed Loading Functions), modelirala vpliv scenarijev upravljanja z vodami na njihovo stanje. Ojsteršek Zorčič (2015) ga je uporabila za preučevanje vpliva različnih ekoremediacijskih ukrepov na stanje akumulacijskih jezer. Model SWAT je bil uporabljen tudi za simuliranje izpiranja nitrata pod različnimi scenariji kmetijske obdelave v projektih Možnosti kmetovanja na vodovarstvenih območjih (Glavan in sod., 2015; Urbanc, 2013) in URaViVo (Glavan in sod., 2020; Pintar in sod., 2020).

## 2.6 VREDNOTENJE EKONOMIČNOSTI KMETIJSKE PRIDELAVE

Za uravnotežen razvoj na ogroženih območjih je pomemben pojem celostnega upravljanja voda. V njegovi definiciji je poudarjeno, da gre za proces, »ki spodbuja usklajen razvoj in upravljanje voda, zemljišč in z njimi povezanih virov, da bi dosegli čim večjo možno gospodarsko in socialno blaginjo na enakopraven način, ne da bi ogrozili trajnost vitalnih ekosistemov« (Bizjak, 2018). Usklajevanje vseh teh dejavnikov je zelo zapleteno, zato neuspeh pri izpolnjevanju ciljev VD ni nepričakovan. Kljub temu, da smo ob uveljavljanju različnih ukrepov v preteklih letih pridobili veliko izkušenj, zaradi neustrezne raziskanosti vodnih virov in snovnih poti ponekod varujemo večja območja, kot bi bilo potrebno, kar bremeni druge dejavnosti razvoja na omenjenih območjih, zlasti kmetijstvo (Brenčič, 2018). Eno temeljnih vprašanj trajnostnega razvoja je, kako ravnati z okoljem, da bomo zadovoljili potrebam sedanjosti in ga ohranili tudi za prihodnost (Polasky in sod., 2019).

Z vidikov celostnega in trajnostnega upravljanja je potrebno upoštevati tudi ekonomske učinke kmetijskih ukrepov varovanja voda, ki s podražitvijo pridelave zaradi uvajanja omejitev predstavljajo določeno breme za kmeta. EU in države članice ga do neke mere kompenzirajo z neposrednimi plačili (plačila iz naslova PRP, nadomestila na VVO), ki se merijo v mio € (ARSKTRP, 2018), vendar brez povezanih okoljsko-ekonomskih raziskav ne moremo poznati učinka teh plačil na stanje voda. Pri preučevanju vplivov kmetijstva na okolje se je potrebno zavedati, da kmetijstvo ni zgolj nepotrebni onesnaževalec, temveč v osnovi nudi izredno pomembno storitev proizvodnje hrane, z obdelavo kmetijske krajine pa še številne druge ekosistemske storitve, ki so pozitivne za družbo (Carpentier in sod., 2015). Vloga ekonomskih raziskav je pri doseganju ciljev trajnostnega razvoja ključna. Samo ukrepanje na podlagi raziskav, ki usklajeno obravnavajo okoljski in ekonomski vidik, lahko privede do dejanskega napredka in izboljšav na področju trajnostnega razvoja (Polasky in sod., 2019).

Vrednotenje stroškovne učinkovitosti izvajanja varovanja voda pred nitrati (v skladu z evropsko nitratno direktivo) se je v Sloveniji začelo leta 2013. Rezultati ocenjene stroškovne učinkovitosti različnih ukrepov so bili podani v 'Poročilu Slovenije na podlagi 10. člena Direktive Sveta 91/676/EEC, ki se nanaša na varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov za obdobje 2012–2015' (Matoz in sod., 2016). Za aktualno poročilo za obdobje 2016–2019 (Matoz in sod., 2020) ta analiza ni bila posodobljena, zato v nadaljevanju podajamo ugotovitve prve, kjer je bila izvedena za območje reke Kučnice v Prekmurju za leto 2013. Vir ekonomskih podatkov so bile Modelne kalkulacije Kmetijskega inštituta Slovenije (Rednak, 1997; Zagorc in sod., 2021), ki podajajo oceno skupnih stroškov

kmetijske pridelave. Analiza je primerjala ekonomičnost kmetijske pridelave na območju brez omejitev in na območju priobalnega pasu reke, kjer velja prepoved gnojenja. Ocena je podana v €/ha, iz študije pa je razvidno, da so predvidene izračunane izgube dohodka zaradi omejitev gnojenja, predvsem na račun manjših pridelkov, na priobalnem pasu reke relativno majhne (50 – 60 €/ha).

Slabe-Erker in sod. (2017) so raziskovali, kakšen vpliv imajo KOPOP na stanje onesnaženosti podzemnih voda v Sloveniji z nitrati. Raziskava je bila izdelana za obdobje 2007-2013, višina plačil in stanje podzemne vode pa sta bila vrednotena na ravni občin. Na podlagi sprememb v letni višini plačil in stanju podzemnih voda so zaključili, da plačila KOPOP nimajo statistično značilnega vpliva na onesnaženje podzemne vode z nitrati. Kljub povečevanju vlaganj v ukrepe za zmanjšanje izpiranje nitrata se stanje namreč ni bistveno izboljševalo. Takšen rezultat je po njihovo sicer možen zaradi neupoštevanja precej pomembnega vira nitrata v analizi – neurejenih kanalizacijskih sistemov na območjih z razpršeno poselitvijo – vendar sami ocenjujejo, da ta nima tako velikega vpliva. Zaključujejo, da bi bilo potrebno izvesti še več raziskav, ki bi osvetlile ekonomski vpliv različnih ukrepov varovanja voda.

V podobni, a bolj usmerjeni raziskavi so Rozman s sod. (2018) preučevali ekonomsko učinkovitost alternativne agronomske prakse na VVO. Raziskava podaja podlago za uvajanje ohranitvene obdelave kot ekonomsko učinkovite alternative konvencionalni obdelavi. Razlike v ekonomičnosti so bile ovrednotene na podlagi razlik v pokritjih. Zaključki kažejo, da je pod ustreznimi pogoji ohranitvena obdelava dolgoročno lahko stroškovno ugodnejša od konvencionalne, vendar okoljski učinki takšne alternative v izdelani raziskavi niso bili ovrednoteni.

Razmeroma stara raziskava (Skop in Schou, 1999), ki je povezano vrednotila okoljski in ekonomski vidik kmetijske pridelave za območje z ogroženimi površinskimi vodami na Danskem, kaže, da sta količina izpranega nitrata in prihodki od kmetijske proizvodnje večinoma sorazmerni, kar je smiselno, saj večja intenzivnost proizvodnje pomeni tako večjo porabo gnojil kot tudi večje prihodke. Avtorji so kot pomembno ugotovitev izpostavili tudi, da na izpiranje nitrata in ekonomičnost proizvodnje močno vpliva tip tal.

Z ekonomsko učinkovitostjo ukrepov VD na ravni EU se je ukvarjal pregled literature (Balana in sod. 2011), ki je v analizo vključil raziskave iz različnih držav članic o stroškovni učinkovitosti alternativnih kmetijskih praks. Avtorji poudarjajo, da je v analizo smiselno vključiti čim večje število ukrepov in preučiti čim širši nabor možnih posledic, da dobimo boljši vpogled v dogajanje na širši ravni. Stroške VD ukrepov v povezavi z izboljšanjem stanja voda so analizirali tudi Kreins in sod. (2015) za povodje reke Weser na severu Nemčije. Okoljsko-ekonomsko analizo so izvedli z vključitvijo ekonomskega in dveh okoljskih modelov. S simulacijami so ugotavljali, kakšni bi bili stroški zmanjševanja presežkov nitrata za doseganje standardov iz VD. Rezultati kažejo, da bi za zadostno zmanjšanje na ravni povodja potrebovali okrog 100 mio. € za uveljavljanje kmetijsko-okoljskih ukrepov. Ob upoštevanju, da je celotno povodje reke Weser veliko okrog 49.000 km<sup>2</sup>, bi bil strošek na hektar dobrih 20 €. Avtorji poudarjajo, da bi stroški, ob upoštevanju nujnega dodatnega dela svetovalnih služb v zvezi z izobraževanjem kmetov, v končni fazi še narasli, po njihovih izkušnjah za do 25 %.



Za potrebe boljšega izkoristka gnojil in zmanjšanja izpiranja nitrata je bila na Danskem izvedena raziskava ekonomičnosti uvedbe različnih kmetijskih ukrepov znotraj območja s precej detajlno karto denitrifikacijske sposobnosti tal (Jacobsen in Hansen, 2016). Avtorji so ugotovili, da lahko na račun ciljnega umeščanja ukrepov glede na potencial tal za denitrifikacijo precej zmanjšajo izpiranje nitrata in obenem tudi stroške, povezane z uvajanjem varovalnih ukrepov. Stroški se po njihovih ugotovitvah lahko zmanjšajo za 20-25 %, kar je dovolj, da se iz tega naslova pokrije izvedba podrobnih kart denitrifikacijske sposobnosti tal. Rezultati kažejo, da lahko s prostorskim umeščanjem glede na učinkovitost varovalnih ukrepov hkrati zmanjšamo onesnaženje in stroške uvedbe takšnih ukrepov.

V zadnjih desetletjih je bil dosežen velik napredek pri modeliranju ekonomičnosti kmetijske pridelave. Raziskave se ukvarjajo z vprašanji o vlogi trgov in mednarodne trgovine, o različnih vidikih proizvodnje, vplivih proizvodnih odločitev na okolje in na vprašanja tveganja. V preteklih desetletjih se je za potrebe odločanja v kmetijski politiki razvilo veliko ekonomskih modelov, z vzpostavljanjem podatkovnih baz se je izboljšala tudi dostopnost podatkov (Carpentier in sod., 2015). Na svetovnem nivoju so v zvezi s tem pomembne Organizacija za prehrano in kmetijstvo Združenih narodov (FAO), Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD), ter Svetovna banka (World Bank). Vse tri imajo v svoji organizacijski strukturi oddelke, ki se ukvarjajo s kmetijstvom in njegovo ekonomičnostjo. Njihovo delo zajema analize dogajanja v sektorju, podporo vladam držav pri izboljšavah zakonodaje in v nekaterih primerih tudi finančno podporo; vse z namenom krepitev sektorja in povečevanju njegove odpornosti na podnebne in druge spremembe.

V Evropi predstavlja pomembno bazo podatkov o ekonomičnosti kmetijske pridelave Mreža za zbiranje računovodskih podatkov o dohodkih in poslovanju kmetijskih gospodarstev (Farm Accountancy Data Network – FADN), ki zbira strukturne in računovodske podatke o kmetijskih gospodarstvih. S tem je omogočeno tudi pridobivanje podlag za oceno vplivov SKP EU (FADN, 2021). Glede na aktualne podatke FADN evidence za Slovenijo za obdobje 2014-2018 (MKGP, 2020a) se več kot tretjina vključenih KMG ukvarja s pašo živine (38 %), veliki so tudi razredi mlečne (19 %), mešane (17 %) in poljedelske (12 %) pridelave. Po vrednosti proizvodnje je razmerje med sektorji praktično obrnjeno; vodi sektor vrtnarstva, ki sicer obsega najmanj kmetij, pridelava poljščin, mešane in pašne živinorejske kmetije pa so na zadnjem mestu. Podatki odražajo logično dejstvo, da je vrednost proizvodnje sorazmerna z njeno intenzivnostjo. Dohodek na enoto dela se v zadnjih letih v povprečju povečuje, vendar je še vedno precej pod povprečjem osemindvajseterice držav EU.

K slabšim ekonomskim kazalcem slovenskega kmetijstva v primerjavi s povprečjem EU precej prispeva dejstvo, da je Slovenija reliefno zelo razgibana in ima zgolj slabih 20 % površin v ravninskih predelih ter skoraj 80 % na območjih z omejujočimi dejavniki za kmetijstvo. Takšna struktura skupaj z razdrobljenostjo kmetijskih zemljišč zaradi zgodovinskih vzrokov (npr. delitve ob dedovanju) prispeva k manjši konkurenčnosti in v veliki meri narekuje rabo zemljišč, ki je v skoraj 60 % trajno travinje. Kljub temu, da je povprečna velikost slovenskih kmetij pod povprečjem EU in da bruto dodana vrednost kmetijstva dosega le 1,8 % slovenskega bruto domačega proizvoda, ima kmetijstvo v Sloveniji izreden strateški pomen po eni strani zaradi samooskrbe s kakovostno hrano, po drugi pa zaradi ohranjanja kulturne krajine na podeželju, zato je pomembno, da se uravnoteženega razvoja sektorja ne zavira (MKGP, 2020b).

### 2.6.1 Metode vrednotenja ekonomičnosti kmetijske pridelave

Modeliranje ekonomičnosti proizvodnje je zapleteno, zlasti če želimo, da model omogoča dinamični proces odločanja. Na sprejemanje odločitev v kmetijstvu pogosto vpliva kmetijska politika z različnimi podporami sektorjev ali načinov pridelave, ki so zaželeni, na podlagi česar je za potrebe ekonomskih analiz lažje predvideti smeri odločanja. Zaradi mnogih dejavnikov, ki vplivajo na procese v kmetijski proizvodnji in njeni ekonomiki, je pri vrednotenju ekonomičnosti različnih okoljskih ukrepov v praksi uporabno, da se za oceno učinkov uporabi čim bolj relevantne podatke, torej namesto podatkov iz FADN evidenc nacionalne podatke o ekonomičnosti različnih praks (Carpentier in sod., 2015). Zlasti je to pomembno v kontekstu kmetijstva v Sloveniji, ki ima zaradi svoje razpršenosti precej drugačno dinamiko kot v kateri od drugih Evropskih držav.

Ekonomičnost proizvodnje se lahko meri na različne načine. Penot in sod. (2021) med drugimi navedejo naslednje metode: bruto proizvod, bruto in neto marža, bruto in neto dodana vrednost ter oportunitetni strošek. Vsi na nek način omogočajo ovrednotenje proizvodnje v smislu, kakšna je razlika med prihodki in stroški, vendar pri izračunu upoštevajo različne postavke. V preglednih člankih se kot ključno orodje za oceno ekonomske učinkovitosti kmetijske pridelave pojavlja tudi izračun pokritja. Izračuna se ga kot razliko med prihodki od prodaje pridelkov in variabilnimi stroški. Ker v izračun ne vključi fiksnih stroškov celotne kmetijske infrastrukture, je zelo primeren način za vrednotenje ekonomičnosti posameznih elementov kmetijske pridelave. Za dolgoročni uspeh poslovanja kmetije mora ta sicer pokrивati vse stroške, tudi stalne, sicer ustvarja izgubo. Pri vrednotenju poslovanja na ravni celotnega KMG je torej nujno upoštevati tudi te, za primerjavo ekonomičnosti posameznih panog pa je uporaba kalkulacij pokritja povsem primerna (Ryzhova in sod., 2015; Langemeier, 2017).

V Sloveniji se kot vrste kalkulacij za vrednotenje ekonomičnosti kmetijske proizvodnje največ uporabljajo modelne kalkulacije KIS, kalkulacije na podlagi pokritja in kalkulacije na osnovi skupnih stroškov (Pušenjak in sod., 2018). Modelne kalkulacije so bile za oceno ekonomičnosti kmetijske pridelave na Kmetijskem inštitutu Slovenije razvite že konec prejšnjega stoletja (Rednak, 1997). Združujoč podatkovne zbirke in orodje za izračunavanje omogočajo ovrednotenje ekonomskega stanja za glavne kmetijske kulture in proizvode. Modelne kalkulacije predpostavljajo pri izračunih opremljenost in tehnologijo, ki je reprezentativna za večje tržne pridelovalce in upoštevajo normalne vremenske razmere (Zagorc in sod., 2021). Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah je glavno orodje za vrednotenje ekonomičnosti kmetijske pridelave v Sloveniji in je zastavljen na osnovi kalkulacij pokritja. Kalkulacije za različne kulture so narejene na osnovi istih predpostavk, zato so med seboj primerljive. Ker so zastavljene kot izračun pokritja za posamezno kmetijsko kulturo (pšenica, koroza za silažo, ječmen, jabolka itn.) jih je mogoče nadgraditi ali med seboj kombinirati za vrednotenje ekonomičnosti posameznih panog (Pušenjak in sod., 2018).

## 2.7 SISTEMI ZA PODPORO ODLOČANJU

VD ima ambiciozne cilje, ki zajemajo zelo široko področje interesov. Pospeševanje doseganja teh ciljev bo neizbežno v konfliktu z interesi pomembnih deležnikov, ki so v veliki meri tudi sami ranljive skupine, npr. kmetje, ki so že sicer podvrženi pritiskom usklajevanja okoljskih in ekonomskih zahtev. V tem kontekstu bo zelo težko najti enostavne rešitve upravljanja z razpršenimi viri onesnaženja, ker kaže na potrebo po razvoju sistemov za podporo odločanju (SPO), ki bi interese obravnavali čim bolj sistematično (Wiering in sod., 2020). V preteklosti je bilo razvitih že mnogo SPO, ki so bili namenjeni odločanju o različnih vprašanih s področja varovanja okolja. Zasada s sod. (2017) na podlagi pregleda literature ugotavlja, da je veliko število SPO razvitih za potrebe različnih projektov in da takšni po prenehanju financiranja večinoma preidejo iz uporabe. V zvezi z onesnaževanjem voda obstaja veliko objav, saj izraz SPO s sinonimi zajema vse od tiskanih priročnikov, mobilnih aplikacij in računalniških programov za kmete, do kompleksnih matematičnih modelov za raziskovalne namene (Nicholson in sod., 2020). Van Delden in sod. (2011) menijo, da bi moralo biti pri oblikovanju vsakega SPO naslovljenih naslednjih pet vidikov: pregled relevantnih procesov in lastnosti, ki vplivajo na območje raziskovanja; vključitev okoljskega, ekonomskega in socialnega vidika problematike; navezava na zakonodajo in interese ključnih deležnikov; vključitev v zakonodajni proces; in zagotovitev dodane vrednosti glede na aktualno védenje o problematiki.

Začetki razvoja SPO segajo že v prejšnje stoletje. Primer zgodnejših SPO je npr. WATERSHEDSS (WATER, Soil, and Hydro-Environmental Decision Support System) (Osmond in sod., 1997), razvit v ZDA za potrebe opredelitve problemov s kakovostjo vode in odločanja o izbiri omilitvenih ukrepov. Za definiranje ogroženih območij na jugu Nemčije je bil približno v istem času razvit sistem (Rodda in sod., 1998), ki je omogočal kartografski prikaz rezultatov modela izpiranja nitrata. Precejšen napredek se je zgodil konec prvega desetletja tega tisočletja, ko so se raziskovalci soočali s problemom izdelave NUV za posamezna območja s slabim stanjem voda glede na zahteve VD. Takrat je bilo razvitih več SPO, ki so vključevali okoljski in ekonomski vidik z namenom prostorske optimizacije ukrepov varovanja voda, a osredotočeno na kakovost površinskih voda (Bohnet in sod., 2011; Van Delden in sod., 2011; Panagopoulos in sod., 2012). Tudi v Sloveniji je bilo razvitih nekaj SPO; med drugim za področja količinskega stanja podzemne vode (Souvent in sod., 2014), kakovosti akumulacijskih jezer (Ojsteršek Zorčič, 2015), ekonomskih učinkov SKP na slovensko kmetijstvo (Volk in sod., 2017) in za pomoč pri namakanju (Honzak in sod., 2019).

Globalno partnerstvo za vodo (Global Water Partnership – GWP) (GWP, 2013) izpostavlja več dobrih primerov s področja razvoja in vpeljave SPO v prakso, vendar večinoma prav tako za upravljanje s površinskimi vodami. Kot temeljne vidike, ki naj bi jih celosten SPO obravnaval enakovredno, navedejo okoljskega, ekonomskega in socialnega, saj lahko z optimizacijo zgolj posameznega vidika poslabšamo stanje drugih dveh. Dalje izpostavljajo, da potrebuje SPO smiselno strukturo, ki vključuje lokalno zakonodajo in deležnike. SPO so lahko zasnovani kot računsko orodje z uporabniškim vmesnikom, ki odločevalcem ali upravljavcem olajšajo odločanje na podlagi različnih modelov. Ti navadno potrebujejo specifično razumevanje, zato SPO poenostavijo rezultate za lažje razumevanje končnih uporabnikov. Gradniki SPO so lahko različni modeli (hidrološki, ekonomski, modeli rasti

rastlin), programi za vizualizacijo rezultatov (npr. orodja GIS), optimizacijski algoritmi, spletni vtičniki za široko dostopnost podatkov javnosti itn. Vendar uporabnost ni odvisna le od strukture in delovanja vključenih komponent, temveč tudi od uporabnika (po možnosti skupine deležnikov, ki se usklajeno odloča o pomembnosti posameznih vidikov) in razpoložljivosti vhodnih podatkov.

Obširen pregled dela v zvezi z razvojem SPO je bil za področje onesnaževanja z nitratom in sredstvi za varstvo rastlin (SVR) opravljen v projektu FAIRWAY (Nicholson in sod., 2020). Na podlagi pregleda objav so podrobneje preučili manjše število SPO, ki se tudi dejansko uporabljajo v praksi in niso bili razviti zgolj za potrebe projekta ter nato opuščeni. Od teh so bili le redki namenjeni izrecno izboljšanju stanja voda. Večinoma je šlo za orodja za odločanje na kmetijah v smislu načrtovanja gnojenja in rabe SVR (termin, količina). Če predpostavljamo, da z dobrimi agronomskimi praksami lahko zmanjšamo izpuste hranil in SVR v okolje, sicer tudi ta orodja na neki način lahko pripomorejo k izboljšanju stanja voda, a tega ne obravnavajo direktno na ravni območja. Le redki od SPO v raziskavi omogočajo poleg okoljskega tudi ekonomsko ovrednotenje. Düngeplanung (Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 2021) omogoča oceno ekonomičnosti različnih ukrepov in izračun bilance hranil na ravni kmetije. TargetEconN (dNmark Research Alliance, 2021) je Danski sistem, ki omogoča ekonomsko in okoljsko vrednotenje ukrepov za zmanjševanje onesnaženja površinskih voda. Farmscoper (Gooday in sod., 2014) je sicer precej obširno orodje za ovrednotenje okoljskega in ekonomskega vpliva različnih pridelovalnih praks, ki omogoča analizo na ravni kmetij, a ne omogoča umestitve v prostor in celostnega ovrednotenja učinkov na ravni celotnih ogroženih območij. Obstaja tudi raziskava (Skop in Schou, 1999), ki sicer ni vključevala razvoja SPO, a je za kmetijsko območje na Danskem ovrednotila modelirano izpiranje dušika in ekonomičnost različnih vrst kmetijske rabe na prevladujočih tipih tal. Pomanjkljivost te raziskave je, da ekonomičnost in izpiranje nitrata vrednoti na ravni kmetije, s čimer se izgubi prostorska variabilnost posameznih kmetijskih zemljišč, ki so v Sloveniji pogosto precej oddaljena od primarne kmetije. Raziskava se sicer osredotoča na okoljski učinek kmetijstva na površinske vode.

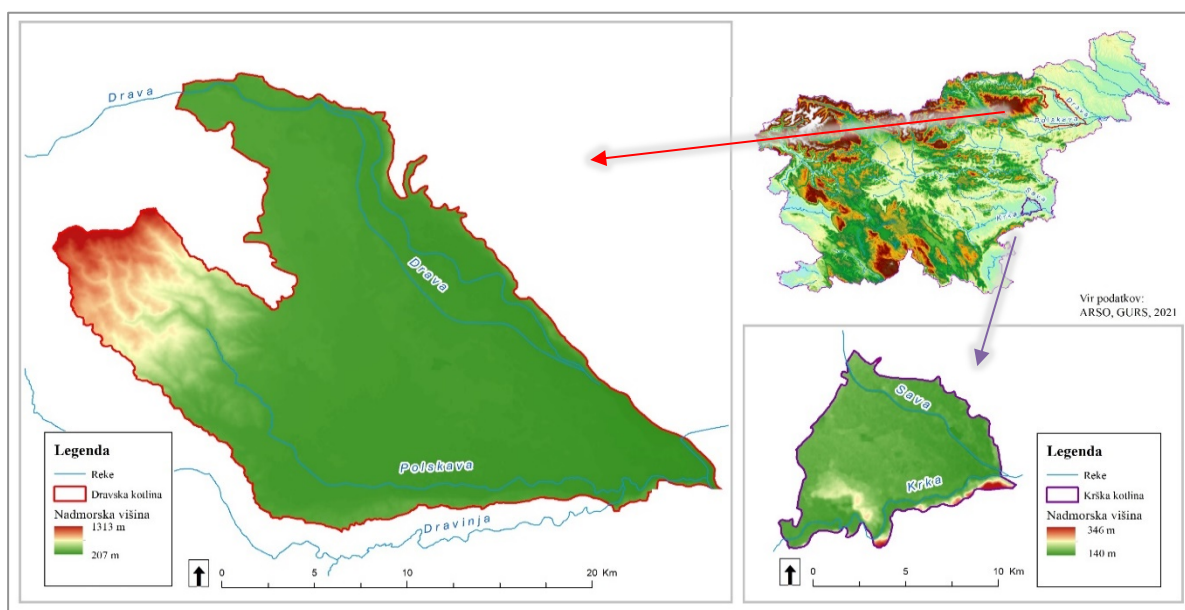
SPO navadno vključujejo različne modele, med drugim okoljske in ekonomske, ki služijo ovrednotenju stanja sistemov, ki jih SPO obravnava. Za modeliranje okoljskih procesov je bil kot del SPO v preteklosti že večkrat uporabljen model SWAT. Panagopoulos s sod. (2012) je SWAT vključil v SPO za potrebe umeščanja ukrepov za preprečevanje onesnaženja površinskih voda zaradi razpršenega onesnaževanja s fosforjem in dušikom v povodju v Grčiji. Sistem je vključeval tudi ekonomsko optimizacijo umestitve ukrepov. Na področju biodiverzitete podoben SPO na osnovi modela SWAT razvijajo v Nemčiji na Helmholtz centru za okoljske raziskave (Kaim in sod., 2018; Strauch in sod., 2019; Kaim in sod., 2021). Sistem z vključitvijo računalniškega algoritma omogoča avtomatizirano optimizacijo ukrepov za povečanje biotske pestrosti glede na zastavljene okoljsko-ekonomske cilje. Objav o SPO, ki bi sistematično obravnaval okoljsko-ekonomski vidik varovanja podzemne vode pred razpršenim onesnaženjem na ravni parcele na ogroženih kmetijskih območjih, nismo našli, kar nakazuje na potrebo po dodatnih raziskavah na tem področju.

### 3 MATERIALI IN METODE

#### 3.1 OBMOČJI RAZISKOVANJA

##### 3.1.1 Geografija in topografija

Kot raziskovalni območji v doktorski raziskavi sta bili izbrani območji Dravske in Krške kotline, ki sta precej tipična primera aluvialnih ravnin v Sloveniji (Slika 6). Nahajata se v črnorskem povodju, njune značilnosti pa so direktno povezane z rekama Dravo in Savo, ki sta na območjih skozi tisočletja odlagali naplavine. Ker gre v hidrološkem smislu za dve največji povodji v državi, sta raziskovalni območji zoženi na obseg podzemnih vodnih teles Dravske in Krške kotline z vključitvijo povodij nekaterih manjših lokalnih vodotokov. Z gradnjo akumulacijskih pregrad in hidroelektrarn (HE) je človek na obeh območjih precej posegel v naravni vodni režim rek Save in Drave, deloma tudi z namenom zmanjševanja poplavne ogroženosti. Obe območji sta izrazito kmetijski, zato se naloga osredotoča zgolj na razpršeno onesnaževanje z dušikom iz kmetijskih virov, ne tudi na sicer znano problematiko neurejenih kanalizacijskih omrežij, ki glede na nekatere raziskave lahko prispevajo precejšen delež (do 40 %) dušika v podzemni vodi (Urbanc in sod., 2014).



Slika 6: Lega raziskovalnih območij v Sloveniji, njune reliefne značilnosti in glavni vodotoki (Vir podatkov: ARSO, 2020a; GURS, 2020)

Dravska kotlina s porečjem Polskave obsega 438 km<sup>2</sup> na severovzhodu Slovenije (Slika 7). Na zahodu kotlino omejuje hribovje Pohorje, na vzhodu porečje Pesnice in na jugu porečje Dravinje. Na jugovzhodnem delu se ob mestu Ptuj nahaja tudi akumulacijsko Ptujsko jezero. Na severnem delu območja je Maribor, drugo največje mesto v državi. Prebivalcev v občinah Maribor, Hoče – Slivnica, Miklavž na Dravskem polju, Rače – Fram, Starše, Hajdina, Videm in Kidričevo je skupaj okrog 150.000, od tega več kot dve tretjini zgolj v največji od njih, mestni občini Maribor. Raba tal je kljub temu večinoma kmetijska (54 % površine je glede na karto dejanske rabe tal pokrite z njivami, travinjem ali trajnimi nasadi). Zaradi ugodne

lege potekajo skozi kotlino pomembne cestne in železniške povezave, naselja pa so razsejana po vsej ravnici. Večinski del območja je razmeroma raven, izjema je gornji tok Polskave, ki se napaja v Pohorskem hribovju. Ravninski del kotline je na višinah 200 do 350 m nad morjem, povodje Polskave pa se nahaja tudi v višjih legah, saj sega vse do nadmorske višine 1350 m.



Slika 7: Kmetijska krajina v Dravski kotlini, pogled iz Starošinc proti severozahodu, v ozadju Pohorje

Krška kotlina je od prve precej manjša, saj obsega le 76 km<sup>2</sup> na jugovzhodu države (Slika 8). Umeščena je med Krško gričevje na severozahodu, Bizeljsko na severovzhodu, Krakovski pragozd na zahodu in Gorjance na jugu. Na jugu jo omejuje reka Krka, ki se v Savo steka dolvodno od HE Brežice. Tudi Krška kotlina je po rabi tal izrazito kmetijska (kmetijskih površin je po karti dejanske rabe tal 63 %), zaradi ugodne lege tudi po njej potekajo pomembne prometne povezave. Največje mesto je Krško, ki mu sledijo Brežice, manjša naselja pa so posejana po vsej ravnici. Prebivalcev v občinah Krško in Brežice je skupaj okrog 50.000, od tega jih v največjih dveh naseljih živi okrog tretjina. Razpon nadmorskih višin na tem območju je manjši – od 120 pa do 235 m nad morjem.

### 3.1.2 Hidrogeologija in hidrologija

Obe raziskovalni območji sta nastali kot tektonski udorini, ki so ju naknadno zapolnile plavine rek Drave in Save. Matična podlaga so na večinskem delu ravnici prod, pesek, grušč, melj in glina, posledično so najpomembnejši vodonosniki na območjih tisti z medzrnsko poroznostjo. Ker se nahajajo blizu površja in niso prekriti z neprepustnimi plastmi, so zelo občutljivi za onesnaženje. Da je voda zelo blizu površja, se kaže v številnih gramoznicah, ki so poplavljenе in se v zadnjih letih vedno bolj razvijajo v površine za rekreacijske namene (Slika 10). Vodno telo podzemne vode Dravske kotline je glede na kemijsko stanje ocenjeno



kot slabo, Krška kotlina pa ima za zdaj oceno dobro, a obstaja nevarnost, da se stanje poslabša.



Slika 8: Kmetijska krajina v Krški kotlini, pogled iz Žadovinka proti severozahodu, v ozadju Leskovec pri Krškem



Slika 9: Pogled na peščeno prodnate nanose in tanko plast tal nad njimi (lokacija: Velika vas pri Krškem)

V Dravski kotlini je matična podlaga večinoma kvartarne starosti, vodno telo pa se nahaja v treh vodonosnikih. Najpomembnejši in najbolj izdaten je kvartarni aluvialni medzrnski

vodonosnik, ki se nahaja v peščeno prodnem zasipu reke Drave. Z njo ima tudi direktno povezavo, saj ga reka mestoma napaja in mestoma drenira. Zaradi odsotnosti krovnih plasti na večjem delu območja je ta vodonosnik direktno izpostavljen onesnaževanju zaradi izpiranja nitrata in drugih onesnaževal. V podlagi aluvialnega zasipa je drugi medzrnski vodonosnik, ki pa je terciarne starosti in manj izdaten, pa tudi lokalni. Na območju se lokalno nahaja še termalni vodonosnik terciarne starosti, ki pa je tudi manj izdaten. Vodno telo Krške kotline se prav tako nahaja v treh vodonosnikih, ki so podobni tistim v Dravski kotlini. Matična podlaga je deloma kvartarne in deloma pliocenske starosti. Najpomembnejši vodonosnik je aluvialen, medzrnski, kvartarne starosti in je sestavljen iz peščeno prodnih zasipov rek. Pod njim je še en aluvialni medzrnski vodonosnik, ki pa je nekoliko starejši in manj izdaten. Tretji vodonosnik je tukaj termalni kraški in razpoklinski, z višjimi plastmi pa je le v posredni povezavi.



Slika 10: Gramoznica Pleterje, kjer je opazen visok nivo podzemne vode v Dravski kotlini (foto: M. Korelec, cit. po Moja jezera, 2021)

Ker smo v območji raziskovanja zajeli le del večjih porečij, hidrološka mreža ni tipična za povodje (razen v primeru Polskave). Na hidrološki režim območij močno vplivata reki Drava in Sava s povprečnimi letnimi pretoki okrog 300 in 250 m<sup>3</sup>/s, ki sta regulirani z namenom preprečevanja poplavne ogroženosti in pridobivanja električne energije.

S Pohorja teče po desnem bregu Drave potok Polskava, ki je sicer prav tako deloma reguliran zaradi varstva pred poplavami, je pa pomemben zaradi dostopnih meritev vodostaja na vodomerni postaji Tržec. Povprečni pretok (priloga H) za obdobje 2006-2019 je 2,2 m<sup>3</sup>/s, največji zabeležen pretok je skoraj 60 m<sup>3</sup>/s v jeseni 2010, najmanjši pa zgolj 0,6 m<sup>3</sup>/s. Poleg Polskave je na območju prisotnih še več manjših potokov in drenažnih jarkov. Znotraj območja raziskave je na Dravi več pregrad. Po toku navzdol si sledijo HE Mariborski otok, pregrada Melje, kjer se od glavne struge odcepi kanal HE Zlatoličje, poleg zadnje pa še



pregrada Markovci, ki zadržuje vodo Ptujskega jezera in služi preusmeritvi dela toka v kanal HE Formin.

Na območju Krške kotline je poleg Save pomemben vodotok še Krka, ki omejuje vodno telo podzemne vode Krške kotline na jugu. Sava je na območju raziskave regulirana z več pregradami (HE Krško in Brežice ter jez pri jedrski elektrarni Krško). Za HE Krško so meritve pretokov (priloga H) na voljo od konca leta 2012 (povprečni pretok za obdobje oktober 2012 – avgust 2018 je 237, najmanjši 40 ter največji 2268 m<sup>3</sup>/s), za HE Brežice pa od polovice leta 2016 (povprečni pretok za obdobje junij 2016 – avgust 2018 je 220, najmanjši 41 ter največji 1669 m<sup>3</sup>/s). Iz statistike pretokov se ne zdi, da sta merilni mesti gor oz. dolvodno po toku iste reke, vendar sta v izračun zajeti različni obdobji. Na levem bregu Save vanjo pritekata dva manjša potoka: v Krškem Potočnica in dolvodno od jez HE Brežice Močilnik. Razen drenažnih jarkov v zaledju akumulacije HE Brežice na območju ni drugih pomembnejših vodotokov.

### 3.1.3 Tla

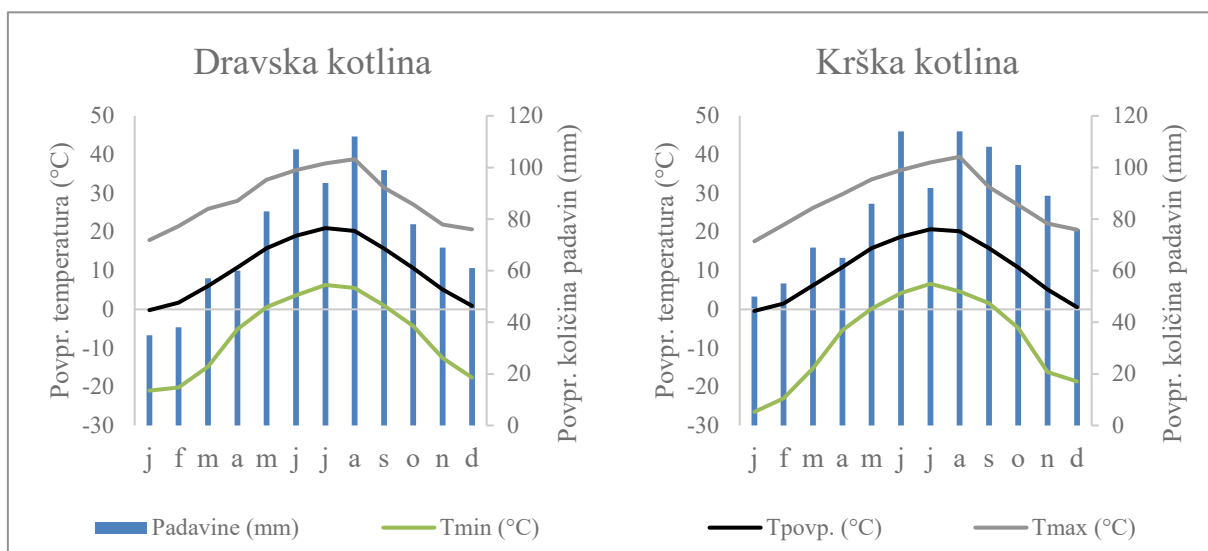
Matična podlaga na obeh območjih je v glavnem aluvialnega nastanka, saj je nastala z odlaganjem rečnih nanosov rek Drave in Save. Obe območji sta predeljeni z več rečnimi terasami, ki so tudi približne ločnice med talnimi tipi – tla so na nižje ležečih terasah večinoma obrečna, na višjih pa prevladujejo bolj razvita tla (evtrična ali distrična rjava).

Dravska kotlina je v osnovi tektonska udorina med Slovenskimi gorami na vzhodu in Pohorjem na zahodu, ki jo je kasneje preoblikovala reka Drava s poplavljanjem, prestavljanjem struge in odlaganjem plavin. Na ravninskem delu območja Dravske kotline so neposredno ob Dravi prisotna obrečna tla, vendar pokrivajo razmeroma majhen delež območja (Pak, 1969). Na višje ležečih terasah prevladujejo predvsem distrična rjava tla različnih globin in matičnih podlag. Večinoma so plitva do srednje globoka na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek (PKE 1635 – 30 %), deloma tudi na metamorfni kamninah (PKE 1030 – 11 %). Distrična rjava tla uvrščamo v razred avtomorfni kambični tal. Zaradi nizkega pH so v osnovi manj primerna za kmetijstvo in jih pogosto preraščajo gozdovi.

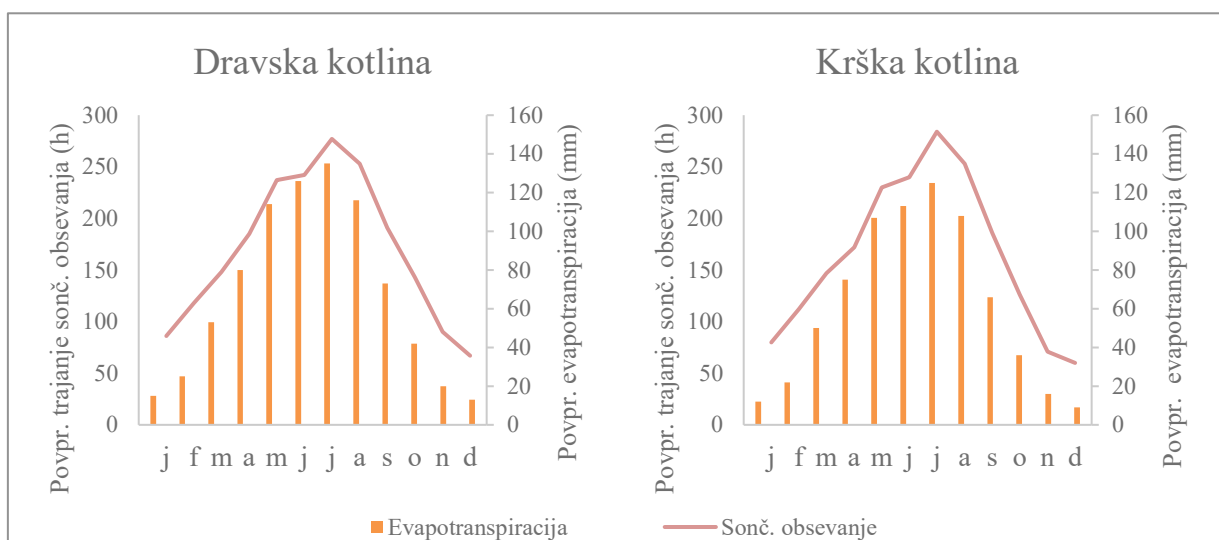
Raziskovalno območje Krške kotline je z vidika pedologije manj razgibano, saj ne zajema dodatnih povodij. V glavnem ravninskem območju prevladujejo evtrična rjava in obrečna tla. Tipična evtrična rjava tla na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in rečnem vršaju (PKE 66) prekrivajo kar tretjino (34 %) območja. Evtrična rjava tla tako kot distrična uvrščamo v razred avtomorfni kambični tal, s to razliko, da evtrična rjava tla glede na pH niso kislila, saj so nastala na matični podlagi karbonatne sestave. Od distričnih so evtrična rjava tla bolj primerna za kmetijsko pridelavo, navadno so tudi bolj globoka in na njih večinoma ležijo najboljše kmetijska zemljišča (Vidic in sod., 2015). Enak delež pokrivajo karbonatna obrečna tla na peščeno prodnatem aluviju različnih globin; plitva – PKE 451 – 11 % območja; srednje globoka in globoka – PKE 1269 – pa 23 % območja. Obrečna tla so po starosti mlada in so nastala z odlaganjem naplavin rek, zato imajo lahko veliko horizontov, ki so nastali ob različnih poplavnih dogodkih.

### 3.1.4 Podnebje

Raziskovalni območji se nahajata v delu vzhodne Slovenije, za katerega je značilno celinsko (subpanonsko) podnebje. Zaradi oddaljenosti od morja in Alp so poletja topla, zime hladne, padavin je precej manj kot na zahodu države. Območje Dravske kotline je bolj osončeno in manj namočeno od Krške. Povzetek podatkov o podnebjju (dolgoletno povprečje 1980-2010) je predstavljen na slikah 11 in 12, tabelarično pa so podatki povzeti v prilogi B.



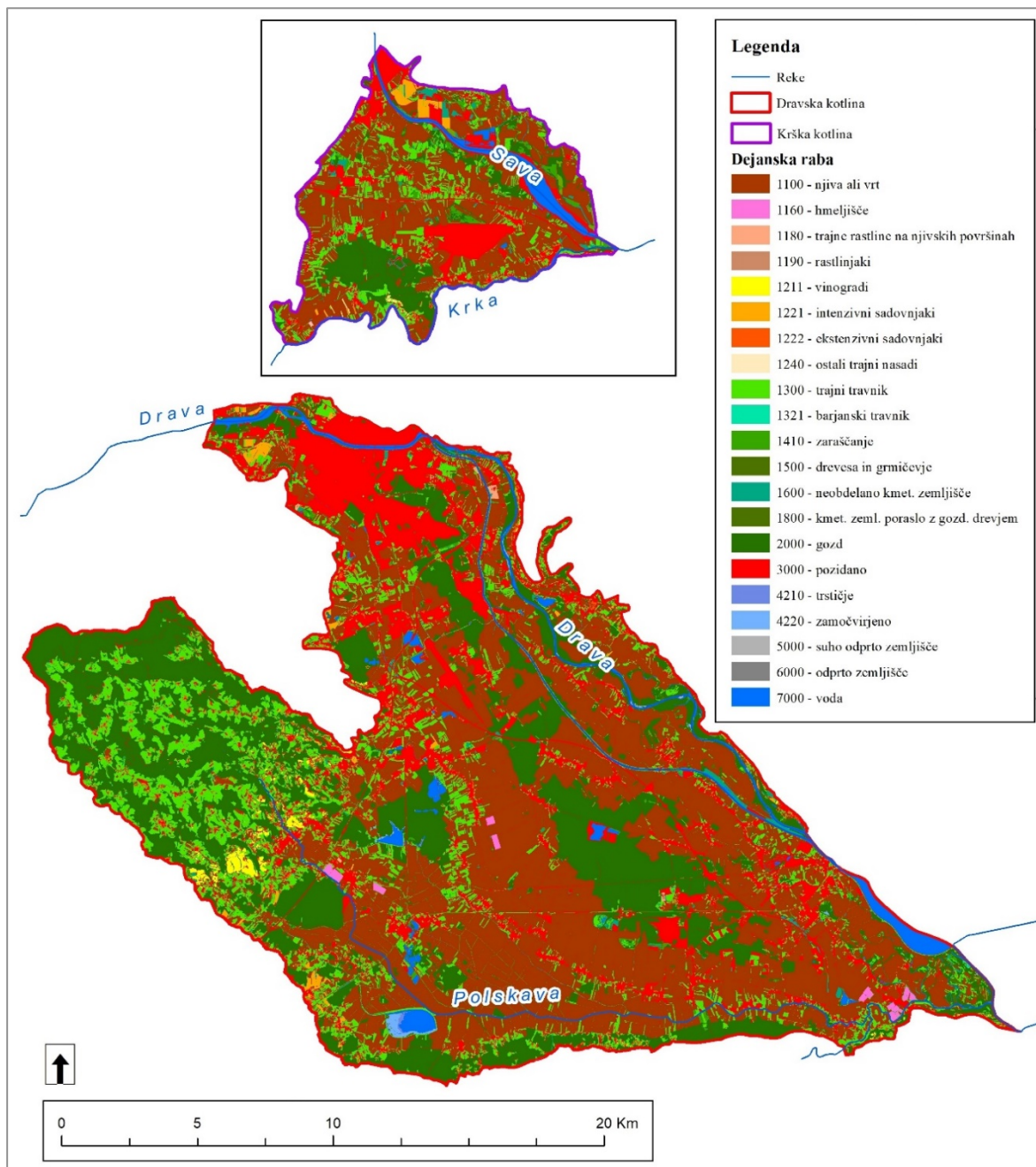
Slika 11: Povprečna količina padavin in povprečna, minimalna in maksimalna temperatura po mesecih v letu za meteorološke postaje v Dravski in Krški kotlini. Za območje Dravske kotline so podatki s postaje Maribor Tabor; za območje Krške kotline pa s postaj G. Lenart za padavine in povpr. temperaturo ter Bizeljsko za min. in max. temperaturo (ARSO, 2019b)



Slika 12: Povprečna trajanje sončnega obsevanja in evapotranspiracija po mesecih v letu za meteorološke postaje v Dravski in Krški kotlini. Za območje Dravske kotline so podatki s postaj Letališče Maribor za trajanje sonč. obsevanja in Maribor za evapotranspiracijo; za območje Krške kotline pa s postaj Novo mesto za trajanje sonč. obsevanja in Bizeljsko za evapotranspiracijo (ARSO, 2019b)

### 3.1.5 Raba tal in kmetijska dejavnost

Obe raziskovalni območji imata zelo razvito kmetijsko dejavnost, kar je posledica ugodnih okoljskih danosti, zlasti reliefa. Delež kmetijskih zemljišč (njive, sadovnjaki, trajno travinje) na obeh presega polovico površine območja (preglednici 3 in 4, slika 13).



Slika 13: Prikaz dejanske rabe zemljišč za raziskovalni območji Dravske in Krške kotline (vir podatkov: MKGP, 2015)

Na raziskovalnem območju Dravske kotline je daleč najbolj pogosta oblika rabe njivska (38 %). Drugi največji razred predstavljajo gozdna zemljišča (27 %), kar je približno toliko kot pozidana zemljišča (15 %) in trajno travinje (13 %) skupaj. Ostali razredi rabe skupaj ne presegajo 10 % površine. Raba tal je za slovenske razmere precej nerazdrobljena, razen v povirju Polskave na Pohorju, kjer se prepletata gozd in trajno travinje, deloma tudi vinogradi.

Zaradi primerne reliefa je večina kmetij na območju usmerjena v dokaj intenzivno njivsko pridelavo. Za slovenski prostor razmeroma velike kmetije so usmerjene deloma v poljedelstvo, a še pogosteje v živinorejo. Število KMG se zaradi opuščanja kmetijstva rahlo zmanjšuje, a skupna velikost kmetijskih površin na KMG narašča, zlasti zaradi komasacij. Na njivah se prideluje največ koruze za silažo in zrnje, pomembni poljščini sta še pšenica in ječmen. Kolobar je odvisen od usmeritve kmetije (na govedorejskih največ koruze za silažo, na prašičerejskih koruze za zrnje in ječmena itn.). Regionalna posebnost, ki se na drugih območjih Slovenije praktično ne goji, so oljne buče. Vinograde najdemo ob vznožju Pohorja, kjer so za pridelavo grozdja primerni ekspozicija in ostali okoljski dejavniki (Korošec, 2006; Breg Valjavec, 2007; Urbanc in sod., 2014; Kranjc, 2016).

Preglednica 3: Prikaz rabe zemljišč za raziskovalno območje Dravske kotline (vir podatkov: MKGP, 2019)

Šifra	Raba tal	Površina	
	Naziv	ha	%
1100	Njive in vrtovi	166.758,5	38 %
1190	Rastlinjaki	126,8	0 %
1211	Vinogradi	2.198,8	1 %
1221	Intenzivni sadovnjaki	1.736,5	0 %
1222	Ekstenzivni sadovnjaki	4.107,3	1 %
1300	Trajni travnik	56.400,5	13 %
1410	Zaraščanje	5.419,5	1 %
1500	Drevesa in grmičevje	3.486,0	1 %
1600	Neobdelano kmet, zemljišče	2.792,5	1 %
1800	Kmet, zemljišče poraslo z gozdnim drevjem	412,5	0 %
2000	Gozd	116.707,0	27 %
3000	Pozidano	64.786,3	15 %
4220	Zamočvirjeno	747,4	0 %
5000	Suho odprto zemljišče	39,3	0 %
6000	Odprto zemljišče	47,1	0 %
7000	Voda	12.061,7	3 %
Skupno celotno območje raziskovanja		438.054,7	100 %
Skupno kmetijska zemljišča		234.533,5	54 %

Na območju Krške kotline je daleč največji delež zemljišč namenjen njivski rabi (44 %). Naslednji največji razred predstavljajo pozidana zemljišča (17 %), ki zasedajo le malo več prostora kot gozd (15,5 %) in travinje (14 %). Trajni nasadi skupno predstavljajo zgolj 3 % zemljišč, enak delež je zemljišč v zaraščanju. Intenzivni sadovnjaki (večinoma jabolane) se v velikih enotah nahajajo na severu območja v okolici jedrske elektrarne Krško. Na območju ima površine kar nekaj večjih intenzivnih živinorejskih kmetij, deloma večje kmetije, ki se ukvarjajo s prirajo govedu in deloma farma Ihan, ki vzreja prašiče. Večinska praksa ravnanja z organskimi gnojili na teh kmetijah je gnojenje z gnojevko, največ z razpršilno ploščo, deloma tudi z bolj sodobnimi vlečnimi cevmi, ki precej zmanjšajo izgube amonijaka in z njimi povezan neprijeten vonj, a so tudi temu primerno večji finančni zalogaj za kmete.

Trend števila KMG na območju se skozi leta zmanjšuje, a se rahlo povečuje površina kmetijskih zemljišč. Pred leti je bila na območju izvedena komasacija, v zemljiško strukturo je posegla tudi gradnja HE Brežice. Od njivskih pridelkov je največ koruze za silažo, ječmena, tritikale, travno-deteljnih mešanic, deloma tudi krompirja in oljne ogrščice. Kolobar je odvisen od vrste živali, ki jih goji posamezno KMG. Najpogostejša panoga je govedoreja, kar nekaj kmetij se ukvarja tudi z rejo prašičev (Arh, 2017; Posavski Obzornik, 2020).

Preglednica 4: Prikaz rabe zemljišč za raziskovalno območje Krške kotline (vir podatkov: MKGP, 2019)

Šifra	Raba tal Naziv	Površina	
		ha	%
1100	Njive in vrtovi	3350.8	44 %
1190	Rastlinjaki	6.7	0 %
1211	Vinogradi	11.8	0 %
1221	Intenzivni sadovnjaki	128.3	2 %
1222	Ekstenzivni sadovnjaki	49.8	1 %
1300	Trajni travnik	1076.7	14 %
1410	Zaraščanje	211.6	3 %
1500	Drevesa in grmičevje	150.2	2 %
1600	Neobdelano kmet. zemljišče	152.2	2 %
1800	Kmet. zemljišče poraslo z gozdnim drevjem	1.4	0 %
2000	Gozd	821.0	11 %
3000	Pozidano	1275.1	17 %
7000	Voda	399.7	5 %
Skupno celotno območje raziskovanja		7635.3	100 %
Skupno kmetijska zemljišča		4777.6	63 %

### 3.1.6 Vodovarstvena območja

Vodovarstvena območja se nahajajo na obeh raziskovalnih območjih. Na območju Dravske kotline, kjer jih opredeljuje državna uredba, obsegajo veliko večino skupne površine, čeprav so z najstrožjim režimom varovana dokaj majhna območja okrog črpališč vode za pitje. Vse kategorije VVO na območju raziskovanja skupaj pokrivajo 88 % (383 km<sup>2</sup>) površine. Od tega ograjena območja zajetja neposredno ob vrtini zgolj 0,1 %, najožja območja 2,6 %, ožja območja 10,1 % in širša območja 74,5 %. Na območju je 8 črpališč, ki črpajo večinoma vodo iz plitvega vodonosnika. Razporeditev režimov VVO in lokacije črpališč so prikazane na sliki 14.

Na raziskovalnem območju Krške kotline je obseg VVO manjši, opredeljen je na občinskem nivoju. Na celotnem območju vse kategorije VVO pokrivajo skupaj 10 % (77 km<sup>2</sup>) površine. Najožje območje varuje 1 %, ožje 6,2 % in širše območje 2,9 % površine. Za največji del kmetijskih površin v osrednjem delu območja ne veljajo posebne omejitve kmetovanja. VVO varujejo zgolj zaledje črpališč Brege in Drnovo, ter majhen pas na severovzhodu območja, ki varuje zaledje črpališča Brezina severno od Brežic (Slika 15). Zaradi onesnaženosti je črpališče Drnovo že od leta 2010 zaprto za oskrbo s pitno vodo.

## 3.2 ZBIRANJE IN ANALIZA PODATKOV TER POSTAVITEV MODELA

### 3.2.1 Zahteve modela

Za delo uporabljeni model Soil and Water Assessment Tool (SWAT) simulira zapletene procese premeščanja vode in hranil v okolju, zato potrebuje širok nabor vhodnih podatkov – topografijo, lastnosti tal, podnebje, podatke o rabi zemljišč, kmetijskih praksah in lastnostih rastlin. Večina jih je prosto dostopnih na spletnih straneh različnih ustanov (ARSO, GURS, MKGP), preostale je potrebno pridobiti od kmetijskih strokovnjakov, kmetov ali z lastnimi meritvami. Vhodni podatki, njihov izvor in resolucija, so prikazani v preglednici 5.

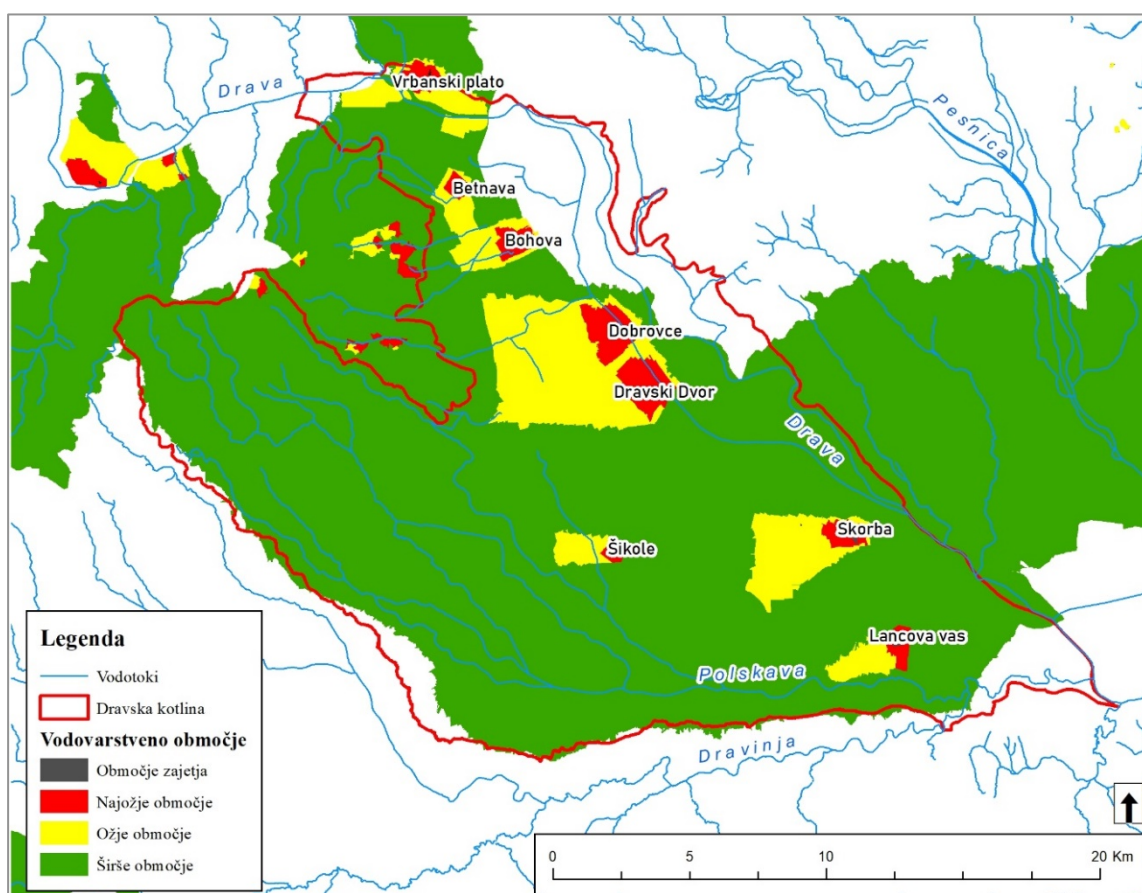
Preglednica 5: Vhodni podatki modela SWAT (Neitsch in sod., 2009)

Podatki	SWAT enota in resolucija	Vir podatkov
<i>Vremenski (obdobje vsaj 10 let)</i>		
količina padavin	mm / dan	ARSO
min in max temperatura	°C (dnevni min&max)	ARSO
energija sončnega obsevanja	MJ / m <sup>2</sup> / dan	ARSO, preračun
relativna zračna vlaga	(dnevno povpr.)	ARSO
povpr. hitrost vetra	m / s (dnevno povp.)	ARSO
<i>Tla</i>		
sloj pedološke karte	.shp (250 m)	CPVO; Peršolja 2008
globina in število horizontov	mm	CPVO
globina prekoreninjenosti	mm	CPVO
gostota tal	g / 100 ml	meritve, preračun
rastlinam dostopna voda	mm H <sub>2</sub> O / mm tal	meritve, preračun
nasičena hidravlična prevodnost	mm / h	meritve, preračun
albedo tal		preračun
organska snov	%	meritve
tekstura (deleži frakcij)	%	meritve
erozivnost tal (KUSLE -Williams)		preračun
<i>Relief in raba tal</i>		
digitalni model višin	raster (25 m)	GURS
sloj rabe tal	.shp (25 m)	MKGP
tehnologije kmetijske pridelave	značilne za območje	kmetje, kmet. strokovnjaki

### 3.2.2 Določitev meja modeliranih območij

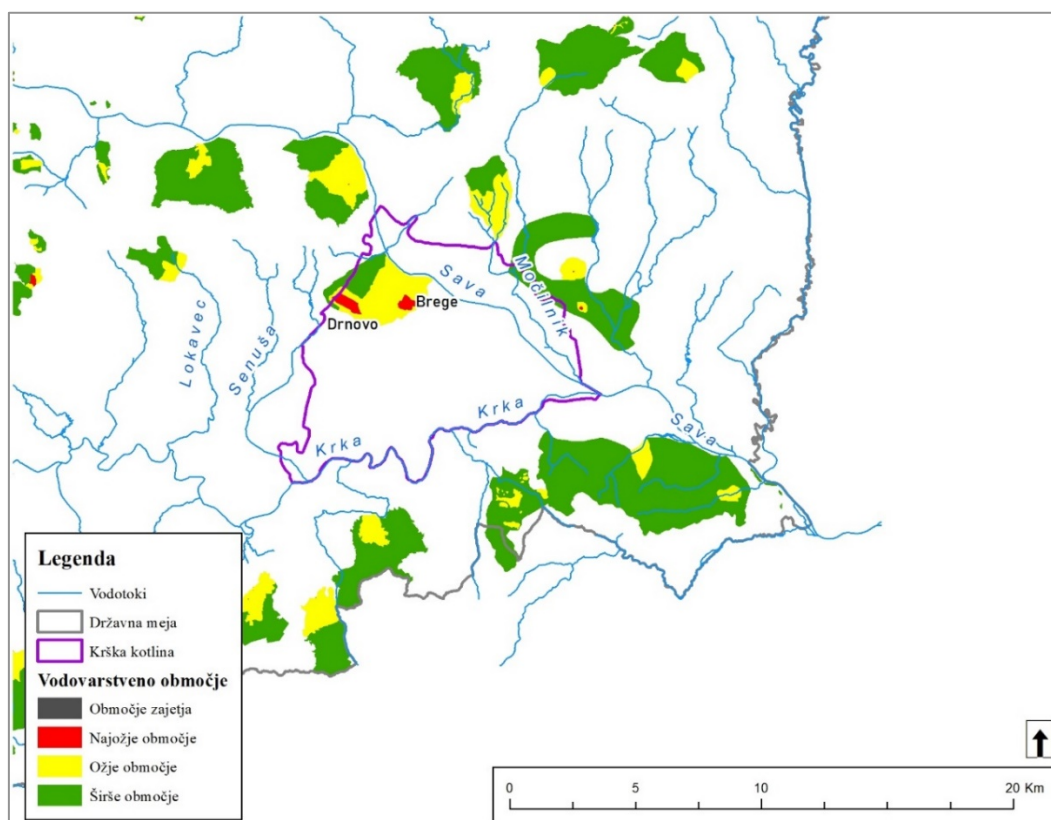
Meje modeliranih območij so bile v osnovi določene glede na obseg vodnih teles podzemne vode (VTPodV) za posamezno kotlino. V primeru Krške kotline je bil tudi končni obsega tak, saj se merilna mesta za pretoke reke Save nahajajo bolj ali manj na meji tega območja. Ker je struga Save na tem območju v večjem delu tesnjena in nima direktne povezave s podzemno vodo, smo kot bolj zanesljivo metodo umerjanja na tem območju uporabili umerjanje za vodo v tleh, ki ima boljšo povezavo z izpiranjem nitrata kot pretok tesnjene reke. Umerjanje za pretok smo vseeno izvedli z namenom preverjanja hipoteze 1. Pri Dravski

kotlini (Drava je tam deloma prav tako tesnjena kot Sava), kjer smo za potrebe umerjanja za pretoke v območje vključili še porečje reke Polskave, je bil osnovni obseg VTPodV razširjen za njeno vodozbirno območje na Pohorju. Obseg vodozbirnega območja Polskave je bil določen s temu namenjenim vmesnikom programa ArcSWAT iz digitalnega modela reliefa, nakar smo obe območji združili v programu ArcGIS. Obseg obeh končnih območij z vodotoki je razviden iz slik 14 in 15.



Slika 14: Obseg raziskovalnega območja Dravske kotline z vrisanim obsegom vodovarstvenih območij (vir podatkov: ARSO, 2020a)





Slika 15: Obseg raziskovalnega območja Krške kotline z vrisanim obsegom vodovarstvenih območij (vir podatkov: ARSO, 2020a)

### 3.2.3 Vremenski podatki

Vremenski podatki so bili pridobljeni iz arhiva ARSO (2019b). Vrsta podatkov in lokacija zajema sta prikazani za obe območji v preglednici 6. Večina jih je že v za uporabo v modelu primernih enotah, tako da je bil usklajen samo format vhodnih datotek za SWAT. Pri sončnem obsevanju je bila potrebna pretvorba iz podatkov o trajanju sonca (h/dan) v energijo dotekajočega kratkovalovnega sončnega obsevanja ( $\text{MJ}/\text{m}^2\text{dan}$ ), kar smo naredili s preračunom po Angströmovi enačbi:

$$R_s = R_a \left( a_s + b_s \frac{n}{N} \right) \quad \dots (1)$$

kjer je  $R_a$  - izvenzemeljsko obsevanje ( $16,83 \text{ MJ}/\text{m}^2 \text{ dan}$ );  $N$  - maksimalno število ur dnevne svetlobe (11,98 h);  $n$  - dejanska dolžina trajanja sončnega obsevanja (h);  $a_s$  in  $b_s$  - Angstromovi regresijski konstanti ( $a_s=0,25$ ;  $b_s=0,5$ ).

Preglednica 6: Lokacija zajema dnevnikih vremenskih podatkov za uporabo v modelu

Podatki	Lokacija vremenske postaje	
	Dravska kotlina	Krška kotlina
količina padavin	Letališče Maribor; Maribor; Ptuj	Letališče Cerklje
min in maks temperatura	Maribor	Letališče Cerklje
energija sončnega obsevanja	Maribor	Novo mesto
relativna zračna vlaga	Maribor	Letališče Cerklje
povpr. hitrost vetra	Maribor	Letališče Cerklje



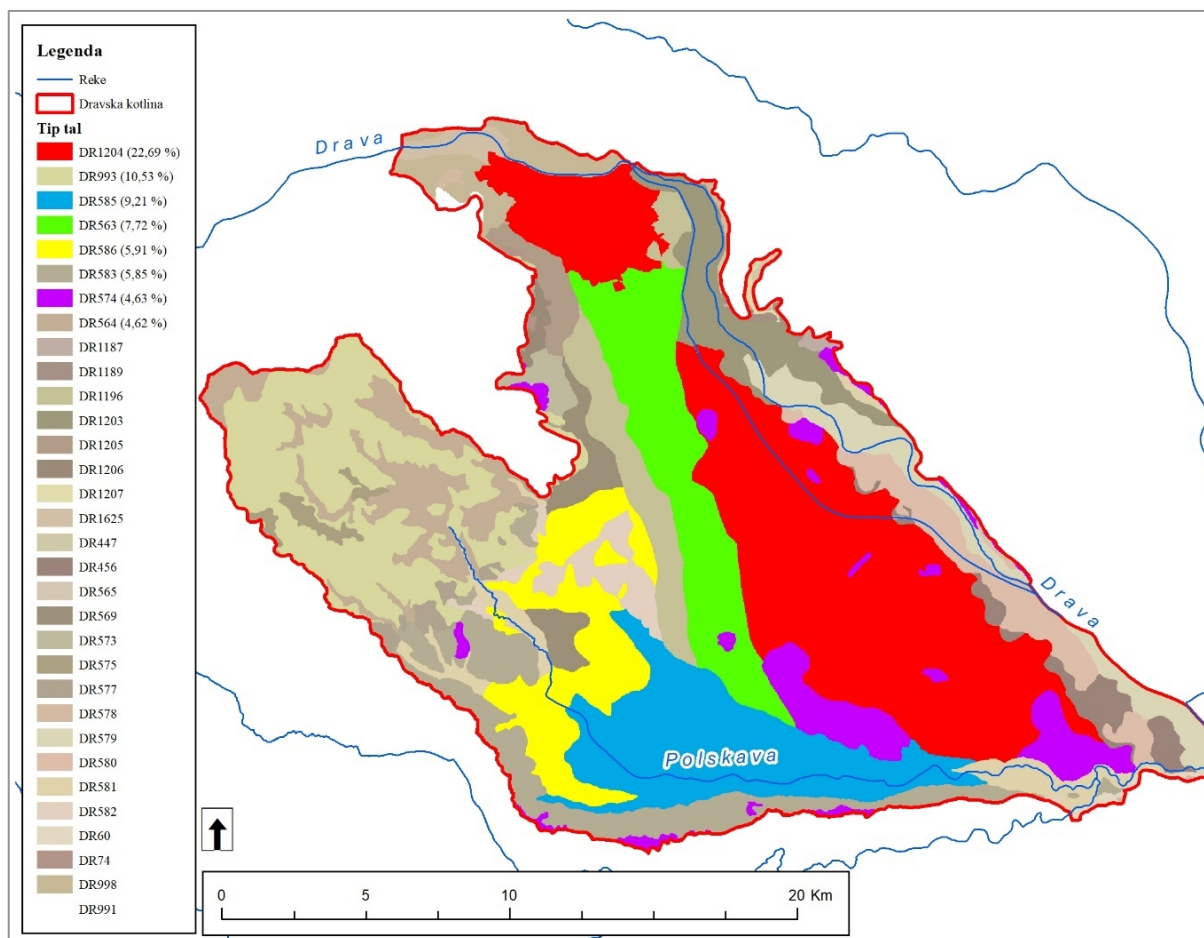
Vremenski podatki so bili za analizo sedanjega stanja pridobljeni na dnevni ravni za obdobji 2000-2011 (Dravska kotlina) in 2006-2018 (Krška kotlina), za analizo scenarijev podnebnih sprememb (opisani v poglavju 3.2.9) pa na dnevni ravni za obdobje 1981-2100.

### 3.2.4 Izbor glavnih talnih tipov za analizo scenarijev

Za analizo scenarijev na podlagi talnega tipa smo izbrali tiste, ki zajemajo večji del območja (Preglednica 7), hkrati pa je raba tal na njih izrazito kmetijska. Za območje Dravske kotline je bila uporabljena pedološka karta, kot so jo izdelali na CPVO za potrebe raziskave Peršolja (2008), in kjer je največja PKE1635 dodatno razdeljena glede na globino tal. Tako sta nastala dva talna tipa – plitvejši PKE1635/1 in srednje globok PKE1635/2. Analiza talnih tipov na območju Dravske kotline je pokazala, da izmed 55 PKE, 14 pokriva več kot 3 % površja, zgolj 7 pa več kot 5 %. Na podlagi analize rabe tal na posameznih najpogostejših PKE smo za analizo scenarijev izbrali 5 tipov, ki ustrezajo dvema kriterijema: pokrivajo več kot 3 % površine območja, hkrati pa je njihova raba izrazito kmetijska. PKE, ki jih prerašča gozd (npr. v zgornjem toku Polskave na Pohorju) ali pa so večinoma pozidane (na območju Maribora), so bile izločene, četudi pokrivajo območje, večje od 3 %. Za podrobnejšo analizo izbrani talni tipi, ki se obenem nahajajo na glavnem delu kmetijskih in vodovarstvenih območij, so PKE1635/1 (DR1204), PKE1635/2 (DR563), PKE559/560 (DR585), PKE586 (DR586) in PKE1029 (DR574). Karta tal, uporabljena za modeliranje, je prikazana na sliki 16. Izbrani tipi so prikazani z živimi barvami, lastnosti za vse pa so navedene v Prilogi C.

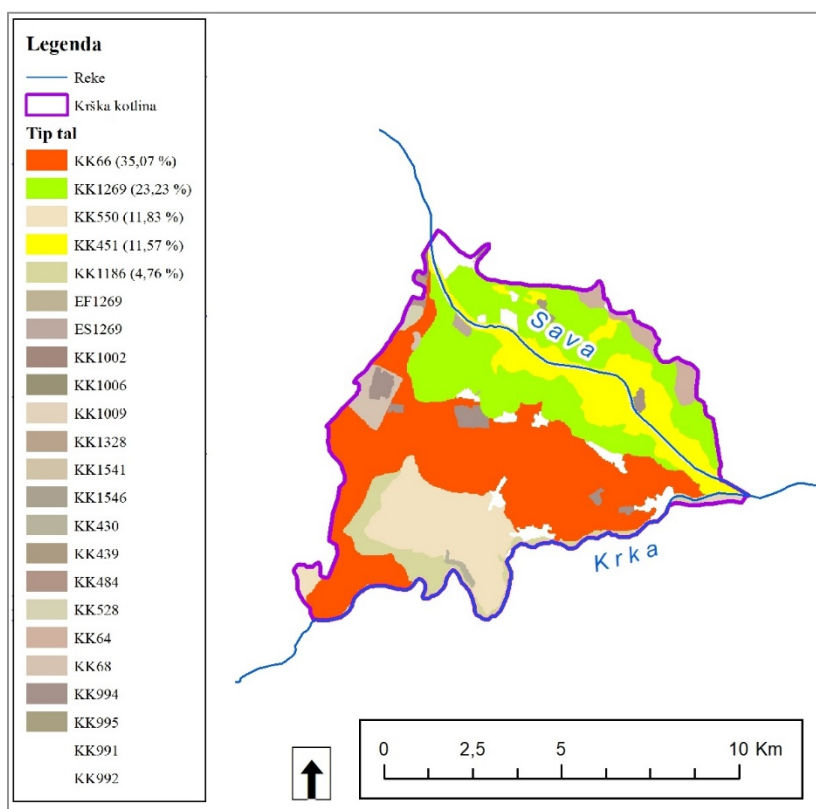
Preglednica 7: Izbrani talni tipi z deležem, ki ga zasedajo v primerjavi s celotnim območjem (vir podatkov: CPVO, 2010)

Območje	PKE	Opis	Delež območja
Dravska kotlina	1635/1	Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična, plitva	18 %
	1635/2	Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična, srednje globoka	12 %
	559/560	Hipoglej, evtričen, mineralen, srednje močan do močan	9 %
	586	Amfiglej, distričen, mineralen, močan	6 %
	1029	Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična, globoka (80 %); Ranker, distrični, rjav (20 %)	4 %
Krška kotlina	66	Evtrična rjava tla na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in rečnem vršaju, tipična	34 %
	1269	Obrečna tla karbonatna, srednje globoka na peščeno prodnatem aluviju (70 %); Obrečna tla karbonatna, globoka na peščeno prodnatem aluviju (30 %)	23 %
	451	Obrečna tla karbonatna, plitva na peščeno prodnatem aluviju	11 %



Slika 16: Pedološka karta za Dravsko kotlino, kot je bila uporabljena za modeliranje. Izbrani talni tipi, ki prevladujejo na kmetijskih območjih, so prikazani z bolj živimi barvami. Talnim tipom, ki obsegajo več kot 4 % območja, so pripisane površine v odstotkih (vir podatkov: CPVO, 2010)

Na območju Krške kotline so bili na enak način izbrani trije talni tipi, ki pokrivajo glavnino kmetijskega območja – PKE451 (KK451), PKE66 (KK66) in PKE1269 (KK1269). PKE, ki se nahajajo na jugozahodu območja in jih pokriva gozd, so bile kljub površini, večji od 3 % območja, izločene iz nadaljnje analize, ker po rabi tal niso kmetijske. Karta tal, uporabljena v modelu, je prikazana na sliki 17. Izbrani tipi tal so prikazani z bolj živimi barvami, lastnosti za vse tipe pa so navedene v Prilogi C.



Slika 17: Pedološka karta za Krško kotlino, kot je bila uporabljena za modeliranje (akumulacija Brežice ni vrisana, a je bila upoštevana v modelu prek karte rabe tal). Izbrani talni tipi, ki prevladujejo na kmetijskih območjih, so prikazani z bolj živimi barvami. Talnim tipom, ki obsegajo več kot 4 % območja, so pripisane površine v odstotkih (vir podatkov: CPVO, 2010)

### 3.2.5 Določanje načina rabe njivskih površin

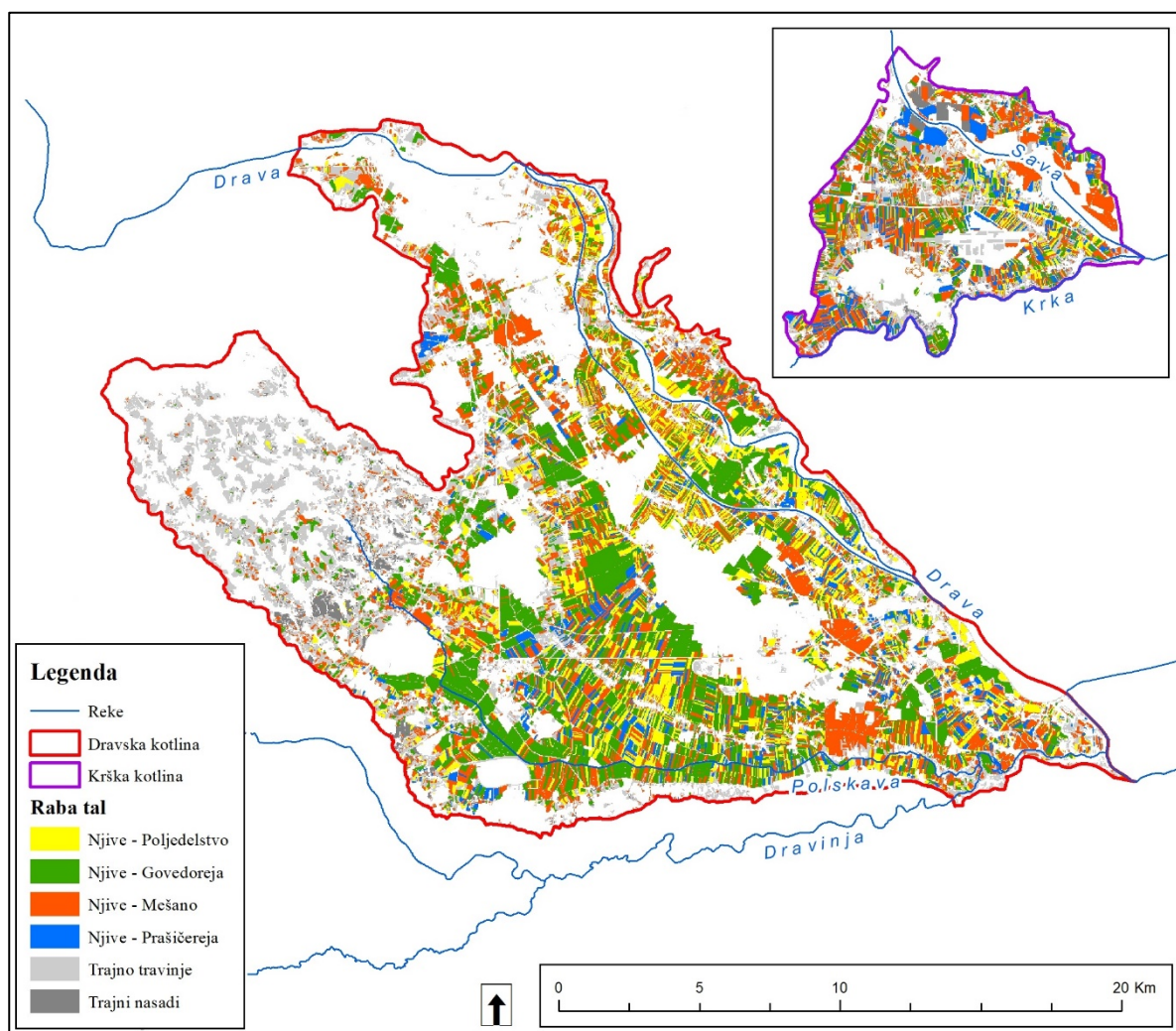
Karta rabe tal za Slovenijo ima za evropske razmere zelo dobro resolucijo, saj prikazuje razrede rabe praktično na parcelo natančno. Evropska zbirka podatkov o rabi zemljišč Corine Land Cover je v tem oziru precej manj natančna, saj je na voljo v resoluciji 100 m, kar meje med dejanskimi rabami zabriše in torej predstavlja poenostavitev dejanskega stanja. Kljub uporabi natančnih podatkov o rabi zemljišč, je bilo potrebno podatke o dejanski rabi še dodatno prilagoditi, saj razred 1100 – njive in vrtovi obsega vse njivske površine, kjer je obdelava zemljišč zelo različna zaradi kolobarja.

Teoretično bi bilo možno iz podatkov sloja kmetijskih rastlin (KMRS) iz zbirnih vlog pridobiti točno informacijo o vrsti kmetijskih rastlin za vsak posamezen GERK in tako za vsak GERK oblikovati ločen dejanski kolobar. Zaradi ogromnega števila GERK in kolobarjev bi bila ta rešitev zelo kompleksna, zato je bil za potrebe te raziskave izbran manj kompleksen, a v preteklosti že uporabljen pristop delitve na tipe kmetij, na podlagi česar se nato njivam pripiše enega od tipičnih kolobarjev glede na usmeritev kmetije, ki z njimi upravlja. Delitev na poljedelske, govedorejske, prašičerejske, mešane kmetije za namen podrobnejših raziskav opisujejo različni viri (Skop in Schou, 1999; Urbanc in sod., 2013). Pri prostorskem umeščanju različnih njivskih kolobarjev smo si tako pomagali z informacijo o staležu živali na posameznih KMG. V naši raziskavi je bila delitev izvedena na podlagi

informacije o staležu živali na KMG, ki je bila pridobljena na Agenciji RS za kmetijske trge in razvoj podeželja (ARSKTRP). Glede na količino posamezne vrste živali smo KMG uvrstili v 4 tipe: govedorejski (stalež živali v vsaj 90 % predstavlja govedo), prašičerejski (stalež živali v vsaj 90 % predstavlja prašiči), mešani (stalež sestavlja več vrst živali, od katerih nobena ne prevladuje z več kot 90 %) in poljedelski (živali na KMG ni). Na podlagi povezave podatkov GERK-PID (identifikacijska številka za posamezen GERK) in KMG-MID (identifikacijska številka za posamezen KMG) glede na evidenco GERK smo lahko ugotovili, katere površine obdeluje posamezno KMG. S podatkom o usmeritvi za vsak KMG smo lahko za vsak njivski GERK določili, kakšna je usmeritev kmetije, ki posamezen GERK obdeluje in mu posledično pripisali ustrezen kolobar. Z izključitvijo podatkov o lastništvu smo v naslednji fazi zbrisali lastniške povezave, tako da se za vsak GERK ve zgolj, kakšen je pripisan kolobar, ne pa tudi, kateremu KMG pripada. Razporeditev njivskih površin glede na usmeritev kmetije je prikazana na sliki 18. Na ta način smo lahko na GERK natančno določili, ali določena njiva pripada poljedelski, prašičerejski, govedorejski ali mešani kmetiji, temu primerno pripisali ustrezen kolobar in ovrednotili, kakšen je potencial za izpiranje nitrata glede na lastnosti tal in način obdelave tal. S tem smo se izognili uporabi enega samega ali mešanice posameznih generičnih kolobarjev na njivskem razredu rabe tal, ki ne bi omogočala prostorskega ločevanja.

### 3.2.6 Kmetijski kolobarji uporabljeni v scenarijih

Poleg okoljskih podatkov, ki so potrebni za pravilno funkcioniranje modela, so za modeliranje in primerjavo scenarijev nujni še podatki o kmetijskih tehnologijah pridelave. Podatki za vsak tip rabe (govedorejski kolobar, prašičerejski kolobar, 4 kosni travnik z organskimi gnojili itn.) so združeni v datotekah, ki so pripisane določenim hidrološkim odzivnim enotam modela (te bolj ali manj ponazarjajo parcelo, saj so določene kot enota z isto rabo tal, istimi tlemi in istim nagibom terena). Za praktično vsako parcelo na območju lahko na ta način v modelu določimo, kakšen je kolobar kmetijske pridelave. V ta namen potrebujemo podatke o časovnem zaporedju - terminu dogodkov (setev, gnojenje, obdelava tal, spravilo itn.), tipu dogodka (globina oranja, brananja, zaoravanje žetvenih ostankov, tip gnojila, žetveni indeks itn.) in količini posamezne dodane substance (gnojila, vode ob namakanju, SVR ...). Osnovni kolobarji so bili sestavljeni na podlagi podatkov iz evidence KMRS o najpogostejših kmetijskih rastlinah, pregleda literature in glede na Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje (Mihelič in sod., 2010) ter podatke svetovalcev kmetijskih svetovalnih služb KGZ Maribor in Novo mesto. Sestavljeni so tako, da so reprezentativni za posamezen način kmetovanja na območju. Pri izdelavi scenarijev za modeliranje smo upoštevali tako osnovne scenarije trenutne rabe, kot alternativne »hipotetične« kolobarje, ki naj bi pripomogli k zmanjšanju izpiranja nitrata. Vsi kolobarji so prikazani v Prilogi E.



Slika 18: Razporeditev rabe njivskih površin glede na podatke o staležu živali po kmetijskih gospodarstvih in lastništvu GERK (vir podatkov: ARSKTRP, 2021)

### 3.2.7 Scenariji kmetijske obdelave

Glavni prispevek raziskave k razvoju znanosti in k boljšemu razumevanju procesov izpiranja nitrata na območjih Krške in Dravske kotline so bile simulacije in ovrednotenje različnih scenarijev kmetijskih praks, na podlagi katerih smo preverjali drugo hipotezo. Poleg osnovnih scenarijev, kjer so zajete trenutno prevladujoče kmetijske prakse (po podatkih ARSKTRP, svetovalnih služb in Smernic za strokovno utemeljeno gnojenje (Mihelič in sod., 2010)), smo oblikovali še več dodatnih sklopov scenarijev: okoljske (sklopa 2 in 3 – kolobarji VVO, zamenjava kultur in tipov gnojil) in ekonomskega (sklop 4 – spreminjanje gnojilnih norm). Kmetijske prakse smo prilagajali v smeri zastavljenega cilja: pri ekonomskih scenarijih doseči čim boljši ekonomski izid kmetovanja na posamezni parceli (večji pridelki, spremembe odmerkov gnojil itn.), pri okoljskih pa čim manjše izpiranje na posamezni parceli (manjši odmerki gnojil, ekstenzifikacija, zeleno gnojenje z oziminami itn.).

Za potrebe raziskave smo pripravili 36 različnih obdelovalnih scenarijev. Kljub opiranju na realne podatke pri pripravi ti scenariji iz več razlogov ne kažejo povsem realnega stanja na terenu. Določena mera negotovosti izhaja iz vhodnih podatkov in modela samega, zato rezultatov ne gre interpretirati kot napovedi določenih dogodkov, temveč zgolj kot možne smeri njihovega razvoja. Prav tako njihovih rezultatov ni primerno direktno preslikavati na preučevano območje, ampak jih je potrebno vrednotiti glede na modelirano osnovno stanje – kot spremembe glede na osnovni scenarij. Zlasti je pomembno zavedanje, da so kmetijske prakse na terenu zelo raznolike in se lahko ob spremembah kmetijske politike hitro spremenijo. Pri oblikovanju različnih scenarijev smo se osredotočili na prakse, ki vplivajo na proces izpiranja nitrata, s poudarkom na gnojenju, poljščin v kolobarjih pa zaradi želje po čim manjšem spreminjanju uveljavljenih praks večinoma nismo menjali. Scenarije smo razdelili na 4 sklope, kakor je prikazano v preglednici 8.

V prvem sklopu smo poskušali prikazati trenutne najpogostejše prakse obdelave tal na raziskovalnih območjih. Prikazani so kolobarji poskusnih ploskev (vrtnarstvo, sadjarstvo in različice njivske rabe) ter kolobarji najpogostejših splošnih usmeritev kmetij. Pri travnikih smo za osnovni scenarij upoštevali intenzivno 4 kosno rabo.

Ker je pomemben del raziskovalnih območij zaščiten z vodovarstvenimi ukrepi, smo v drugem sklopu zajeli kolobarje, ki so prilagojeni omejitvam glede na vodovarstveno zakonodajo. Vsaka od njivskih in travniška raba so prikazani za najožje (VVO1) ter za ožje in širše (VVO 2 in 3) območje.

Tretji sklop je preučeval potencial ukrepov za zmanjšanje vnosov nitrata v tla. Vrednotili smo učinke uvedbe novih kultur (soja namesto koruze) in zamenjave organskih gnojil z mineralnimi v prašičerejskem in govedorejskem kolobarju.

Četrty sklop je najobširnejši, saj zajema modifikacije gnojilnih norm za vse glavne tipe rabe tal na območju. Vsak kolobar smo spremenili tako, da smo postopno zmanjševali osnovno količino gnojil. Število odmerkov je pri tem ostalo enako, zmanjšala se je zgolj količina pri vsakem nanosu. Odmerki so tako predstavljali od 100 pa do 70 odstotkov osnovnega obroka. Pri travniški rabi smo v ta namen preučili različno intenzivne rabe (od enokosne do štirikosne).

Preglednica 8: Oznake scenarijev kmetijske pridelave po sklopih

<b>1. Osnovni kolobarji</b>		<b>Okrajšave</b>
Scenarij 1	Kolobarji poskusnih ploskev (sadj., vrtn., njive)	
Scenarij 2	Govedorejski kolobar	Gov-osnovni
Scenarij 3	Poljedelski kolobar	Pol-osnovni
Scenarij 4	Prašičerejski kolobar	Pra-osnovni
Scenarij 5	Travniška raba 4 kosna (intenzivna praksa)	Tra-intenz
<b>2. Kolobarji vodovarstvenih režimov</b>		
Scenarij 6	Govedorejski kolobar za najožje območje	Gov-VVO1
Scenarij 7	Govedorejski kolobar za ožje in širše območje	Gov-VVO23
Scenarij 8	Poljedelski kolobar za najožje območje	Pol-VVO1
Scenarij 9	Poljedelski kolobar za ožje in širše območje	Pol-VVO23
Scenarij 10	Prašičerejski kolobar za najožje območje	Pra-VVO1
Scenarij 11	Prašičerejski kolobar za ožje in širše območje	Pra-VVO23
Scenarij 12	Travniška raba za najožje območje	Tra-VVO1
Scenarij 13	Travniška raba za ožje in širše območje	Tra-VVO23
<b>3. Uvedba novih kultur, zamenjava mineralnih gnojil z organskimi</b>		
Scenarij 14	Govedorejski kolobar s sojo (namesto koruze)	Gov-soja
Scenarij 15	Prašičerejski kolobar s sojo (namesto koruze)	Pra-soja
Scenarij 16	Vrtnarski kolobar – ekološki	Vrt-cko
Scenarij 17	Vrtnarski kolobar - integrirani var. 1	Vrt-integ1
Scenarij 18	Vrtnarski kolobar - integrirani var. 2	Vrt-integ2
Scenarij 19	Govedorejski kolobar mineralna gnojila	Gov-min
Scenarij 20	Prašičerejski kolobar mineralna gnojila	Pra-min
<b>4. Modifikacija gnojilnih norm (zmanjševanje odmerkov)</b>		
Scenarij 21	Govedorejski kolobar 90 %	Gov-90
Scenarij 22	Poljedelski kolobar 90 %	Pol-90
Scenarij 23	Prašičerejski kolobar 90 %	Pra-90
Scenarij 24	Travniška raba 4 kosna mineralna gnojila	Tra-4k-min
Scenarij 25	Travniška raba 4 kosna organska gnojila	Tra-4k-org
Scenarij 26	Govedorejski kolobar 80 %	Gov-80
Scenarij 27	Poljedelski kolobar 80 %	Pol-80
Scenarij 28	Prašičerejski kolobar 80 %	Pra-80
Scenarij 29	Travniška raba 3 kosna mineralna gnojila	Tra-3k-min
Scenarij 30	Travniška raba 3 kosna organska gnojila	Tra-3k-org
Scenarij 31	Govedorejski kolobar 70 %	Gov-70
Scenarij 32	Poljedelski kolobar 70 %	Pol-70
Scenarij 33	Prašičerejski kolobar 70 %	Pra-70
Scenarij 34	Travniška raba 2 kosna mineralna gnojila	Tra-2k-min
Scenarij 35	Travniška raba 2 kosna organska gnojila	Tra-2k-org
Scenarij 36	Travniška raba 1 kosna	Tra-1k



### 3.2.8 Statistične metode uspešnosti modela in primerjave rezultatov

Uspešnost modela smo ocenjevali s pogosto uporabljenimi statističnimi testi, in sicer odstotkom pristranskosti (PBIAS), Pearsonovim koeficientom korelacije ( $R^2$ ) in Nash-Sutcliffeovo učinkovitostjo (NSE) na podlagi priporočil v (Moriassi in sod., 2007; Moriassi in sod., 2015). Vsak od njih ima slabosti in prednosti, zato je priporočljiva uporaba več testov hkrati.

PBIAS označuje zadovoljivo delovanje, če so vrednosti blizu 0 in znotraj  $\pm 25\%$ . Če so vrednosti pozitivne, pomeni, da simulacije podcenjujejo meritve; če negativne, jih precenjujejo. Izračun izvedemo po enačbi:

$$\text{PBIAS} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{\text{obs}} - Y_i^{\text{sim}}) * (100)}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{\text{obs}})} \right] \quad \dots (2)$$

kjer je  $Y_i^{\text{obs}}$   $i$ -ta meritev za obravnavano spremenljivko,  $Y_i^{\text{sim}}$   $i$ -ta simulirana vrednost za obravnavano spremenljivko in  $n$  število vseh obravnavanj.

$R^2$  opisuje delež variance v izmerjenih podatkih, razložen z modelom. Razpon vrednosti je od 0 do 1, pri čemer vrednosti, ki so bližje 1, označujejo manjšo varianco napak. Izračun izvedemo po enačbi:

$$R^2 = \frac{\sum (y^{\text{obs}} - y^{\text{sim}})^2}{\sum (y^{\text{obs}} - \bar{y}^{\text{sim}})^2} \quad \dots (3)$$

kjer je  $Y_i^{\text{obs}}$   $i$ -ta meritev za obravnavano spremenljivko,  $Y_i^{\text{sim}}$   $i$ -ta simulirana vrednost za obravnavano spremenljivko in  $n$  število vseh obravnavanj.

NSE se uporablja za prikaz ujemanja opazovanj s simulacijami, če jih narišemo na črti 1:1. Ker je bil definiran in se večinoma uporablja za ocenjevanje hidrografov, je zelo primeren za umerjanje pretokov rek. Na splošno velja, da so vrednosti od 0 do 1 (bližje 1 je boljše) sprejemljive, pri čemer je za pretok rek navadno priporočljivo da so višje od 0,5. Izračun izvedemo po enačbi:

$$\text{NSE} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{\text{obs}} - Y_i^{\text{sim}})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{\text{obs}} - Y_i^{\text{obs}})^2} \right] \quad \dots (4)$$

kjer je  $Y_i^{\text{obs}}$   $i$ -ta meritev za obravnavano spremenljivko,  $Y_i^{\text{sim}}$   $i$ -ta simulirana vrednost za obravnavano spremenljivko in  $n$  število vseh obravnavanj.

Kljub temu, da so omenjeni statistični testi nekakšen standard za oceno modelov, pa novejša študija kaže, da je v nekaterih primerih (glede na kakovost in količino razpoložljivih merjenih podatkov, prostorske in časovne omejitve itd.) za nadaljnjo analizo smiselno uporabiti tudi model, ki sicer ne ustreza vsem strogim standardom, vendar njegove simulacije ostalih spremenljivk, za katere nimamo natančnih meritev (npr. pridelki, drugi segmenti vodnega cikla ...), kažejo, da model deluje znotraj razumnih vrednosti za določeno območje (Moriassi in sod., 2015).

Statistična analiza rezultatov modelov in preverjanje razlik med njimi je bila na podlagi enosmerne analize varianc (ANOVA) narejena v programu R (verzije 4.1.1.), z uporabo



programske kode in metod, opisanih v Soetewey (2020). Uporabljena metoda ANOVA nam je pokazala, ali med modeli obstajajo razlike, oz. natančneje, ali so rezultati vsaj za en model različni od ostalih. Da bi ugotovili, ali v takem primeru obstaja razlika med izbranim in ostalimi modeli, je bil naknadno izveden še t-test, ki je vsakega od modelov primerjal z izbranim. Ali razlike obstajajo, nam povedo p-vrednosti – če so manjše od 0,05, so razlike verjetne, in bolj kot so majhne, bolj verjetne so. V izogib napakam pri testiranju velikega števila spremenljivk, ko se lahko zgodi, da p-vrednost pokaže razlike, kjer jih v resnici ni, je potrebno v takem primeru mejno vrednost 0,05 deliti s številom spremenljivk.

### 3.2.9 Učinek pričakovanih podnebnih sprememb na izpiranje nitrata

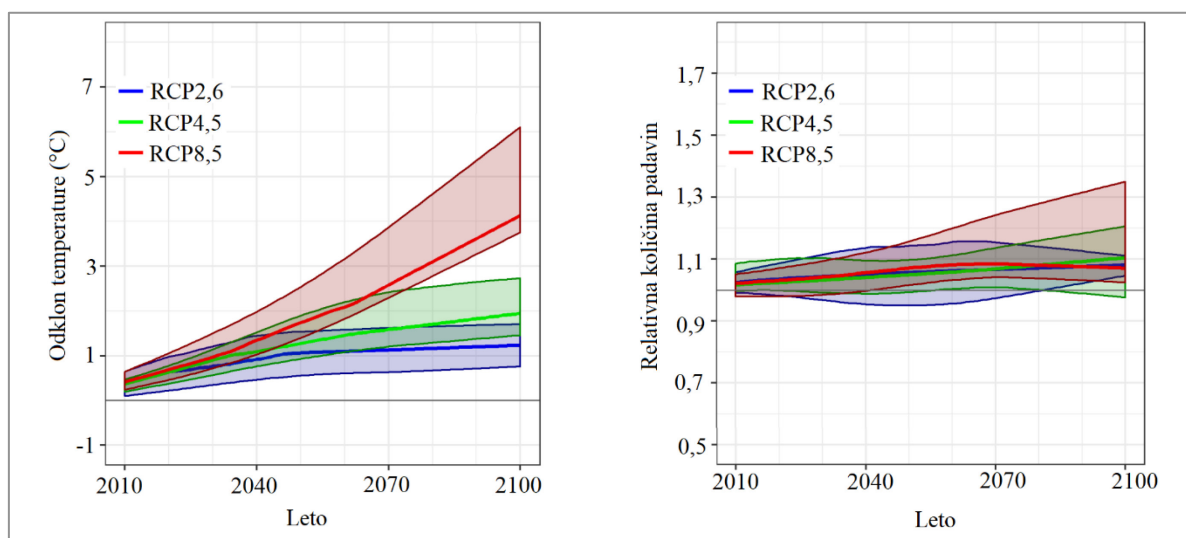
Z namenom ovrednotenja učinka pričakovanih podnebnih sprememb smo uporabili 12 različnih modelov podnebnih sprememb (6 modelov za dva scenarija – RCP4,5 in RCP8,5) za obdobja 1981-2010, 2011-2050 ter 2051-2100. Rezultatov zaradi velike negotovosti, povezane z napovedovanjem prihodnosti, nismo interpretirali absolutno, ampak zgolj kot informacijo, kakšna je verjetnost, da se v določenem časovnem obdobju stanje z izpiranjem nitrata močno poslabša ali izboljša.

Uporabljeni so bili modeli, ki jih pri modeliranju za namene raziskav podnebnih sprememb uporablja ARSO. Rezultati modelov zajemajo širok nabor vremenskih spremenljivk in so javno dostopni na portalu Odprti podatki Slovenije (ARSO, 2021). Za modeliranje s SWAT smo uporabili naslednje:

- PR – količina padavin ( $\text{kg/m}^2\text{s}$ ) – za uporabo v SWAT smo izvedli pretvorbo enot v  $\text{mm/dan}$  ( $1 \text{ kg/m}^2\text{s} = 86400 \text{ mm/dan}$ )
- RH – relativna zračna vlažnost (%) – za uporabo v SWAT smo izvedli pretvorbo enot v relativne vrednosti ( $100 \% = 1$ )
- RSDS – sončno obsevanje ( $\text{W/m}^2$ ) – za uporabo v SWAT smo izvedli pretvorbo enot v  $\text{J/m}^2\text{s}$  ( $1 \text{ W/m}^2 = 0.0864 \text{ J/m}^2\text{s}$ )
- SFCWIND – hitrost vetra ( $\text{m/s}$ ) – podatek je v primerni enoti za uporabo v SWAT
- TASMAY – najvišja dnevna temperatura (K) – za uporabo v SWAT smo izvedli pretvorbo enot v  $^{\circ}\text{C}$  ( $1 \text{ K} = -273.15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- TASMAY – najnižja dnevna temperatura (K) – za uporabo v SWAT smo izvedli pretvorbo enot v  $^{\circ}\text{C}$  ( $1 \text{ K} = -273.15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Učinki pričakovanih podnebnih sprememb glede na modele, uporabljene v raziskavi, so prikazani na sliki 19. Na letni ravni je precej gotovo, da se bo povprečna temperatura povečala, glede padavin pa slika na letni ravni ni toliko jasna, več bo razlik med letnimi časi.

Za preučevanje učinkov podnebnih sprememb na ARSO uporabljajo resolucijo celic 12 km. Za potrebe naše raziskave, kjer smo imeli tudi v osnovnem modelu za večino podatkov na voljo zgolj eno lokacijo meritev, smo tudi podatke o podnebnih spremembah izbrali le za eno izmed celic. Izbrali smo tisto, ki je prekrivala največji del območja raziskovanja. V primeru Dravske kotline smo izbrali celico s prekrivanjem 70,9 % (X / Y koordinate: 15.5625 / 46.4375), v primeru Krške kotline pa celico s prekrivanjem 63,2 % (X / Y koordinate: 15.5625 / 45.9375).



Slika 19: Pričakovane spremembe povprečnih letnih temperature in količine padavin glede na 3 različne scenarije značilnih potekov vsebnosti toplogrednih plinov (RCP) do leta 2100 (Dolinar in sod., 2018)

Z namenom zmanjšanja možnosti napačne interpretacije rezultatov so na ARSO podatke modelov prilagodili (umerili) na obdobje z izmerjenimi podatki (1981-2010). Pri interpretaciji rezultatov smo tudi sami uporabili enak pristop: rezultate podnebnih scenarijev za obdobji 2011-2050 in 2051-2100 smo ovrednotili kot odstotek spremembe povprečnega letnega izpiranja nitrata za posamezno obdobje glede na osnovno obdobje (1981-2010), nato pa za ta odstotek spremenili povprečne letne vrednosti simulacije za umerjen osnovni model za posamezno območje.

Rezultati vpliva pričakovanih podnebnih sprememb na izpiranje nitrata na raziskovalnih območjih so tako prikazani kot pričakovana letna sprememba izpiranja nitrata v določenem obdobju glede na trenutno stanje.

### 3.2.10 Opis različic modela glede na tip vhodnih in umeritvenih podatkov

Poleg preučitve vpliva različnih kmetijskih praks na izpiranje nitrata in ekonomičnost kmetijstva (hipoteza 2), je v nalogi predvidena tudi preučitev vpliva različnih vrst vhodnih podatkov in umerjanja modela na rezultate simulacij (hipoteza 1). Z namenom preverjanja hipoteze 1 smo za raziskavo pripravili več različic modelov za vsako raziskovalno območje. Vsaka različica ima svojo kombinacijo različnih vhodnih podatkov o tleh in izmerjenih podatkov za namen umerjanja, preverjali pa smo, če imajo te razlike vpliv na delovanje modela in ali med rezultati različnih modelov (izpiranje nitrata) obstajajo statistično značilne razlike.

Z izbiro različnih podatkov o tleh smo želeli preveriti, kako na delovanje modela vpliva, če za podatek o hidravličnih lastnostih tal (količina rastlinam dostopne vode – AWC; hidravlična prevodnost - K), uporabimo vrednosti, pridobljene z laboratorijskimi meritvami na terenskih vzorcih; ali pa vrednosti, preračunane s pedotransfer funkcijami (Saxton in Rawls, 2006) iz podatkov o teksturi in količini organske snovi, ki so podani v pedološki karti Slovenije (CPVO, 2010). Laboratorijske meritve količine rastlinam dostopne vode so bile

izvedene z uporabo sistema HYPROP (2012), preračun s pedotransfer funkcijami pa z vmesnikom na spletni strani (<https://resources.hwb.wales.gov.uk/VTC/env-sci/module2/soils/soilwatr.htm>), ki ni več na voljo. Podatki, uporabljeni za en in drug pristop, so prikazani v Prilogi C.

Z izbiro različnih podatkov za namen umerjanja vodnega cikla smo želeli preveriti, kakšne učinke na delovanje modela ima uporaba podatkov o pretokih rek, kar je za umerjanje modela SWAT najpogostejša metoda; uporaba podatkov o količini vode v tleh na različnih poskusnih ploskvah na terenu; ter kombinacija obeh pristopov. Podatki o pretokih so bili pridobljeni na uradnih merilnih mestih Tržec na Polskavi za Dravsko kotlino ter HE Krško in HE Brežice za Krško kotlino. Meritve vode v tleh so bile izvedene na po treh lokacijah na vsakem od območij raziskovanja, natančnejši opis je podan v podpoglavju 3.2.11.

Končne kombinacije pristopov, ki so definirale po 6 različic modelov za vsako območje raziskovanja, so predstavljene v preglednici 9. Oznaka za vsako varianto modela je sestavljena iz lokacije (D – Dravska kotlina; K – Krška kotlina), vira podatkov o tleh (M – meritve; C – preračuni), in vira podatkov za umerjanje (SM – voda v tleh; F – pretok; FSM – voda v tleh + pretok). Oznaka D-C-FN tako pomeni model za območje Dravske kotline z izračunanimi podatki o fizikalnih lastnostih tal in umerjen za pretok in nitrat.

Preglednica 9: Kombinacije načinov pridobivanja podatkov o lastnostih tal in o vodnem ciklu za potrebe umerjanja

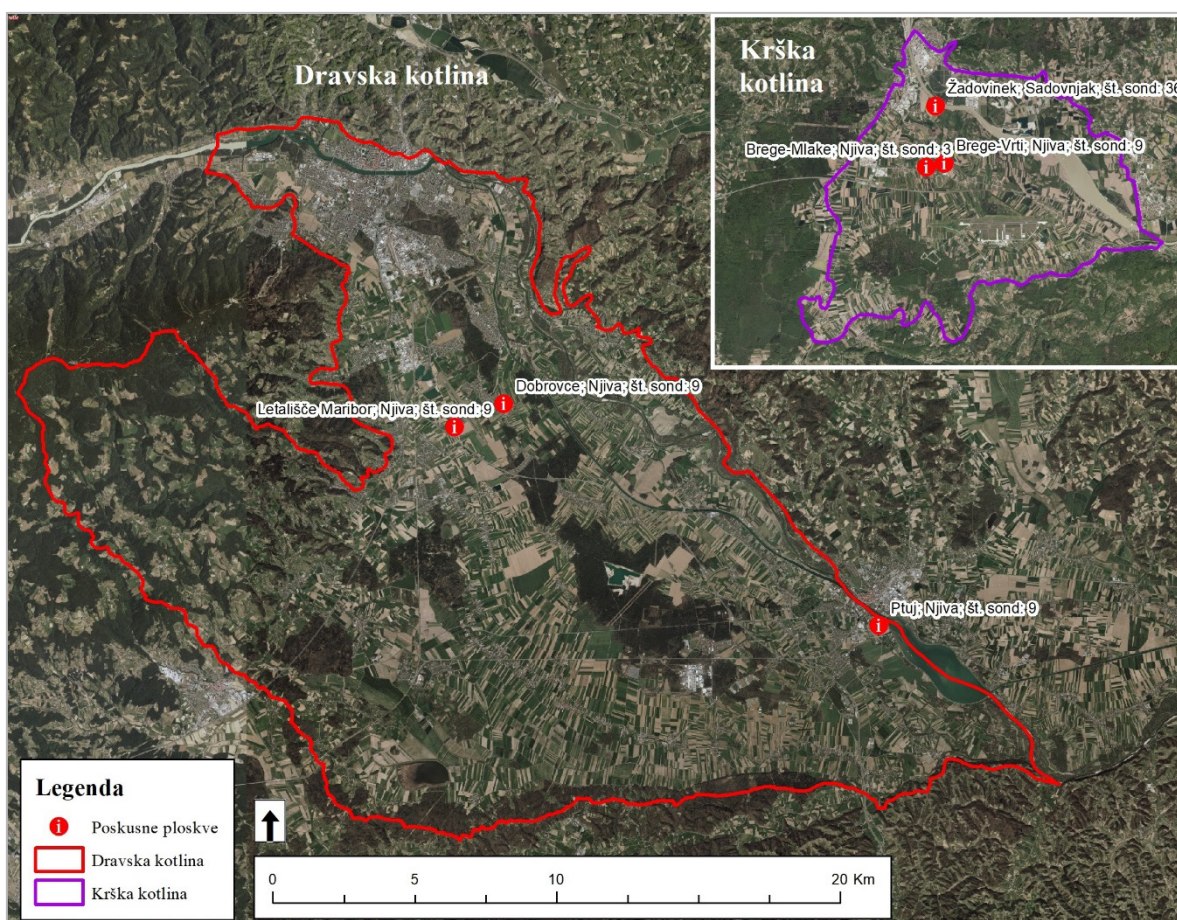
Vir podatkov o hidravličnih lastnostih tal	Dravska kotlina		Krška kotlina		
	Meritve	Preračuni	Meritve	Preračuni	
Vir podatkov za umerjanje	<i>Voda v tleh</i>	D-M-SM	D-C-SM	K-M-SM	K-C-SM
	<i>Pretoki (dušik)</i>	D-M-F	D-C-F(N)	K-M-F	K-C-F
	<i>Voda v tleh + pretoki</i>	D-M-FSM	D-C-FSM	K-M-FSM	K-C-FSM

### 3.2.11 Opis meritev vode v tleh

Za različice modela, pri katerih je bilo predvideno umerjanje za vodo v tleh, smo podatke o količini vode v tleh pridobili iz rezultatov projektov, ki so se v preteklosti ukvarjali s spremljanjem količine vode v tleh v profilih tal na različnih lokacijah na preučevanih območjih (Urbanc, 2013; Pintar, 2017). Voda v tleh je bila merjena s TDR (time-domain reflectometry) sondami, ki količino vode izračunajo iz izmerjene vrednosti potovalnega časa električnega pulza skozi tla. Na hitrost potovanja pulza vplivajo tako količina vode v tleh kot lastnosti tal, zaradi česar je potrebno sonde pred nadaljnjo obdelavo podatkov umeriti za tla, v katerih so bile nameščene. Umerjanje se izvede na neporušenih vzorcih tal, odvzetih na mestu originalnih meritev. V laboratoriju se vzorce namoči do poljske kapacitete, nato pa se ob stalni temperaturi spremlja njihova masa in količina vode, ki jo izmerijo sonde. Podatki omogočijo umeritev posamezne sonde na posamezni vzorec tal, s čimer omejimo vpliv napak zaradi razlik v lastnostih tal. Podatki so bili umerjeni po principih, opisanih v (Holzman in sod., 2017). Sonde so bile vgrajene na 30 cm globine, teoretično pod območje, kjer se nahaja glavnina korenin kmetijskih rastlin. Meritve so se izvajale večkrat dnevno,

nakar je bila izračunana povprečna dnevna vrednost. Število sond je bilo med različnimi lokacijami različno, vendar so bile povsod nameščene vsaj tri.

Na vsakem raziskovalnem območju so bile vzpostavljene tri poskusne ploskve za meritve. Večinoma so se nahajale na glavnih talnih tipih, na podlagi česar smo sklepali, da s podatki za umerjanje, ki so sicer precej točkovni, kljub vsemu do neke mere zadovoljivo umerimo določeno širše območje. Večinoma je šlo za njive z različnimi kolobarji, torej je bila umerjanje osredotočena na glavne tipe tal in glavno kmetijsko rabo tal. Lokacije poskusnih ploskev s pripadajočim številom sond in rabo tal so prikazane na sliki 20.



Slika 20: Lokacije poskusnih ploskev za merjenje vode v tleh na obeh območjih (vir podatkov MKGP, 2019)

Za potrebe umerjanja modela SWAT smo v karto rabe tal za posamezno območje vključili vse tri parcele, kjer so se opravljale meritve (vsaka je bila torej definirana kot svoja HOE). Pred primerjavo merjene in modelirane količine vode v tleh je bilo potrebno izvesti pretvorbo enot, saj je podatek TDR sond v %, izhodni podatki modela SWAT pa so izraženi v mm vode v profilu tal. Da ne bi primerjali količine vode v celotnem profilu s količino vode na 30 cm, smo v modelu uporabili možnost izpisa količine vode v tleh po horizontih tal v karti tal (izhodna datoteka output.swr). Na ta način smo izbrali za primerjavo zgolj horizont, ki je zajemal globino 30 cm. Podoben sistem je bil za umerjanje modela SWAT v preteklosti že uporabljen (Rajib in Merwade, 2016; Rajib, 2017). Preračun iz % v mm vode smo izvedli

po naslednji enačbi, pri čemer smo upoštevali, da model SWAT kot količino vode v tleh (mm) izpiše zgolj količino nad točko venenja (zato vrednost za točko venenja odštejemo):

$$V_{VoT}[mm] = (V_{VoT}[\%] - V_{TV}[\%]) \times h_{HorT}[mm] \quad \dots (5)$$

pri čemer je  $V_{VoT}[mm]$  količina vode v tleh v mm;  $V_{VoT}[\%]$  količina vode v tleh v %;  $V_{TV}[\%]$  količina vode v tleh pri točki venenja in  $h_{HorT}[mm]$  globina obravnavanega horizonta tal.

### 3.3 ZBIRANJE EKONOMSKIH PODATKOV IN MEJNA ANALIZA

Z namenom preverjanja druge hipoteze smo poleg okoljskega vidika, ki smo ga simulirali z modelom SWAT, analizirali tudi ekonomski vidik kmetijske pridelave. V četrtem sklopu scenarijev smo preučevali učinek zmanjševanja gnojilnih norm. Kljub predvidevanju, da bi se ekonomičnost kmetijske pridelave morda še povečala s povečevanjem gnojilnih norm (ni pa nujno, saj se hkrati z večjimi pridelki povečujejo stroški nakupa gnojil), povečevanja glede na osnovne scenarije v sklopu raziskave nismo preučevali, ker je prekomerna poraba gnojil v nasprotju z doseganjem okoljskih ciljev in tudi sicer ni trajnostna (zaloge fosforjevih in kalijevih gnojil so omejene, proizvodnja dušikovih pa je energijsko zelo potratna). Poleg tega, da je trend porabe gnojil (zlasti dušikovih, ki so za raziskavo najpomembnejša) v Sloveniji in širši Evropi v zadnjih desetletjih v upadanju (Travnikar in sod., 2021), povečevanje porabe glede na nekatere ocene vsaj do leta 2029 ni predvideno (Forecast..., 2019). Namesto povečevanja ekonomičnosti, smo v večini primerov preučevali, če oz. kako močno se ekonomski izid scenarijev ob zmanjševanju gnojilnih obrokov poslabša.

Ekonomski izid smo opredelili s pristopom mejne analize. Z njo ugotavljamo, kako se spremenijo stroški pridelave ene enote proizvoda zaradi uvedbe spremenjene pridelovalne tehnologije. V konkretnem primeru te raziskave bomo ugotavljali, kakšna je povezava med spreminjanjem stroškov pridelave in izpiranja nitrata za posamezne kmetijske scenarije.

Da bi ovrednotili ekonomski učinek posameznih scenarijev, smo za vsak posamezen scenarij izračunali pokritje. Pri tem smo se oprli na podatke iz kataloga modelnih kalkulacij (Zagorc in sod., 2021), ki zajema informacije o ekonomiki proizvodnje za glavne kmetijske kulture v našem okolju. Za vsak kmetijski kolobar, uporabljen pri ovrednotenju scenarijev, smo izračunali pokritje iz posameznih komponent (podatkov o pokritju za posamezne kulture). Izračun pokritja za posamezne kmetijske kulture, podan v katalogu kalkulacij, ni bil povsod primeren v osnovni obliki, saj bodisi niso bile prave velikosti gnojilnih obrokov, bodisi (v primeru krmnih rastlin na njivah in travinjah) prihodek od pridelave ni bil ovrednoten in so bili izračunani zgolj spremenljivi stroški.

Postopek, uporabljen pri izračunu pokritja, je bil naslednji. Ekonomičnost pridelave smo vrednotili po sklopih, pri katerih je bilo primerjanje scenarijev smiselno. To so bili sklopi govedoreja, poljedelstvo, prašičereja in travinje, saj se (razen v primeru nadomestitve koruze s sojo pri govedoreji in prašičereji) kolobar znotraj njih ni spreminjal. Za razliko je bil v sklopu vrtnarskih scenarijev v vsakem upoštevan drugičen kolobar z različnimi kulturami, zato bi s primerjavo pokritij težko pokazali, da so razlike med ekonomsko uspešnostjo scenarijev posledica razlik v gnojenju, saj bi bile razlike v pokritju tudi rezultat različnih vrst vrtnin v kolobarju.



Za vsakega od štirih (za primerjavo smiselnih) sklopov smo najprej opredelili ekonomski izid za osnovni scenarij. V primerih govedoreje, prašičereje in poljedelstva je bil to osnovni scenarij, v primeru travinja pa štirikosni travnik z organskimi gnojili. Za vsak scenarij smo iz modelnih kolobarjev najprej izluščili kmetijske kulture in njihovo pogostost v kolobarju. Za vsako od njih smo nato iz kataloga vzeli kalkulacijo za tisto intenzivnost, pri kateri je bil gnojilni obrok (za dušik, na katerega se osredotoča disertacija) po velikosti najbližji vrednosti gnojilnega obroka v modelu SWAT. Večinoma je šlo za vrednosti, ki so znotraj obsega, ki je predstavljen v kalkulacijah. V nasprotnem primeru smo kalkulacijo korigirali glede na vzrok odstopanja – v primeru detelje in ljujke (uporabljeni kot zimski ozelenitev) v modelu nismo aktivirali gnojenja, saj je namen zimskih posevkov v prvi vrsti, da za rast porabijo viške dušika, ki v tleh ostane po žetvi. Katalog kalkulacij izračuna za negnojene kulture nima, zato smo zaradi odsotnosti gnojenja pridelek v osnovnem scenariju znižali na polovico povprečne vrednosti iz kataloga, enako so bile korigirane tudi nekatere druge postavke spremenljivih stroškov (izločeni so bili npr. stroški strojnih storitev, povezanih z gnojenjem). Celotni stroškovni listi za vse kolobarje so izpisani v Prilogi G. V preglednicah 10 do 13 so kot zgled prikazani povzetki obračunov pokritij za različne sklope scenarijev.

V nadaljevanju je še dodatno opisana metodologija z nekaterimi obračuni, ki niso prisotni v katalogu kalkulacij. V nekaterih primerih (travinje, koruzna silaža, detelja in ljujka) ni bil podan podatek o prihodku, saj se ti pridelki načeloma ne prodajajo, ampak porabijo na domačem kmetijskem gospodarstvu. V tem primeru smo prihodek izračunali glede na cene proizvodov, ki smo jih pridobili ob pregledu ponudbe na trgu v septembru 2021. Pri travinju in koruzni silaži smo ceno na kilogram pridelanega zelinja ali silaže izračunali iz cene bodisi mrve in silažnih bal bodisi koruzne silaže na trgu. Enak postopek smo uporabili pri ljujki, pri kateri smo upoštevali, da jo kmet spomladi pred podorom pokosi za svežo krmo za živali. Tako je bila za pridelek s travinja določena cena 0,0153 €/kg sveže krme (15 % suhe snovi) oz. 0,1 €/kg sena (87 % suhe snovi). Pri silažni koruzi (35 % suhe snovi) je bila za tono določena cena 27 €. Pri detelji smo, glede na dejstvo, da je metuljnica in torej uporabljena za zeleno gnojenje, kot prihodek ovrednotili njeno gnojilno vrednost. Ta je bila ocenjena na podlagi vsebnosti dušika v zelinju detelje, količina dušika v pridelku posameznega scenarija pa je bila nato ovrednotena s ceno dušikovih gnojil iz kataloga. Prihodek v tem primeru predstavlja vrednost dušika, ki ga vežemo v tla s podorom prezimnega posevka in za katerega se zato zmanjšajo stroški gnojenja naslednjega posevka. Za pridelek detelje je bil predpostavljen koeficient gnojilne vrednosti 0,00357 in cena 0,81 €/kg.

Preglednica 10: Povzetki obračunov pokritij za govedorejski sklop scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih

Scenarij	Kmetijska rastlina			Gnojenje (kg/ha)		Pridelek (kg/ha)		Pokritje (€/ha/leto)	
	Pogostost v kolobarju	SWAT šifra	katalog kalkulacij	SWAT	katal. kalk.	SWAT	katal. kalk.	ločeno	skupno povprečno
Gov-osnovni	3	CSIL	Koruza za silažo	250	251	100%	55000	192	<b>-32.56</b>
	1	WWHT	Pšenica	121	119	100%	4500	-240	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	100%	20000	82	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	121	112	100%	5500	-233	
Gov-90	3	CSIL	Koruza za silažo	225	226	98%	54035	228	<b>-7.87</b>
	1	WWHT	Pšenica	109	107	98%	4421	-229	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	98%	19649	73	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	109	101	98%	5404	-219	
Gov-80	3	CSIL	Koruza za silažo	203	201	97%	53277	269	<b>21.03</b>
	1	WWHT	Pšenica	98	95	97%	4359	-214	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	97%	19373	66	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	98	90	97%	5328	-204	
Gov-70	3	CSIL	Koruza za silažo	182	176	94%	51461	284	<b>29.89</b>
	1	WWHT	Pšenica	88	83	94%	4210	-210	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	94%	18713	56	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	88	79	94%	5146	-200	
Gov-min	3	CSIL	Koruza za silažo	164	249	100%	55222	201	<b>-27.28</b>
	1	WWHT	Pšenica	79	118	100%	4518	-237	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	100%	20081	74	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	79	111	100%	5522	-228	
Gov-soja	3	SOYB	Soja	0	45	100%	4500	149	<b>-58.36</b>
	1	WWHT	Pšenica	121	119	100%	4500	-240	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	100%	20000	82	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	121	112	100%	5500	-233	
Gov-VVO1	3	CSIL	Koruza za silažo	159	160	94%	51612	324	<b>59.70</b>
	1	WWHT	Pšenica	77	76	94%	4223	-195	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	94%	18768	53	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	77	72	94%	5161	-184	
Gov-VVO23	3	CSIL	Koruza za silažo	176	177	95%	52465	306	<b>48.27</b>
	1	WWHT	Pšenica	85	84	95%	4293	-202	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	95%	19078	65	
	2	CLVR	Črna detelja	0	0	100%	20000	-174	
	1	WBAR	Ječmen	85	79	95%	5246	-191	

Preglednica 11: Povzetki obračunov pokritij za poljedelski sklop scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih

Scenarij	Kmetijska rastlina			Gnojenje (kg/ha)		Pridelek (t/ha)		Pokritje (€/ha/leto)	
	Pogostost v kolobarju	SWAT šifra	katalog kalkulacij	SWAT	katal. kalk.	SWAT	katal. kalk.	ločeno	skupno povprečno
<b>Pol-osnovni</b>	1	CORN	Koruzna za zrnje	150	150	100%	10.0	-53	<b>-66.52</b>
	1	WWHT	Pšenica	149.5	158	100%	6.0	-165	
	1	OSRA	Oljna ogrščica	183.5	150	100%	10.0	-53	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	30	30	100%	20.0	5	
<b>Pol-90</b>	1	CORN	Koruzna za zrnje	135	135	93%	9.3	-80	<b>-88.40</b>
	1	WWHT	Pšenica	135	143	93%	5.6	-186	
	1	OSRA	Oljna ogrščica	165	135	93%	9.3	-80	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	27	27	93%	18.6	-7	
<b>Pol-80</b>	1	CORN	Koruzna za zrnje	122	120	87%	8.7	-101	<b>-104.87</b>
	1	WWHT	Pšenica	121	127	87%	5.2	-199	
	1	OSRA	Oljna ogrščica	149	120	87%	8.7	-101	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	24	24	87%	17.5	-19	
<b>Pol-70</b>	1	CORN	Koruzna za zrnje	109	105	78%	7.8	-149	<b>-143.24</b>
	1	WWHT	Pšenica	109	111	78%	4.7	-235	
	1	OSRA	Oljna ogrščica	134	105	78%	7.8	-149	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	22	21	78%	15.6	-39	
<b>Pol-VVO1</b>	1	CORN	Koruzna za zrnje	119	119	92%	9.2	-58	<b>-72.25</b>
	1	WWHT	Pšenica	118	125	92%	5.5	-164	
	1	OSRA	Oljna ogrščica	145	118.8	92%	9.2	-58	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	24	23.76	92%	18.5	-10	
<b>Pol-VVO23</b>	1	CORN	Koruzna za zrnje	150	150	100%	10.0	-52	<b>-66.27</b>
	1	WWHT	Pšenica	150	158	100%	6.0	-166	
	1	OSRA	Oljna ogrščica	184	150	100%	10.0	-52	
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	30	30	100%	20.0	5	

Ko smo na opisani način izdelali kalkulacijo za osnovne scenarije, smo kalkulacije za alternativne scenarije korigirali glede na rezultate modela SWAT. Stroške, povezane z gnojenjem, smo zmanjšali za delež, za katerega se je zmanjšala količina gnojil, uporabljenih v modelu. Pri ostalih stroških smo se držali prakse, razvidne iz primerjave stroškov različnih intenzivnosti v katalogu. Tako smo stroške bodisi pustili nespremenjene (npr. strošek semena ali SVR, ki je na ha enak, ne glede na količino gnojil; enako strošek košnje ali oranja, saj moramo neodvisno od gnojilnega obroka obdelati celotno površino), bodisi jih zmanjšali ali povečali glede na količino pridelka (npr. stroške sušenja žit, baliranja, zavarovanj). Pri tem smo kot količino pridelka upoštevali modelirano vrednost iz SWAT in ne predvidenih vrednosti iz kataloga kalkulacij. Da bi zmanjšali negotovost zaradi uporabe modela, smo, ker vsi pridelki niso bili validirani, pri primerjanju uporabili njihove relativne vrednosti – za osnovne scenarije smo uporabili količine, kot jih je za določene gnojilne obroke predpostavil katalog kalkulacij, za alternativne pa smo te količine zmanjšali za delež, za katerega se je zmanjšal pridelek v simulaciji SWAT. Ta sistem se je izkazal za učinkovitega, saj se količine pridelka v katalogu kalkulacij spreminjajo zvezno z velikostjo gnojilnega obroka, v modelu



SWAT pa je količina pridelka simulirana na podlagi bolj kompleksnih predpostavk in tako dovoljuje tudi primere, ko zaradi rahlo zmanjšane gnojilnega obroka (ki še vedno zadostuje potrebam rastlin za normalen razvoj) pridelka praktično ne zmanjša oz. ga celo poveča. Zaradi ponekod majhnih razlik med simuliranimi vrednostmi pridelkov, ki so bile znotraj intervalov zaupanja in ne nujno statistično značilne, smo za količine pridelka vzeli povprečno vrednost vseh let in nismo delali razlik med talnimi tipi. Na ta način smo pridobili vpogled v ekonomičnost scenarijev, kjer so razlike v kar največji meri odvisne od razlik v rezultatih modela in ne od predpostavk v katalogu kalkulacij, ki je tako služil zgolj kot informacija o višini stroškov in prihodkov za posamezne komponente scenarijev.

Preglednica 12: Povzetki obračunov pokritij za prašičerejski sklop scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih

Scenarij	Kmetijska rastlina			Gnojenje (kg/ha)		Pridelek (t/ha)		Pokritje (€/ha/leto)	
	Pogostost v kolobarju	SWAT šifra	katalog kalkulacij	SWAT	katal. kalk.	SWAT	katal. kalk.	ločeno	skupno povprečno
<b>Pra-osnovni</b>	1	CLVR	Detelja	30	0	100%	20.0	-174	
	2	CORN	Koruza za zrnje	150.75	150	100%	10.0	-53	<b>-162.38</b>
	1	WBAR	Ječmen ozimni	149.5	122.3	100%	6.0	-207	
<b>Pra-90</b>	1	CLVR	Detelja	30	0	100%	20.0	-174	
	2	CORN	Koruza za zrnje	136	135	99%	9.9	-32	<b>-142.42</b>
	1	WBAR	Ječmen ozimni	135	110.1	99%	5.9	-189	
<b>Pra-80</b>	3	CSIL	Koruza za silažo	203	201	97%	53.3	269	
	1	WWHT	Pšenica	98	95	97%	4.4	-214	<b>-161.37</b>
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	97%	19.4	66	
<b>Pra-70</b>	3	CSIL	Koruza za silažo	182	176	94%	51.5	284	
	1	WWHT	Pšenica	88	83	94%	4.2	-210	<b>-159.36</b>
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	94%	18.7	56	
<b>Pra-min</b>	3	CSIL	Koruza za silažo	164	249	100%	55.2	201	
	1	WWHT	Pšenica	79	118	100%	4.5	-237	<b>-139.11</b>
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	100%	20.1	74	
<b>Pra-soja</b>	3	SOYB	Soja	0	45	100%	4.5	149	
	1	WWHT	Pšenica	121	119	100%	4.5	-240	<b>-27.71</b>
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	100%	20.0	82	
<b>Pra-VVO1</b>	3	CSIL	Koruza za silažo	159	160	94%	51.6	324	
	1	WWHT	Pšenica	77	76	94%	4.2	-195	<b>-209.23</b>
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	94%	18.8	53	
<b>Pra-VVO23</b>	3	CSIL	Koruza za silažo	176	177	95%	52.5	306	
	1	WWHT	Pšenica	85	84	95%	4.3	-202	<b>-161.71</b>
	1	FESC	Mnogocvetna ljujka	0	0	95%	19.1	65	

Pri vrednotenju ekonomskega učinka scenarijev smo morali sprejeti še nekaj drugih metodoloških odločitev, ki so izračun do določene mere poenostavile in ga naredile bolj izvedljivega. Prva se je nanašala na SVR. V modelu SWAT je modeliranje njihove uporabe in premeščanja v okolju sicer možno, vendar naloga ni osredotočena na SVR, temveč na dušik. Razlike v uporabi SVR znotraj in zunaj VVO v modelu torej niso bile simulirane, zato

smo bili pred dilemo, do kakšne mere upoštevati stroške njihove uporabe pri izračunih pokritja. Uporaba/neuporaba SVR v modelu ni imela vpliva na količino pridelka in ta z vidika SVR ni bila različna znotraj ali zunaj VVO. Z namenom sledenja metodologiji modeliranja s SWAT smo stroške SVR zato upoštevali pri izračunih pokritij tako znotraj kot zunaj VVO, čeprav v realnosti znotraj VVO veljajo določene omejitve glede njihove uporabe. S tem smo izločili dodaten (za potrebe te naloge nepomemben) dejavnik vpliva na razlike v pokritjih, saj vpliv uporabe SVR v modelu in nalogi ni ovrednoten. Z opustitvijo tega je bilo vrednotenje pokritij bolj poenoteno.

Preglednica 13: Povzetki obračunov pokritij za travniški sklop scenarijev s podatki o kmetijskih rastlinah ter količinah gnojil in pridelkov, upoštevanih pri izračunih

Scenarij	Kmetijska rastlina			Gnojenje (kg/ha)		Pridelek (t/ha)		Pokritje (€/ha/leto)	
	Pogostost v kolobarju	SWAT šifra	katalog kalkulacij	SWAT	katal. kalk.	SWAT	katal. kalk.	ločeno	skupno povprečno
Tra-4k-org	1	FESC	Travna silaža-bale	188	197	100%	45.0	-160	<b>-123.38</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	187.78	197	100%	45.0	-86.76	
Tra-4k-min	1	FESC	Travna silaža-bale	170	179	91%	45.3	-114	<b>-77.00</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	170	179	91%	45.3	-40	
Tra-3k-org	1	FESC	Travna silaža-bale	138	144	73%	38.4	-94	<b>-56.87</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	138	145	73%	38.4	-20	
Tra-3k-min	1	FESC	Travna silaža-bale	120	126	64%	40.4	-32	4.85
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	120	126	64%	40.4	42	
Tra-2k-org	1	FESC	Travna silaža-bale	63	66	33%	15.5	-110	<b>-73.47</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	63	66	33%	15.5	-37	
Tra-2k-min	1	FESC	Travna silaža-bale	40	42	21%	22.7	11	47.34
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	40	42	21%	22.7	84	
Tra-1k	1	FESC	Travna silaža-bale	0	0	0%	5.1	-46	<b>-9.66</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	0	0	0%	5.1	27	
Tra-4k-intenz	1	FESC	Travna silaža-bale	338	354	180%	56.2	-436	<b>-399.22</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	338	355	180%	56.2	-363	
Tra-VVO1	1	FESC	Travna silaža-bale	140	147	75%	44.6	-44	<b>-7.27</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	140	147	75%	44.6	29	
Tra-VVO23	1	FESC	Travna silaža-bale	260	273	138%	51.5	-283	<b>-246.31</b>
	1	FESC	Mrva-sušena na tleh	260	273	138%	51.5	-210	

Še ena taka odločitev je bila povezana z gnojenjem. Modelne kalkulacije pri postavki gnojenja ne ločujejo na mineralna in organska gnojila, temveč upoštevajo v osnovi mineralna gnojila, vendar z dodatkom organskih, kjer je to predvideno glede na tehnološko karto modelnih kalkulacij (Zagorc in sod., 2021). Natančnejši podatki v zvezi s količinami enih in drugih v katalogu niso podani, zato jih pri izračunu pokritij za kolobarje z ali brez organskih gnojil nismo ločevali. To je deloma problematično, saj kmetje organska gnojila pogosto uporabljajo na drugačen način kot mineralna. Mineralna načeloma dejansko dodajajo tam, kjer jih rastline potrebujejo (čeprav lahko v prevelikih odmerkih). Organska gnojila, zlasti gnojevko, ki jo imajo intenzivne živinorejske kmetije na voljo v velikih količinah, pa pogosto razvažajo zlasti na najbližje kmetijske površine. Razvoz organskih gnojil, ki imajo

manj ugodno razmerje vsebnosti hranil na količino gnojila kot mineralna, je časovno in finančno bolj zahteven, zaradi omejenih skladiščnih kapacitet jih je potrebno nekam odložiti, zato so pogosto najbolj obremenjene površine v neposredni bližini hlevov. V takšnih primerih gnojenje z vidika hranil sicer ne povzroča dodatnih stroškov, vendar stroške predstavlja njihov prevoz in nanos. Poleg tega smo primer takšne intenzivne prakse v modelu prikazali zgolj pri travniški rabi v primeru intenzivnega štirikosnega kolobarja, drugod pa so za gnojenje upoštewane norme, ki so bolj podobne tistim v katalogu kalkulacij. Iz tega razloga smo tudi pri naših izračunih sledili metodologiji kataloga kalkulacij za posamezne kmetijske pridelke, kjer stroški organskih in mineralnih gnojil niso posebej razčlenjeni.

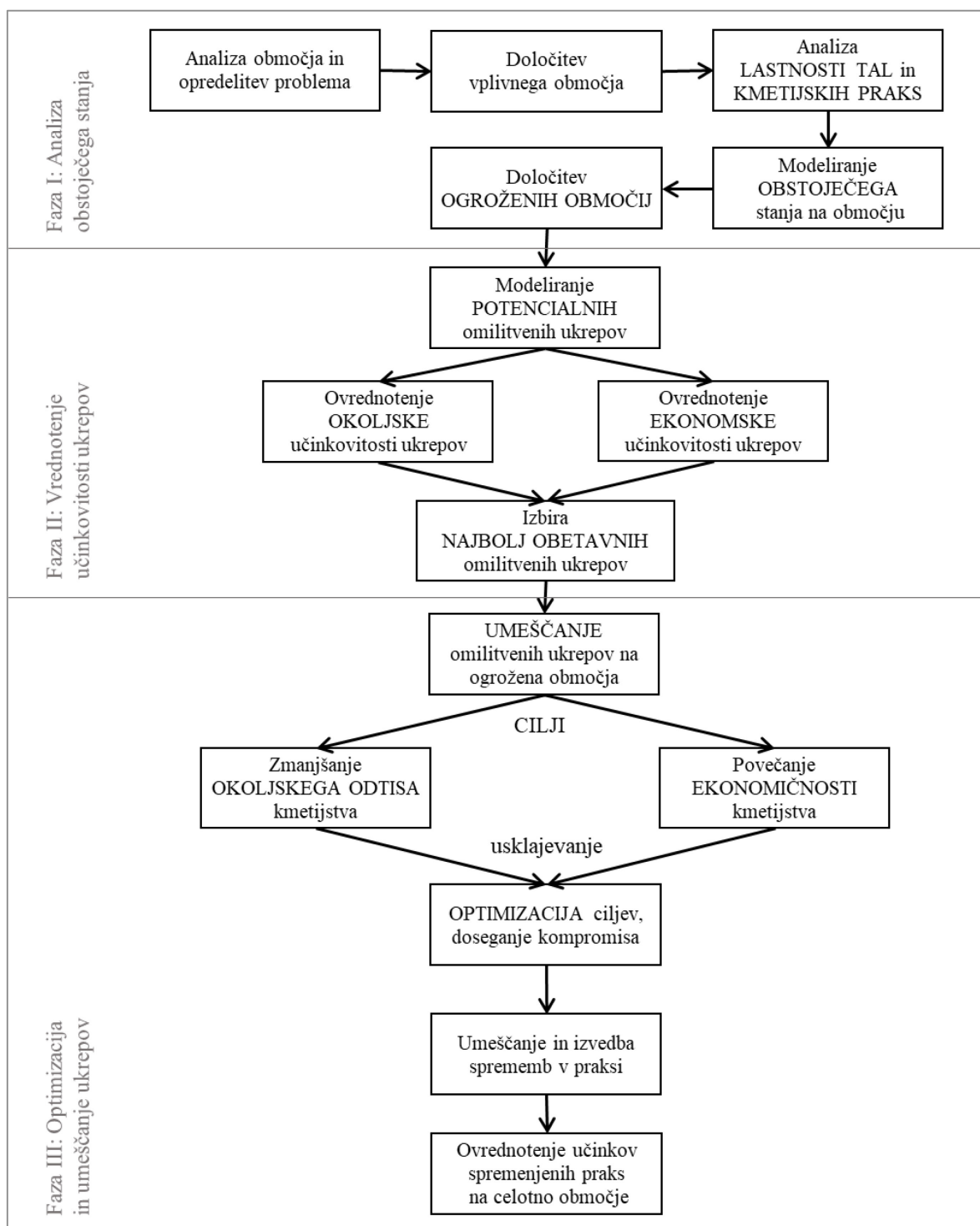
Na opisan način smo pridobili informacijo o pokritju za vse scenarije, kar je bila osnova za primerjavo njihovega ekonomskega učinka. Pokritja pri travinju so bila izračunana tako za intenziven način rabe, kot se po podatkih KGZS pogosto izvaja v praksi (4k intenz, VVO23, VVO1) kot za način pridelave, priporočen v Smernicah za strokovno utemeljeno gnojenje (Mihelič in sod., 2010) (ostalo). Precej velika odstopanja v pokritjih so v primeru travinja posledica uporabe različnih virov podatkov o količinah dodanih gnojil. V nadaljevanju analize so bile primerjave ekonomske učinkovitosti izvedene za vsak vir podatkov posebej.

### 3.4 SISTEM ZA PODPORO ODLOČANJU

Za razporeditev priporočenih kmetijskih praks po kmetijskih površinah na posameznem območju, smo razvili sistem za podporo odločanju. Ta z združeno obravnavo ekonomskega in okoljskega vidika pomembno nadgrajuje dosedanje raziskave s področja umeščanja ukrepov varovanja voda na kmetijska območja.

Njegov cilj je po eni strani določitev ožjih ogroženih območij, po drugi pa ekonomsko in okoljsko učinkovitih ukrepov, ki naj bi bili primerni za zmanjšanje obremenitve z nitratom iz kmetijstva. Struktura sistema je shematično predstavljena na sliki 21.

Postopek dela se začne z analizo območja in opredelitvijo problema. V primeru naše raziskave gre za območji Dravske in Krške kotline, ki se soočata s slabim oz. potencialno slabim stanjem podzemne vode. Ker gre za podzemno vodo, je bilo vplivno območje določeno na podlagi uradnih razmejitev na vodna telesa podzemne vode, za potrebe modeliranja in v primeru Dravske kotline še dodatno razširjeno na povodje Polskave. Pomembno je, da je zajeto celotno vplivno območje, saj s tem čim bolj zmanjšamo možnost nepojasnjenih virov onesnaženja. Poleg podnebnih vplivov, ki so na majhnih območjih večinoma vsaj podobni, so za izpiranje nitrata glede na pretekle raziskave izredno pomembni lastnosti tal in raba zemljišč. Na hribovitih območjih se v enačbo vključi tudi nagib terena, vendar je ta na rečnih ravninah zanemarljiv dejavnik. Lastnosti tal v glavnem vplivajo na hitrost izpiranja, raba oz. kmetijske prakse pa narekujejo količino nitrata, ki bo za izpiranje potencialno na voljo. Če na določenem območju definiramo obseg izpiranja nitrata (okoljski vpliv) posamezne kmetijske prakse na posameznem talnem tipu, lahko s kombiniranjem rabe zemljišč in lastnosti tal dosežemo drugačno razporeditev vzorca izpiranja nitrata.



Slika 21: Shematičen prikaz sistema za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode pred onesnaženjem z nitrati

Poleg ključnih lastnosti tal in rabe zemljišč je potrebno pridobiti še ostale vhodne podatke za modeliranje. Model SWAT je za ta namen zelo primeren, saj HOE omogočajo pregled nad posameznimi kombinacijami rabe in tal (in nagiba) ter manipuliranje z njimi. Z ustrežno umerjenim modelom v naslednji fazi simuliramo obstoječe stanje na območju, ki služi za določitev ogroženih območij. Ogrožena območja so seveda določena zgolj tako natančno,

kot so natančno določeni tipi tal in po območju razporejene kmetijske prakse. Z namenom pridobitve informacij o okoljski učinkovitosti posamezne kmetijske prakse na določenem tipu tal, se nato izvede še modeliranje potencialnih drugih omilitvenih ukrepov. Kmetijstvo je gospodarska panoga, zato je zelo pomembno, da pred uvajanjem sprememb najprej ovrednotimo tudi potencialen vpliv teh sprememb na ekonomičnost proizvodnje. V predlaganem sistemu je to izvedeno z mejno analizo na podlagi pokritij, ki jih izračunamo za vsako kmetijsko prakso. V naslednji fazi izmed kombinacij kmetijskih praks in talnih tipov izberemo najbolj obetavne tako po okoljskem kot ekonomskem odtisu. Pri tem jih lahko označimo kot učinkovite, neučinkovite itn.

S pridobljenimi informacijami o okoljskem in ekonomskem vidiku posameznega scenarija pridemo do točke, kjer lahko za vsako raziskovalno območje (specifično za posamezne pomembnejše talne tipe) določimo, kateri scenariji so najprimernejši z vidika zgolj ekonomske, okoljske ali kombinirane učinkovitosti. Kot kazalnika za ovrednotenje učinkovitosti različnih scenarijev sta bila uporabljena modelirana količina iz tal izpranega nitrata in izračunana razlika v pokritju kmetijskih praks. Kriteriji učinkovitosti za oba primera so prikazani v preglednici 14.

Preglednica 14: Kriteriji učinkovitosti za primerjavo alternativnih scenarijev z osnovnimi

<b>Odstotek spremembe med osnovnim in alternativnim scenarijem</b>	<b>Oznaka učinkovitosti alternativnega scenarija</b>
pod -50 %	zelo nasproten učinek
-49 % do -20 %	nasproten učinek
-19 % do 19 %	brez učinka
20 % do 49 %	učinkovit
od 50 %	zelo učinkovit

Če je v alternativnem scenariju v primerjavi z osnovnim prišlo do izboljšanja stanja (bodisi zmanjšanja izpiranja, povečanja pokritja stroškov, ali obojega v absolutnem obsegu sprememb od 20-49 %), je ta scenarij ocenjen kot učinkovit (bodisi okoljsko, ekonomsko, ali kombinirano). V primeru brez spremembe v stanju (v absolutnem obsegu sprememb 0-19 %) je scenarij označen z oznako brez učinka, v primeru poslabšanja stanja (v absolutnem obsegu 20-49 %) pa z oznako nasprotni učinek. V primeru, ko je bila sprememba večja (v absolutnem obsegu 50 % in več), pa je bil ocenjen z oznako zelo učinkovit oz. zelo nasproten učinek. Meja 20 % za oznako »učinkovit ukrep« je bila povzeta po raziskavi Gooday in sod. (2014). V tej raziskavi so vrednotili učinkovitost ukrepov in so zaradi negotovosti, povezanih z rezultati, predpostavljali, da je učinkovitost ukrepov v razponu 2-25 % spremembe glede na osnovni scenarij nizka, v razponu 10 do 50 % pa zmerna. Za vrednost 20 % smo se odločili, ker je približno na presečišču obeh predstavljenih razponov. Predpostavljamo, da se takšni ukrepi že lahko štejejo za učinkovite, medtem ko bi to za tiste z manjšo razliko, zaradi negotovosti, povezane z modeliranjem, težko trdili.

V nadaljevanju mora uporabnik pretehtati različne možnosti in kombinacije ukrepov ter jih umestiti na preučevano območje na način, da sta v kar največji meri upoštevana oba ciljna vidika, kompromise se po možnosti sprejema s sodelovanjem deležnikov.

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 STRATEGIJA MODELIRANJA

Z namenom ovrednotenja primernosti različnih vhodnih in umeritvenih podatkov za modeliranje smo oblikovali več različic modelov za vsako raziskovalno območje. Osnovni modeli so bili postavljeni za obdobji 1. 1. 2000 – 31. 12. 2011 (Dravska kotlina) in 1. 1. 2006 – 31. 12. 2018 (Krška kotlina), v obeh primerih smo prva tri leta uporabili za ogrevalno obdobje in jih izključili iz analize rezultatov.

V prvi fazi dela smo primerjali rezultate simulacij prvega sklopa scenarijev za vse različice modela za posamezno območje. Na ta način smo ovrednotili, ali način umerjanja in izvor vhodnih podatkov o tleh vpliva na razlike med modeli, kar nas je zanimalo v hipotezi 1.

V drugi fazi smo izbrali zgolj modele, ki so se izkazali za najbolj umerjene in z njimi simulirali še ostale sklope scenarijev z namenom pridobitve podatkov o izpiranju nitrata za posamezne kmetijske prakse. Ti podatki so nam (v kombinaciji z rezultati ekonomske ocene kmetijskih praks) prek sistema za podporo odločanju v končni fazi omogočili izdelavo priporočil glede optimizacije okoljskega in ekonomskega vidika kmetijske obdelave na posameznem raziskovalnem območju (hipoteza 2).

### 4.2 ANALIZA SENZITIVNOSTI

Analiza senzitivnosti je pomembna, ker nam omogoča, da čim bolj izkoristimo proces umerjanja. Njena izvedba nam pokaže, kateri od parametrov v modelu so najbolj občutljivi (senzitivni) na spreminjanje njihovih vrednosti, saj spremembe teh parametrov najbolj vplivajo na odziv modela. Poenostavljeno – če močno spremenimo neobčutljiv parameter, se bo to na odzivu modela malo poznalo, in če rahlo spremenimo občutljiv parameter, bo odziv modela precejšen. Zaradi tega je spreminjanje neobčutljivih parametrov nesmiselno. Analizo senzitivnosti bi lahko izvajali ročno – spreminjali bi posamezne parametre in opazovali odziv modela – vendar bi bilo to zelo zamudno. Proces lahko pospešimo: v analizo vključimo parametre, ki so se kot občutljivi pokazali že v preteklih raziskavah, hkrati pa jo izvedemo s programi, ki spremembe parametrov znotraj določenih okvirov izvajajo avtomatsko, v mnogih ponovitvah.

Ker združuje možnosti analize senzitivnosti, umerjanja in validacije, smo vse omenjene postopke za potrebe raziskave izvedli s programsko opremo SWAT-CUP (SWAT – Calibration and Uncertainty Procedures) (Abbaspour in sod., 2015), ki je bila razvita za uporabo z modelom SWAT. Analizo izvedemo tako, da v program izvozimo izdelani model SWAT in določimo, katere parametre naj program analizira, njihove realistične razpone ter število ponovitev simulacij. Na podlagi razpona parametrov in števila simulacij nato program za vsako od simulacij pripravi drugačno kombinacijo vrednosti za vsak parameter. Če bi izbrali tri simulacije, bi program za vsak parameter izbral najnižjo, najvišjo in srednjo vrednost, če pet, bi bilo izbranih vrednosti pet. Več ponovitev, kot izberemo, bolj celovito program »povzorči« celoten razpon, ki smo ga predlagali. Za smiselno globalno analizo (kjer analiziramo hkrati več parametrov) je potrebno izvesti veliko ponovitev, odvisno od števila

parametrov med 500 in 1000. Za določanje senzitivnosti parametrov pri globalni analizi senzitivnosti program uporablja multiplo regresijo:

$$g = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i b_i \quad \dots (6)$$

kjer je  $g$  vrednost objektivne funkcije,  $\alpha$  je regresijska konstanta in  $\beta$  koeficient parametrov. S t-testom se potem ugotavlja relativno statistično značilnost vsakega parametra  $b$ .

Program nam po izvedenih simulacijah za vsak parameter izpiše t-statistiko in p-vrednost. Na podlagi njunih vrednosti lahko ovrednotimo občutljivost posameznega parametra, ki je velika, če je vrednost t-statistike (v absolutnem smislu) velika in p-vrednost majhna.

Analiza je v praksi pokazala, da so za posamezne modele občutljivi različni parametri, kar je pričakovano, saj na pretok vplivajo drugi parametri kot na vodo v tleh. Na primeru vode v tleh je bil v večini primerov najbolj občutljiv parameter SOL\_AWC, ki opredeljuje količino rastlinam dostopne vode v tleh in je z merjenimi podatki direktno povezan. Pri analizi senzitivnosti parametrov za pretok bi težko izluščili zgolj en najpogostejši parameter, ker gre za veliko kompleksnejši proces premeščanja vode v okolju, na katerega vpliva bistveno več dejavnikov.

V postopek smo vključili za različne modele med 6 in 15 parametrov, odvisno od modela in izkušenj, ki smo jih pridobili tekom postopka. Za vsak model smo izvedli 500 ponovitev simulacij. Parametre, ki so zbrani in opisani v preglednici 15, smo določili na podlagi analize senzitivnosti, preteklih objav (Glavan, 2011; Abbaspour in sod., 2015; Glavan in sod., 2015) in izkušenj, pridobljenih tekom raziskovanja. Rezultati analize senzitivnosti za modele obeh raziskovalnih območij so prikazani v preglednicah 16 do 19.

Preglednica 15: Parametri in razponi vrednosti uporabljeni pri analizi senzitivnosti (po abecedi)

Parameter	Definicija	Proces
ALPHA_BF	Base flow factor (days)	Podzemna voda
CANMX	Maximum canopy index	Odtok
CMN	Rate factor for humus mineralization of active organic nutrients (N and P)	Mineralizacija
CN2	SCS runoff curve number for moisture condition II	Odtok
EPCO	Plant evaporation compensation factor	Evaporacija
ESCO	Soil evaporation compensation factor	Evaporacija
GW_DELAY	Groundwater delay (days)	Podzemna voda
GW_REVAP	Groundwater 'revap' coefficient	Podzemna voda
GWQMN	Threshold depth of water (shallow aquifer) required for return flow to occur (mm)	Tla
HRU_SLP	Average slope steepness (m/m)	Odtok
NPERCO	Nitrogen percolation coefficient	Tla
OV_N	Manning's "n" value for overland flow	Odtok
RCHRG_DP	Groundwater recharge to deep aquifer (fraction)	Podzemna voda
RCN	Concentration of nitrogen in rainfall (mg N/l)	Tla
REVAPMN	Threshold depth of water in the shallow aquifer for 'revap' to occur (mm)	Podzemna voda
SHALLST_N	Initial concentration of nitrate in shallow aquifer (mg N/l)	Podzemna voda
SLSUBBSN	Average slope length (m)	Geomorfologija
SOL_AWC	Available water capacity of the soil layer (mm mm <sup>-1</sup> soil)	Tla
SOL_BD	Moist bulk density of soil layer (g/cm <sup>3</sup> )	Tla
SOL_K	Soil conductivity (mm h <sup>-1</sup> )	Tla

Preglednica 16: Rezultati analize senzitivnosti za modele z merjenimi podatki o tleh za obm. Dravske kotline

Občutljivost parametra	Voda v tleh			Pretok + voda v tleh		
	Parameter	t-stat	P-value	Parameter	t-stat	P-value
najmanj	REVAPMN	0.00	0.999	SOL_K	0.31	0.753
	CN2	0.47	0.637	CN2	0.35	0.722
	GW_DELAY	-0.64	0.522	ALPHA_BF	0.57	0.568
	GWQMN	0.67	0.500	GW_REVAP	-1.61	0.109
	GW_REVAP	-1.04	0.297	SOL_BD	8.49	0.000
	RCHRG_DP	1.07	0.283	SOL_AWC	-19.43	0.000
	SOL_K	-1.45	0.147			
	ALPHA_BF	1.88	0.061			
	SOL_BD	9.48	0.000			
najbolj	SOL_AWC	-45.95	0.000			

Preglednica 17: Rezultati analize senzitivnosti za modele z izračunanimi podatki o tleh za obm. Dravske kotl.

Občutljivost parametra	Voda v tleh			Pretok+Nitrat			Pretok + voda v tleh		
	Parameter	t-stat	P-value	Parameter	t-stat	P-value	Parameter	t-stat	P-value
najmanj	SOL_K	0.63	0.530	NPERCO	-0.41	0.682	RCN	-1.53	0.127
	CN2	-0.68	0.498	RCHRG_DP	0.58	0.565	REVAPMN	1.59	0.112
	ALPHA_BF	0.76	0.449	CMN	0.70	0.485	GWQMN	-2.41	0.016
	GW_REVAP	-0.88	0.377	ALPHA_BF	1.02	0.311	SOL_AWC	2.85	0.005
	GW_DELAY	-0.89	0.372	SOL_K	-1.46	0.145	HRU_SLP	-2.97	0.003
	REVAPMN	-1.20	0.232	SLSUBBSN	1.54	0.124	SLSUBBSN	4.96	0.000
	SOL_BD	1.56	0.121	SHALLST_N	1.69	0.093	SOL_BD	13.63	0.000
	SOL_AWC	-2.31	0.022	GW_DELAY	-2.13	0.034	OV_N	13.71	0.000
	GWQMN	2.41	0.017	HRU_SLP	4.12	0.000	SOL_K	-17.17	0.000
najbolj	RCHRG_DP	2.45	0.015	SOL_BD	-9.34	0.000	CN2	-50.07	0.000

Preglednica 18: Rezultati analize senzitivnosti za modele z merjenimi podatki o tleh za obm. Krške kotline

Občutljivost parametra	Voda v tleh			Pretok			Pretok + voda v tleh		
	Parameter	t-stat	P-value	Parameter	t-stat	P-value	Parameter	t-stat	P-value
najmanj	SOL_K	0.04	0.97	ALPHA_BF	-0.07	0.94	GWQMN	-0.04	0.97
	CANMX	-0.07	0.94	GW_DELAY	0.61	0.55	EPCO	0.17	0.86
	SOL_BD	0.18	0.86	GWQMN	0.81	0.42	SOL_K	-0.50	0.62
	ESCO	-0.36	0.72	SOL_AWC	0.85	0.40	SOL_BD	0.54	0.59
	EPCO	-1.59	0.12	ESCO	1.33	0.19	GW_DELAY	-0.96	0.34
	SOL_AWC	-13.83	0.00	CN2	-14.88	0.00	ALPHA_BF	1.10	0.27
							ESCO	-1.25	0.22
							CANMX	-1.36	0.18
							SOL_AWC	-3.20	0.00
	najbolj						CN2	-8.48	0.00

Preglednica 19: Rezultati analize senzitivnosti za modele z izračunanimi podatki o tleh za obm. Krške kotline

Občutljivost parametra	Voda v tleh			Pretok			Pretok + voda v tleh		
	Parameter	t-stat	P-value	Parameter	t-stat	P-value	Parameter	t-stat	P-value
najmanj	ESCO	-0.20	0.84	ALPHA_BF	-0.07	0.94	ALPHA_BF	0.35	0.72
	ALPHA_BF	-0.25	0.80	GW_DELAY	0.61	0.55	GW_DELAY	0.41	0.68
	SOL_K	-0.32	0.75	GWQMN	0.81	0.42	GWQMN	-0.48	0.63
	CN2	-0.33	0.74	SOL_AWC	0.85	0.40	EPCO	-0.81	0.42
	GW_DELAY	-0.81	0.42	ESCO	1.33	0.19	ESCO	-1.13	0.26
	GWQMN	-0.96	0.34	CN2	-14.88	0.00	SOL_K	1.92	0.06
	EPCO	1.28	0.21				CANMX	-2.35	0.02
	SOL_BD	-1.39	0.17				SOL_BD	7.08	0.00
	CANMX	-3.13	0.00				SOL_AWC	-9.93	0.00
	najbolj	SOL_AWC	-4.16	0.00				CN2	-10.63



### 4.3 UMERJANJE MODELOV

Umerjanje je pri modeliranju nujen proces, saj z njim določimo smiselne vrednosti parametrov, za katere nimamo natančnih podatkov. Izvaja se na različne načine, v primeru hidroloških modelov navadno na podlagi izmerjenih vrednosti pretokov rek. Ročno ali s pomočjo različnih programskih vmesnikov spreminjamo vrednosti parametrov znotraj smiselnih intervalov z namenom, da bi se rezultati modela čim bolj približali meritvam (npr. pretokov rek). Umerjanje smo v našem primeru izvajali s prej opisanim programom SWAT-CUP, z meritvami pretokov rek in vode v tleh, v primeru umerjanja pretoka na območju Dravske kotline pa tudi količine nitrata v vodi reke Polskave. Vsi modeli so bili umerjeni v dnevnem časovnem intervalu.

Za avtomatsko umerjanje s programom SWAT-CUP moramo v program uvoziti model SWAT. Pripraviti je potrebno še dodatne datoteke z informacijami o merjenih podatkih in njihovih ekvivalentih v modelu, izbranih parametrih ter njihovem razponu (določeno na podlagi analize senzitivnosti) in številu zagonov oz. ponovitev (300-500). Za izbrane parametre moramo določiti, ali naj se spreminjajo absolutno (torej ali se privzeta vrednost v modelu *zamenja* z vrednostmi znotraj določenega razpona) ali relativno (se privzeta vrednost *spremeni* kot faktor vrednosti znotraj razpona). Razlika je pomembna, ker se z absolutnim spreminjanjem izgubi prostorska variabilnost nekaterih parametrov, zlasti tistih, povezanih s tlemi (npr. SOL\_AWC, SOL\_K, SOL\_BD) in obdelavo tal (npr. CN\_2, OV\_N). V takem primeru vedno uporabimo relativno spremembo, da se vrednost zgolj poveča ali zmanjša v skladu s privzeto za posamezen parameter. Program omogoča zelo natančno določanje posameznih parametrov z omejitvijo na posamezne talne tipe, rabo itn., tako da lahko spreminjamo vrednosti zgolj za posamezne dele območja. Te možnosti pri umerjanju za vodo v tleh namenoma nismo uporabili, da se ne bi umerjanje izvedlo zgolj na HRU, kjer so se nahajale poskusne ploskve, ampak smo želeli, da se parameter umeri tako, da bi bil kar se da realen za širše območje.

Za namen optimizacije rezultatov umerjanja je možno v programu SWAT-CUP izbrati več metod za optimizacijo. Privzeta metoda je Sufi-2 (Sequential Uncertainty Fitting v.2), ki rezultate simulacij izpiše kot 95 % interval zaupanja – znotraj je 95 % vseh izvedenih simulacij. Na podlagi tega program poda nov priporočen razpon za posamezne parametre (glede na njihovo občutljivost za spremembe), ki jih uporabimo v naslednjem sklopu. Navadno se zadovoljiv rezultat umerjanja doseže po največ 5 ponovitvah, odvisno od izkušenosti. Poleg srednje vrednosti, ki jo program uporabi za statistično oceno modela, na koncu izriše tudi 95 % interval zaupanja za vse simulacije, s čimer si lahko pomagamo pri razumevanju delovanja modela – če se meritve nahajajo večinoma znotraj tega intervala, je to še en pokazatelj, da so rezultati modela smiselni (Abbaspour in sod., 2017).

Za umerjanje modela smo uporabili različne parametre, izbrane na podlagi rezultatov analize senzitivnosti, preteklih objav in lastnih izkušenj (Preglednica 20). Pri tem smo bili pozorni, da so vrednosti parametrov ostale v razumnih intervalih, saj lahko že majhne spremembe določenih parametrov zelo spremenijo procese kroženja vode in hranil, s tem pa model ne odraža več stanja na terenu. Zavedati se moramo, da so tudi v merjenih podatkih negotovosti in da se s slepim spreminjanjem vrednosti parametrov na način, da so rezultati povsem enaki

merjenim, od stanja v naravi prej odmikamo, kot približamo. Vrednosti so vedno prilagojene zgolj v okviru razponov, znanih iz razumevanja stanja v naravi.

Preglednica 20: Parametri modela z njihovimi privzetimi vrednostmi in razponi ter umerjenimi vrednostmi

Parameter	Modelne vrednosti		Umerjene vrednosti					
	Privzeto	Razpon	M-SM *	M-F	M-FSM	C-SM	C-F	C-FSM
Dravska kotlina								
r_CN2	U	35-98	-0,271	-0,1075	-0,211	-0,253	-0,2715	-0,1684
v_GW_REVAP	0,02	0-0,2	0,1919	×	0,0665	0,0671	0,183	0,0868
v_GWQMN	0	0-5000	1958,33	×	×	2308,33	×	815
r_HRU_SLP	U	0-1	×	-0,0042	×	×	2,6675	-0,167
v_NPERCO	0,2	0-1	×	0,1383	×	×	0,1329	0,237
r_OV_N	U	0,01-30	×	2,3992	×	×	1,1275	1,9325
v_RCHRG_DP	0,05	0-1	0,4191	0,1208	×	0,1558	0,0275	0,3975
v_RCN	0	0-15	×	2,6156	×	×	2,2656	2,0118
v_REVAPMN	750	0-500	328,333	×	×	688,333	×	211
v_SHALLST_N	0	0-1000	×	4,0833	×	×	8,2833	9,81
r_SLSUBBSN	U	10-150	×	0,0153	×	×	-0,118	-0,1276
r_SOL_AWC	U	0-1	-0,299	0,0292	-0,345	-0,047	0,2175	0,203
r_SOL_BD	U	0,9-2,5	0,041	0,033	-0,183	0,141	0,083	0,57
r_SOL_K	U	0-2000	-0,7493	0,3653	0,296	-0,4346	-0,5733	-0,6288
Krška kotlina								
v_ALPHA_BF	0,048	0-1	×	0,875	0,995	0,015	0,875	0,255
v_CANMX	0	0-100	17,1	×	×	2,22	×	1,15
r_CN2	U	35-98	×	0,19	-0,018	-0,1085	0,19	0,0036
v_EPCO	1	0-1	0,935	×	0,055	0,085	×	0,131
v_ESCO	0,95	0-1	0,8975	0,175	×	0,7535	0,175	0,353
v_GW_DELAY	31	0-500	×	21,25	275,7	440,34	21,25	227,82
v_GWQMN	0	0-5000	×	1,15	0,11	1,546	1,15	1,558
r_SOL_AWC	U	0-1	-0,1203	-0,065	0,025	-0,1025	-0,065	0,455
r_SOL_BD	U	0,9-2,5	-0,2838	×	-0,3845	0,1885	×	0,2051
r_SOL_K	U	0-2000	-0,2832	×	0,552	-0,2475	×	0,3258

v- vrednost se zamenja z umerjeno; r- vrednost se pomnoži z 1+umerjena vrednost; ×- parameter ni bil spremenjen; U- privzeto vrednost narekujejo vhodni podatki (npr. SOL\_AWC – rastlinam dostopna voda za posamezen horizont talnega tipa)

\* Razlaga kratic modelov je v preglednici 9

V proces umerjanja smo vključili 12 modelov – po šest (kombinacije dveh metod pridobivanja hidravličnih lastnosti tal in treh nizov umeritvenih podatkov) za vsako raziskovalno območje. Model je bil najprej umerjen za vodni cikel, naknadno na merilnem mestu Lancova vas še za dušik. Umeritvena obdobja se razlikujejo zaradi dostopnosti zanesljivih podatkov na različnih merilnih mestih. Prikazana so v preglednici 21.

Preglednica 21: Umeritvena obdobja za različna merilna mesta

Območje	Lokacija	Umerjanje in analiza senzitivnosti
Dravska kotlina	Polskava-Tržec (pretok)	1. januar 2008 – 31. december 2011 4. feb., 5. maj, 7. avg., 3. nov. 2008;
	Polskava-Lancova vas (NO <sub>3</sub> )	24. feb., 18. maj, 24. avg., 15. nov. 2010; 22. feb., 19. maj, 17. avg., 15. nov. 2011
	Letališče Maribor	14. oktober 2011 – 31. december 2011
	Ptuj-Semenarna	4. november 2011 – 24. december 2011
	Dobrovce	10. julij 2011 – 10. september 2011
Krška kotlina	Žadovinek	7. junij 2018 – 7. avgust 2018
	Brege-Mlake	21. junij 2018 – 15. julij 2018
	Brege-Vrti	21. junij 2018 – 22. avgust 2018
	Sava-Brežice	31. oktober 2017 – 21. maj 2018

V preglednicah 22 in 23 so predstavljene pogosto uporabljane statistike (povprečja, minimumi, maksimumi, standardni odkloni in mediane) rezultatov za različne modele na obeh območjih. Zaradi negotovosti, povezane z določanjem kmetijskih praks in njihove prostorske porazdelitve ter z vremenskimi podatki, pa tudi zaradi razporeditve pedokartografskih enot in poenostavitev realnosti v samem modelu, natančnega ujemanja simuliranih in merjenih podatkov nismo dosegli, kar je pričakovano. Kljub temu je korelacija med merjenimi in simuliranimi vrednostmi v večini primerov relativno dobra. Kot smo ugotovili že med analizo senzitivnosti, igrajo veliko vlogo pri umerjanju parametri, povezani s tlemi, zato so se med umerjanjem največkrat spreminjali prav ti. Zlasti pri umerjanju za vodo v tleh je bil pomemben parameter SOL\_AWC (količina rastlinam dostopne vode), ki ga je v praksi za večje območje v resnici praktično nemogoče natančno izmeriti. Za njegovo določitev se uporablja več različnih metod, nekatere so laboratorijske (npr. HYPROP, Richardova tlačna komora itn.), druge računske (pedotransfer funkcije – npr. po Saxtonu (Saxton in sod., 2006)). Prve potrebujejo posebno opremo in usposobljeno osebje, druge so relativno cenejše, težko pa je vedeti, katera izmed metod je najbolj točna (Montoani Silva in sod., 2014; Cassel in Nielsen, 2018).

Pri primerjavi rezultatov za modele iz skupine preračunanih lastnosti o tleh in iz skupine merjenih podatkov lahko opazimo, da so umerjene vrednosti simulacije v nekaterih primerih praktično enake v obeh primerih. Iz tega sklepamo, da so bile razlike med merjenimi in preračunanimi vhodnimi podatki dovolj majhne, da so se tekom umerjanja skoraj povsem približale oz. izenačile (zlasti na primeru Maribora in Ptuja pri različici FSM za Dravsko kotlino), kar nakazuje, da pri modeliranju z modelom SWAT izbira metode pridobivanja podatkov o tleh morda ne igra ključne vloge pri delovanju modela, in je zato na podobnih območjih verjetno smiselno izbrati cenejšo in enostavnejšo možnost preračuna s pedotransfer funkcijami.

Na slikah 22 do 26 so rezultati meritev in simulacij modelov prikazani tudi grafično v dnevnom časovnem intervalu. Oznake modelov so bile predhodno razložene v preglednici 9. V primeru modelov, ki so bili umerjeni za vodo v tleh, so merjene vrednosti prikazane

tudi z razponom vseh vrednosti, saj so bile meritve izvedene z večjim številom sond na eni lokaciji. Na ta način smo poskusili zmanjšati negotovost, povezano z uporabo zgolj podatkov ene sonde ali povprečenja vseh. V večini primerov so rezultati simulacij v razmeroma dobri povezavi z meritvami in znotraj min-max intervala ponovljenih meritev.

Preglednica 22: Prikaz statistik ocene delovanja za različne modele območja Dravske kotline za obdobje umerjanja

		SM***			F		FN		FSM		
		Marib.	Dob.	Ptuj	Tržec	Tržec	L. vas	Tržec	Marib.	Dob.	Ptuj
Minimum	O*	9.9**	13.5	8.9	0.2	0.2	32	0.2	9.9	13.5	8.9
	M	9.7	0	6.2				0.2	7.6	0.0	4.7
	C	8.2	0	5.3	0.1	0	14	0.3	7.6	0.0	4.7
Maksimum	O*	20.8	25.9	14.4	59.1	59.1	2267	59.1	20.8	25.9	14.4
	M	19.8	34.2	14.3				32.0	18.0	31.9	13.0
	C	18	31.9	13	32.8	19.3	963	44.4	18.0	34.1	13.0
Povprečje	O*	15.5	19.4	9.8	2.1	2.1	388	2.1	15.5	19.4	9.8
	M	15.7	20.5	10.4				1.6	13.7	18.2	8.9
	C	14	19	9.3	2	2	215	2.2	13.7	19.9	8.9
St. odklon	O*	2.9	3.7	1.2	3.3	3.3	617	3.3	2.9	3.7	1.2
	M	3.7	11	3.2				2.2	3.8	10.1	3.3
	C	3.6	10.4	3.1	2.5	1.9	292	2.6	3.8	10.8	3.3
Mediana	O*	15.1	20.3	9.3	1.2	1.2	171	1.2	15.1	20.3	9.3
	M	16.9	22.7	9.1				1.0	14.8	19.7	7.6
	C	15.2	21.1	8.1	1.3	1.5	91	1.6	14.8	21.7	7.6

\* O – izmerjene vrednosti; M – simulacija z izmerjenimi podatki o tleh; C – simulacija s preračunanimi podatki o tleh (pedotransfer funkcije)

\*\* vrednosti za količino vode v tleh so pridobljene iz SWAT izhodne datoteke output.swr – za drugi horizont tal, za pretok in dušik pa iz datoteke output.rch – za parametra FLOW\_OUT (m<sup>3</sup>/s) in NO3\_OUT (kgN)

\*\*\* Razlaga kratic modelov je v preglednici 9

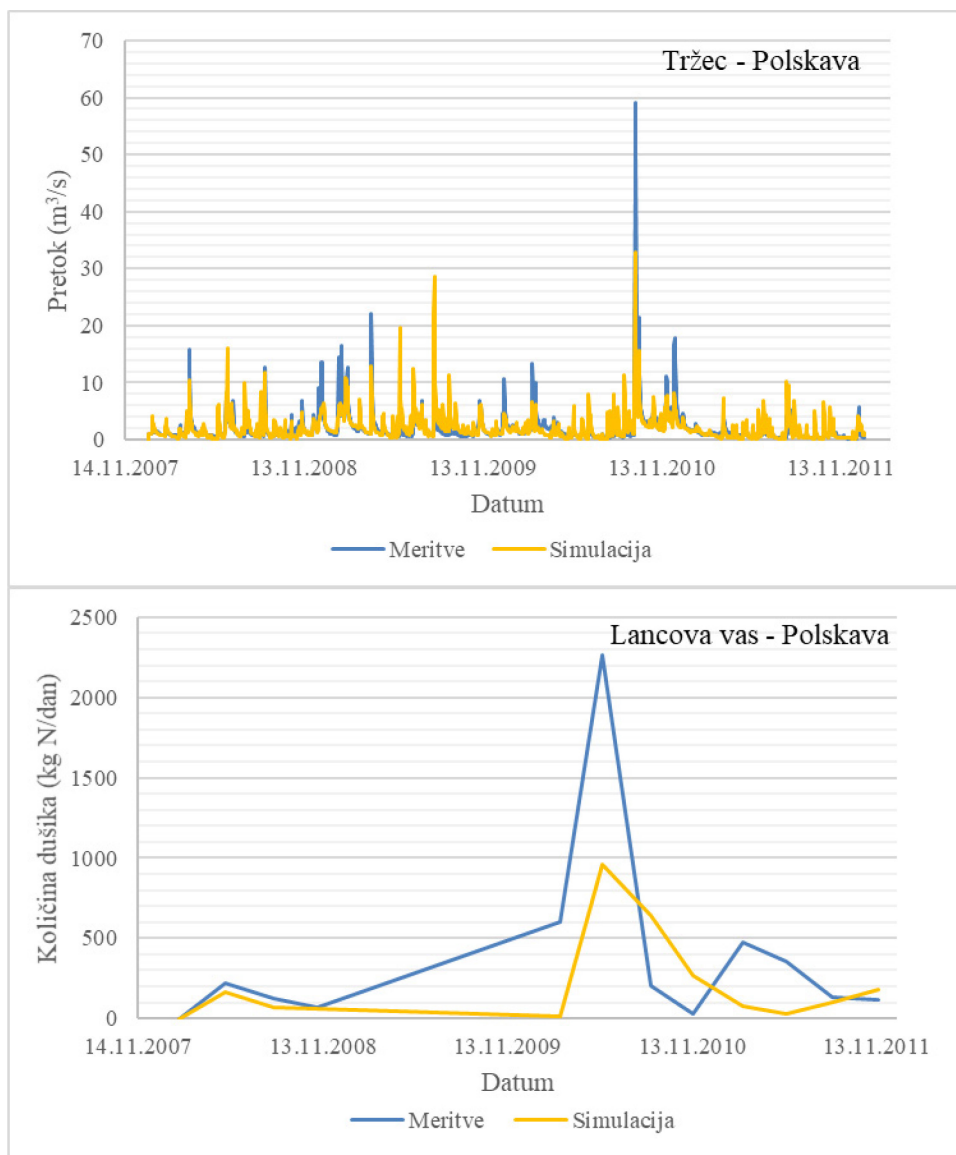
Preglednica 23: Prikaz statistik ocene delovanja za različne modele območja Krške kotline za obdobje umerjanja

		SM***			F		FSM		
		Žadov.	Vrti	Mlake	Brežice	Brežice	Žadov.	Vrti	Mlake
Minimum	O*	7.4**	16.7	28.0	78.0	78.0	7.4	16.7	28.0
	M	1.9	9.7	23.0	77.8	77.8	3.2	10.8	23.0
	C	5.1	2.6	17.1	77.8	77.8	0.0	3.9	17.1
Maksimum	O*	15.0	36.1	38.5	1670.9	1670.9	15.0	36.1	38.5
	M	15.2	37.1	40.4	1595.0	1595.0	15.3	39.9	40.4
	C	17.4	22.8	37.0	1595.0	1595.0	13.5	28.4	37.0
Povprečje	O*	11.9	29.5	34.5	339.5	339.5	11.9	29.5	34.5
	M	12.1	27.1	34.5	326.2	326.2	11.6	29.4	34.5
	C	13.6	14.9	31.8	326.2	326.2	11.2	18.8	31.8
St. odklon	O*	1.7	6.7	2.5	226.5	226.5	1.7	6.7	2.5
	M	3.0	8.1	4.2	207.8	207.8	2.7	8.6	4.2
	C	2.8	5.9	4.6	207.8	207.8	3.1	7.2	4.6
Mediana	O*	12.2	33.3	35.1	268.5	268.5	12.2	33.3	35.1
	M	13.0	29.3	35.6	270.4	270.4	11.9	31.8	35.6
	C	13.9	16.1	32.8	270.4	270.4	12.2	20.3	32.8

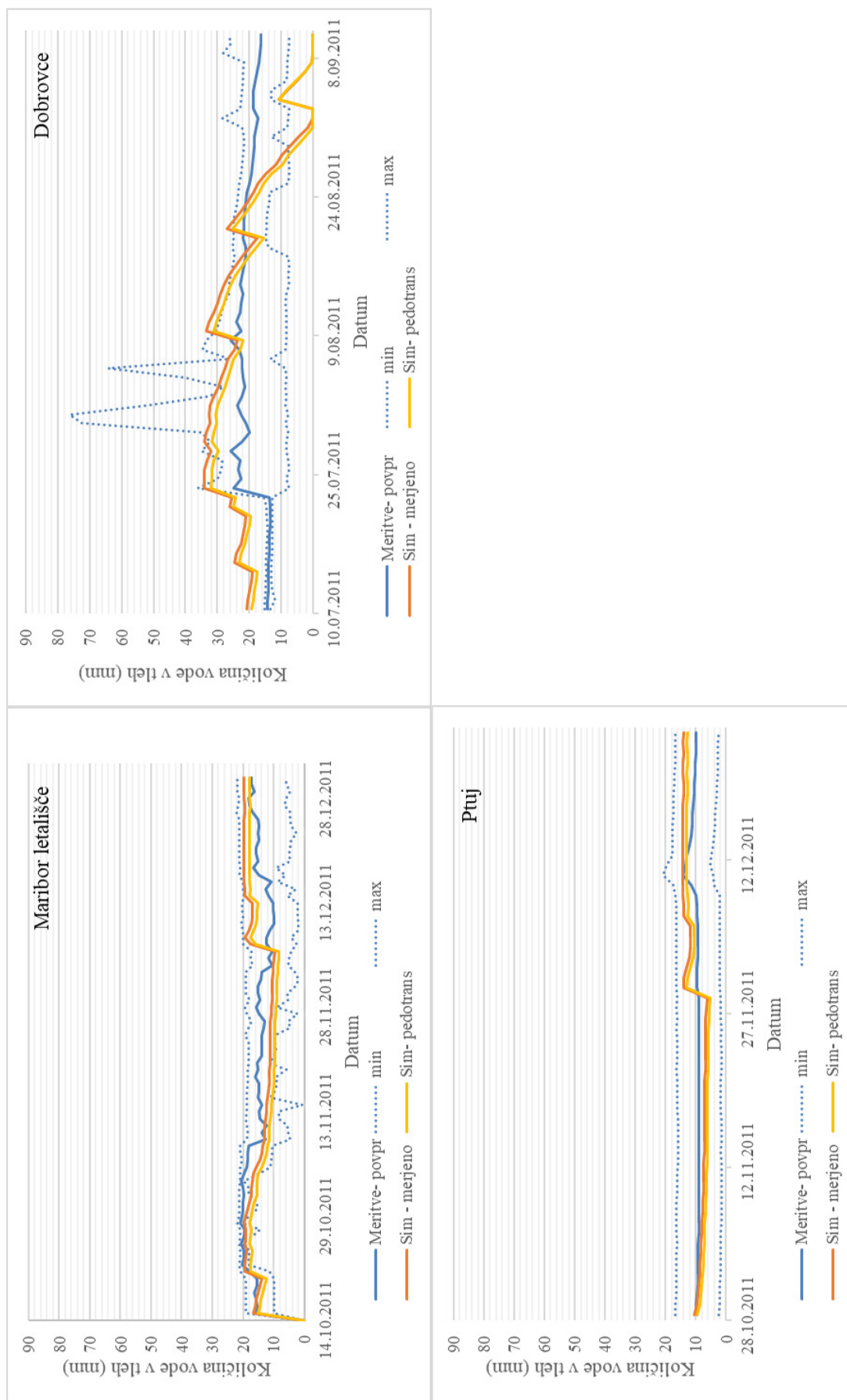
\*O – realne izmerjene vrednosti; M – simulacija z izmerjenimi podatki o tleh; C – simulacija s preračunanimi podatki o tleh (pedotransfer funkcije)

\*\* vrednosti za količino vode v tleh so pridobljene iz SWAT izhodne datoteke output.swr – za drugi horizont tal, za pretok in dušik pa iz datoteke output.rch – za parametra FLOW\_OUT (m<sup>3</sup>/s) in NO3\_OUT (kg N)

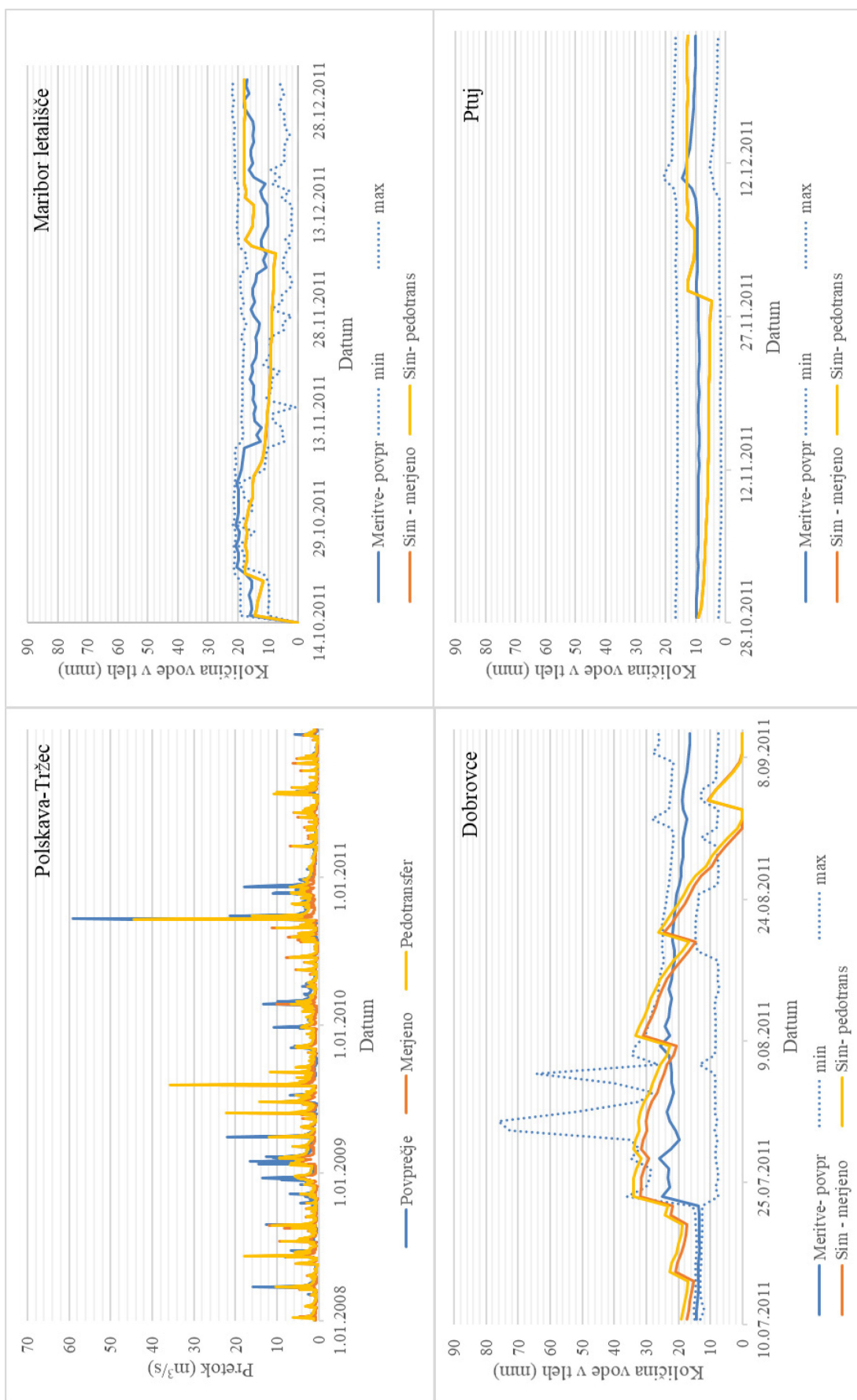
\*\*\* Razlaga kratic modelov je v preglednici 9



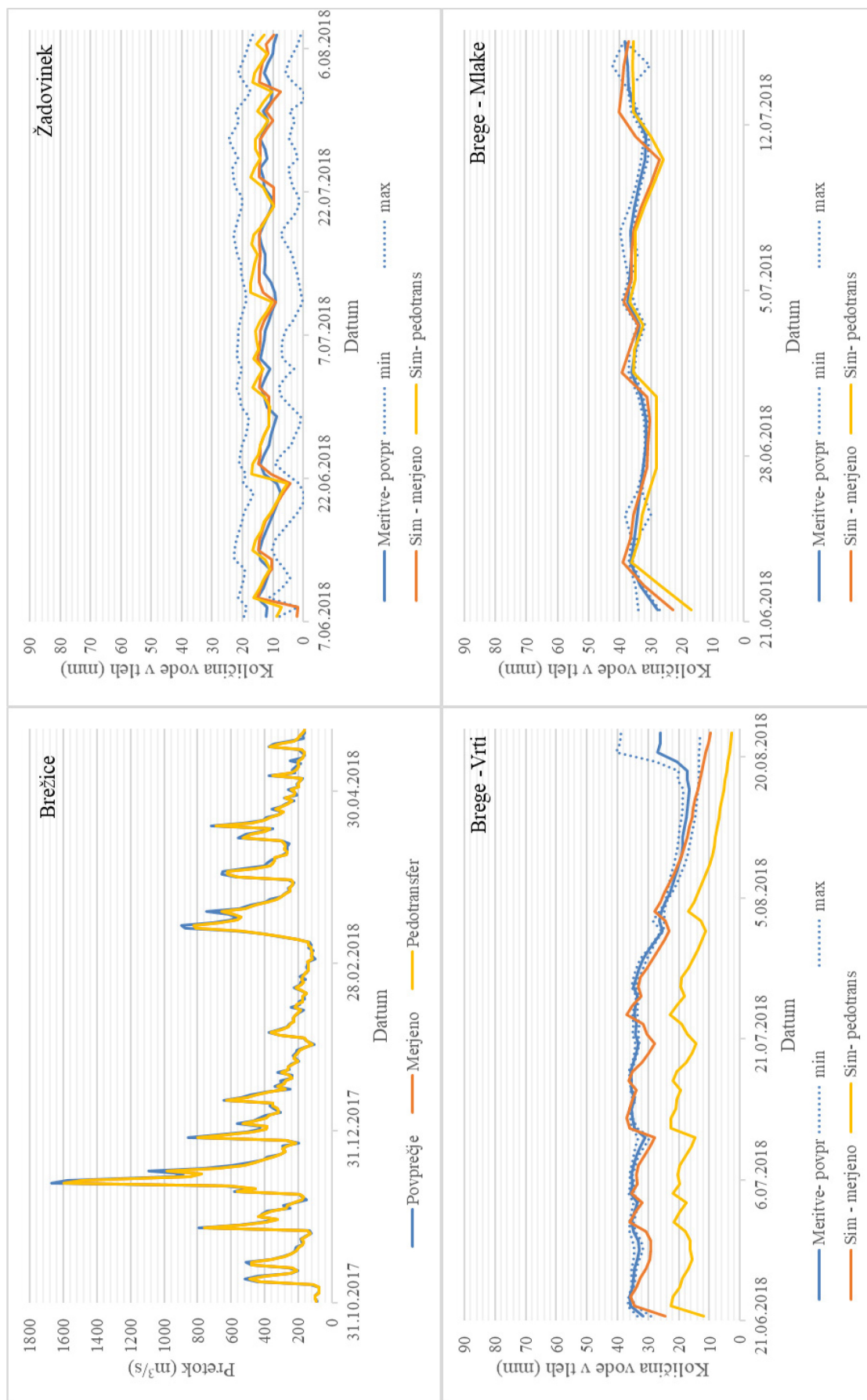
Slika 22: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu Tržec za model D-C-F zgoraj) in za dušik na merilnem mestu Lancova vas za model D-C-FN (spodaj) med umerjanjem



Slika 23: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela D-M-SM in D-C-SM med umerjanjem

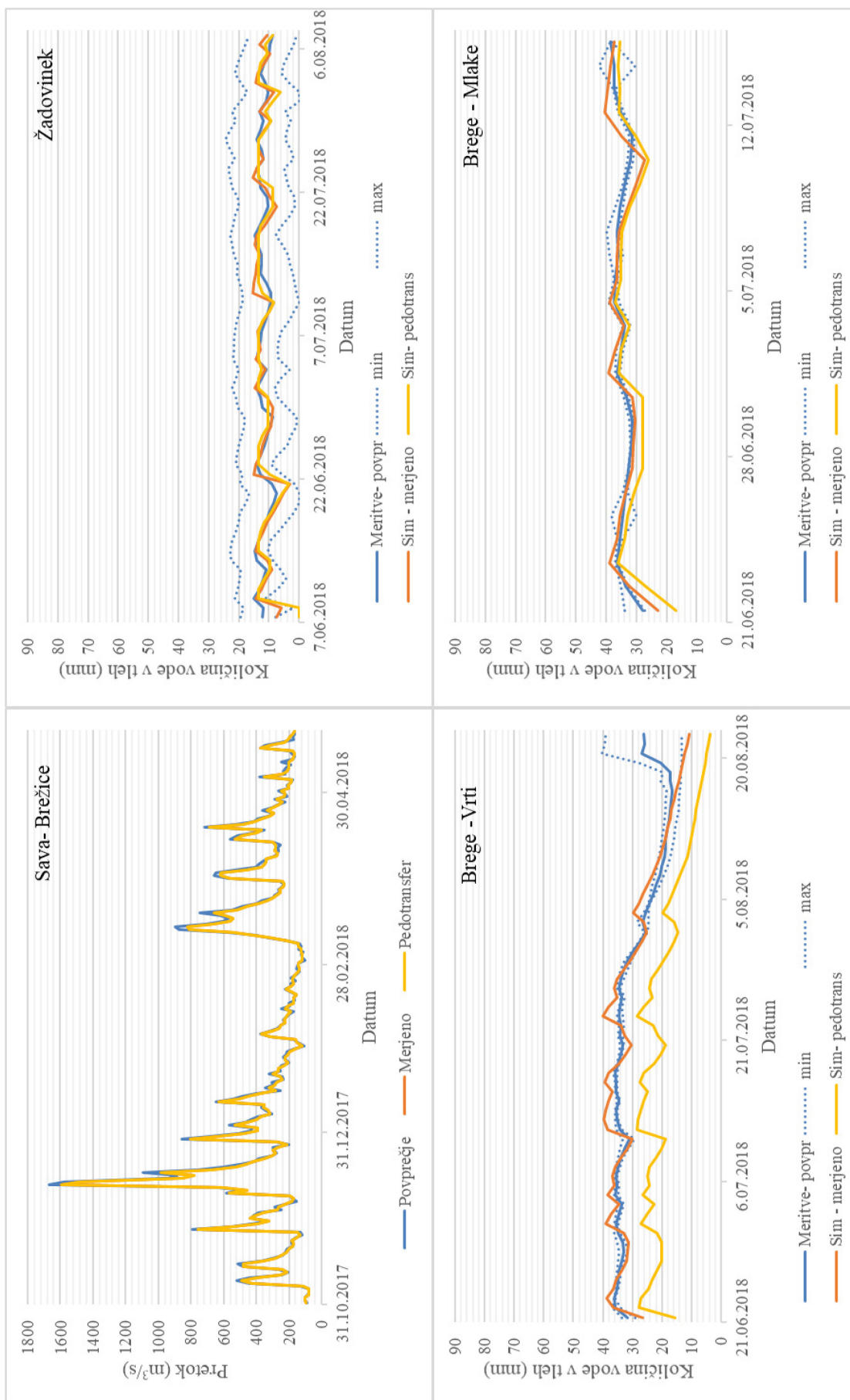


Slika 24: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu Tržec ter vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela D-M-FSM in D-C-FSM med umerjanjem



Slika 25: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu HE Brežice za modela K-M-F in K-C-F ter vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-SM in K-C-SM med umerjanjem





Slika 26: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu HE Brežice ter vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-FSM in K-C-FSM med umerjanjem

Umerjanje za vodo v tleh na dnevni ravni je pokazalo tudi, da je za kakovost rezultatov verjetno precej pomembno, da imamo meritve s TDR sondami v več ponovitvah, saj se tako zmanjša vpliv napak – najboljše ujemanje je bilo doseženo v Žadovinku, kjer je bilo sond 36, najslabše v Mlakah, kjer so bile samo 3. Poleg tega so vidne velike razlike med C in M podatki pri Vrteh – tudi dejanski izmerjeni in preračunani podatki o tleh so bili dokaj različni (zlasti Ksat), tako da tekom umerjanja (vrednosti se kljub vsemu ne spreminjajo za več kot 30-50 %) program za optimizacijo ni mogel priti do iste vrednosti, kot se je zgodilo npr. pri Mariboru in Ptuj, kjer so bile razlike med CSM in MSM modeloma zgolj v nekaj decimalkah. Vse to nakazuje, da ni tako bistveno, kakšen izvor podatkov o tleh uporabljamo, da pa moramo stremeti k čim bolj natančnim meritvam, ki jih uporabimo za umerjanje, sicer sta lahko odstopanje in negotovost velika.

Preglednica 24: Prikaz učinkovitosti umerjanja – primerjava med merjenimi in simuliranimi vrednostmi na dnevem nivoju za različne modele za območje Dravske kotline

Različica modela	Merilno mesto*	Statistični test**		
		PBIAS 0 : optimum; + : podcenjevanje; - : precenjevanje	R <sup>2</sup> -1 : minimum 1 : maksimum	NSE -∞ : minimum 1 : maksimum
M-SM	Maribor	-0.8	0.13	
	Dobrovce	-7	0.23	
	Ptuj	-6.4	0.52	
M-FSM	Tržec (Q)	-7.2	0.61	0.61
	Maribor	12	0.13	
	Dobrovce	-3.5	0.28	
	Ptuj	8.5	0.53	
C-SM	Maribor	9.8	0.13	
	Dobrovce	1.1	0.22	
	Ptuj	5	0.52	
C-F	Tržec (Q)	15.1	0.66	0.63
C-FN	Tržec (Q)	2.8	0.55	0.52
	Lancova vas (N)	44.4	0.54	0.39
C-FSM	Tržec (Q)	22.8	0.53	0.50
	Maribor	12.0	0.13	
	Dobrovce	5.1	0.27	
	Ptuj	8.4	0.53	

\* Q – pomeni umerjanje za pretok; N – pomeni umerjanje za dušik; sicer gre za umerjanje za vodo v tleh

\*\* Sprejemljive vrednosti testov po (Moriasi in sod., 2007; Moriasi in sod., 2015):

**PBIAS**: za pretok med -25 in 25 zadovoljive, med -15 in 15 dobre, med -10 in 10 zelo dobre; za dušik med -70 in 70 zadovoljive, med -40 in 40 dobre, med -25 in 25 zelo dobre

**R<sup>2</sup>**: nad 0,5 za pretok in dušik zadovoljivo

**NSE**: za pretok nad 0,5 zadovoljivo, nad 0,6 dobro, nad 0,7 zelo dobro; za dušik nad 0,5 zadovoljivo

Za vodo v tleh ni znanih objav, ki bi podale sprejemljive vrednosti, zato smo upoštevali, da so sprejemljive vrednosti PBIAS med -25 in 25 ter R<sup>2</sup> nad vrednostjo 0,2, ki je omenjena v eni redkih objav (Rajib in Merwade, 2016)

Preglednica 25: Prikaz učinkovitosti umerjanja – primerjava med merjenimi in simuliranimi vrednostmi na dnevnem nivoju za različne modele za območje Krške kotline

Različica modela	Merilno mesto*	Statistični test**		
		PBIAS	R <sup>2</sup>	NSE
		0 : optimum; + : podcenjevanje; - : precenjevanje	1 : optimum	1 : optimum
M-SM	Žadovinek	-0.8	0.48	
	Brege - Vrta	-1.8	0.78	
	Brege – Mlake	2	0.76	
M-F	HE Brežice (Q)	4	0.99	0.98
	HE Brežice (Q)	4	0.99	0.98
M-FSM	Žadovinek	0.4	0.40	
	Brege - Vrta	-1.2	0.78	
	Brege – Mlake	0.1	0.73	
C-SM	Žadovinek	-8	0.41	
	Brege - Vrta	7.3	0.77	
	Brege – Mlake	3.2	0.78	
C-F	HE Brežice (Q)	4	0.99	0.98
	HE Brežice (Q)	4	0.99	0.98
C-FSM	Žadovinek	2.1	0.41	
	Brege - Vrta	17.6	0.78	
	Brege – Mlake	-0.3	0.72	

\* Q – pomeni umerjanje za pretok; N – pomeni umerjanje za dušik; sicer gre za umerjanje za vodo v tleh

\*\* Sprejemljive vrednosti testov po (Moriassi in sod., 2007; Moriassi in sod., 2015):

PBIAS: za pretok med -25 in 25 zadovoljive, med -15 in 15 dobre, med -10 in 10 zelo dobre; za dušik med -70 in 70 zadovoljive, med -40 in 40 dobre, med -25 in 25 zelo dobre

R<sup>2</sup>: nad 0,5 za pretok in dušik zadovoljivo

NSE: za pretok nad 0,5 zadovoljivo, nad 0,6 dobro, nad 0,7 zelo dobro; za dušik nad 0,5 zadovoljivo

Za vodo v tleh ni znanih objav, ki bi podale sprejemljive vrednosti, zato smo upoštevali, da so sprejemljive vrednosti PBIAS med -25 in 25 ter R<sup>2</sup> nad vrednostjo 0,2, ki je omenjena v eni redkih objav (Rajib in Merwade, 2016)

#### 4.4 VALIDACIJA MODELOV

Da bi zagotovili, da model po umerjanju deluje čim bližje realnosti, smo s programom SWAT-CUP izvedli tudi validacijo. V praksi je to pomenilo, da smo v SWAT-CUP vhodnih datotekah zamenjali niz izmerjenih podatkov (zajeli smo drugo časovno obdobje - preglednica 26), parametrov pa nismo več spreminjali, ampak smo jih nastavili na tiste, ki so bili tekom umerjanja določeni za optimalne. Po tem smo model ponovno zagnali, program pa je izvedel statistično oceno delovanja (kot pri umerjanju). Poleg validacije proti izmerjenim podatkom, ki so bili uporabljeni že med umerjanjem, je bil za vsako območje izbran še »najboljši« model, ki smo ga pred uporabo za simulacije alternativnih scenarijev dodatno validirali še na podlagi dodatnih spremenljivk – evapotranspiraciji, rasti rastlin in količini pridelka, za nekatere lokacije pa tudi letni bilanci dušika v tleh.

V preglednici 27 so zbrani statistični podatki za validirane modele (povprečja, minimumi in maksimumi, ter standardni odkloni in mediane). Pretok Polskave v Trzcu je kljub deloma reguliranemu toku izkazal dobre rezultate, podobno pretok Save pri HE Brežice, ki je zaradi

reguliranega toka prek pregrad hidroelektrarn na spodnji Savi sicer slab kazalnik robustnosti modela za celotno območje Krške kotline, s katero ima zelo malo direktnih hidroloških povezav (za razliko od Polskave, saj je njeno porečje v celoti zajeto v 4. podpovodje modela za Dravsko kotlino). Validacija za vodo v tleh je ponovno nakazala, da lahko model z manjšo negotovostjo ovrednotimo kot zadovoljiv v primeru, ko imamo več ponovitev meritev za isto lokacijo in zato večji interval pričakovanih vrednosti.

Preglednica 26: Validacijska obdobja za različna merilna mesta

Območje	Lokacija	Validacija
Dravska kotlina	Polskava-Tržec	1. januar 2006 – 31. december 2007
	Žadovinek	26. avgust – 15. oktober 2018
Krška kotlina	Brege-Mlake	16. julij – 31. julij 2018
	Brege-Vrti	23. avgust – 15. oktober 2018
	Sava-Brežice	28. junij – 8. oktober 2017

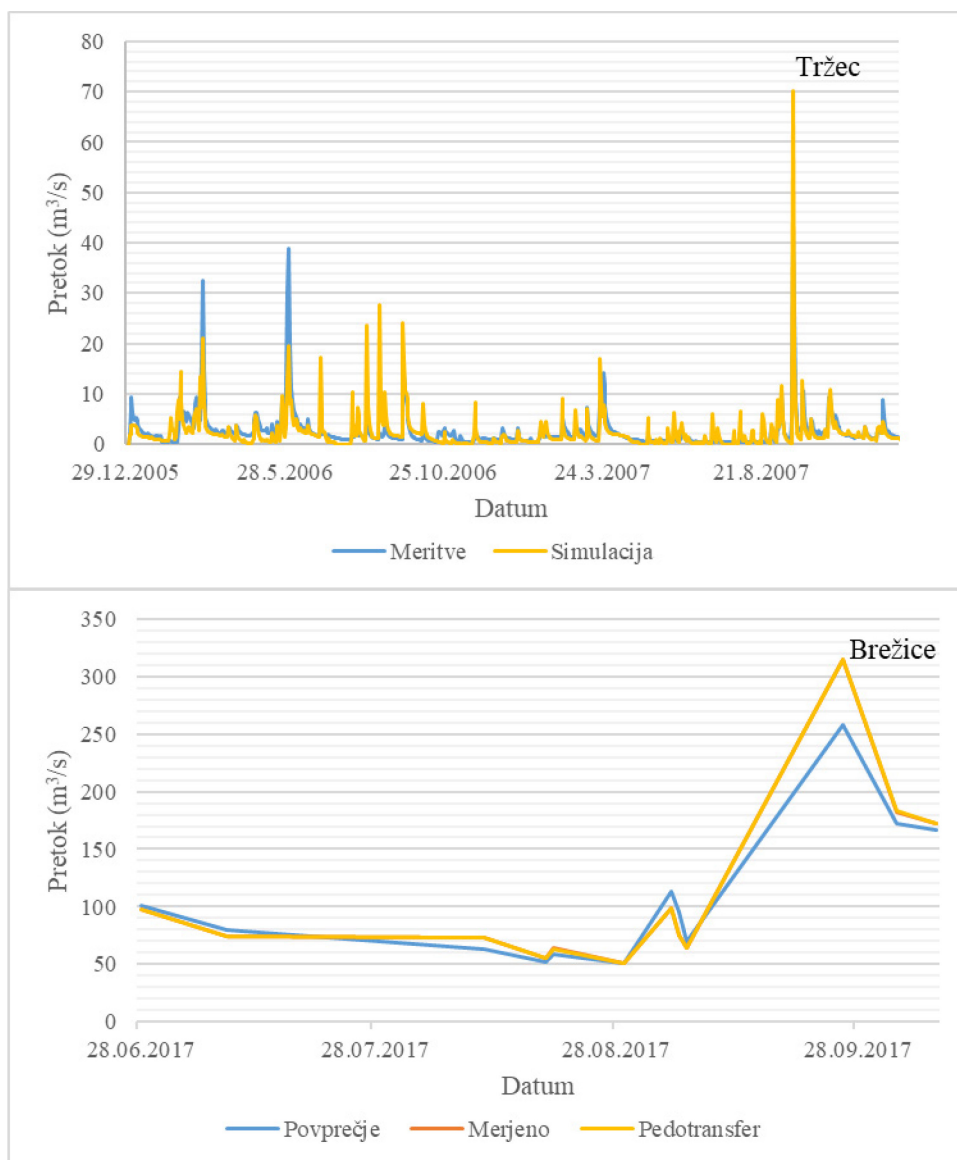
Preglednica 27: Prikaz različnih statistik merjenih in simuliranih vrednosti za različne modele območij Dravske in Krške kotline za obdobje validacije

		Dravska kotlina				Krška kotlina				
		F		SM	Mlake	F		FSM		
		Tržec	Žad.	Vrti		Brež.	Brež.	Žad.	Vrti	Mlake
Minimum	O*	0.4**	5.2	11.6	32.0	50.3	50.3	5.2	11.6	32.0
	M		2.1	8.1	23.6	50.4	50.4	2.9	11.1	25.0
	C	0.0	2.8	1.4	27.0	50.5	50.5	1.0	3.5	21.2
Maksimum	O*	42.5	13.8	25.7	39.3	257.5	257.5	13.8	25.7	39.3
	M		14.8	37.2	37.7	315.1	315.1	21.1	37.2	37.7
	C	70.1	17.4	23.1	45.2	315.3	315.3	13.5	28.7	36.0
Povprečje	O*	2.5	9.7	20.3	35.4	106.6	106.6	9.7	20.3	35.4
	M		10.9	29.3	33.3	110.2	110.2	11.8	31.0	34.3
	C	2.3	12.1	16.6	38.2	110.1	110.1	10.0	21.7	31.6
St. odklon	O*	3.5	2.1	3.7	2.0	62.7	62.7	2.1	3.7	2.0
	M		3.7	6.5	4.2	77.6	77.6	4.1	5.9	3.9
	C	3.9	4.1	5.0	5.4	77.7	77.7	3.8	5.8	4.6
Mediana	O*	1.6	9.2	21.6	34.7	87.5	87.5	9.2	21.6	34.7
	M		11.7	30.4	33.9	74.4	74.4	12.3	32.3	35.4
	C	1.4	12.6	17.1	38.6	74.4	74.4	10.9	22.5	32.9

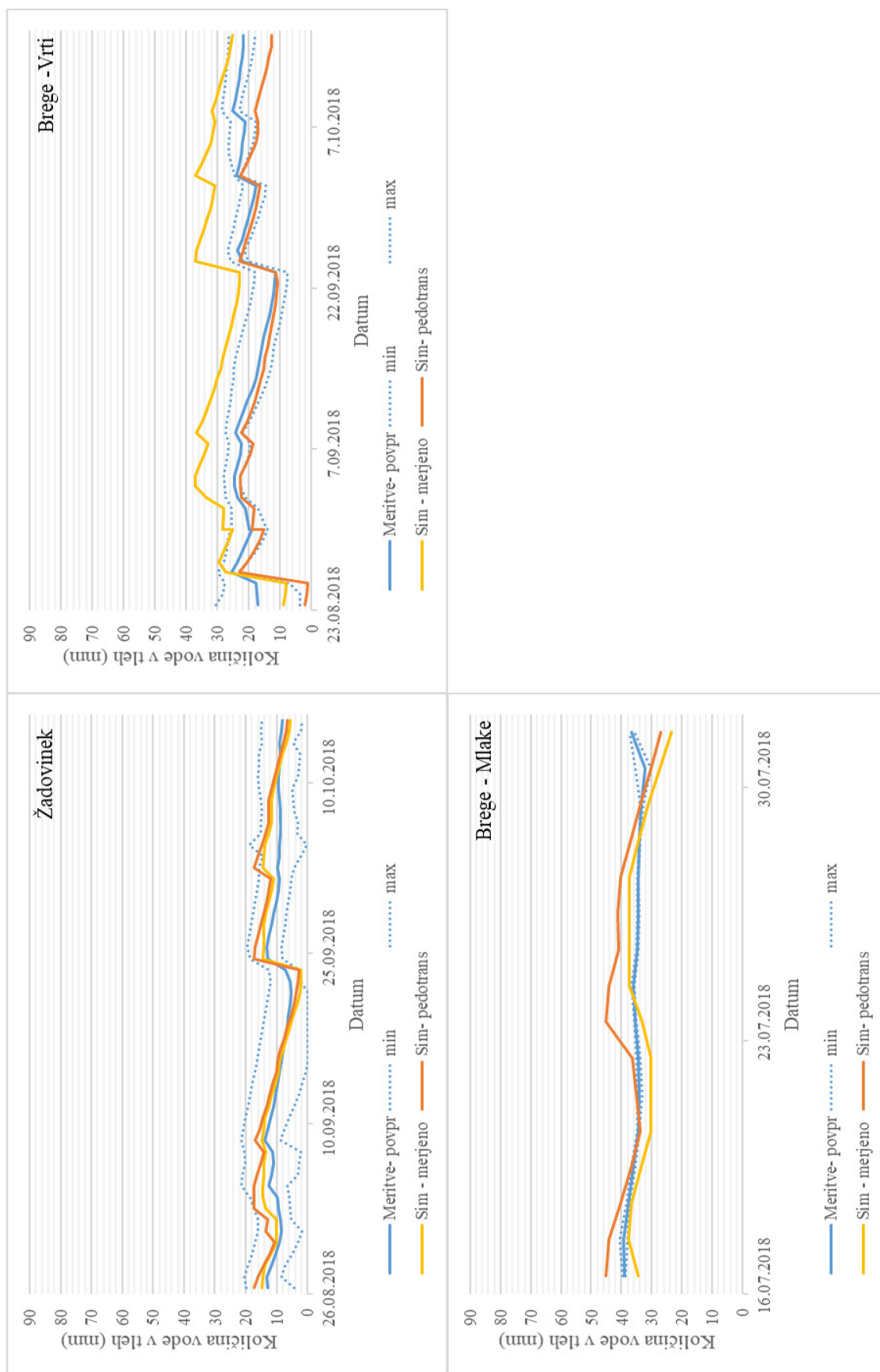
\*O – izmerjene vrednosti; M – simulacija z izmerjenimi podatki o tleh; C – simulacija s preračunanimi podatki o tleh (pedotransfer funkcije)

\*\* vrednosti za količino vode v tleh so pridobljene iz SWAT izhodne datoteke output.swr – za drugi horizont tal, za pretok in dušik pa iz datoteke output.rch – za parametra FLOW\_OUT (m<sup>3</sup>/s) in NO3\_OUT (kgN)

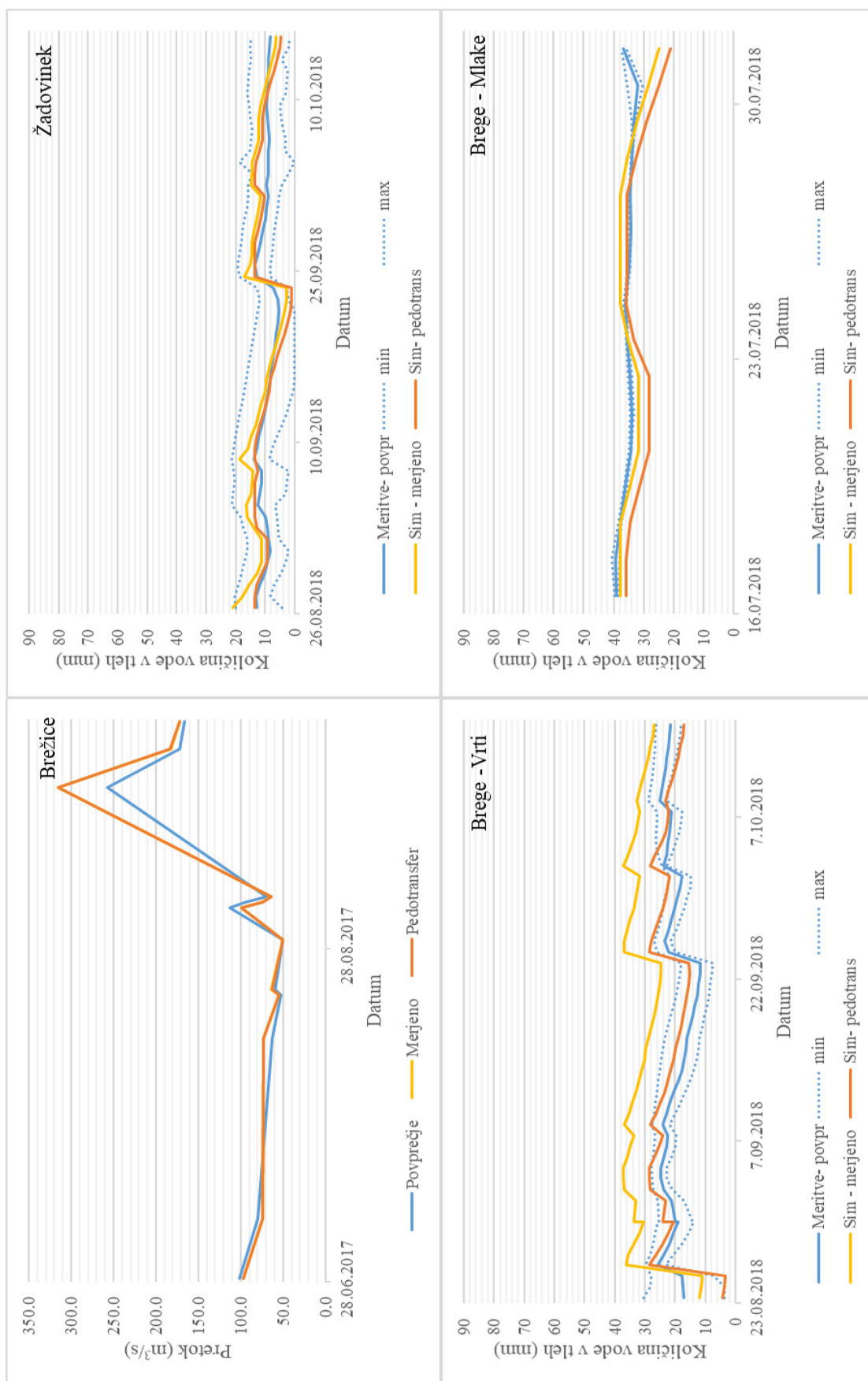
Grafična primerjava merjenih in simuliranih podatkov za obdobje validacije je prikazana na slikah 27 do 29.



Slika 27: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnih mestih Tržec za model D-C-F in HE Brežice za modela K-M-F in K-C-F za obdobje validacije



Slika 28: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-SM in K-C-SM za obdobje validacije



Slika 29: Primerjava merjenih in simuliranih vrednosti za pretok na merilnem mestu HE Brežice ter za vodo v tleh na treh poskusnih lokacijah za modela K-M-FSM in K-C-FSM za obdobje validacije

Preglednica 28 prikazuje rezultate statističnih testov za presojo učinkovitosti delovanja modelov tekom validacije. PBIAS je bil za vse modele, z izjemo enega merilnega mesta, manjši od  $\pm 10\%$  odstopanja vrednosti.  $R^2$  za modele, umerjene na pretok, je bil vedno večji od 0,5, kar je glede na literaturo (Moriasi in sod., 2007; Moriasi in sod., 2015) zadovoljivo. Pri modelih, umerjenih za vodo v tleh, zaradi pomanjkanja raziskav, ki bi poročale o sprejemljivih razponih vrednosti, težko ocenimo, ali so  $R^2$  vrednosti pod 0,5 zadovoljive. Vendar glede na negotovost, povezano s pridobivanjem meritev (pretok na enem mestu je lažje izmeriti reprezentativno kot vodo v tleh za celotno parcelo) in dejstvo, da je bila v eni redkih obstoječih objav s področja umerjanja SWAT za vodo v tleh s TDR sondami (Rajib in Merwade, 2016) kot najvišja dosežena omenjena vrednost 0,2, sklepamo, da modeli delujejo znotraj pričakovanj.

Preglednica 28: Prikaz učinkovitosti validacije – primerjava med merjenimi in simuliranimi vrednostmi na dnevem nivoju za različne modele za območji Dravske in Krške kotline

Območje raziskovanja	Različica modela	Merilno mesto*	Statistični test**			
			PBIAS	$R^2$	NSE	
			0 : optimum; + : podcenjevanje; - : precenjevanje	-1 : minimum 1 : maksimum	$-\infty$ : minimum 1 : maksimum	
Dravska kotlina	C-FN	Tržec (Q)	7.9	0.55	0.40	
Krška kotlina	M-SM	Žadovinek	-4.9	0.60		
		Brege - Vrti	3	0.37		
		Brege – Mlake	4.5	0.01		
	M-F	HE Brežice (Q)	-3.8	0.97	0.90	
	M-FSM		HE Brežice (Q)	-3.4	0.97	0.90
			Žadovinek	-7.9	0.75	
			Brege - Vrti	-4	0.37	
			Brege – Mlake	3	0.16	
	C-SM		Žadovinek	8.1	0.69	
			Brege - Vrti	-1.5	0.32	
			Brege – Mlake	10.8	0.20	
	C-F		HE Brežice (Q)	-3.8	0.97	0.90
			HE Brežice (Q)	-3.4	0.97	0.90
	C-FSM		Žadovinek	-1.5	0.71	
		Brege - Vrti	8.7	0.40		
		Brege – Mlake	0.8	0.29		

\* Q – pomeni umerjanje za pretok; sicer gre za umerjanje za vodo v tleh

\*\* Sprejemljive vrednosti testov po (Moriasi in sod., 2007; Moriasi in sod., 2015):

**PBIAS:** za pretok med -25 in 25 zadovoljive, med -15 in 15 dobre, med -10 in 10 zelo dobre; za dušik med -70 in 70 zadovoljive, med -40 in 40 dobre, med -25 in 25 zelo dobre

**$R^2$ :** nad 0,5 za pretok in dušik zadovoljivo

**NSE:** za pretok nad 0,5 zadovoljivo, nad 0,6 dobro, nad 0,7 zelo dobro; za dušik nad 0,5 zadovoljivo

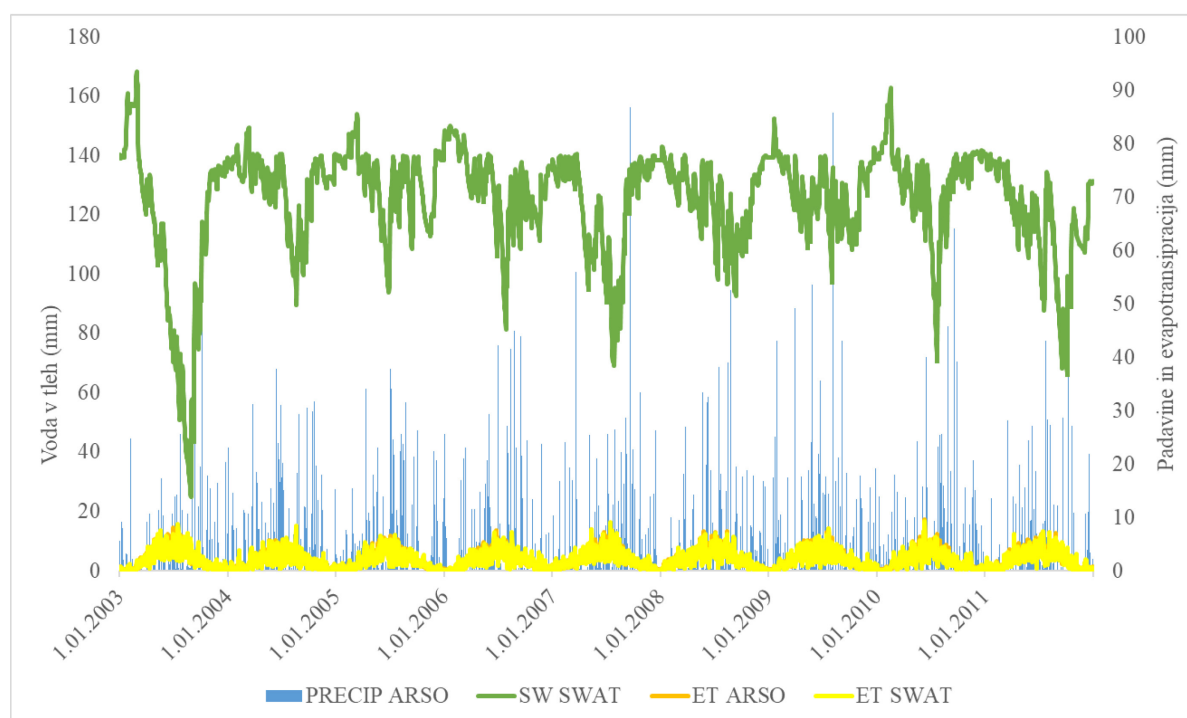
Za vodo v tleh ni znanih objav, ki bi podale sprejemljive vrednosti, zato smo upoštevali, da so sprejemljive vrednosti PBIAS med -25 in 25 ter  $R^2$  nad vrednostjo 0,2, ki je omenjena v eni redkih objav (Rajib in Merwade, 2016)

Kljub temu, da je pri validaciji modelov za Krško kotlino najboljše rezultate glede na koeficiente (z izjemo modelov, umerjenih za pretok, ki kot omenjeno niso najbolj reprezentativni za hidrologijo celotnega območja raziskovanja) dosegel model K-C-FSM,

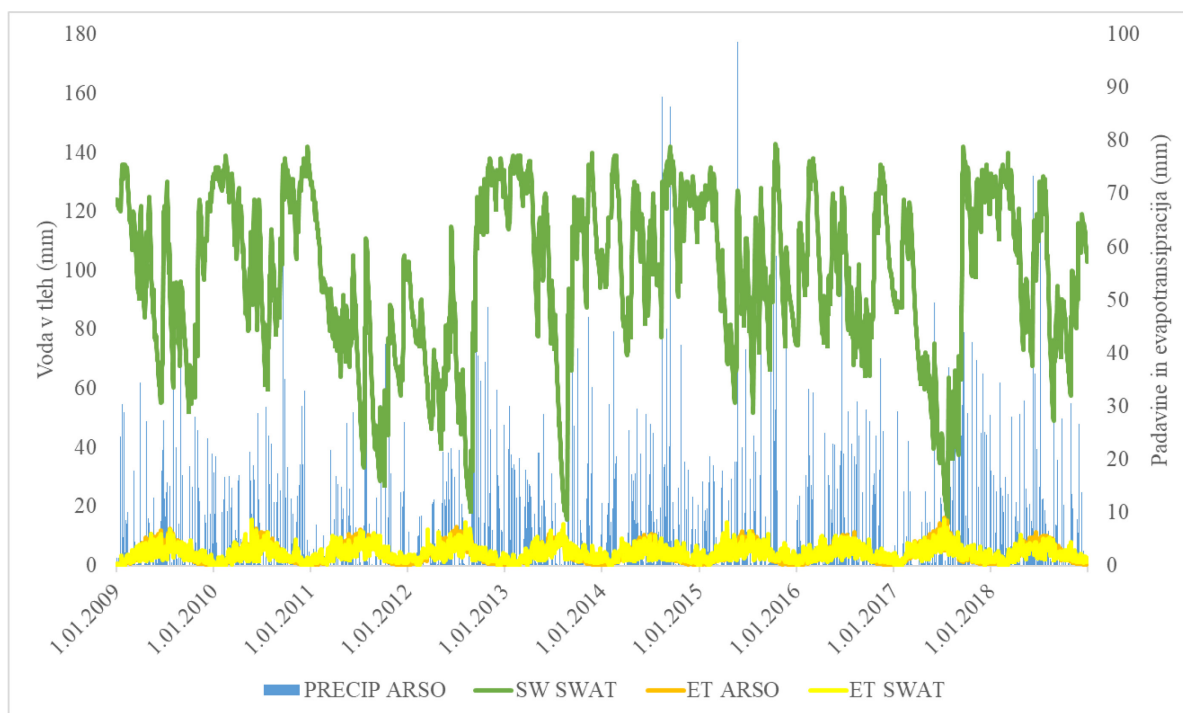


smo se zaradi boljšega vizualnega ujemanja rezultatov med umerjanjem, za simulacijo alternativnih scenarijev odločili za model K-M-SM. Za območje Dravske kotline smo za ta namen, glede na to, da je bil poleg pretoka umerjen tudi za dušik, izbrali model D-C-FN.

V nadaljevanju so rezultati vodne bilance za oba izbrana modela predstavljeni grafično. Evapotranspiracija in voda v tleh sta prikazani s padavinami kot povprečje vrednosti za celotno območje Dravske (Slika 30) in Krške kotline (Slika 31). Podatki nam dajo vpogled v delovanje modela na primeru vodnega cikla, ki je osnova za premeščanje nitrata skozi tla. Vidimo lahko, da se evapotranspiracija v poletnih mesecih poveča, pozimi pa zmanjša, kar je logična posledica nagiba zemeljske osi in posledično manjšega izhlapevanja vode iz tal ter skozi liste rastlin v zimskih mesecih. Prikazana je tudi primerjava simulirane evapotranspiracije z izmerjeno referenčno (na travi) na postaji Letališče Maribor za Dravsko ter postajah Bizeljsko (2010-2016) in Letališče Cerklje (2017-2019) za Krško kotlino. Simulirana evapotranspiracija ima skozi leta praktično enako dinamiko kot merjena. Povprečji za celotno obdobje za Dravsko kotlino sta 2,0 mm/dan (SWAT) in 2,3 mm/dan (ARSO); za Krško pa 2,3 mm/dan (SWAT) in 2,2 mm/dan (ARSO). Voda v tleh je prikazana kot celotni volumen rastlinam dostopne vode (količina pod kritično točko ni všteta) v profilu tal (do matične podlage). Podatki nam kažejo, da se ob večjih padavinskih dogodkih tla napolnijo z vodo, v letih s sušo (2003, 2012, 2013, 2017) (Sušnik in Gregorič, 2015) pa se količina vode v tleh zelo zmanjša, kar prav tako kaže na dejstvo, da je vodni cikel v modelu primerljiv s tistim v naravi.

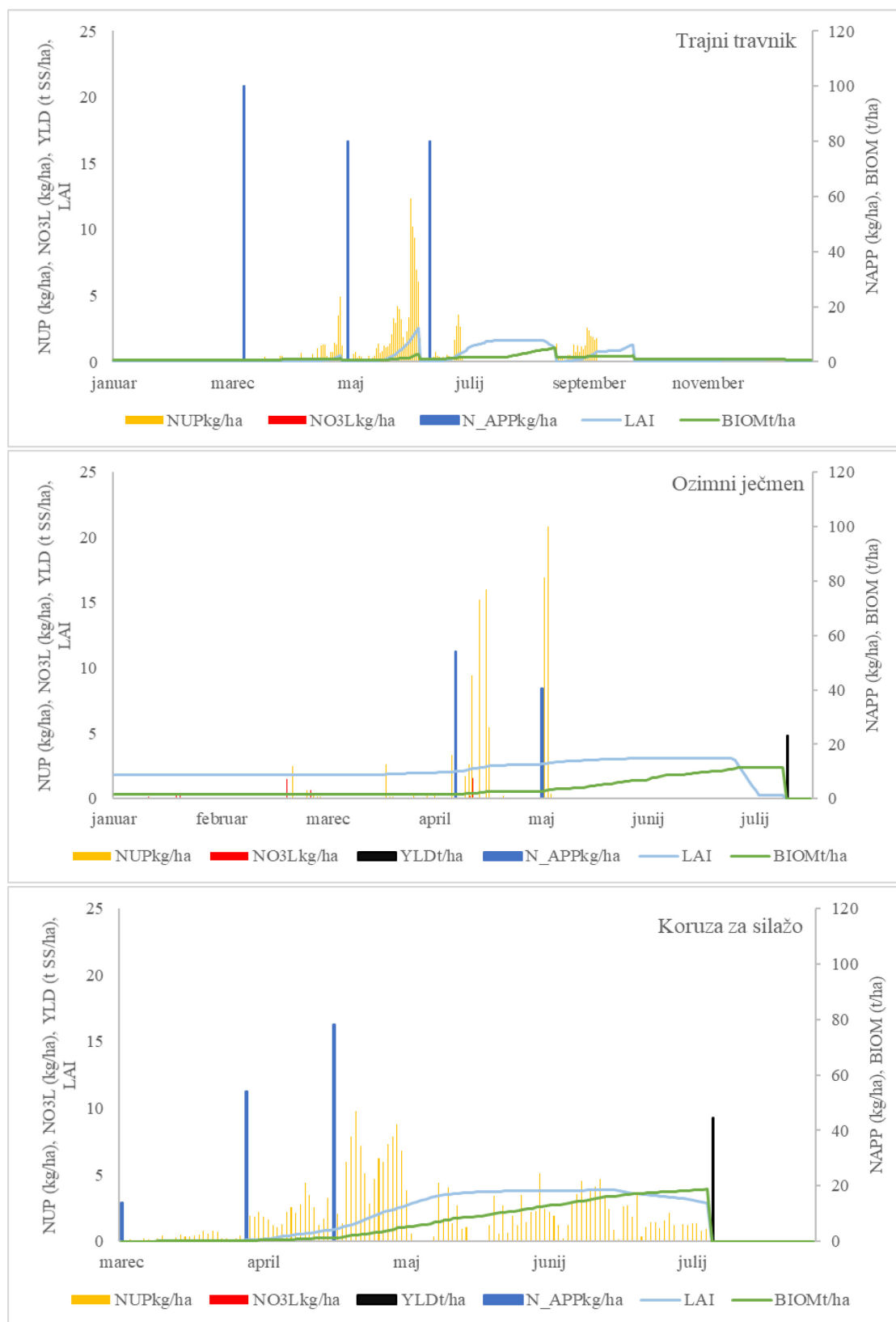


Slika 30: Dnevni prikaz merjenih padavin (PRECIP ARSO) in evapotranspiracije (ET ARSO) ter simuliranih vode v tleh (SW SWAT) in evapotranspiracije (ET SWAT) - povprečij na nivoju raziskovalnega območja Dravske kotline za obdobje 2003-2011

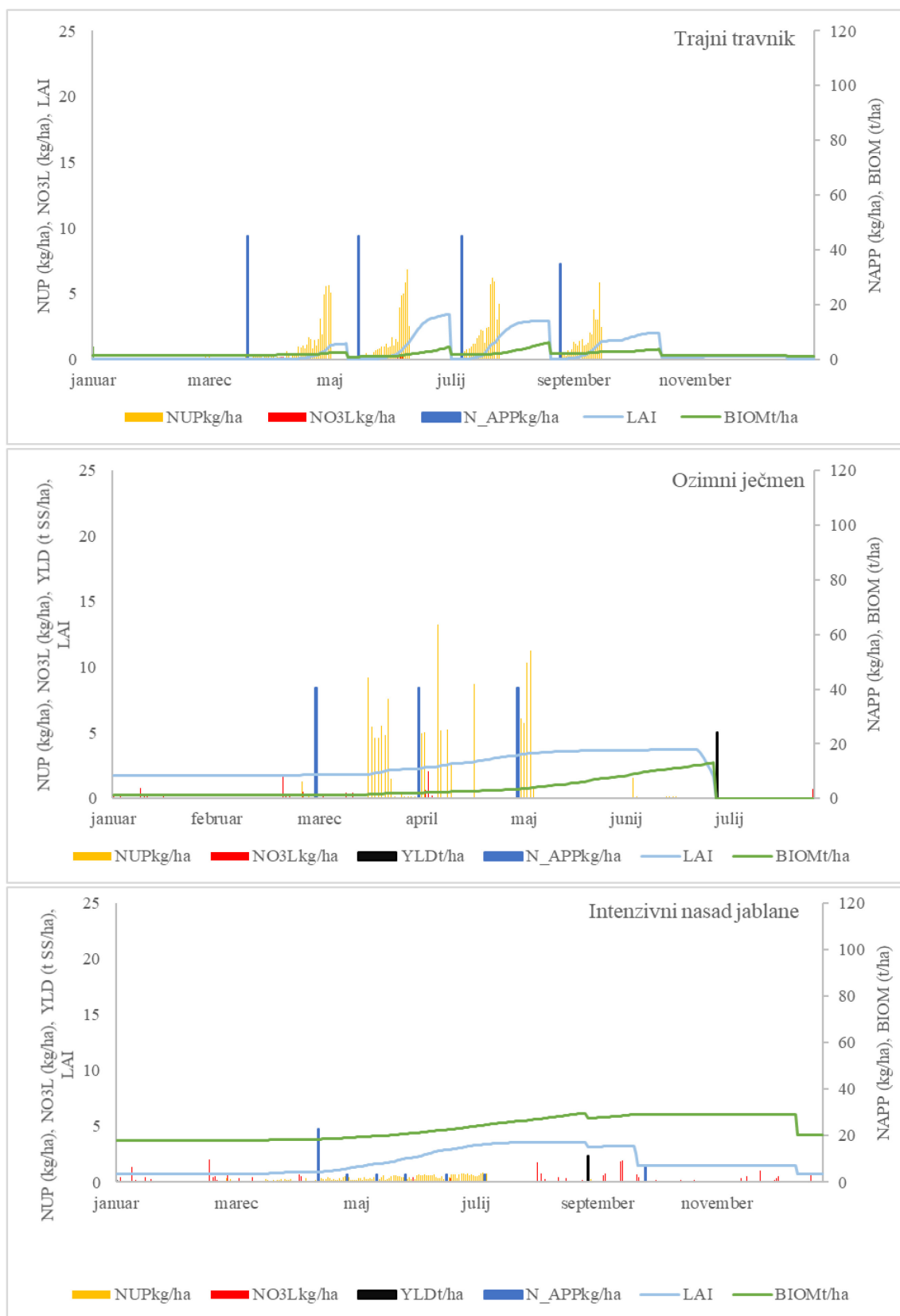


Slika 31: Dnevni prikaz merjenih padavin (PRECIP ARSO) in evapotranspiracije (ET ARSO) ter simuliranih vode v tleh (SW SWAT) in evapotranspiracije (ET SWAT) - povprečij na nivoju raziskovalnega območja Krške kotline za obdobje 2009-2018

Pomemben del modelnih simulacij je rast kmetijskih rastlin, zato so v nadaljevanju prikazani rezultati simulacije pridobivanja biomase, indeksa listne površine in pridelka za trajni travnik, silažno koruzo in ozimni ječmen za območje Dravske kotline (Slika 32) ter za intenzivni nasad jablane, travinje in ozimni ječmen za območje Krške kotline (Slika 33). Spremenljivke niso bile posebej umerjene, zato popolno ujemanje ni bilo pričakovano.



Slika 32: Z rastjo kmetijskih rastlin povezani izhodni podatki modela (NUP – odvzem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; YLD – pridelok suhe snovi; LAI – indeks listne površine; NAPP – z gnojenjem dodan dušik; BIOM – biomasa) za območje Dravske kotline v letu 2010



Slika 33: Z rastjo kmetijskih rastlin povezani izhodni podatki modela (NUP – odzvem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; YLD – pridelek suhe snovi; LAI – indeks listne površine; NAPP – z gnojenjem dodan dušik; BIOM – biomasa) za izbrane kulture za območje Krške kotline v letu 2010

Biomasa, pridelek, odvzem dušika s strani rastlin in ostali predstavljeni rezultati modela nam omogočajo vpogled v simulacijo rasti in razvoja rastlin. Biomasa in LAI tekom rastne dobe naraščata, ob spravilu in jeseni ob koncu rasti pa se ustrezno zmanjšata. Pričakovani LAI dosega pri travi vrednosti med 1 in 4 (Byrne in sod., 2005); 3.4 in 6.1 pri koruzi (Taube in sod., 2020); med 2,8 in 7,4 pri ječmenu (Amanullah in sod., 2018); med 1,5 in 5 pri jablani (Trimble, 2019). Simulirane maksimalne vrednosti so bile za vse rastline znotraj teh intervalov (za travo 2,6 v Dravski in 3,4 v Krški kotlini; za koruzo 3,8; za ječmen 3,1 v Dravski in 3,7 v Krški kotlini; za jablano 3,6).

Odvzem dušika je bil največji v času intenzivnega pridobivanja biomase oz. listne površine. Pridelki se z nekaterimi odstopanji razmeroma dobro ujemajo s pričakovanimi glede na podatke Statističnega urada Slovenije za obravnavani regiji, Podravsko in Jugovzhodno Slovenijo (Preglednica 29). V primeru travinja in silažne koruze kot pridelek šteje simulirana količina biomase (BIOM), ker pospravimo celotno rastlino, pri ostalih zgolj pridelek zrnja (YLD). Določena odstopanja gre pripisati dejstvu, da za to spremenljivko nismo izvedli umerjanja. Kljub vsemu pridelki niso dosegali nesmiselnih vrednosti, ampak so v mejah razumnih. V izogib morebitnim napakam zaradi odstopanj v simulaciji, smo pri izračunavanju pokritij v nadaljevanju raziskave simulirane podatke za alternativne scenarije ovrednotili kot odstotek spremembe, ne absolutno.

Preglednica 29: Primerjava simuliranih pridelkov in statističnih podatkov SURS za leto 2010 za obe območji

Pridelek	Vsebnost SS v pridelku (%) *	Povprečni letni pridelek za leto 2010 (t/ha)			
		Dravska kotlina Simulacija	Podravska SURS	Krška kotlina Simulacija	JV Slovenija SURS
Ozimni ječmen	88	5,4	4,6	5,1	3,5
Trajno travinje	20	2,3	6,8	3,4	5
Koruzna silaža	35	51,4	45	51,4	45
Jabolka	15	-	-	15,6	15

\* SWAT količine pridelkov izpiše v tonah suhe snovi (SS) na ha, zato so bile vrednosti, preračunane glede na vsebnosti SS, navedene v preglednici

#### 4.5 RAZLIKE MED MODELI - OSNOVNI SCENARIJ

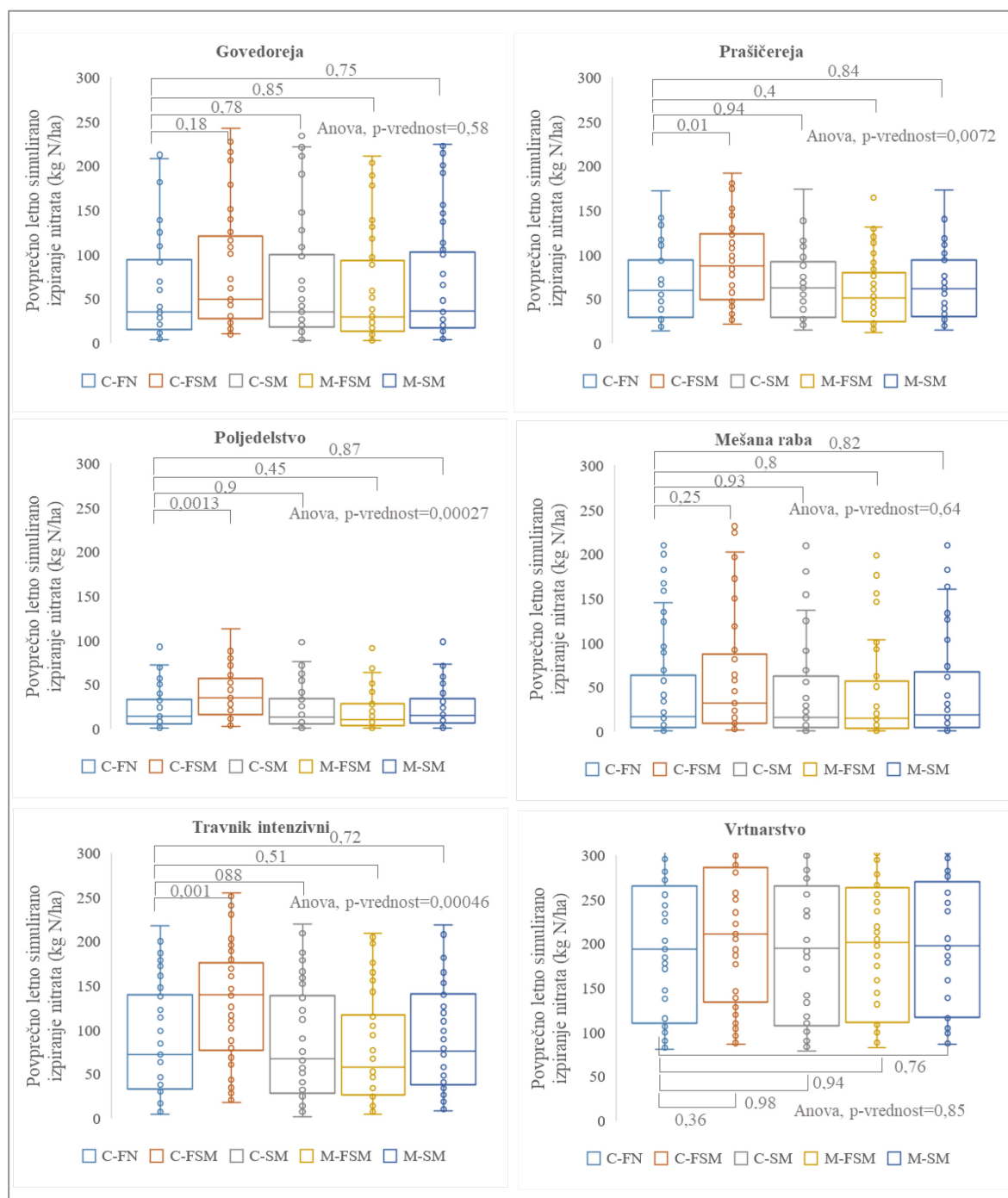
Vsi sklopi scenarijev so bili modelirani za obdobje 2000-2011 (Dravska kotlina) ali 2006-2018 (Krška kotlina). Prva tri leta so bila uporabljena za ogrevalno obdobje, ko se v modelu vzpostavlja kroženje vode in hranil v okolju, zato so izključena iz nadaljnje analize.

Da bi boljše raziskali razlike med posameznimi variantami modelov in s tem dobili odgovor na hipotezo 1, smo najprej preučili, ali obstajajo morebitne statistično značilne razlike med vsemi uporabljenimi modeli (znotraj vsakega območja). To smo izvedli tako, da smo primerjali rezultate za spremenljivko NO<sub>3</sub>L (izpiranje nitrata iz profila tal), ki je bila uporabljena tudi za kasnejše ovrednotenje okoljskega vpliva. Primerjava rezultatov posameznega osnovnega scenarija (samo scenariji 1-5) je bila torej izvedena za vse različice modelov. Vsi modeli so bili vključeni, ker smo želeli preveriti, ali drugače oz. »slabše« umerjeni modeli nujno dajo statistično značilno različne rezultate od izbranih, oz. »dobrih«. To smo ovrednotili s statistično analizo razlik med simulacijami izpiranja nitrata za različne modele. Z uporabljenim metodo ANOVA smo preverjali, ali je vsaj en model v skupini različen od ostalih. V nadaljevanju smo s t-testom preverili še, ali obstajajo razlike med

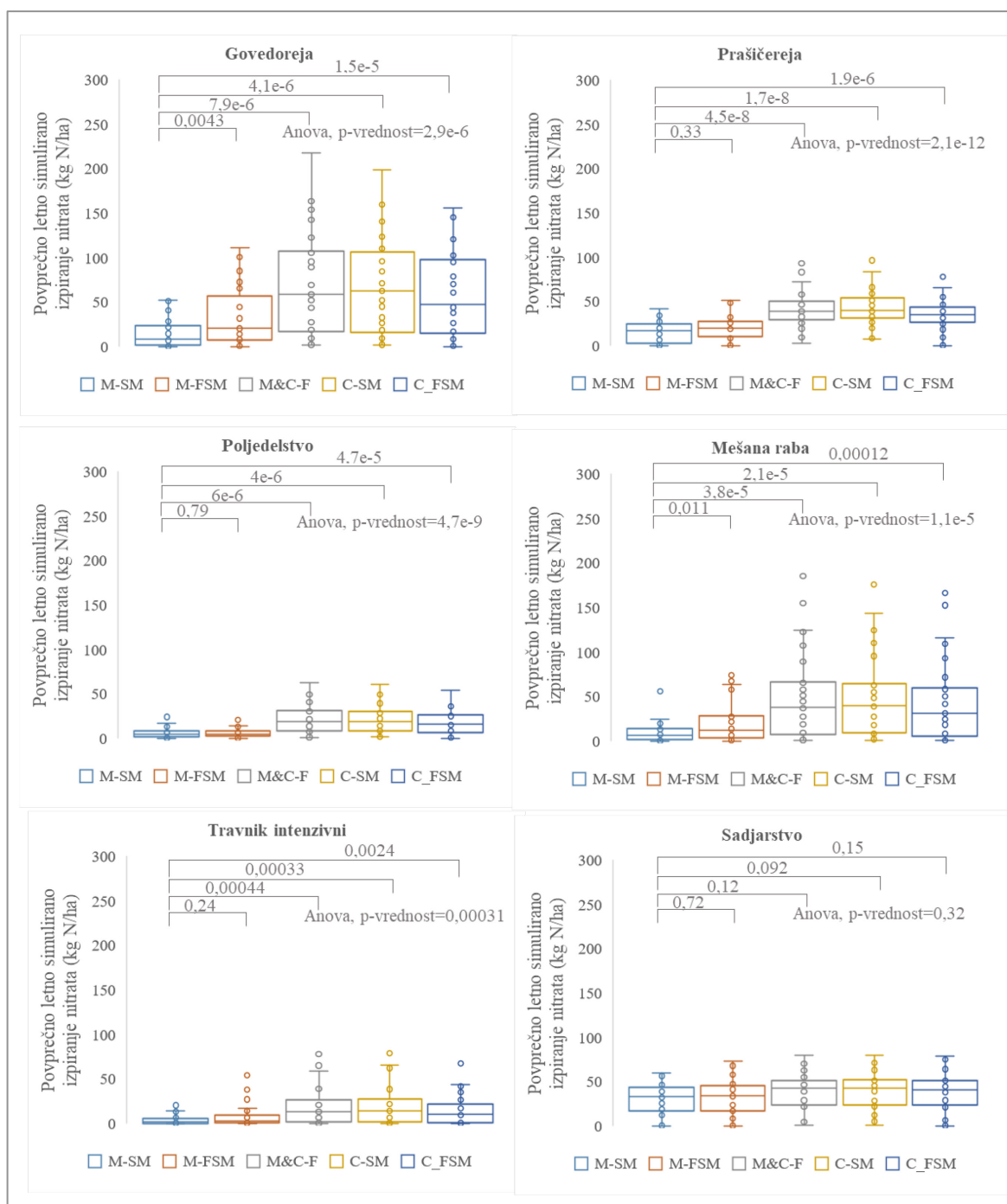
rezultati za izbrani model in za ostale modele. V izogib napakam pri testiranju velikega števila spremenljivk, opisanim med metodami, smo mejo, ko se rezultate šteje za različne, v našem primeru 5 modelov postavili pri 0,01. Primerjava osnovnih scenarijev (poskusi in glavne prakse) kaže, da očitno obstajajo razlike med rezultati izpiranja nitrata za modele, umerjene z različnimi vhodnimi in umeritvenimi podatki, vendar ne v vseh primerih.

Rezultati statistične analize za območje Dravske kotline so prikazani na sliki 34. ANOVA je pokazala, da so rezultati vsaj enega modela statistično značilno različni od ostalih pri naslednjih scenarijih: prašičereji ( $p=0,0072$ ), poljedelstvu ( $p=0,0013$ ) in travinju ( $p=0,00046$ ). Za območje Krške kotline so rezultati prikazani na sliki 35. Na tem območju so bile razlike med modeli prisotne pri večini scenarijev, ANOVA ni pokazala statistično značilne razlike v le primeru sadjarskega ( $p=0,32$ ).

Od izbranega modela za Dravsko kotlino (D-C-FN – izračunani podatki o tleh in umerjanje za pretok in nitrat) je bil glede na t-test zgolj v primeru poljedelskega in travniškega scenarija statistično značilno različen model D-C-FSM (izračunani podatki o tleh in združena umerjanje za pretok in vodo v tleh). Pri primerjavi izbranega modela za Krško kotlino (K-M-SM – merjeni podatki o tleh, umerjanje za vodo v tleh) z ostalimi, se je glede na rezultate t-testa izkazalo, da je K-M-FSM (izmerjeni podatki o tleh in združena umerjanje za pretok in vodo v tleh) edini model, ki pri večini scenarijev ni statistično značilno različen – izjema je govedoreja.



Slika 34: Primerjava simulacij izpiranja nitrata (v kg N/ha) za 5 različnih modela območja Dravske kotline po različnih osnovnih scenarijih. Rezultati statističnih testov so pripisani vsakemu grafu (ANOVA za primerjavo med vsemi različicami in t-test za post-hoc primerjavo izbranega modela z ostalimi).



Slika 35: Primerjava simulacij izpiranja nitrata (v kg N/ha) za 5 različnih modela območja Krške kotline po različnih osnovnih scenarijih. Rezultati statističnih testov so pripisani vsakemu grafu (ANOVA za primerjavo med vsemi različicami in t-test za post-hoc primerjavo izbranega modela z ostalimi).



Vzroke za nastanek razlik lahko zaradi poenotene metodologije pri postavljanju različic modelov iščemo bodisi v različnem izvoru podatkov o tleh, bodisi v načinu umerjanja, saj sta to namenoma edini točki, kjer postopek postavitve modelov ni bil enak. Poudariti velja, da na območju Dravske kotline model C-FSM stalno izkazuje večje izpiranje nitrata od ostalih modelov, kar potrjuje statistično značilna razlika, izražena s t-testom pri scenarijih poljedelstvo in travnik. Rezultati ostalih modelov so dosti bolj izenačeni, še najmanj v primeru prašičerejskega scenarija. Standardni odkloni rezultatov simulacij so za območje Dravske kotline sicer različni med scenariji, znotraj njih pa ne toliko. Drugače je pri modelih za Krško kotlino, saj se razen pri sadjarskem scenariju standardni odkloni tudi znotraj scenarijev precej razlikujejo. Zlasti majhne imata v večini primerov modela M-FSM in M-SM.

Na podlagi prisotnosti razlik med različicami modelov ugotavljamo, da niso vsi načini umerjanja primerni za vse situacije. Umerjanje za pretok v majhnih delih večjih povodij, kjer odtok z raziskovalnih območij ne prispeva bistveno k skupnemu pretoku večje reke, ali pa je zaradi človeškega posega s tesnjenjem struge celo prekinjena komunikacija med vodotokom in vodonosnikom (kot v primeru Krške kotline), je manj primerno od vode v tleh. Umerjanje za vodo v tleh na drugi strani zaradi omejenosti meritev na majhno območje ni najbolj primerno, če imamo bolj verodostojne podatke o pretoku (primer Dravske kotline). V literaturi se v zadnjih letih pojavlja vse več objav, kjer se za umerjanje modela SWAT uporablja daljinsko zaznane vrednosti za vodo v tleh. Pristop raziskovalci (Kundu in sod., 2017) priporočajo za umerjanje na območjih, kjer podatkov o pretokih rek ni, ali niso zanesljivi. Zaradi boljše prostorske resolucije satelitsko zaznanih podatkov o vodi v tleh, je z njimi tudi lažje obravnavati večja območja. Vendar Rajib in Merwade (2016) v eni redkih objav s področja umerjanja modela SWAT za vodo komentirata, da je potrebno pri daljinsko zaznanih podatkih o vodi v tleh upoštevati, da veljajo zgolj za zgornji sloj (5 cm) tal in da se z njimi izgubi precejšen del informacij, zato je lahko uporaba TDR meritev na več globinah na manjših območjih pomembna prednost.

Na podlagi rezultatov prav tako ugotavljamo, da je modele mogoče umeriti tako na podlagi merjenih kot preračunanih vhodnih podatkov, v našem primeru hidravličnih lastnosti tal (nasipna gostota, hidravlična prevodnost, količina rastlinam dostopne vode). Prednost meritev v laboratoriju je, da nam omogočajo pridobitev podatkov o območjih, ki predhodno še niso bila raziskana ali o njih vemo, da so zelo heterogena in jih zato želimo raziskati bolj podrobno. Slabost merjenih podatkov je hkrati prednost izračunanih; izvedba meritev zahteva čas in finančna sredstva, ki niso vedno na voljo. Z izračunom iz bolj splošnih podatkov, v primeru hidravličnih lastnosti tal iz teksture in količine organske snovi, ki sta obe podani v Pedološki karti Slovenije, lahko pridobimo zadovoljive začetne vrednosti za podatke o tleh, ki so v vsakem primeru zelo variabilni in jih na večjih območjih tudi z meritvami ne moremo določiti popolnoma zanesljivo. Začetne vrednosti (naj bodo merjene ali izračunane) v nadaljevanju v vsakem primeru spreminjamo tekom umerjanja modela. Če izhodiščne uporabljene vrednosti merjenih in preračunanih hidravličnih lastnosti tal (za obe območje so podane v prilogi C) primerjamo po posameznih tipih tal, lahko ugotovimo, da gre v nekaterih primerih, zlasti pri hidravlični prevodnosti, za zelo velike razlike (do 100 krat večje vrednosti pri izmerjenih podatkih). Razlike so najverjetneje posledica makropor, ki so se pogosto pojavile v odvzetih neporušenih vzorcih, in ki omogočajo preferenčni tok vode skozi sloj tal. Takšne pojave preračuni težko ustrezno upoštevajo. Za primerjavo: skozi

homogen vzorec težkih tal bo voda vedno tekla počasneje kot skozi homogen vzorec lahkih tal; a če skozi vzorec težkih tal poteka razpoka, bo voda izkoristila to pot najmanjšega odpora in stekla (hitreje kot skozi homogen vzorec lahkih tal) po njej.

Ob tem se pojavi vprašanje o smiselnosti porabe sredstev za meritve, saj se vrednosti parametrov na tekom umerjanja spremenijo. Sivasubramaniam s sod. (2020) razpravlja o negotovosti merjenih in modeliranih meteoroloških podatkov, zlasti padavin, a ugotavlja podobno, namreč da v nekaterih primerih podatki vremenskih modelov povsem zadovoljivo nadomestijo meritve. Princip je podoben – tako merjeni podatki o vremenu, kot o tleh, so lokalni in ne predstavljajo nujno najboljše heterogenih območij – zato je v takih primerih povsem smiselno in korektno, da merjene podatke nadomestimo z modeliranimi oz. izračunanimi.

Težko je reči, katera od različic umerjanja in pridobivanja vhodnih podatkov je bolj natančna ali pravilna. Lahko pa zaključimo, da ima vsaka različica svoje prednosti in slabosti, ki jih je vredno upoštevati ob izbiranju ustrezne metode za prihodnje raziskave z modelom SWAT. Rezultati tega dela raziskave hkrati podajajo odgovor na hipotezo 1, ki se glasi: 'Pričakujemo, da ima različen izvor vhodnih ali umeritvenih podatkov za modeliranje (npr. izmerjeni podatki o fizikalnih lastnostih tal v primerjavi s preračunanimi s pedotransfernimi funkcijami; umerjanje s pretoki rek v primerjavi s količino vode v tleh itn.) vpliv na rezultate scenarijev in da bo med posameznimi obravnavanji prišlo do razlik v izpiranju nitrata'. Hipotezo delno potrdimo, saj do razlik dejansko pride, vendar ne v vseh primerih: na območju Dravske kotline so rezultati vsaj enega modela statistično značilno različni od ostalih pri treh od šestih scenarijev, na območju Krške kotline pa pri petih od šestih scenarijev.

#### 4.6 OKOLJSKI UČINEK KMETIJSKE PRIDELAVE - SIMULIRANO IZPIRANJE NITRATA ZA ALTERNATIVNE KMETIJSKE PRAKSE

Za ovrednotenje okoljskega učinka posameznih scenarijev (2-36) smo z namenom čim bolj verodostojnega prikaza in zmanjšanja negotovosti uporabili zgolj po en (»najboljši«) model za vsako območje. Za območje Dravske kotline je bil uporabljen model D-C-FN (preračunani podatki o tleh s umerjanje za pretok in nitrat), za območje Krške kotline pa K-M-SM (merjeni podatki o tleh z umerjanjem za vodo v tleh). Povprečni letni rezultati za izpiranje in gnojenje po scenarijih so prikazani v preglednicah 30 in 31. Očitno je, da je variabilnost rezultatov precejšnja, kar je posledica številnih dejavnikov, ki vplivajo na proces izpiranja.

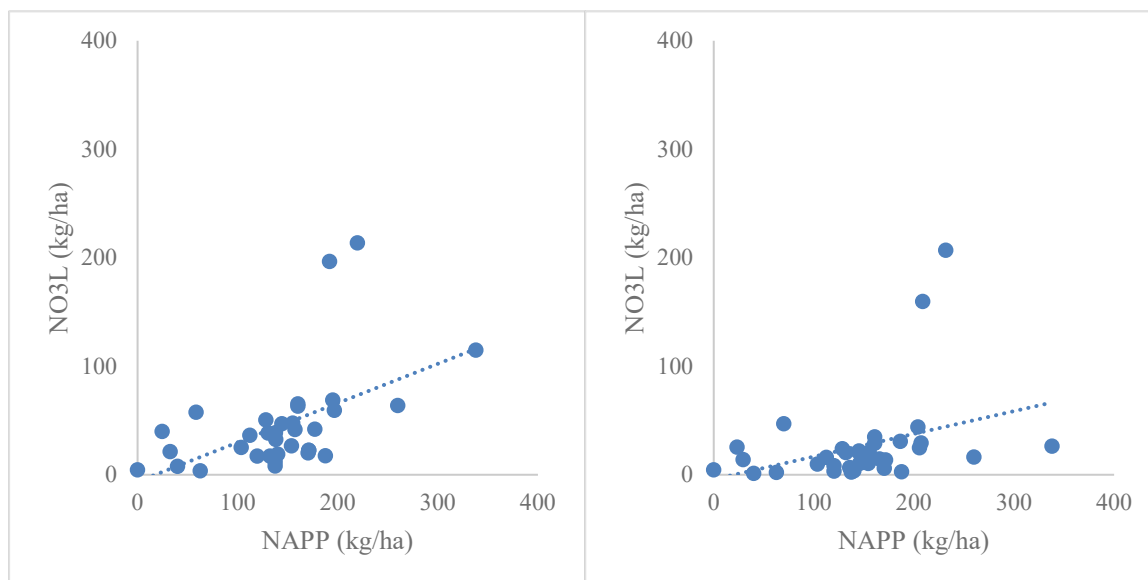
Preglednica 30: Primerjava povprečnih letnih količin izpranega in z gnojenjem dodanega dušika za scenarije od 2 do 32 na izbranih talnih tipih Dravske kotline za obdobje 2003-2012

Scenarij (številka in opis)		Povprečno gnojenje s st. odklonom (NAPP) (kg/ha/leto)		Povprečno izpiranje nitrata s st. odklonom (NO3L) (kg/ha/leto)	
14	Govedorejski kolobar s sojo Govedorejski kolobar za ožje in širše	32.6	± 24.6	21.5	± 12.2
7	VVO	138.2	± 40.5	38.4	± 48.7
6	Govedorejski kolobar za najožje VVO	130.4	± 33.9	32.7	± 39.1
19	Govedorejski kolobar 70 %	137.7	± 49.3	38.6	± 44.5
31	Govedorejski kolobar 80 %	157.3	± 56.3	41.7	± 52.3
26	Govedorejski kolobar 90 %	177.0	± 63.3	42.2	± 53.1
2	Govedorejski kolobar	196.7	± 70.4	59.5	± 62.8
21	Govedorejski kolobar min. gnojila	195.1	± 69.1	68.8	± 69.7
27	Poljedelski kolobar 80 %	136.8	± 8.3	16.0	± 15.6
8	Poljedelski kolobar za najožje VVO	132.2	± 38.0	17.2	± 16.9
32	Poljedelski kolobar 70 %	119.7	± 7.3	17.3	± 16.1
3	Poljedelski kolobar	171.0	± 10.4	22.5	± 22.4
9	Poljedelski kolobar za ožje in širše VVO	171.0	± 10.4	22.5	± 22.4
22	Poljedelski kolobar 90 %	153.9	± 9.3	26.8	± 21.4
10	Praščerejski kolobar za najožje VVO	103.5	± 7.6	25.3	± 23.0
20	Praščerejski kolobar 70 %	112.2	± 21.3	36.4	± 24.2
15	Praščerejski kolobar s sojo	24.5	± 25.6	40.1	± 22.3
28	Praščerejski kolobar 90 %	144.3	± 27.4	47.0	± 31.7
23	Praščerejski kolobar min. gnojila	155.0	± 25.7	47.6	± 28.7
33	Praščerejski kolobar 80 %	128.3	± 24.4	50.5	± 30.1
11	Praščerejski kolobar za ožje in širše VVO	160.3	± 30.5	63.4	± 38.3
4	Praščerejski kolobar	160.3	± 30.5	65.3	± 38.4
35	Travniška raba 2 kosna org. gnojila	62.5	± 0.0	3.6	± 3.8
36	Travniška raba 1 kosna	0.0	± 0.0	4.6	± 2.5
34	Travniška raba 2 kosna min. gnojila	40.0	± 0.0	7.7	± 8.8
29	Travniška raba 3 kosna min. gnojila	137.6	± 0.0	8.1	± 9.9
30	Travniška raba 3 kosna org. gnojila	137.6	± 0.0	11.9	± 11.8
25	Travniška raba 4 kosna org. gnojila	187.8	± 0.0	17.5	± 17.3
12	Travniška raba za najožje VVO	139.9	± 0.0	18.9	± 18.6
24	Travniška raba 4 kosna min. gnojila	170.3	± 0.0	20.2	± 21.1
13	Travniška raba za ožje in širše VVO	260.0	± 0.0	63.9	± 49.5
5	Travniška raba 4 kosna intenz. praksa	338.0	± 0.0	114.8	± 60.1
16	Vrtnarski kolobar - ekološki	58.3	± 83.4	57.7	± 53.8
17	Vrtnarski kolobar - integrirani var. 1	191.9	± 130.9	196.6	± 76.0
18	Vrtnarski kolobar - integrirani var. 2	219.7	± 116.9	213.7	± 93.5

Preglednica 31: Primerjava povprečnih letnih količin izpranega in z gnojenjem dodanega dušika za scenarije 2-32 na izbranih talnih tipih Krške kotline za obdobje 2009-2018

<b>Scenarij (številka in opis)</b>	<b>Povprečno gnojenje s st. odklonom (NAPP) (kg/ha/leto)</b>	<b>Povprečno izpiranje nitrata s st. odklonom (NO3L) (kg/ha/leto)</b>
6 Govedorejski kolobar za najožje VVO	132.0 ± 32.7	10.4 ± 12.7
14 Govedorejski kolobar s sojo	29.4 ± 25.5	13.9 ± 7.5
31 Govedorejski kolobar 80 %	165.7 ± 59.5	14.6 ± 21.1
7 Govedorejski kolobar za ožje in širše VVO	145.8 ± 45.2	20.5 ± 27.7
19 Govedorejski kolobar 70 %	145.0 ± 52.0	21.9 ± 25.6
21 Govedorejski kolobar mineralna gnojila	205.7 ± 73.4	24.9 ± 31.4
2 Govedorejski kolobar	207.1 ± 74.3	29.2 ± 35.3
26 Govedorejski kolobar 90 %	186.4 ± 66.9	30.8 ± 35.6
27 Poljedelski kolobar 80 %	137.4 ± 8.1	5.7 ± 5.0
8 Poljedelski kolobar za najožje VVO	136.0 ± 38.0	6.6 ± 5.9
32 Poljedelski kolobar 70 %	120.2 ± 7.1	8.3 ± 5.5
22 Poljedelski kolobar 90 %	154.5 ± 9.1	10.6 ± 7.0
3 Poljedelski kolobar	171.7 ± 10.1	13.6 ± 9.3
9 Poljedelski kolobar za ožje in širše VVO	171.7 ± 10.1	13.6 ± 9.3
10 Prašičerejski kolobar za najožje VVO	103.5 ± 7.3	9.9 ± 6.5
20 Prašičerejski kolobar 70 %	112.5 ± 20.4	16.0 ± 7.1
28 Prašičerejski kolobar 90 %	144.7 ± 26.2	20.8 ± 8.6
23 Prašičerejski kolobar mineralna gnojila	155.5 ± 24.6	20.9 ± 9.6
33 Prašičerejski kolobar 80 %	128.6 ± 23.3	23.9 ± 8.7
15 Prašičerejski kolobar s sojo	23.4 ± 24.7	25.4 ± 10.5
11 Prašičerejski kolobar za ožje in širše VVO	160.8 ± 29.1	29.1 ± 15.0
4 Prašičerejski kolobar	160.8 ± 29.1	35.1 ± 15.0
34 Travniška raba 2 kosna mineralna gnojila	40.0 ± 0.0	1.2 ± 1.8
35 Travniška raba 2 kosna organska gnojila	62.5 ± 0.0	2.3 ± 1.8
30 Travniška raba 3 kosna organska gnojila	137.6 ± 0.0	2.6 ± 2.0
25 Travniška raba 4 kosna organska gnojila	187.8 ± 0.0	2.7 ± 2.1
29 Travniška raba 3 kosna mineralna gnojila	120.1 ± 0.0	3.4 ± 3.5
12 Travniška raba za najožje VVO	139.9 ± 0.0	3.8 ± 3.8
36 Travniška raba 1 kosna	0.0 ± 0.0	4.6 ± 3.3
24 Travniška raba 4 kosna mineralna gnojila	170.3 ± 0.0	6.2 ± 6.1
13 Travniška raba za ožje in širše VVO	260.0 ± 0.0	16.3 ± 13.8
5 Travniška raba 4 kosna intenzivna praksa	338.0 ± 0.0	26.5 ± 18.2
16 Vrtnarski kolobar - ekološki	70.0 ± 86.8	47.1 ± 48.8
17 Vrtnarski kolobar - integrirani var. 1	208.7 ± 135.0	159.8 ± 75.4
18 Vrtnarski kolobar - integrirani var. 2	231.7 ± 117.4	207.1 ± 124.5

Slika 36 prikazuje korelacijo med povprečnimi letnimi količinami z gnojenjem dodanega (NAPP) in izpranega (NO3L) dušika za scenarije 2 - 36 za obe raziskovalni območji.



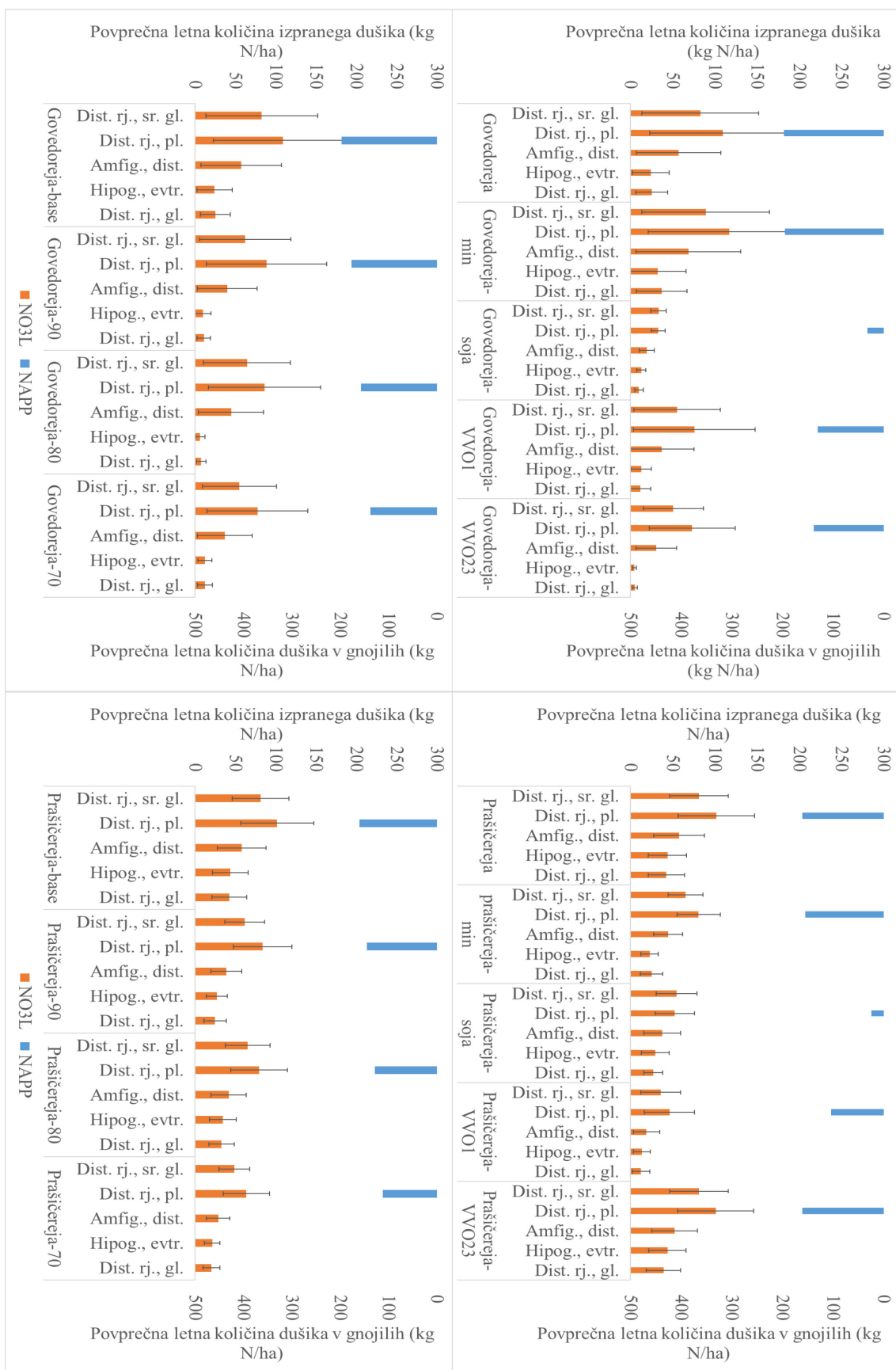
Slika 36: Korelacija med povprečnimi letnimi količinami z gnojenjem dodanega (NAPP) in izpranega (NO3L) dušika s trendno črto za scenarije 2-36 na izbranih talnih tipih Dravske kotline (levo) za obdobje 2003-2012 in Krške kotline (desno) za obdobje 2009-2018.

Za glavnino scenarijev velja, da je povprečna letna količina dodanega dušika med 100 in 200 kg/ha, povprečna letna količina izpranega dušika pa med 0 in 100 kg/ha. Odstopanja (izrazito majhne in velike vrednosti) kažejo, da se lahko v določenih primerih velik gnojilni obrok izrazi v razmeroma majhnem izpiranju nitrata in obratno. Izrazitost tega pojava je odvisna od kombinacije kolobar-talni tip, kar bo podrobneje predstavljeno v nadaljevanju. Pomenljiva je tudi razlika v nagibu trendne črte, ki je na primeru Krške kotline položnejša. Dejavnikov vpliva, zlasti okoljskih, je sicer veliko, vendar bi lahko (ob predpostavki primerljivosti kmetijske tehnologije na obeh območjih) razliko razložili ravno kot posledico okoljskih dejavnikov, najverjetneje kombinaciji lastnosti tal in količine ter razporeditve padavin skozi rastno dobo. Rezultati nam tako dajo dodatno potrditev, da sta izbrana modela za obe območji dovolj robustna, saj je splošno stanje z izpiranjem nitrata (upoštevaje kazalnik koncentracije nitrata v podzemni vodi) na območju Dravske kotline dejansko slabše (od 27 merilnih mest v programu monitoringa ARSO (2020b) jih 9 presega standard kakovosti po VD) kot na območju Krške kotline (v letu 2020 je bila koncentracija nitrata zgolj v vrtini Drnovo 52,75 mg/l, v preteklih 8 letih se je stalno gibala nad 40, v letih 2013 in 2018 celo nad 60 mg/l (ARSO, 2020b)).

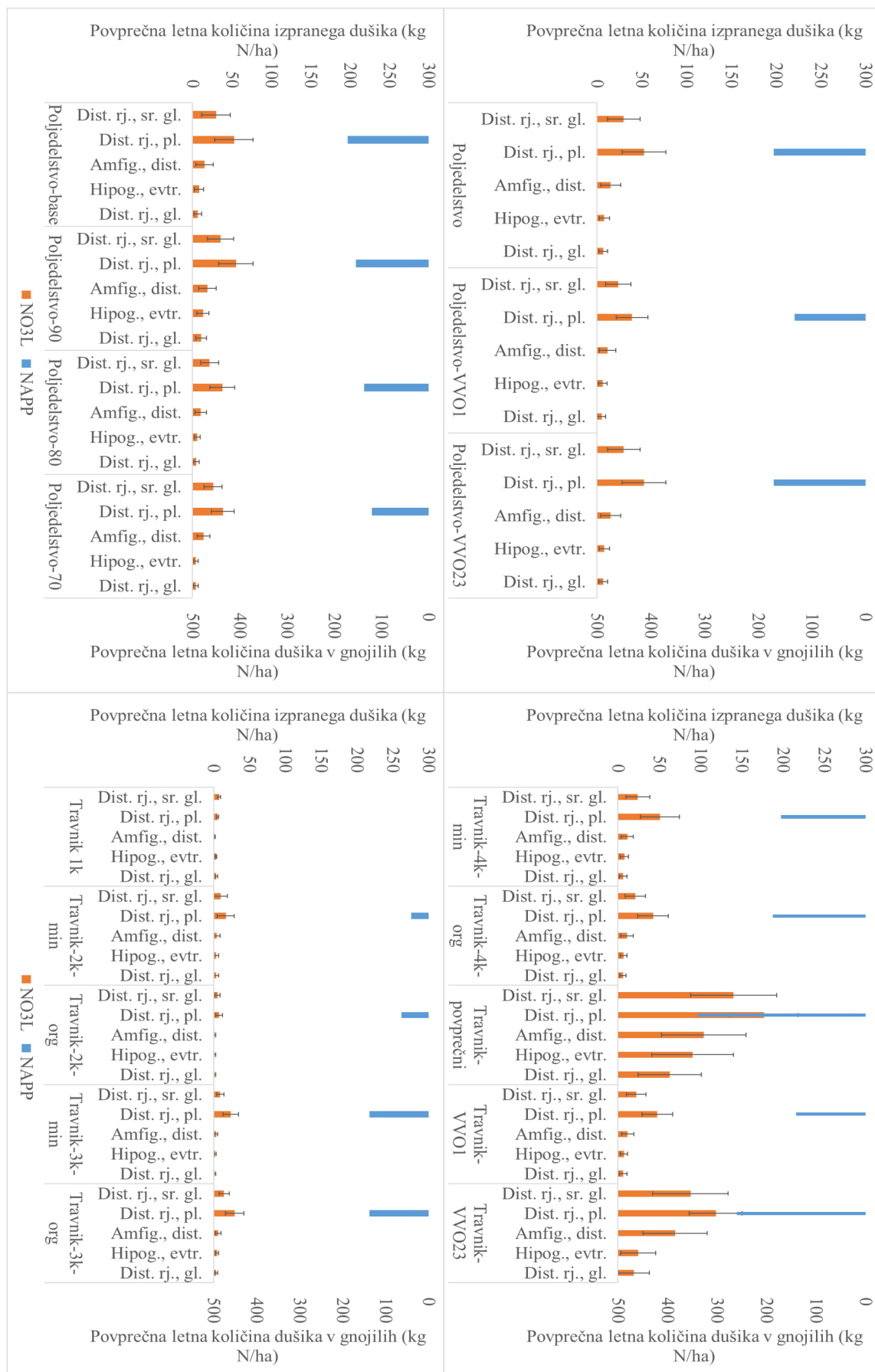
Slike 37 do 40 prikazujejo del letne bilance dušika za scenarije 2-36 na glavnih talnih tipih obeh raziskovalnih območij. V splošnem velja, da manjši vnosi dušika z gnojenjem povzročijo manjše izpiranje nitrata, vendar je iz rezultatov razvidno, da igrajo pri velikosti izpiranja zelo pomembno vlogo tudi lastnosti tal, kar je bilo potrjeno tudi v nekaterih drugih raziskavah (Arauzo in Valladolid, 2013; Glavan in sod., 2015; Pavlović in sod., 2017). Z vidika zmanjševanja izpiranja nitrata so pri praktično vseh tipih rabe tal koristni ukrepi najožjega vodovarstvenega območja, medtem ko ukrepi ožjega in širšega območja v

primerjavi z osnovno prakso ne povzročijo bistvene razlike v količini izpranega dušika. Zanimiv je primer travinja, kjer smo primerjali intenzivno prakso s terena (Travniki-intenzivna praksa, VVO1 in VVO23) in gnojenje po smernicah MKGP (ostalo) (Mihelič in sod., 2010). V literaturi s področja varstva okolja pogosto zasledimo, da je trajno travinje z vidika izpiranja nitrata zelo primerna raba tal (Di in Cameron, 2002; Kvítek in sod., 2009; Kopáček in sod., 2013), vendar rezultati simulacij kažejo, da ima pomemben vpliv na zmanjševanje izpiranja nitrata zgolj trajno travinje, kjer se pri gnojenju upoštevajo načela dobre agronomske prakse. Pri praksi intenzivnih živinorejskih kmetij, kjer se travinje pogosto večkrat letno močno gnoji s tekočimi živinskimi gnojili in se dodaja tudi mineralna, pa je velikost izpiranja nitrata na ranljivih tleh zelo podobna njivski.

Na sliki 41 so prikazani rezultati za 3 različice vrtnarske rabe. Zanje so značilni veliki gnojilni obroki in relativno veliko število kultur v enem letu. Zaradi intenzivnosti je izpiranje nitrata na vseh tleh veliko, manjše je le pri ekološkem kolobarju, kjer je kot gnojilo uporabljena manjša količina uležanega hlevskega gnoja, ki zaradi mineralizacije dušik sprošča bolj postopno kot mineralni različici (urea ali KAN).

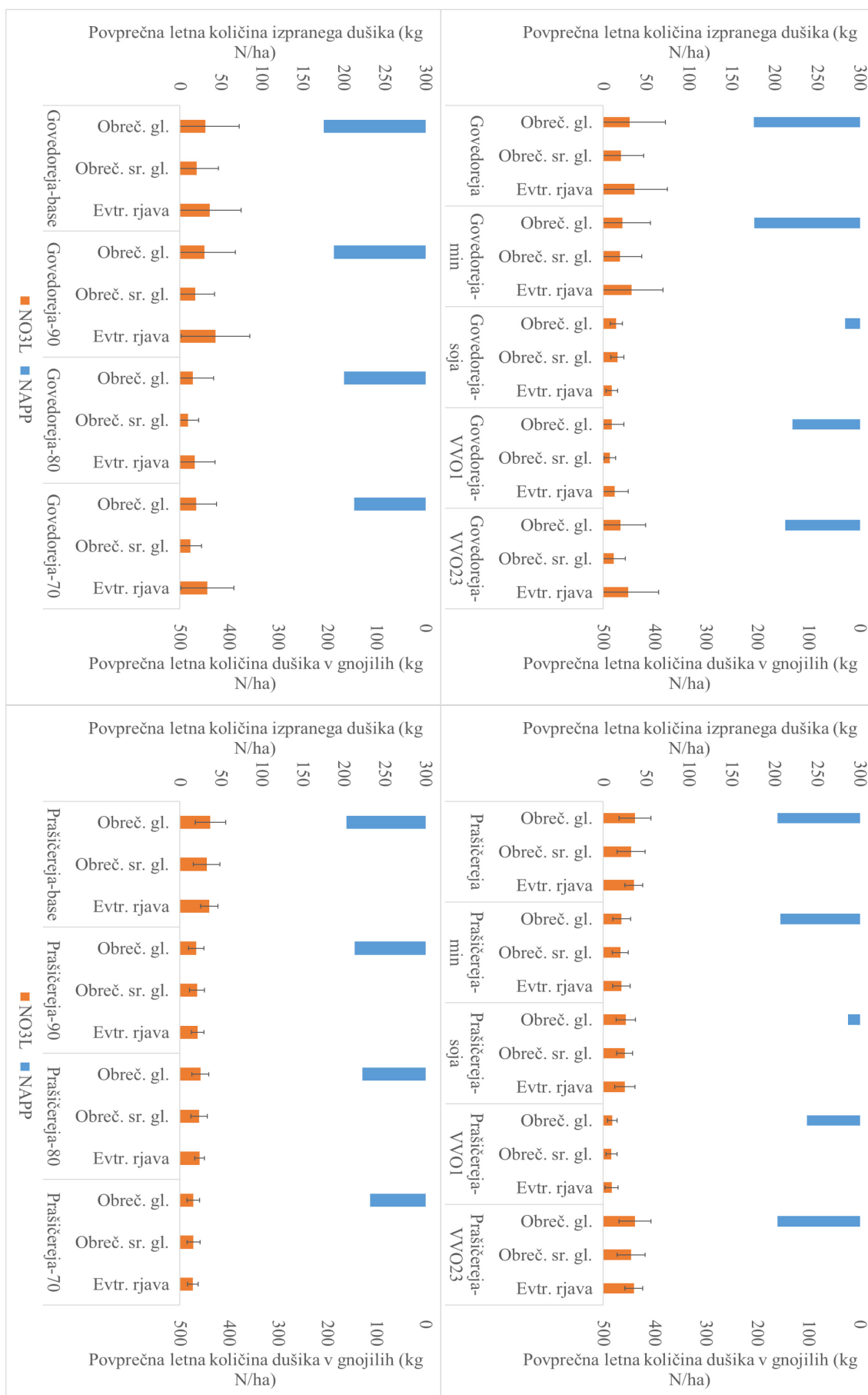


Slika 37: Povpr. letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice govedor. (levo) in prašičer. (desno) kolobarja na 5 izbranih talnih tipih Dravske kotline

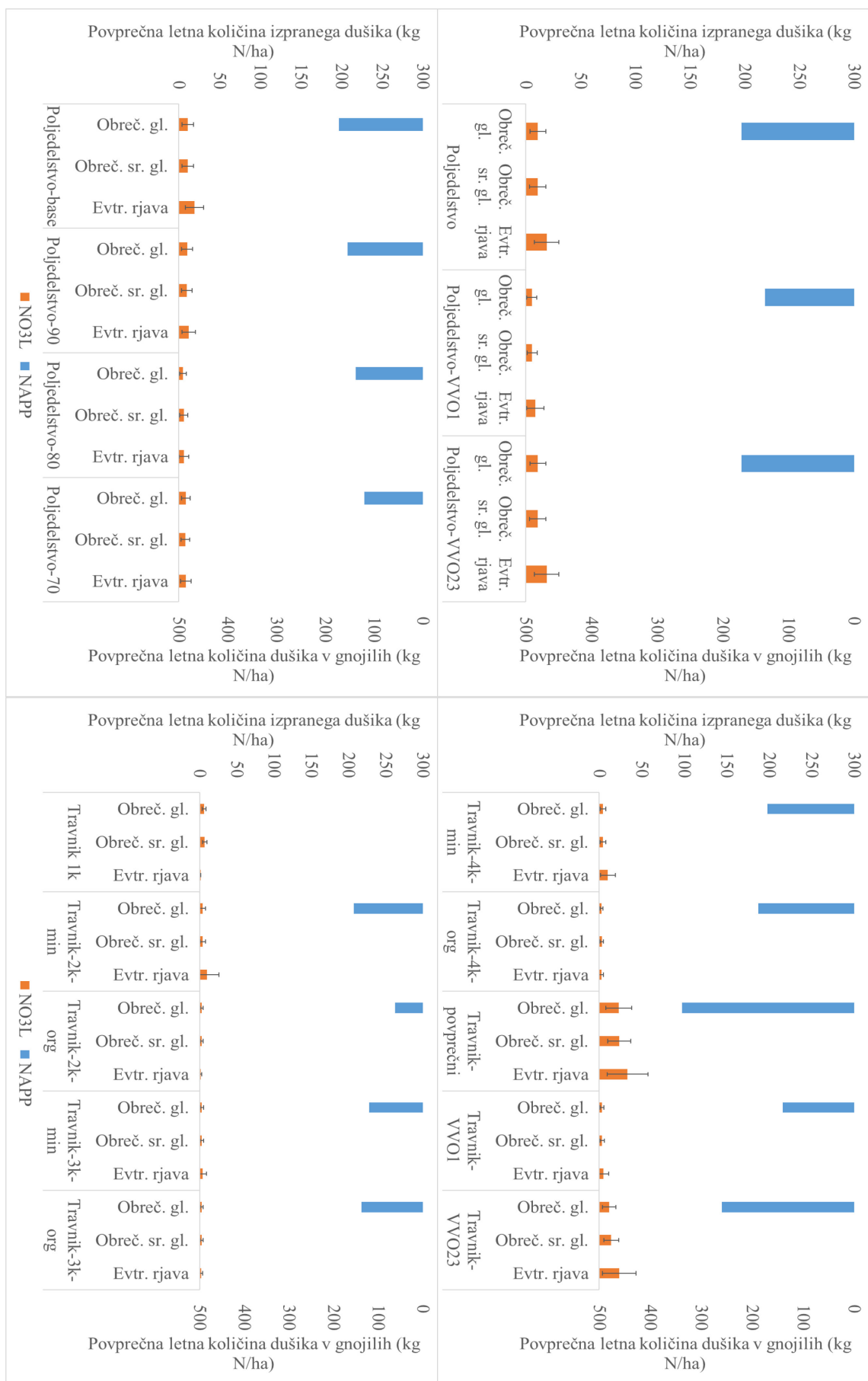


Slika 38: Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice poljed. kolobarja (levo) in travniške rabe (desno) na 5 izbranih talnih tipih Dravske kotline

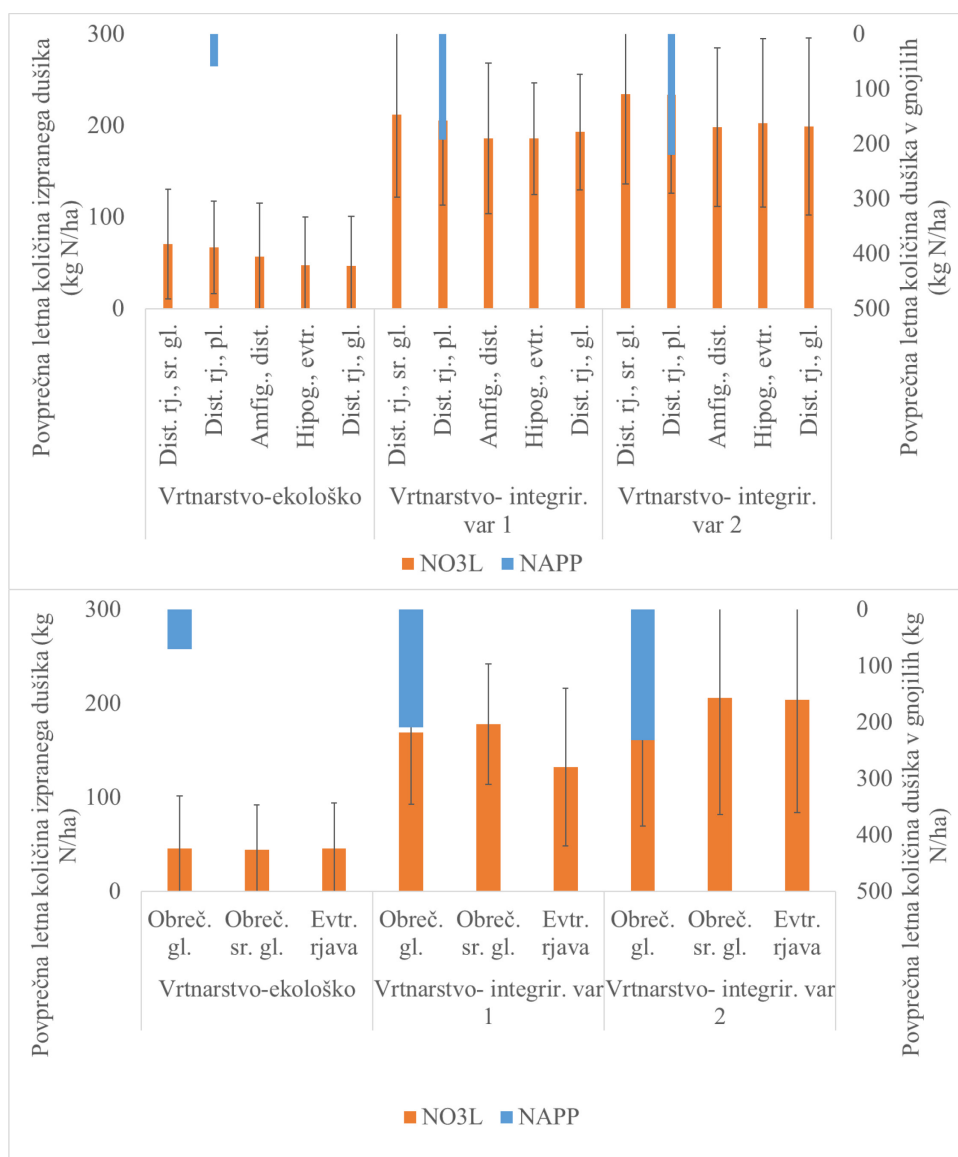




Slika 39: Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice govedor. (levo) in prašičer. (desno) kolobarja na 3 izbranih talnih tipih Krške kotline



Slika 40: Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice poljed. kolobarja (levo) in travniške rabe (desno) na 5 izbranih talnih tipih Krške kotline



Slika 41: Povprečne letne količine izpranega in z gnojili dodanega dušika za različice vrtnarske rabe na 5 izbranih talnih tipih Dravske (zgoraj) in 3 izbranih talnih tipih Krške kotline (spodaj)

V preglednicah 32 in 33 so rezultati predstavljeni še tabelarično – kot povprečne spremembe v simuliranih količinah izpiranja nitrata po kombinacijah rabe in talnih tipov za območji raziskovanja. Pred predstavitvijo rezultatov velja opozoriti, da so prikazani kot odstotek spremembe glede na osnovni scenarij, zato velika vrednost pri travniških scenarijih ne pomeni nujno večjega izpiranja kot manjši odstotek spremembe pri npr. prašičerejskih. Razporeditev v razrede učinkovitosti je bila predhodno predstavljena v preglednici 14.

Glede na rezultate kaže, da so imeli na območju Dravske kotline alternativni govedorejski scenariji večinoma največji učinek na zmanjšanje izpiranja nitrata na hipogleju in amfigleju. Z izjemo enega scenarija so se vsi ostali pokazali kot zelo učinkoviti (več kot 50 % izboljšanje v primerjavi z osnovnim) na amfigleju, na hipogleju je bila takih polovica, na distričnih rjavih tleh vseh treh globin pa zgolj eden. Brez učinka (-19 % do 19 % spremembe) so bili ocenjeni le en scenarij na srednje globokih in dva na plitvih distričnih rjavih tleh. Nasprotnega učinka (20 % do 49 % poslabšanje) ni izkazal nobeden od alternativnih scenarijev.

Od poljedelskih alternativnih scenarijev na istem območju se noben ni izkazal kot zelo učinkovit, se je pa pokazalo, da ima 90 % gnojilni odmerek nasproten učinek na globokih distričnih rjavih tleh in zelo nasproten učinek (več kot 50 % poslabšanje) na hipogleju in amfigleju.

Med prašičerejskimi alternativnimi scenariji se je kot zelo učinkovit na vseh tipih tal izkazal režim VVO1, na hipogleju in amfigleju tudi 70 % odmerek dušika. Nasprotnega učinka ni imel nobeden od scenarijev.

Izmed travniških scenarijev so se enokosna in vse dvo in trokosne rabe izkazale kot učinkovite (20 % do 49 % izboljšanje) do zelo učinkovite na vseh tipih tal. Zamenjava organskih gnojil z mineralnimi ni imela učinka na spremembe izpiranja nitrata. Izmed bolj realnih praks s terena se je najbolje izkazala raba VVO1 (brez učinka), medtem ko sta tako raba za VVO23 in intenzivni scenarij pokazala močno nasproten učinek v primerjavi z osnovnim scenarijem.

Na območju Krške kotline je situacija nekoliko drugačna, kar smo glede na pregled literature pričakovali, saj se območji ne razlikujeta zgolj po pedologiji, ampak tudi v vremenskih razmerah. Tako ni neobičajno, da so posamezni scenariji na enem območju učinkoviti, na drugem pa imajo po možnosti celo nasproten učinek. Večje razlike med območjema so opazne na vseh tipih tal pri poljedelskih alternativnih scenarijih – tukaj je bilo zelo učinkovitih ali učinkovitih po 5 scenarijev, nasprotnega učinka ni imel nobeden. Tudi pri prašičerejskih so rezultati za območje Krške kotline bolj spodbudni. Drugače je pri travinju, kjer se je kot zelo učinkovit na obrečnih talnih tipih pri zmanjšanju izpiranja nitrata pokazal le en scenarij, ostali deloma niso imeli učinka, oziroma je bil ta nasproten do zelo nasproten. Zanimiva je tudi primerjava rezultatov travniških scenarijev za evtrična rjava tla – tam se oba dvokosna in ekonomska scenarija kažejo kot zelo učinkovita oz. učinkovita, nekateri drugi pa kažejo zelo nasproten učinek.

Predstavljeni rezultati kažejo, da na območjih ukrepi, ki so prilagojeni za specifične okoljske razmere, učinkovito zmanjšajo izpiranje nitrata, zato sklepamo, da sta razvoj in uporaba sistema za podporo odločanju zelo smiselna.

Preglednica 32: Povprečne spremembe v količini izpranega nitrata za kombinacije scenarijev in izbranih tipov tal za območje Dravske kotline

Scenariji	Sprememba v izpiranju nitrata				
	Distr. rjava tla, globoka	Distr. rjava tla, sr. glob.	Distr. rjava tla, plitva	Hipoglej, evtrični	Amfiglej, distrični
<b>Govedoreja</b>					
osnovni	0%	0%	0%	0%	0%
70	-35%	-34%	-29%	-49%	-52%
80	-22%	-22%	-21%	-75%	-70%
90	-30%	-25%	-19%	-59%	-57%
min	20%	8%	8%	34%	47%
soja	-67%	-60%	-70%	-46%	-60%
najožje VVO	-35%	-33%	-31%	-47%	-53%
ožje in širše VVO	-47%	-39%	-33%	-82%	-80%
<b>Pojedelstvo</b>					
osnovni	0%	0%	0%	0%	0%
70	-7%	-13%	-27%	-49%	-44%
80	-31%	-28%	-28%	-29%	-33%
90	27%	19%	5%	61%	61%
najožje VVO	-21%	-21%	-26%	-20%	-26%
ožje in širše VVO	0%	0%	0%	0%	0%
<b>Praščereja</b>					
osnovni	0%	0%	0%	0%	0%
70	-50%	-40%	-38%	-52%	-53%
80	-28%	-20%	-22%	-21%	-23%
90	-33%	-24%	-18%	-38%	-42%
min	-23%	-20%	-21%	-49%	-41%
soja	-35%	-33%	-48%	-33%	-37%
najožje VVO	-67%	-56%	-55%	-70%	-71%
ožje in širše VVO	-9%	0%	-1%	0%	-8%
<b>Travinje</b>					
4k-org	0%	0%	0%	0%	0%
4k-min	3%	15%	20%	15%	4%
3k-org	-42%	-29%	-31%	-29%	-37%
3k-min	-69%	-56%	-44%	-68%	-68%
2k-org	-85%	-74%	-82%	-76%	-73%
2k-min	-63%	-52%	-60%	-49%	-41%
1k	-83%	-63%	-86%	-50%	-33%
ožje in širše VVO	531%	321%	178%	260%	218%
najožje VVO	7%	5%	11%	4%	5%
intenzivni	845%	571%	314%	1219%	950%

Preglednica 33: Povprečne spremembe v količini izpranega nitrata za kombinacije scenarijev in izbranih tipov tal za območje Krške kotline

Scenariji	Sprememba v izpiranju nitrata			
	Obrečna tla, globoka	Obrečna tla, sr. globoka	Evtrična rjava tla	
<b>Govedoreja</b>	osnovni	0%	0%	0%
	70	-37%	-36%	-9%
	80	-49%	-52%	-50%
	90	-3%	-8%	20%
	min	-28%	-3%	-10%
	soja	-51%	-19%	-73%
	najožje VVO	-68%	-61%	-63%
	ožje in širše VVO	-35%	-41%	-20%
<b>Poljedelstvo</b>	osnovni	0%	0%	0%
	70	-25%	-27%	-54%
	80	-54%	-46%	-67%
	90	-9%	-11%	-37%
	najožje VVO	-51%	-48%	-54%
ožje in širše VVO	0%	0%	0%	
<b>Prashičereja</b>	osnovni	0%	0%	0%
	70	-57%	-50%	-56%
	80	-33%	-29%	-33%
	90	-46%	-36%	-39%
	min	-42%	-39%	-40%
	soja	-29%	-23%	-30%
	najožje VVO	-72%	-71%	-73%
	ožje in širše VVO	0%	0%	0%
<b>Travinje</b>	4k-org	0%	0%	0%
	4k-min	64%	47%	305%
	3k-org	4%	-1%	-10%
	3k-min	16%	4%	75%
	2k-org	5%	-4%	-50%
	2k-min	-55%	-52%	-63%
	1k	132%	125%	-49%
	ožje in širše VVO	345%	368%	860%
	najožje VVO	25%	11%	102%
	intenzivni	793%	679%	1263%

#### 4.7 UČINKI PODNEBNIH SPREMEMB NA SCENARIJE IZPIRANJA NITRATA V KMETIJSKI PRIDELAVI

Osnovni scenariji kmetijske pridelave so bili za različne režime varovanja glede na VVO ovrednoteni tudi v luči pričakovanih podnebnih sprememb. Glede na modelne rezultate sprememb v temperaturi in padavinskih vzorcih (IPCC, 2021) je pričakovati tudi spremembe v vzorcih izpiranja nitrata na obravnavanih območjih. Spremembe v letnih količinah izpranega nitrata (NO<sub>3</sub>L) za dve obdobji v prihodnosti – kratkoročne (2011-2050) in dolgoročne (2051-2100) – so prikazane kot odstotek spremembe glede na modelirane vrednosti trenutnega stanja (podatki o vremenu za obdobje 1981-2010). Za območje Dravske kotline pričakovane spremembe glede na podnebni scenarij RCP4,5 (predpostavlja znatne omilitvene učinke) prikazuje preglednica 34, za RCP8,5 (ne predpostavlja omilitvenih učinkov) pa preglednica 35. Za območje Krške kotline so rezultati prikazani v preglednicah 36 (RCP4,5) in 37 (RCP8,5).

Rezultati so nepredvidljivi; za scenarij RCP4,5 kažejo, da se utegne izpiranje nitrata v Dravski kotlini zmanjšati, medtem ko v Krški kotlini na kratek rok nekoliko povečati in na dolgi rok morda zmanjšati. Signal ni povsod enoznačen, za območje Krške kotline zlasti ne v primeru mešanih scenarijev, kjer količina izpranega dušika variira celo med različicami VVO režima. Precej negotovo povečanje količine izpranega nitrata na območju Dravske kotline bi morda lahko pričakovali le pri poljedelskih scenarijih, največje zmanjšanje je predvideno na dolgi rok v mešanih scenarijih. Največje kratkoročno povečanje izpiranja bi bilo v Krški kotlini mogoče pričakovati v govedorejskem scenariju, medtem ko največje dolgoročno zmanjšanje pri travniškem. Odvzem dušika z rastlinami ne kaže bistvenih sprememb, razen pri prašičerejskem scenariju, kjer lahko zlasti na dolgi rok na obeh območjih pričakujemo povečanje odvzema dušika. Zmanjšanje odvzema dušika je v manjšem obsegu predvideno le pri scenariju mešane njivske rabe.

Scenarij RCP8,5 ne predpostavlja učinkov omilitve izpustov toplogrednih plinov, zato smo pričakovali, da bodo spremembe bolj izrazite kot pri RCP4,5. Signal zmanjševanja izpiranja nitrata je v tem primeru še močnejši, na območju Dravske kotline pri vseh, na območju Krške pa zlasti pri mešani, govedorejski in travniški rabi. Na dolgi rok kaže, da bi se lahko količina izpranega dušika ponekod zmanjšala za več kot tretjino. V Krški kotlini je možnosti, da se izpiranje nitrata poveča, več kot v Dravski. Odvzem dušika z rastlinami bo glede na napovedi modela doživel malo večjih sprememb, s ponovno izjemo prašičerejskega scenarija, ki v povprečju predvideva znatno povečanje, a je standardni odklon podatkov precejšen.

Zanimivo je, da količina z rastlinami odvezetega dušika (NUP) nima jasne povezave z izpiranjem nitrata; v nekaterih primerih se ena poveča in druga zmanjša, v drugih obratno, v tretjih se povečata ali zmanjšata obe hkrati. Pričakovati bi bilo, da se ob povečanem odvzemu dušika iz tal izpiranje zmanjša, saj ga je tako manj prostega v tleh. Vendar to ni edini dejavnik vpliva. Na izpiranje nitrata močno vplivajo tudi padavine, ki jih bo glede na modelske napovedi s stopnjevanjem podnebnih sprememb na vzhodu države sicer nekoliko več kot v preteklosti, a bodo prisotne v bolj intenzivnih padavinskih dogodkih in pogosteje v zimskem času. Glede na te napovedi bi pričakovali, da bo izpiranja dušika v prihodnosti več, a simulacije kažejo obratno. Z ogrevanjem ozračja pričakujemo tudi manj snega in toplejše zime, kar se bo izrazilo v nekoliko podaljšani rastni dobi. S tem v mislih bi

pričakovali večji odvzem dušika, ki pa ga ni možno zaznati povsod. Iz podatkov je zaradi množice vplivajočih dejavnikov težko določiti točne vzroke za dinamike v izpiranju in odvzemu dušika v prihodnosti. Področje je dovolj široko, da odpira možnost za nadaljnje raziskave. Na koncu je pomembno tudi, da opogumljeni z dobrimi napovedmi ne opustimo prizadevanj na področju varovanja vodnih virov, ampak vseeno storimo čim več za trajnost kmetijstva, njegovo odpornost pa dodatno krepimo z vzpostavljanjem kapacitet za namakanje v časih suše. Namakanje se glede na suše v zadnjih letih že kaže kot nuja in bo v prihodnosti ključno. V luči spremenjenih padavinskih vzorcev bosta zelo uporabni orodji izgradnja zadrževalnikov in bogatenje podzemne vode s ponikanjem, saj bo na ta način možno padavine, ki se zgodijo izven rastne dobe, shraniti za uporabo v času pomanjkanja. Za namakanje bi bilo mogoče uporabiti tudi vodo iz podzemnih črpališč za pripravo pitne vode, kjer so vsebnosti nitrata prevelike (kot npr. v črpališču Drnovo v Krški kotlini), kar so preučevali v projektu URaViVo (Pintar, 2017). Na ta način bi lahko izkoristili že obstoječo infrastrukturo, rastlinam pa dodali nekaj hranil, s čimer bi se izboljšala tudi ekonomičnost kmetijstva. Z vidika stalne preskrbe bi bilo vse tri ukrepe najbolj smotrno izvesti hkrati, saj bi z bogatenjem podzemne vode prek ponikanja povečevali njene zaloge v času viškov, kasneje pa jo črpali v času pomanjkanja. Glede na napovedi, da bo količina padavin na letni ravni v prihodnje verjetno večja, bi se taka strategija najverjetneje obrestovala.



Preglednica 34: Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Dravske kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP4,5 za obdobje 1981-2100

VVO režim	RCP4,5				1981-2010				2011-2050				2051-2100					
	NAPP		NUP		NO3L		NUP		NO3L		NUP		NO3L		NUP		NO3L	
	kg/ha	Povp.	kg/ha	St. od.	kg/ha	Povp.	kg/ha	St. od.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.
<b>Raba</b>	<b>133.5</b>	<b>195.0</b>	<b>± 51.5</b>	<b>16.8</b>	<b>± 12.4</b>	<b>4%</b>	<b>± 10%</b>	<b>-1%</b>	<b>± 13%</b>	<b>5%</b>	<b>± 5%</b>	<b>-12%</b>	<b>± 6%</b>					
<b>celotno območje</b>	103.4	177.0	± 61.9	16.6	± 12.2	10%	± 56%	-8%	± 7%	21%	± 134%	-17%	± 6%					
najožje	160.1	211.8	± 81.2	37.4	± 21.2	8%	± 42%	-5%	± 3%	16%	± 91%	-13%	± 3%					
ožje	160.1	213.5	± 81.4	29.9	± 18.1	7%	± 39%	-5%	± 3%	14%	± 89%	-13%	± 4%					
širše	160.1	216.9	± 80.6	25.4	± 15.5	6%	± 35%	-5%	± 2%	12%	± 80%	-14%	± 6%					
izven	132.1	137.1	± 26.4	16.5	± 9.5	-1%	± 4%	1%	± 7%	1%	± -6%	-15%	± 15%					
najožje	171.0	179.7	± 43.7	16.5	± 9.2	-2%	± 4%	0%	± 14%	-1%	± -16%	-15%	± 20%					
ožje	171.0	181.5	± 44.2	10.1	± 6.6	-1%	± 5%	2%	± 18%	-1%	± -16%	-15%	± 22%					
širše	171.0	181.9	± 44.4	9.0	± 5.8	-2%	± 5%	2%	± 20%	-2%	± -16%	-15%	± 24%					
izven	197.6	379.1	± 126.7	35.6	± 35.2	-2%	± 1%	-4%	± 7%	-3%	± -1%	-23%	± 8%					
najožje	214.8	380.2	± 106.9	44.7	± 39.7	6%	± 20%	-1%	± 11%	8%	± 12%	-12%	± 1%					
ožje	214.8	383.4	± 108.0	31.7	± 28.7	5%	± 20%	-1%	± 12%	7%	± 13%	-13%	± 0%					
širše	197.6	383.2	± 123.9	17.9	± 17.9	-2%	± 4%	-3%	± 6%	-4%	± 0%	-25%	± 8%					
izven	131.9	296.0	± 136.8	32.3	± 36.0	6%	± 16%	-9%	± 9%	6%	± 8%	-15%	± 0%					
najožje	143.9	309.3	± 100.0	17.2	± 14.9	7%	± 17%	-6%	± 14%	8%	± 7%	-15%	± 5%					
ožje	143.9	316.6	± 105.7	10.9	± 10.4	7%	± 17%	-8%	± 15%	8%	± 7%	-17%	± 5%					
širše	168.4	336.4	± 113.1	15.0	± 15.2	6%	± 18%	-8%	± 12%	7%	± 9%	-19%	± 6%					
izven	140.0	124.3	± 19.3	15.2	± 11.7	1%	± 16%	-3%	± 15%	3%	± 4%	-11%	± 10%					
najožje	260.0	193.7	± 32.8	55.7	± 29.0	2%	± 22%	-4%	± 21%	6%	± 17%	-12%	± 4%					
ožje	260.0	202.9	± 28.4	32.4	± 19.0	1%	± 22%	-4%	± 19%	4%	± 15%	-14%	± 8%					
širše	295.0	225.5	± 34.7	35.2	± 19.9	1%	± 22%	-4%	± 19%	4%	± 13%	-12%	± 8%					
izven	NAPP – gnojenje z dušikom; NUP – odzem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; Interval sprem. prikazuje % spremembe od obdobja 1981-2010																	

Preglednica 35: Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Dravske kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP8,5 za obdobje 1981-2100

VVO režim	RCP8,5											
	1981-2010				2011-2050				2051-2100			
	NAPP kg/ha	NUP kg/ha	NO3L kg/ha	NO3L kg/ha	NUP kg/ha	NO3L kg/ha	NO3L kg/ha	NUP kg/ha	NO3L kg/ha	NUP kg/ha	NO3L kg/ha	NO3L kg/ha
	Povp.	Povp.	St. od.	Povp	St. od.	Povp	St. od.	Interval sprem.	Interval sprem.	Interval sprem.	Interval sprem.	Interval sprem.
<b>Raba</b>	<b>132.5</b>	<b>195.0</b>	<b>± 51.5</b>	<b>16.8</b>	<b>± 12.4</b>	<b>6%</b>	<b>2%</b>	<b>-7%</b>	<b>5%</b>	<b>8%</b>	<b>11%</b>	<b>-26%</b>
<b>celotno območje</b>												
najožje	103.4	177.0	± 61.9	16.6	± 12.2	14%	± 64%	-11%	± 4%	41%	223%	-24%
ožje	160.1	211.8	± 81.2	37.4	± 21.2	11%	± 45%	-10%	± 5%	32%	149%	-20%
širše	160.1	213.5	± 81.4	29.9	± 18.1	10%	± 44%	-11%	± 6%	29%	147%	-20%
izven	160.1	216.9	± 80.6	25.4	± 15.5	9%	± 39%	-11%	± 6%	25%	135%	-21%
najožje	132.1	137.1	± 26.4	16.5	± 9.5	1%	± 0%	-11%	± 5%	5%	-13%	-26%
ožje	171.0	179.7	± 43.7	16.5	± 9.2	-1%	± 8%	-10%	± 10%	0%	-24%	-26%
širše	171.0	181.5	± 44.2	10.1	± 6.6	-1%	± 8%	-9%	± 12%	-1%	-24%	-26%
izven	171.0	181.9	± 44.4	9.0	± 5.8	-2%	± 8%	-10%	± 14%	-2%	-25%	-26%
najožje	197.6	379.1	± 126.7	35.6	± 35.2	1%	± 4%	-13%	± 4%	0%	10%	-36%
ožje	214.8	380.2	± 106.9	44.7	± 39.7	8%	± 8%	-1%	± 11%	9%	13%	-29%
širše	214.8	383.4	± 108.0	31.7	± 28.7	8%	± 8%	-1%	± 10%	9%	14%	-32%
izven	197.6	383.2	± 123.9	17.9	± 17.9	1%	± 2%	-15%	± 1%	-2%	15%	-41%
najožje	131.9	296.0	± 136.8	32.3	± 36.0	7%	± 6%	-3%	± 6%	7%	5%	-27%
ožje	143.9	309.3	± 100.0	17.2	± 14.9	10%	± 6%	-6%	± 5%	9%	0%	-34%
širše	143.9	316.6	± 105.7	10.9	± 10.4	10%	± 7%	-8%	± 4%	8%	2%	-40%
izven	168.4	336.4	± 113.1	15.0	± 15.2	9%	± 7%	-6%	± 5%	7%	6%	-39%
najožje	140.0	124.3	± 19.3	15.2	± 11.7	3%	± 1%	-10%	± 1%	7%	-8%	-23%
ožje	260.0	193.7	± 32.8	55.7	± 29.0	5%	± 14%	-11%	± 13%	12%	4%	-25%
širše	260.0	202.9	± 28.4	32.4	± 19.0	4%	± 12%	-12%	± 10%	9%	2%	-27%
izven	295.0	225.5	± 34.7	35.2	± 19.9	4%	± 11%	-11%	± 9%	9%	2%	-26%

NAPP – gnojenje z dušikom; NUP – odzvem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; Interval sprem. prikazuje % spremembe od obdobja 1981-2010

Preglednica 36: Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Krške kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP4,5 za obdobje 1981-2100

VVO režim	Raba	RCP4,5				1981-2010				2011-2050				2051-2100			
		NAPP		NUP		NO3L		NUP		NO3L		NUP		NO3L			
		kg/ha	Povp.	kg/ha	St. od.	kg/ha	Povp	kg/ha	St. od.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.
	<b>celotno območje</b>	<b>130.2</b>	<b>214.2</b>	<b>± 13.4</b>	<b>23.3</b>	<b>± 5.3</b>	<b>0%</b>	<b>± 4%</b>	<b>7%</b>	<b>± 3%</b>	<b>4%</b>	<b>± 0%</b>	<b>-4%</b>	<b>± 15%</b>			
najožje		103.5	200.7	± 20.2	12.6	± 2.4	16%	± 7%	17%	± 6%	29%	± 26%	-2%	± 7%			
ožje	njiva-prašičerejska	160.8	247.3	± 18.7	36.6	± 4.9	11%	± 1%	16%	± 2%	19%	± 14%	2%	± 4%			
širše		160.8	221.9	± 20.2	35.3	± 3.9	12%	± 2%	21%	± 2%	23%	± 19%	6%	± 4%			
izven		160.8	229.7	± 19.7	37.1	± 4.3	11%	± 1%	20%	± 2%	22%	± 17%	5%	± 5%			
najožje		136.0	155.0	± 4.2	11.7	± 2.4	1%	± 3%	15%	± 29%	2%	± 2%	3%	± 3%			
ožje	njiva-poljedelska	128.8	219.8	± 3.9	10.8	± 2.8	-1%	± 3%	15%	± 43%	-1%	± 0%	11%	± 10%			
širše		171.7	197.0	± 4.7	10.6	± 2.3	0%	± 3%	16%	± 37%	0%	± 1%	9%	± 4%			
izven		171.7	203.6	± 4.3	11.0	± 2.5	0%	± 3%	15%	± 39%	0%	± 0%	10%	± 7%			
najožje		142.7	371.1	± 27.9	28.0	± 6.7	1%	± 5%	20%	± 17%	2%	± 0%	4%	± 0%			
ožje	njiva-mešana	142.7	418.3	± 24.5	35.4	± 8.0	-6%	± 5%	-12%	± 11%	-6%	± 6%	-12%	± 30%			
širše		197.9	378.7	± 25.6	36.5	± 7.3	-6%	± 4%	-7%	± 8%	-5%	± 4%	-9%	± 28%			
izven		197.9	393.2	± 25.1	37.6	± 7.9	-7%	± 4%	-8%	± 8%	-6%	± 5%	-10%	± 27%			
najožje		132.0	350.7	± 24.9	16.8	± 5.0	2%	± 5%	27%	± 17%	4%	± 1%	8%	± 7%			
ožje	njiva-govedorejska	145.8	356.1	± 25.7	12.9	± 4.7	1%	± 3%	25%	± 14%	4%	± 3%	-8%	± 6%			
širše		145.8	344.0	± 24.1	13.9	± 5.0	2%	± 3%	31%	± 16%	5%	± 3%	-1%	± 3%			
izven		207.1	337.7	± 25.1	15.0	± 5.2	2%	± 2%	25%	± 14%	5%	± 4%	-5%	± 2%			
najožje		139.9	142.6	± 3.4	11.0	± 3.1	0%	± 0%	4%	± 2%	2%	± 2%	-13%	± 32%			
ožje	trajni travnik	187.8	236.0	± 12.7	15.9	± 12.1	1%	± 3%	10%	± 9%	4%	± 4%	-16%	± 30%			
širše		187.8	215.5	± 13.8	16.7	± 12.5	1%	± 4%	11%	± 9%	5%	± 4%	-14%	± 31%			
izven		260.0	214.6	± 13.6	47.6	± 12.4	2%	± 4%	11%	± 9%	5%	± 4%	-13%	± 29%			

NAPP – gnojenje z dušikom; NUP – odvzem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; Interval sprem. prikazuje % spremembe od obdobja 1981-2010

Preglednica 37: Primerjava povprečij komponent bilance dušika za kmetijske oblike rabe tal v prostorski analizi Krške kotline z upoštevanjem 6 modelov podnebnih sprememb po RCP8,5 za obdobje 1981-2100

VVO režim	Raba	RCP8,5						1981-2010			2011-2050			2051-2100		
		NAPP		NUP		NO3L		NUP		NO3L		NUP		NO3L		
		kg/ha	Povp.	kg/ha	Povp.	kg/ha	St. od.	kg/ha	St. od.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha	Interval sprem.	kg/ha
	<b>celotno območje</b>	<b>130.2</b>	<b>214.2</b>	<b>± 13.4</b>	<b>23.3</b>	<b>± 5.3</b>	<b>1%</b>	<b>± 2%</b>	<b>-11%</b>	<b>± 3%</b>	<b>3%</b>	<b>± 0%</b>	<b>-21%</b>	<b>± 7%</b>		
najožje		103.5	200.7	± 20.2	12.6	± 2.4	14%	± 18%	-3%	± 3%	45%	± 45%	-6%	± 11%		
ožje	njiva-prašičerejska	160.8	247.3	± 18.7	36.6	± 4.9	7%	± 9%	-2%	± 6%	30%	± 26%	2%	± 11%		
širše		160.8	221.9	± 20.2	35.3	± 3.9	10%	± 12%	0%	± 4%	34%	± 34%	5%	± 8%		
izven		160.8	229.7	± 19.7	37.1	± 4.3	9%	± 11%	0%	± 5%	32%	± 31%	5%	± 9%		
najožje		136.0	155.0	± 4.2	11.7	± 2.4	0%	± 3%	11%	± 22%	-1%	± 3%	-3%	± 15%		
ožje	njiva-poljedelska	128.8	219.8	± 3.9	10.8	± 2.8	-2%	± 3%	2%	± 26%	-3%	± 1%	15%	± 38%		
širše		171.7	197.0	± 4.7	10.6	± 2.3	-2%	± 3%	4%	± 21%	-3%	± 1%	8%	± 25%		
izven		171.7	203.6	± 4.3	11.0	± 2.5	-2%	± 3%	4%	± 25%	-3%	± 0%	11%	± 30%		
najožje		142.7	371.1	± 27.9	28.0	± 6.7	5%	± 0%	4%	± 29%	-5%	± 3%	-36%	± 32%		
ožje	njiva-mešana	142.7	418.3	± 24.5	35.4	± 8.0	-5%	± 9%	-24%	± 25%	-9%	± 12%	-41%	± 34%		
širše		197.9	378.7	± 25.6	36.5	± 7.3	-4%	± 10%	-24%	± 14%	-7%	± 11%	-41%	± 31%		
izven		197.9	393.2	± 25.1	37.6	± 7.9	-4%	± 10%	-24%	± 16%	-8%	± 11%	-40%	± 30%		
najožje		132.0	350.7	± 24.9	16.8	± 5.0	7%	± 1%	9%	± 55%	-3%	± 3%	-33%	± 22%		
ožje	njiva-govedorejska	145.8	356.1	± 25.7	12.9	± 4.7	10%	± 3%	-4%	± 44%	-2%	± 2%	-44%	± 12%		
širše		145.8	344.0	± 24.1	13.9	± 5.0	9%	± 3%	-4%	± 59%	-2%	± 1%	-45%	± 18%		
izven		207.1	337.7	± 25.1	15.0	± 5.2	10%	± 4%	-7%	± 48%	-1%	± 1%	-43%	± 15%		
najožje		139.9	142.6	± 3.4	11.0	± 3.1	0%	± 2%	-12%	± 2%	1%	± 3%	-17%	± 0%		
ožje	trajni travnik	187.8	236.0	± 12.7	15.9	± 12.1	2%	± 3%	-9%	± 15%	2%	± 8%	-27%	± 14%		
širše		187.8	215.5	± 13.8	16.7	± 12.5	2%	± 3%	-8%	± 14%	2%	± 8%	-25%	± 16%		
izven		260.0	214.6	± 13.6	47.6	± 12.4	2%	± 3%	-7%	± 12%	2%	± 7%	-22%	± 15%		

NAPP – gnojenje z dušikom; NUP – odvzem dušika z rastlinami; NO3L – izpiranje nitrata; Interval sprem. prikazuje % spremembe od obdobja 1981-2010

## 4.8 EKONOMSKI UČINEK KMETIJSKE PRIDELAVE – OVREDNOTENJE EKONOMIČNOSTI ZA ALTERNATIVNE KMETIJSKE PRAKSE

### 4.8.1 Gnojenje in pridelki

Osnovna izhodna podatka modela SWAT za ovrednotenje ekonomskega izida sta bila pridelek in količina gnojil za posamezni scenarij. Povprečne vrednosti spremembe glede na osnovni scenarij za obe območji so prikazane v preglednici 38. Vrednosti so prikazane relativno, saj za oceno ekonomskega učinka po zastavljeni metodologiji nismo imeli namena preučevati dejanskih pridelkov, ampak njihove spremembe glede na različne scenarije. S tem v mislih tega dela raziskave nismo nadalje razločevali med območjema, še zlasti, ker je bil izbor preučevanih scenarijev kmetijske obdelave na obeh območjih enak. Območji sta tudi prostorsko dovolj blizu skupaj, da nista podvrženi različnim cenam kmetijskih proizvodov in surovin za pridelavo. V primeru drugačnih predpostavk bi bila ločena obravnava smiselna.

Rezultati kažejo na to, da pridelki tudi ob rahlem zmanjšanju gnojilnih obrokov (90 % osnove) v večini primerov ostanejo stabilni. Zlasti to velja za govedorejski sklop, kjer se pridelki v vseh različicah (razen pri soji) ne znižajo za več kot 10 % osnovnega scenarija. Vzrok je najverjetneje v preveliki količini gnojil v osnovnem scenariju, ki je kljub zmanjšanju v alternativnih še vedno dovolj velika, da rastlinam omogoča dokaj normalno rast in razvoj. Pri scenariju zamenjave koruze s sojo sicer iz preglednice razberemo, da gre za velik upad pridelka, vendar to ni posledica slabe rasti soje oz. napak v simulaciji, ampak v tem, da je pridelek zrnja soje (2,5-4,5 t/ha) realno praktično 10 krat manjši od pridelka silažne koruze (35-65 t/ha), kjer pridelek predstavlja celotna biomasa rastline.

Pridelki so bili najmanj stabilni pri travnikih, kjer niso bili odvisni zgolj od intenzivnosti gnojenja, temveč tudi od števila košenj – še tako velik odmerek gnojil ob eni košnji ne more dati pridelka, primerljivega zmernemu gnojenju ob večkosni rabi. Pridelek na enokosnih travnikih je bil tako pričakovano najmanjši, pridelek na intenzivnem 4 kosnem travniku pa največji. V slednjem scenariju je bilo tudi izpiranje nitrata zelo veliko, kar dodatno potrjuje tezo, da je v veliko primerih gnojenje preobilno in bi ga bilo možno zmanjšati ter pri tem ohraniti stabilne pridelke. Zanimiv je podatek, da se je za 80 % povečano gnojenje v tem scenariju izrazilo v zgolj za 25 % večjem pridelku, hkrati pa v nekajkrat večjem izpiranju nitrata kot v (po številu košenj primerljivem) osnovnem travniškem scenariju, zastavljenem na podlagi strokovno priporočenih vrednosti gnojenja.

Preglednica 38: Povprečne spremembe vrednosti za pridelek in z gnojenjem dodan dušik po sklopih scenarijev

Sklop	Scenarij	Povprečna sprememba			
		Pridelek	Gnojenje		
Govedoreja	osnovni		0%		0%
	90%		-2%		-10%
	80%		-3%		-20%
	70%		-6%		-30%
	min		0%		-1%
	soja		-63%		-86%
	VVO1		-6%		-36%
	VVO23		-5%		-30%
Poljedelstvo	osnovni		0%		0%
	90%		-7%		-10%
	80%		-13%		-20%
	70%		-22%		-30%
	VVO1		-8%		-21%
	VVO23		0%		0%
Praščereja	osnovni		0%		0%
	90%		-1%		-10%
	80%		-7%		-20%
	70%		-10%		-30%
	min		2%		-3%
	soja		-64%		-85%
	VVO1		-13%		-36%
	VVO23		0%		0%
Travniki	1 kosni		-89%		-100%
	2 kosni min		-50%		-79%
	2 kosni org		-66%		-67%
	3 kosni min		-10%		-36%
	3 kosni org		-15%		-27%
	4 kosni min		1%		-9%
	4 kosni org		0%		0%
	4 kosni intenz		25%		80%
	VVO23		14%		38%
	VVO1		-1%		-25%

Kar se tiče primerjave scenarijev, gnojenih z organskimi gnojili in brez njih, je iz rezultatov razvidno, da učinek ni enoznačen: V primeru založnega gnojenja z organskimi gnojili je lahko izpiranje v primerjavi z mineralno alternativo večje, predvidoma zaradi nanosa velike količine dušika naenkrat. Iz literature (De Boer, 2017) je razvidno, da se takšni presežki največkrat pokažejo v primeru gnojenja s tekočimi organskimi gnojili, kjer je bistveno manj dušika (kot v npr. uležanem hlevskem gnoju) vezanega v organski snovi. Hkrati rezultati travniške rabe za 2 in 3 kosni mineralno gnojena travnik kažejo nasprotno - od organskih različic sta bila mineralna scenarija gnojena manj, hkrati pa so bili pri takšnih rabah v povprečju večji tako pridelki kot izpiranje nitrata. Pomembno je zavedanje, da pri

Živinorejski pridelavi nastajajo večje količine organskih gnojil, ki imajo v primerjavi z mineralnimi deloma prednost, da jih ni potrebno kupiti, a tudi slabost, da je njihov transport in raztros po kmetijskih zemljiščih časovno in finančno zahtevnejši. Zlasti to velja v primeru tekočih oblik živinskih gnojil, ki jih zaradi ureditve hlevov na rešetke še vedno uporablja velik del kmetij v Sloveniji (Zorenč, 2016). V teoriji in ob upoštevanju predpisov naj z živinskimi gnojili ne bi bilo mogoče pregnojiti kmetijskih zemljišč, ker v nitratni uredbi obstaja vzvod omejitve obtežbe kmetijskih zemljišč. Ob predpostavki, da bi kmetje gnojila razvažali enakomerno po vseh zemljiščih, bi to držalo, v praksi pa se kmetje pogosto prilagodijo in glavnino živinskih gnojil odložijo na najbližjih zemljiščih, največkrat travnikih, saj rastline, ki so posejane na njivskih površinah, večji del rastne sezone onemogočajo dognojevanje z organskimi gnojili. Rezultati simulacij sicer kažejo, da organska gnojila v nekaterih okoliščinah niso nujno bolj obremenjujoča za okolje od mineralnih. Dušik, deloma stabiliziran v organski snovi živinskih gnojil (zlasti uležanega hlevskega gnoja), se sprošča počasneje, kar pozitivno vpliva na izpiranje nitrata, hkrati pa se ne sprošča v takšnih količinah naenkrat, da bi omogočil zelo hitro rast trave. To deloma nasprotuje prejšnji razlagi o založnem gnojenju, vendar so v preteklosti tudi druge raziskave (Demurtas in sod., 2016; De Boer, 2017) prišle do nasprotujočih si zaključkov, kar je pričakovano, saj na vključene procese vpliva množica dejavnikov.

Meja med prevelikimi in premajhnimi odmerki je res zelo tanka, zato bi bilo potrebno še več raziskav usmeriti v iskanje optimalnih rešitev za različne primere. Med kmetijskimi strokovnjaki in kmeti, nenazadnje pa tudi okoljevarstvenim sektorjem in javnostjo, bi bilo nujno razširiti zavedanje, da v večini niso problematični zgolj bodisi nekatera gnojila, njihove količine, termini nanosa, rastlinski pokrov ali lastnosti tal, temveč kombinacija vsega naštetega, kar je bilo že večkrat utemeljeno (Kirchmann in sod., 2002; Van Grinsven in sod., 2012; Glavan in sod., 2015; Curk in sod., 2020).

Intenzivno kmetijstvo, v veliki meri živinoreja, z urbanizacijo podeželskih območij in preseljevanjem, za okoliško prebivalstvo pogosto predstavlja moteč dejavnik (Posavski Obzornik, 2020). Kljub, za vedno bolj urbano prebivalstvo na podeželju, manj prijetnim vidikom kmetijske pridelave, je kmetijstvo še vedno izredno pomembna panoga, brez katere ne bo mogoče prehraniti vedno večjega števila prebivalcev sveta (Posavski Obzornik, 2020). Intenzivnejša uporaba gnojil je z ekonomskega vidika smiselna tudi zaradi večjih pridelkov, ki jih dajo dobro oskrbljene rastline, a prevelika uporaba gnojil ni trajnostna in je škodljiva za okolje z vidika izpiranja nitrata, zato je potrebno preučiti možnosti za optimizacijo gnojenja v skladu z rabo tal in dejanskimi potrebami rastlin na specifičnih območjih. Trajnostno naravnano kmetijstvo ne bi smelo biti ovira ne za okolje ne za okoliško prebivalstvo, hkrati pa bi moralo kmetom omogočiti primeren prihodek. V tej disertaciji je pomembna nadgradnja dosedanjih raziskav ovrednotenje ekonomičnosti različnih scenarijev kmetijske pridelave. Izračunana pokritja so bila, kar se kaže tudi v aktualnem stanju kmetijstva, ki je v krizi zaradi nizkih odkupnih cen (KGZS, 2021), večinoma negativna (Preglednica 39), razen v primeru govedorejskih scenarijev, kjer so pokritja dvigovali prihodki od prodaje koruze za silažo, ki se sicer v praksi največkrat porabi na domačem gospodarstvu.

Preglednica 39: Povzetki obračunov pokritij za glavne sklope scenarijev; s podatki o kmetijskih rastlinah in količini gnojil, upoštevanih pri izračunih

GOVEDOREJA	osnovni	90%	80%	Kalkulacije				
				70%	mineral	soja	VVO1	VVO23
Gnojenje (kg N/ha/leto)	207.1	186.4	165.7	145.0	205.7	29.4	132.0	145.8
Koruza za silažo	192	228	269	284	201	149	324	306
Pšenica ozimna	-240	-229	-214	-210	-237	-240	-195	-202
Mnogocvetna ljujka (ozelenitev)	82	73	66	56	74	82	53	65
Črna detelja (ozelenitev)	-174	-174	-174	-174	-174	-174	-174	-174
Ječmen ozimni	-233	-219	-204	-200	-228	-233	-184	-191
<b>Končno povpr. pokritje (€/ha/leto):</b>	<b>-32.56</b>	<b>-7.87</b>	<b>21.03</b>	<b>29.89</b>	<b>-27.28</b>	<b>-58.36</b>	<b>59.70</b>	<b>48.27</b>

POLJEDELSTVO	osnovni	90%	80%	Kalkulacije		
				70%	VVO1	VVO23
Gnojenje (kg N/ha/leto)	171.7	154.5	137.4	120.2	136.0	171.7
Koruza za zrnje	-53	-80	-101	-149	-58	-52
Pšenica ozimna	-165	-186	-199	-235	-164	-166
Oljna ogrščica	-53	-80	-101	-149	-58	-52
Mnogocvetna ljujka (ozelenitev)	5	-7	-19	-39	-10	5
<b>Končno povpr. pokritje (€/ha/leto):</b>	<b>-66.52</b>	<b>-88.40</b>	<b>-104.87</b>	<b>-143.24</b>	<b>-72.25</b>	<b>-66.27</b>

PRAŠČEREJA	osnovni	90%	80%	Kalkulacije				
				70%	mineral	soja	VVO1	VVO23
Gnojenje (kg N/ha/leto)	160.8	144.7	128.6	112.5	155.5	23.4	103.5	160.8
Detelja (ozelenitev)	-174	-174	-174	-174	-174	-174	-174	-174
Koruza za zrnje	-53	-32	-55	-54	-27	149	-127	-52
Ječmen ozimni	-207	-189	-201	-196	-188	-207	-199	-207
<b>Končno povpr. pokritje (€/ha/leto):</b>	<b>-162.38</b>	<b>-142.42</b>	<b>-161.37</b>	<b>-159.36</b>	<b>-139.11</b>	<b>-27.71</b>	<b>-209.23</b>	<b>-161.71</b>

TRAVINJE	Kalkulacije									
	4k org	4k min	3k org	3k min	2k org	2k min	1k	4k intenz	VVO23	VVO1
Gnojenje (kg N/ha/leto)	187.8	170.3	137.6	120.1	62.5	40.0	0.0	338.0	260.0	139.9
Travna silaža balirana	-160	-114	-94	-32	-110	11	-46	-436	-283	-44
Mrva sušena na tleh	-87	-40	-20	42	-37	84	27	-363	-210	29
<b>Končno povpr. pokritje (€/ha/leto):</b>	<b>-123.38</b>	<b>-77.00</b>	<b>-56.87</b>	<b>4.85</b>	<b>-73.47</b>	<b>47.34</b>	<b>-9.66</b>	<b>-399.22</b>	<b>-246.31</b>	<b>-7.27</b>

Rezultati ekonomske analize – sprememb pokritja za scenarije 4 glavnih sklopov – so prikazani v preglednici 40. Poudariti velja, da pokritja niso bila izračunana za celotne sektorje (npr. govedorejo v splošnem), ampak zgolj za njihovo njivsko (oz. v primeru travnikov travniško) rabo, v skladu s cilji raziskave. Pokritja za posamezne kmetijske kulture (pšenica, koruza za silažo, soja, ječmen itn.) se od scenarija do scenarija razlikujejo glede na simulirani pričakovani pridelek ob določeni intenzivnosti gnojenja. Rezultati so predstavljeni kot spremembe skupnega povprečnega letnega pokritja za vsak kolobar posameznega scenarija. V splošnem so najboljša pokritja dosegali govedorejski scenariji, čemur je z visokimi prihodki od prodaje pripomogla koruza za silažo (čeprav se ta v glavnem uporabi na domačem KMG in redko prodaja – razen še nepožeta na njivah). Zaradi razlik med kolobarji je glede ekonomske učinkovitosti najlažje primerjati kolobarje znotraj istih sklopov, vendar je metodologija dovolj izenačena, da omogoča tudi gledanje izven teh okvirjev.



Preglednica 40: Ekonomski učinek scenarijev po sklopih: Povprečne letne spremembe pokritij in količin z gnojenjem dodanega dušika na hektar površine

	Scenarij	Povprečna sprememba	
		Gnojenje	Povprečno pokritje
Govedoreja	osnovni		0% 0%
	90%		-10% 76%
	80%		-20% 165%
	70%		-30% 192%
	min		-1% 16%
	soja		-86% -79%
	najožje VVO ožje in širše VVO		-36% 283% -30% 248%
Prasičereja	osnovni		0% 0%
	90%		-10% 12%
	80%		-20% 1%
	70%		-30% 2%
	min		-3% 14%
	soja		-85% 83%
	najožje VVO ožje in širše VVO		-36% -29% 0% 0%
Poljedelstvo	osnovni		0% 0%
	90%		-10% -25%
	80%		-20% -37%
	70%		-30% -54%
	najožje VVO ožje in širše VVO		-21% -8% 0% 0%
	Travniki	4 kosni org	
4 kosni min			-9% 38%
3 kosni org			-27% 54%
3 kosni min			-36% 104%
2 kosni org			-67% 40%
2 kosni min			-79% 138%
1 kosni			-100% 92%
4 kosni intenzivni najožje VVO ožje in širše VVO			80% -224% -25% 94% 38% -100%

Najprej se velja vrniti k tezi, da je v osnovnem govedorejskem scenariju uporabljena prevelika količina gnojil, kar smo predvidevali iz stabilnih pridelkov kljub zmanjšanju gnojilnih obrokov. Tezo potrjuje tudi primerjava pokritij, saj se ta z zmanjševanjem gnojilnih obrokov večinoma izboljšujejo, v nekaterih primerih celo zelo izrazito. Glavni razlog za to so dokaj visoke cene gnojil. Poljedelski sklop je najbolj odstopal, saj so se z zmanjšanjem gnojilnih obrokov zmanjševala tudi pokritja. Gnojilni obrok v osnovnem scenariju je bil očitno bolj prilagojen potrebam rastlin v kolobarju, saj so z zmanjševanjem gnojenja (90, 80 in 70 %) upadli tako pridelki kot posledično pokritje. Sklop prasičereja je bil glede rezultatov nekje vmes: pridelki so se zmanjšali rahlo, a dovolj, da je pokritje ob manjših stroških z gnojili ostalo precej izenačeno.

Zanimiva je primerjava pokritij za scenarije zamenjave koruze s sojo. Pri govedorejskem scenariju se je pokritje v tem primeru precej poslabšalo, pri prašičerejskem pa je za ta scenarij najboljše. Vzrok je v tem, da je bila v govedorejski scenarij vključena koruza za silažo, v prašičerejskega pa za zrnje. Količina in odkupne cene pridelka so v teh primerih različne, pri čemer se izračun v korist soje izide v primeru prašičerejskega scenarija. Če dodamo v primerjavo še rezultate simulacij izpiranja nitrata, kjer je povprečno izpiranje nitrata v scenarijih s sojo manjše (še zlasti v primeru govedoreje na območju Dravske kotline), bi lahko rekli, da je takšna zamenjava zlasti v primeru prašičereje morda smiselna, seveda ob predpostavki, da imajo rejci prašičev za obdelavo soje pred krmljenjem na razpolago primerno tehnologijo. Manjše izpiranje nitrata pri pridelavi soje namesto koruze je pričakovano in je bilo v preteklosti že večkrat dokumentirano, saj je soja metuljnica in zato gnojenja z dušikom ne potrebuje (Owens in sod., 1995).

Pri travniški rabi sta poslabšanje pokritja v primerjavi z osnovnim scenarijem pokazala zgolj dva scenarija. Zaradi razlik v količini dodanega dušika ne smemo biti osredotočeni zgolj na razliko med vplivom organskih in mineralnih gnojil, ampak je morda bolj zanimiva primerjava med pokritjem za rabe z enakim številom košenj. Trije 4 kosni scenariji so pokazali, da je pokritje najboljše pri najmanjši intenzivnosti gnojenja in da se pri zelo intenzivnem gnojenju pokritje zelo poslabša. Kot omenjeno že v metodološkem delu disertacije, katalog kalkulacij, iz katerega smo povzeli stroške in prihodke za izračun pokritij, ne ločuje posebej med mineralnimi in organskimi gnojili, ampak jih pri posameznih kulturah uporablja glede na modelne tehnološke liste, cenovno pa med njimi ne dela razlik, ki bi bile razvidne končnemu uporabniku podatkov. To v praksi z vidika kmetov morda ni povsem realno, saj zanje organska gnojila včasih predstavljajo prej odpadek, ali stranski proizvod, ki ga je potrebno nekam odložiti, kot surovino, s katero lahko nadomestijo draga mineralna gnojila. Da ima jesensko gnojenje z gnojevko majhen vpliv na pridelek in odvzem dušika v naslednji rastni sezoni, hkrati pa pomembno prispeva k izpiranju nitrata, je bilo ugotovljeno že pred desetletji (Sieling in sod., 1997). Jeseni dodana gnojila so torej z vidika ekonomičnosti za kmeta dejansko bolj ali manj izgubljena, ob čemer je precej logično, da je potem potreba po dodajanju mineralnih gnojil večja. V teoriji naj bi kmetje organska gnojila prav zato upoštevali v gnojilnih načrtih. Za to obstajajo zakonski vzvodi (nitratna uredba), ki preprečujejo preveliko kopičenje organskih gnojil in njihovo nepravilno odlaganje. V praksi se kljub temu pogosto dogaja, da se organska gnojila namesto v času, ko bi rastline gnojenje potrebovale (za to je deloma krivo tudi dejstvo, da je z organskimi gnojili težje izvesti dognojevanje poljščin), odlagajo takrat, ko se ta v gnojiščnih jamah ali lagunah preveč nakopičijo ali ko je te potrebno izprazniti, to pa se pogosto zgodi jeseni pred zimsko prepovedjo gnojenja z dušikovimi gnojili. Gnojila, zlasti gnojevka, so tako v času zelo zmanjšane rasti ali celo mirovanja, v okolju zelo podvržena izpiranju. Glede na rezultate obširne raziskave (Chantigny in sod., 2019) je ta problem zlasti izrazit (izpere se lahko 47 %–94 % v jeseni dodanega amonijskega dušika) v regijah, kjer tla tekom zime zmrzujejo, četudi le za krajša obdobja. V zmrznjenih tleh je mikrobiološka aktivnost ustavljena, v toplejših regijah pa mikrobi dušik vežejo tudi tekom zime. Tudi če kmetje v teoriji glede na obtežbo z živalmi zadostujejo zakonskim podlagam, je lahko problem v tem, da se na območjih, kjer so zemljišča kmetij zelo razpršena, zaradi oddaljenosti in z njo povezanimi transportnimi stroški, večina organskih gnojil odloži na najbližja zemljišča. V teoriji so gnojilni načrti in količine gnojil glede na površino KMG sicer pravilni, a v praksi se pogosto dogaja, da je gnojenje nekaterih površin prej podobno 4 kosnemu intenzivnemu travniku,

kot različicam na osnovi strokovnih priporočil. V takih primerih je seveda s kmetovega vidika pokritje boljše, saj na organska gnojila ne gleda kot na dragocen vložek, in ga v kalkulaciji tudi ne bi obračunal. S problemom se nismo dodatno ukvarjali, ker bi morali za bolj celostno ovrednotenje ekonomičnosti preučiti primere celotnih KMG in drugače ovrednotiti tudi cene mrve ali silažnih bal, ki jih kmetje večinoma porabijo na domačem gospodarstvu, kar pa ni bil cilj disertacije.

Pregled pokritij po scenarijih za VVO kaže, da njihov učinek ni enoznačen, in da najožji varstveni režim ne pomeni nujno, da bo tudi pokritje boljše kot pri ostalih, oz. vsaj osnovnih scenarijih. Pri najožjem režimu je potrebno upoštevati, da imajo ti scenariji povečini pozitiven učinek na zmanjšanje izpranega nitrata, kar je bilo v preteklosti že ugotovljeno (Glavan in sod., 2017) in da se pokritje za kmetije izboljša z nadomestili za zmanjšanje dohodka zaradi zahtev vodovarstvenega režima, ki se razlikujejo glede na aktualne zakonske podlage.

#### **4.8.2 Ekonomski učinek scenarijev**

Glavni namen disertacije je bil oblikovati sistem za podporo odločanju in z njim raziskati, kateri izmed scenarijev kmetijske pridelave ima najboljše razmerje med ekonomskim in okoljskim vidikom. Zanimalo nas je, kateri izmed obravnavanih scenarijev se najbolj približajo optimalnemu razmerju. Združeni rezultati okoljskega in ekonomskega učinka scenarijev za Dravsko in Krško kotlino so prikazani v preglednicah 41 in 43.

Iz rezultatov lahko razberemo, da primerjava jakosti izpiranja nitrata in višine pokritja po sklopih scenarijev ne pokaže jasnega trenda. Pri govedorejskem in travniškem sklopu ima najboljše pokritje scenarij z najmanjšim povprečnim izpiranjem nitrata, pri poljedelskem je ravno obratno, pri prašičereji pa kaže, da ima najboljše pokritje scenarij s povprečnim izpiranjem nitrata, najmanjše izpiranje pa scenarij s povprečnim pokritjem. Vodovarstvena scenarija pri govedoreji kažeta boljše pokritje kot osnovni scenarij zaradi manjših gnojilnih obrokov v pripisanih kolobarjih in hkrati majhnem zmanjšanju pridelka. Pričakovana praksa na ožjem in širšem VVO je sicer navadno bolj podobna običajni izven VVO, a zmanjšanje izpiranja in povečanje ekonomičnosti v primeru najožjega območja je povsem pričakovano.

Preglednica 41: Okoljski (povprečno letno izpiranje nitrata) in ekonomski (povprečno letno pokritje) učinek scenarijev za območje Dravske kotline

Sklop	Scenarij	Povprečna sprememba	
		Izpiranje nitrata	Pokritje
Govedoreja	najožje VVO	-45%	283%
	ožje in širše VVO	-36%	248%
	70%	-29%	192%
	80%	-30%	165%
	90%	-35%	76%
	min	16%	16%
	osnovni	0%	0%
	soja	-64%	-79%
Poljedelstvo	osnovni	0%	0%
	ožje in širše VVO	0%	0%
	najožje VVO	-23%	-8%
	90%	-23%	-25%
	80%	-29%	-37%
	70%	19%	-54%
Prašičereja	soja	-39%	83%
	min	-27%	14%
	90%	-44%	12%
	70%	-28%	2%
	80%	-23%	1%
	ožje in širše VVO	-3%	0%
	osnovni	0%	0%
	najožje VVO	-61%	-29%
Travniki	2 kosni min	-56%	138%
	3 kosni min	-54%	104%
	najožje VVO	8%	94%
	1 kosni	-74%	92%
	3 kosni org	-32%	54%
	2 kosni org	-79%	40%
	4 kosni min	15%	38%
	4 kosni org	0%	0%
	ožje in širše VVO	266%	-100%
	4 kosni intenz	557%	-224%

Povečanja prihodka ob strožji praksi gnojenja sicer ne bi pričakovali, a je pokritje, kot omenjeno že v prejšnjih odstavkih, precej odvisno od stroškov z gnojili. V primeru govedorejskega scenarija, kjer je pokritje večje že na račun razmeroma večjih prihodkov zaradi silazne koruze, lahko zmanjšanje gnojilnih obrokov pokritje še poveča. Podobno situacijo lahko na prvi pogled opazimo v primeru travniške rabe, a je treba spomniti, da so scenariji VVO in intenzivne prakse zastavljeni na podlagi prakse, ostali pa na podlagi smernic za strokovno utemeljeno gnojenje (Mihelič in sod., 2010). Zato imajo prvi trije slabši rezultat za izpiranje nitrata od osnovnega (gnojilni obroki so bili razmeroma večji). Izboljšanje pokritja pri najožjem območju je ponovno posledica manjših stroškov z gnojili ob ohranjanju razmeroma stabilnih pridelkov. Scenarij za ožje in širše območje je po praksi precej podoben realni manj intenzivni rabi, intenzivni scenarij pa realni intenzivni rabi z razvozom gnojevke praktično po vsaki košnji. V kalkulacijah smo upoštevali, da so živinska gnojila stroškovno enakovredna mineralnim, kar v praksi nujno ne drži, a so na ta način utemeljene tudi kalkulacije pokritij, po katerih smo povzemali stroške. Razmerje med

gnojenjem, pridelkom in pokritjem je zelo tesno povezano, zato je optimizacija tega sistema še dosti bolj pomembna, kot se zdi na prvi pogled. Razlike v pokritjih so lahko tudi 100 €/ha in več, kot je razvidno iz preglednice 39. Da torej slika glede primernega ukrepanja ni jasna že na prvi pogled, je pričakovano (van Grinsven in sod., 2012; Blicher-Mathiesen in sod., 2014), zato je bil v okviru disertacije razvit sistem za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode pred onesnaženjem z nitrati, ki izbere najbolj primerne ukrepe glede na ekonomsko in okoljsko učinkovitost sistematizira na pregleden način.

Sklop	Scenarij	Povprečna sprememba	
		Izpiranje nitrata	Pokritje
Govedoreja	najožje VVO	-64%	283%
	ožje in širše VVO	-30%	248%
	70%	-25%	192%
	80%	-50%	165%
	90%	5%	76%
	min	-15%	16%
	osnovni	0%	0%
	soja	-53%	-79%
Poljedelstvo	osnovni	0%	0%
	ožje in širše VVO	0%	0%
	najožje VVO	-51%	-8%
	90%	-22%	-25%
	80%	-58%	-37%
	70%	-39%	-54%
Praščereja	soja	-27%	83%
	min	-40%	14%
	90%	-41%	12%
	70%	-54%	2%
	80%	-32%	1%
	ožje in širše VVO	-17%	0%
	osnovni	0%	0%
Travniki	najožje VVO	-72%	-29%
	2 kosni min	-56%	138%
	3 kosni min	29%	104%
	najožje VVO	43%	94%
	1 kosni	74%	92%
	3 kosni org	-2%	54%
	2 kosni org	-15%	40%
	4 kosni min	131%	38%
	4 kosni org	0%	0%
	ožje in širše VVO	511%	-100%
4 kosni intenz	893%	-224%	

Preglednica 42: Okoljski (povprečno letno izpiranje nitrata) in ekonomski (povprečno letno pokritje) učinek scenarijev za območje Krške kotline

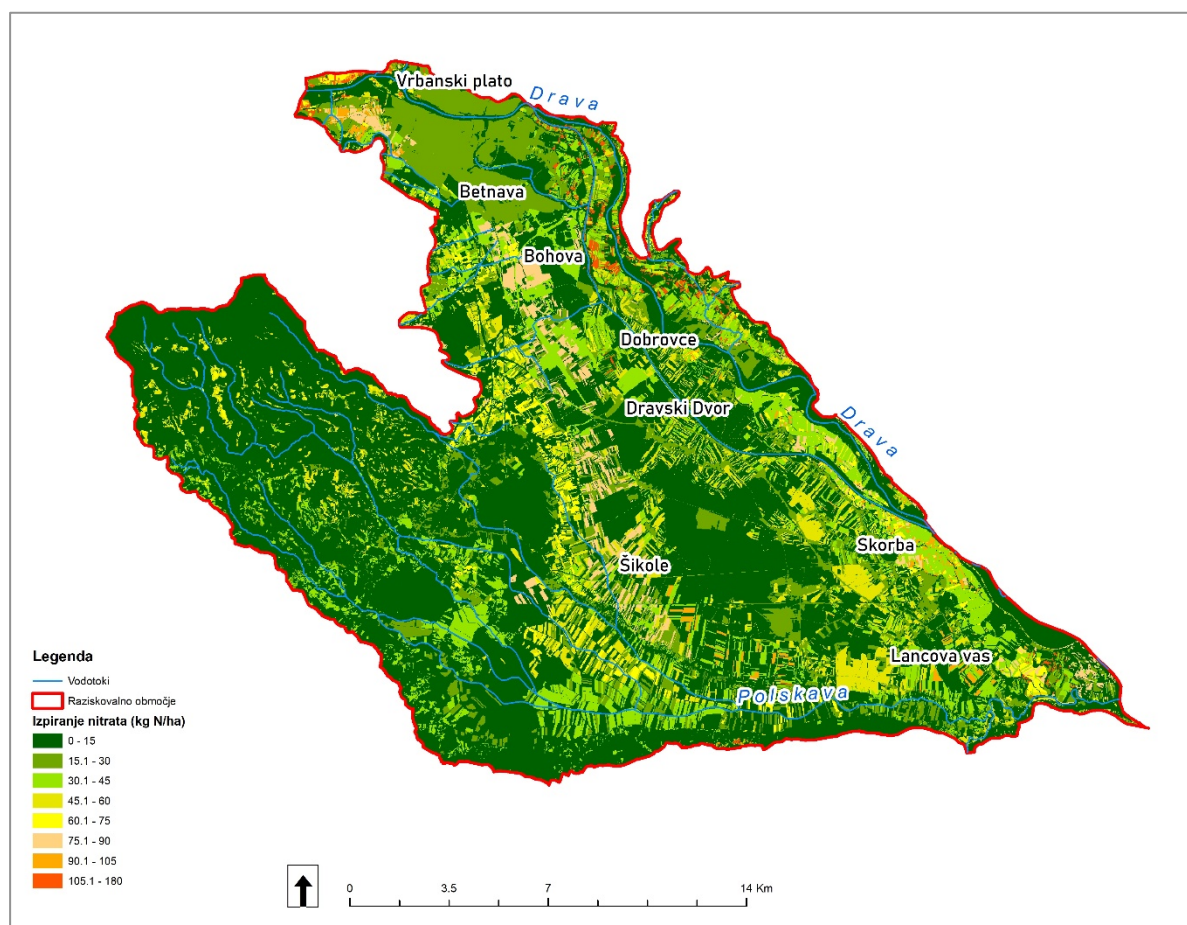
#### 4.9 SISTEM ZA PODPORO ODLOČANJU O IZVAJANJU KMETIJSKIH UKREPOV ZA VAROVANJE PODZEMNE VODE PRED ONESNAŽENJEM Z NITRATI

Sistem za podporo odločanju v tej fazi ni avtomatiziran oz. izveden v obliki programske opreme, temveč je bil razvit kot sistematičen postopek, ki omogoča pridobivanje rezultatov po izenačeni metodologiji in je ponovljiv na različnih območjih. V prejšnjih poglavjih so bili predstavljeni rezultati posameznih delov sistema: ovrednotenje okoljskega odtisa posameznih scenarijev kmetijske pridelave na različnih tipih tal in ekonomska analiza pokritij za iste kmetijske scenarije. V nadaljevanju je uporaba v tej raziskavi razvitega sistema za podporo odločanju predstavljena po treh stopnjah.

##### 4.9.1 Stopnja I: Analiza obstoječega stanja

Določitev ogroženih območij je bila izvedena na podlagi karte pričakovane kmetijske obdelave na vsakem raziskovalnem območju, ob predpostavki, da se na zemljiščih KMG z večinsko prirejo goveda njive obdelujejo po osnovnem govedorejskem kolobarju, KMG z večinsko prirejo prašičev po prašičerejskem, KMG brez živali po poljedelskem, travinje pa po osnovnem travniškem scenariju. Hkrati se glede na obseg posameznih VVO upoštevajo predpisani vodovarstveni scenariji za najožje ter ožje in širše območje. Sliki 42 in 43 nam prikazujeta, kakšen je pričakovani red velikosti izpiranja nitrata na ravni posamezne HOE, torej zaradi združitve sloja dejanske rabe z evidenco GERK precej podrobno.

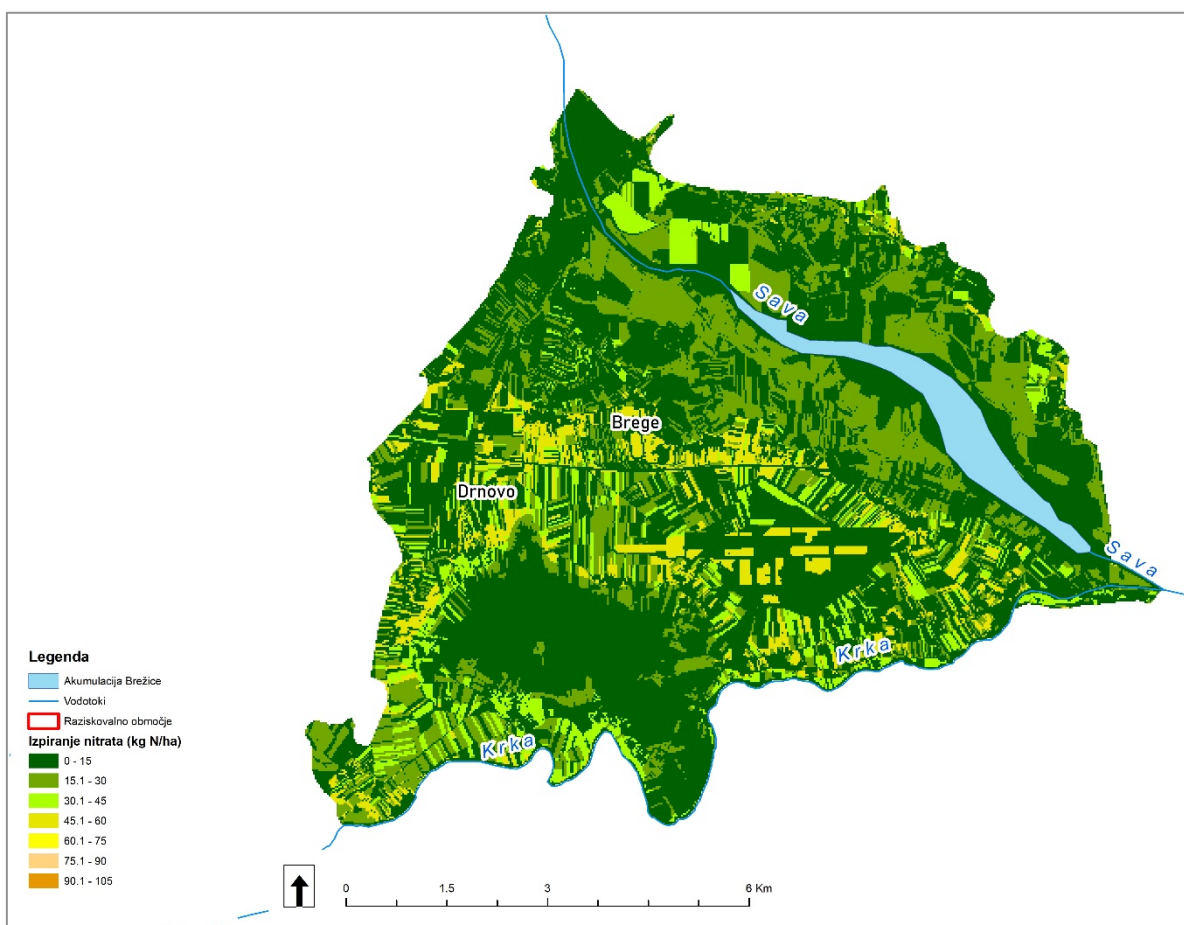
Na območju Dravske kotline rezultati modela kažejo, da so glede na pričakovane kmetijske prakse območja z največjimi količinami izpranega nitrata bolj ali manj na osi sever-jug med Bohovo in Šikolami, deloma pa tudi na jugovzhodu območja v okolici Lancove vasi. Gre za tudi dejansko najbolj obremenjena območja glede na monitoring ARSO (ARSO, 2020b).



Slika 42: Modelirane povprečne letne količine izpranega nitrata za celotno območje Dravske kotline za raziskovalno obdobje 2003-2012

Na območju Krške kotline rezultati modela kažejo, da so glede na pričakovane kmetijske prakse območja, kjer se izperejo največje količine nitrata, na osi vzhod-zahod po sredini območja, torej na območju pojavljanja evtričnih rjavih tal, ki so z vidika izpranih viškov nitrata precej problematična, kar se kaže tudi v visokih koncentracijah nitrata v vrtini črpališča Drnovo (ARSO, 2020b). Glede na to predpostavko bi bilo visoke koncentracije nitrata v podzemni vodi pričakovati tudi v vrtini črpališča Brege, ampak za drugačno stanje obstaja smiselna razlaga. Vrtina se namreč nahaja bolj na robu tega tipa tal in bolj proti severovzhodu. Koncentracija nitrata v podzemni vodi se tako bolj razredči z manj onesnaženo vodo, ki prenika iz območja z globljimi tlemi na severu in vzhodu, hkrati pa podzemni vodonosnik Krškega polja napaja tudi Sava. Podzemna voda se glede na študije (Krompič in sod., 2008) pomika od severozahoda proti jugovzhodu, pri čemer dotokanje bolj čiste vode iz zaledja Save uspešneje redči visoke koncentracije nitrata v vrtini Brege kot Drnovo. Do podobnih zaključkov so prišli tudi v raziskavi (Glavan in sod., 2020), kjer so za modeliranje koncentracij nitrata v podzemni vodi Krške kotline uporabili model MODFLOW.





Slika 43: Modelirane povprečne letne količine izpranega nitrata za celotno območje Krške kotline za raziskovalno obdobje 2009-2018.

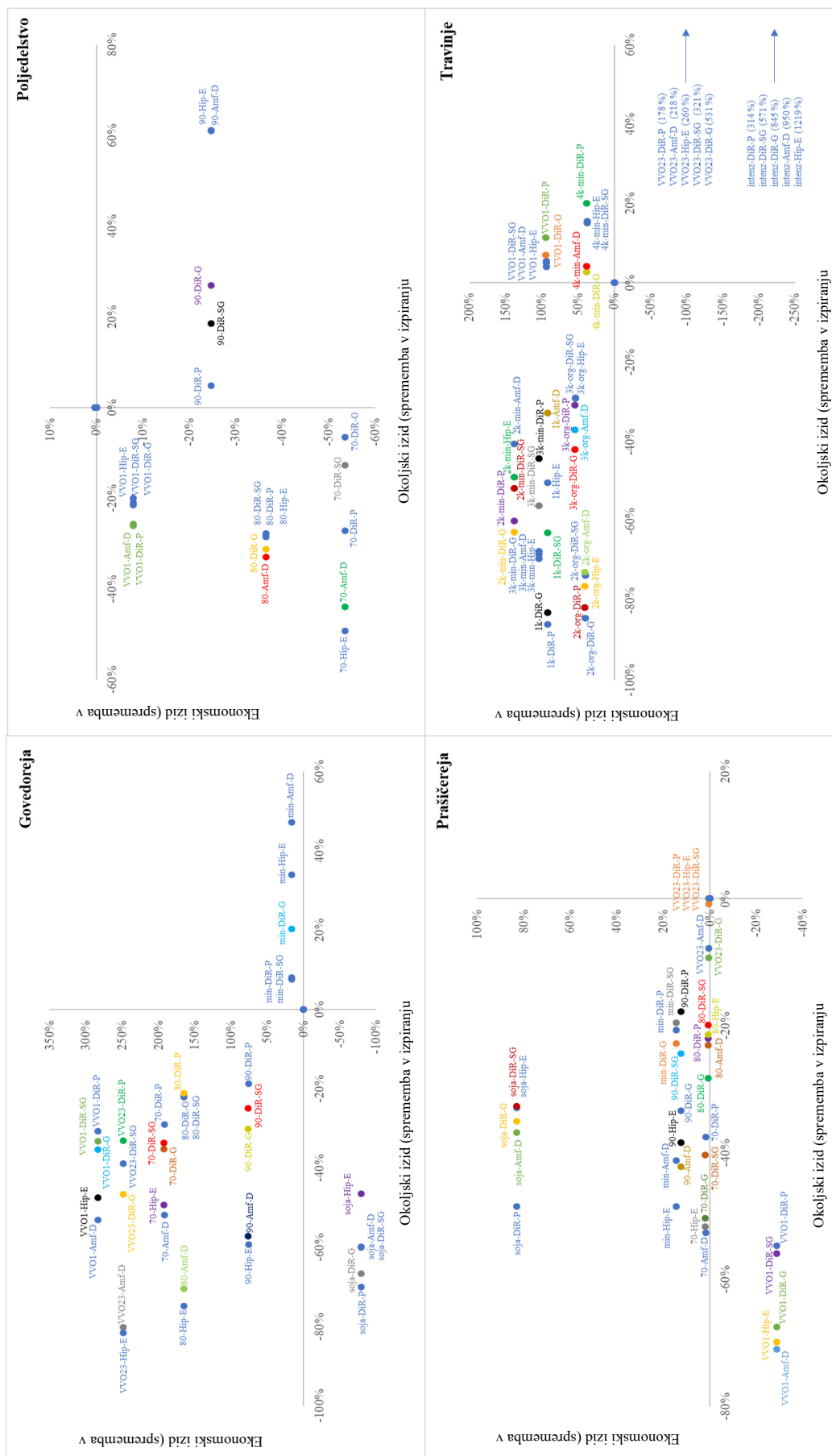
#### 4.9.2 Stopnja II: Vrednotenje učinkovitosti ukrepov

V nadaljevanju je za vsako od območij po glavnih tipih tal prikazana združena analiza učinkovitosti scenarijev glede na oba cilja. Rezultati so prikazani na slikah 44 in 45. Bolj pozitivna je razlika v pokritju in bolj negativna je razlika v količini izpranega nitrata, bolj učinkovit je scenarij. Odvisno od območja in talnih tipov so se ukrepi odzivali različno. Pri govedoreji je bila na obeh območjih kombinirano učinkovita večina alternativnih scenarijev, nobeden pa ni pokazal nasprotnega učinka za oba cilja. Pri poljedelstvu je bil kombinirano najbolj učinkovit osnovni scenarij, ostali so bili na območju Krške kotline učinkoviti zgolj okoljsko, na območju Dravske pa nekateri niti to ne. Pri prašičereji so se alternativni scenariji vsi izkazali kot učinkovite v okoljskem smislu, večji del pa tudi kombinirano, čeprav so bili učinki v ekonomskem smislu manj izraziti. Pri travinju so scenariji na osnovi realnih intenzivnih praks v kombiniranem smislu pokazali zelo nasproten učinek, ostali (na podlagi strokovnih priporočil) pa so bili na območju Dravske bolj uspešni pri doseganju kombiniranega cilja kot na območju Krške kotline. Ta odziv spet pritrjuje ugotovitvam preteklih raziskav, ki predlagajo umeščanje ukrepov varovanja voda glede na lokalne specifikke (Van Grinsven in sod., 2012; Blicher-Mathiesen in sod., 2014). Rezultati hkrati potrjujejo tudi hipotezo 2. Ta predvideva, da lahko z usklajeno optimizacijo ekonomskih in okoljskih ciljev na ravni parcele ter z upoštevanjem lokalnih razmer na obeh nivojih hkrati

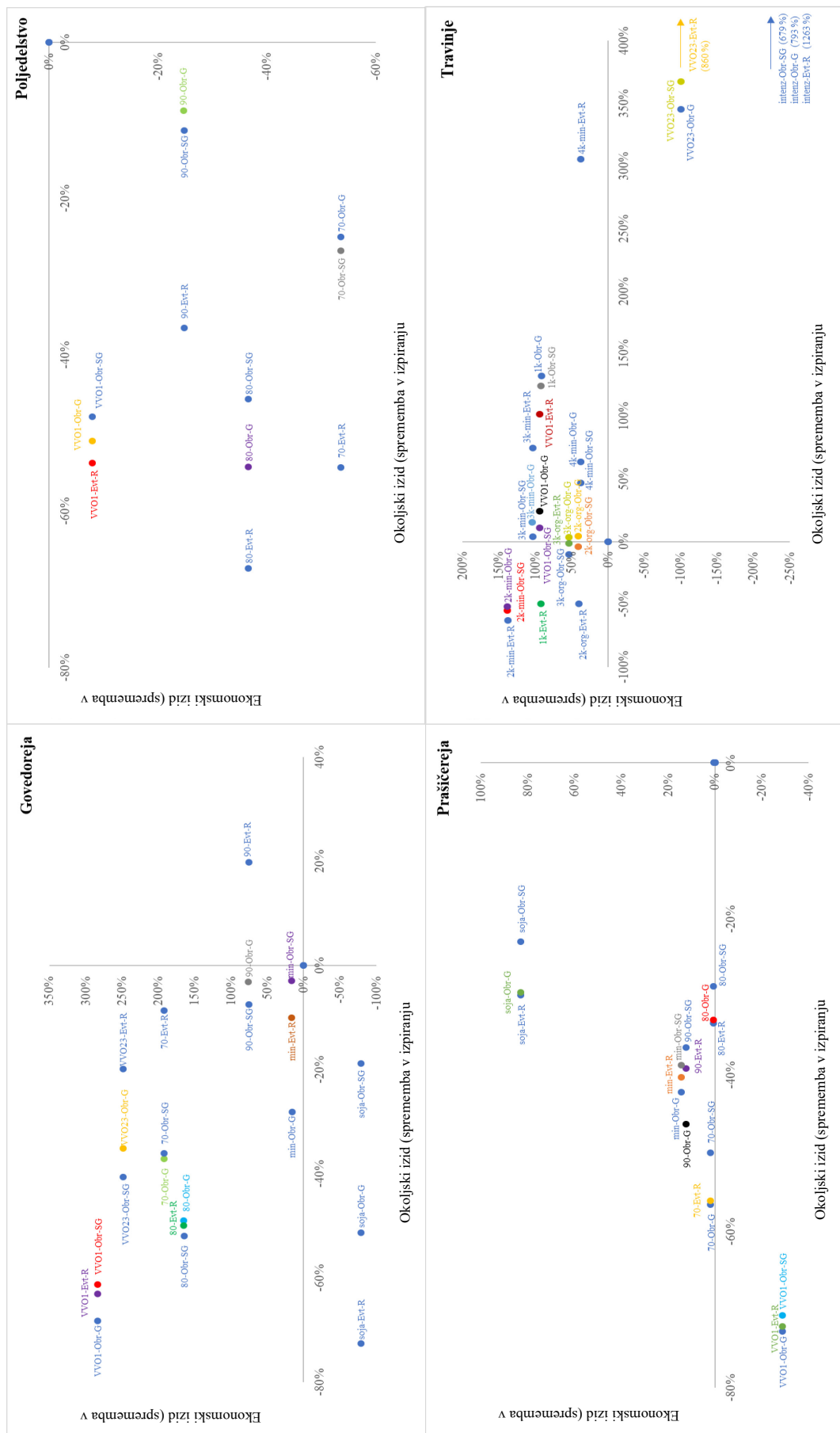


dosežemo večjo učinkovitost (manjše izpiranje nitrata in vsaj ohranjanje ekonomičnosti kmetijstva) kot ob upoštevanju vsakega od ciljev ločeno.

Rezultati torej kažejo, da je za sklope govedoreja, prašičereja in travinje na vsakem od izbranih talnih tipov mogoče izbrati scenarije, ki so od osnovnih bolj učinkoviti tako z okoljskega kot z ekonomskega vidika. Pri poljedelstvu se je izkazalo, da z ekonomskega vidika ni učinkovit noben scenarij, vendar so scenariji najožjega VVO kljub nekolikšnemu poslabšanju pokritja precej izboljšali okoljski rezultat, kar je, gledano celovito, dober rezultat, še zlasti, ker bi se zmanjšano pokritje izboljšalo zaradi izplačila vodovarstvenih nadomestil. V nadaljevanju so v preglednicah 43 in 44 za vsak talni tip prikazani okoljsko, ekonomsko in kombinirano najbolj učinkoviti scenariji. Ob predpostavki, da so modeli in izračuni pokritij realni, lahko sklepamo, da bi z nadomestitvijo trenutnih kmetijskih praks s kombinirano učinkovitimi scenariji na posameznih talnih tipih lahko zmanjšali izpiranje nitrata ob hkratnem izboljšanju ekonomičnosti kmetijske proizvodnje. Težko sicer rečemo, do kolikšne mere so rezultati prenosljivi v realnost, saj so rezultat enega modela, specifičnega nabora vhodnih podatkov in dela enega modelarja. Čeprav ne moremo z gotovostjo reči, za koliko bi uvedba posameznega scenarija spremenila stanje v naravi, lahko s precej veliko verjetnostjo trdimo, da bi se določen scenarij obnesel bolje od nekega drugega. Razred »učinkovit ukrep« smo namenoma in v skladu s prakso nekaterih preteklih objav (Gooday in sod., 2014) postavili na 20 % razlike od osnovnega, kar zmanjša vpliv napak in dodatno podkrepi predpostavke. Prednost modeliranja je ravno v tem, da omogoča preizkušanje velikega števila različnih scenarijev v abstraktnem svetu, na podlagi rezultatov lahko tako bolj obetavne preizkušamo še v naravi.



Slika 44: Združena okoljski in ekonomski izid scenarijev – sprememba v izpiranju nitrata in v pokritju – na izbranih talnih tipih za območje Dravske kotline. Sprememba je prikazana v primerjavi z osnovnim scenarijem za vsak sklop.



Slika 45: Združena okoljski in ekonomski izid scenarijev – sprememba v izpiranju nitrata in v pokritju – na izbranih talnih tipih za območje Krške kotline. Sprememba je prikazana v primerjavi z osnovnim scenarijem za vsak sklop.

### 4.9.3 Stopnja III: Optimizacija in umeščanje ukrepov

Na podlagi sistema za podporo odločanju bi lahko ob zgornji predpostavki za kmetije s posameznimi obravnavanimi usmeritvami predlagali spremembo rabe iz trenutne v katerokoli od kombinirano učinkovitih s podobnim tipom tal v preglednicah 43 in 44, pri čemer bi pričakovali, da se bosta izboljšala tako ekonomsko stanje kmetije kot izpiranje nitrata. Velike razlike med talnimi tipi niso prisotne povsod, vendar kljub temu obstajajo – in ravno to omogoča bolj natančno usklajevanje enega in drugega vidika, kot če bi ukrepe umeščali brez uporabe sistema.

Preglednica 43: Prikaz učinkovitih in zelo učinkovitih scenarijev po talnih tipih in sklopih za območje Dravske kotline. Prikazani so kombinirano učinkoviti scenariji, pa tudi tisti, ki so učinkoviti le z enega ali drugega vidika

		Učinkoviti in zelo učinkoviti scenariji (okoljsko/ekonomsko/kombinirano)														
		Distr. rj. tla, gl.			Distr. rj. tla, sr. gl.			Distr. rj. tla, pl.			Hipogl., evtr.			Amfigl., distr.		
		Okol.	Ekon.	Komb.	Okol.	Ekon.	Komb.	Okol.	Ekon.	Komb.	Okol.	Ekon.	Komb.	Okol.	Ekon.	Komb.
<b>Goved.</b>		soja		70	soja		70	soja	90	70	soja		70	soja		70
				80			80			80			80			80
				90			90			VVO1			90			90
				VVO1			VVO1			VVO23			VVO1			VVO1
				VVO23			VVO23						VVO23			VVO23
<b>Poljed.</b>	80			80			70			70			70			
	VVO1			VVO1			80			80			80			
							VVO1			VVO1			VVO1			
<b>Prašič.</b>	70		soja	70		soja	70		soja	70		soja	70		soja	
	80			80			80			80			80			
	90			90			min			90			90			
	min			min			VVO1			min			min			
	VVO1			VVO1						VVO1			VVO1			
<b>Travinje</b>		4k-min	3k-org		4k-min	3k-org		4k-min	3k-org		4k-min	3k-org		4k-min	3k-org	
		VVO1	3k-min		VVO1	3k-min		VVO1	3k-min		VVO1	3k-min		VVO1	3k-min	
			2k-org			2k-org			2k-org			2k-org			2k-org	
			2k-min			2k-min			2k-min			2k-min			2k-min	
			1k			1k			1k			1k			1k	

Ta faza SPO bi od vseh treh največ pridobila z avtomatizacijo s programsko opremo, ki bi samodejno optimizirala rabo glede na cilje. To bi bilo zlasti praktično na večjih zelo heterogenih območjih. Na ravni celotnega območja bi lahko tako na primer določili raven, na katero si želimo, da se celokupno zmanjša izpiranje nitrata in vsaj ohranja raven ekonomskega izida proizvodnje. Programski vmesnik bi nato optimiziral scenarije s tipi tal in poiskal optimalno rešitev. Podobni vmesniki, a za drug namen, so bili v preteklosti že razviti, med drugim za optimizacijo rabe prostora s ciljem izboljšanja biodiverzitete na kmetijskih območjih (Strauch in sod., 2019). Brez avtomatizacije mora uporabnik v zapletenem postopku sam pretehtati veliko število različnih možnosti in karseda dobro uskladiti oba ciljna vidika.

Preglednica 44: Prikaz učinkovitih in zelo učinkovitih scenarijev po talnih tipih in sklopih za območje Krške kotline. Prikazani so kombinirano učinkoviti scenariji, pa tudi tisti, ki so učinkoviti le z enega ali drugega vidika

Učinkoviti in zelo učinkoviti scenariji (okoljsko/ekonomsko/kombinirano)										
	Obr. tla, gl.			Obr. tla, sr. gl.			Evtr. Rj. tla			
	Okol.	Ekon.	Komb.	Okol.	Ekon.	Komb.	Okol.	Ekon.	Komb.	
<b>Goved.</b>	70	90	80		90	70	soja	70	80	
	min		VVO1			80			VVO1	
	soja		VVO23			VVO1			VVO23	
						VVO23				
<b>Poljed.</b>	70			70				70		
	80			80				80		
	VVO1			VVO1				90		
								VVO1		
<b>Prašč.</b>	70		soja	80		70		70		soja
	80			90		soja		80		
	90			min				90		
	min			VVO1				min		
	VVO1							VVO1		
<b>Travinje</b>		4k-min	2k-min		4k-min	2k-min		4k-min	2k-org	
		3k-org			3k-org			3k-org	2k-min	
		3k-min			3k-min			3k-min	1k	
		2k-org			2k-org			VVO1		
		1k			1k					
		VVO1			VVO1					

Z namenom preizkusa sistema za podporo odločanju smo v nadaljevanju simulirali izpiranje nitrata na celotnih raziskovalnih območjih ob upoštevanju treh različnih ciljev – čim boljšega okoljskega, čim boljšega ekonomskega in čim boljšega kombiniranega vpliva kmetijskih praks (preglednici 45 in 46). Za vsak talni tip je izbran le tisti kmetijski scenarij, ki glede na rezultate sistema za podporo odločanju najbolj zadosti določenemu cilju.

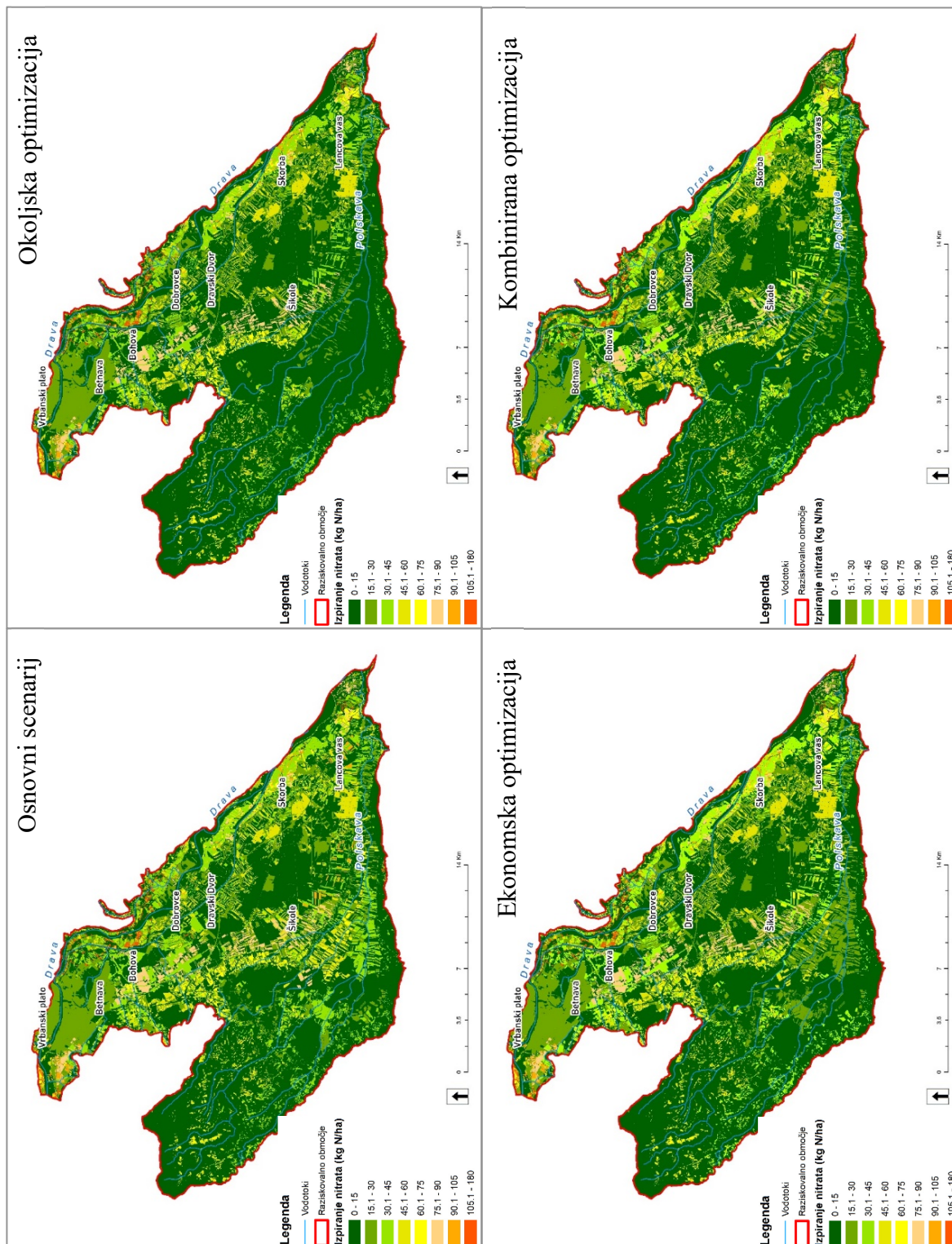
Preglednica 45: Glede na različne cilje izbrani optimalni kmetijski scenariji za izbrane talne tipe Dravske kotline

	Distrična rjava tla, globoka	Distrična rj. tla, sr. globoka	Distrična rjava tla, plitva	Hipoglej, evtrični	Amfiglej, distrični
<b>Okoljski cilj</b>					
<b>Govedoreja</b>	soja	soja	soja	VVO23	VVO23
<b>Poljedelstvo</b>	80	80	80	70	70
<b>Praščereja</b>	VVO1	VVO1	VVO1	70	70
<b>Travinje</b>	2k-org	2k-org	1k	2k-org	2k-org
<b>Ekonomski cilj</b>					
<b>Govedoreja</b>	VVO1	VVO1	VVO1	VVO1	VVO1
<b>Poljedelstvo</b>	osnovni	osnovni	osnovni	osnovni	osnovni
<b>Praščereja</b>	soja	soja	soja	soja	soja
<b>Travinje</b>	2k-min	2k-min	2k-min	2k-min	2k-min
<b>Kombinirani cilj</b>					
<b>Govedoreja</b>	VVO1	VVO1	VVO1	VVO23	VVO23
<b>Poljedelstvo</b>	VVO1	VVO1	VVO1	VVO1	VVO1
<b>Praščereja</b>	soja	soja	soja	soja	soja
<b>Travinje</b>	2k-min	2k-min	2k-min	3k-min	3k-min

Preglednica 46: Glede na različne cilje izbrani optimalni kmetijski scenariji za izbrane talne tipe Krške kotline

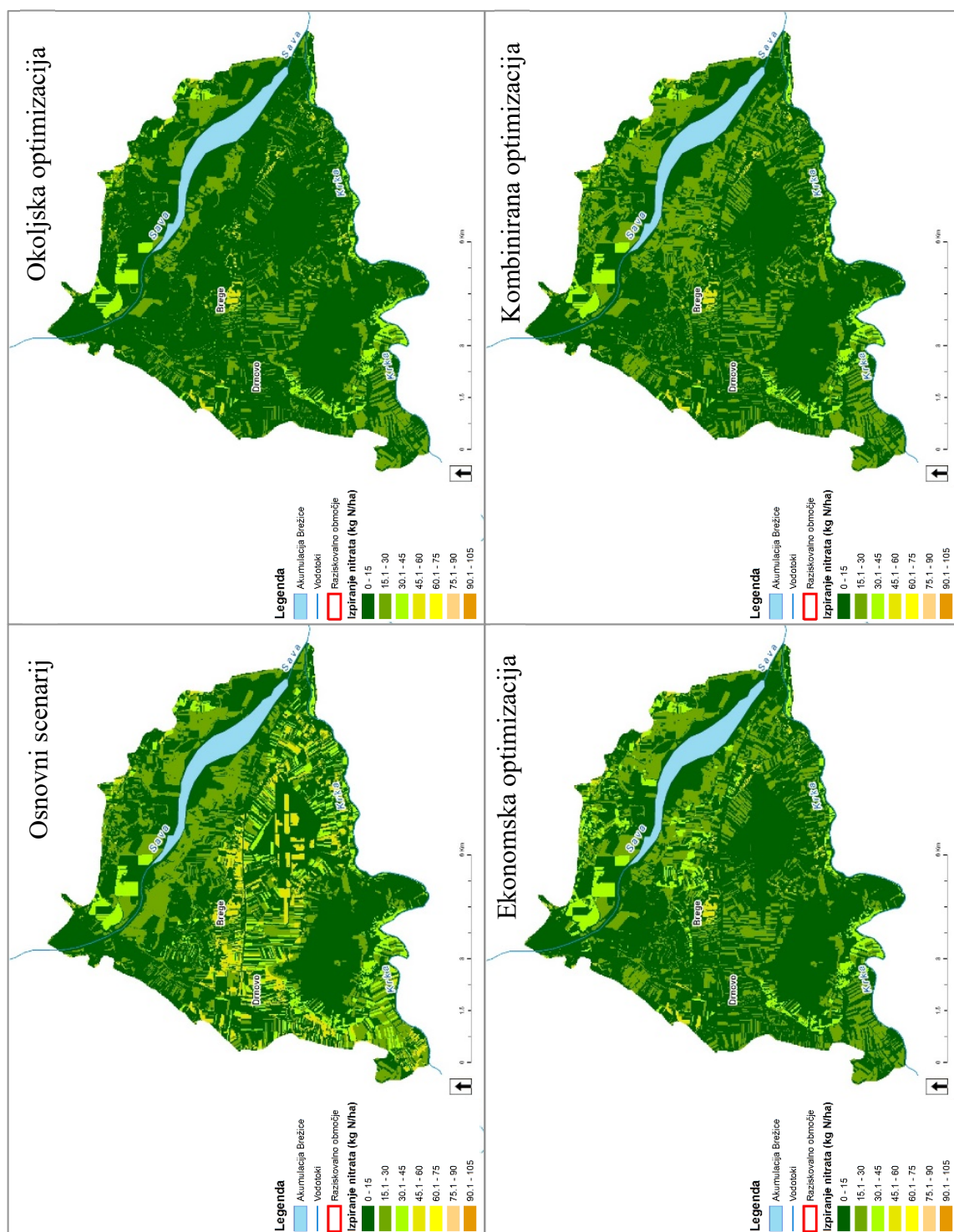
	<b>Obrečna tla, globoka</b>	<b>Obrečna tla, sr. globoka</b>	<b>Evtrična rjava tla</b>
<b>Okoljski cilj</b>			
<b>Govedoreja</b>	VVO1	VVO1	soja
<b>Poljedelstvo</b>	80	VVO1	80
<b>Praščereja</b>	VVO1	VVO1	VVO1
<b>Travinje</b>	2k-min	2k-min	2k-min
<b>Ekonomski cilj</b>			
<b>Govedoreja</b>	VVO1	VVO1	VVO1
<b>Poljedelstvo</b>	osnovni	osnovni	osnovni
<b>Praščereja</b>	soja	soja	soja
<b>Travinje</b>	2k-min	2k-min	2k-min
<b>Kombinirani cilj</b>			
<b>Govedoreja</b>	VVO1	VVO1	VVO1
<b>Poljedelstvo</b>	VVO1	VVO1	VVO1
<b>Praščereja</b>	soja	soja	soja
<b>Travinje</b>	2k-min	2k-min	2k-min

Sliki 46 in 47 prikazujeta prostorske rezultate predlagane optimizacije. Rezultati umestitve optimalnih scenarijev za posamezne izbrane talne tipe so prikazani kot karte izpiranja nitrata za celotni območji raziskovanja. Takšno optimizacijo po metodologiji predlaganega sistema za podporo odločanju bi bilo mogoče izvesti tudi z analizo za dejanske kmetije specifičnih obdelovalnih praks in vseh talnih tipov na območju, kar bi podalo še bolj realistične rezultate in omogočilo zelo natančno umeščanje ukrepov varovanja podzemne vode. Ker bi takšen celovit pristop zahteval zelo veliko časa in finančnih sredstev, je bil prikaz delovanja sistema izveden v manjšem obsegu. Vendar ta kljub temu kaže, da bi bil ob zadostnem interesu sistem lahko zelo uporabno orodje za izbiro in umeščanje učinkovitih ukrepov.



Slika 46: Povprečno letno izpiranje nitrata na območju Dravske kotline za osnovni scenarij (levo zgoraj), okoljsko optimizirano (desno zgoraj), ekonomsko optimizirano (levo- spodaj) in kombinirano optimizirano (desno spodaj) kmetijsko pridelavo na travinju, ter njivah z govedorejskim, poljedelskim in prašičerejskim kolobarjem na izbranih talnih tipih.





Slika 47: Povprečno letno izpiranje nitrata na območju Krške kotline za osnovni scenarij (levo zgoraj), okoljsko optimizirano (desno zgoraj), ekonomsko optimizirano (levo- spodaj) in kombinirano optimizirano (desno spodaj) kmetijsko pridelavo na travinju, ter njivah z govedorejskim, poljedelskim in prašičerejskim kolobarjem na izbranih talnih tipih.



#### 4.9.4 Razprava o možnostih uporabe predlaganega sistema za podporo odločanju v praksi

V preglednici 47 so prikazane simulirane povprečne letne vrednosti izpranega nitrata na nivoju celotnih območij. Ob primerjavi scenarijev je potrebno imeti v mislih, da je bila optimizacija izvedena samo na kmetijskih zemljiščih na prevladujočih talnih tipih (gozd, urbane in ostale nekmetijske površine so bili izvzeti, kot je opisano v poglavju 3.2.4). Simulirana letna povprečja kažejo, da je skupno izpiranje nitrata na območju Dravske kotline več kot 60-krat večje kot na območju Krške. Rezultat je načeloma pričakovan, saj je območje Dravske kotline skoraj 60-krat večje. Povprečna letna količina izpranega nitrata na hektar je prav tako večja na območju Dravske kotline, kar je skladno s poročili ARSO glede slabšega stanja podzemne vode. Velike količine dušika, ki se glede na rezultate simulacij letno izperejo iz tal na območjih, imajo učinke na okolje. Vendar je iz rezultatov simulacij modela SWAT razvidno, da bi že uvedba sicer okoljsko najmanj učinkovitega ekonomsko optimiziranega scenarija, izpiranje v primerjavi z osnovnim zmanjšala za več 100 ton N na območju Dravske in več ton N na območju Krške kotline. To je izboljšanje stanja v razponu 5 oz. 6 %, ki ni doseženo z nekimi splošnimi ukrepi, ki bi škodili ekonomičnosti kmetijske pridelave, ampak s ciljno usmerjenimi ukrepi, ki ekonomičnost kmetijstva izboljšajo. V primeru okoljske optimizacije bi lahko pričakovali še večje izboljšanje – na območju Dravske kotline za 11 %, na območju Krške pa za 9 %, vendar nekoliko na škodo ekonomičnosti kmetijstva. Kombinirana je nekje vmes – za 8 % v Dravski in 6 % v Krški kotlini. Ob tem se je seveda potrebno zavedati, da so to ocene modela, ki so povezane z določeno mero negotovosti – zlasti kar se tiče kmetijskih praks, ki so na tako velikem območju zelo raznolike in gotovo niso identične tistim, uporabljenim v modelu – ter z vidika pedološke karte, o čemer je več opisano v nadaljevanju. Rezultati torej odražajo podatke, uporabljene v modelu, ne dejanskega stanja na terenu, kljub temu, da smo se pri pridobivanju vhodnih podatkov poskušali slednjemu čim bolj približati.

Preglednica 47: Povprečno skupno letno izpiranje nitrata za celotni območji raziskovanja izraženo kot celotna količina (v tonah N) na območje in kot količina (v tonah N) na hektar površine

Območje raziskovanja		Osnovni scenarij	Prostorska optim.	Ekonomska optim.	Kombinirana optim.
Simulirano povprečno letno izpiranje nitrata (NO <sub>3</sub> L) v t N za celotno območje					
Dravska kotlina		7364,1	6555,1	6913,6	6776
Krška kotlina		117,2	106,6	111,4	110
Simulirano povprečno letno izpiranje nitrata (NO <sub>3</sub> L) v kg N na hektar					
Dravska kotlina	<b>Celotno območje</b>	16,8	15	15,8	15,5
	Njive	27,5	23,3	25,5	25,1
	Travniki	34,0	26,9	29,1	28,3
	Skupno kmetijska zemljišča	27,3	23,2	25,2	24,7
Krška kotlina	<b>Celotno območje</b>	15,4	14,0	14,6	14,4
	Njive	13,2	11,7	12,3	12,2
	Travniki	11,9	10,9	11,3	11,3
	Skupno kmetijska zemljišča	13,4	12,0	12,5	12,5

Boljši zajem realnih kmetijskih praks in kolobarjev bi bilo teoretično možno doseči z združitvijo slojev GERK in podatkov iz evidence KMRS, a bi bilo to zaradi ogromnega števila različnih kombinacij preveč kompleksno za obseg te raziskave. Evidenco KMRS smo kljub temu uporabili kot bazo podatkov za informacijo o najpogostejših kmetijskih rastlinah na območju. Osnovni kolobarji so bili glede na ta podatek, pregled literature in glede na Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje (Mihelič in sod., 2010) ter podatke svetovalcev kmetijskih svetovalnih služb KGZ Maribor in Novo mesto izdelani tako, da so reprezentativni za posamezen način kmetovanja na območju.

Področje varovanje voda pred razpršenim onesnaženjem je zelo aktualno, vendar tudi zelo kompleksno. Za doseganje rezultatov v prihodnosti ne bo več dovolj kazati na morebitne krivce (kmetijstvo, odpadne vode), ampak bo potrebno iskati rešitve v sodelovanju z vsemi deležniki. Raziskave, ki obravnavajo zgolj okoljski vidik problematike, ne bodo zadostne. Potrebno bo naslavljanje tudi ekonomskih in socialnih vprašanj ter tudi vprašanja nacionalne varnosti (samooskrba, prehranska varnost itn.). Nedavna raziskava (Lampič in Rutar, 2019) je ugotovila, da je ekološko kmetovanje najbolj razširjeno na območjih vodonosnikov s kraško in razpoklinsko poroznostjo (17,1 %), na območjih aluvialnih vodonosnikov pa je takšnih zemljišč malo (3,7 %). Za takšno stanje obstaja več vzrokov, večina od njih je povezana z ekonomičnostjo proizvodnje. Območja vodonosnikov s kraško in razpoklinsko poroznostjo so večinoma na hribovitih kraških območjih, kjer je kmetovati s tehnologijo intenzivnega kmetijstva težje (finančno in tehnično). Preusmeritev iz ekstenzivne pridelave v ekološko je v precejšnjem številu primerov bolj kot ne formalnost, povezana z nekaj več birokracije, medtem ko se osnove kmetovanja ne spremenijo tako bistveno, prihodki pa se lahko zaradi višjih odkupnih cen kar precej izboljšajo. Drugače je na ravninskih območjih vodonosnikov z medzrnsko poroznostjo, kakršni sta Krška in Dravska kotlina. Najboljših kmetijskih zemljišč je z vidika zagotavljanja samooskrbe s hrano v Sloveniji morda celo »škoda« za ekstenzivno rabo. Preusmeritev v ekološko kmetijstvo bi na najboljših kmetijskih zemljiščih pomenila precejšnje prilagajanje kmetijskih praks, pogosto v smeri zmanjševanja pridelkov. Pomanjkanje interesa za preusmeritev v ekološko pridelavo je torej logična posledica. Zato bi bilo, če želimo uresničiti cilje EU strategije »od vil do vilic« (Farm to Fork) (Evropska komisija, 2020) in novega domačega strateškega načrta SKP o širitvi obsega ekološkega kmetovanja, smiselno povečati podpore in spodbujati povpraševanje po ekoloških izdelkih. Ista strategija »od vil do vilic« hkrati predvideva tudi izboljšanje ekonomskega položaja kmetov, zato bo verjetno potrebno od strategije do prakse narediti kar nekaj kompromisov. Na koncu je tukaj sicer še vprašanje samooskrbe in na splošno oskrbe človeštva s hrano. Jasno je, da s principi ekološkega kmetovanja ne bomo mogli pridelati dovolj hrane za vse. Ob napovedih naraščanja števila svetovnega prebivalstva, je vprašanje že, če bi lahko to dosegli z intenzivnim kmetijstvom, kaj šele ob zasledovanju strogih okoljskih ciljev. Vsekakor bi bilo potrebno vidike ekstenzifikacije kmetijstva ovrednotiti tudi z vidika zagotavljanja zadostne količine hrane za vse. Vprašanje, kaj je v tem oziru bolj pomembno, bistveno presega to nalogo. O tem se bomo morali odločati kot družba v celoti.

V okviru naloge smo s predlaganim SPO ovrednotili učinkovitost precejšnjega števila različnih intenzivnosti gnojenja. Bolj korenitih sprememb kmetijske rabe nismo vključili v raziskavo, kar je dobro z vidika enostavne prenosljivosti v prakso. Zmanjšanje odmerkov gnojil je mogoče doseči »čez noč«, oz. najkasneje ob naslednjem nanosu gnojil, medtem ko

spremembe pridelovalnih tehnologij v npr. ohranitveno kmetijstvo pomenijo precejšnje prilagajanje tako mehanizacije kot tudi sistema pridelave in miselnosti kmeta. V novem načrtu SKP je predvidenih več ukrepov, ki upoštevajo 'nadstandardne' prakse gnojenja. V osnovi gre za nižje odmerke gnojil, učinke česar smo testirali tudi v tej nalogi, a tudi uporabo gnojil s počasnim sproščanjem itn. Zmanjševanje porabe gnojil je na splošno v skladu s cilji trajnostnega razvoja in torej aktualnih EU politik Zelenega dogovora, zato bi bilo postavljanje višjih standardov v tem oziru korak v začrtano smer. Ker so podobni ukrepi predlagani v novi SKP, predvidevamo, da z vidika prenosa v prakso oz. zakonodajo očitno niso preveč zapleteni, zato bi jih verjetno lahko brez večjih zapletov uvedli tudi z namenom varovanja voda. V povezavi s tem je v novi SKP nenazadnje predviden ukrep Vodni viri, ki predvideva uporabo gnojil in FFS, ki so dovoljena zgolj na najožjih VVO. V vseh naštetih primerih gre seveda za prostovoljne ukrepe, kar ne pomeni nujno, da bi bil postopek enako enostaven tudi za uvajanje obveznih vsebin na ogroženih območjih, ki bi jih določili z uporabo predlaganega SPO. Vendar glede na zgoraj predstavljene rezultate simulacij izpiranja nitrata, kjer so bili v optimizacijo zajeti le deli celotnih območij, sklepamo, da bi celo s shemo prostovoljnega vključevanja zainteresiranih kmetov precej pripomogli k izboljšanju stanja voda.

Z vidika možnosti vpeljave novih praks na področju varovanja voda je potrebno omeniti 'Uredbo o načinu izplačevanja in merilih za izračun nadomestila za zmanjšanje dohodka iz kmetijske dejavnosti zaradi prilagoditve ukrepom vodovarstvenega režima', ki je aktualna le še do konca leta 2022. Za obdobje po tem se pod okriljem MOP pripravlja nova metodologija določanja višine nadomestil. V luči aktualnih problematik bi bilo pomembno, da višina nadomestil ne bi bila več vezana na različne kriterije, ampak bi se izplačevala kot pavšal na določeno površino, enako kot se predvideva za izplačila v novi SKP. S pavšalom bi se precej poenostavila metodologija za izračunavanje višine nadomestila, razbremenilo bi se javne službe in kmete, po možnosti bi se lahko celo ukinilo ločeno vlaganje vlog in se ga povežalo v sistem oddajanja zbirnih vlog za KOPOP in SOPO (shema za okolje in podnebje) ukrepe, ki ga kmetje bolje poznajo. S predpostavko pavšalne ureditve višine nadomestil bi bilo v prihodnosti lažje izbrati tudi načine določanja obsega VVO.

Obseg sedanjega VVO1, kjer so omejitve glede na rezultate te naloge in preteklih objav (Glavan in sod., 2014) razmeroma učinkovite pri zmanjševanju izpiranja nitrata, bi zaradi preprečevanja mikrobiološke nevarnosti najverjetneje ostal nespremenjen. Vendar so, glede na trenutno veljavno zakonodajo, z dokaj striktnim režimom zavarovani manj kot 3 % površine območja Dravske kotline in 1 % območja Krške kotline. Razpršeno onesnaževanje pa ni lokalno omejeno, ampak poteka na, lahko bi rekli, vsej površini hkrati, s tokovi podzemne vode pa se lahko količina onesnažil proti območjem črpališč še povečuje (oz. zmanjšuje, če priteka voda z nižjo koncentracijo onesnažil). Posledično je lahko trenutni pristop varovanja manj učinkovit, kot če bi se z ukrepi za zmanjševanje izpiranja nitrata varovala območja, kjer je, glede na analizo okoljskih dejavnikov, potencial za onesnaževanje največji. Stanje vodnih teles za namen izpolnjevanja ciljev VD ni omejeno zgolj na območja črpališč za oskrbo z vodo, ampak so obravnavana celotna vodna telesa, zato je edino smiselno, da se s poenoteno metodo varuje vse dele območja, ki se kažejo kot ogrožena za izpiranje nitrata. Izven najožjega VVO bi bilo, ob uporabi predlaganega sistema za podporo odločanju, najverjetneje smiselno določiti tudi dodatna območja varovanja v obsegu, ki bi dejansko varoval najbolj ogrožena območja glede na rezultate analize ogroženih območij, in

kjer bi kot nabor sprejemljivih kmetijskih praks predlagali zgolj tiste, ki so na tistem specifičnem območju kombinirano učinkovite za posamezne usmeritve kmetijstva.

Precej očitna omejitev predlaganega sistema v trenutni fazi je odsotnost optimizacijskega algoritma, ki bi proces umeščanja ukrepov glede na učinkovitost po talnih tipih avtomatiziral. Na ta način bi lahko ukrepe umeščali tudi na bolj kompleksnih območjih. Podobni algoritmi so bili sicer v preteklosti že razviti (Strauch in sod., 2019), zato bi bila integracija najverjetneje dokaj enostavna.

Zelo pomemben vir negotovosti modelnih rezultatov je omejenost prostorske resolucije podatkov, še posebno karte tal Slovenije, ki je pregrobe resolucije za zanesljivo delo na nivoju parcel. Tudi Računsko sodišče (2020) v 'Poročilu o uspešnosti zmanjševanja nitratov v podzemni vodi' izpostavlja potrebo po podrobnejšem poznavanju lastnosti tal na ogroženih območjih in ugotavlja, da bi bilo potrebno tla na takšnih območjih bolj raziskati z namenom izboljšanja prostorske resolucije. Kot odziv na revizijsko poročilo je bil za obdobje 2022-2026 sprejet nov Pravilnik o monitoringu kakovosti tal, ki poleg spremljanja onesnaženosti predvideva tudi analizo osnovnih pedoloških parametrov tal (mdr. gostote, teksture, količine organske snovi). V povezavi z ugotovitvami te naloge, da za modeliranje ne potrebujemo nujno izmerjenih podatkov o hidravličnih lastnostih tal, temveč jih lahko preračunamo iz parametrov, katerih vzorčenje predvideva Program monitoringa kakovosti tal (2021), je to vsekakor spodbuden podatek. Razporeditev vzorčnih mest sicer ni bila določena glede na stanje vodnih teles podzemne vode glede nitrata, zato je iz programa razvidno, da je na kmetijskih zemljiščih na obeh območjih, ki ju obravnava ta naloga, skupno predvideno zgolj eno mesto za vzorčenje – v Krški kotlini. To ne bo pretirano izboljšalo resolucije podatkov o tleh, je pa spodbudno že zavedanje, da bi bilo na tem področju dobro narediti nadaljnje raziskave.

Ker se je na podlagi modelnih rezultatov zopet izkazalo, da je vpliv lastnosti tal na izpiranje nitrata zelo pomemben, in da se lahko to med različnimi talnimi tipi precej razlikuje, je jasno, da je podrobno poznavanje dejanskega stanja tal zelo koristno. Pedološka karta, uporabljena v naši študiji je izdelana v merilu 1:25.000 na podlagi sondiranja in izkopov pedoloških profilov. Razmejitev na talne tipe v grobem drži, vendar lahko v naravi, še zlasti na velikih območjih, kakršni sta Dravska in Krška kotlina, stanje vseeno variira. S tega vidika je uporabljena karta tal premalo podrobna, da bi lahko modelne rezultate zanesljivo umeščali na parcelo ali GERK natančno. V tem trenutku z modelnimi rezultati torej ne moremo zanesljivo pokazati, katera parcela na zemljevidu bi za izboljšanje stanja potrebovala kateri način obdelave tal (s tem v mislih je potrebno gledati tudi slike 42, 43, 46 in 47), lahko pa s precej večjo gotovostjo trdimo, katere prakse so bolj in katere manj učinkovite na posameznih opredeljenih talnih tipih. Če je torej talni tip na določeni parceli takšen, kakršnega smo uporabili v modelu, potem za to parcelo lahko predvidevamo, kakšen bi bil učinek na izpiranje nitrata ob uporabi določene kmetijske prakse. Glede na to, da smo za glavne talne tipe opredelili tiste, ki se na kmetijskih zemljiščih na posameznem območju najpogosteje pojavljajo, predvidevamo, da bi lahko usposobljen pedolog s terenskim sondiranjem tudi brez dodatnih laboratorijskih analiz opredelil, kateri od izbranih talnih tipov je za posamezno dejansko parcelo na terenu najbolj reprezentativen. Celotno kmetje, ki navadno dobro poznajo svoje obdelovalne površine in iz izkušenj vedo, ali gre na posamezni parceli za težja ali lažja tla, bi glede na predstavljeno učinkovitost scenarijev za svoje parcele

lahko predvidevali, katere prakse bi bile bolj primerne od drugih. S tem bi se izognili velikim stroškom meritev, pridobili pa bi veliko natančnejšo informacijo o tleh na specifičnem območju. Pred kakršnimikoli korenitimi spremembami na specifičnih parcelah na podlagi rezultatov te naloge bi bilo torej smiselno najprej opraviti dodaten terenski pregled tal.

Izboljšanje resolucije karte tal je kompleksno delo, ki ga je težko doseči brez precejšnjih finančnih vložkov. Zaveze k izboljšavam stanja voda, dane v okviru EU in OZN, bi sicer lahko bile zadostna motivacija za odločevalce, da se taka sredstva zagotovijo, morda celo z naslova okoljskih ukrepov, zlasti ker bo stanje v končni fazi potrebno na nek način izboljšati. Objave, tudi iz tujine (Hashemi in sod., 2018, Jacobsen in Hansen, 2016), govorijo v korist lokalno usmerjenim ukrepom, zato bo treba podoben pristop okrepiti tudi v Sloveniji. Varovanje okolja kot tudi podnebne spremembe sta zgolj dva od izzivov, ki bosta v prihodnosti zahtevala še več prilagajanja kmetijskega sektorja. Pomemben izziv bo tudi preprečevanje izgubljanja kmetijskih zemljišč, ki so izjemnega strateškega pomena za samooskrbo z lokalno pridelano kakovostno hrano. Predstavljeni sistem se je izkazal kot primeren za tovrstne analize, torej bi bilo smiselno v prihodnosti še okrepiti raziskave na tem področju in definirati ogrožena območja na vseh vodnih telesih s slabim ali potencialno slabim stanjem. Z uporabo predlaganega sistema bi bilo mogoče zmanjšati okoljski odtis kmetijstva in obdržati njegovo konkurenčnost.

## 5 SKLEPI

V predstavljeni nalogi smo preučevali področje varovanja podzemne vode pred nitratom iz kmetijskih virov na ogroženih območjih Dravske in Krške kotline v Sloveniji. Z uporabo modela SWAT smo simulirali izpiranje nitrata z različnimi scenariji kmetijske pridelave. V prvi fazi smo preučevali, ali obstajajo razlike med rezultati različic modelov, ki so postavljeni s podatki iz različnih virov in umerjeni na različne načine. V drugi fazi smo z najbolje delujočim modelom za posamezno območje simulirali vpliv trenutnih kmetijskih praks z namenom določitve ogroženih delov območij in vpliv spremenjenih kmetijskih praks na izpiranje nitrata. Z mejno analizo smo nato za vsako spremenjeno prakso izračunali spremembo v ekonomičnosti (pokritju) glede na osnovni scenarij. V končni fazi je bil oblikovan in preizkušen predlog sistema za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode pred onesnaženjem z nitrati, ki omogoča umeščanje kombinirano okoljsko-ekonomsko učinkovitih ukrepov na območja, ogrožena za izpiranje dušika iz tal.

Statistična analiza rezultatov različic modela SWAT za vsako raziskovalno območje je pokazala, da med modeli, ki so bili postavljeni na podlagi različnih virov vhodnih podatkov (izmerjeni podatki o fizikalnih lastnostih tal v primerjavi s preračunanimi s pedotransfernimi funkcijami) in umerjeni na različne načine (pretok rek, voda v tleh in kombinacije obojega), dejansko obstajajo razlike v simulacijah izpiranja nitrata. Kateri model se s simulacijami najbolje približa realnemu stanju, smo ocenili na podlagi statistične analize. Z izboljšanjem kakovosti podatkov in razvojem modelov lahko pričakujemo, da bo z rezultati povezane manj negotovosti. Analizo lahko povzamemo v dveh ugotovitvah:

1. Vsi načini umerjanja (pretok, voda v tleh itn.) niso primerni za vse situacije. Če imamo na voljo zanesljive podatke o pretokih vodotokov in slednji dobro komunicirajo (izcejanje, napajanje) z vodonosnikom, so ti zelo primerni. Če so podatki o pretokih vodotokov nezanesljivi ali niso na voljo, so tudi meritve vode v tleh lahko koristne in dajo zadovoljive rezultate.
2. Način pridobivanja vhodnih podatkov (npr. o tleh) zaradi spreminjanja teh parametrov tekom umerjanja ni nujno ključen za delovanje modela. Vrednosti merjenih in izračunanih podatkov o tleh so lahko v osnovi različne, a se lahko v primeru majhnega odstopanja med umerjanjem precej približajo. Ob upoštevanju visokih stroškov in zahtevnosti meritev fizikalnih lastnosti tal je za podobne študije v prihodnosti morda bolj smiselno uporabljati podatke o hidravličnih lastnostih tal, ki jih s pedotransfer funkcijami preračunamo iz lažje dostopnih podatkov o teksturi in organski snovi. Tudi s slednjimi smo namreč lahko dosegli povsem sprejemljivo umerjanje in validacijo modela SWAT.

Na podlagi preizkusa delovanja sistema za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode pred onesnaženjem z nitrati lahko povlečemo tri zaključke:

1. Vsaka izmed izvedenih optimizacij kmetijske pridelave (celo ekonomska) lahko zmanjša količine izpranega nitrata v primerjavi z osnovnim scenarijem na nivoju celotnega območja.
2. Največje zmanjšanje količin izpranega nitrata je bilo doseženo z okoljsko optimizacijo, vendar lahko ta negativno vpliva na ekonomičnost kmetijske pridelave.
3. Z uvedbo kombinirano učinkovitih ukrepov (ob predpostavki dovoljšne podobnosti modela in ekonomskih izračunov z realnostjo) bi lahko dosegli hkratno zmanjšanje količin izpranega nitrata in izboljšanje oz. ohranitev ekonomskega stanja kmetijstva.

Na osnovi rezultatov raziskave smo glede zastavljenih hipotez ugotovili naslednje:

**Hipotezo 1** delno potrdimo, saj smo pričakovali, da ima različen izvor vhodnih ali umeritvenih podatkov za modeliranje (npr. izmerjeni podatki o fizikalnih lastnostih tal v primerjavi s preračunanimi s pedotransfernimi funkcijami; umerjanje s pretoki rek v primerjavi s količino vode v tleh itn.) vpliv na rezultate scenarijev in da bo med posameznimi obravnavanji prišlo do razlik v količinah izpranega nitrata. Statistična analiza različnih variant modela je pokazala, da razlike v rezultatih obstajajo, a ne v vseh primerih (sliki 34 in 35). Na območju Dravske kotline so se rezultati vsaj ene različice modela statistično razlikovali od ostalih pri treh od šestih scenarijev, na območju Krške kotline pa pri petih od šestih scenarijev.

**Hipotezo 2** v celoti potrdimo, saj smo pričakovali, da lahko z usklajeno optimizacijo ekonomskih in okoljskih ciljev (na ravni parcele) na podlagi upoštevanja lokalnih razmer dosežemo večjo učinkovitost (kot ob upoštevanju vsakega od ciljev ločeno) na obeh nivojih hkrati. Izkazalo se je, da lahko s preudarnim umeščanjem najbolj primernih kmetijskih praks na različne talne tipe dosežemo povprečno letno zmanjšanje izpiranja nitrata na celotnem območju ob zasledovanju kateregakoli od treh ciljev (ekonomskega, okoljskega in kombiniranega), povečanje ekonomičnosti kmetijstva pa ob zasledovanju ekonomskega ali kombiniranega cilja (sliki 46 in 47, preglednice 43, 44 in 47). Glede na to, da je ob zasledovanju kombiniranega cilja mogoče doseči hkratno zmanjšanje količine izpranega nitrata na celotnem območju in povečanje ekonomičnosti kmetijstva, lahko hipotezo potrdimo.

Največji vir negotovosti v tej raziskavi je povezan z modeliranjem in uporabljenimi prostorskimi podatki. Rezultati naloge tako ne predstavljajo dejanskega stanja v naravi, ampak zgolj predvidevanje, kakšno bi to stanje lahko bilo glede na podatke, uporabljene v procesu modeliranja. Da bi se izognili tej negotovosti, smo rezultate simulacij v kar največji meri prikazovali kot velikost ali smer sprememb in ne kot točno določene vrednosti. Glede na umerjanje, validacijo in analizo negotovosti modela sicer predpostavljamo, da so rezultati modela dovolj robustni za interpretacijo. Velik vir negotovosti predstavljajo v modelu uporabljeni podatki o obdelovalnih praksah, ki so v realnosti zelo raznoliki, ter karti tal za območji raziskovanja, ki imata za namen modeliranja stanja na parcelo natančno, preveč grobo resolucijo. Vir negotovosti je tudi sporočilnost podatkov o pretokih vodotokov, posebej še, če ima vodotok omejeno povezanost z vodonosnikom (npr. zaradi vodotesnosti akumulacije Brežice), čemur smo se v največji meri izognili s kalibracijo za količino vode v

tleh na območju Krške kotline ter s kalibracijo pretoka na Polskavi, saj njena struga ni tesnjena kot Dravina. Pomanjkljivost raziskave je zlasti odsotnost avtomatizacije sistema za podporo odločanju, ki je v tej fazi primeren le za uporabo na manjših območjih, kjer je količina dela, povezanega z umeščanjem učinkovitih praks na posamezne dele ogroženih območij, še sprejemljiva.

Največji prispevek k razvoju znanosti je primerjava različic modela za isto območje, na podlagi katere smo ugotovili, da je za potrebe modeliranja uporaba preračunanih podatkov o hidravličnih lastnostih tal primerljiva z izmerjenimi. Prispevek k razvoju znanosti, hkrati pa tudi pomembna ugotovitev za strokovno in splošno javnost, je tudi dokaz uporabnosti izdelane metodologije (in njenega preverjanja na dveh območjih) kot sistema za podporo odločanju. Kaže namreč, da je mogoče z uporabo takšnega sistema in umeščanjem ukrepov na podlagi njihove okoljske in ekonomske učinkovitosti na območju hkrati zmanjšati izpiranje nitrata s kmetijskih površin in povečati ekonomičnost kmetijske proizvodnje.

Oblikovalcem politik (zlasti kmetijske, vodne in okoljske) bi priporočili, da se pri sprejemanju ali noveliranju zakonodaje o varovanju voda pred izpiranjem nitrata iz tal dodatna pozornost nameni umeščanju ogroženih območij glede na ranljive lokalne okoljske dejavnike (zlasti tla) in da se pri predpisovanju omilitvenih ukrepov upošteva tudi ekonomski vidik kmetijske proizvodnje.

Nadaljnje delo bi moralo biti posvečeno izboljšanju prostorske resolucije podatkov o tleh na ogroženih območjih, avtomatizaciji procesa umeščanja učinkovitih kmetijskih ukrepov na ogrožena območja in uporabi predlaganega sistema še na drugih podobnih ogroženih območjih. V Sloveniji sta taki v prvi vrsti s slabim stanjem ocenjeni območji vodnih teles podzemne vode Savinjske in Murske kotline, zasnova sistema pa je dovolj odprta, da bi predvidoma omogočala tudi uporabo na ogroženih območjih drugod po svetu.



## 6 POVZETEK (SUMMARY)

### 6.1 POVZETEK

Čista voda in zdrava hrana sta za človeka temeljni dobrini. V Sloveniji so območja aluvialnih ravníc pomembna tako za kmetijstvo kot za oskrbo z vodo. Problematika razpršenega onesnaževanja v obliki izpiranja nitrata s kmetijskih površin je tema raziskav že več desetletij. Dobro stanje voda v državah Evropske unije mora biti glede na okvirno vodno direktivo doseženo najkasneje do leta 2027. Kako prilagoditi rabo kmetijskih zemljišč, da bi bil vpliv na vodne vire čim manjši, a hkrati takšno varovanje ne bi zaviralo uravnoveženega ekonomskega razvoja kmetijstva, še ni znano. Na ogroženih območjih bi bilo potrebno za izvajanje kmetijskih ukrepov varovanja podzemne vode zavzeti pristop, utemeljen na lokalnih specifikah okolja, ki bi obravnaval vodonosnike kot celoto. Z vidika celostnega in trajnostnega upravljanja je potrebno upoštevati tudi ekonomske učinke kmetijskih ukrepov varovanja voda, ki s podražitvijo pridelave predstavljajo določeno breme za kmeta. EU in države članice ga do neke mere kompenzirajo z neposrednimi plačili. Kakšna je direktna povezava med ekonomsko in okoljsko učinkovitostjo kmetijskih ukrepov varovanja voda še ni bilo raziskano. Učinke različnih ukrepov varovanja voda je zaradi razpršenosti onesnaževanja na viru težko meriti, zato se kot vedno bolj uporabna orodja uveljavljajo modeli. Na podlagi rezultatov modeliranja bi bilo mogoče izdelati predlog prostorsko specifičnega izvajanja ukrepov glede na okoljske in ekonomske učinke. Objave, kjer bi bil usklajeno z okoljskim sistematično razdelan tudi ekonomski vidik kmetijske pridelave v različnih scenarijih varovanja podzemnih voda, ne obstajajo. Glavni cilj disertacije je bil izdelati sistem za podporo odločanju, s katerim bo mogoče na območjih ranljivih podzemnih vodonosnikov ovrednotiti različne scenarije kmetijskih praks glede na njihovo učinkovitost pri izboljševanju ali ohranjanju ekonomskega stanja kmetijstva hkrati z učinkovitostjo pri preprečevanju izpiranja nitrata v podzemno vodo. V predstavljeni nalogi smo preučevali področje varovanja podzemne vode pred nitratom iz kmetijskih virov na ogroženih območjih Dravske in Krške kotline v Sloveniji. Z uporabo modela SWAT smo simulirali izpiranje nitrata pod različnimi scenariji kmetijske pridelave. Z mejno analizo smo nato za spremenjene prakse izračunali spremembo v ekonomičnosti (pokritju) glede na osnovni scenarij. V nalogi je bil razvit sistem za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ukrepov za varovanje podzemne vode pred onesnaženjem z nitrati. Sistem sestavljajo 3 faze: analiza obstoječega stanja, vrednotenje učinkovitosti ukrepov ter optimizacija in umeščanje ukrepov. V prvem delu raziskave smo preučevali vpliv različnih virov vhodnih (izmerjeni oz. izračunani podatki o fizikalnih lastnostih tal) in umeritvenih podatkov (pretoki rek, količina vode v tleh, kombinacija obojega) na delovanje 12 različic modela SWAT. Ugotovili smo, da vsi načini umerjanja modela niso primerni za vse situacije. Najbolj uveljavljeni način umerjanja s pretoki rek je sicer zelo zanesljiv, a zgolj v primeru, ko imamo na voljo dovolj podatkov. Kjer takih podatkov primanjkuje pa je lahko povsem zadovoljivo tudi umerjanje s podatki o količini vode v tleh na reprezentativnih parcelah. Ob primerjanju razlik med posameznimi modeli, je le v nekaterih primerih prišlo do razlik v rezultatih. Zaključujemo, da razlike med rezultati niso tako velike, da bi jasno pokazale na najboljšo možnost, zato je za umerjanje morda bolj smiselno uporabiti podatke, ki so lažje dostopni oz. na drug način primernejši v dani situaciji. V drugem delu raziskave smo predlagani sistem za podporo odločanju preizkusili na ranljivih območjih v Sloveniji – Dravski in Krški kotlini. Za vsako območje smo ovrednotili okoljski (izpiranje nitrata) in ekonomski

(pokritje) učinek različnih kmetijskih praks; prvega s simuliranjem izpiranja nitrata z modelom SWAT in drugega z izračunom pokritij za različne načine obdelave. S simulacijo pričakovanih dejanskih kmetijskih praks (obstoječe stanje) smo na vsakem območju ugotovili, kateri predeli so bolj ranljivi in bi bilo zato na njih bolj smiselno zaostri ukrepe za omilitev izpiranja nitrata. S primerjavo učinkov širšega nabora alternativnih kmetijskih praks smo ugotovili, katere so za posamezne talne tipe na območju najbolj primerne tako iz okoljskega kot ekonomskega vidika. Izkazalo se je, da univerzalno učinkovite prakse ne obstajajo. Nekatere so bile učinkovitejše v enih, druge v drugih primerih. Travniška raba na primer ni pokazala najboljših rezultatov na vseh talnih tipih, čeprav se zatravljanje njih pogosto predstavlja kot dobro kmetijsko prakso. Pri večini preučevanih kolobarjev se je sicer izkazalo, da 10 % zmanjšanje gnojilnega obroka poveča ekonomičnost pridelave, hkrati pa zmanjša okoljski odtis. Na podlagi informacije o učinkovitosti ukrepov smo v zadnji fazi kmetijske prakse razporedili na območje po treh kriterijih optimizacije: okoljske, ekonomske in kombinirane. Ugotovili smo, da so vse tri, celo ekonomska, ki zasleduje čim večji ekonomski učinek kmetijstva, izboljšale stanje z izpiranjem nitrata na celotnem območju, zato zaključujemo, da bi lahko z uporabo predlaganega sistema in umeščanjem ukrepov na podlagi njihove okoljske in ekonomske učinkovitosti na posameznem območju hkrati zmanjšali izpiranje nitrata s kmetijskih površin in povečati ekonomičnost kmetijske proizvodnje. Od zastavljenih hipotez je bila prva potrjena delno, saj smo pričakovali, da ima različen izvor vhodnih ali umeritvenih podatkov za modeliranje (npr. izmerjeni podatki o fizikalnih lastnostih tal v primerjavi s preračunanimi s pedotransfernimi funkcijami; umerjanje s pretoki rek v primerjavi s količino vode v tleh itn.) vpliv na rezultate scenarijev in da bo med posameznimi obravnavanji prišlo do razlik v količinah izpranega nitrata. Statistična analiza različnih variant modela je pokazala, da razlike v rezultatih obstajajo, a na nobenem območju med seboj niso bili različni prav vsi modeli (na območju Dravske kotline so bile razlike prisotne pri polovici scenarijev, na območju Krške pa pri 5 od 6 scenarijev). Druga hipoteza je bila potrjena v celoti, saj smo pričakovali, da lahko z usklajeno optimizacijo ekonomskih in okoljskih ciljev na podlagi upoštevanja lokalnih razmer dosežemo večjo učinkovitost (kot ob upoštevanju vsakega od ciljev ločeno) na obeh nivojih hkrati, kar so rezultati tudi potrdili.

## 6.2 SUMMARY

Clean water and healthy food are fundamental goods for humans. In Slovenia, areas of alluvial plains are important for both agriculture and water supply. The issue of diffuse pollution in the form of nitrate leaching from agricultural land has been a topic of research for several decades. According to the Water Framework Directive, the good status of water in the countries of the European Union must be achieved by 2027 at the latest. It has yet to be discovered how to adjust the use of agricultural land so that the impact on water resources would be as small as possible, but at the same time such protection would not inhibit the balanced economic development of agriculture. When implementing agricultural measures to protect groundwater in threatened areas, it would be necessary to adopt an approach based on the local specifics of the environment, which would treat aquifers as a whole. From the point of view of integrated and sustainable management, it is also necessary to take into account the economic effects such water protection measures, which represent a certain burden for the farmer by raising the price of production. The EU and its member states compensate it to some extent with direct payments. What is the direct connection between the economic and environmental efficiency of agricultural water protection measures has not yet been investigated. The effects of various water protection measures are difficult to measure due to the spread of pollution at the source, which is why models are gaining ground as increasingly useful tools. Based on the modeling results, it would be possible to create a proposal for the spatially specific implementation of measures in terms of environmental and economic effects. There are no extant publications where the economic aspect of agricultural production in various scenarios of groundwater protection is systematically elaborated in harmony with the environmental one. The main goal of the dissertation was to create a decision support system that will be able to evaluate different scenarios of agricultural practices in areas of vulnerable underground aquifers in terms of their effectiveness in improving or maintaining the economic status of agriculture at the same time as their effectiveness in preventing leaching of nitrate into groundwater. The main goal of the dissertation was to create a decision support system that will be able to evaluate different scenarios of agricultural practices in areas of vulnerable underground aquifers for their effectiveness in improving or maintaining the economic condition of agriculture at the same time as their effectiveness in preventing leaching of nitrate in the groundwater. In the presented dissertation, we studied the field of protection of groundwater against nitrate from agricultural sources in endangered areas of the Drava and Krško basins in Slovenia. Using the SWAT model, we simulated nitrate leaching under different agricultural production scenarios. Marginal analysis was then used to determine the change in cost-effectiveness (contribution margin) for the changed practices compared to the baseline scenario. This thesis developed a decision support system for implementation of agricultural measures for groundwater protection against pollution by nitrates. The system consists of 3 phases: analysis of the existing situation, evaluation of the effectiveness of measures, and optimization and placement of measures. In the first part of the research we studied the influence of different sources of input (measured or calculated soil hydraulic properties data) and calibration data (river discharge, amount of water in the soil, a combination of both) on the functioning of 12 versions of the SWAT model. We found that not all model calibration methods are suitable for all situations. The prevalent method of discharge calibration is usually the most suitable if the data is available. But in cases where discharge data is not available or is not trustworthy, soil water content calibration is a promising alternative. When

comparing the results from different model setups, differences in the model results were confirmed in only a couple cases. We conclude that the differences between the results are not so large as to clearly indicate the best option, so it may be more prudent to use data that are easier to access or otherwise more appropriate in a given situation. In the second part of the research, we tested the proposed decision support system in vulnerable areas of the Drava and Krško basins. For each area, we evaluated the environmental and economic impact of different agricultural practices; the first by simulating nitrate leaching by the use of the SWAT model and the second by calculating the contribution margin for each of the agricultural practice scenarios. By simulating the expected actual agricultural practices (current situation), we determined for each area which parts are more vulnerable and where it would therefore make more sense to introduce stricter measures to mitigate nitrate leaching. By comparing the effects of a wider range of alternative agricultural practices, we determined which ones are most suitable for individual soil types in the area (both environmentally and economically). It turned out that universally effective practices do not exist: some are more effective in some, others in other cases. Converting arable land into grassland, for example, was not found to be the best possibility in every case, despite the popular opinion about nitrate leaching neutrality of such land use. We found, however, that a 10 % decrease in fertilization ratio can positively impact both economics of agricultural production and nitrate leaching – the first increasing and the second decreasing in magnitude. Based on the information on the effectiveness of the measures, effective agricultural practices were allocated in both areas according to three optimization criteria: environmental, economic and combined. We found that all three, even the economic one, which maximizes the economic impact of agriculture, improved the nitrate leaching situation in the whole area, so we conclude that using the proposed system and placing measures based on both their environmental and economic effectiveness in the area can reduce nitrate leaching from agricultural land and increase the economy of agricultural production. Of the set hypotheses, the first one was only partially confirmed, as we expected the different source of input or calibration data for modeling (e.g. measured data on soil physical properties compared to those calculated with pedotransfer functions; calibration with river flows compared to the soil water calibration, etc.) to have an impact on the results of the scenarios and that there will be differences in the amounts of leached nitrate between individual treatments. Statistical analysis of different model variants showed that there are differences in the results, but not all models were different from each other (in the Dravska kotlina area, differences were present in half of the scenarios, and in the Krška kotlina area in 5 out of 6 scenarios). The second hypothesis was fully confirmed, as we expected that with the coordinated optimization of economic and environmental goals based on consideration of local conditions, we can achieve greater efficiency (than by considering each of the goals separately) on both levels at the same time, which was confirmed by the results.

## 7 VIRI

- Abbaspour K. C., Rouholahnejad E., Vaghefi S., Srinivasan R., Yang H., Kløved, B. 2015. A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. *Journal of Hydrology*, 524: 733-752
- Abbaspour K. C., Vaghefi S., Srinivasan R. 2017. A Guideline for Successful Calibration and Uncertainty Analysis for Soil and Water Assessment: A Review of Papers from the 2016 International SWAT Conference. *Water*, 10, 1, doi.org/10.3390/w10010006; 5 str.
- Abbaspour K. C., Vejdani M., Haghighat S. 2007. SWAT-CUP Calibration and Uncertainty Programs for SWAT – User Manual. Eawag: 100 str.
- Akhavan S., Abedi-Koupai J., Mousavi S. F., Afyuni M., Eslamian, S. S., Abbaspour K. C. 2010. Application of SWAT model to investigate nitrate leaching in Hamadan-Bahar Watershed, Iran. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139, 4: 675-688
- Allison, A. E. F., Dickson M. E., Fisher K. T., Thrush S. F. 2018. Dilemmas of modelling and decision-making in environmental research. *Environmental Modelling & Software*, 99: 147-155
- Amanullah, Stewart B. A., Almas L. K. 2018. Leaf Growth Analysis of Cool Season Cereals “Wheat, Rye, Barley, and Oats” under Different NPK Sources. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 11, 5, 55822, doi.org/10.19080/IJESNR.2018.11.555822: 10 str.
- Andersen P. S., Andersen E., Graversgaard M., Christensen A. A., Vejre H., Dalgaard T. 2019. Using landscape scenarios to improve local nitrogen management and planning. *Journal of Environmental Management*, 232: 523-530
- Andjelov M., Mikulič Z., Uhan J., Dolinar M. 2013. Vodna bilanca z modelom GROWA-SI za količinsko ocenjevanje vodnih virov Slovenije. V: 24. Mišičev vodarski dan – Zbornik referatov. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor: 127-133
- Andjelov, M., Kunkel R., Uhan J., Wendland F. 2014. Determination of nitrogen reduction levels necessary to reach groundwater quality targets in Slovenia. *Journal of Environmental Sciences*, 26, 9: 1806-1817
- Arauzo M., Valladolid M. 2013. Drainage and N-leaching in alluvial soils under agricultural land uses: Implications for the implementation of the EU Nitrates Directive. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 179: 94-107
- Arh, I. 2017. Spremembe rabe tal v Krajevni skupnosti Krško polje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta: 78 str.
- ARSKTRP. 2020. Agencija za kmetijske trge in razvoj podeželja; Podatki o številu živali po kmetijskih gospodarstvih (izpis iz baze podatkov, 18. avg. 2020)

- ARSO. 2003. Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji. Sušnik A. (ur.). Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 41 str.
- ARSO. 2004. Ranljivost slovenskega kmetijstva in gozdarstva na podnebno spremenljivost in ocena predvidenega vpliva. Sušnik A. (ur.). Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 147 str.
- ARSO. 2019a. Arhiv podatkov o kakovosti in količinskem stanju vodotokov v Sloveniji. <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/> (18. jul. 2019)
- ARSO. 2019b. Arhiv vremenskih podatkov v Sloveniji. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf;> (20. maj 2019)
- ARSO. 2020a. Geopotral ARSO. <https://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (4. jan. 2020)
- ARSO. 2020b. Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji: Poročilo za leto 2019. Slatinšek I. (ur.). Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 60 str.
- ARSO. 2021. Podatki podnebnih modelov, OPSI - Odprti podatki Slovenije. <https://podatki.gov.si/data/search?s=%22podnebne+spremembe%22%2C+projekcije%2C+Slovenija> (22 Februar 2022).
- Baillieux A., Campisi D., Jammet N., Bucher S., Hunkeler D. 2014. Regional water quality patterns in an alluvial aquifer: Direct and indirect influences of rivers. *Journal of Contaminant Hydrology*, 169: 123-131
- Balana B. B., Vinten A., Slee B. 2011. A review on cost-effectiveness analysis of agri-environmental measures related to the EU WFD: Key issues, methods, and applications. *Ecological Economics*, 70, 6: 1021-1031
- Bavec F. 2017. Gnojenje z dušikom na vodovarstvenih območjih (primer vodonosnika Apaškega polja). <http://www.kgzs-ms.si/wp-content/uploads/2017/09/Gnojenje-z-N-na-VVO.pdf> (12. apr. 2022)
- Bieger K., Arnold J. G., Rathjens H., White M. J., Bosch D. D., Allen P. M., Volk M., Srinivasan R. 2017. Introduction to SWAT+, a completely restructured version of the Soil and water assessment tool. *Journal of the American Water Resources Association*, 53, 1: 115-130
- Bingham M. A., Biondini M. 2011. Nitrate leaching as a function of plant community richness and composition, and the scaling of soil nutrients, in a restored grassland. *Plant Ecology*, 212, 3: 413-422

- Bizjak A. 2018. Izzivi celostnega upravljanja voda. V: Vodni Dnevi 2018 – Zbornik referatov. Portorož, Slovensko društvo za zaščito voda: 7-19
- Bizjak A., Bremec U., Centa M., Cunder M., Dodič J., Đurović B., Gabrijelčič E., Habinc M., Kodre N., Kolman G., Kramar M., Kregar M., Meljo J., Mohorko T., Pavlin M., Petelin Š., Peterlin M., Petkovska V., Repnik Mah P., Vrček, D. 2009. Načrt upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja.  
[http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/nuv\\_donava\\_jadran\\_2015/nacrt\\_upravljanja\\_voda.pdf](http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/nuv_donava_jadran_2015/nacrt_upravljanja_voda.pdf) (3. mar. 2022)
- Blesh J. 2018. Functional traits in cover crop mixtures: biological nitrogen fixation and multifunctionality. *Journal of Applied Ecology*, 55, 1: 38-48
- Blicher-Mathiesen G., Andersen H. E., Carstensen J., Børgesen C. D., Hasler B., Windolf J. 2014. Mapping of nitrogen risk areas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 195: 149-160
- Bohnet I. C., Roebeling P. C., Williams K. J., Holzworth D., van Grieken M. E., Pert P. L., Kroon F. J., Westcott D. A., Brodie J. 2011. Landscapes Toolkit: An integrated modelling framework to assist stakeholders in exploring options for sustainable landscape development. *Landscape Ecology*, 26, 8: 1179-1198
- Breg Valjavec M. 2007. Challenges and obstacles of sustainable agriculture in the Dravsko polje region. *Geografski vestnik*, 79, 1: 25-37
- Bremner J. M. 1965. Inorganic forms of nitrogen. V: *Methods of soil analysis, Part 2: Chemical and microbiological properties*. John Wiley & Sons: 1179-1237
- Brenčič M. 2018. Vodovarstvena območja – kritični pretres dosedanje prakse pri varovanju virov pitne vode v Sloveniji. V: Vodni Dnevi 2018 – Zbornik referatov. Portorož, Slovensko društvo za zaščito voda: 119-129
- Byrne K. A., Kiely G., Leahy P. 2005. CO<sub>2</sub> fluxes in adjacent new and permanent temperate grasslands. *Agricultural and Forest Meteorology*, 135, 1-4: 82-92
- Cagliario R., Licciardo F., Legnini M. 2021. The Evaluation framework in the new CAP 2023–2027: A reflection in the light of lessons learned from rural development. *Sustainability* 2021, 13, 10, 5528, [doi.org/10.3390/su13105528](https://doi.org/10.3390/su13105528); 18 str.
- Cagliario R., Ricciardo F. 2021. Evaluating the new Common agricultural policy: improving the rules. *EuroChoices*, 20, 3: 27-33
- Carpentier A., Gohin A., Sckokai P., Thomas A. 2015. Economic modelling of agricultural production: past advances and new challenges. *Review of Agricultural and Environmental Studies*, 9, 1: 131-165
- Cassel D. K., Nielsen D. R. 2018. Field capacity and available water capacity. V: *Methods of soil analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*: 901-926

- Chantigny M. H., Bittman S., Larney F. J., Lapen D., Hunt D. E., Goyer C., Angers D. A. 2019. A multi-region study reveals high overwinter loss of fall-applied reactive nitrogen in cold and frozen soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 99, 2: 126-135
- Clark M. P., Bierkens M. F. P., Samaniego L., Woods R. A., Uijlenhoet R., Bennett K. E., Pauwels V. R. N., Cai X., Wood A. W., Peters-Lidard C. D. 2017. The evolution of process-based hydrologic models: historical challenges and the collective quest for physical realism. *Hydrological and Earth System Sciences*, 21: 3427-3440
- CPVO. 2010. Digitalna pedološka karta Slovenije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja.  
<http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7BF56A9CCB-661B-47AB-9BC0-ECA42E00FC23%7D> (28. jan. 2021)
- Curk M., Glavan M., Pintar M. 2020. Analysis of nitrate pollution pathways on a vulnerable agricultural plain in Slovenia: Taking the local approach to balance ecosystem services of food and water. *Water*, 12, 3, 707, doi: 10.3390/w12030707: 15 str.
- Curk M., Glavan M. 2021. Perspectives of hydrologic modeling in agricultural research. V: *Hydrology*. Hromadka T. V., Rao P. (ur.). London, InTech: 1-12
- Daggupati P., Yen H., White M. J., Srinivasan R., Arnold J. G., Keitzer C. S., Sowa S. P. 2015. Impact of model development, calibration and validation decisions on hydrological simulations in West Lake Erie Basin. *Hydrological Processes*, 29, 26: 5307-5320
- Dahlin T., Owen R. 2005. Alluvial aquifers at geological boundaries. V: *Groundwater and Human Development*, Bocanegra E., Hernandez M., Usunoff E. (ur.). Hannover, Leiden: 233-246
- Dalgaard T., Hansen B., Hasler B., Hertel O., Hutchings N. J., Jacobsen B. H., Jensen L. S., Kronvang B., Olesen J. E., Schjørring J. K., Kristensen I. S., Graversgaard M., Termansen M., Vejre H. 2014. Policies for agricultural nitrogen management-trends, challenges and prospects for improved efficiency in Denmark. *Environmental Research Letters*, 9, 11, 5002, doi.org/10.1088/1748-9326/9/11/115002: 16 str.
- De Boer H. C. 2017. Nitrate leaching from liquid cattle manure compared to synthetic fertilizer applied to grassland or silage maize in the Netherlands. Wageningen, Wageningen University: 32 str.
- Demurtas C. E., Seddaiu G., Ledda L., Cappai C., Doro L., Carletti A., Roggero P. P. 2016. Replacing organic with mineral N fertilization does not reduce nitrate leaching in double crop forage systems under Mediterranean conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 219: 83-92
- Di H. J., Cameron K. C. 2002. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: Sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 64, 3: 237-256



- Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. 2000. Uradni list Evropske unije, L 327: 1-73
- Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem. 2006. Uradni list Evropske unije, L 372: 19
- Direktiva o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. 1991. Uradni list Evropske unije, L 375: 1-8
- Direktiva Sveta o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi. 1998. Uradni list Evropske unije, L 330: 32-54
- Direktiva Sveta o varstvu okolja, zlasti tal, kadar se blato iz čistilnih naprav uporablja v kmetijstvu. 1986. Uradni list Evropske unije, L 181: 6-12
- dNmark Research Alliance. 2021. The TargetEconN framework – a cost- minimization model for Nitrogen management. Aarhus University.  
[http://dnmark.org/wp-content/uploads/2017/03/Fact-sheet-TargetEconN-modelling-framework\\_Final.pdf](http://dnmark.org/wp-content/uploads/2017/03/Fact-sheet-TargetEconN-modelling-framework_Final.pdf) (1. feb. 2022)
- Dobnikar Tehovnik M., Cvitanič I., Gacin M., Grbovič J., Jesenovec B., Kozak-Legiša Š., Krajnc M., Mihorko P., Poje M., Remec – Rekar Š., Rotar B., Sodja E., Ambrožič Š. 2009. Ocena kakovosti voda za prvi načrt upravljanja voda. V: 20. Mišičev vodarski dan – Zbornik referatov. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor: 1-8  
[https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Ocena\\_stanja\\_voda.pdf](https://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Ocena_stanja_voda.pdf) (26. jan. 2022)
- Dolar M., Gregorič G., Honzak L., Sušnik A., Vlahovič Ž., Žust A. 2018. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje.  
<https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-WC1XULZN> (28. jan. 2022)
- Erjavec E., Šumrada T., Juvančič L., Rac I., Cunder T., Bedrač M., & Lovec M. 2018. Vrednotenje slovenske kmetijske politike v obdobju 2015 – 2020: Raziskovalna podpora za strateško načrtovanje po letu 2020. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 266 str.
- Evropska komisija. 2020. Farm to Fork Strategy. Evropska unija.  
[https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f\\_action-plan\\_2020\\_strategy-info\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf) (1. apr. 2022)
- Evropska komisija. 2021. Uresničevanje Evropskega zelenega dogovora. Evropska unija.  
[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_sl](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_sl) (25. jan. 2022)
- Evropsko računsko sodišče. 2021. Skupna kmetijska politika in podnebje.  
[https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21\\_16/SR\\_CAP-and-Climate\\_SL.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_16/SR_CAP-and-Climate_SL.pdf) (25. jan. 2022)

- Eyring V., Bony S., Meehl G. A., Senior C. A., Stevens B., Stouffer R. J., Taylor K. E. 2016. Overview of the Coupled model intercomparison project phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development*, 9, 5: 1937-1958
- FADN. 2021. Vodenje računovodstva v kmetijstvu in metodologija knjigovodstva na kmetijah (FADN).  
<https://www.gov.si/teme/vodenje-racunovodstva-v-kmetijstvu-in-metodologija-knjigovodstva-na-kmetijah-fadn/> (9. feb. 2022)
- Faucon M. P., Houben D., Lambers H. 2017. Plant functional traits: Soil and ecosystem services. *Trends in Plant Science*, 22, 5: 385-394
- Fertilizers Europe. 2019. Forecast of food, farming and fertilizer use in the European Union 2019-2029. Fertilizers Europe.  
<https://www.fertilizerseurope.com/wp-content/uploads/2019/12/Forecast-of-food-farming-and-fertilizer-use-in-the-European-Union.pdf> (12. mar. 2022)
- Gale T., Pintar M., Mikoš M. 1999. Vpliv spiranja nitratov s hmeljišč na kvaliteto podtalnice. V: Mišičev Vodarski Dan 1999 – Zbornik referatov. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor: 25-31  
[https://www.researchgate.net/publication/236942049\\_Vpliv\\_spiranja\\_nitratov\\_s\\_hmelji\\_sc\\_na\\_kvaliteto\\_podtalnice/link/00b4951a47fe8e8010000000/download](https://www.researchgate.net/publication/236942049_Vpliv_spiranja_nitratov_s_hmelji_sc_na_kvaliteto_podtalnice/link/00b4951a47fe8e8010000000/download) (15. apr. 2021)
- Glavan M. 2011. Vpliv spremenjene rabe zemljišč na količino in kakovost vode v reki Reki v goriških brdih in reki Dragonji. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 222 str.
- Glavan M., Pintar M., Urbanc J. 2014. Izzivi kmetovanja na vodovarstvenih območjih Dravskega polja. V: 25. Mišičev Vodarski Dan – Zbornik referatov. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor: 75-82  
<http://mvd20.com/LETO2014/R12.pdf> (18. feb. 2022)
- Glavan M., Pintar M., Urbanc J. 2015. Spatial variation of crop rotations and their impacts on provisioning ecosystem services on the river Drava alluvial plain. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 5: 31-48
- Glavan M., Zupanc V., Cvejić R., Železnikar Š., Curk M., Pečan U., Mihelič R., Suhadolc M., Prša I., Urbanc J., Cerar S., Vižintin G., Koroša A., Mali N., Arh Marinčič Š., Pintar M. 2020. Učinkovitejša raba vode in hranil v rastlinski pridelavi za varovanje in izboljšanje kakovosti virov pitne vode. V: Vodni Dnevi 2020, Zbornik referatov. Rimske Toplice, Slovensko društvo za zaščito voda: 39 str.  
<https://sdzv-drustvo.si/wp-content/uploads/2020/10/ZBORNİK-VD-2020-v2.pdf> (21. jan. 2021)
- Global Water Partnership. 2013. The role of decision support systems and models in integrated river basin management. Technical Focus Paper, Global Water Partnership.  
<https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/technical-focus->

- papers/02-the-role-of-decision-support-systems-and-models-in-integrated-river-basin-management-2013.pdf (13. nov. 2022)
- Golmohammadi G., Prasher S., Madani A., Rudra R. 2014. Evaluating three hydrological distributed watershed models: MIKE-SHE, APEX, SWAT. *Hydrology*, 1, 1: 20-39
- Gooday R. D., Anthony S. G., Chadwick D. R., Newell-Price P., Harris D., Duethmann D., Fish R., Collins A. L., Winter M. 2014. Modelling the cost-effectiveness of mitigation methods for multiple pollutants at farm scale. *Science of The Total Environment*, 468–469: 1198-1209
- GURS. 2020. Slovenski Geoportal  
<http://www.geoportal.gov.si/> (12. jan 2020)
- Hansen A. L., Refsgaard J. C., Olesen J. E., Børgesen C. D. 2017. Potential benefits of a spatially targeted regulation based on detailed N-reduction maps to decrease N-load from agriculture in a small groundwater dominated catchment. *Science of the Total Environment*, 595: 325-336
- Hashemi F., Olesen J. E., Børgesen C. D., Tornbjerg H., Thodsen H., Dalgaard T. 2018. Potential benefits of farm scale measures versus landscape measures for reducing nitrate loads in a Danish catchment. *Science of the Total Environment*, 637-638: 318-335
- Hashemi F., Olesen J. E., Dalgaard T., Børgesen C. D. 2016. Review of scenario analyses to reduce agricultural nitrogen and phosphorus loading to the aquatic environment. *Science of the Total Environment* 573: 608-626
- Hashemi F., Olesen J. E., Hansen A. L., Børgesen C. D., Dalgaard T. 2018. Spatially differentiated strategies for reducing nitrate loads from agriculture in two Danish catchments. *Journal of Environmental Management*, 208: 77-91
- He W., Yang J. Y., Qian B., Drury C. F., Hoogenboom G., He P., Lapen D., Zhou W. 2018. Climate change impacts on crop yield, soil water balance and nitrate leaching in the semiarid and humid regions of Canada. *PLoS ONE*, 13: 11-29
- Hess L. J. T., Hinckley E. L. S., Robertson, G. P., Matson P. A. 2020. Rainfall intensification increases nitrate leaching from tilled but not no-till cropping systems in the U.S. Midwest. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2019, 10, 6747, doi.org/10.1016/j.agee.2019.106747: 10 str.
- Holzman M., Rivas R., Carmona F., Niclòs R. 2017. A method for soil moisture probes calibration and validation of satellite estimates. *MethodsX*, 4: 243-249
- Honzak L., Cvejić R., Pintar M. 2017. Opis prototipa DSSI (Description Of DSSI Prototype). Deliverable C.2a, 9 str. LIFE projekt: Adapting to the impacts of Climate Change in the Vipava Valley.  
[https://life-vivaccadapt.si/wp-content/uploads/2017/05/C2\\_Description\\_of\\_DSSI\\_Prototype-\\_spletna-stran.pdf](https://life-vivaccadapt.si/wp-content/uploads/2017/05/C2_Description_of_DSSI_Prototype-_spletna-stran.pdf) (22. nov. 2021)

- HYPROP. 2012. HYPROP System - Laboratory evaporation method according to Wind/Schindler for the determination of unsaturated hydraulic conductivity and water retention characteristics of soil samples. User Manual.  
[http://library.metergroup.com/Manuals/UMS/Hyprop\\_Manual.pdf](http://library.metergroup.com/Manuals/UMS/Hyprop_Manual.pdf) (8. avg 2021)
- IPCC. 2021. Podnebne spremembe 2021: Fizikalne osnove in stanje v Sloveniji. Poročilo IPCC 2021, Povzetek za odločevalce z dodanim opisom stanja v Sloveniji. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 23 str.  
[http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/2021\\_11-Poro%C4%8Dilo%20IPPC%20Podnebje%202021.pdf](http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/2021_11-Poro%C4%8Dilo%20IPPC%20Podnebje%202021.pdf) (3. mar. 2022)
- Jacob D., Petersen J., Eggert B., Alias A., Christensen O. B., Bouwer L. M., Braun A., Colette A., Déqué M., Georgievski G., Georgopoulou E., Gobiet A., Menut L., Nikulin G., Haensler A., Hempelmann N., Jones C., Keuler K., Kovats S., Yiou P. 2014. EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 14, 2: 563-578
- Jacobsen B. H., Hansen A. L. 2016. Economic gains from targeted measures related to non-point pollution in agriculture based on detailed nitrate reduction maps. *Science of the Total Environment*, 556: 264-275
- Jamnik B., Prestor J. 2018. AMIIGA in lokalni načrt upravljanja vira pitne vode - zakaj ga potrebujemo? V: Zbornik 8. Konference lokalnega gospodarstva. Podčetrtek, Gospodarska zbornica Slovenije: 12 str.  
[http://www.vo-ka.si/sites/www.jhl.si/files/dokumenti/jamnikprestora\\_amiiga\\_8.konferenca\\_zkg\\_podcetrtek\\_210918.pdf](http://www.vo-ka.si/sites/www.jhl.si/files/dokumenti/jamnikprestora_amiiga_8.konferenca_zkg_podcetrtek_210918.pdf) (12. feb. 2022)
- Jiang J., Li S., Hu J., Huang J. 2014. A modeling approach to evaluating the impacts of policy-induced land management practices on non-point source pollution: A case study of the Liuxi River watershed, China. *Agricultural Water Management*, 2013, 09, 5, doi.org/10.1016/j.agwat.2013.09.005: 16 str.
- Kaim A., Bartkowski B., Lienhoop N., Schröter-Schlaack C., Volk M., Strauch M. 2021. Combining biophysical optimization with economic preference analysis for agricultural land-use allocation. *Ecology and Society*, 26, 1, 9, doi.org/10.5751/ES-12116-260109: 20 str.
- Kaim A., Cord A. F., Volk M. 2018. A review of multi-criteria optimization techniques for agricultural land use allocation. *Environmental Modelling and Software*, 105: 79-93
- Kajfež Bogataj L. 2007. Spreminjanje podnebja-zdaj in v prihodnosti. V: Podnebne spremembe - vpliv na gozd in gozdarstvo. Jurc M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 13-26
- KGZS. 2021. Naj kmetje delajo zastonj? Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. Izjava za javnost.  
<https://www.kgzs.si/novica/naj-kmetje-delajo-zastonj-2021-06-21> (21. jun 2021)

- Kirchmann H., Johnston A. E. J., Bergström L. F. 2002. Possibilities for Reducing Nitrate Leaching from Agricultural Land. *Ambio*, 31, 5: 404-408
- Knights C. 2017. An Overview of Rainfall-Runoff Model Types. Washington, United States Environmental Protection Agency.  
[https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_file\\_download.cfm?p\\_download\\_id=533906&Lab=N](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_file_download.cfm?p_download_id=533906&Lab=N)  
ERL (1. jan. 2018)
- Kopáček J., Hejzlar J., Posch M. 2013. Quantifying nitrogen leaching from diffuse agricultural and forest sources in a large heterogeneous catchment. *Biogeochemistry*, 15, 1: 149-165
- Korošec V. 2006. Vpliv komasacij na kmetijstvo in podeželska naselja na Dravskem in Ptujskem polju. *Geografski Vestnik*, 78, 1: 25-37
- Kranjc M. 2016. Kmetijsko obremenjevanje okolja na južnem delu Dravskega polja in severnem delu Haloz. Maribor, Univerza v Mariboru: 160 str.  
<https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=60398> (28. nov. 2021)
- Kreins P., Gömann H., Heidecke C., Hirt U., Richmann A., Seidel K., Tetzlaff B., Wendland F. 2015. Costs of achieving objectives of the water framework directive by reducing diffuse nitrogen leaching in agriculture in the Weser river basin.  
[https://www.researchgate.net/profile/Peter\\_Kreins/publication/237588647\\_COSTS\\_OF\\_ACHIEVING\\_OBJECTIVES\\_OF\\_THE\\_WATER\\_FRAMEWORK\\_DIRECTIVE\\_BY\\_REDUCING\\_DIFFUSE\\_NITROGEN\\_LEACHING\\_IN\\_AGRICULTURE\\_IN\\_THE\\_WESER\\_RIVER\\_BASIN/links/55706fad08ae193af41fffd.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Peter_Kreins/publication/237588647_COSTS_OF_ACHIEVING_OBJECTIVES_OF_THE_WATER_FRAMEWORK_DIRECTIVE_BY_REDUCING_DIFFUSE_NITROGEN_LEACHING_IN_AGRICULTURE_IN_THE_WESER_RIVER_BASIN/links/55706fad08ae193af41fffd.pdf) (16. feb. 2022)
- Kreyling J., Schuerings J., Malyshev A. V., Vogt L., Werner C., Jentsch A. 2015. Nitrogen leaching is enhanced after a winter warm spell but mainly controlled by vegetation composition in temperate zone mesocosms. *Plant and Soil*, 396, 1–2: 85-96
- Krompič G., Atanasova N., Uršič M., Kompare B. 2008. Modeliranje transporta in usode radioaktivnih onesnaževal iz bazena HE Brežice v podzemno vodo Krško-Brežiškega polja. V: Mišičev Vodarski Dan 2008 – Zbornik referatov. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor: 236-243.  
<http://www.mvd20.com/LETO2008/R31.pdf> (12. okt. 2019)
- Kronvang B., Borgvang S. A., Barkved L. J. 2009. Towards European harmonised procedures for quantification of nutrient losses from diffuse sources - The EUROHARP project. *Journal of Environmental Monitoring*, 11, 3: 503-505
- Kundu D., Vervoort R. W., van Ogtrop F. F. 2017. The value of remotely sensed surface soil moisture for model calibration using SWAT. *Hydrological Processes*, 31, 15: 2764-2780
- Kvítek T., Žlábek P., Bystrický V., Fučík P., Lexa M., Gergel J., Novák P., Ondr P. 2009. Changes of nitrate concentrations in surface waters influenced by land use in the

- crystalline complex of the Czech Republic. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 34, 8-9: 541-551
- Lam Q. D., Schmalz B., Fohrer N. 2010. Modelling point and diffuse source pollution of nitrate in a rural lowland catchment using the SWAT model. *Agricultural Water Management*, 97, 2: 317-325
- Lampič B., Rutar A. 2019. Vrednotenje intenzivnosti okoljskih pritiskov kmetijstva na podzemno vodo v Sloveniji. *Dela*, 51: 5-26
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen. 2021. Düngeplanungsprogramm.  
[https://www.duengebehoerde-niedersachsen.de/duengebehoerde/news/31583\\_Duengeplanungsprogramm](https://www.duengebehoerde-niedersachsen.de/duengebehoerde/news/31583_Duengeplanungsprogramm) (19. mar. 2022)
- Langemeier M. 2017. Contribution Margins for Corn/Soybean Rotation. Purdue University, Center for Commercial Agriculture.  
<https://ag.purdue.edu/commercialag/Pages/Resources/Management-Strategy/Crop-Economics/Contribution-Margins-for-CornSoybean-Rotation.aspx> (19. mar. 2022)
- Lawniczak A. E., Zbierska J., Nowak B., Achtenberg K., Grzeškowiak A., Kanas K. 2016. Impact of agriculture and land use on nitrate contamination in groundwater and running waters in central-west Poland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 3: 1-17
- Leitner S., Dirnböck T., Kobler J., Zechmeister-Boltenstern S. 2020. Legacy effects of drought on nitrate leaching in a temperate mixed forest on karst. *Journal of Environmental Management*, 262, 11338, doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110338: 10 str.
- Liefferink D., Wiering M., Uitenboogaart Y. 2011. The EU Water Framework Directive: A multi-dimensional analysis of implementation and domestic impact. *Land Use Policy*, 28, 4: 712-722
- MacWilliams M. L., Ateljevich E. S., Monismith S. G., Enright C. 2016. An overview of multi-dimensional models of the Sacramento-San Joaquin delta. *San Francisco Estuary and Watershed Science*, 14, 4, 2, doi.org/10.15447/sfews.2016v14iss4art2: 36 str.
- Malone R. W., Yagow G., Baffaut C., Gitau M. W., Qi Z., Amatya D. M., Parajuli P. B., Bonta J. V., Green T. R. 2015. Parameterization guidelines and considerations for hydrologic models. *Transactions of the ASABE*, 58, 6: 1681-1703
- Mas-Pla J., Menció A. 2019. Groundwater nitrate pollution and climate change: learnings from a water balance-based analysis of several aquifers in a western Mediterranean region (Catalonia). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 3: 2184-2202
- Matoz H., Nagode P., Božič P., Mihorko P., Klemenčič Krivograd A., Štupnikar N., Gabrijelčič E., Zajc M., Andjelov M. 2020. Poročilo Slovenije na podlagi 10. člena Direktive Sveta 91/676/EEC, ki se nanaša na varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov za obdobje 2016–2019. Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje

in prostor: 57 str.

[https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/Nitratna-direktiva/nd\\_porocilo\\_2016\\_2019.docx](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/Nitratna-direktiva/nd_porocilo_2016_2019.docx) (20. mar. 2022)

Matoz H., Nagode P., Mihorko P., Cvitanic I., Dobnikar Tehovnik M., Remec Rekar Š., Rotar B., Andjelov M., Uhan J., Sever M., Zajc M. 2016. Poročilo Slovenije na podlagi 10. člena Direktive Sveta 91/676/EEC, ki se nanaša na varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov za obdobje 2012-2015. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor: 73 str.

[https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/Nitratna-direktiva/nd\\_porocilo\\_2012\\_2015.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/Nitratna-direktiva/nd_porocilo_2012_2015.pdf) (20. mar. 2022)

Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 185 str.

[https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/KMETIJSTVO/RASTLIN-SKA-PRIDELAVA/GNOJILA/smernice-za-gnojenje\\_2011.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/KMETIJSTVO/RASTLIN-SKA-PRIDELAVA/GNOJILA/smernice-za-gnojenje_2011.pdf) (27. jun. 2019)

Ministrstvo za okolje in prostor. 2021. Vodovarstvena območja.

<https://www.gov.si teme/vodovarstvena-obmocja/> (25. jan. 2022)

MKGP. 2019. Javno dostopni podatki o rabi tal.

<https://rkg.gov.si/vstop/> (16. 11. 2019)

MKGP. 2020a. Standardni rezultati FADN knjigovodstva za Slovenijo: obračunsko leto 2018. Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

<https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/PODROCJA/KMETIJSTVO/FADN/FADN-2018.pdf> (12. mar. 2022)

MKGP. 2020b. Strateški načrt skupne kmetijske politike 2021-2027. Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

[https://skp.si/wp-content/uploads/2019/09/1\\_SN\\_SKP\\_21-27\\_Specificni\\_cilj\\_1\\_Analiza\\_stanja\\_SWOT\\_analiza\\_opredelitev\\_potreb.pdf](https://skp.si/wp-content/uploads/2019/09/1_SN_SKP_21-27_Specificni_cilj_1_Analiza_stanja_SWOT_analiza_opredelitev_potreb.pdf) (15. mar. 2022)

Moja jezera. 2021. Gramoznica Pleterje ali Zeleno jezero.

[https://mojajezera.si/seznam\\_mojih\\_jezer/589/gramoznica\\_pleterje\\_ali\\_zeleno\\_jezero/](https://mojajezera.si/seznam_mojih_jezer/589/gramoznica_pleterje_ali_zeleno_jezero/) (12.1.2022)

Monaghan R. M., Semadeni-Davies A., Muirhead R. W., Elliott S., Shankar U. 2010. Land use and land management risks to water quality in Southland: Report prepared for Environment Southland. Ag Research New Zealand.

<https://envirolink.govt.nz/assets/Envirolink/885-ESRC230-Land-use-and-land-management-risks-to-water-quality-in-Southland.pdf> (20. jan. 2022)

Montoani Silva B., Andressa da Silva É., César de Oliveira G., Martins Ferreira M., Evaldo Serafim M. 2014. Plant-available soil water capacity: Estimation methods and implications. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, 38: 464-475

- MOP. 2021. Osnutek Načrta upravljanja voda za vodno območje Donave za obdobje 2022 – 2027, osnutek Načrta upravljanja voda za vodno območje Jadranskega morja za obdobje 2022 – 2027 ter osnutek dopolnitve Programa ukrepov. Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor.  
<https://www.gov.si/zbirke/javne-objave/osnutek-nacrta-upravljanja-voda-za-vodno-obmocje-donave-za-obdobje-2022-2027-in-osnutek-nacrta-upravljanja-voda-za-vodno-obmocje-jadranskega-morja-za-obdobje-2022-2027/> (6. feb. 2022)
- Moriasi D. N., Arnold J. G., Van Liew M. W., Bingner R. L., Harmel R. D., Veith T. L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, 50, 3: 885-900
- Moriasi D. N., Gitau M. W., Pai N., Daggupati P. 2015. Hydrologic and water quality models: Performance measures and evaluation criteria. *Transactions of the ASABE*, 58, 6: 1763-1785
- Mosier A. R., Syers J. K., Freney J. R. 2013. Agriculture and the nitrogen cycle: Assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment. Island Press: 344 str.
- Navarro A., López-Bao J. V. 2018. Towards a greener Common Agricultural Policy. *Nature Ecology & Evolution* 2018 2, 12: 1830-1833
- Nazzaro C., Marotta G. 2016. The Common Agricultural Policy 2014–2020: scenarios for the European agricultural and rural systems. *Agricultural and Food Economics*, 4, 1, 16, 60, [doi.org/10.1186/s40100-016-0060-y](https://doi.org/10.1186/s40100-016-0060-y): 5 str.
- Neitsch S. L., Arnold J. G., Kiniry J. R., Williams J. R. 2009. Soil & Water Assessment Tool. Texas Water Resources Institute Technical Report, 406: 647 str.  
<https://swat.tamu.edu/media/99192/swat2009-theory.pdf> (26. mar. 2020)
- Nicholson F., Laursen R. K., Cassidy R., Farrow L., Tendler L., Williams J., Surdyk N., Velthof G. (2020). How can decision support tools help reduce nitrate and pesticide pollution from agriculture? A literature review and practical insights from the EU FAIRWAY project. *Water*, 12, 3, 768, [doi.org/10.3390/w12030768](https://doi.org/10.3390/w12030768): 768 str.
- Norton J., Ouyang Y. 2019. Controls and adaptive management of nitrification in agricultural soils. *Frontiers in Microbiology*, 10, 8: 1-18
- Odlok o zaščiti vodnih virov na območju Občine Krško. 2002. Ur. l. RS, št. 64/02
- Ojsteršek Zorčič P. 2015. Izbira in umeščanje ERM ukrepov v vodozbirno območje akumulacijskih jezer. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 227 str.  
[http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/dd\\_ojstersek\\_zorcic\\_polonca.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/dd_ojstersek_zorcic_polonca.pdf) (4. okt. 2021)
- OPTAIN. 2021. Optain: Optimal Strategies to Retain Water and Nutrients.  
<https://www.optain.eu/> (10. feb. 2022)



- Osmond D. L., Gannon R. W., Gale J. A., Line D. E., Knott C. B., Phillips K. A., Turner M. H., Foster M. A., Lehning D. E., Coffey S. W., Spooner J. 1997. WATERSHEDSS: A decision support system for watershed-scale nonpoint source water quality problems. *Journal of the American Water Resources Association*, 33, 2: 327-341
- Owens L. B., Edwards W. M., Shipitalo M. J. 1995. Nitrate Leaching through Lysimeters in a Corn-Soybean Rotation. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 3: 902-907
- Padilla F. M., Gallardo M., Manzano-Agugliaro F. 2018. Global trends in nitrate leaching research in the 1960–2017 period. *Science of the Total Environment*, 643: 400-413
- Pak M. 1969. Družbenogeografski razvoj Zgornjega Dravskega polja. *Geografski zbornik*. [https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ\\_1101\\_281\\_404.pdf](https://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/zbornik/GZ_1101_281_404.pdf) (16. feb. 2022)
- Panagopoulos Y., Makropoulos C., Mimikou M. 2012. Decision support for diffuse pollution management. *Environmental Modelling and Software*, 30: 57-70
- Pandey A., Li F., Askegaard M., Rasmussen I. A., Olesen J. E. 2018. Nitrogen balances in organic and conventional arable crop rotations and their relations to nitrogen yield and nitrate leaching losses. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 265, 1: 350-362
- Pavlović J. B., Krogstad T., Rajić N. Z. 2017. Applicability of zeolites in potassium and nitrate retention in different soil types. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 82, 11: 1303-1314
- Penot E., Chambon B., Myint T. 2021. Economic calculations for assessing agricultural systems cost benefit analysis and farm level real budget analysis. *CIRAD*: 25 str. [https://agritrop.cirad.fr/598716/1/doc%20travail%20Manual%20economic%20calculati on%20%20GRO%20english%20\\_2021%20last%204.pdf](https://agritrop.cirad.fr/598716/1/doc%20travail%20Manual%20economic%20calculati on%20%20GRO%20english%20_2021%20last%204.pdf) (1. mar. 2022)
- Peoples M. B., Boyer E. W., Goulding K. W. T., Heffer P., Ochwah V. A., Vanlauwe B., Wood S., Yagi K., van Cleemput O. 2004. Pathways of nitrogen loss and their impacts on human health and the environment. V: *Agriculture and the nitrogen cycle. Assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment*. Syers J. K., Freney J. R., Mosier A. R. (ur.). Washington, Island Press: 209–219
- Peršolja J. 2008. Napoved izpiranja herbicidov v tleh Dravskega in Ptujkega polja z modelom PELMO. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 118 str.
- Pintar M. 2017. Učinkovitejša raba vode in hranil v rastlinski pridelavi za varovanje in izboljšanje virov pitne vode. [https://www.sicris.si/public/jqm/prj.aspx?lang=slv&opdescr=search&opt=2&subopt=400&code1=org&code2=auto&psize=1&hits=1&page=1&count=&search\\_term=univerza%20v%20ljubljan&id=12561&slng=&order\\_by=](https://www.sicris.si/public/jqm/prj.aspx?lang=slv&opdescr=search&opt=2&subopt=400&code1=org&code2=auto&psize=1&hits=1&page=1&count=&search_term=univerza%20v%20ljubljan&id=12561&slng=&order_by=) (16. okt. 2022)
- Polasky S., Kling C. L., Levin S. A., Carpenter S. R., Daily G. C., Ehrlich P. R., Heal G. M., Lubchenco J. 2019. Role of economics in analyzing the environment and

sustainable development. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 116, 12: 5233-5238

Posavski Obzornik. 2020. Gnojenje slabša kakovost bivanja na podeželju. Posavski Obzornik.

<https://www.posavskiobzornik.si/novice/gnojenje-slabsa-kakovost-bivanja-na-podezelju-89219> (23. feb. 2020)

Pravilnik o kriterijih za označevanje vodovarstvenega območja in območja kopalnih voda. 2009. Ur. l. RS, št. 71/09

Pravilnik o kriterijih za označevanje vodovarstvenega območja in območja kopalnih voda. 2016. Ur. l. RS, št. 15/16

Program monitoringa kakovosti tal. 2021. Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor.

<https://www.gov.si teme/spremljanje-kakovosti-tal/> (9. jan. 2022)

Pušenjak M., Gutman Kobal Z., Cör T., Demšar Benedičič A., Kocuvan D., Voglauer O., Vodopivec Rozman J. 2018. Ekonomika kmetijskega gospodarstva in zavarovanja, zagotavljanje kakovosti, promocija kmetijskih pridelkov in proizvodov, plasiranje na trg. Gradivo za usposabljanje mladih prevzemnikov kmetij 2018.

<https://www.2.kgzs.si/Portals/0/Dokumenti/razpisi%20javna%20narocila/Gradivo%20za%20usposabljanje%20mladih%20prevzemnikov%20kmetij%202018.pdf> (17. mar. 2022)

Računsko sodišče. 2019. Porevizijsko poročilo: Popravljalni ukrepi pri reviziji učinkovitosti dolgoročnega ohranjanja virov pitne vode. Republika Slovenija, Računsko sodišče.

[https://www.rs-rs.si/fileadmin/user\\_upload/Datoteke/Revizije/2019/PitnaVoda\\_porev/PitnaVoda\\_RSP\\_PorevizijskoP.pdf](https://www.rs-rs.si/fileadmin/user_upload/Datoteke/Revizije/2019/PitnaVoda_porev/PitnaVoda_RSP_PorevizijskoP.pdf) (24. okt. 2021)

Računsko sodišče. 2020. Revizijsko poročilo uspešnost zmanjševanja nitratov v vodi. Republika Slovenija, Računsko sodišče.

[https://www.rs-rs.si/fileadmin/user\\_upload/Datoteke/Revizije/2020/Nitrati/Nitrati\\_RSP\\_RevizijskoP.pdf](https://www.rs-rs.si/fileadmin/user_upload/Datoteke/Revizije/2020/Nitrati/Nitrati_RSP_RevizijskoP.pdf) (24. okt. 2021)

Rajib M. A. 2017. Improved soil moisture accounting in hydrologic models. West Lafayette, Purdue University: 141 str.

[https://web.ics.purdue.edu/~vmerwade/reports/2017\\_01.pdf](https://web.ics.purdue.edu/~vmerwade/reports/2017_01.pdf) (6. sep. 2020)

Rajib M. A., Merwade V. 2016. Improving soil moisture accounting and streamflow prediction in SWAT by incorporating a modified time-dependent Curve Number method. Hydrological Processes, 30, 4: 603-624

- Rednak M. 1997. Modelne kalkulacije 1997. Splošna izhodišča in metodologija izdelave modelnih kalkulacij za potrebe kmetijske politike. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 15 str.
- Rodda H. J. E., Demuth S., Shankar U. 1998. The application of a GIS-based decision support system to predict nitrate leaching to groundwater in southern Germany. *Hydrological Sciences Journal*, 44, 2: 221-236
- Rozman Č., Pažek K., Lešnik M. 2018. Analiza ekonomske učinkovitosti alternativne agronomske prakse (AAP) na VVO. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 100 str.  
<http://www.kgzs-ms.si/wp-content/uploads/2018/07/D.T3.3.1-Study-final-May-2018.pdf> (7. feb. 2022)
- Ryzhova L. I., Nikolaeva L. V., Kurochkina N. V., Lebedeva M. E. 2015. Optimization of methods and systems for strategic and operational management accounting in agricultural enterprises. *Review of European Studies*, 7, 8: 119-126
- Saxton K. E., Rawls W. J. 2006. Soil-water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 1569-1578
- Scanlan C. 2017. Immobilisation of soil nitrogen in heavy stubble loads. *Agriculture and Food*. Department of Agriculture and Food.  
<https://www.agric.wa.gov.au/soil-carbon/immobilisation-soil-nitrogen-heavy-stubble-loads> (12. nov. 2021)
- Schoumans O. F., Silgram M., Walvoort D. J. J., Groenendijk P., Bouraoui F., Andersen H. E., Lo Porto A., Reisser H., Le Gall G., Anthony S., Arheimer B., Johnsson H., Panagopoulos Y., Mimikou M., Zweynert U., Behrendt H., Barr A. 2009. Evaluation of the difference of eight model applications to assess diffuse annual nutrient losses from agricultural land. *Journal of Environmental Monitoring*, 11, 3: 1-14
- Sieling K., Günther-Borstel O., Hanus H. 1997. Effect of slurry application and mineral nitrogen fertilization on N leaching in different crop combinations. *The Journal of Agricultural Science*, 128, 1: 79-86
- Sivasubramaniam K., Alfredsen K., Rinde T., Sæther B. 2020. Can model-based data products replace gauge data as input to the hydrological model? *Hydrology Research*, 51, 2: 188-201
- Skop E., Schou J. S. 1999. Modeling the effects of agricultural production. An integrated economic and environmental analysis using farm account statistics and GIS. *Ecological Economics*, 29, 3: 427-442
- Skupna kmetijska politika 2023-2027. 2021. Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.  
<https://skp.si/skupna-kmetijska-politika-2023-2027> (12. mar. 2022)

- Slabe-Erker R., Bartolj T., Ogorevc M., Kavaš D., Koman K. 2017. The impacts of agricultural payments on groundwater quality: Spatial analysis on the case of Slovenia. *Ecological Indicators*, 73: 338-344
- Soetewey A. 2020. How to do a t-test or ANOVA for many variables at once in R and communicate the results in a better way.  
<https://statsandr.com/blog/how-to-do-a-t-test-or-anova-for-many-variables-at-once-in-r-and-communicate-the-results-in-a-better-way/#references> (4. sep. 2021)
- Souvent P., Vižintin G., Celarc S., Čenčur Curk B. 2014. An expert system as a support to the decision making process for groundwater management of alluvial groundwater bodies in Slovenia. *Geologija*, 57, 2: 245-250
- Strauch M., Cord A. F., Pätzold C., Lautenbach S., Kaim A., Schweitzer C., Seppelt R., Volk M. 2019. Constraints in multi-objective optimization of land use allocation – Repair or penalize? *Environmental Modelling & Software*, 118: 241-251
- Stuart M. E., Gooddy D. C., Bloomfield J. P., Williams A. T. 2011. A review of the impact of climate change on future nitrate concentrations in groundwater of the UK. *Science of the Total Environment*, 409, 5: 2859-2873
- Suhadolc M. 2018. Spatial data application for pesticide management at the catchment scale. *Geodetski vestnik*, 62, 1: 39–50
- Sušin J., Verbič J., Matoz H. 2017. Smernice za izvajanje zahtev varstva voda pred onesnaže vanjem z nitrati iz kmetijskih virov. Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor.  
[http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/smernice\\_2017.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/voda/smernice_2017.pdf) (26. avg. 2021)
- Sušnik A., Gregorič G. 2015. Meteorološka vodna bilanca - Orodje za sledenje kmetijske suše. Agencija Republike Slovenije za okolje.  
[http://agromet.mko.gov.si/Publikacije/12\\_Meteoroloska\\_vodna\\_bilanca.pdf](http://agromet.mko.gov.si/Publikacije/12_Meteoroloska_vodna_bilanca.pdf) (12. mar. 2022)
- Sušnik A., Gregorič G., Uhan J., Kobold M., Andjelov M., Petan S., Pavlič U., Valher A. 2013. Spremenljivost suš v Slovenskem prostoru in analiza suše 2013. V: 24. Mišičev vodarski dan. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor: 102-109  
<http://mvd20.com/LETO2013/R14.pdf> (5. jun. 2021)
- Škerjanec M. 2013. Modeliranje obremenitev površinskih in podzemnih voda za oceno scenarijev upravljanja s kakovostjo voda na ravni porečij. V: 24. Mišičev vodarski dan. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor: 294-302.  
<http://mvd20.com/LETO2013/R38.pdf> (5. jun. 2021)
- Taube F., Vogeler I., Kluß C., Herrmann A., Hasler M., Rath J., Loges R., Malisch C. S. 2020. Yield Progress in Forage Maize in NW Europe—Breeding Progress or Climate Change Effects? *Frontiers in Plant Science*, 11, 1214, doi.org/10.3389/fpls.2020.: 16 str.

- Travnikar T., Bedrač M., Bele S., Brečko J., Cunder T., Hiti Dvoršak A., Kožar M., Moljk B., Verbič J., Zagorc B. 2021. Slovensko kmetijstvo v številkah.  
[http://www.kis.si/Porocila\\_o\\_stanju\\_v\\_kmetijstvu\\_OEK](http://www.kis.si/Porocila_o_stanju_v_kmetijstvu_OEK) (21. feb. 2022)
- Trimble S. 2019. The Importance of Leaf Area Index (LAI) in Environmental and Crop Research. Tools for Applied Plant Science  
<https://cid-inc.com/blog/the-importance-of-leaf-area-index-in-environmental-and-crop-research/> (11. mar. 2021)
- Uhan J., Andjelov M. 2018. Comparison of the modeling results of nitrate concentrations in soil water below the root zone in the local and regional scale. *Geologija*, 61, 2: 215-228
- Resolucija o dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050. 2021. Ur. l. RS, št. 119/21
- Urbanc J. 2013. Možnosti kmetovanja na vodovarstvenih območjih. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.  
<https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-HWYIJSVV/?> (5. apr. 2022)
- Urbanc J., Jamnik B. 2007. Porazdelitev in izvor nitratov v podzemni vodi Ljubljanskega polja. *Geologija*, 50, 2: 467-475
- Urbanc J., Koroša A. 2021. Zmanjševanje obremenitev iz kmetijstva na površinske in podzemne vode.  
[https://www.geo-zs.si/?option=com\\_content&view=article&id=757](https://www.geo-zs.si/?option=com_content&view=article&id=757) (10. feb. 2022)
- Urbanc J., Krivic J., Mali N., Ferjan Stanič T., Koroša A., Šram D., Mezga K., Bizjak M., Medić M., Bole Z., Lojen S., Pintar M., Udovč A., Glavan M., Kacjan-Maršič N., Jamšek A., Valentar V., Zadravec D., Pušenjak M., Klemenčič Kosi S. 2014. Možnosti kmetovanja na vodovarstvenih območjih - končno poročilo. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije: 525 str.
- Urbanič G., Petkovska V., Šiling R., Knehtl M. 2018. Poznavanje vplivov in sprejemanje rešitev lahko privede do boljšega stanja voda. V: Vodni dnevi 2018. Portotož, Slovensko društvo za zaščito voda: 45-54
- Uredba o načinu izplačevanja in merilih za izračun nadomestila za zmanjšanje dohodka iz kmetijske dejavnosti zaradi prilagoditve ukrepom vodovarstvenega režima. 2020. Ur. l. RS, št. 197/20
- Uredba o oskrbi s pitno vodo. 2012. Ur. l. RS, št. 88/12
- Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu. 2008. Ur. l. RS, št. 62/08
- Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. 2009. Ur. l. RS, št. 113/09

- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Dravsko-ptujskega polja. 2007b. Ur. l. RS 59/07
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja, Limbuške dobrove in Dravskega polja. 2007a. Ur. l. RS 24/07
- Van Delden H., Seppelt R., White R., Jakeman A. J. 2011. A methodology for the design and development of integrated models for policy support. *Environmental Modelling and Software*, 26: 266-279
- Van Grinsven H. J. M., Ten Berge H. F. M., Dalgaard T., Fraters B., Durand P., Hart A., Hofman G., Jacobsen B. H., Lalor S. T. J., Lesschen J. P., Osterburg B., Richards K. G., Techen A. K., Vertès F., Webb J., Willems W. J. 2012. Management, regulation and environmental impacts of nitrogen fertilization in northwestern Europe under the Nitrates Directive; A benchmark study. *Biogeosciences*, 9, 12: 5143-5160
- Verbič J., Sušin J., Simončič A., Čergan Z., Babnik D., Jejčič V., Poje T., Knapič M., Dolničar P., Majer D., Ugrinovič K., Janža R., Maljevič J., Stopar M., Zemljich A. 2006. Svetovalni kodeks dobre kmetijske prakse V: Varovanje voda, tal, zraka in ohranjanje biotske raznovrstnosti. Verbič J. (ur.). Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 200 str. <https://dirros.openscience.si/Dokument.php?id=8339&lang=slv> (9. apr. 2022)
- Vidic N. J., Prus T., Grčman H., Zupan M., Lisec A., Kralj T., Vrščaj B., Ruprecht J., Šporar M., Suhadolc M., Mihelič R., Lobnik F., Jones A., Montanarella L. 2015. Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1: 250 000. Evropska komisija, Skupni raziskovalni center (JRC). <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/538dee5b-dfbf-45d6-bc3c-d4b6fab3110d/language-sl/format-PDF#> (7. sep. 2020)
- Volk M., Sauvage S., Sánchez-Pérez J.-M., Bieger K. 2016. Development and applications of the SWAT model to support sustainable river basin management on different scales. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 8, 12, 1, [doi.org/10.1016/j.swaqe.2016.12.001](https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2016.12.001): 3 str.
- Volk T., Brečko J., Erjavec E., Jerič D., Kavčič S., Kožar M., Moljk B., Rednak M., Zagorc B., Žgajnar J. 2017. Razvoj celovitega modela kmetijskih gospodarstev in povezanih podatkovnih zbirk za podporo pri odločanju v slovenskem kmetijstvu (V4-1423). Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 295 str. [https://www.kis.si/f/docs/Predstavitev\\_OEK/CRP-V4-1423-SKUPNO\\_COBISS.pdf](https://www.kis.si/f/docs/Predstavitev_OEK/CRP-V4-1423-SKUPNO_COBISS.pdf) (7. dec. 2021)
- Vystavna Y., Diadin D., Grynenko V., Yakovlev V., Vergeles Y., Huneau F., Rossi P. M., Hejzlar J., Knöller K. 2017. Determination of dominant sources of nitrate contamination in transboundary (Russian Federation/Ukraine) catchment with heterogeneous land use. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189, 10, [doi.org/10.1007/s10661-017-6227-5](https://doi.org/10.1007/s10661-017-6227-5): 17 str.

Wey H., Hunkeler D., Bischoff W. A., Bünemann E. K. 2022. Field-scale monitoring of nitrate leaching in agriculture: assessment of three methods. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194, 1, 10.1007/s10661-021-09605-x: 20 str.

Wiering M., Boezeman D., Crabbé A. 2020. The Water framework directive and agricultural diffuse pollution: Fighting a running battle? *Water* 2020, 12, 5, 1447, doi.org/10.3390/w12051447: 12 str.

Zagorc B., Moljk B., Brečko J. 2021. Metodologija in pojasnila k modelnim kalkulacijam Kmetijskega inštituta Slovenije. Kmetijski inštitut Slovenije.  
[https://www.kis.si/f/docs/MODELNE\\_KALKULACIJE\\_2/Metodoloska\\_MK\\_februar2021.pdf](https://www.kis.si/f/docs/MODELNE_KALKULACIJE_2/Metodoloska_MK_februar2021.pdf) (31. jan. 2022)

Zakon o kmetijstvu. Ur. l. RS 45/08

Zakon o varstvu okolja. 2004. Ur. l. RS, št. 41/04

Zakon o vodah. 2002. Ur. l. RS, št. 67/02

Zasada I., Piorr A., Novo P., Villanueva A. J., Valánszki I. 2017. What do we know about decision support systems for landscape and environmental management? A review and expert survey within EU research projects. *Environmental Modelling & Software*, 98: 63-74

Zorenč A. 2016. Analiza zasnove hleva za govejo živino. Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo: 140 str.

Zupanc V., Pintar M., Kajfež Bogataj L., Bergant K. 2004. Estimating climate change impact on irrigation demand using integrated modelling. *BALWOIS: Abstracts*, 438: 6 str.  
[https://www.researchgate.net/publication/242516625\\_Estimating\\_Climate\\_Change\\_Impact\\_On\\_Irrigation\\_Demand\\_Using\\_Integrated\\_Modelling](https://www.researchgate.net/publication/242516625_Estimating_Climate_Change_Impact_On_Irrigation_Demand_Using_Integrated_Modelling) (11. feb. 2022)

## ZAHVALA

Na prvem mestu se zahvaljujem mentorju doc. dr. Matjažu Glavanu, ker me je prepoznal kot primerne kandidata za mladega raziskovalca in me usmeril na pot raziskovalnega dela. Hvala za vse spodbude in nasvete, za konstruktivnost ter nenazadnje za potrpežljivost pri dokončevanju naloge. Res sem mu zelo hvaležen tudi za spodbujanje k udeležbi na številnih domačih in tujih konferencah, česar, slišim, ne doživi veliko mladih raziskovalcev. Zlasti tuje konference so mi zelo razširile obzorja ter mi omogočile spoznati nekatere vodilne strokovnjake s področja modeliranja in njihovo delo, kar je neprecenljiva popotnica za nadaljnjo raziskovalno pot.

Za možnost odhoda na šesttedensko izobraževanje (fellowship) o modeliranju procesov v podzemni vodi na Aarhus University na Danskem se zahvaljujem sodelavki doc. dr. Vesni Zupanc, ki me je pri Mednarodni agenciji za atomsko energijo (IAEA) predlagala kot primerne kandidata za štipendiranje. Zahvaljujem se predstavnikom agencije za odobritev štipendije, izr. prof. dr. Ryanu Baileyu za priporočilo ter prof. dr. Dennisu Trolleju in kolegom, posebno doktorandu Wei Liuju, za topel sprejem v Silkeborgu in za napotke pri delu.

Za pregled disertacije in koristne pripombe se zahvaljujem somentorju doc. dr. Gašperju Raku ter članom komisije za zagovor.

Za pomoč pri terenskem delu pridobivanja podatkov o lastnostih tal in za zanimive debate med vožnjo se zahvaljujem Roku Turnišemu s Katedre za pedologijo in varstvo okolja.

Zahvaljujem se Agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ki je financirala usposabljanje mladega raziskovalca.

Za spodbude se zahvaljujem tudi domačim, posebno ženi Klari, ki je verjela vame, mi sploh predlagala, da nadaljujem študij na tretji stopnji in me pri delu ves čas spodbujala in podpirala, čeprav je bilo za to potrebnega nemalo usklajevanja in odpovedi.



## PRILOGA A

### Razširjenost posameznih pedokartografskih enot

Priloga A1: Razširjenost posameznih pedokartografskih enot na raziskovalnem območju Dravske kotline

Šifra	Talni tip (PKE) Naziv	Površina	
		ha	%
85	Evtrična rjava tla na aluvialno-koluvialnem nanosu, oglejena	141.20	0%
111	Evtrična rjava tla na laporovcu, tipična	1.01	0%
213	Evtrična rjava tla na deluviju, oglejena	124.02	0%
430	Rigolana tla, vinogradniška (vitisol), evtrična	13.43	0%
431	Rigolana tla, vinogradniška (vitisol), distrična	296.86	1%
432	Rigolana tla sadovnjakov, evtrična	40.22	0%
433	Rigolana tla sadovnjakov, distrična	9.55	0%
451	Obrečna tla karbonatna, plitva na peščeno prodnatem aluviju	1534.86	4%
510	Pseudoglej, pobočni, evtričen, plitev	2561.48	6%
528	Pseudoglej, pobočni, distričen, srednje globok, srednje izražen	56.75	0%
534	Pseudoglej, ravninski, evtričen, plitev	804.42	2%
559	Hipoglej, evtričen, mineralen, močan	2283.05	5%
560	Hipoglej, evtričen, mineralen, srednje močan	1751.25	4%
561	Hipoglej, evtričen, mineralen, zmerno močan	453.87	1%
586	Amfiglej, distričen, mineralen, močan	2591.07	6%
642	Evtrična rjava tla na pleistocenskih ilovicah, oglejena	739.88	2%
645	Evtrična rjava tla na miocenskih peskih, peščenjaku in konglomeratu, tipična	53.42	0%
651	Evtrična rjava tla na miocenskih peskih peščenjaku in konglomeratu, psevdoglejena	9.17	0%
759	Distrična rjava tla na deluviju, oglejena	138.00	0%
798	Distrična rjava tla na tonalitu, tipična	5.50	0%
870	Distrična rjava tla na pliocenskih in kvartarnih glinah in ilovicah, psevdoglejena	40.70	0%
991	Urbana površina, mesto, naselje	0.19	0%
992	Vodna površina, morje, reke, jezera	1.27	0%
1015	Hipoglej, evtričen, mineralen, srednje močan (70 %); Hipoglej, evtričen, mineralen, močan (30 %)	46.99	0%
1018	Rendzina na laporju, sprsteninasta (60 %); Evtrična rjava tla na laporovcu, tipična (40 %)	120.04	0%
1020	Ranker, distrični, regolitični (70 %); Distrična rjava tla na metamorfnih kamninah tipična (30 %)	2023.66	5%
1022	Ranker, evtrični, rjav (70 %); Evtrična rjava tla na pleistocenskih in pliocenskih sedimentih, tipična (30 %)	31.95	0%
1025	Distrična rjava tla na pliocenskih nanosih, tipična (80 %); Evtrična rjava tla na pleistocenskih in pliocenskih sedimentih, tipična (20 %)	321.59	1%
1027	Evtrična rjava tla na laporovcu, tipična (70 %), Rendzina na laporju, sprsteninasta (30 %)	74.20	0%
1029	Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična (80 %); Ranker, distrični, rjav (20 %)	1631.01	4%
1030	Distrična rjava tla na metamorfnih kamninah tipična (70 %); Ranker, distrični, regolitični (30 %)	4612.17	11%
1031	Distrična rjava tla na metamorfnih kamninah tipična, srednje globoka (50 %), Distrična rjava tla na metamorfnih kamninah tipična, globoka (50 %)	289.10	1%
1033	Obrečna tla, karbonatna, srednje globoka na peščeno prodnatem aluviju (50 %); Obrečna tla, karbonatna, globoka na peščeno prodnatem aluviju (50 %)	1403.89	3%

1034	Obrečna tla, evtrična, globoka na ilovnatem aluviju (50 %); Obrečna tla, evtrična, globoko oglejena na ilovnatem aluviju (50 %)	371.73	1%
1035	Obrečna tla, evtrična, globoko oglejena na ilovnatem aluviju (50 %); Obrečna tla, evtrična, zmerno oglejena na ilovnatem aluviju (50 %)	658.98	2%
1036	Obrečna tla, karbonatna, globoko oglejena na peščeno prodnatem aluviju (50 %); Obrečna tla, karbonatna, zmerno oglejena na peščeno prodnatem aluviju (50 %)	696.20	2%
1468	Obrečna tla, evtrična, globoko oglejena na ilovnatem aluviju (60 %); Obrečna tla, evtrična, globoka na ilovnatem aluviju (40 %)	0.46	0%
1474	Evtrična rjava tla na miocenskih peskih, peščenjaku in konglomeratu, tipična (80 %); Rigolana tla, vinogradniška (vitisol), evtrična (20 %)	0.60	0%
1478	Evtrična rjava tla na metamorfnih kamninah, tipična, plitva (50 %); Distrična rjava tla na metamorfnih kamninah, tipična (30 %); Ranker, distrični, erozijski (20 %)	0.19	0%
1480	Evtrična rjava tla na aluvialno-koluvialnem nanosu, tipična (50 %); Distrična rjava tla na aluvialno-koluvialnem nanosu, tipična (50 %)	466.05	1%
1481	Evtrična rjava tla na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in rečnem vršaju, tipična	422.59	1%
1482	Obrečna tla, evtrična, plitva (50 %); Obrečna tla, evtrična, srednje globoka (30 %); Nerazvita obrečna tla, evtrična, plitva (20 %)	307.34	1%
1486	Rigolana tla, vinogradniška (vitisol), evtrična (40 %); Evtrična rjava tla na miocenskih peskih, peščenjaku in konglomeratu, tipična (40 %); Distrična rjava tla na miocenskih peskih, peščenjaku in konglomeratu, tipična (20 %)	13.83	0%
1542	Evtrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah, tipična (50 %); Distrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah, tipična (50 %)	21.17	0%
1627	Distrična rjava tla na miocenskih peskih, peščenjaku in konglomeratu, tipična, srednje globoka (70 %); Distrična rjava tla na miocenskih peskih, peščenjaku in konglomeratu, tipična, plitva (30 %)	0.90	0%
1628	Rigolana tla, vinogradniška (vitisol), evtrična (70 %); Evtrična rjava tla na laporju, tipična (30 %)	51.67	0%
1629	Obrečna, distrična, srednje globoka na peščeno prodnatem aluviju (50 %); Obrečna, distrična, globoka na peščeno prodnatem aluviju (50 %)	1098.85	3%
1630	Distrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah, psevdoglejena (70 %); Evtrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah, tipična (30 %)	18.66	0%
1631	Distrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah, psevdoglejena (80 %); Evtrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah, tipična (20 %)	62.45	0%
1633	Evtrična rjava tla na mehkih karbonatnih kamninah (lapornati apnenec), tipična, plitva (80 %); Rendzina na mehkih karbonatnih kamninah, sprsteninasta (20 %)	7.78	0%
1635	Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična, plitva (60 %); Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična, srednje globoka (40 %)	13357.74	30%
1636	Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična, srednje globoka (70 %); Distrična rjava tla na nekarbonatnih ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek, tipična, globoka (30 %)	1518.36	3%
1637	Obrečna, distrična, plitva na peščeno prodnatem aluviju (80 %); Obrečna, distrična, srednje globoka na peščeno prodnatem aluviju (20 %)	524.16	1%
<b>Skupno celotno območje raziskovanja</b>		<b>43805.5</b>	<b>100%</b>

Priloga A2: Razširjenost posameznih pedokartografskih enot na raziskovalnem območju Krške kotline

Šifra	Talni tip (PKE) Naziv	Površina	
		ha	%
64	Evtrična rjava tla na starejšem ilovnatem aluviju, psevdoglejena	220.51	3 %
66	Evtrična rjava tla na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in rečnem vršaju, tipična	2611.71	34 %
68	Evtrična rjava tla na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in rečnem vršaju, tipična, srednje globoka	127.39	2 %
430	Rigolana tla, vinogradniška (vitisol), evtrična	20.50	0 %
439	Tla deponij (deposol), urbane deponije, rekultivirane	8.48	0 %
451	Obrečna tla karbonatna, plitva na peščeno prodnatem aluviju	879.55	11 %
484	Obrečna tla, evtrična, globoko oglejena na ilovnatem aluviju	8.24	0 %
505	Obrečna tla, distrična, globoko oglejena na glinastem aluviju	10.62	0 %
526	Psevdoglej, pobočni, distričen, srednje globok	499.17	6 %
528	Psevdoglej, pobočni, distričen, srednje globok, srednje izražen	33.58	0 %
550	Psevdoglej, ravninski, distričen, srednje globok	327.82	4 %
559	Hipoglej, evtričen, mineralen, močan	18.39	0 %
864	Evtrična rjava tla na starejšem prodnatem aluviju, tipična globoka	54.0693	1 %
991	Urbana površina, mesto, naselje	288.58	4 %
992	Vodna površina, morje, reke, jezera	162.15	2 %
994	Gramoznica	145.10	2 %
995	Deponija	4.64	0 %
1002	Rigolana tla sadovnjakov, evtrična (80 %); Rigolana tla sadovnjakov, distrična (20 %)	10.62	0 %
1006	Rendzina na mehkih karbonatnih kamninah, sprsteninasta (70 %); Evtrična rjava tla na mehkih karbonatnih kamninah (lapornati apnenec), tipična (30 %)	5.79	0 %
1009	Evtrična rjava tla na mehkih karbonatnih kamninah (lapornati apnenec), tipična (80 %); Evtrična rjava tla na mehkih karbonatnih kamninah (lapornati apnenec), izprana (20 %)	21.84	0 %
1049	Hipoglej, distričen, mineralen, srednje močan (80 %); Hipoglej, distričen, mineralen, močan (20 %)	58.88	1 %
1186	Hipoglej, evtričen, mineralen, srednje močan	362.15	5 %
1269	Obrečna tla karbonatna, srednje globoka na peščeno prodnatem aluviju (70 %); Obrečna tla karbonatna, globoka na peščeno prodnatem aluviju (30 %)	1789.41	23 %
1328	Evtrična rjava tla na pliocenskih sedimentih, tipična (60 %); Distrična rjava tla na pliocenskih nanosih, tipična (20 %); Psevdoglej, pobočni, evtričen, srednje globok (20 %)	16.89	0 %
1541	Evtrična rjava tla na laporju, koluvialna (70 %); Evtrična rjava tla na laporju, tipična (30 %)	2.54	0 %
1546	Distrična rjava tla na pliocenskih in kvartarnih glinah in ilovicah, izprana (60 %); Psevdoglej, pobočni, distričen, plitev, srednje izražen (40 %)	0.68	0 %
<b>Skupno celotno območje raziskovanja</b>		<b>7689.33</b>	<b>100%</b>

## PRILOGA B

### Vremenski podatki

Priloga B1: Povprečna, maksimalna in minimalna letna temperatura za raziskovalni območji Dravske (MB Tabor) in Krške kotline (G. Lenart in Bizeljsko) za obdobje 1981-2010 (Podatki: ARSO, 2021)

	Maribor Tabor			G. Lenart		Bizeljsko
	Tpovp. (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tpovp. (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)
jan	-0,2	17,9	-21	-0,4	17,6	-26,5
feb	1,7	21,5	-20,2	1,5	21,8	-23
mar	6	26	-14,8	6,2	26,2	-15,2
apr	10,8	28	-5,1	10,9	29,8	-5,4
maj	15,8	33,5	0,6	15,8	33,6	0,2
jun	19	36	3,6	18,8	36	4,2
jul	21	37,7	6,3	20,7	38	6,6
avg	20,3	38,8	5,5	20,2	39,4	4,6
sep	15,7	31,4	1	15,8	31,6	1,6
okt	10,7	27,1	-4,3	10,8	27	-4,8
nov	5,1	21,9	-12,6	5,1	22,2	-16,2
dec	0,9	20,7	-17,6	0,6	20,6	-18,6
leto	10,6	38,8	-21	10,5	39,4	-26,5

Priloga B2: Povprečne mesečne in letne količine padavin za raziskovalni območji Dravske (MB Tabor) in Krške kotline (G. Lenart) za obdobje 1981-2010 (Podatki: ARSO, 2021)

	Povpr. količina padavin. (mm)	
	Maribor Tabor	Gornji Lenart
jan	35	50
feb	38	55
mar	57	69
apr	60	65
maj	83	86
jun	107	114
jul	94	92
avg	112	114
sep	99	108
okt	78	101
nov	69	89
dec	61	76
leto	893	1018

Priloga B3: Povprečno mesečno in letno trajanje sončnega obsevanja za raziskovalni območji Dravske (Letališče Maribor) in Krške kotline (Novo mesto) za obdobje 1981-2010 (Podatki: ARSO, 2021)

	Povpr. trajanje sonč. obsevanja (h)	
	Letališče Maribor	Novo mesto
jan	86	80
feb	118	112
mar	148	147
apr	185	172
maj	237	230
jun	242	240
jul	277	284
avg	253	253
sep	191	186
okt	143	126
nov	90	71
dec	67	60
leto	2037	1961

Priloga B4: Povprečna mesečna in letna evapotranspiracija za raziskovalni območji Dravske (Maribor) in Krške kotline (Bizeljsko) za obdobje 1971-2000 (Podatki: ARSO, 2021)

	Povpr. evapotranspiracija (mm)	
	Maribor	Bizeljsko
jan	15	12
feb	25	22
mar	53	50
apr	80	75
maj	114	107
jun	126	113
jul	135	125
avg	116	108
sep	73	66
okt	42	36
nov	20	16
dec	13	9
leto	811	735

## PRILOGA C

### Podatki o lastnostih tal

Priloga C1: Podatki o lastnostih tal (preračunani) za območje Dravske kotline

MUID	SEQN	SNAM	SSID	CMPPCT	NLAYERS	HYDGRP	SOL_ZMX	ANION_EXCL	SOL_CRK	TEXTURE	SOL_Z1	SOL_BD1	SOL_AWC1	SOL_K1	SOL_CBN1	CLAY1	SILT1	SAND1	ROCK1	SOL_ALB1	USLE_K1	SOL_EC1
60	60	DRAVSKO60	60	1	3	C	1000	0.5	0.5	MGI-MGI-MG	200	1.29	0.17	46	2.67	31.8	51.7	16.5	0	0.23	0.156	0
74	74	DRAVSKO74	74	1	3	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-I-MI	250	1.43	0.15	140	1.86	16.3	47	36.7	0	0.16	0.128	0
447	447	DRAVSKO447	447	1	3	B	1000	0.5	0.5	PI-PI-PI	140	1.48	0.11	123	2.3	15.7	23.5	60.8	0	0.16	0.128	0
456	456	DRAVSKO456	456	1	4	B	1000	0.5	0.5	PI	200	1.47	0.12	141	2.7	15.5	32.6	51.9	0	0.09	0.134	0
563	563	DRAVSKO563	563	1	2	B	1000	0.5	0.5	PI-IP	190	1.5	0.1	140	3.1	14.6	20.1	65.3	20	0.09	0.125	0
564	564	DRAVSKO564	564	1	2	B	1000	0.5	0.5	PI-PI	190	1.44	0.11	82	1.7	19.2	24.8	56	5	0.23	0.132	0
565	565	DRAVSKO565	565	1	3	A	1000	0.5	0.5	IP-PI-IP	200	1.47	0.08	708	1.2	3.3	12.2	84.5	5	0.09	0.103	0
569	569	DRAVSKO569	569	1	4	B	1000	0.5	0.5	I-GI-GI	240	1.44	0.12	108	2.5	17.4	34.7	47.9	0	0.16	0.133	0
573	573	DRAVSKO573	573	1	4	A	1000	0.5	0.5	PI-I-PI-I-G	260	1.65	0.12	499	1.2	4.5	34.7	60.8	0	0.09	0.167	0
574	574	DRAVSKO574	574	1	4	B	1000	0.5	0.5	I-I-I-PI	250	1.42	0.13	91	1.3	19.1	35.3	45.6	0	0.09	0.15	0
575	575	DRAVSKO575	575	1	4	C	1000	0.5	0.5	I-I-PI-PI	190	1.4	0.13	85	13.5	19.7	34.6	45.7	0	0.09	0.175	0
577	577	DRAVSKO577	577	1	3	B	1000	0.5	0.5	I-I-PI	300	1.42	0.14	142	1.5	18.7	41.7	39.6	5	0.16	0.146	0
578	578	DRAVSKO578	578	1	2	B	1000	0.5	0.5	PI-PGI	280	1.47	0.12	108	1.3	16.7	23	60.3	5	0.16	0.144	0
579	579	DRAVSKO579	579	1	3	A	1000	0.5	0.5	IP-P-P	140	1.68	0.1	606	2.4	5.5	18.9	75.6	0	0.09	0.122	0
580	580	DRAVSKO580	580	1	3	A	1000	0.5	0.5	MI-I-PI	120	1.48	0.17	262	1.7	10.8	52.8	30.4	0	0.09	0.154	0
581	581	DRAVSKO581	581	1	3	B	1000	0.5	0.5	I-PI-PI	180	1.4	0.14	86	4.2	20.3	41.8	37.9	0	0.09	0.134	0
582	582	DRAVSKO582	582	1	3	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI	310	1.39	0.16	124	2.8	18.2	55.4	26.4	0	0.09	0.148	0
583	583	DRAVSKO583	583	1	4	C	1000	0.5	0.5	MGI-MI-pi	180	1.28	0.18	67	1.7	29.6	68.2	2.2	0	0.16	0.317	0
585	585	DRAVSKO585	585	1	5	B	1000	0.5	0.5	I-P-PI-I-MI-I	80	1.49	0.13	175	3	13.3	36.2	50.5	0	0.16	0.137	0
586	586	DRAVSKO586	586	1	4	C	1000	0.5	0.5	I-I-GI	80	1.38	0.14	70	2.5	22.8	42.9	34.3	0	0.16	0.134	0
991	991	DRAVSKO991	991	1	4	B	1000	0.5	0.5	MI	210	1.4	0.18	191	3.2	15.2	68.2	16.6	0	0.16	0.196	0
993	993	DRAVSKO993	993	1	3	C	1000	0.5	0.5	I	170	1.38	0.13	52	11.9	24.8	32.1	43.1	10	0.09	0.126	0
998	998	DRAVSKO998	998	1	2	B	1000	0.5	0.5	PH-PI	260	1.47	0.12	141	3	14.9	33.5	51.6	10	0.09	0.134	0
1187	1187	DRAVSKO1187	1187	1	2	C	1000	0.5	0.5	MI-MGI	400	1.34	0.18	88	0.9	23.6	60.9	15.5	0	0.16	0.225	0
1189	1189	DRAVSKO1189	1189	1	4	B	1000	0.5	0.5	I-PI-MGI-I	180	1.44	0.13	119	2.7	16.9	39.6	43.5	0	0.09	0.135	0
1196	1196	DRAVSKO1196	1196	1	3	B	1000	0.5	0.5	I-I-MI	220	1.43	0.15	147	1.4	15.8	50.2	34	0	0.16	0.156	0
1203	1203	DRAVSKO1203	1203	1	3	B	1000	0.5	0.5	PI-PI-P	280	1.54	0.11	228	1.2	11.1	25.1	63.8	0	0.16	0.156	0
1204	1204	DRAVSKO1204	1204	1	3	B	1000	0.5	0.5	I	240	1.4	0.15	109	2.5	18.7	48.9	32.4	10	0.16	0.14	0
1205	1205	DRAVSKO1205	1205	1	4	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI-MGI	150	1.43	0.18	199	2.9	14	62.7	23.3	0	0.16	0.164	0
1206	1206	DRAVSKO1206	1206	1	4	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI-MI-MGI	270	1.43	0.17	197	1.8	14	61.7	24.3	0	0.16	0.166	0
1207	1207	DRAVSKO1207	1207	1	4	C	1000	0.5	0.5	MGI-MGI-MG-MI	250	1.31	0.17	63	2.4	27.5	56.8	15.7	0	0.16	0.169	0
1625	1625	DRAVSKO1625	1625	1	1	A	1000	0.5	0.5	I	260	1.56	0.14	325	3.5	8.3	41.9	49.8	15	0.09	0.142	0

MUID	SOL_Z2	SOL_BD2	SOL_AWC2	SOL_K2	SOL_CBN2	CLAY2	SILT2	SAND2	ROCK2	SOL_ALB2	USLE_K2	SOL_EC2	SOL_Z3	SOL_BD3	SOL_AWC3	SOL_K3	SOL_CBN3	CLAY3	SILT3	SAND3	ROCK3	SOL_ALB3	USLE_K3	SOL_EC3
60	530	1.3	0.16	45	0.47	31	49.4	19.6	10	0.3	0.191	0	800	1.25	0.17	31	0.47	41	47.3	11.7	40	0.3	0.215	0
74	600	1.36	0.17	90	0.35	22.9	53.3	23.8	0	0.16	0.194	0	1100	1.39	0.15	100	0.35	19.7	49.2	31.1	0	0.23	0.184	0
447	450	1.46	0.11	98	0.5	17.7	27	55.6	0	0.23	0.169	0	750	1.49	0.09	104	0.01	16.7	11.5	71.8	0	0.23	0.142	0
456	380	1.46	0.12	107	1	17.1	28.9	54	0	0.09	0.16	0	550	1.39	0.13	65	0.6	22.6	35.2	42.2	0	0.16	0.169	0
563	440	1.64	0.08	479	1.6	7.1	10.5	82.4	55	0.23	0.095	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
564	490	1.4	0.18	176	0.5	15.7	23.6	60.7	10	0.23	0.168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
565	190	1.55	0.09	229	0.7	11.2	17	71.8	10	0.23	0.155	0	370	1.68	0.06	639	0.7	5.4	12.1	82.5	30	0.23	0.12	0
569	340	1.4	0.12	62	1.85	22.5	31.1	46.5	0	0.16	0.131	0	700	1.37	0.12	39	1.2	27.6	27.4	45	0	0.16	0.142	0
573	450	1.49	0.13	179	0.5	13.1	35.8	51.1	0	0.16	0.18	0	700	1.39	0.14	70	0.2	22.3	39.4	38.3	0	0.23	0.175	0
574	510	1.39	0.13	65	0.5	22.6	36.1	41.3	10	0.16	0.171	0	910	1.43	0.14	117	0.3	17.3	42.4	40.3	0	0.16	0.18	0
575	290	1.38	0.13	85	13.5	19.7	34.6	45.7	0	0.16	0.175	0	590	1.4	0.11	142	0.3	14.7	28.9	56.4	7.5	0.23	0.884	0
577	800	1.42	0.14	109	0.9	18	42.8	39.2	10	0.16	0.17	0	1200	1.4	0.13	67	0.2	22.1	34.2	43.7	90	0.16	0.172	0
578	680	1.39	0.11	45	0.8	25.2	24.5	50.3	20	0.23	0.155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
579	400	1.7	0.08	748	1	0.5	12.2	87.3	0	0.23	0.102	0	1500	1.71	0.07	864	0.3	0.2	1.1	98.7	0	0.23	0.096	0
580	200	1.5	0.15	242	3.1	10.9	40.1	43.1	0	0.09	0.14	0	450	1.49	0.12	170	0.8	13.4	32.2	54.4	0	0.16	0.172	0
581	550	1.5	0.11	189	0.1	12.5	29.4	58.1	0	0.16	0.179	0	1500	1.39	0.18	157	0.2	16.8	63.4	19.3	0	0.3	0.232	0
582	440	1.36	0.18	128	0.2	19.6	65.8	14.6	0	0.23	0.262	0	1100	1.37	0.18	154	0.3	18	69.3	12.7	0	0.09	0.289	0
583	360	1.3	0.18	97	1	23.4	65.6	11	0	0.16	0.264	0	600	1.39	0.18	150	0.3	17.2	63	19.8	0	0.3	0.228	0
585	160	1.48	0.11	133	1.2	15.2	28.2	56.6	0	0.16	0.153	0	550	1.42	0.12	82	0.8	19.8	32.8	47.4	0	0.23	0.166	0
586	280	1.39	0.14	78	2.35	21.6	43.1	35.3	0	0.23	0.135	0	590	1.4	0.14	87	2.2	20.4	43.3	36.3	0	0.3	0.136	0
991	410	1.34	0.18	101	0.7	22.6	65	12.4	0	0.16	0.265	0	620	1.35	0.18	113	0.05	20.8	63.9	15.3	0	0.16	0.251	0
993	360	1.38	0.13	53	3.3	24.6	33.2	42.2	25	0.16	0.127	0	600	1.41	0.13	78	0.01	20.6	35.2	44.2	40	0.16	0.174	0
998	500	1.48	0.1	111	1.3	16.5	22.4	61.1	50	0.16	0.143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1187	700	1.28	0.17	48	0.01	32.8	56.2	11	0	0.16	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1189	420	1.43	0.14	118	1	17.2	42.9	39.9	0	0.16	0.167	0	630	1.32	0.17	63	0.01	27.3	56.2	16.5	40	0.23	0.219	0
1196	480	1.42	0.15	122	1	17.4	47.6	35	0	0.16	0.17	0	700	1.45	0.17	222	0.01	12.5	59.1	28.4	0	0.16	0.203	0
1203	490	1.55	0.11	249	1.1	10.5	25.1	64.4	0															

Curk M. Razvoj sistema za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ... pred onesnaženjem z nitrati.  
Dokt. disertacija. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 2022

MUID	SOL_Z4	SOL_BD4	SOL_AWC4	SOL_K4	SOL_CBN4	CLAY4	SILT4	SAND4	ROCK4	SOL_ALB4	USLE_K4	SOL_EC4	SOL_Z5	SOL_BD5	SOL_AWC5	SOL_K5	SOL_CBN5	CLAY5	SILT5	SAND5	ROCK5	SOL_ALB5	USLE_K5	SOL_EC5
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
447	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
456	950	1.43	0.12	78	0.4	20.6	29.4	50	3.75	0.23	0.169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
564	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
569	900	1.37	0.12	42	0.9	27	29.9	43.1	0	0.09	0.155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
573	1300	1.29	0.11	14	0.2	44.8	14.7	40.5	0	0.23	0.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
574	1000	1.56	0.11	156	0.1	10	25.5	64.5	0	0.23	0.178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
575	1100	1.4	0.1	127	0.1	15.4	22.3	62.3	10	0.23	0.854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
578	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
579	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
581	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
583	1000	1.56	0.1	258	0.1	10.3	21.9	67.8	0	0.3	0.172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
585	900	1.46	0.16	198	0.6	13	51.4	35.6	0	0.23	0.187	0	1400	1.36	0.14	55	0.5	25.3	39.9	35.4	0	0.23	0.171	0
586	1300	1.31	0.13	27	0.5	24.9	31.6	33.5	0	0.23	0.159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
991	890	1.34	0.18	95	0.01	22.7	61.8	15.5	0	0.16	0.242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1189	800	1.46	0.14	142	0.01	15.3	40.2	44.5	0	0.23	0.182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1205	700	1.32	0.17	59	0.01	27.7	53.3	19	0	0.16	0.204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1206	1100	1.32	0.17	74	0.01	25.6	58.5	15.9	2	0.23	0.229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1207	980	1.35	0.17	84	0.01	23	56	21	0	0.23	0.206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Priloga C2: Podatki o lastnostih tal (izmerjeni) za območje Dravske kotline

MUID	SEQN	SNAM	SSID	CMPPCT	NLAYERS	HYDGRP	SOL_ZMX	ANION_EXCL	SOL_CRK	TEXTURE	SOL_Z1	SOL_BD1	SOL_AWC1	SOL_K1	SOL_CBN1	CLAY1	SILT1	SAND1	ROCK1	SOL_ALB1	USLE_K1	SOL_EC1
60	60	DRAVSKO60	60	1	3	C	1000	0.5	0.5	MGI-MGI-MG	200	1.29	0.17	46	2.67	31.8	51.7	16.5	0	0.23	0.156	0
74	74	DRAVSKO74	74	1	3	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI	250	1.43	0.15	140	1.86	16.3	47	36.7	0	0.16	0.128	0
447	447	DRAVSKO447	447	1	3	B	1000	0.5	0.5	PI-PI-PI	140	1.48	0.11	123	2.3	15.7	23.5	60.8	0	0.16	0.128	0
456	456	DRAVSKO456	456	1	4	B	1000	0.5	0.5	PI	200	1.47	0.12	141	2.7	15.5	32.6	51.9	0	0.09	0.134	0
563	563	DRAVSKO563	563	1	2	B	1000	0.5	0.5	PI-IP	190	1.5	0.24	140	3.1	14.6	20.1	65.3	20	0.09	0.125	0
564	564	DRAVSKO564	564	1	2	B	1000	0.5	0.5	PI-PI	190	1.44	0.11	82	1.7	19.2	24.8	56	5	0.23	0.132	0
565	565	DRAVSKO565	565	1	3	A	1000	0.5	0.5	IP-PI-IP	100	1.7	0.08	708	1.2	3.3	12.2	84.5	5	0.09	0.103	0
569	569	DRAVSKO569	569	1	4	B	1000	0.5	0.5	I-GI-GI	240	1.44	0.12	108	2.5	17.4	34.7	47.9	0	0.16	0.133	0
573	573	DRAVSKO573	573	1	4	A	1000	0.5	0.5	PI-I-PI-I-G	260	1.65	0.12	499	1.2	4.5	34.7	60.8	0	0.09	0.167	0
574	574	DRAVSKO574	574	1	4	B	1000	0.5	0.5	I-I-I-PI	250	1.42	0.32	91	1.3	19.1	35.3	45.6	0	0.09	0.15	0
575	575	DRAVSKO575	575	1	4	C	1000	0.5	0.5	I-I-PI-PI	190	1.4	0.13	85	13.5	19.7	34.6	45.7	0	0.09	0.175	0
577	577	DRAVSKO577	577	1	3	B	1000	0.5	0.5	I-I-I	300	1.42	0.14	142	1.5	18.7	41.7	39.6	5	0.16	0.146	0
578	578	DRAVSKO578	578	1	2	B	1000	0.5	0.5	PI-PGI	280	1.47	0.12	108	1.3	16.7	23	60.3	5	0.16	0.144	0
579	579	DRAVSKO579	579	1	3	A	1000	0.5	0.5	IP-P-P	140	1.68	0.24	606	2.4	5.5	18.9	75.6	0	0.09	0.122	0
580	580	DRAVSKO580	580	1	3	A	1000	0.5	0.5	MI-I-PI	120	1.48	0.17	262	1.7	10.8	52.8	30.4	0	0.09	0.154	0
581	581	DRAVSKO581	581	1	3	B	1000	0.5	0.5	I-PI-MI	180	1.4	0.14	86	4.2	20.3	41.8	37.9	0	0.09	0.134	0
582	582	DRAVSKO582	582	1	3	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI	310	1.39	0.16	124	2.8	18.2	55.4	26.4	0	0.09	0.148	0
583	583	DRAVSKO583	583	1	4	C	1000	0.5	0.5	MGI-MI-pi	180	1.28	0.18	67	1.7	29.6	68.2	2.2	0	0.16	0.317	0
585	585	DRAVSKO585	585	1	5	B	1000	0.5	0.5	I-P-PI-I-MI-I-I	80	1.49	0.13	175	3	13.3	36.2	50.5	0	0.16	0.137	0
586	586	DRAVSKO586	586	1	4	C	1000	0.5	0.5	I-I-GI	80	1.38	0.14	70	2.5	22.8	42.9	34.3	0	0.16	0.134	0
991	991	DRAVSKO991	991	1	4	B	1000	0.5	0.5	MI	210	1.4	0.18	191	3.2	15.2	68.2	16.6	0	0.16	0.196	0
993	993	DRAVSKO993	993	1	3	C	1000	0.5	0.5	I	170	1.38	0.13	52	11.9	24.8	32.1	43.1	10	0.09	0.126	0
998	998	DRAVSKO998	998	1	2	B	1000	0.5	0.5	PI-PI	260	1.47	0.12	141	3	14.9	33.5	51.6	10	0.09	0.134	0
1187	1187	DRAVSKO1187	1187	1	2	C	1000	0.5	0.5	MI-MGI	400	1.34	0.18	88	0.9	23.6	60.9	15.5	0	0.16	0.225	0
1189	1189	DRAVSKO1189	1189	1	4	B	1000	0.5	0.5	I-I-MGI-I	180	1.44	0.13	119	2.7	16.9	39.6	43.5	0	0.09	0.135	0
1196	1196	DRAVSKO1196	1196	1	3	B	1000	0.5	0.5	I-I-MI	220	1.43	0.15	147	1.4	15.8	50.2	34	0	0.16	0.156	0
1203	1203	DRAVSKO1203	1203	1	3	B	1000	0.5	0.5	PI-PI-P	280	1.54	0.11	228	1.2	11.1	25.1	63.8	0	0.16	0.156	0
1204	1204	DRAVSKO1204	1204	1	3	B	1000	0.5	0.5	I	240	1.4	0.27	109	2.5	18.7	48.9	32.4	10	0.16	0.14	0
1205	1205	DRAVSKO1205	1205	1	4	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI-MGI	150	1.43	0.18	199	2.9	14	62.7	23.3	0	0.16	0.164	0
1206	1206	DRAVSKO1206	1206	1	4	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI-MI-MGI	270	1.43	0.17	197	1.8	14	61.7	24.3	0	0.16	0.166	0
1207	1207	DRAVSKO1207	1207	1	4	C	1000	0.5	0.5	MGI-MGI-MG-MI	250	1.31	0.17	63	2.4	27.5	56.8	15.7	0	0.16	0.169	0
1625	1625	DRAVSKO1625	1625	1	1	A	1000	0.5	0.5	I	260	1.56	0.14	325	3.5	8.3	41.9	49.8	15	0.09	0.142	0





Priloga C3: Podatki o lastnostih tal (preračunani) za območje Krške kotline

MUID	SEQN	SNAM	SSID	CMPPCT	NLAYERS	HYDGRP	SOL_ZMX	ANION_EXCL	SOL_CBK	TEXTURE	SOL_Z1	SOL_BD1	SOL_AWC1	SOL_K1	SOL_CBN1	CLAY1	SILT1	SAND1	ROCK1	SOL_ALB1	USLE_K1	SOL_EC1
64	64	KRSKO64	64	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.16	8.1	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
66	66	KRSKO66	66	1	3	D	650	0.5	0.5	I-G-I	300	1.45	0.14	9.5	2.1	19.4	42.4	38.2	0	0.09	0.17533766	1
111	111	KRSKO111	111	1	4	D	720	0.5	0.5	MG-MG-MG-MG	140	1.23	0.16	2.8	3.69230769	44.2	45.4	10.4	0	0.09	0.16521959	1
232	232	KRSKO232	232	1	2	C	570	0.5	0.5	H	380	1.4	0.15	9.2	1.09615385	20.1	45.5	34.4	5	0.23	0.16315647	0.5
367	367	KRSKO367	367	1	2	D	350	0.5	0.5	I-G	130	1.41	0.14	9.7	3.75	19.3	43.6	37.1	0	0.09	0.13533266	0.5
430	430	KRSKO430	430	1	4	D	720	0.5	0.5	MI-MI-MGI-MG	170	1.39	0.17	12.8	2.01923077	18	56.5	25.5	0	0.16	0.15267394	0.1
432	432	KRSKO432	432	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
439	439	KRSKO439	439	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
451	451	KRSKO451	451	1	6	A	1000	0.5	0.5	MI-I-PI-PI-PI	120	1.45	0.17	17.2	3.6	15.3	60.6	24.1	0	0.09	0.21099525	1
484	484	KRSKO484	484	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
526	526	KRSKO526	526	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
528	528	KRSKO528	528	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
550	550	KRSKO550	550	1	4	A	800	0.5	0.5	MI-MI-MIMGI-MGI	150	1.2	0.19	10.7	1.2	24.1	73.4	2.5	0	0.9	0.45659569	1
727	727	KRSKO727	727	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
991	991	KRSKO991	991	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
992	992	KRSKO992	992	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
994	994	KRSKO994	994	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
995	995	KRSKO995	995	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1002	1002	KRSKO1002	1002	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1006	1006	KRSKO1006	1006	1	3	D	400	0.5	0.5	MG-MG-GI	110	1.23	0.16	2.4	3.75	47.5	40.2	12.3	0	0.16	0.14579895	1
1009	1009	KRSKO1009	1009	1	3	D	700	0.5	0.5	MGI-MG-G	140	1.26	0.18	5.4	3.28846154	33.6	63.5	2.9	0	0.16	0.28319384	1
1186	1186	KRSKO1186	1186	1	4	D	700	0.5	0.5	MGI-MGI-MGI-MGI	200	1.27	0.17	4.5	2.13461538	34.2	55.6	10.2	0	0.16	0.19321958	1
1217	1217	KRSKO1217	1217	1	3	C	460	0.5	0.5	PI-PI	130	1.57	0.11	30.3	1.67307692	9.2	23.2	67.6	0	0.16	0.13793994	0.05
1269	1269	KRSKO1269	1269	1	6	B	1000	0.5	0.5	I-MI-MI-PI-PI	300	1.47	0.13	19.6	2.7	12.5	40.4	47.1	0	0.09	0.1799197	1
1328	1328	KRSKO1328	1328	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1539	1539	KRSKO1539	1539	1	3	C	450	0.5	0.5	PI-MGI	160	1.53	0.12	23.4	3.23076923	10.9	32.6	56.5	5	0.09	0.13711339	0.05
1541	1541	KRSKO1541	1541	1	3	D	570	0.5	0.5	MGI-G-G	140	1.27	0.17	3.5	4.21153846	37	48.2	14.8	0	0.16	0.15308394	1
1545	1545	KRSKO1545	1545	1	2	D	370	0.5	0.5	I-MI	90	1.34	0.17	7.6	2.71153846	24.1	51.4	21.4	5	0.16	0.15132024	0.5
1546	1546	KRSKO1546	1546	1	3	C	450	0.5	0.5	HH	80	1.44	0.13	10.4	1.38461538	17.7	34.5	47.8	0	0.16	0.14721207	0.5
1548	1548	KRSKO1548	1548	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1571	1571	KRSKO1571	1571	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
68	68	KRSKO68	68	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
12691	12691	EVROSAD1269	12691	1	6	B	1000	0.5	0.5	I-PI-PI-PI-PI	120	1.45	0.14	14	2	15.5	41.2	43.3	0	0.9	0.17775697	1
12692	12692	EFREMOVSKI1269	12692	1	4	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-MI-MI	300	1.47	0.16	9.6	1.5	20.4	50.8	28.8	0	0.9	0.18573604	1

MUID	SOL_Z2	SOL_BD2	SOL_AWC2	SOL_K2	SOL_CBN2	CLAY2	SILT2	SAND2	ROCK2	SOL_ALB2	USLE_K2	SOL_EC2	SOL_Z3	SOL_BD3	SOL_AWC3	SOL_K3	SOL_CBN3	CLAY3	SILT3	SAND3	ROCK3	SOL_ALB3	USLE_K3	SOL_EC3
64	420	1.21	0.11	8.6	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.12	14.6	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
66	520	1.51	0.14	3.9	1.3	29.3	35.6	35.1	0	0.16	0.16539411	1	650	1.34	0.12	2	0.8	38.9	24.1	37	0	0.16	0.14945096	5
111	320	1.23	0.16	2.7	1.26923077	46.3	43.9	9.8	0	0.16	0.18917148	1	510	1.23	0.16	2.9	0.75	44.8	46.7	8.5	0	0.16	0.23177323	1
232	570	1.42	0.15	12.3	0.34615385	17.4	48.2	34.4	15	0.23	0.18413273	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
367	350	1.28	0.13	1.9	0.86538462	41.9	26.8	31.3	55	0.16	0.14339898	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
430	380	1.33	0.17	6.7	0.69230769	26.3	55.5	18.2	0	0.16	0.20555563	0.1	620	1.29	0.17	5.2	0.40384615	30.9	56.5	12.6	0	0.16	0.23829197	1
432	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
439	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
451	260	1.42	0.15	21.5	1.9	12.1	49.6	38.3	0	0.16	0.18521842	1	370	1.25	0.11	35.2	3.4	8	28.6	63.4	0	0.16	0.17841439	5
484	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
526	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
528	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
550	450	1.39	0.18	10.4	0.6	24.4	72.5	3.1	0	0.16	0.44772034	1	610	1.5	0.18	9	0.2	26.5	71.5	2	0	0.16	0.14648918	5
727	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
991	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
992	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
994	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
995	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
1002	420	1.21	0.16	2.5	1.38461538	51.3	40.7	8	0	0.16	0.18864263	1	650	1.18	0.14	2.8	0.63461538	61.2	34	4.8	0	0.16	0.23918498	5
1006	270	1.23	0.15	2.2	2.25	47.5	36.2	16.3	10	0.16	0.12987005	1	400	1.34	0.14	3.7	0.92307692	30.1	35.4	34.5	35	0.23	0.15649641	2
1009	370	1.25	0.17	3.2	1.15384615	39.9	48.7	11.4	0	0.16	0.19773462	1	700	1.17	0.13	3	0.86538462	69	21.6	9.4	5	0.16	0.15119302	5
1186	350	1.27	0.17	4.2	2.0192																			

Curk M. Razvoj sistema za podporo odločanju o izvajanju kmetijskih ... pred onesnaženjem z nitrati.  
Dokt. disertacija. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 2022

MUID	SOL_Z4	SOL_BD4	SOL_AWC4	SOL_K4	SOL_CBN4	CLAY4	SILT4	SAND4	ROCK4	SOL_ALB4	USLE_K4	SOL_EC4	SOL_Z5	SOL_BD5	SOL_AWC5	SOL_K5	SOL_CBN5	CLAY5	SILT5	SAND5	ROCK5	SOL_ALB5	USLE_K5	SOL_EC5
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	720	1.24	0.17	3	0	42	47.2	10.8	0	0.16	0.22280654	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
430	720	1.23	0.16	2.9	0	44.8	46.8	8.4	0	0.16	0.24163112	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
451	630	1.19	0.11	32.2	2.9	11	25	64	0	0.16	0.17197447	0	1000	1.19	0.1	49.6	2.4	6.1	21.5	72.4	0	0.16	0.16703842	
484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
550	800	1.64	0.18	5.6	0.1	33.2	64.1	2.7	0	0	0.42426113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
727	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1186	700	1.28	0.17	4.7	0	33.2	56.3	10.5	0	0.23	0.25468007	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1269	950	1.24	0.1	39.3	3.1	7.5	23.1	69.4	0	0.16	0.17108963	0	1150	1.1	0.13	19.1	4.2	12.6	37.6	49.8	0	0.16	0.1786503	
1328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1541	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1545	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1546	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1548	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12691	700	1.24	0.12	24.4	0.8	10.6	23.3	57.2	0	0	0.17722085	0	1100	1.05	0.11	43.4	0.4	6.6	5.4	66.1	0	0	0.15348629	
12692	1430	1.5	0.16	9.7	0.5	20.7	56	23.3	0	0	0.20546611	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Priloga C4: Podatki o lastnostih tal (izmerjeni) za območje Krške kotline

MUID	SEGN	SNAM	SSID	CMP PCT	NLAYERS	HYDGRP	SOL_ZMX	ANION_EXCL	SOL_CRK	TEXTURE	SOL_Z1	SOL_BD1	SOL_AWC1	SOL_K1	SOL_CBN1	CLAY1	SILT1	SAND1	ROCK1	SOL_ALB1	USLE_K1	SOL_EC1
64	64	KRSKO64	64	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
66	66	KRSKO66	66	1	3	D	550	0.5	0.5	I-GI-GI	300	1.45	0.14	4257.88497	2.1	19.4	42.4	38.2	0	0.09	0.17533766	1
111	111	KRSKO111	111	1	4	D	720	0.5	0.5	MG-MG-MG-MG	140	1.23	0.16	2.8	3.69230769	44.2	45.4	10.4	0	0.09	0.16521959	1
232	232	KRSKO232	232	1	2	C	570	0.5	0.5	I-I	380	1.4	0.15	9.2	1.09615385	20.1	45.5	34.4	5	0.23	0.16315647	0.5
367	367	KRSKO367	367	1	2	D	350	0.5	0.5	I-G	130	1.41	0.14	9.7	3.75	19.3	43.6	37.1	0	0.09	0.13532666	0.5
430	430	KRSKO430	430	1	4	D	720	0.5	0.5	MI-MI-MGI-MG	170	1.39	0.17	12.8	2.01923077	18	56.5	25.5	0	0.16	0.15267394	0.1
432	432	KRSKO432	432	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
439	439	KRSKO439	439	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
451	451	KRSKO451	451	1	6	A	1000	0.5	0.5	MI-MI-PI-PI-PI	120	1.45	0.17	5.97664513	3.6	15.3	60.6	24.1	0	0.09	0.21099525	1
484	484	KRSKO484	484	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
526	526	KRSKO526	526	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
528	528	KRSKO528	528	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
550	550	KRSKO550	550	1	4	A	800	0.5	0.5	MI-MI-MI-MI-MGI	150	1.2	0.14	4	1.2	24.1	73.4	2.5	0	0.9	0.45659569	1
727	727	KRSKO727	727	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
991	991	KRSKO991	991	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
992	992	KRSKO992	992	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
994	994	KRSKO994	994	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
995	995	KRSKO995	995	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1002	1002	KRSKO1002	1002	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1006	1006	KRSKO1006	1006	1	3	D	400	0.5	0.5	MG-MG-GI	110	1.23	0.16	2.4	3.75	47.5	40.2	12.3	0	0.16	0.14579895	1
1009	1009	KRSKO1009	1009	1	3	D	700	0.5	0.5	MGI-MG-G	140	1.26	0.18	5.4	3.28846154	33.6	63.5	2.9	0	0.16	0.28319384	1
1186	1186	KRSKO1186	1186	1	4	D	700	0.5	0.5	MGI-MGI-MGI-MGI	200	1.27	0.17	4.5	2.13461538	34.2	55.6	10.2	0	0.16	0.19321958	1
1217	1217	KRSKO1217	1217	1	3	C	460	0.5	0.5	PI-PI-PI	130	1.57	0.1	30.3	1.67307692	9.2	23.2	67.6	0	0.16	0.13793994	0.05
1269	1269	KRSKO1269	1269	1	6	B	1000	0.5	0.5	MI-MI-PI-PI-PI	300	1.47	0.14	15.0257471	2.7	12.5	40.4	47.1	0	0.09	0.1799197	1
1328	1328	KRSKO1328	1328	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1539	1539	KRSKO1539	1539	1	3	C	450	0.5	0.5	PI-MGI-H	160	1.53	0.12	23.4	3.23076923	10.9	32.6	56.5	5	0.09	0.1371339	0.05
1541	1541	KRSKO1541	1541	1	3	D	570	0.5	0.5	MGI-G-G	140	1.27	0.17	3.5	4.21153846	37	48.2	14.8	0	0.16	0.15308394	1
1545	1545	KRSKO1545	1545	1	2	D	370	0.5	0.5	I-I	90	1.34	0.17	7.6	2.71153846	24.1	54.5	21.4	5	0.16	0.15132024	0.5
1546	1546	KRSKO1546	1546	1	3	C	450	0.5	0.5	I-I	80	1.44	0.13	10.4	1.38461538	17.7	34.5	47.8	0	0.16	0.14721307	0.5
1548	1548	KRSKO1548	1548	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17	3.9	4.26923077	37.8	55.1	7.1	0	0.16	0.21329878	1
1571	1571	KRSKO1571	1571	1	3	D	650	0.5	0.5	MGI-MG-G	180	1.25	0.17</									



## PRILOGA D

### Podatki o parametrih rasti rastlin

Priloga D1: Podatki o parametrih rasti rastlin (datoteka *crop.dat*) za območje Dravske kotline

CPNM	IDC	CROPNAME	BIO_E	HVSTI	BLAI	FRGRW1	LAIMX1	FRGRW2	LAIMX2	DLAI	CHTMX	RDMX	T_OPT	T_BASE	CNYLD	CPYLD	BN1	BN2	BN3	BP1	BP2	BP3
OSRA	5	Oilseed rape	30	0.4	4	0.05	0.05	0.45	0.95	0.5	0.9	1.3	18	0	0.025	0.002	0.066	0.026	0.015	0.005	0.002	0.001
OLPU	4	Oil pumpkin	30	0.55	4	0.15	0.05	0.5	0.95	0.6	0.5	1.2	22	10	0.007	0.001	0.007	0.004	0.002	0.003	0.002	0.002
PEPR	4	Bell Pepper	30	0.6	5	0.15	0.05	0.5	0.95	0.6	0.5	1.2	27	18	0.019	0.003	0.06	0.035	0.025	0.005	0.002	0.001
WWHT	5	Winter Wheat	30	0.4	4	0.05	0.05	0.45	0.95	0.5	0.9	1.3	18	0	0.025	0.002	0.066	0.026	0.015	0.005	0.002	0.001
WBAR	5	Winter Barley	30	0.54	4	0.05	0.05	0.45	0.95	0.9	0.9	1.3	18	0	0.025	0.002	0.066	0.026	0.015	0.005	0.002	0.001
GRAP	7	Vineyard	30	0.02	2	0.05	0.01	0.5	0.95	0.9	2	2	30	10	0.02	0.003	0.01	0.004	0.003	0.001	8E-04	6E-04
APPL	7	Apple	15	0.1	4	0.1	0.15	0.5	0.75	1	3.5	2	20	7	0.002	4E-04	0.006	0.002	0.002	7E-04	4E-04	3E-04
TOMA	4	Tomato	30	0.33	3	0.15	0.05	0.5	0.95	1	0.5	2	22	10	0.024	0.005	0.066	0.03	0.025	0.005	0.004	0.003
LETT	5	Head Lettuce	23	0.8	4.2	0.25	0.23	0.4	0.86	1	0.2	0.6	18	7	0.039	0.005	0.036	0.025	0.021	0.008	0.003	0.002
SPIN	5	Spinach	30	0.95	4.2	0.1	0.05	0.9	0.95	1	0.5	0.6	24	4	0.054	0.006	0.062	0.04	0.03	0.005	0.004	0.004
GRBN	1	Green Beans	25	0.1	1.5	0.1	0.05	0.8	0.95	0.9	0.6	1.2	19	10	0.03	0.004	0.004	0.003	0.002	0.004	0.004	0.002
CRRT	5	Carrot	30	1.12	3.5	0.15	0.01	0.5	0.95	0.6	0.3	1.2	24	7	0.014	0.004	0.055	0.008	0.001	0.006	0.003	0.002
ONIO	5	Onion	30	1.25	1.5	0.15	0.01	0.5	0.95	0.6	0.5	0.6	19	7	0.021	0.003	0.04	0.03	0.002	0.002	0.002	0.002
POTA	5	Potato	25	0.95	4	0.15	0.01	0.5	0.95	0.6	0.6	0.6	22	7	0.025	0.002	0.055	0.02	0.012	0.006	0.003	0.002
SOYB	1	Soybean	25	0.31	3	0.15	0.05	0.5	0.95	0.6	0.8	1.7	25	10	0.065	0.009	0.052	0.027	0.026	0.007	0.004	0.004
FESC	6	Tall Fescue	30	0.9	4	0.15	0.01	0.5	0.95	0.8	1.5	2	15	0	0.023	0.003	0.056	0.021	0.012	0.01	0.002	0.002
CORN	4	Corn	39	0.5	6	0.15	0.05	0.5	0.95	0.7	2.5	2	25	8	0.014	0.002	0.047	0.018	0.014	0.005	0.002	0.001
CSIL	4	Corn Silage	39	0.9	4	0.15	0.05	0.5	0.95	0.7	2.5	2	25	8	0.014	0.002	0.047	0.018	0.014	0.005	0.002	0.001
WETL	6	Wetlands-Mixed	47	0.9	6	0.1	0.2	0.2	0.95	0.7	2.5	2.2	25	12	0.016	0.002	0.035	0.015	0.004	0.001	0.001	7E-04
FRST	7	Forest-Mixed	15	0.76	5	0.05	0.05	0.4	0.95	1	6	3.5	30	10	0.002	3E-04	0.006	0.002	0.002	7E-04	4E-04	3E-04
ORCD	7	Orchard	15	0.1	4	0.1	0.15	0.5	0.75	1	3.5	2	20	7	0.002	4E-04	0.006	0.002	0.002	7E-04	4E-04	3E-04

CPNM	WSYF	USLE_C	GSI	VPDFR	FRGMAX	WAVP	CO2HI	BIOEHI	RSDCO_PL	OV_N	CN2A	CN2B	CN2C	CN2D	FERTFIELD	ALAI_MIN	BIO_LEAF	MAT_YRS	BMX_TREES	EXT_COEF	BM_DIEOFF	
OSRA	0.2	0.03	0.006	4	0.75	6	660	39	0.05	0.14	62	73	81	84	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
OLPU	0.25	0.03	0.006	4	0.75	3	660	39	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
PEPR	0.25	0.03	0.005	4	0.75	8	660	39	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
WWHT	0.2	0.03	0.006	4	0.75	6	660	39	0.05	0.14	62	73	81	84	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
WBAR	0.2	0.03	0.006	4	0.75	6	660	39	0.05	0.14	62	73	81	84	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
GRAP	0.01	0.1	0.005	1.1	0.75	8	660	40	0.05	0.14	45	66	77	83	1	0.01	0.3	2	1	0.65	0.1	
APPL	0.05	0.001	0.007	4	0.75	3	660	20	0.05	0.14	45	66	77	83	1	0.75	0.3	10	500	0.65	0.1	
TOMA	0.15	0.03	0.008	4	0.75	8	660	39	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
LETT	0.01	0.01	0.003	4	0.75	8	660	25	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
SPIN	0.95	0.2	0.006	4	0.75	5	660	35	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
GRBN	0.1	0.2	0.008	4	0.75	5	660	34	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
CRRT	0.9	0.2	0.006	4	0.75	10	660	35	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
ONIO	0.95	0.2	0.006	4	0.75	10	660	35	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
POTA	0.95	0.2	0.005	4	0.75	14.8	660	30	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
SOYB	0.01	0.2	0.007	4	0.75	8	660	34	0.05	0.14	67	78	85	89	0	0	0	0	0	0	0.45	0.1
FESC	0.9	0.003	0.005	4	0.75	8	660	39	0.05	0.1	31	59	72	79	0	0	0	0	0	0	0.65	0.1
CORN	0.3	0.2	0.007	4	0.75	7.2	660	45	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
CSIL	0.9	0.2	0.007	4	0.75	7.2	660	45	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
WETL	0.9	0.003	0.005	4	0.75	8.5	660	54	0.05	0.05	49	69	79	84	0	0	0	0	0	0	0.65	0.1
FRST	0.01	0.001	0.002	4	0.75	8	660	16	0.05	0.1	36	60	73	79	0	0.75	0.3	50	1000	0.65	0.1	
ORCD	0.05	0.001	0.007	4	0.75	3	660	20	0.05	0.15	45	66	77	83	1	0.75	0.3	0	0	0	0.65	0.1

Priloga D2: Podatki o parametrih rasti rastlin (datoteka crop.dat) za območje Krške kotline

CPNM	IDC	CROPNAME	BIO_E	HVSTI	BLAI	FRGRW1	LAIMX1	FRGRW2	LAIMX2	DLAI	CHTMX	RDMX	T_OPT	T_BASE	CNYLD	CPYLD	BN1	BN2	BN3	BP1	BP2	BP3
OSRA	5	Oilseed rape	30	0.4	4	0.05	0.05	0.45	0.95	0.5	0.9	1.3	18	0	0.025	0.002	0.066	0.026	0.015	0.005	0.002	0.001
OLPU	4	Oil pumpkin	30	0.55	4	0.15	0.05	0.5	0.95	0.6	0.5	1.2	22	10	0.007	0.001	0.007	0.004	0.002	0.003	0.002	0.002
PEPR	4	Bell Pepper	30	0.6	5	0.15	0.05	0.5	0.95	0.6	0.5	1.2	27	18	0.019	0.003	0.06	0.035	0.025	0.005	0.002	0.001
WWHT	5	Winter Wheat	30	0.4	4	0.05	0.05	0.45	0.95	0.5	0.9	1.3	18	0	0.025	0.002	0.066	0.026	0.015	0.005	0.002	0.001
WBAR	5	Winter Barley	30	0.54	4	0.05	0.05	0.45	0.95	0.9	0.9	1.3	18	0	0.025	0.002	0.066	0.026	0.015	0.005	0.002	0.001
GRAP	7	Vineyard	30	0.02	2	0.05	0.01	0.5	0.95	0.9	2	2	30	10	0.02	0.003	0.01	0.004	0.003	0.001	8E-04	6E-04
APPL	7	Apple	15	0.1	4	0.1	0.15	0.5	0.75	1	3.5	2	20	7	0.002	4E-04	0.006	0.002	0.002	7E-04	4E-04	3E-04
TOMA	4	Tomato	30	0.33	3	0.15	0.05	0.5	0.95	1	0.5	2	22	10	0.024	0.005	0.066	0.03	0.025	0.005	0.004	0.003
LETT	5	Head Lettuce	23	0.8	4.2	0.25	0.23	0.4	0.86	1	0.2	0.6	18	7	0.039	0.005	0.036	0.025	0.021	0.008	0.003	0.002
SPIN	5	Spinach	30	0.95	4.2	0.1	0.05	0.9	0.95	1	0.5	0.6	24	4	0.054	0.006	0.062	0.04	0.03	0.005	0.004	0.004
GRBN	1	Green Beans	25	0.1	1.5	0.1	0.05	0.8	0.95	0.9	0.6	1.2	19	10	0.03	0.004	0.004	0.003	0.002	0.004	0.004	0.002
CRRT	5	Carrot	30	1.12	3.5	0.15	0.01	0.5	0.95	0.6	0.3	1.2	24	7	0.014	0.004	0.055	0.008	0.001	0.006	0.003	0.002
ONIO	5	Onion	30	1.25	1.5	0.15	0.01	0.5	0.95	0.6	0.5	0.6	19	7	0.021	0.003	0.04	0.03	0.002	0.002	0.002	0.002
POTA	5	Potato	25	0.95	4	0.15	0.01	0.5	0.95	0.6	0.6	0.6	22	7	0.025	0.002	0.055	0.02	0.012	0.006	0.003	0.002
SOYB	1	Soybean	25	0.31	3	0.15	0.05	0.5	0.95	0.6	0.8	1.7	25	10	0.065	0.009	0.052	0.027	0.026	0.007	0.004	0.004
FESC	6	Tall Fescue	30	0.9	4	0.15	0.01	0.5	0.95	0.8	1.5	2	15	0	0.023	0.003	0.056	0.021	0.012	0.01	0.002	0.002
CORN	4	Corn	39	0.5	6	0.15	0.05	0.5	0.95	0.7	2.5	2	25	8	0.014	0.002	0.047	0.018	0.014	0.005	0.002	0.001
CSIL	4	Corn Silage	39	0.9	4	0.15	0.05	0.5	0.95	0.7	2.5	2	25	8	0.014	0.002	0.047	0.018	0.014	0.005	0.002	0.001
WETL	6	Wetlands-Mixed	47	0.9	6	0.1	0.2	0.2	0.95	0.7	2.5	2.2	25	12	0.016	0.002	0.035	0.015	0.004	0.001	0.001	7E-04
FRST	7	Forest-Mixed	15	0.76	5	0.05	0.05	0.4	0.95	1	6	3.5	30	10	0.002	3E-04	0.006	0.002	0.002	7E-04	4E-04	3E-04
ORCD	7	Orchard	15	0.1	4	0.1	0.15	0.5	0.75	1	3.5	2	20	7	0.002	4E-04	0.006	0.002	0.002	7E-04	4E-04	3E-04

CPNM	WSYF	USLE_C	GSI	VPDFR	FRGMAX	WAVP	CO2HI	BIOEHI	RSDCO_PL	OV_N	CN2A	CN2B	CN2C	CN2D	FERTFIELD	ALAI_MIN	BIO_LEAF	MAT_YRS	BMX_TREES	EXT_COEF	BM_DIEOFF	
OSRA	0.2	0.03	0.006	4	0.75	6	660	39	0.05	0.14	62	73	81	84	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
OLPU	0.25	0.03	0.006	4	0.75	3	660	39	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
PEPR	0.25	0.03	0.005	4	0.75	8	660	39	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
WWHT	0.2	0.03	0.006	4	0.75	6	660	39	0.05	0.14	62	73	81	84	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
WBAR	0.2	0.03	0.006	4	0.75	6	660	39	0.05	0.14	62	73	81	84	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
GRAP	0.01	0.1	0.005	1.1	0.75	8	660	40	0.05	0.14	45	66	77	83	1	0.01	0.3	2	1	0.65	0.1	
APPL	0.05	0.001	0.007	4	0.75	3	660	20	0.05	0.14	45	66	77	83	1	0.75	0.3	10	500	0.65	0.1	
TOMA	0.15	0.03	0.008	4	0.75	8	660	39	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
LETT	0.01	0.01	0.003	4	0.75	8	660	25	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
SPIN	0.95	0.2	0.006	4	0.75	5	660	35	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
GRBN	0.1	0.2	0.008	4	0.75	5	660	34	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
CRRT	0.9	0.2	0.006	4	0.75	10	660	35	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
ONIO	0.95	0.2	0.006	4	0.75	10	660	35	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
POTA	0.95	0.2	0.005	4	0.75	14.8	660	30	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
SOYB	0.01	0.2	0.007	4	0.75	8	660	34	0.05	0.14	67	78	85	89	0	0	0	0	0	0	0.45	0.1
FESC	0.9	0.003	0.005	4	0.75	8	660	39	0.05	0.1	31	59	72	79	0	0	0	0	0	0	0.65	0.1
CORN	0.3	0.2	0.007	4	0.75	7.2	660	45	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
CSIL	0.9	0.2	0.007	4	0.75	7.2	660	45	0.05	0.14	67	77	83	87	1	0	0	0	0	0	0.65	0.1
WETL	0.9	0.003	0.005	4	0.75	8.5	660	54	0.05	0.05	49	69	79	84	0	0	0	0	0	0	0.65	0.1
FRST	0.01	0.001	0.002	4	0.75	8	660	16	0.05	0.1	36	60	73	79	0	0.75	0.3	50	1000	0.65	0.1	
ORCD	0.05	0.001	0.007	4	0.75	3	660	20	0.05	0.15	45	66	77	83	1	0.75	0.3	0	0	0	0.65	0.1

## PRILOGA E

### Koledarji opravil in tehnologije pridelovanja

Priloga E1: Koledarji opravil in tehnologije pridelovanja za območje Dravske kotline

govodoreja							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Žetev				
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruzza za silažo			
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69	
1	15	sep	Žetev				
1	6	sep	Obdelava tal	Oranje			
1	7	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	8	sep	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		
1	9	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	15	jul	Žetev				
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	košnja			1 0.9
3	15	mar	Gnojenje	46:00:00=174kg		80	
3	5	maj	Žetev				
3	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruzza za silažo			
3	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
3	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		40.5	
3	15	sep	Žetev				
3	16	sep	Obdelava tal	Oranje			
3	17	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	18	sep	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	18	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
4	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
4	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruzza za silažo			
4	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
4	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg		54	
4	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg		78	
4	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	6	okt	Obdelava tal	Oranje			
4	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
4	8	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
5	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
5	3	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
5	3	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
5	3	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
5	2	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
5	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
5	1	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			

prašičereja							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	1	maj	Podor	zeleni podor			
1	1	maj	Gnojenje	Prašičja gnojevka	75:75:105		
1	2	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	6	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	6	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	6	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69	
1	30	sep	Žetev				
1	1	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
1	3	okt	Gnojenje	7:20:30=400 kg	28:80:120		
2	15	mar	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	10	apr	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	5	may	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	15	jul	Žetev				
3	1	maj	Gnojenje	Prašičja gnojevka	75:75:105		
3	3	maj	Obdelava tal	Oranje			
3	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	5	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	5	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
3	6	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		40.5	
3	30	sep	Žetev				
3	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
3	3	okt	Gnojenje	15:15:15=200kg	30:30:30		
poljedelstvo							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	20	apr	Podor	Travna mešanica			
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	30	okt	Žetev				
1	1	nov	Obdelava tal	Oranje			
1	2	nov	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	3	nov	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		
1	3	nov	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	15	jul	Žetev				
2	15	avg	Obdelava tal	Oranje			
2	16	avg	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	17	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Oljna ogrščica			
2	17	avg	Gnojenje	7:20:30=500kg	35:100:150		
3	6	mar	Gnojenje	27:00:00=300kg		81	
3	10	apr	Gnojenje	27:00:00=250kg		67.5	
3	15	jul	Žetev				
3	5	avg	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	6	avg	Gnojenje	15:15:15=200kg	30:30:30		
3	6	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			

Mešana raba							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARV EFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Žetev				
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	0.917013889		
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69	
1	15	okt	Žetev				
1	17	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	18	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	19	okt	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		
1	19	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	15	jul	Žetev				
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	košnja			1 0.9
3	15	mar	Gnojenje	46:00:00=174kg		80	
3	5	maj	Žetev				
3	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
3	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
3	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69	
3	15	sep	Žetev				
3	6	okt	Obdelava tal	Oranje			
3	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	8	okt	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
4	3	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
4	3	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
4	3	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
4	2	jul	Žetev				
4	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	8	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
govedoreja-mineralna gnojila							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Žetev				
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=500kg	35:100:150		
1	10	maj	Gnojenje	27:0:0=200kg		54	
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69	
1	15	sep	Žetev				
1	6	sep	Obdelava tal	Oranje			
1	7	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	8	sep	Gnojenje	7:20:30=400kg	24:80:120		
1	9	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		54	
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		54	
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		54	
2	15	jul	Žetev				
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			



2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	košnja			1	0.9
3	15	mar	Gnojenje	46:00:00=174kg		80		
3	5	maj	Žetev					
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje				
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=500kg	35:100:150			
3	10	maj	Gnojenje	27:0:0=200kg		54		
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo				
3	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54		
3	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69		
3	15	sep	Žetev					
3	16	sep	Obdelava tal	Oranje				
3	17	sep	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	18	sep	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90			
3	18	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen				
4	3	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		54		
4	3	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		54		
4	3	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		54		
4	2	jul	Žetev					
4	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik				
4	8	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				

#### prašičereja-mineralna gnojila

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	1	maj	Podor	zeleni podor			
1	2	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	6	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	6	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	15	jun	Gnojenje	46:00:00=170kg		78	
1	30	sep	Žetev				
1	1	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
1	3	okt	Gnojenje	7:20:30=400 kg	28:80:120		
2	15	mar	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	10	apr	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	5	may	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	15	jul	Žetev				
3	3	maj	Obdelava tal	Oranje			
3	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	5	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
3	5	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	30	maj	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
3	15	jun	Gnojenje	46:00:00=170kg		78	
3	30	sep	Žetev				
3	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
3	3	okt	Gnojenje	15:15:15=200kg	1.27118056		

#### poljedelstvo-VVO1

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	6	jun	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
1	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170kg		78	
1	15	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	17	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	18	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	19	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
1	20	okt	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		

2	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica				
2	7	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
2	7	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
2	15	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik				
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica				
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				1	0.9
3	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica				
3	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje				
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo				
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg		0.611805556		
3	6	jun	Gnojenje	27:0:0=170kg		45.9		
3	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170kg		78		
3	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
3	16	sep	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	17	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				
4	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				
4	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
4	8	maj	Obdelava tal	Oranje				
4	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik				
4	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo				
4	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg		0.611805556		
4	6	jun	Gnojenje	27:0:0=170kg		45.9		
4	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170kg		78		
4	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
4	6	okt	Obdelava tal	Oranje				
4	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik				
4	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen				
5	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen				
5	3	mar	Gnojenje	7:20:30=450kg		31.5:90:135		
5	3	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
5	3	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
5	2	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
5	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik				
5	1	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				

**poljedelstvo-VVO23**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg		54	
1	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg		69	
1	15	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	17	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	18	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	19	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
1	20	okt	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		
2	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
2	7	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
2	7	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
2	15	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				1
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				0.9
3	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			
3	15	mar	Gnojenje	46:0:0=170 kg		80	
3	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
3	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje			

3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg	21:60:90		
3	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg			54
3	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg			40.5
3	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
3	16	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	17	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
4	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
4	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
4	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg	21:60:90		
4	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg			54
4	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg			40.5
4	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	6	okt	Obdelava tal	Oranje			
4	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
4	8	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg			
5	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
5	3	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg			40.5
5	3	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg			40.5
5	3	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg			40.5
5	2	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
5	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
5	1	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			

#### govedoreja-soja

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	24	apr	Gnojenje	PK 0:13:18=500kg	0:65:90		
1	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
1	20	sep	Žetev				
1	1	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	8	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
1	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	6	apr	Gnojenje	27:0:0=120kg		32	
2	10	maj	Gnojenje	27:0:0=100kg		27	
2	15	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.95
2	16	jul	Podor				
3	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
3	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
3	20	sep	Žetev				
3	10	okt	Gnojenje	Razvoz gnojevke (20 m3)	80:40:140		
3	11	okt	Obdelava tal	Oranje			
3	12	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	15	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
4	21	apr	Podor				
4	23	apr	Obdelava tal	Oranje			
4	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
4	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
4	20	sep	Žetev				
4	28	sep	Obdelava tal	Oranje			
4	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	5	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
4	5	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
5	30	mar	Gnojenje	27:0:0=120kg		32	
5	25	apr	Gnojenje	27:0:0=100kg		27	
5	10	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.95
5	11	jul	Podor				

#### prašičereja-soja

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	24	apr	Podor	zeleni podor			
1	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
1	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
1	20	sep	Žetev				
1	28	sep	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	okt	Gnojenje	NPK 7:20:30 200 kg/ha	0.611805556		
1	10	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
2	30	mar	Gnojenje	KAN 120 kg/ha		32	
2	25	apr	Gnojenje	KAN 100 kg/ha		27	
2	10	jul	Žetev				
3	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
3	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
3	20	sep	Žetev				
3	26	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	28	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			

**travnik 4kosni-min-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 7:14:28=643kg	45:90:180		
1	10	maj	Košnja	Košnja 1			0.9
1	15	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg		45	
1	1	jul	Košnja	Košnja 2			0.9
1	6	jul	Gnojenje	27:00:00=167kg		45	
1	20	avg	Košnja	Košnja 3			0.9
1	25	avg	Gnojenje	27:00:00=130kg		35	
1	15	okt	Košnja	Košnja 4			0.9

**travnik 4kosni-org-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	gnojevka 12.5m3/ha	50:25:50		
1	10	maj	Košnja	Košnja 1			0.9
1	15	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg		45	
1	1	jul	Košnja	Košnja 2			0.9
1	6	jul	Gnojenje	27:00:00=167kg		45	
1	20	avg	Košnja	Košnja 3			0.9
1	25	avg	Gnojenje	27:00:00=130kg		35	
1	15	okt	Košnja	Košnja 4			0.9

**travnik 3kosni-min-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 7:14:28=643kg	45:90:180		
1	25	maj	Košnja	Košnja 1			0.9
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg		45	
1	20	jul	Košnja	Košnja 2			0.9
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=111kg		30	
1	15	sep	Košnja	Košnja 3			0.9

**travnik 3kosni-org-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	gnojevka 12.5m3/ha	50:25:50		
1	25	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg	45		
1	20	jul	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=111kg	30		
1	15	sep	Košnja	Košnja 3		1	0.9

**travnik 2kosni-min-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 7:14:28=571kg	40:60:120		
1	15	jun	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	20	avg	Košnja	Košnja 2		1	0.9

**travnik 2kosni-org-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	gnojevka 12.5m3/ha	50:25:50		
1	10	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	20	avg	Košnja	Košnja 2		1	0.9

**travnik 1kosni-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	30	jun	Košnja	Košnja 1		1	0.9

**travnik 3k-VVO1-povpr**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 15:15:15=333kg	50:50:50		
1	25	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=185kg	50		
1	20	jul	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=111kg	40		
1	15	sep	Košnja	Košnja 3		1	0.9

**travnik 4k-VVO23-povpr**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	10	mar	Gnojenje	gnojevka 25m3/ha	100:50:100		
1	30	apr	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	3	maj	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		
1	10	jun	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	15	jun	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		
1	20	avg	Košnja	Košnja 3		1	0.9
1	30	sep	Košnja	Košnja 4		1	0.9

**travnik 4k-povpr**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	10	mar	Gnojenje	gnojevka 25m3/ha	100:50:100		
1	15	mar	Gnojenje	15:15:15 250kg			
1	30	apr	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	5	maj	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		
1	10	maj	Gnojenje	KAN=150kg	41:00:00		
1	15	jun	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	20	jun	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		

1	25	jun	Gnojenje	KAN=100kg	27:00:00		
1	10	avg	Košnja	Košnja 3		1	0.9
1	30	sep	Košnja	Košnja 4		1	0.9

#### Sadjarstvo

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	Rez dreves			
1	5	mar	Sajenje/začetek rastne sezone	Jablana			
1	28	mar	Gnojenje	Peletirani hl.gnoj 10 t/ha	50:27:60		
1	30	apr	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	15	maj	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	30	maj	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	20	jun	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	10	jul	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	1	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	Obiranje (IHV GBM=1)			1 0.1

#### Osnovni vrtnarski

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	14	maj	Gnojenje	15:15:15=500kg	75		
1	15	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	21	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Paprika			
1	10	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	25	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	10	avg	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	25	avg	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	20	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	20	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	1	nov	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	5	nov	Obdelava tal	Oranje			
2	31	mar	Gnojenje	15:15:15=800kg	120		
2	1	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	2	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Krompir			
2	5	maj	Gnojenje	27:0:0=200kg	54		
2	5	maj	Obdelava tal	Okopalnik			
2	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.9
2	16	sep	Podor/end of growing season				

#### Vrtnarski integrirani 1

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	30	mar	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 40000kg	160:120:204		
1	20	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	25	apr	Gnojenje	27:00:00=148kg	40		
1	26	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Zelje			
1	1	jun	Gnojenje	27:00:00=222kg	60		
1	2	jun	Obdelava tal	Okopalnik			
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=222kg	60		
1	10	okt	Žetev				
1	20	okt	Obdelava tal	Oranje			
2	4	apr	Gnojenje	7:14:28=400kg	28:56:112		
2	4	apr	Gnojenje	27:0:0:0=120kg	32		
2	4	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	5	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Čebula			
2	20	maj	Gnojenje	27:0:0=222kg	60		
2	15	jul	Žetev				
2	15	avg	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	16	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
3	1	apr	Podor	zeleni podor			
3	5	apr	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 20000kg	80:60:102		
3	6	apr	Obdelava tal	Oranje			
3	11	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	11	apr	Gnojenje	00:10:50=300kg	0.022569444		
3	12	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Solata			
3	10	maj	Gnojenje	27:0:0=123kg	33		
3	25	maj	Gnojenje	27:0:0=123kg	33		

3	15	jun	Žetev			
3	25	jun	Obdelava tal	Predsetvenik		
3	26	jun	Sajenje/začetek rastne sezone	RŽ		
3	10	okt	Žetev			
3	20	okt	Obdelava tal	Oranje		
4	24	apr	Gnojenje	00:10:50=350kg	0.026331019	
4	24	apr	Gnojenje	27:0:0=123kg		40
4	25	apr	Obdelava tal	Predsetvenik		
4	26	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Stročji fižol		
4	1	avg	Žetev			
4	8	okt	Obdelava tal	Oranje		

#### Vrtnarski integrirani 2

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	3	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	4	apr	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 40000kg	160:120:204		
1	4	apr	Gnojenje	27:00:00=148kg		40	
1	5	apr	Plant/begin growing season	Čebula			
1	20	maj	Gnojenje	27:00:00=185kg		50	
1	20	avg	Gnojenje	27:00:00=185kg		50	
1	20	okt	Žetev				
1	25	okt	Obdelava tal	Oranje			
2	10	apr	Gnojenje	7:20:30=420 kg	30:84:103		
2	11	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	12	apr	Plant/begin growing season	Korenje			
2	25	maj	Gnojenje	27:00:00=240kg		65	
2	20	jun	Gnojenje	27:00:00=240kg		65	
2	15	sep	Žetev				
2	20	okt	Obdelava tal	Oranje			
3	1	apr	Gnojenje	00:10:50=350 kg	0.026331019		
3	1	apr	Gnojenje	27:00:00=148kg		40	
3	25	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	6	maj	Plant/begin growing season	Stročji fižol			
3	1	avg	Žetev				
3	1	sept	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	2	sept	Plant/begin growing season	Črna detelja			
4	29	mar	Podor	zeleni podor			
4	30	mar	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 40000kg	160:120:204		
4	20	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	25	apr	Gnojenje	27:00:00 148kg		80	
4	26	maj	Plant/begin growing season	Zelje			
4	1	jun	Gnojenje	27:00:00 222kg		50	
4	2	jun	Obdelava tal	Okopalnik			
4	25	jul	Gnojenje	27:00:00 222kg		50	
4	10	okt	Žetev				
4	8	okt	Obdelava tal	Oranje			

Priloga E2: Koledarji opravil in tehnologije pridelovanja za območje Krške kotline

govedoreja							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Žetev				
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69	
1	15	sep	Žetev				
1	6	sep	Obdelava tal	Oranje			
1	7	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	8	sep	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		
1	9	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	15	jul	Žetev				
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	košnja			1 0.9
3	15	mar	Gnojenje	46:00:00=174kg		80	
3	5	maj	Žetev				
3	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
3	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
3	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		40.5	
3	15	sep	Žetev				
3	16	sep	Obdelava tal	Oranje			
3	17	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	18	sep	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	18	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
4	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
4	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
4	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
4	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg		54	
4	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg		78	
4	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	6	okt	Obdelava tal	Oranje			
4	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
4	8	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
5	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
5	3	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
5	3	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
5	3	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
5	2	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
5	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
5	1	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			



prašičereja							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	1	maj	Podor	zeleni podor			
1	1	maj	Gnojenje	Prašičja gnojevka	75:75:105		
1	2	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	6	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	6	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	6	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69	
1	30	sep	Žetev				
1	1	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
1	3	okt	Gnojenje	7:20:30=400 kg	28:80:120		
2	15	mar	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	10	apr	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	5	may	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	15	jul	Žetev				
3	1	maj	Gnojenje	Prašičja gnojevka	75:75:105		
3	3	maj	Obdelava tal	Oranje			
3	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	5	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	5	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
3	6	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		40.5	
3	30	sep	Žetev				
3	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
3	3	okt	Gnojenje	15:15:15=200kg	30:30:30		
poljedelstvo							
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	20	apr	Podor	Travna mešanica			
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	30	okt	Žetev				
1	1	nov	Obdelava tal	Oranje			
1	2	nov	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	3	nov	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		
1	3	nov	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5	
2	15	jul	Žetev				
2	15	avg	Obdelava tal	Oranje			
2	16	avg	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	17	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Oljna ogrščica			
2	17	avg	Gnojenje	7:20:30=500kg	35:100:150		
3	6	mar	Gnojenje	27:00:00=300kg		81	
3	10	apr	Gnojenje	27:00:00=250kg		67.5	
3	15	jul	Žetev				
3	5	avg	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	6	avg	Gnojenje	15:15:15=200kg	30:30:30		
3	6	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			

<b>Mešana raba</b>						
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARV EFF HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja		
1	5	maj	Žetev			
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90	
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje		
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik		
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	0.917013889	
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje		
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54
1	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69
1	15	okt	Žetev			
1	17	okt	Obdelava tal	Oranje		
1	18	okt	Obdelava tal	Predsetvenik		
1	19	okt	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120	
1	19	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica		
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5
2	15	jul	Žetev			
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik		
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica		
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	košnja		1 0.9
3	15	mar	Gnojenje	46:00:00=174kg		80
3	5	maj	Žetev			
3	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90	
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje		
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik		
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90	
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo		
3	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54
3	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69
3	15	sep	Žetev			
3	6	okt	Obdelava tal	Oranje		
3	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik		
3	8	okt	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90	
3	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen		
4	3	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5
4	3	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5
4	3	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		40.5
4	2	jul	Žetev			
4	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik		
4	8	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja		
<b>govdoreja-mineralna gnojila</b>						
Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja		
1	5	maj	Žetev			
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje		
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik		
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=500kg	35:100:150	
1	10	maj	Gnojenje	27:0:0=200kg		54
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo		
1	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54
1	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69
1	15	sep	Žetev			
1	6	sep	Obdelava tal	Oranje		
1	7	sep	Obdelava tal	Predsetvenik		
1	8	sep	Gnojenje	7:20:30=400kg	24:80:120	
1	9	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica		
2	7	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		54
2	7	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		54
2	7	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		54
2	15	jul	Žetev			
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik		
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica		

2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	košnja			1	0.9
3	15	mar	Gnojenje	46:00:00=174kg		80		
3	5	maj	Žetev					
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje				
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=500kg	35:100:150			
3	10	maj	Gnojenje	27:0:0=200kg		54		
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo				
3	6	jun	Gnojenje	27:00:00=200kg		54		
3	25	jun	Gnojenje	46:00:00=150kg		69		
3	15	sep	Žetev					
3	16	sep	Obdelava tal	Oranje				
3	17	sep	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	18	sep	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90			
3	18	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen				
4	3	mar	Gnojenje	27:00:00=150kg		54		
4	3	apr	Gnojenje	27:00:00=150kg		54		
4	3	maj	Gnojenje	27:00:00=150kg		54		
4	2	jul	Žetev					
4	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik				
4	8	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				

#### prašičereja-mineralna gnojila

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	1	maj	Podor	zeleni podor			
1	2	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	6	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	6	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
1	15	jun	Gnojenje	46:00:00=170kg		78	
1	30	sep	Žetev				
1	1	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
1	3	okt	Gnojenje	7:20:30=400 kg	28:80:120		
2	15	mar	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	10	apr	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	5	may	Gnojenje	KAN 150 kg/ha		40.5	
2	15	jul	Žetev				
3	3	maj	Obdelava tal	Oranje			
3	4	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	5	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
3	5	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
3	30	maj	Gnojenje	27:00:00=200kg		54	
3	15	jun	Gnojenje	46:00:00=170kg		78	
3	30	sep	Žetev				
3	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	3	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
3	3	okt	Gnojenje	15:15:15=200kg	1.27118056		

#### poljedelstvo-VVO1

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	6	jun	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
1	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170kg		78	
1	15	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	17	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	18	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	19	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
1	20	okt	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		

2	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica				
2	7	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
2	7	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
2	15	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik				
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica				
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				1	0.9
3	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica				
3	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje				
3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo				
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg		0.611805556		
3	6	jun	Gnojenje	27:0:0=170kg		45.9		
3	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170kg		78		
3	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
3	16	sep	Obdelava tal	Predsetvenik				
3	17	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				
4	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				
4	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
4	8	maj	Obdelava tal	Oranje				
4	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik				
4	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo				
4	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg		0.611805556		
4	6	jun	Gnojenje	27:0:0=170kg		45.9		
4	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170kg		78		
4	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
4	6	okt	Obdelava tal	Oranje				
4	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik				
4	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen				
5	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen				
5	3	mar	Gnojenje	7:20:30=450kg		31.5:90:135		
5	3	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
5	3	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5		
5	2	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka					
5	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik				
5	1	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja				

### poljedelstvo-VVO23

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
1	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
1	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
1	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za zrnje			
1	10	maj	Gnojenje	7:20:30=300kg	21:60:90		
1	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg		54	
1	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg		69	
1	15	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	17	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	18	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	19	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
1	20	okt	Gnojenje	7:20:30=400kg	28:80:120		
2	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	7	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
2	7	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
2	7	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg		40.5	
2	15	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
2	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	25	jul	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			
2	1	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				1
3	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Travna mešanica			
3	15	mar	Gnojenje	46:0:0=170 kg		80	
3	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
3	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
3	8	maj	Obdelava tal	Oranje			

3	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
3	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg	21:60:90		
3	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg			54
3	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg			40.5
3	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
3	16	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	17	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
4	5	maj	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	7	maj	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 15 t/ha	75:40:90		
4	8	maj	Obdelava tal	Oranje			
4	9	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	10	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Koruza za silažo			
4	10	maj	Gnojenje	7:20:30=200kg	21:60:90		
4	6	jun	Gnojenje	27:0:0=200kg			54
4	25	jun	Gnojenje	46:0:0=170 kg			40.5
4	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
4	6	okt	Obdelava tal	Oranje			
4	7	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
4	8	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg			
5	1	jan	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
5	3	mar	Gnojenje	27:0:0=150kg			40.5
5	3	apr	Gnojenje	27:0:0=150kg			40.5
5	3	maj	Gnojenje	27:0:0=150kg			40.5
5	2	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
5	24	jul	Obdelava tal	Predsetvenik			
5	1	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			

#### Govedoreja-soja

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	24	apr	Gnojenje	PK 0:13:18=500kg	0:65:90		
1	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
1	20	sep	Žetev				
1	1	okt	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	8	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
1	8	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimna pšenica			
2	6	apr	Gnojenje	27:0:0=120kg			32
2	10	maj	Gnojenje	27:0:0=100kg			27
2	15	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.95
2	16	jul	Podor				
3	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
3	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
3	20	sep	Žetev				
3	10	okt	Gnojenje	Razvoz gnojevke (20 m3)	80:40:140		
3	11	okt	Obdelava tal	Oranje			
3	12	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	15	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
4	21	apr	Podor				
4	23	apr	Obdelava tal	Oranje			
4	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
4	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
4	20	sep	Žetev				
4	28	sep	Obdelava tal	Oranje			
4	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	5	okt	Gnojenje	7:20:30=200kg	0.611805556		
4	5	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
5	30	mar	Gnojenje	27:0:0=120kg			32
5	25	apr	Gnojenje	27:0:0=100kg			27
5	10	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.95
5	11	jul	Podor				

#### prašičereja-soja

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	24	apr	Podor	zeleni podor			
1	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
1	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
1	20	sep	Žetev				
1	28	sep	Obdelava tal	Oranje			
1	2	okt	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	10	okt	Gnojenje	NPK 7:20:30 200 kg/ha	0.611805556		
1	10	okt	Sajenje/začetek rastne sezone	Ozimni ječmen			
2	30	mar	Gnojenje	KAN 120 kg/ha		32	
2	25	apr	Gnojenje	KAN 100 kg/ha		27	
2	10	jul	Žetev				
3	24	apr	Gnojenje	0:13:18=500kg	0:65:90		
3	24	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	25	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Soja			
3	20	sep	Žetev				
3	26	sep	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	28	sep	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			

**travnik 4kosni-min-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 7:14:28=643kg	45:90:180		
1	10	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	15	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg	45		
1	1	jul	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	6	jul	Gnojenje	27:00:00=167kg	45		
1	20	avg	Košnja	Košnja 3		1	0.9
1	25	avg	Gnojenje	27:00:00=130kg	35		
1	15	okt	Košnja	Košnja 4		1	0.9

**travnik 4kosni-org-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	gnojevka 12.5m3/ha	50:25:50		
1	10	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	15	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg	45		
1	1	jul	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	6	jul	Gnojenje	27:00:00=167kg	45		
1	20	avg	Košnja	Košnja 3		1	0.9
1	25	avg	Gnojenje	27:00:00=130kg	35		
1	15	okt	Košnja	Košnja 4		1	0.9

**travnik 3kosni-min-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 7:14:28=643kg	45:90:180		
1	25	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg	45		
1	20	jul	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=111kg	30		
1	15	sep	Košnja	Košnja 3		1	0.9

**travnik 3kosni-org-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	gnojevka 12.5m3/ha	50:25:50		
1	25	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=167kg	45		
1	20	jul	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=111kg	30		
1	15	sep	Košnja	Košnja 3		1	0.9

**travnik 2kosni-min-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 7:14:28=571kg	40:60:120		
1	15	jun	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	20	avg	Košnja	Košnja 2		1	0.9

**travnik 2kosni-org-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	gnojevka 12.5m3/ha	50:25:50		
1	10	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	20	avg	Košnja	Košnja 2		1	0.9

**travnik 1kosni-smernice**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	30	jun	Košnja	Košnja 1		1	0.9

**travnik 3k-VVO1-povpr**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	20	mar	Gnojenje	NPK 15:15:15=333kg	50:50:50		
1	25	maj	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	30	maj	Gnojenje	27:00:00=185kg	50		
1	20	jul	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=111kg	40		
1	15	sep	Košnja	Košnja 3		1	0.9

**travnik 4k-VVO23-povpr**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	10	mar	Gnojenje	gnojevka 25m3/ha	100:50:100		
1	30	apr	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	3	maj	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		
1	10	jun	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	15	jun	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		
1	20	avg	Košnja	Košnja 3		1	0.9
1	30	sep	Košnja	Košnja 4		1	0.9

**travnik 4k-povpr**

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	28	feb	Sajenje/začetek rastne sezone	Trajno travinje			
1	10	mar	Gnojenje	gnojevka 25m3/ha	100:50:100		
1	15	mar	Gnojenje	15:15:15 250kg			
1	30	apr	Košnja	Košnja 1		1	0.9
1	5	maj	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		
1	10	maj	Gnojenje	KAN=150kg	41:00:00		
1	15	jun	Košnja	Košnja 2		1	0.9
1	20	jun	Gnojenje	gnojevka 20m3/ha	80:40:80		

1	25	jun	Gnojenje	KAN=100kg	27:00:00		
1	10	avg	Košnja	Košnja 3		1	0.9
1	30	sep	Košnja	Košnja 4		1	0.9

#### Sadjarstvo

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	1	jan	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	Rez dreves			
1	5	mar	Sajenje/začetek rastne sezone	Jablana			
1	28	mar	Gnojenje	Peletirani hl.gnoj 10 t/ha	50:27:60		
1	30	apr	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	15	maj	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	30	maj	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	20	jun	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	10	jul	Gnojenje	Mulčenje trave-Urea (46%)		3.22	
1	1	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka	Obiranje (IHV GBM=1)		1	0.1

#### Osnovni vrtnarski

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	14	maj	Gnojenje	15:15:15=500kg	75		
1	15	maj	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	21	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Paprika			
1	10	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	25	jul	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	10	avg	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	25	avg	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	20	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	20	okt	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.2
1	1	nov	Košnja/ vmesno spravilo pridelka				
1	5	nov	Obdelava tal	Oranje			
2	31	mar	Gnojenje	15:15:15=800kg	120		
2	1	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	2	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Krompir			
2	5	maj	Gnojenje	27:0:0=200kg	54		
2	5	maj	Obdelava tal	Okopalnik			
2	15	sep	Košnja/ vmesno spravilo pridelka			1	0.9
2	16	sep	Podor/end of growing season				

#### Vrtnarski integrirani 1

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	30	mar	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 40000kg	160:120:204		
1	20	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	25	apr	Gnojenje	27:00:00=148kg	40		
1	26	maj	Sajenje/začetek rastne sezone	Zelje			
1	1	jun	Gnojenje	27:00:00=222kg	60		
1	2	jun	Obdelava tal	Okopalnik			
1	25	jul	Gnojenje	27:00:00=222kg	60		
1	10	okt	Žetev				
1	20	okt	Obdelava tal	Oranje			
2	4	apr	Gnojenje	7:14:28=400kg	28:56:112		
2	4	apr	Gnojenje	27:0:0=120kg	32		
2	4	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	5	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Čebula			
2	20	maj	Gnojenje	27:0:0=222kg	60		
2	15	jul	Žetev				
2	15	avg	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	16	avg	Sajenje/začetek rastne sezone	Črna detelja			
3	1	apr	Podor	zeleni podor			
3	5	apr	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 20000kg	80:60:102		
3	6	apr	Obdelava tal	Oranje			
3	11	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	11	apr	Gnojenje	00:10:50=300kg	0.022569444		
3	12	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Solata			
3	10	maj	Gnojenje	27:0:0=123kg	33		
3	25	maj	Gnojenje	27:0:0=123kg	33		



3	15	jun	Žetev			
3	25	jun	Obdelava tal	Predsetvenik		
3	26	jun	Sajenje/začetek rastne sezone	Rž		
3	10	okt	Žetev			
3	20	okt	Obdelava tal	Oranje		
4	24	apr	Gnojenje	00:10:50=350kg	0.026331019	
4	24	apr	Gnojenje	27:0:0=123kg		40
4	25	apr	Obdelava tal	Predsetvenik		
4	26	apr	Sajenje/začetek rastne sezone	Stročji fižol		
4	1	avg	Žetev			
4	8	okt	Obdelava tal	Oranje		

#### Vrtnarski integrirani 2

Leto	Dan	Mesec	Operacija	Tip	Količina gnojila elementarno	HARVEFF	HI_OVR
1	3	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
1	4	apr	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 40000kg	160:120:204		
1	4	apr	Gnojenje	27:00:00=148kg		40	
1	5	apr	Plant/begin growing season	Čebula			
1	20	maj	Gnojenje	27:00:00=185kg		50	
1	20	avg	Gnojenje	27:00:00=185kg		50	
1	20	okt	Žetev				
1	25	okt	Obdelava tal	Oranje			
2	10	apr	Gnojenje	7:20:30=420 kg	30:84:103		
2	11	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
2	12	apr	Plant/begin growing season	Korenje			
2	25	maj	Gnojenje	27:00:00=240kg		65	
2	20	jun	Gnojenje	27:00:00=240kg		65	
2	15	sep	Žetev				
2	20	okt	Obdelava tal	Oranje			
3	1	apr	Gnojenje	00:10:50=350 kg	0.026331019		
3	1	apr	Gnojenje	27:00:00=148kg		40	
3	25	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	6	maj	Plant/begin growing season	Stročji fižol			
3	1	avg	Žetev				
3	1	sept	Obdelava tal	Predsetvenik			
3	2	sept	Plant/begin growing season	Črna detelja			
4	29	mar	Podor	zeleni podor			
4	30	mar	Gnojenje	Hlevski gnoj (uležan) 40000kg	160:120:204		
4	20	apr	Obdelava tal	Predsetvenik			
4	25	apr	Gnojenje	27:00:00 148kg		80	
4	26	maj	Plant/begin growing season	Zelje			
4	1	jun	Gnojenje	27:00:00 222kg		50	
4	2	jun	Obdelava tal	Okopalnik			
4	25	jul	Gnojenje	27:00:00 222kg		50	
4	10	okt	Žetev				
4	8	okt	Obdelava tal	Oranje			

## PRILOGA F

### Podatki o gnojilih, uporabljenih v SWAT (datoteka *fert.dat*)

Priloga F: Podatki o gnojilih, uporabljenih v SWAT (datoteka *fert.dat*)

FERTNAME	FERTNM	FMINN	FMINP	FORGN	FORGP	FNH3N	MANURE
Elemental Nitrogen	Elem-N	1	0	0	0	0	0
Elemental Phosphorous	Elem-P	0	1	0	0	0	0
Urea	46-00-00	0.46	0	0	0	0	0
15-15-15	15-15-15	0.15	0.066	0	0	0	0
Uležan hlevski gnoj	COMP-BM	0.001	0.002	0.004	0.003	0.99	Živinsko gnojilo
KAN	27-0-0	0.27	0	0	0	0	0
7-20-30	7-20-30	0.07	0.088	0	0	0	0

Opomba: oznake in parametri so vzeti direktno iz modelne podatkovne baze SWAT2012

PRILOGA G

Priloga G1: Stroškovni listi za izračun pokritij za travniško rabo (50 % mrva, 50 % baliranje)

				4k-org	4k-min	3k-org	3k-min	2k-org	2k-min	1k	int	vvo23	VVO1	
				Pridelek SWAT (%)	100%	101%	85%	90%	34%	50%	11%	125%	114%	99%
				Gnojenje SWAT (%)	100%	91%	73%	64%	33%	21%	0%	180%	138%	75%
<b>Travnik - baliranje</b>				<b>Cena</b>	<b>45000</b>	<b>45297</b>	<b>38383</b>	<b>40399</b>	<b>15496</b>	<b>22720</b>	<b>5136</b>	<b>56177</b>	<b>51459</b>	<b>44596</b>
Pridelek (kg/ha) pred sušenjem	Koeficient													
Gnojilni obrok (kos)	kg N/ha			197	179	144	126	66	42	0	354	273	147	
<b>Prodaja pridelka</b>				<b>0.0217 €/kg</b>										
Vrednost pridelka				0.0000 €/kg	975	981	832	875	336	492	111	1217	1115	966
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>				<b>975</b>	<b>981</b>	<b>832</b>	<b>875</b>	<b>336</b>	<b>492</b>	<b>111</b>	<b>1217</b>	<b>1115</b>	<b>966</b>	
<b>Rastlinska hranila</b>				<b>469</b>	<b>425</b>	<b>344</b>	<b>300</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>844</b>	<b>649</b>	<b>349</b>	
Rastlinska hranila - dušik	0.00848759 kg/kg			0.81 €/kg	159.5									
Rastlinska hranila - fosfor	0.00333441 kg/kg			1.08 €/kg	83.5									
Rastlinska hranila - kalij	0.0105084 kg/kg			0.73 €/kg	178									
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha			0.16 €/kg	48									
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>				<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
Sredstvo za varstvo rastlin	12.5 g/ha			1.52 €/g	19									
<b>Drugi materialni stroški</b>				<b>15</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	
Drugi materialni stroški				14.6										
<b>Strojne storitve</b>				<b>541</b>	<b>545</b>	<b>461</b>	<b>486</b>	<b>186</b>	<b>273</b>	<b>62</b>	<b>675</b>	<b>619</b>	<b>536</b>	
Stiskanje in ovijanje bal 1.2m				14 €/balo	541.3									
<b>Domače strojne storitve</b>				<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>	<b>73</b>
<b>Opravo</b>		<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>											
Apnenje	1.9			0	11.6									
Trošenje mineralnih gnojil	1.5			2	9.1									
Lokalno škropljenje (1/4 površine)	0			3	0									
Brananje s travniško brano	1.1			0	6.5									
Košnja	2.1			0	15.6									
Trošenje redi in obračanje	1.2			0	8.7									
Zgrabljanje	1.5			0	9.6									
Nakladanje in razkladanje bal	0.4			2	2.3									
Prevoz bal silaže	1.4			6	9.6									
<b>Stroški kapitala</b>				<b>18</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	
Strošek financiranja				0.05 %	18.3									
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>				<b>1135</b>	<b>1095</b>	<b>925</b>	<b>907</b>	<b>446</b>	<b>482</b>	<b>158</b>	<b>1653</b>	<b>1398</b>	<b>1010</b>	
<b>POKRITJE PRI CENI</b>				<b>-160</b>	<b>-114</b>	<b>-94</b>	<b>-32</b>	<b>-110</b>	<b>11</b>	<b>-46</b>	<b>-436</b>	<b>-283</b>	<b>-44</b>	

				base-4k-org	4k-min	3k-org	3k-min	2k-org	2k-min	1k	int	vvo23	VVO1	
				Pridelek SWAT (%)	100%	101%	85%	90%	34%	50%	11%	125%	114%	99%
				Gnojenje SWAT (%)	100%	91%	73%	64%	33%	21%	0%	180%	138%	75%
<b>Travnik - mrva</b>				<b>Cena</b>	<b>45000</b>	<b>45297</b>	<b>38383</b>	<b>40399</b>	<b>15496</b>	<b>22720</b>	<b>5136</b>	<b>56177</b>	<b>51459</b>	<b>44596</b>
Pridelek (kg/ha) pred sušenjem	Koeficient													
Gnojilni obrok (kos)	kg N/ha			197	179	145	126	66	42	0	355	273	147	
<b>Prodaja pridelka</b>				<b>0.0153€/kg</b>										
Vrednost pridelka				0.0000 €/kg	688	693	587	618	237	347	79	859	787	682
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>				<b>688</b>	<b>693</b>	<b>587</b>	<b>618</b>	<b>237</b>	<b>347</b>	<b>79</b>	<b>859</b>	<b>787</b>	<b>682</b>	
<b>Rastlinska hranila</b>				<b>470</b>	<b>426</b>	<b>344</b>	<b>301</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>846</b>	<b>651</b>	<b>350</b>	
Rastlinska hranila - dušik	0.021 kg/kg			0.81 €/kg	159.9									
Rastlinska hranila - fosfor	0.00825 kg/kg			1.08 €/kg	83.8									
Rastlinska hranila - kalij	0.026 kg/kg			0.73 €/kg	178.4									
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha			0.16 €/kg	48									
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>				<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
Sredstvo za varstvo rastlin	12.5 g/ha			1.52 €/g	19									
<b>Drugi materialni stroški</b>				<b>15</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	
Drugi materialni stroški				14.7										
<b>Domače strojne storitve</b>				<b>253</b>	<b>255</b>	<b>216</b>	<b>227</b>	<b>87</b>	<b>128</b>	<b>29</b>	<b>316</b>	<b>289</b>	<b>251</b>	
<b>Opravo</b>		<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>											
Trošenje mineralnih gnojil	3.2			1	23.8									
Apnenje	0.6			0	3.3									
Brananje s travniško brano	1.1			0	6.5									
Košnja	2.1			0	15.6									
Trošenje redi in obračanje 3x	9.6			0	69.4									
Zgrabljanje	3.8			0	24									
Prevoz z nakladalno prilico	8.2			0	110.5									
Zmetavanje s puhalnikom	1.2			22	0.5									
Lokalno škropljenje (1/4 površine)	0			3	0									
<b>Stroški kapitala</b>				<b>18</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	
Strošek financiranja				0.05 %	18.3									
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>				<b>775</b>	<b>733</b>	<b>607</b>	<b>576</b>	<b>274</b>	<b>263</b>	<b>52</b>	<b>1222</b>	<b>997</b>	<b>653</b>	
<b>POKRITJE PRI CENI</b>				<b>-87</b>	<b>-40</b>	<b>-20</b>	<b>42</b>	<b>-37</b>	<b>84</b>	<b>27</b>	<b>-363</b>	<b>-210</b>	<b>29</b>	

Priloga G2: Stroškovni listi za izračun pokritij za prašičerejski kolobar (50 % koruza za zrnje ali soja, 25 % detelja, 25 % ozimni ječmen)

<b>Prašičereja-koruza</b>				base	90%	80%	70%	mineral	VVO1	VVO23
			Pridelek SWAT (%)	100.0%	99.0%	92.9%	89.6%	101.8%	87.0%	100.0%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	96.7%	64.4%	100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>		<b>10000</b>	<b>9901</b>	<b>9294</b>	<b>8965</b>	<b>10184</b>	<b>8695</b>	<b>10000</b>
Gnojilni obrok	kg N/ha			150	135	120	105	145	97	150
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.13 €/kg</b>		<b>1300</b>	<b>1287</b>	<b>1208</b>	<b>1165</b>	<b>1324</b>	<b>1130</b>	<b>1300</b>
Vrednost pridelka		0.13 €/kg		1300	1287	1208	1165	1324	1130	1300
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>				<b>1300</b>	<b>1287</b>	<b>1208</b>	<b>1165</b>	<b>1324</b>	<b>1130</b>	<b>1300</b>
<b>Seme in sadike</b>				<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>
Seme		161 kos		161						
<b>Rastlinska hranila</b>				<b>282</b>	<b>254</b>	<b>226</b>	<b>197</b>	<b>273</b>	<b>181</b>	<b>282</b>
Rastlinska hranila dušik	0.015 kg/kg	0.81 €/kg		121.5						
Rastlinska hranila fosfor	0.007 kg/kg	1.08 €/kg		75.6						
Rastlinska hranila kalij	0.005 kg/kg	0.73 €/kg		36.5						
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg		48						
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>				<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
Sredstvo za varstvo rastlin - Lumax	3.5 l/ha	21.35 €/l		74.7						
Sredstvo za varstvo rastlin - Peak 75 WG	0.025 kg/ha	900.41 €/kg		22.5						
Sredstvo za varstvo rastlin - Break thru S 240	0.2 kg/ha	22.95 €/kg		4.6						
<b>Drugi materialni stroški</b>				<b>16</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
Drugi materialni stroški				16.3						
<b>Strojne storitve</b>				<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>
Žetev koruze za zrno		130 €/ha		130						
<b>Sušenje</b>				<b>369</b>	<b>365</b>	<b>343</b>	<b>331</b>	<b>376</b>	<b>376</b>	<b>369</b>
Sušenje (od 27% na 14%)		0.031 €/kg		369.5						
<b>Zavarovanje in izgube</b>				<b>63</b>	<b>62</b>	<b>59</b>	<b>56</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>63</b>
Izgube pridelka	0.0487 %			63.3						
<b>Domače strojne storitve</b>				<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>								
Oranje	6.2	0		52.9						
Predsetvena priprava	2.5	0		13.9						
Setev	2.3	1		23.9						
Škropljenje s herbicidi	2.3	1		13.3						
Trošenje mineralnih gnojil	2.1	1.5		12.4						
Apnenje	3.7	0		21.8						
Dognojevanje	2.1	1.5		12.4						
Okopavanje	2.7	0		17						
Prevoz zrnja	4.8	0		28.2						
Drobljenje koruznice	2.4	0		15.3						
Pomoč pri žetvi	0	2		0						
<b>Stroški kapitala</b>				<b>18</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
Strošek financiranja	0.666667 €	0.05 %		18.1						
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>				<b>1352</b>	<b>1319</b>	<b>1263</b>	<b>1219</b>	<b>1351</b>	<b>1258</b>	<b>1352</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>				<b>-53</b>	<b>-32</b>	<b>-55</b>	<b>-54</b>	<b>-27</b>	<b>-127</b>	<b>-52</b>

				base
<b>Praščereja-detelja</b>		Pridelek SWAT (%)		100.0%
		Gnojenje SWAT (%)		100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>		<b>20000</b>
(kos)				<b>1</b>
<b>Relativna gnojilna vrednost</b>		<b>0.81 €/kg</b>		<b>71</b>
Prihodek dušika	0.0044 €/kg	0.81 €/kg		57.9
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>				<b>58</b>
<b>Seme in sadike</b>				<b>171</b>
Seme	30 kg	5.69 €/kg		170.7
<b>Rastlinska hranila</b>				<b>0</b>
Rastlinska hranila - fosfor	0.001375 kg/kg	1.08 €/kg		0
Rastlinska hranila - kalij	0.00541667 kg/kg	0.73 €/kg		0
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg		0
<b>Drugi materialni stroški</b>				<b>9</b>
Drugi materialni stroški				9
<b>Domače strojne storitve</b>				<b>49</b>
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>		
Oranje (slaba)	6.2	0		0
Brananje s krožno brano (slaba)	3.1	0		18.6
Trošenje mineralnih gnojil (slaba)	2.5	1		0
Apnenje (slaba)	2.9	0		0
Predsetvena priprava (slaba)	2.5	0		0
Setev (slaba)	2.4	0		15.1
Valjanje (slaba)	2.3	0		0
Mulčenje (slaba)	2.4	0		15.3
Odstranjevanje ščavja (slaba)	0	3		0
<b>Stroški kapitala</b>				<b>12</b>
Strošek financiranja		0.05 %		
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>				<b>232</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>				<b>-174</b>

<b>Praščereja-ječmen</b>			base	90%	80%	70%	mineral	VVO1	VVO23
		Pridelek SWAT (%)	100.0%	99.0%	92.9%	89.6%	101.8%	87.0%	100.0%
		Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	96.7%	64.4%	100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>6000</b>	<b>5941</b>	<b>5576</b>	<b>5379</b>	<b>6111</b>	<b>5217</b>	<b>6000</b>
Gnojilni obrok	kg N/ha		122	110	98	86	118	79	122
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.13 €/kg</b>	<b>780</b>	<b>772</b>	<b>725</b>	<b>699</b>	<b>794</b>	<b>678</b>	<b>780</b>
Vrednost pridelka		0.13 €/kg	780	772	725	699	794	678	780
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>780</b>	<b>772</b>	<b>725</b>	<b>699</b>	<b>794</b>	<b>678</b>	<b>780</b>
<b>Seme in sadike</b>			<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Seme	220 kg	0.407 €/kg	89.5						
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>238</b>	<b>214.2</b>	<b>190.4</b>	<b>166.6</b>	<b>230.2123</b>	<b>153.1639</b>	<b>238</b>
Rastlinska hranila - dušik	0.0204 kg/kg	0.81 €/kg	99.1						
Rastlinska hranila - fosfor	0.0088 kg/kg	1.08 €/kg	57						
Rastlinska hranila - kalij	0.0078 kg/kg	0.73 €/kg	34.2						
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	48						
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>			<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>185</b>
Sredstvo za varstvo rastlin - Hussar	0.1 l/ha	538.04 €/l	53.8						
Sredstvo za varstvo rastlin - Zantara	1.5 l/ha	42.56 €/l	63.8						
Sredstvo za varstvo rastlin - Prosaro		60.7 €/l	60.7						
Sredstvo za varstvo rastlin - Karate zeon	0.1 l/ha	64.05 €/l	6.4						
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
drugi materialni stroški			15.4						
<b>Strojne storitve</b>			<b>135</b>	<b>135</b>	<b>135</b>	<b>135</b>	<b>135</b>	<b>135</b>	<b>135</b>
Žetev žit		135 €/ha	135						
<b>Sušenje</b>			<b>110</b>	<b>109</b>	<b>102</b>	<b>99</b>	<b>112</b>	<b>96</b>	<b>110</b>
Sušenje (od 16% na 14%)		0.01789 €/kg	109.9						
<b>Zavarovanje in izgube</b>			<b>56</b>	<b>55</b>	<b>52</b>	<b>50</b>	<b>57</b>	<b>49</b>	<b>56</b>
Izgube pridelka	0.072 %		56.2						
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>	<b>132</b>
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>							
predsetvena priprava	1.3	0	21.8						
trošenje mineralnih gnojil	0.9	0.3	8.8						
apnenje	0.9	0.3	8.8						
setev	1.7	0.3	19.3						
škropljenje s herbicidi	1.1	0.5	11.1						
škropljenje s fungicidi in hercic.	1.1	0.5	11.1						
dognojevanje	0.9	0.5	8.8						
prevoz zrnja	1.8	0	16						
raztros slame	1.3	0	13						
valjanje po setvi	1.1	0	10.8						
<b>Stroški kapitala</b>			<b>26</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>26</b>
Strošek financiranja	1 €	0.05 %	25.6						
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>987</b>	<b>961</b>	<b>926</b>	<b>896</b>	<b>983</b>	<b>877</b>	<b>987</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>-207</b>	<b>-189</b>	<b>-201</b>	<b>-196</b>	<b>-188</b>	<b>-199</b>	<b>-207</b>

<b>Praščereja-soja</b>			Pridelek SWAT (%)	100.0%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>		<b>Cena</b>	<b>4500</b>
Gnojilni obrok		kg N/ha		45
<b>Prodaja pridelka</b>			<b>0.28 €/kg</b>	<b>1260</b>
Vrednost pridelka			0.28 €/kg	1260
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>				<b>1260</b>
<b>Seme in sadike</b>				<b>187</b>
Seme	110 kg		1.7 €/kg	187
<b>Rastlinska hranila</b>				<b>241</b>
Rastlinska hranila - dušik	0.01 kg/kg		0.81 €/kg	36.5
Rastlinska hranila - fosfor	0.015 kg/kg		1.08 €/kg	72.9
Rastlinska hranila - kalij	0.04 kg/kg		0.73 €/kg	131.4
Rastlinska hranila - kalcij	0.03 kg/kg		0.16 €/kg	0
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>				<b>142</b>
Sredstvo za varstvo rastlin - Stomp aqua	2.6 l/ha		18.75 €/l	48.8
Sredstvo za varstvo rastlin - Dual gold	1.15 l/ha		33.42 €/l	38.4
Sredstvo za varstvo rastlin - Basagran	1.75 l/ha		24.55 €/l	43
Sredstvo za varstvo rastlin - Harmony	0.0075 kg/ha		897.74 €/kg	6.7
Sredstvo za varstvo rastlin-Dash	1 l/ha		5.05 €/l	5.1
<b>Drugi materialni stroški</b>				<b>17</b>
drugi materialni stroški				17.1
<b>Strojne storitve</b>				<b>140</b>
Žetev soje			140 €/ha	140
<b>Sušenje</b>				<b>90</b>
Sušenje soje (od 15% na 13%)			0.02 €/kg	90
<b>Zavarovanje in izgube</b>				<b>91</b>
Izgube pridelka	0.072 %			90.7
<b>Domače strojne storitve</b>				<b>175</b>
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>		<b>Ročno delo (ur/ha)</b>	
oranje	2.8		0.3	58.6
predsetvena priprava	1.5		0.3	30.2
trošenje mineralnih gnojil	1.1		0.3	14.6
setev	1.4		0.3	22.2
škropljenje s herbicidi	2		1	29.5
prevoz zrnja	0.2		0.1	3
valjanje po setvi	1.3		0	17.4
<b>Stroški kapitala</b>				<b>28</b>
Strošek financiranja	1 €		0.05 %	28.5
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>				<b>1111</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>				<b>149</b>

Priloga G3: Stroškovni listi za izračun pokritij za poljedelski kolobar (25 % koruza za zrnje, 25 % ozimna pšenica, 25 % oljna ogrščica, 25 % mnogocvetna ljuljka)

			base	90%	80%	70%	VVO1	VVO23	
			Pridelek SWAT (%)	100.0%	93.2%	87.4%	78.2%	92.3%	100.0%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	79.2%	100.0%
<b>Poljedelstvo-koruza</b>									
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>10000</b>	<b>9323</b>	<b>8741</b>	<b>7820</b>	<b>9226</b>	<b>10000</b>	
Gnojilni obrok		kg N/ha	150	135	120	105	119	150	
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.13 €/kg</b>	1300	1212	1136	1017	1199	1300	
Vrednost pridelka		0.13 €/kg	1300	1212	1136	1017	1199	1300	
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>1300</b>	<b>1212</b>	<b>1136</b>	<b>1017</b>	<b>1199</b>	<b>1300</b>	
<b>Seme in sadike</b>			<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	
Seme		161 kos	161						
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>282</b>	<b>254</b>	<b>226</b>	<b>197</b>	<b>223</b>	<b>282</b>	
Rastlinska hranila dušik	0.015 kg/kg	0.81 €/kg	121.5						
Rastlinska hranila fosfor	0.007 kg/kg	1.08 €/kg	75.6						
Rastlinska hranila kalij	0.005 kg/kg	0.73 €/kg	36.5						
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	48						
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>			<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	
Sredstvo za varstvo rastlin - Lumax	3.5 l/ha	21.35 €/l	74.7						
Sredstvo za varstvo rastlin - Peak 75 WG	0.025 kg/ha	900.41 €/kg	22.5						
Sredstvo za varstvo rastlin - Break thru S 240	0.2 kg/ha	22.95 €/kg	4.6						
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	
Drugi materialni stroški			16.3						
<b>Strojne storitve</b>			<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	
Žetev koruze za zrnje		130 €/ha	130						
<b>Sušenje</b>			<b>369</b>	<b>344</b>	<b>323</b>	<b>289</b>	<b>340</b>	<b>369</b>	
Sušenje (od 27% na 14%)		0.031 €/kg	369.5						
<b>Zavarovanje in izgube</b>			<b>63</b>	<b>59</b>	<b>55</b>	<b>49</b>	<b>58</b>	<b>63</b>	
Izgube pridelka	0.0487 %		63.3						
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	
<b>Opravilo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>							
Oranje	6.2	0	52.9						
Predsetvena priprava	2.5	0	13.9						
Setev	2.3	1	23.9						
Škropljenje s herbicidi	2.3	1	13.3						
Trošenje mineralnih gnojil	2.1	1.5	12.4						
Apenje	3.7	0	21.8						
Dognojevanje	2.1	1.5	12.4						
Okopavanje	2.7	0	17						
Prevoz zrnja	4.8	0	28.2						
Drobljenje koruznice	2.4	0	15.3						
Pomoč pri žetvi	0	2	0						
<b>Stroški kapitala</b>			<b>18</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	
Strošek financiranja	0.666667 €	0.05 %	18.1						
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>1352</b>	<b>1292</b>	<b>1237</b>	<b>1166</b>	<b>1257</b>	<b>1352</b>	
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>-53</b>	<b>-80</b>	<b>-101</b>	<b>-149</b>	<b>-58</b>	<b>-52</b>	



Poljedelstvo-pšenica			base	90%	80%	70%	VVO1	VVO23
		Pridelek SWAT (%)	100.0%	93.2%	87.4%	78.2%	92.3%	100.0%
		Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	79.2%	100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>6000</b>	<b>5594</b>	<b>5245</b>	<b>4692</b>	<b>5535</b>	<b>6000</b>
Gnojilni obrok	kg N/ha		158	143	127	111	125	158
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.15 €/kg</b>	<b>900</b>					
Vrednost pridelka		0.15 €/kg	900	839	787	704	830	900
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>900</b>	<b>839</b>	<b>787</b>	<b>704</b>	<b>830</b>	<b>900</b>
<b>Seme in sadike</b>			<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>
Seme	230 kg	0.56 €/kg	128.8					
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>267</b>	<b>240</b>	<b>214</b>	<b>187</b>	<b>211</b>	<b>267</b>
Rastlinska hranila - dušik	0.0264 kg/kg	0.81 €/kg	128.3					
Rastlinska hranila - fosfor	0.0088 kg/kg	1.08 €/kg	57					
Rastlinska hranila - kalij	0.0078 kg/kg	0.73 €/kg	34.2					
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	48					
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>			<b>133</b>	<b>133</b>	<b>133</b>	<b>133</b>	<b>133</b>	<b>133</b>
Sredstvo za varstvo rastlin - husar	0.1 l/ha	538.04 €/l	53.8					
Sredstvo za varstvo rastlin - Artea plus	0.5 l/ha	58.43 €/l	29.2					
Sredstvo za varstvo rastlin - Amistar extra		55.52 €/l	44.4					
Sredstvo za varstvo rastlin - Karate zeon	0.1 l/ha	50.75 €/l	5.1					
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
Drugi materialni stroški			15.9					
<b>Strojne storitve</b>			<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>
Žetev žit - storitev		125 €/ha	125					
<b>Sušenje</b>			<b>110</b>	<b>103</b>	<b>96</b>	<b>86</b>	<b>101</b>	<b>110</b>
Sušenje (od 16% na 14%)		0.01789 €/kg	109.9					
<b>Zavarovanje in izgube</b>			<b>65</b>	<b>61</b>	<b>57</b>	<b>51</b>	<b>60</b>	<b>65</b>
Izgube pridelka	0.072 %		64.8					
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>
<b>Opravilo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>						
oranje	6.2	0	52.9					
predsetvena priprava	2.5	0	14.4					
trošenje mineralnih gnojil	2.1	0.5	12.4					
apnenje	2.1	0.5	12.4					
setev	2.6	0.5	16.2					
škropljenje s herbicidi	2.3	0.5	13.3					
škropljenje s fungicidi	2.3	0.5	13.3					
dognojevanje	2.1	0.5	12.4					
prevoz zrnja	5.6	0	32.9					
raztros slame	2.9	0	16.6					
pomoč pri žetvi	0	2	0					
<b>Stroški kapitala</b>			<b>24</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>24</b>
Strošek finaciranja	0.916667 €	0.05 %	24.2					
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>1065</b>	<b>1025</b>	<b>986</b>	<b>939</b>	<b>994</b>	<b>1066</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>-165</b>	<b>-186</b>	<b>-199</b>	<b>-235</b>	<b>-164</b>	<b>-166</b>

Poljedelstvo-ol. Ogrščica			base	90%	80%	70%	VVO1	VVO23
		Pridelek SWAT (%)	100.0%	93.2%	87.4%	78.2%	92.3%	100.0%
		Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	79.2%	100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>10000</b>	<b>9323</b>	<b>8741</b>	<b>7820</b>	<b>9226</b>	<b>10000</b>
Gnojilni obrok	kg N/ha		150	135	120	105	119	150
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.13 €/kg</b>	<b>1300</b>	<b>1212</b>	<b>1136</b>	<b>1017</b>	<b>1199</b>	<b>1300</b>
Vrednost pridelka		0.13 €/kg	1300					
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>1300</b>	<b>1212</b>	<b>1136</b>	<b>1017</b>	<b>1199</b>	<b>1300</b>
<b>Seme in sadike</b>			<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>	<b>161</b>
Seme		161 kos	161					
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>282</b>	<b>254</b>	<b>226</b>	<b>197</b>	<b>223</b>	<b>282</b>
Rastlinska hranila dušik	0.015 kg/kg	0.81 €/kg	121.5					
Rastlinska hranila fosfor	0.007 kg/kg	1.08 €/kg	75.6					
Rastlinska hranila kalij	0.005 kg/kg	0.73 €/kg	36.5					
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	48					
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>			<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
Sredstvo za varstvo rastlin - Lumax	3.5 l/ha	21.35 €/l	74.7					
Sredstvo za varstvo rastlin - Peak 75 WG	0.025 kg/ha	900.41 €/kg	22.5					
Sredstvo za varstvo rastlin - Break thru S 240	0.2 kg/ha	22.95 €/kg	4.6					
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
Drugi materialni stroški			16.3					
<b>Strojne storitve</b>			<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>
Žetev koruze za zrno		130 €/ha	130					
<b>Sušenje</b>			<b>369</b>	<b>344</b>	<b>323</b>	<b>289</b>	<b>340</b>	<b>369</b>
Sušenje (od 27% na 14%)		0.031 €/kg	369.5					
<b>Zavarovanje in izgube</b>			<b>63</b>	<b>59</b>	<b>55</b>	<b>49</b>	<b>58</b>	<b>63</b>
Izgube pridelka	0.0487 %		63.3					
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>211</b>
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>						
Oranje	6.2	0	52.9					
Predsetvena priprava	2.5	0	13.9					
Setev	2.3	1	23.9					
Škropljenje s herbicidi	2.3	1	13.3					
Trošenje mineralnih gnojil	2.1	1.5	12.4					
Apnenje	3.7	0	21.8					
Dognojevanje	2.1	1.5	12.4					
Okopavanje	2.7	0	17					
Prevoz zrnja	4.8	0	28.2					
Drobljenje koruznice	2.4	0	15.3					
Pomoč pri žetvi	0	2	0					
<b>Stroški kapitala</b>			<b>18</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
Strošek financiranja	0.666667 €	0.05 %	18.1					
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>1353</b>	<b>1292</b>	<b>1237</b>	<b>1166</b>	<b>1257</b>	<b>1352</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>-53</b>	<b>-80</b>	<b>-101</b>	<b>-149</b>	<b>-58</b>	<b>-52</b>

			base	90%	80%	70%	VVO1	VVO23	
<b>Poljedelstvo-ljuljka</b>			Pridelek SWAT (%)	100.0%	93.2%	87.4%	78.2%	92.3%	100.0%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	79.2%	100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>20000</b>	<b>18646</b>	<b>17482</b>	<b>15640</b>	<b>18452</b>	<b>20000</b>	
Gnojilni obrok	kg N/ha		30	27	24	21	24	30	
<b>Prodaja pridelka</b>			<b>0.0153€/kg</b>						
Vrednost pridelka		0.0000 €/kg	306	285	267	239	282	306	
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>306</b>	<b>285</b>	<b>267</b>	<b>239</b>	<b>282</b>	<b>306</b>	
<b>Seme in sadike</b>			<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	
Seme	45 kg	2.67 €/kg	120.2						
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>74</b>	<b>66</b>	<b>59</b>	<b>51</b>	<b>58</b>	<b>74</b>	
Rastlinska hranila - dušik	0.004375 kg/kg	0.81 €/kg	24						
Rastlinska hranila - fosfor	0.00171875 kg/kg	1.08 €/kg	13						
Rastlinska hranila - kalij	0.00541667 kg/kg	0.73 €/kg	27						
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	9						
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>12</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	
Drugi materialni stroški			12						
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	
<b>Opravilo</b>									
Oranje	Strojne ure (ur/ha)	Ročno delo (ur/ha)							
Brananje s krožno brano	6.2	0	0						
Trošenje minaralnih gnojil	3.1	0	18.6						
Apnenje	2.5	1	0						
Brananje s klinasto brano	2.9	0	0						
Predsetvena priprava	2.5	0	14.4						
Setev	2.4	1	15.1						
Valjanje	2.3	0	0						
Košnja	3.1	0	20.2						
Prevoz z nakladalno prikolico	3.4	0	23.1						
<b>Stroški kapitala</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
Strošek financiranja	0.25 €	0.05 %							
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>301</b>	<b>293</b>	<b>287</b>	<b>279</b>	<b>292</b>	<b>301</b>	
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>5</b>	<b>-7</b>	<b>-19</b>	<b>-39</b>	<b>-10</b>	<b>5</b>	

Priloga G4: Stroškovni listi za izračun pokritij za govedorejski kolobar (38 % kuruza za silažo ali soja, 13 % ozimna pšenica, 13 % mnogocvetna ljujka, 25 % črna detelja, 13 % ozimni ječmen)

			base	90%	80%	70%	mineral	VVO1	VVO23	
<b>Govedoreja-kuruza</b>			Pridelek SWAT (%)	100.0%	98.2%	96.9%	93.6%	100.4%	93.8%	95.4%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	99.3%	63.7%	70.4%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>55000</b>	<b>54035</b>	<b>53277</b>	<b>51461</b>	<b>55222</b>	<b>51612</b>	<b>52465</b>	
Gnojilni obrok	kg N/ha		251	226	201	176	249	160	177	
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.027 €/kg</b>								
Vrednost pridelka		0.027 €/kg	1485	1459	1438	1389	1491	1394	1417	
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>1485</b>	<b>1459</b>	<b>1438</b>	<b>1389</b>	<b>1491</b>	<b>1394</b>	<b>1417</b>	
<b>Seme in sadike</b>			<b>189</b>	<b>189</b>	<b>189</b>	<b>189</b>	<b>189</b>	<b>189</b>	<b>189</b>	
Seme		189 kos	189							
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>591</b>	<b>532</b>	<b>473</b>	<b>414</b>	<b>587</b>	<b>377</b>	<b>416</b>	
Rastlinska hranila - dušik	0.00456 kg/kg	0.81 €/kg	203.1							
Rastlinska hranila - fosfor	0.00176 kg/kg	1.08 €/kg	104.5							
Rastlinska hranila - kalij	0.00585 kg/kg	0.73 €/kg	234.9							
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	48							
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>			<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	<b>102</b>	
Sredstvo za varstvo rastlin - Lumax	3.5 l/ha	21.35 €/l	74.7							
Sredstvo za varstvo rastlin - Peak 75 WG	0.025 kg/ha	900.41 €/kg	22.5							
Sredstvo za varstvo rastlin - Break thru S 240 (močilo)	0.2 kg/ha	22.95 €/kg	4.6							
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>61</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	
Folija	0.00036 kg/kg	1.7 €/kg	33.7							
Drugi materialni stroški			27.5							
<b>Zavarovanje in izgube</b>			<b>50</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	
Izgube pridelka	0.0508 %	0.018 €/kg	50.3							
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>256</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	<b>256</b>	
<b>Opravilo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>								
Oranje	6.2	0	52.9							
Predsetvena priprava	3.1	0	17.6							
Setev	2.3	1	23.9							
Škropljenje s herbicidi	2.3	1	13.3							
Trošenje mineralnih gnojil	2.1	1.5	12.4							
Apnenje	3.7	0	21.8							
Dognojevanje	2.1	1.5	12.4							
Okopavanje	2.7	0	17							
Siliranje	6.6	0	45.1							
Prevoz silaže	4.8	0	28.2							
Tlačenje silaže	1.4	7	11.3							
<b>Stroški kapitala</b>			<b>44</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>41</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	
Strošek financiranja	1 €	0.05 %	44.1							
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>1293</b>	<b>1231</b>	<b>1170</b>	<b>1106</b>	<b>1290</b>	<b>1069</b>	<b>1111</b>	
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>192</b>	<b>228</b>	<b>269</b>	<b>284</b>	<b>201</b>	<b>324</b>	<b>306</b>	

			base	90%	80%	70%	mineral	VVO1	VVO23	
<b>Govedoreja-pšenica</b>			Pridelek SWAT (%)	100.0%	98.2%	96.9%	93.6%	100.4%	93.8%	95.4%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	99.3%	63.7%	70.4%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>		<b>Cena</b>	<b>4500</b>	<b>4421</b>	<b>4359</b>	<b>4210</b>	<b>4518</b>	<b>4223</b>	<b>4293</b>
Gnojilni obrok		kg N/ha		119	107	95	83	118	76	84
<b>Prodaja pridelka</b>			<b>0.15 €/kg</b>	<b>675</b>						
Vrednost pridelka			0.15 €/kg	675	663	654	632	678	633	644
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>				<b>675</b>	<b>663</b>	<b>654</b>	<b>632</b>	<b>678</b>	<b>633</b>	<b>644</b>
<b>Seme in sadike</b>				<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>
Seme		230 kg	0.56 €/kg	128.8						
<b>Rastlinska hranila</b>				<b>213</b>	<b>192</b>	<b>170</b>	<b>149</b>	<b>212</b>	<b>136</b>	<b>150</b>
Rastlinska hranila - dušik		0.0264 kg/kg	0.81 €/kg	96.2						
Rastlinska hranila - fosfor		0.0088 kg/kg	1.08 €/kg	42.8						
Rastlinska hranila - kalij		0.0078 kg/kg	0.73 €/kg	25.6						
Rastlinska hranila - kalcij		300 kg/ha	0.16 €/kg	48						
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>				<b>88</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>88</b>	<b>88</b>
Sredstvo za varstvo rastlin - husar		0.1 l/ha	538.04 €/l	53.8						
Sredstvo za varstvo rastlin - Artea plus		0.5 l/ha	58.43 €/l	29.2						
Sredstvo za varstvo rastlin - Amistar extra			55.52 €/l	0						
Sredstvo za varstvo rastlin - Karate zeon		0.1 l/ha	50.75 €/l	5.1						
<b>Drugi materialni stroški</b>				<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Drugi materialni stroški				12.9						
<b>Strojne storitve</b>				<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>
Žetev žit - storitev			125 €/ha	125						
<b>Sušenje</b>				<b>82</b>	<b>81</b>	<b>79</b>	<b>77</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>78</b>
Sušenje (od 16% na 14%)			0.01789 €/kg	82.4						
<b>Zavarovanje in izgube</b>				<b>49</b>	<b>48</b>	<b>47</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>47</b>
Izgube pridelka		0.072 %		48.6						
<b>Domače strojne storitve</b>				<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>
<b>Opravilo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>		<b>Ročno delo (ur/ha)</b>							
oranje	6.2		0	52.9						
predsetvena priprava	2.5		0	14.4						
trošenje mineralnih gnojil	2.1		0.5	12.4						
apnenje	2.1		0.5	12.4						
setev	2.6		0.5	16.2						
škropljenje s herbicidi	2.3		0.5	13.3						
škropljenje s fungicidi	2.3		0.5	13.3						
dognojevanje	2.1		0.5	12.4						
prevoz zrnja	5.6		0	32.9						
raztros slame	2.9		0	16.6						
pomoč pri žetvi	0		2	0						
<b>Stroški kapitala</b>				<b>20</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
Strošek financiranja	0.916667 €		0.05 %	19.7						
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>				<b>915</b>	<b>892</b>	<b>868</b>	<b>842</b>	<b>915</b>	<b>829</b>	<b>845</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>				<b>-240</b>	<b>-229</b>	<b>-214</b>	<b>-210</b>	<b>-237</b>	<b>-195</b>	<b>-202</b>

			base	90%	80%	70%	mineral	VVO1	VVO23	
<b>Govedoreja-ljuljka</b>			Pridelek SWAT (%)	100.0%	98.2%	96.9%	93.6%	100.4%	93.8%	95.4%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	99.3%	63.7%	70.4%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>20000</b>	<b>19649</b>	<b>19373</b>	<b>18713</b>		<b>20081</b>	<b>18768</b>	<b>19078</b>
Gnojilni obrok	kg N/ha		0	0	0	0		0	0	0
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.0153€/kg</b>								
Vrednost pridelka		0.0000 €/kg	306	301	296	286		307	287	292
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>306</b>	<b>301</b>	<b>296</b>	<b>286</b>		<b>307</b>	<b>287</b>	<b>292</b>
<b>Seme in sadike</b>			<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>		<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>
Seme	45 kg	2.67 €/kg	120.2							
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Rastlinska hranila - dušik	0.004375 kg/kg	0.81 €/kg	0							
Rastlinska hranila - fosfor	0.00171875 kg/kg	1.08 €/kg	0							
Rastlinska hranila - kalij	0.00541667 kg/kg	0.73 €/kg	0							
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	0							
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		<b>18</b>	<b>19</b>	<b>11</b>
Drugi materialni stroški			12							
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>		<b>91</b>	<b>91</b>	<b>91</b>
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>								
Oranje	6.2	0	0							
Brananje s krožno brano	3.1	0	18.6							
Trošenje mineralnih gnojil	2.5	1	0							
Apnenje	2.9	0	0							
Brananje s klinasto brano	2.5	0	0							
Predsetvena priprava	2.5	0	14.4							
Setev	2.4	1	15.1							
Valjanje	2.3	0	0							
Košnja	3.1	0	20.2							
Prevoz z nakladalno prikolico	3.4	0	23.1							
<b>Stroški kapitala</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Strošek financiranja	0.25 €	0.05 %								
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>223.4</b>	<b>227</b>	<b>230</b>	<b>230</b>		<b>233</b>	<b>234</b>	<b>226</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>82</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>56</b>		<b>74</b>	<b>53</b>	<b>65</b>
			base							
<b>Govedoreja-detelja</b>			Pridelek SWAT (%)	100.0%						
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%						
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>20000</b>							
(kos)			1							
<b>Relativna gnojilna vrednost</b>		<b>0.81 €/kg</b>	<b>71</b>							
Prihodek dušika	0.0044 €/kg	0.81 €/kg	57.9							
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>58</b>							
<b>Seme in sadike</b>			<b>171</b>							
Seme	30 kg	5.69 €/kg	170.7							
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>0</b>							
Rastlinska hranila - fosfor	0.001375 kg/kg	1.08 €/kg	0							
Rastlinska hranila - kalij	0.00541667 kg/kg	0.73 €/kg	0							
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	0							
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>9</b>							
Drugi materialni stroški			9							
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>49</b>							
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>								
Oranje (slaba)	6.2	0	0							
Brananje s krožno brano (slaba)	3.1	0	18.6							
Trošenje mineralnih gnojil (slaba)	2.5	1	0							
Apnenje (slaba)	2.9	0	0							
Predsetvena priprava (slaba)	2.5	0	0							
Setev (slaba)	2.4	0	15.1							
Valjanje (slaba)	2.3	0	0							
Mulčenje (slaba)	2.4	0	15.3							
Odstranjevanje ščavja (slaba)	0	3	0							
<b>Stroški kapitala</b>			<b>12</b>							
Strošek financiranja		0.05 %								
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>232</b>							
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>-174</b>							

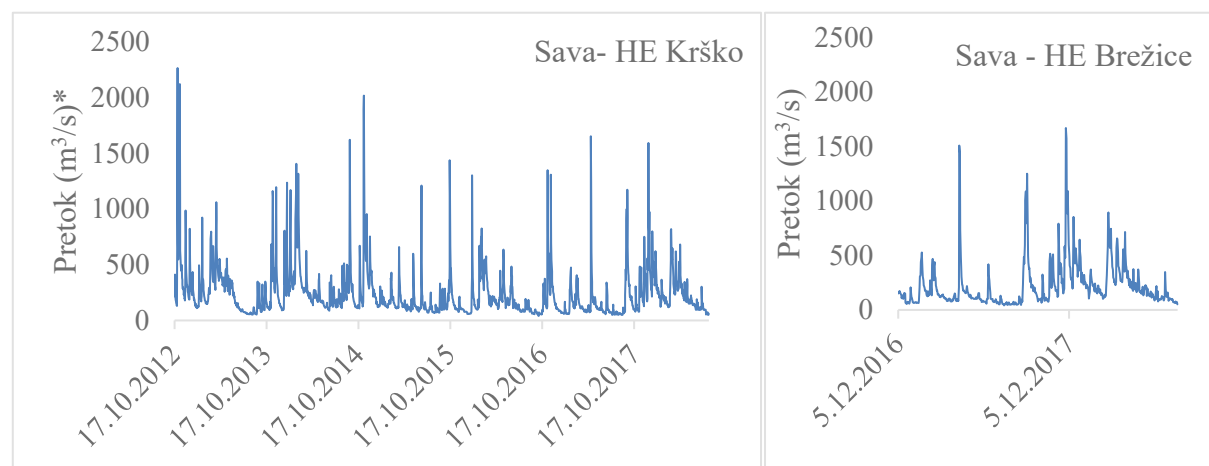
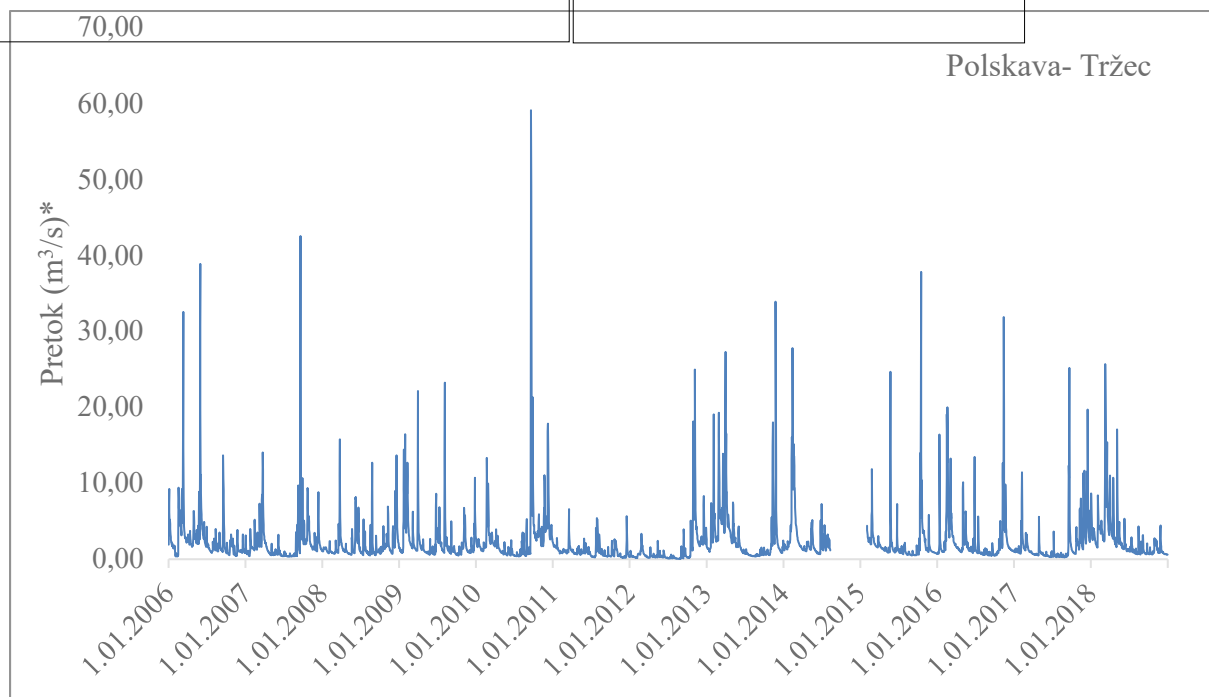
			base	90%	80%	70%	mineral	VVO1	VVO23	
<b>Govedoreja-ječmen</b>			Pridelek SWAT (%)	100.0%	98.2%	96.9%	93.6%	100.4%	93.8%	95.4%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%	90.0%	80.0%	70.0%	99.3%	63.7%	70.4%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Cena</b>	<b>5500</b>	<b>5404</b>	<b>5328</b>	<b>5146</b>	<b>5522</b>	<b>5161</b>	<b>5246</b>	
Gnojilni obrok	kg N/ha		112	101	90	79	111	72	79	
<b>Prodaja pridelka</b>		<b>0.13 €/kg</b>	<b>715</b>							
Vrednost pridelka		0.13 €/kg	715	702	693	669	718	671	682	
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>			<b>715</b>	<b>702</b>	<b>693</b>	<b>669</b>	<b>718</b>	<b>671</b>	<b>682</b>	
<b>Seme in sadike</b>			<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	
Seme	220 kg	0.407 €/kg	89.5							
<b>Rastlinska hranila</b>			<b>222</b>	<b>200</b>	<b>178</b>	<b>155</b>	<b>220</b>	<b>141</b>	<b>156</b>	
Rastlinska hranila - dušik	0.0204 kg/kg	0.81 €/kg	90.9							
Rastlinska hranila - fosfor	0.0088 kg/kg	1.08 €/kg	52.3							
Rastlinska hranila - kalij	0.0078 kg/kg	0.73 €/kg	31.3							
Rastlinska hranila - kalcij	300 kg/ha	0.16 €/kg	48							
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>			<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	
Sredstvo za varstvo rastlin - Hussar	0.1 l/ha	538.04 €/l	53.8							
Sredstvo za varstvo rastlin - Artea plus		60.3 €/l	24.1							
Sredstvo za varstvo rastlin - Amistar extra		55.52 €/l	44.4							
Sredstvo za varstvo rastlin - Karate zeon	0.1 l/ha	64.05 €/l	6.4							
<b>Drugi materialni stroški</b>			<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
drugi materialni stroški			13.2							
<b>Strojne storitve</b>			<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	<b>125</b>	
Žetev žit		125 €/ha	125							
<b>Sušenje</b>			<b>98</b>	<b>96</b>	<b>95</b>	<b>92</b>	<b>98</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	
Sušenje (od 16% na 14%)		0.01789 €/kg	98.4							
<b>Zavarovanje in izgube</b>			<b>51</b>	<b>50</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>51</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	
Izgube pridelka	0.072 %		51.5							
<b>Domače strojne storitve</b>			<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	
<b>Opravo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>	<b>Ročno delo (ur/ha)</b>								
oranje	6.2	0	52.9							
predsetvena priprava	2.5	0	14.4							
trošenje mineralnih gnojil	2.1	0.3	12.4							
apnenje	2.1	0.3	12.4							
setev	3	0.3	18.7							
škropljenje s herbicidi	2.3	0.5	13.3							
škropljenje s fungicidi in hercic.	2.3	0.5	13.3							
dognojevanje	2.1	0.5	12.4							
prevoz zrnja	5.6	0	32.9							
raztros slame	2.5	0	14.3							
<b>Stroški kapitala</b>			<b>22</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	
Strošek financiranja	1 €	0.05 %	22							
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>			<b>948</b>	<b>922</b>	<b>897</b>	<b>869</b>	<b>946</b>	<b>855</b>	<b>873</b>	
<b>POKRITJE PRI CENI</b>			<b>-233</b>	<b>-219</b>	<b>-204</b>	<b>-200</b>	<b>-228</b>	<b>-184</b>	<b>-191</b>	

<b>Govedoreja-soja</b>				<b>base</b>
			Pridelek SWAT (%)	100.0%
			Gnojenje SWAT (%)	100.0%
<b>Pridelek (kg/ha)</b>	<b>Koeficient</b>		<b>Cena</b>	<b>4500</b>
Gnojilni obrok		kg N/ha		45
<b>Prodaja pridelka</b>			<b>0.28 €/kg</b>	<b>1260</b>
Vrednost pridelka			0.28 €/kg	1260
<b>PRIHODEK PRI CENI</b>				<b>1260</b>
<b>Seme in sadike</b>				<b>187</b>
Seme	110 kg		1.7 €/kg	187
<b>Rastlinska hranila</b>				<b>241</b>
Rastlinska hranila - dušik	0.01 kg/kg		0.81 €/kg	36.5
Rastlinska hranila - fosfor	0.015 kg/kg		1.08 €/kg	72.9
Rastlinska hranila - kalij	0.04 kg/kg		0.73 €/kg	131.4
Rastlinska hranila - kalcij	0.03 kg/kg		0.16 €/kg	0
<b>Sredstvo za varstvo rastlin</b>				<b>142</b>
Sredstvo za varstvo rastlin - Stomp aqua	2.6 l/ha		18.75 €/l	48.8
Sredstvo za varstvo rastlin - Dual gold	1.15 l/ha		33.42 €/l	38.4
Sredstvo za varstvo rastlin - Basagran	1.75 l/ha		24.55 €/l	43
Sredstvo za varstvo rastlin - Harmony	0.0075 kg/ha		897.74 €/kg	6.7
Sredstvo za varstvo rastlin-Dash	1 l/ha		5.05 €/l	5.1
<b>Drugi materialni stroški</b>				<b>17</b>
drugi materialni stroški				17.1
<b>Strojne storitve</b>				<b>140</b>
Žetev soje			140 €/ha	140
<b>Sušenje</b>				<b>90</b>
Sušenje soje (od 15% na 13%)			0.02 €/kg	90
<b>Zavarovanje in izgube</b>				<b>91</b>
Izgube pridelka	0.072 %			90.7
<b>Domače strojne storitve</b>				<b>175</b>
<b>Opravilo</b>	<b>Strojne ure (ur/ha)</b>		<b>Ročno delo (ur/ha)</b>	
oranje	2.8		0.3	58.6
predsetvena priprava	1.5		0.3	30.2
trošenje mineralnih gnojil	1.1		0.3	14.6
setev	1.4		0.3	22.2
škropljenje s herbicidi	2		1	29.5
prevoz zrnja	0.2		0.1	3
valjanje po setvi	1.3		0	17.4
<b>Stroški kapitala</b>				<b>28</b>
Strošek financiranja	1 €		0.05 %	28.5
<b>SPREMENLJIVI STROŠKI</b>				<b>1111</b>
<b>POKRITJE PRI CENI</b>				<b>149</b>



## PRILOGA H

### Hidrogrami rek Save in Polskave



\*Podatki za merilna mesta Tržec na Polskavi in HE Krško ter HE Brežice na Savi (ARSO, 2019a)