

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Blaž PIPAN

**REGISTRACIJA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV V
LUČI VARSTVA NARAVNE DEDIŠČINE**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
MEDODDELČNI ŠTUDIJ VARSTVA NARAVNE DEDIŠČINE

Blaž PIPAN

**REGISTRACIJA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV V LUČI
VARSTVA NARAVNE DEDIŠČINE**

MAGISTRSKO DELO

**REGISTRATION OF PLANT PROTECTION PRODUCTS IN THE
SCOPE OF NATURAL HERITAGE PROTECTION**

M.Sc. THESIS

Ljubljana, 2007

Magistrska naloga je izdelana na podiplomskem programu Varstvo naravne dediščine. Opravljena je bila na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete

Temo magistrske naloge je sprejel senat Biotehniške fakultete na seji 26.2.2007 in imenoval za mentorja prof. dr. Mihaela J. Tomana

Senat Biotehniške fakultete je na seji 26.2.2007 imenoval komisijo za oceno in zagovor magistrske naloge v sestavi: prof. dr. Alenka Gaberščik; predsednik, prof. dr. Mihael J. Toman; član in prof. dr. Lea Milevoj; član

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Blaž Pipan

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Md
DK UDK 632.95:502+519.866(043.2)=163.6
KG varstvo naravne dediščine/ model PELMO/fitofarmacevtska sredstva / matematično modeliranje
KK
AV PIPAN, Blaž, univ. dipl. biolog
SA TOMAN, J. Mihael (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI 2007
IN REGISTRACIJA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV V LUČI VARSTVA NARAVNE DEDIŠČINE
TD Magistrsko delo
OP XIII, 94 str., 27 preg., 49 sl., 1 pril., 41 vir.
IJ sl
JI ang
AI V magistrski nalogi predstavijo uporabo matematičnih modelov, ki se uporabljajo za napovedovanje koncentracij aktivnih snovi fitofarmacevtskih sredstev (v nadaljevanju FFS) v tleh in pri spiranju v podtalnico. Največ se uporabljajo v procesu registracije FFS. V nalogi na primeru dveh FFS-jev Verita (aktivni snovi fosetil Al in fenamidon) in Poncho (aktivna snov klotianidin) pokažejo, da FOCUS scenariji za presojo koncentracij ne zadoščajo za slovenske razmere. Potrdijo hipotezo, da ni smislen tudi en sam standardni slovenski scenarij. Opozorijo na dejstvo, da standardni scenariji ne pripadajo eni populaciji, gledano statistično. Izberejo dva FFS-ja: Verito in Poncho. Pokažejo, da pri obeh FFS-jih lahko nastopijo koncentracije, ki presegajo dovoljene koncentracije aktivne snovi v izcedku večkratno. Od možnih modelov so izbrali PELMO, ker omogoča najbolj enostaven vnos lastnih vhodnih podatkov za klimo in tla. Izbrali so dve lokaciji: Tešanovci in Kogel in zanju pripravili vse potrebne vhodne podatke. Na voljo so imeli klimatske podatke za 10 zaporednih let, ki so jih po enakih postopkih kot avtorji standardnih FOCUS scenarijev razširili na 26 let. Podatki o tleh so bili pretežno kvalitativne narave in so jih morali pretvoriti v kvantitativne, ki jih zahtevajo vsi modeli. Za potrebe varstva naravne dediščine opozorijo na dejstvo, da model - PELMO omogoča zanesljivo presojo možnih koncentracij v tleh in izcedku in tako na neki izbrani lokaciji da odgovor ali izbrani FFS ogroža organizme v tleh in povzroča nedopustne koncentracije v izcedku.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md
DC UDK 632.95:502+519.866(043.2)=163.6
CX natural heritage protection/ matematsical modelling/ model PELMO/ plant protection products
CC
AU PIPAN, Blaž
AA TOMAN, J. Mihael (supervisor)
PP SI-1000, Ljubljana
PB Univesity of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
PY 2007
TI REGISTRATION OF PHYTO PHARMACEUTICAL SUBSTANCES IN THE SCOPE OF NATURAL HERITAGE PROTECTION
DT M.Sc. Thesis
NO XIII, 94 p., 27 tab., 49 fig., 1 ann., 41 ref.
LA sl
AL ang
AB In the master's degree the use of mathematical models intended for predicting the concentrations of active substances in plant protection products in soil and leachate into ground water is presented (hereinafter: PPP). They are mostly used in PPP registration procedures. By using two cases of PPPs, Verita (active substances foseil Al and fenamidon) and Poncho (active substance klotianidin), they show in the thesis that the FOCUS scenarios for appraising concentrations do not suffice taking into account the situation in Slovenia. The hypothesis that not even a single Slovene scenario is reasonable is confirmed. The fact that standard scenarios are not applied to one population is stressed. Two PPPs are selected: Verita and Poncho. It is demonstrated that with both there might be concentrations exceeding the allowed concentrations of the active substance in leachate. Among possible models PELMO was selected since it enables simple entry of input data on the climate and soil. Two locations were chosen: Tešanovci and Kogel and all the necessary input data were prepared. There were data on the climate available for ten successive years and by applying the same procedures as the authors of the standard FOCUS scenarios the data were expanded to a period of 26 years. The data on soil were mainly of qualitative character and therefore had to be transformed into quantitative ones required by all models. Model PELMO enables reliable assessment of potential concentrations in soil and leachate and on a selected location provides an answer to whether selected PPP's endanger the organisms in soil and cause intolerable concentrations in the leachate.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	NAMEN NALOGE	8
1.2	HIPOTEZE	8
2	PREGLED STANJA	9
2.1	MODELI IN MODELIRANJE	9
2.2	REGISTRACIJA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV	11
2.2.1	Klimatski podatki v scenarijih	15
2.2.2	Pedološki podatki v scenarijih	17
2.2.3	Podatki o gojeni rastlini v scenariju	19
2.2.4	Dogajanje po sprejemu standardnih scenarijev	20
2.2.5	Končne ugotovitve	21
3	MATERIALI IN METODE	22
3.1	KRATEK OPIS MODELA	22
3.2	IZBIRA LOKACIJ	24
3.3	IZBIRA FFS-JEV IN S TEM POVEZANA IZBIRA GOJENE RASTLINE	24
3.4	POTREBNI PODATKI ZA MODEL PELMO	26
3.4.1	Klimatski podatki	26
3.4.2	Pedološki podatki	30
3.4.3	Podatki o gojeni rastlini - "crop parameters"	36
3.4.4	Podatki o FFS	38
3.5	OBDELAVA IZHODNIH PODATKOV MODELA	39
4	REZULTATI	42
4.1	SPLOŠNO	42
4.1.1	Posebnosti pri uporabi modela PELMO	42
4.2	PREIZKUS PRAVILNOSTI UPORABE MODELA PELMO	44
4.2.1	Umetni pesticid (FFS) A	47

4.2.2 Določanje koncentracij v izcedku pri specifičnih uporabnikovih scenarijih	49
4.3 UPORABA MODELA ZA FFS VERITA.....	50
4.3.1 Izračun koncentracije aktivne snovi fosetil Al.....	50
4.3.2 Koncentracija aktivne snovi fosetil Al v tleh	50
4.3.3 Koncentracija aktivne snovi fosetil Al v izcedku.....	52
4.3.4 Izračun koncentracije aktivne snovi fenamidon.....	52
4.4 UPORABA MODELA ZA FFS PONCHO	53
4.4.1 Izračun koncentracije aktivne snovi klotianidin v tleh.....	54
4.4.2 Izračun koncentracije aktivne snovi klotianidin v izcedku.....	54
4.5 PODROBNEJŠI REZULTATI ZA KONCENTRACIJE AKTIVNE SNOVI V IZCEDKU.....	56
4.5.1 Podrobnejši rezultati za aktivno snov fosetil Al v tleh.....	56
4.5.2 Podrobnejši rezultati za napovedane koncentracije aktivne snovi fosetil Al v izcedku	58
4.5.3 Podrobnejši rezultati za aktivno snov klotianidin v tleh.....	66
4.5.4 Podrobnejši rezultati za koncentracije klotianidina v izcedku za Piacenzo	68
4.5.5 Podrobnejši rezultati za koncentracije aktivne snovi klotianidin v izcedku za Tešanovce	73
4.5.6 Koncentracije metabolitov	78
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	79
5.1 IZHODIŠČA	79
5.2 KLASIFIKACIJA AKTIVNIH SNOVI	79
5.3 DOLOČANJE SCENARIJEV	80
5.4 PRESOJA V POSAMEZNI DRŽAVI ČLANICI	80
5.5 RAZMERE PRI UPORABI IZBRANIH FFS-JEV	81
5.5.1 Razmere pri aktivni snovi fosetil Al.....	82
5.5.2 Razmere pri aktivni snovi klotianidin	82
5.6 DOGAJANJE OB DALJŠIH DEŽEVNIH OBDOBJIH.....	83
5.6.1 Aktivna snov fosetil Al.....	83
5.6.2 Aktivna snov klotianidin.....	84
5.7 POVZETEK SKLEPNIH UGOTOVITEV	85

6	POVZETEK	86
6.1	POVZETEK	86
6.2	SUMMARY	89
7	VIRI	92

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 - Vpliv kemikalij (pesticidov) na talne živalske vrste (prirejeno po Mršić 1997).....	7
Preglednica 2 - Različne vrste modelov	9
Preglednica 3 – Potrebni klimatski podatki za različne modele	15
Preglednica 4 - Povprečne letne temperature in padavine za izbrane standardne scenarije.....	16
Preglednica 5 - Prilagoditve talnih profilov za standardne scenarije.....	18
Preglednica 6 – Gojene rastline vključene v FOCUS scenarije na posameznih lokacijah.....	20
Preglednica 7 - Povzetek procesov v modelu PELMO.....	23
Preglednica 8 - Primer klimatskih podatkov za Mursko Soboto - merilna postaja Rakičan za mesec januar, leto 1996.	25
Preglednica 9 - Primer klimatskih podatkov za Jeruzalem - merilna postaja Jeruzalem za mesec januar, leto 1996.	26
Preglednica 10 - Tvorba zaporedja 26 let iz podatkov za 10 let.	30
Preglednica 11 – Talni profili, ki so prisotni na območju Murska Sobota in Jeruzalem	32
Preglednica 12 - Primer talnega tipa, pH vrednosti	33
Preglednica 13 – Primer talnega tipa, tekstura / zrnastost (vsebnost peska, melja in gline)	33
Preglednica 14 – Vrednosti za delež organske mase [%] in organskega ogljika [%] za izbrano lokacijo	35
Preglednica 15 - Podatki o gojeni rastlini	37
Preglednica 16 - Koncentracije umetnih pesticidov (FFS-jev) v izcedku v globini 1 m za standardne scenarije v [µg/l].....	45
Preglednica 17 - Koncentracije umetnih pesticidov (FFS-jev) v izcedku na dnu tal za standardne scenarije in lokaciji Tešanovci in Kogel v [µg/l].....	45
Preglednica 18 - 80 percentilne vrednosti koncentracij aktivne snovi v izcedku za zaporedja po 10 let v scenariju Piacenza v [µg/l]	47
Preglednica 19 - 80 percentilne vrednosti koncentracij aktivne snovi v izcedku za 10 let na lokacijah Kogel in Tešanovci v [µg/l].....	48
Preglednica 20 - Koncentracije aktivne snovi (vsebovane v FFS A) ob variiranju klimatskih podatkov Kogla na talnem profilu Piacenze v [µg/l]	48
Preglednica 21 - Koncentracije aktivne snovi (vsebovane v FFS A) s talnimi podatki Kogla, talnimi podatki Tešanovcev in modificiranimi talnimi podatki Tešanovcev in klimatskem profilu Piacenze v [µg/l]	49
Preglednica 22 - Koncentracije aktivne snovi (vsebovane v FFS A) s klimatskimi podatki Kogla in podatki o tleh Tešanovcev (umetna lokacija Kogel-Tešanovci) v [µg/l]	49
Preglednica 23 - Napovedane koncentracije v tleh za fosetil Al v µgdm ⁻³	51
Preglednica 24 - Napovedane vrednosti 80 percentilnih koncentracij v izcedku za fosetil Al v µgl ⁻¹	52

Preglednica 25 - Koncentracije aktivne snovi fenamidon v tleh v μgdm^{-3}	52
Preglednica 26 - Koncentracije aktivne snovi klotianidin v tleh v μgdm^{-3}	54
Preglednica 27 - Napovedane vrednosti 80 percentilnih koncentracij v izcedku za klotianidin v μgl^{-1}	55

KAZALO SLIK

Slika 1 - Delitev varstva narave (prirejeno po Skoberne in Peterlin 1988: 19).....	1
Slika 2 - Diagram poteka o odločanju za uvrstitev aktivne snovi v Annex 1	12
Slika 3 - Kraji, po katerih so bili poimenovani scenariji	14
Slika 4 - Območje uporabe modela PELMO	19
Slika 5 - Posnetek okna uporabniškega vmesnika PELMO za klimatske podatke	27
Slika 6 - Posnetek začetka klimatske datoteke JERUZALEM_01.CLI	28
Slika 7 - Posnetek začetka klimatske datoteke TESANOVCI_10.CLI	29
Slika 8 - Območje MS z radijem 10 km znotraj katerega ležijo talni profili.....	31
Slika 9 - Posnetek uporabniškega okna PELMO za urejanje .sze datotek	34
Slika 10 - Posnetek uporabniškega okna PELMO za vnos vrednosti za tla	34
Slika 11 - Posnetek uporabniškega okna PELMO za podatke o kulturni rastlini.....	36
Slika 12 - Posnetek uporabniškega vmesnika PELMO za podatke o aktivni snovi....	38
Slika 13 - Posnetek uporabniškega vmesnika PELMO za podatke o metabolitu.....	39
Slika 14 - Posnetek dela sze datoteke, ki določa izpis izbranih izhodnih spremenljivk modela.	40
Slika 15 - Posnetek Izseka iz datoteke plot.plm.	40
Slika 16 - Primer diagrama poteka koncentracij aktivne snovi kot ga ponudi sam program PELMO	43
Slika 17 - Diagram poteka koncentracij aktivne snovi, pridobljen na osnovi izračuna iz podatkov v izhodni datoteki PLOT.PLM in izrisan s programom MATLAB	43
Slika 18 - Relativne koncentracije umetnih pesticidov (FFS-jev) v izcedku na dnu tal za vse standardne scenarije in izbrani lokaciji.....	46
Slika 19 - Koncentracije fasetil Al v tleh v globini 15–20 cm	51
Slika 20 - Koncentracije fenamidona v tleh v globini 15–20 cm.....	53
Slika 21 - Koncentracije klotianidina v tleh v globini 15–20 cm.....	55
Slika 22 - Potek koncentracij fasetil Al v tleh na globini 15–20 cm za lokaciji Kogel in Tešanovci in za umetno lokacijo Kogel-Tešanovci v obdobju 26 let.....	57
Slika 23 - Potek koncentracij fasetil Al v tleh na globini 15–20 cm za izbrane scenarije Hamburg, Kremsmünster in Piacenza za obdobje 26 let	57
Slika 24 - Potek koncentracij fasetil Al v tleh na globini 15–20 cm v obdobju aplikacije marec – julij v kritičnem letu za lokaciji Kogel in Tešanovci in za umetno lokacijo Kogel-Tešanovci	58
Slika 25 - Dnevne koncentracije fasetil Al v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v obdobju 26 let.....	59
Slika 26 - Dnevne koncentracije fasetil Al v izcedku v globini 1 m za scenarij Piacenza v obdobju 26 let.....	60
Slika 27 - Dnevne koncentracija fasetil Al v izcedku na dnu tal v 24.letu za scenarij Piacenza	60
Slika 28 - Dnevne koncentracije fasetil Al v oktobru 24.leta na dnu tal za scenarij Piacenza	61
Slika 29 - Dnevne koncentracije fasetil Al v izcedku na dnu tal za lokacijo Kogel v obdobju 26 let.....	62

Slika 30 - Dnevne koncentracija fosetil Al v izcedku v globini 1 m za lokacijo Kogel v obdobju 26 let.....	62
Slika 31 - Dnevne koncentracija fosetil Al v izcedku na dnu tal v 20.letu za lokacijo Kogel.....	63
Slika 32 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku na dnu tal v mesecu decembru 20.leta za lokacijo Kogel.....	64
Slika 33 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine v 20.letu za lokacijo Kogel (zgoraj)	65
Slika 34 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku v globini 1 m za lokacijo Kogel v 20.letu	65
Slika 35 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku v globini 1 m (v sredini), padavine (zgoraj) in dnevi aplikacije (spodaj) – vse za obdobje april-julij 20.leta za lokacijo Kogel.....	66
Slika 36 - Dnevne koncentracije klotianidina v tleh na globini 15 cm – 20 cm za scenarije Hamburg, Okehampton in Piacenza v obdobju 26 let.....	67
Slika 37 - Dnevne koncentracije klotianidina v tleh na globini 15–20 cm za lokaciji Kogel in Tešanovci in umetno lokacijo Kogel-Tešanovci v obdobju 26 let.....	68
Slika 38 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku v globini 1 m za scenarij Piacenza v obdobju 26 let	69
Slika 39 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v obdobju 26 let.....	70
Slika 40 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v 24.letu.....	71
Slika 41 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v obdobju sredina novembra – sredina decembra 24.leta.....	72
Slika 42 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine (zgoraj) za scenarij Piacenza, oboje v obdobju sredina novembra – sredina decembra 24.leta	72
Slika 43 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku v globini 1 m za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let.....	73
Slika 44 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let.....	74
Slika 45 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za lokacijo Tešanovci od maja 16.leta do oktobra 17.leta.....	75
Slika 46 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine za lokacijo Tešanovci (zgoraj), oboje za obdobje od maja 16.leta do oktobra 17.leta	76
Slika 47 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine (zgoraj) za lokacijo Tešanovci, oboje v obdobju od maja 16.leta do oktobra 17.leta	76
Slika 48 - Koncentracije klotianidina po letih v izcedku na dnu tal za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let.....	77
Slika 49 - Mesečni koncentraciji metabolita TNZG v izcedku na globini 1 m (zgoraj) in na dnu tal (spodaj) za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let	78

KAZALO PRILOG

Priloga A: Urejanje klimatskih datotek v zahtevano obliko za model PELMO

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CAS	Chemibal Abstracts Service
CRU	Climatic Research Union
FFS	fitofarmacevtsko sredstvo
FOCUS	FOrum for the Co-ordination of pesticide fate models and their USe
MARS	Monitoring Agriculture by Remote Sensing
OM	Organic Mater
PEC	Predicted Environmental Concentration
PELMO	PEsticide Leaching MOdel
PRZM	Pesticide Rooting Zone Model

1 UVOD

Celotno področje varstva narave v grobem razdelimo na varstvo okolja in varstvo naravne dediščine (Slika 1).



Slika 1 - Delitev varstva narave (prirejeno po Skoberne in Peterlin 1988: 19)

Podajmo sedaj osnovne pojme še z besedami. Okolje, kot ga za potrebe zakonodaje definira Zakon o varstvu okolja (2004), je kompleks klimatskih, biotskih, socialnih in edafskih faktorjev, ki vplivajo na organizme in določajo njihove oblike in preživetje. Ko govorimo o **varstvu okolja**, imamo v mislih ukvarjanje s problemi človekovega onesnaževanja v najširšem smislu (varstvo voda, zraka, posebni odpadki, hrup ...).

O naravi govorimo kot o od človeka neodvisnem predmetnem svetu in o silah, ki v njem delujejo. Na kratko povedano narava je celota vseh pojavov, ki sestavljajo sfero zemeljskega površja. **Varstvo naravne dediščine** pa je po definiciji varovanje redkih, dragocenih in znamenitih pojavov oziroma sestavin žive in nežive narave, omejeno na tisti del narave, ki ga družba nekega kraja in časa spozna za vrednoto (dediščino).

Zveza med varstvom naravne dediščine in varstvom okolja je danes splošno priznано dejstvo. Kaže se v številnih ureditvah obeh področij pod eno institucijo. Taka primera sta n.pr. Irska v Evropi (IRELAND ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY) in Avstralija (DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT AND HERITAGE). Evropska

direktiva COUNCIL DIRECTIVE 91/414/EEC (1991) zahteva, da države članice vključijo v svojo zakonodajo strateško okoljsko oceno (Strategic Environmental Assessment) kot obvezno sestavino varstva naravne dediščine. Danes je v načrtovanju naravnih parkov široko uporabljeno načelo zoniranja, kot je predstavljeno v Parks for life (1994). Sloni na razdelitvi zaščitene območij v 6 upravljalnih kategorij. Tudi najnižja kategorija zahteva trajnostno rabo naravnih ekosistemov. Vendar tudi v najbolj zaščiteni kategoriji ne moremo popolnoma izločiti vplivov okolice (n.pr. kisel dež).

Na vode, tako na površinske kot na podtalnico, močno vpliva uporaba različnih kemijskih pripravkov. Po svojih učinkih na živa bitja izstopajo pesticidi. Pesticidi, ki jih bomo obravnavali v nalogi, in ki se uporabljajo v kmetijstvu, se imenujejo fitofarmacevtska sredstva (v nadaljevanju FFS). Pravila za njihovo registracijo določa Zakon o fitofarmacevtskih sredstvih (2007). Aktivne snovi v njih in njihovi razgradni produkti - metaboliti predstavljajo grožnjo tako za okolje, kot tudi za človeka in morajo zato taka sredstva skozi zamuden in zahteven postopek presoje tveganja, predno je možno izdelati oceno tveganja (risk assessment), ki je osnova za vse odločitve, povezane z registracijo pripravka, kot to določa COUNCIL DIRECTIVE 91/414/EEC (1991). Sposobni moramo biti oceniti dosežene koncentracije aktivnih snovi, ki jih vsebujejo FFS-ji, v okolju (zrak, tla, vode in podtalnica). Za oceno napovedi koncentracij so danes na voljo zgolj matematični modeli. Le ti nam lahko pomagajo napovedati, kakšne bodo dosežene koncentracije snovi v okolju po njeni emisiji (točkovni, razpršeni) v okolje. Matematični modeli opisujejo tako kemijske in fizikalne, kot tudi biološke procese.

Razgradnja FFS-jev ter njihovih metabolitov in njihovo spiranje v podtalnico je pogojeno s številnimi dejavniki. Med najbolj pomembnimi, od uporabe neodvisnimi, so padavine, temperatura, struktura in lastnosti tal. Od tega, kakšna kombinacija teh dejavnikov nastopa na nekem območju, so močno odvisne koncentracije aktivnih snovi in njihovih metabolitov v zraku, površinskih vodah, tleh in podtalnici. Pomembno vpliva tudi način uporabe in uporabljene količine pripravkov.

Za Slovenijo je značilno zelo hitro spreminjanje količine padavin. Zelo namočen je v Sloveniji SZ del z okoli 3000mm/leto padavin, Karavanke dobe nekako od 2000 do 2400 mm/leto padavin, Ljubljanska kotlina, Posavsko hribovje in Pohorje do 1600mm/leto padavin. Proti vzhodu nato količina padavin upada. Najmanj namočen je skrajni SV del Slovenije Goričko, kjer pade v povprečju 800 mm/leto padavin. Važna je intenzivnost in vrsta padavin in pa, kako so le te razporejene po mesecih in v vegetacijski dobi.

Na dosežene maksimalne koncentracije aktivnih snovi v tleh in izcedku pomembno vpliva tudi sestava tal. Tudi ta se na ozemlju Slovenije izredno hitro spreminja. Prav tako lahko trdimo, da se temperaturni profil – razpon temperatur preko dneva in skozi vse leto spremeni na majhni razdalji.

V nalogi se bomo omejili zgolj na drugega. Za napovedovanje koncentracij imamo danes na voljo različne matematične modele. V regulatorni praksi se uporabljajo modeli, ki so izpeljanke osnovnih modelov »usode« (fate models), ki sta jih vpeljala Paterson in Mackay (1989). Matematično modeliranje v biologiji in ekologiji je zelo razvejano in ponuja tudi nekatere nove pristope (Monte Carlo simulacije, ekspertni sistemi), ki pa zaradi zelo visokega deleža nedeterminizma vsaj zaenkrat niso sprejeti v regulatorni proces.

Na tem mestu se nam zdi smiselno poudariti, da povzroča tradicionalistično dojemanje dediščine kot nečesa, kar se nanaša na preteklost, velik nesporazum. Dediščina namreč ni le tisto, kar smo podedovali in je potrebno ohraniti, pač pa tudi nekaj, kar nastaja danes in kar bo treba zanamcem šele izročiti.

V Zakonu o ohranjanju naravne in kulturne dediščine (1990) v 2. členu lahko preberemo, da obsega naravna dediščina geološke tvorbe, nahajališča mineralov in fosilov, geomorfološke oblike, itd. V Zakon o ohranjanju narave (2004) je pojem naravne dediščine samo nadomestil pojem naravne vrednote (Glej 4. člen). Zakon o ohranjanju narave (2004) potem razdeli naravne vrednote (dediščino) na:

- ožja in širša zavarovana območja,
- minerale in fosile ter na
- ogrožene rastlinske in živalske vrste.

Čemu sploh posvečamo tak pomen ohranjanju vrst? Povzemimo bistvo tega problema (ohranjanja naravne pestrosti) še enkrat. Za začetek definirajmo pojem ekosistema? Po definiciji v literaturi je ekosistem naravna enota (jezero, pragozd), kjer obstaja ravnovesje med neživimi dejavniki (biotopom) in živimi dejavniki (biocenozo). Je pa ta definicija zelo ohlapna in na njeni podlagi ne moremo definirati oziroma natančneje določiti ekosistema. Problem definiranja ekosistema lahko na tem mestu ponazorimo z vprašanjem, koliko dreves je še potrebnih, da lahko govorimo o gozdu?

Ustreznejša definicija ekosistema bi tako bila tista, ki trdi, da je zanj značilen stalen pretok energije. Tak nemoten energijski pretok (energijo dobiva ekosistem od sonca) in kroženje snovi (vode, kisika, dušika, ogljikovega dioksida, fosforja, žvepla in drugih snovi) sta možna le zaradi biotskih procesov, ki so vezani na številne organizme.

Npr. kisik, ki je ena najpomembnejših sestavin zraka, je proizvod fotosinteze okrog 300.000 znanih vrst, ki vsebujejo klorofil. Ali po drugi strani tla, ki so prav tako naravna tvorba, ki so nastala in se razvijala pod vplivom tlotvornih dejavnikov, med drugim tudi organizmov.

Vidimo torej, da je vsaka vrsta za ekosistem nepogrešljiva. Še več. Pomembna je raznolikost v vrstni sestavi (biodiverziteti). Z drugimi besedami povedano: ohranjanje ekološkega ravnovesja (ohranjanje trdnosti ekosistema) ustvarja trdnost naravnega ekosistema. Vsaka vrsta je v ekosistemu del njegove strukture in funkcije. Zaradi tega, ker določena vrsta izumre, ekosistem trenutno še ne bo propadel, se pa to prej ali slej izkaže kot motnja v njegovem delovanju. Rečemo lahko, da človek s tem, ko izriva oziroma iztreblja vrste podira (ruši) trdnost ekosistemov, kot je zapisal Mršić (1997).

Poglejmo si problem vrst bolj podrobno. Ugotovljeno je bilo, da so nekatere vrste bolj ogrožene od drugih. Zato takrat, ko želimo ohranjati kar največje število vrst, takim vrstam posvečamo še posebno pozornost. Te ogrožene vrste so navedene v t.i. rdečem seznamu. To so:

- **ogrožene vrste:** vključujejo prizadete (E) in ranljive vrste. Prizadete vrste so tiste, katerih nadaljnji obstoj v naravi ni verjeten, če ne bomo odpravili dejavnikov, ki jih ogrožajo. Ranljive vrste pa so tiste, ki naj bi kmalu postale ogrožene.
- Razen ogroženih vrst ločimo še:
- **krovne vrste**, ki so vrste, ki potrebujejo za obstoj minimalne viabilne populacije obsežna, pogosto nedotaknjena območja;
- **ključne vrste:** tiste, na katerih slonijo temeljne funkcije ekosistema. Npr. trofični odnosi, zgradba združb in sukcesije.

Zavedati se pa je potrebno dejstva, da zgolj suhoparna zaščita vrst na papirju še zdaleč ne zadošča za resnično varstvo.

Ohranjena narava igra pomembno vlogo v uravnoteženem razvoju. Za to obstaja mnogo splošno veljavnih, praktičnih razlogov. V procesih, v katere so vključeni organizmi, se:

- ohranja tla in voda,
- uravnava in čisti odtok vode,
- ščiti ljudi pred naravnimi nesrečami,
- vzdržuje pomembno naravno vegetacijo,
- ohranja naravne genetske vire,
- gospodarsko pomembnim ogroženim vrstam nudi v času selitve ustrezen življenjski prostor in
- nudi dohodek in zaposlitev, zlasti od turizma.

V splošnem bi lahko dejali, da smo prav ljudje v največji meri odgovorni za ohranitev narave, zlasti rastlinskih in živalskih vrst. Ali kot trdi Anko (2003), je bilo varstvo naravne dediščine od svojih začetkov velika učna ura v samopremagovanju - odrekanju neki trenutni koristi z mislijo na prihodnje generacije, ali iz spoštovanja do samega sebe.

Varstvo naravne dediščine ni samo neka arhaična dejavnost s poudarkom na zaščiti nečesa že obstoječega. Poleg tega, da sicer drži, da pod pojmom varstvo dediščine razumemo varovanje nečesa že ustvarjenega, bomo naravno dediščino pravtako ohranjali v njeni naravni dinamiki razvoja.

Vsi objekti naravne dediščine morajo izpolnjevati določene kriterije, da lahko govorimo o naravni dediščini. Ti kriteriji so **izjemnost** glede na frekvenco pojavljanja, **tipičnost**, **kompleksnost**, ter **ekološki in kulturni vidik**. Da nek del narave oziroma neka živalska vrsta oziroma območje lahko postane objekt naravne dediščine, pa je potrebna skrb zanj, že od vsega začetka. Kajti le tako se bo lahko razvilo nekaj "izjemnega". In prav tu prihaja do izraza moč modelov. Saj z njimi lahko do neke mere napovedujemo dogodke v prihodnosti. S pomočjo modelov lahko na primer kmetu vnaprej priporočimo, koliko umetnega gnojila ali FFS-ja bo še lahko posul po polju, ne da bi uničil preveč neciljnih organizmov.

Povezava med spreminjanjem okolja in varstvom naravne dediščine je sedaj očitna. Še posebej prihaja do izraza, če želimo varovati majhen habitat (konkreten življenjski prostor, npr. panj, deblo, travnik), tudi bivališče. Varovanje bo popolnoma brezuspešno in nesmiselno, če tudi v širšem okolju ne zagotovimo nadzorovanega spreminjanja okolja. Spreminja ga človek s svojimi aktivnostmi. Govorimo o ekosistemu, življenjskemu okolju, ki vsebuje tako naravo kot tudi človeka. Če želimo zaščititi izjemno drevo, moramo poskrbeti za dejavnike na globalni ravni (kisel dež), dejavnike na lokalni ravni (plini v ozračju, kvaliteta površinskih voda, vnos kemikalij) in predvsem za to, da se ohrani biotska raznovrstnost, to je vrste, ki živijo na njem in pod njim v zemlji. Pri tem se žal vplivu človeka ne moremo ogniti. Na zemlji namreč ni več kotička, kjer ne bi bilo vpliva človeka. Ločnica med naravo in okoljem (človek) naj bi bila prisotnost kislega dežja. Ob upoštevanju argumenta, da človekovo prisotnost definiramo glede na prisotnost kislega dežja, le še težka govorimo o neokrnjeni naravi. Kisel dež namreč je prisoten že povsod, tudi na zemljinih polih.

Na tem mestu si prav tako lahko zastavimo vprašanje, ali so kulturne krajine (njive, sonaravno gojeni gozdovi), ki so pod močnim vplivom človeka (antropogeni vplivi) sploh ekosistemi. Po definiciji, ki pravi, da je za ekosistem značilen vnos sončne energije in kroženje snovi (v oboje posega človek), bi tu le s težavo govorili o ekosistemu. Po drugi strani pa je tudi človek del narave in zato v teh primerih govorimo o s stališča biodiverzitete degradiranih (osiromašenih) ekosistemi.

Vpliv človeka je viden v globalnem zmanjševanju biodiverzitete na takšnih območjih, res pa je tudi, da se v takšnih antropogeno ustvarjenih ekosistemi pojavijo nekatere vrste, ki jih v naravnih sistemih ni. V celoti pa število vrst upade, saj zaradi nekaj teh novih vrst, propade veliko (več) drugih. Najbolj nevarna glede zmanjševanja števila vrst je prav gotovo uporaba različnih kemikalij. Kemikalije delimo v tri večje skupine:

- industrijske kemikalije
- biocide

- fitofarmacevtska sredstva (v nadaljnjem besedilu FFS)

Biocide in FFS skupno imenujemo pesticidi. O FFS govorimo kot o pesticidih, ki se uporabljajo v kmetijstvu, medtem ko so biocidi vsi neketijski pesticidi.

Kot je bilo povedano že na začetku tega uvoda bomo v magistrskem delu podrobno obravnavali registracijo FFS, zato podajamo nekaj njihovih osnovnih značilnosti.

Uporabljajo se pri sodobni pridelavi živeža, za ciljno zatiranje neželenih škodljivih organizmov v kmetijstvu. Namenjeni so za:

- varstvo rastlin oziroma rastlinskih proizvodov pred škodljivimi organizmi oziroma preprečevanje delovanja škodljivih organizmov,
- vplivanje na življenske procese rastlin, drugače kot s hranili,
- ohranjanje rastlinskih proizvodov, če niso predmet drugih predpisov,
- zatiranje nezaželenih rastlin, delov rastlin, zadrževanje ali preprečevanje nezaželene rasti rastlin (Zakon o fitofarmacevtskih sredstvih, 2007).

Pripravek je sestavljen iz aktivne snovi (učinkovine) in dodatkov (npr. polnil).

Značilno za aktivno snov je, da:

- deluje na ciljni organizem,
- je glavna sestavina nekega pripravka,
- je v FFS prisotna v razmeroma majhni količini,
- je naravnega ali sintetičnega izvora.

Dodatne snovi izboljšujejo fizikalne lastnosti pripravka. Kot dodatne snovi se uporabljajo: nosilci, razredčila, topila, emulgatorji, barvila itd., ki omogočajo enakomerno razporeditev aktivne snovi po tretirani površini, boljšo omočljivost in oprijemljivost.

Redki so primeri, da se FFS uporablja zgolj kot aktivna snov brez dodatkov. Takšni primeri so npr. bakrov sulfat ali žveplo (Blažič in sod., 2003). FFS se uporabljajo se na podlagi prognoze pojava povzročiteljev bolezni ali škodljivcev, ugotavljanja pragov gospodarske škode ali kritičnih števil ali pa preventivno. Z njimi zatiramo pršice (akaricidi), žuželke (insekticidi), povzročitelje glivičnih bolezni (fungicidi), glodalce (rodenticidi), polže (limacidi), ogorčice (nematicidi), plevela (herbicidi) ali pa učinkujejo na povečanje odpornosti gojenih rastlin. Ker so FFS fiziološko aktivne spojine, ki delujejo na žive organizme v zelo majhnih odmerkih, mora biti njihova uporaba strokovna in vestna. Tudi v bližnji prihodnosti se FFS ne bo mogoče odreči ali jih v celoti nadomestiti z drugimi enakovrednimi varstvenimi ukrepi, zato jih je potrebno uporabljati strokovno in gospodarno, na način, da kar najmanj prizadenemo neželne organizme ali okolje (Jaklič in sod., 1995).

O vplivih FFS na različne vrste ciljne in neželne, je ogromno publikacij. Nekateri avtorji se pojavljajo vedno znova v referencah: n.pr. Mead-Briggs (1998). V tem delu je govora med drugim o vplivu FFS na parazitoidno osico (*Aphidius colemani*), ki ostajajo še vedno kot tipičen neželni organizem, kar kaže objava Takahashi (2004). Incerti F. In sod. (2003) podajajo ocene učinkov FFS na specifične organizme - čmrle (*Bombus terrestris*). Publikacij je danes že toliko, da obstajajo specializirane revije za to področje kot je n.pr. PESTICIDE BIOCHEMISTRY AND PHYSIOLOGY, ki jo izdaja

založba ELSEVIER. Med domačimi avtorji, ki so se ukvarjali s to problematiko pa velja omeniti Simončiča (2007) , ki posebej obravnava vpliv FFS na okolje. Čuš in sod. (2007) podajajo vpliv ostankov FFS v pridelavi grozdja. Vpliv FFS na talne živalske vrste podaja Mršič (1997) po katerem povzemamo preglednico 1.

Medtem, ko se nekaterim nevarnostim (neuporaba škodljivih kemikalij) lahko izognemo, se drugim ne moremo. Kot primer si oglejmo cesto, ki vodi mimo izjemnega drevesa, ki predstavlja naravno dediščino, kar določa Zakon o gozdovih (1993) v čl.44/4. Po tej cesti vozijo avtomobili, ki iz bencina sproščajo v okolje svinec. Kakšen promet je še dopusten, da ne ogrozi najprej samega drevesa in potem nobene druge vrste, ki prebiva na njem in pod njim?

Preglednica 1 - Vpliv kemikalij (pesticidov) na talne živalske vrste (prirejeno po Mršič 1997).

Talna (edafska) vrsta	Vpliv pesticida nanjo
gliste	-
deževniki	-
hrošči	-
pajki	-
oklepne pršice	0
strige	-

Legenda:

- zmanjšanje števila osebkov

0 brez vpliva

Proglasitev naravnega rezervata in skrb za njegovo ohranitev je povsem nekaj drugega kot n.pr. odločitev, koliko in kakšen turizem (število kopalcev) dopustiti na Bohinjskem jezeru. Težava je v tem, da razpolagamo le z zelo majhnim številom meritev, ki pojasnjujejo, kaj se dogaja v okolju ob emisijah škodljivih snovi.

Vendar pa imamo, kot je bilo že predhodno omenjeno na voljo orodja (modele), ki nam lahko pomagajo napovedati, kakšne bodo dosežene koncentracije snovi v okolju po njeni emisiji (točkovni, razpršeni) v okolje. To so matematični modeli, ki opisujejo kemijske, fizikalne in tudi biološke procese.

Uporaba modelov ima tako etične, kot tudi povsem praktične koristi. Z uporabo modelov, lahko namreč, ko so le ti enkrat validirani in tako uporabni na določeni lokaciji, bistveno zmanjšamo stroške, ki nastajajo ob vsakokratnih meritvah. Glede etičnih (moralnih) zadržkov pri iztrebljanju vrst, pa itak ne gre izgubljati besed.

Kot smo že na začetku tega uvoda zapisali igrajo matematični modeli pomembno vlogo v procesu ocene tveganja in posredno pri sami registraciji. Ni potrebna zgolj izbira ustreznega matematičnega modela. Potrebujemo tudi vhodne podatke za tak model. Realistično kombinacijo klimatskih in pedoloških podatkov, podatkov o načinu uporabe imenujemo scenarij. Posebna oblika scenarija je scenarij verjetnega

najslabšega slučaja (angleško: real worst case). Njegova uporaba zagotavlja, da bodo višje koncentracije od napovedanih nastopile le v manjšem delu (10 %) lokacij znotraj širšega homogenega območja. Za določitev takih scenarijev je bila za področje držav EU formirana (ustanovljena) skupina FOCUS (Forum for the Co-ordination of Pesticide Fate Models and their Use). Avtorji dokumenta (FOCUS groundwater scenarios) so predložili tudi zemljevid Evrope, na katerem je označeno, kako scenariji pokrivajo ozemlje EU.

Že takrat je bil izražen dvom glede korektnosti napovedi na celotnem območju držav takratne petnajsterice, kaj šele v ostalih srednje in vzhodno evropskih državah. Ker sodi Slovenija med te države, trdimo, da nam v procesu registracije uporaba že obstoječih scenarijev pri določitvi koncentracije v podtalnici ne da korektnih rezultatov.

1.1 NAMEN NALOGE

V nalogi bomo predstavili, ovrednotili in podali zgled uporabe matematičnih modelov, ki se uporabljajo za napovedovanje koncentracij kemikalij (natančneje fitofarmacevtskih sredstev) pri spiranju v podtalnico. Modeli se dandanes uporabljajo v procesu registracije kemikalij. Želimo predstaviti in utemeljiti smiselnost njihove uporabe tudi na področju varstva naravne dediščine.

1.2 HIPOTEZE

V nalogi bomo skušali potrditi naslednje hipoteze:

- 1) Scenariji, ki jih je predlagala skupina FOCUS ne pripadajo statistično eni populaciji.
- 2) Razmer v Sloveniji scenariji FOCUS ne pokrivajo dovolj kvalitetno.
- 3) Izdelava enega samega scenarija za Slovenijo ni smiselna.
- 4) Pri presoji vplivov na biotop je potrebno upoštevati tudi napovedane koncentracije aktivnih snovi v tleh.
- 5) Določanje povprečnih (80 percentilnih) koncentracij aktivnih snovi je zavajajoče. Poznati moramo tudi maksimalne koncentracije aktivnih snovi in njihovo trajanje.

2 PREGLED STANJA

2.1 MODELI IN MODELIRANJE

V naravi (okolju) ne moremo vedno izvajati poskusov. Razlogi za to so: škoda povzročena v okolju, visoki stroški, dolgotrajnost. To velja tudi za ugotavljanje koncentracij kemikalij v okolju. Pomagamo si lahko z modeliranjem.

Matematično modeliranje različnih procesov v ekosistemih zahteva številne podatke oziroma rezultate meritev in analiz, ki jih kot odvisne in neodvisne spremenljivke uporabimo v izbranem modelu. Raziskave vplivov in usode fitofarmacevtskih sredstev (FFS) so z vidika varstva okolja in narave danes že pomemben del številnih matematičnih modelov. Najpogostejše primanjkuje relevantnih podatkov o ciljnih organizmih in njihovem življenjskem okolju. Dober matematični model potrebuje dober scenarij in neoporečne podatke o rabi in ekotoksikoloških vplivih izbranega FFS.

Preglednica 2 - Različne vrste modelov

VRSTA MODELA	OPIS
Raziskovalni	Uporabljan kot raziskovalno orodje
Upravljalni	Uporabljan kot orodje za upravljanje
Determinističen	Predvidene vrednosti so točno izračunljive
Stohastičen	Predvidene vrednosti so odvisne od verjetnostne porazdelitve
Distribuiran (razdeljen)	Spremenljivke v modelu so podane s časovno odvisnimi diferencialnimi enačbami
Matričen	Uporaba matrik v matematičnih zapisih
Redukcionističen	Vsebuje čim več možnih detajlov
Holističen (celovit)	Uporabljajo se le glavni principi (vendar vsi)
Statičen	Spremenljivke uporabljene v modelu so časovno neodvisne
Dinamičen	Spremenljivke so časovno odvisne
Linearen	Uporaba linearnih odvisnosti
Nelinearen	Vsaj ena oz. več odvisnosti ni linearna
Vzročni	Uporaba posledičnih razmerij
Model črne skrinjice; black box	Vhodne motnje vplivajo direktno na odgovor na izhod. Ni zahteve po vzročnosti
Autonomen	Ni nujne odvisnosti od neodvisne spremenljivke (od časa)
Neautonomen	Nujna odvisnost od časa kot neodvisne spremenljivke

Poznamo orodja, ki nam lahko pomagajo napovedati, kakšne bodo dosežene koncentracije snovi v okolju po njeni emisiji (točkovni, razpršeni) v okolje. To so matematični modeli, ki opisujejo kemijske, fizikalne in tudi biološke procese. Uporabo modelov imenujemo modeliranje. Kvaliteten uvod v ekološko modeliranje podajata Gillman in Hails (1997). . Vir za poglobljene analize pa je še vedno Jørgensen (1994). Po njem povzemamo tudi klasifikacijo modelov.

Nekateri med njimi nam omogočajo napovedovanje koncentracij v okolju in s tem posredno pripomorejo pri varovanju biodiverzitete (števila vrst). O modeliranju širše v biologiji pa izvemo več v Haefner (2005) .

Uporaba modelov ima tako etične, kot tudi povsem praktične koristi. Z uporabo modelov, lahko namreč, ko so le ti enkrat validirani in tako uporabni na določeni lokaciji, bistveno zmanjšamo stroške, ki nastajajo ob vsakokratnih meritvah. Glede etičnih (moralnih) zadržkov pri iztrebljanju vrst, pa itak ne gre izgubljati besed.

V zadnjih tridesetih letih so bili razviti številni modeli, ki so v prvi vrsti namenjeni varovanju okolja, vendar se dandanes kaže njihova posredna korist tudi pri varstvu naravne dediščine.

Pred leti je pridobivanje informacij o porazdelitvi kemikalij v okolju in njihovi usodi temeljilo večinoma na spominskem obnavljanju od empiričnih opažanj preko obsežnih monitoringov z enormnim številom analitskih raziskav. Nekako v pozni drugi polovici prejšnjega stoletja, pa so razvili matematične modele, ki nam bistveno olajšajo zbiranje in obdelavo z okoljem povezanih informacij.

Vendar je sam **matematični model** samo skupek enačb, ki brez ustreznih vhodnih podatkov ne služijo ničemur. Gre za klimatske podatke, podatke o tleh in podatke o poljščini. Rezultati, ki jih tako dobimo na nekem določenem območju (krajevno specifični podatki) niso uporabni na ostalih lokacijah. Poiskati moramo takšne podatke, ki ustrezajo pretežnemu delu nekega, vsaj v grobem, homogenega območja. Tako določene podatke poimenujemo z izrazom **scenarij**.

Scenarij je uporaben samo za bolj ali manj homogeno območje. Jasno definicijo scenarija sta podala že Beltman in Adriansee (1999). Gre za edinstveno kombinacijo klimatskih (vremenskih) in pedoloških (talnih) lastnosti, ki so značilne za neko bolj ali manj homogeno območje. Standardni scenarij je tisti scenarij, ki se uporablja kot predpisan (z določenimi pogoji) v postopku ocene tveganja.

Koristi uporabe standardnega scenarija so povzete v poročilu FOCUS-GW skupine (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 9). To so:

- dvig konzistence (doslednosti, enakosti),
- povečanje hitrosti in enostavnosti uporabe,
- enostavnost pregledovanja in
- skupna osnova ocenjevanja.

Koristi, ki so navedene zgoraj, razlagamo na naslednji način:

Dvig konzistence: Osnovni namen določitve standardnih scenarijev je bil dvig doslednosti oziroma enakosti med industrijo na eni strani in regulatornimi organi na drugi strani pri ocenjevanju spiranja. Pri tem so standardni scenariji, navodila o od snovi odvisnih vhodnih parametrih, školjka (ogrodje) modela ter standarden način post procesiranja rezultatov modela v veliko pomoč.

Povečanje hitrosti in enostavnosti: Simulacijski modeli so dandanes zelo kompleksni in jih je zelo težko pravilno uporabljati. Uporaba standardnega scenarija pa uporabniku bistveno olajša delo s takim modelom, saj je potrebno specificirati bistveno manj vhodnih parametrov, pa še navodila olajšajo določitev le teh. Prav tako nam je v veliko pomoč tudi ogrodje (školjka) modela, ki nam poenostavi delo.

Enostavnost pregledovanja: Uporaba standardnega scenarija pomeni, da se pregledovalec lahko osredotoči na spreminjanje le nekaj vhodnih parametrov, medtem ko so drugi fiksni.

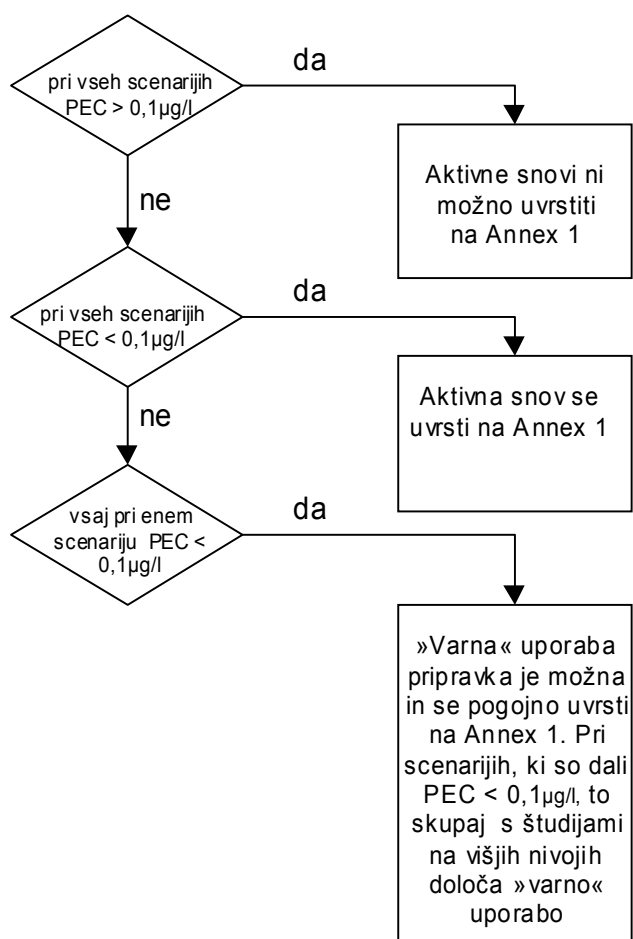
Skupna osnova ocenjevanja: S tem, ko so bili standardni scenariji sprejeti za uporabo v regulatornem procesu, so države članice pridobile skupno osnovo za razpravljanje o problemih spiranja na nivoju EU. Prav tako imajo sedaj registranti večje zaupanje v ocene narejene na enotnih osnovah. Razprave se lahko sedaj osredotočajo zgolj na pomembne lastnosti snovi in ne več na vremenske podatke in podatke o tleh.

2.2 REGISTRACIJA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV

Osnova vsemu postopku registracije je Dir. 91/414/EEC. Ta že v uvodu loči obravnavo vplivov na okolje na splošno in vplivov na podtalnico posebej. V dodatkih (Annex I do Annex VI) določi še dodatno različno obravnavo za podtalnico in tla. Predvsem pri presoji vplivov v tleh so določila direktive in aneksov zelo ohlapna. Na to opozarja obsežna študija van der Linden in sod. (2006). V njej avtorji predlagajo stopenjski nacionalni postopek presoje FFS-jev, ker je sodišče zavrnilo postopek, temelječ na prekoračitvi enega samega praga. Vendar tudi v tem predlogu ostaja ključna obstojnost FFS-jev, ker tako zahteva direktiva. Za kratkožive FFS-je ($DT_{50} < 30$ dni) se presoja ne predvideva! Države članice EU še danes nimajo enotnega kriterija, kdaj presojati vpliv FFS na tla!

V primeru vpliva uporabe FFS-jev na podtalnico je poenotenost znotraj EU večja. Sam postopek registracije je razdeljen na dva dela: na oceno in registracijo aktivne snovi in registracijo pripravka. Postopek ocene aktivne snovi je centraliziran, kar pomeni, da proizvajalec predloži vso predpisano dokumentacijo eni državi članici, ki to vlogo pregleda in oceni. Poročilo o tej oceni nato posreduje evropski komisiji (v nadaljnjem tekstu Komisija) ter ostalim državam članicam v obravnavo. Posledica te obravnave ocene je lahko vpis na Annex 1. V tem primeru izda Komisija odločbo o

vklučitvi aktivne snovi v Annex 1 k direktivi 91/414/EEC. V primeru, da ne pride do vključitve pa izda Komisija odločbo o nevklučitvi aktivne snovi v Annex 1 k direktivi 91/414/EEC.



Slika 2 - Diagram poteka o odločanju za uvrstitev aktivne snovi v Annex 1

Ta odločitev je zavezujoča za vse države članice, ki morajo registracijo fitofarmacevtskih sredstev uskladiti z odločitvijo o aktivni snovi. Direktiva 91/414/EEC namreč predpisuje, da se sme v državah članicah registrirati le tisto fitofarmacevtsko sredstvo (pripravek), katerega aktivna snov ali več snovi so vključene v Annex 1 k Direktivi 91/414/EEC. Hkrati direktiva 91/414/EEC tudi določa, da države članice same ocenjujejo in registrirajo pripravke za uporabo na njihovem ozemlju. Prav tako države članice same ocenjujejo učinkovitost pripravka in določajo morebitne omejitve. Države članice dovolijo uporabo na svojem območju le tistim fitofarmacevtskim sredstvom, ki so jih same registrirale oziroma izdale zanje druga ustrezna dovoljenja.

Uporaba drugih sredstev iz drugih držav ni dovoljena in za fitofarmacevtska sredstva ne velja prost pretok blaga.

Direktiva 91/414/EEC je v Slovensko zakonodajo implementirana z Zakonom o fitofarmacevtskih sredstvih (2007) in podzakonskimi predpisi, izdanimi na njegovi podlagi.

Odločanje o uvrstitvi aktivne snovi na Annex 1 na osnovi modelno izračunanih predvidenih koncentracij v izcedku poteka po postopku, ki ga na kratko povzema diagram poteka na sliki 2.

Že Direktiva 91/414/EEC, ki obravava dajanje FFS (v nadaljevanju fitofarmacevtskih sredstev) na trg in s tem registracijo le teh, predlaga sprejem harmoniziranega sistema registracije. V razvoju takega harmoniziranega sistema igrajo matematični modeli in s tem povezano določanje PEC - Predicted Environmental Concentrations (predvidenih okoljskih koncentracij) zelo pomembno vlogo v procesu sprejemanja odločitev. V tem času je bilo tudi mnogo različnih skupin, ki so bile vključene v razvoj tako imenovanih pesticidnih modelov usode. A žal brez večjega uspeha.

Novembra 1992 je bila ustanovljena skupina FOCUS (FORum for the Co-ordination of pesticide fate models and their USE), neformalna skupina predstavnikov regulatornih organov, predstavnikov industrije in strokovnjakov iz vladnih inštitucij. Namen te skupine je pospeševati dialog in izmenjavo idej o usodi fitofarmacevtskih sredstev v kmetijstvu. Posebno nujna je bila izdelava smernic tako za države članice, Evropski parlament, kot tudi za industrijo o primernosti modeliranja v hitro razvijajočem se procesu registracije znotraj EU.

Znotraj skupine FOCUS je bila ustanovljena delovna skupina FOCUS-GW, ki naj bi obravnavala vlogo modelov spiranja v procesu registracije. Leta 1995 so znotraj te skupine razvili smernice, ki obravnavajo spiranje v podtalnico in to objavili v dokumentu Leaching models ...(1995). Te smernice vsebujejo opis primernega modela skupaj z njegovimi dobrimi in slabimi stranmi. Vsak modelni izračun predpostavlja scenarij, kot zelo pomemben element korektne uporabe modela.

Da bi se čim bolj izognili osebnim vplivom ocenjevalca je Skupina FOCUS-GW poenotila vhodne parametre, računske postopke ter predstavitev rezultatov. Z drugimi besedami povedano, razvila je serijo standardnih scenarijev, ki naj bi se uporabljali pri ocenjevanju spiranja FFS v podtalnico. Določili so devet najslabših možnih scenarijev za podtalnico. Ti skupno predstavljajo kmetijstvo v EU (takrat še 15 držav), za namen prvostopenjske ocene spiranja FFS (aktivne snovi) v podtalnico. Za vse scenarije so bili določeni tako vremenski podatki, kot tudi talne lastnosti skupaj s podatki o poljščinah.

Namen teh standardnih scenarijev je zgolj pomoč pri določitvi tako imenovanih varnih scenarijev za neko snov. Z njimi želimo ugotoviti ali tak varen scenarij za to snov sploh obstaja.

Ne predstavljajo pa ti standardni scenariji točno določenih lokacij. Kraji, po katerih so poimenovani scenariji, so prikazani na sliki 3.



Slika 3 - Kraji, po katerih so bili poimenovani scenariji

Kot smo že predhodno omenili igrajo ključno vlogo pri posameznem scenariju podatki o klimi, podatki o tleh in podatki o poljščini. Se pa je na tem mestu potrebno zavedati, da pomeni kombinacija najbolj neugodnih razmer nerealno in v naravi neverjetno možnost. Zato je skupina FOCUS, kot tisto res najslabšo možnost izbrala tako kombinacijo, da v najmanj 90 % vseh možnih situacij (upoštevaje vsa merilna mesta)

ne nastopijo slabše razmere. Po obsežnih statističnih analizah so ugotovili, da ustreza temu pogoju pri izbiri klimatskih podatkov zahteva, da so klimatske razmere na posameznem merilnem mestu bolj ugodne v 80 % vseh slučajev (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 101). Enako velja tudi za podatke o tleh.

Kritike uporabe scenarijev so zelo redke. Kolikor jih je objavljenih so večinoma kvalitativne narave kot n.pr. Ramos in sod. (2000). Zasledili smo eno samo publikacijo, ki primernost uporabe scenarijev spodbija tudi kvantitativno. To je članek Bouma in sod. (2002). Na primeru večje farme na Nizozemskem pokaže, da daje upoštevanje dejanskih lastnosti tal na posamezni mikrolokaciji in klimatskih podatkov za to lokacijo tudi dvakrat višje koncentracije aktivnih snovi v izcedku kot jih je dala uporaba izbranega scenarija za Nizozemsko. Članek obravnava samo aktivne snovi, ki so brezpogojno uvrščene na Annex I.

2.2.1 Klimatski podatki v scenarijih

Klimatski podatki niso natančna slika razmer na točno določeni, izbrani lokaciji. Najprej je bila potrebna odločitev, katere klimatske podatke potrebujemo. Modeli pri tem rahlo odstopajo (Table 2.5 v FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 23). Zahteve podajamo v preglednici 3

Preglednica 3 – Potrebni klimatski podatki za različne modele

Model	Vremenski parametri	Enote
MACRO & PEARL	Dnevna količina padavin	mm
	Dnevna evapotranspiracija	mm
	Minimalna dnevna temperatura	°C
	Maksimalna dnevna temperatura	°C
PELMO	Dnevna količina padavin	cm
	Dnevna evapotranspiracija	cm
	Minimalna dnevna temperatura	°C
	Maksimalna dnevna temperatura	°C
PRZM	Dnevna količina padavin	cm
	Dnevna evapotranspiracija	cm
	Povprečna dnevna temperatura	°C
	Povprečna dnevna hitrost vetra	ms ⁻¹

MACRO, PEARL in PELMO se po zahtevah precej ujemajo, odstopa PRZM. Pri prvih treh potrebujemo 4 podatke: precipitacijo, evapotranspiracijo, minimalno in maksimalno tempereturo za vsak dan (FOCUS groundwater scenarios ... 2000: 23).

Preglednica 4 - Povprečne letne temperature in padavine za izbrane standardne scenarije.

Lokacija	Šifra	Povprečna temperatura (°C)	Povprečna letna količina padavin (mm)
Chateaudun	C	5 – 12.5	600
Hamburg	H	5 – 12.5	700
Jokioinen	J	<5	600
Kremsmünster	K	5 – 12.5	900
Okehampton	N	5 – 12.5	>1000
Piacenza	P	>12.5	750
Porto	O	>12.5	1150
Sevilla	S	>12.5	550
Thiva	T	>12.5	500

V državah takratne EU (takrat še 15 držav) so določili čimvečja poljedelska območja s čim bolj homogenimi klimatskimi in talnimi razmerami. Za tako izbrana območja so na osnovi MARS (Monitoring Agriculture by Remote Sensing) meteorološke baze, ki zagotavlja povprečne vrednosti padavin za točke na mreži 50 km x 50 km, določili 80 % vrednosti. Podane so v FOCUS groundwater scenarios ... (2000: 13, Table 2.1). Ustreden del tabele povzemamo v preglednici 4.

Drugi korak je bil, da so na tem območju poiskali točko (merilno postajo), ki je najbližje tej 80 % vrednosti. Po tako izbranih točkah so poimenovali scenarije. Težave pa so nastopile iz dveh razlogov:

- Na izbrani točki ni meteorološke opazovalnice z dovolj dolgimi serijami klimatoloških podatkov.
- Na izbrani točki je meteorološka opazovalnica z dovolj dolgimi serijami klimatoloških podatkov, vendar povprečne vrednosti izrazito odstopajo od zahtevanih povprečnih vrednosti v FOCUS groundwater scenarios ... (2000: 13, Table 2.1).

Prvi problem so rešili tako, da so poiskali bližnjo meteorološko opazovalnico, katere povprečne vrednosti so najbolj ustrezale. Drugi problem pa so rešili tako, da so vse podatke o padavinah izbrane meteorološke opazovalnice ustrezno povečali ali zmanjšali, da so dosegli željeno povprečje.

Modeli zahtevajo časovne serije za veliko število let, če naj le ti dajo zanesljive rezultate. Pisci scenarijev so imeli na voljo časovne serije za največ 20 let. Na dveh lokacijah so namreč manjkali podatki za nekaj zaporednih let. Problem so rešili tako, da so manjkajoče podatke za neko leto nadomestili s podatki iz podobnega leta. Podatke za leto, ki je v bazi MARS manjkalo, so nadomestili z letom, ki je imelo enako letno količino padavin. To podobno leto so iskali v drugi bazi z imenom CRU (Climatic Research Union) (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 24).

Potrebne serije dolžine 26 let, 46 let in 66 let so dobili po postopku, opisanem v FOCUS groundwater scenarios ... (2000: 26). Zadnjih šest let serije so dodali na

začetek serije. Uporabljena so za "zagon" modela in ne vplivajo na izračun vrednosti za koncentracije aktivne snovi v izcedku. Preostala manjkajoča leta: 20 let (oziroma 40 let) so dobili tako, da so naključno izbirali iz razpoložljivih podatkov za 20 let potrebna dodatna leta. Tako naključno izbrana leta so seveda prestopna in neprestopna. Vendar po tej lastnosti ne ustrezajo pravilnemu zaporedju. Da bi dosegli ujemanje so pri nepravih prestopnih letih odstranili podatke za 29.2., pri nepravih neprestopnih letih pa dodali kopijo podatkov 28.2. kot podatke za 29.2. (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 26).

Opisani postopki kažejo na nekaj pomanjkljivosti. Naključna izbira let lahko vodi do umetnih hipnih sprememb v klimatoloških podatkih (od 31.12. na 1.1.), kar ne ustreza dejanskim razmeram. Klimatološki podatki so podvrženi tudi določenim ciklom. Daljšemu sušnemu obdobju bo verjetno sledilo obdobje z več padavinami.

Vse zgoraj navedeno še dodatno podkrepi trditev iz dokumenta (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 101), da scenariji niso kopije podatkov neke lokacije za zahtevano število let. So vrednosti pridobljene na najbolj smislen način, ki zagotavljajo 90 % občutljivost pri napovedovanju izcedka.

V pregledu se ne dotikamo vprašanja vpliva namakanja, ki je v (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 26 in naprej) posebej obdelano. V Sloveniji je trenutno namakanje prisotno le v minimalni meri. Mi se bomo omejili pri uporabi modela PELMO zgolj na slučaje brez namakanja.

2.2.2 Pedološki podatki v scenarijih

Predstavljajo drugo skupino podatkov, ki je zanimala pisce scenarijev (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 31). Po določitvi klimatskega (temperatura in padavine) dela scenarija, je potrebno določiti še pedološki del. Želeli so določiti tipičen talni profil na določenem območju. Pri tem so jih zanimale naslednje lastnosti:

organska snov (organski ogljik),
tekstura tal in
gostota tal (celotna oziroma skupna).

Ena najpomembnejših lastnosti tal v vrhnji plasti je vsebnost organskih snovi (OM), Največja je do globine 30 cm in dosega največ 5 %. Nato se drastično zmanjšuje in na globini 1 m je le še približno 0,5 %. Kadar nimamo na razpolago vsebnosti organskih snovi, si pomagamo z vsebnostjo organskega ogljika. Povezuje ju preprosta formula:

$$\%OM = 1,724 \cdot \%OC \quad (1)$$

%OM : odstotek organske mase,

%OC : odstotek organskega ogljika

Pri izbranih scenarijih se je tudi izkazalo, da talni profili v naravi ne dosežejo globine 1 m. V takih primerih so si pomagali tako, da so najglobjega raztegnili do 1 m (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 32). Natančne informacije o upoštevanju talnih fizikalno kemijskih parametrov pri posameznih scenarijih so podane v preglednici 5.

Dogaja se tudi, da je potrebno omejiti število horizontov na maksimalno šest horizontov. V nekaterih primerih se sicer zdi, da je število horizontov večje, vendar je v teh primerih zadnji horizont deljen.

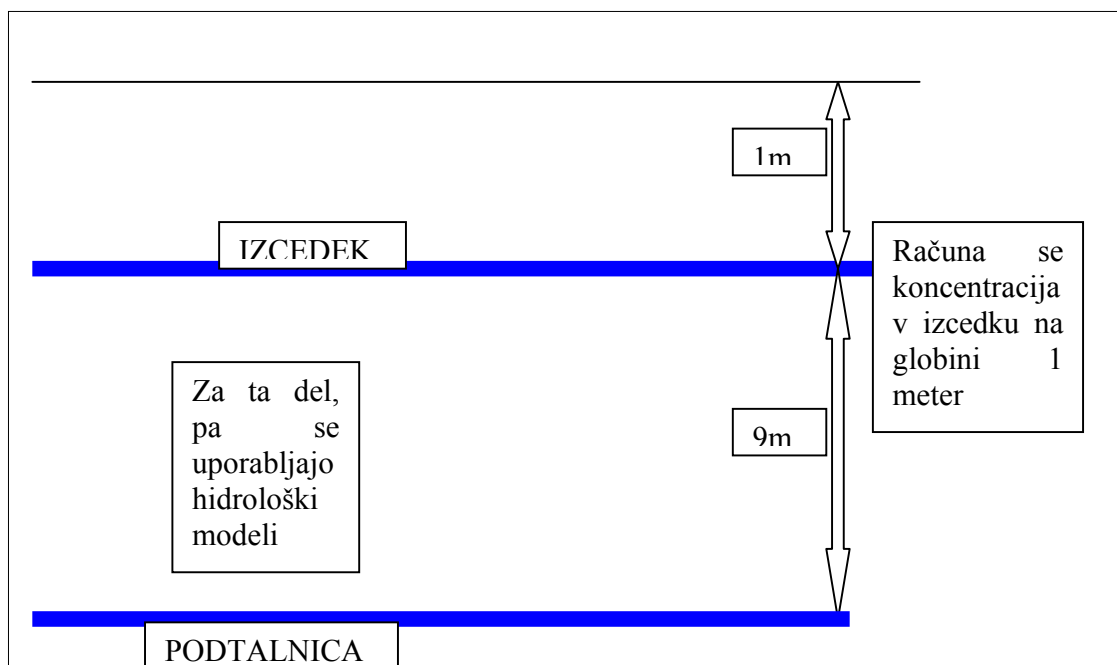
Dokazano je, da hitrost transformacije (pretvorbe) pada z globino. V splošnem je to odvisno od dvojega, od tal in od snovi. Ker so se pri skupini FOCUS odločili, da bodo upoštevali to od globine odvisno aktivnost, so vpeljali od globine odvisen korekcijski degradacijski faktor. Tako znaša njegova vrednost 0,5 na globini od 30 do 60 cm, 0,3 za globino od 60 cm do 1 m in 0,0 za globino pod 1 m.

Tako dobimo koncentracijo aktivne snovi v izcedku oziroma perkolatu na točno določeni globini. Pri modelu PELMO sta ti globini 1 m in na dnu tal. Seveda pa bi lahko, če bi želeli, dobili koncentracije izcedka (kar gre v podtalnico) tudi pri drugih globinah. Ne bi pa dobili koncentracije v podtalnici. Model PELMO namreč ni namenjen računanju koncentracije v podtalnici, temveč gre za model računanja koncentracij v nenasičenih tleh, kar je predstavljeno v Soil Persistence ... (1996).

Preglednica 5 - Prilagoditve talnih profilov za standardne scenarije.

Chateaudun	Na voljo je bilo nekaj podobnih profilov, ki pa so se razlikovali v številu horizontov in globini. Iz vseh so sestavili nek reprezentativen profil, skupaj s pripadajočimi lastnostmi.
Hamburg	Debelina horizonta zaokrožena na 5 cm, profil raztegnjen do 1 m.
Jokioinen	Horizont zaokrožen na 5 cm.
Kremsmünster	Najnižji horizont raztegnjen pod 1 m.
Okehampton	Brez sprememb
Piacenza	Brez sprememb
Porto	Horizont na dnu umetno razdeljen v tri plasti zaradi globinskega faktorja
Sevilla	Dodana talna klasifikacija, ki bazira na informacijah o teksturi.
Thiva	Brez sprememb.

To dejstvo je podrobno prikazano na sliki 4.



Slika 4 - Območje uporabe modela PELMO

Za modeliranje koncentracije aktivne snovi v večjih globinah uporabljamo hidrološke modele.

Model PELMO zahteva za modeliranje hidrologije v zgornji plasti tri parametre: vsebnost vode, zmožnost zadrževanja vode in točko venenja. Za obstoječe scenarije je določitev teh parametrov podana v FOCUS groundwater scenarios ... (2000: 359). Navodila za uporabo programa PELMO podajajo tudi aproksimativen izračun teh parametrov na osnovi podatkov o sestavi tal (delež peska in gline).

2.2.3 Podatki o gojeni rastlini v scenariju

Ker je ranljivost scenarija veliko bolj odvisna od klime in tal, kot pa od uporabljene gojene rastline, so za gojene rastline uporabljene kar srednje ali povprečne vrednosti. Ne glede na to je v vseh primerih preverjena skladnost med podatki o klimi, tleh in uporabljeno gojeno rastlino. Kot podatki o gojeni rastlini se zahtevajo: datum setve, datum zrelosti ter datum spravila (žetve). Za informacije o tem katere gojene rastline so pomembne za določeno območje so se posvetovali z lokalnimi strokovnjaki. Prav

tako so jim lokalni strovnjaki posredovali informacije o fiziologiji in fenologiji (periodičnosti). Za nekatere informacije so si pomagali s podatki iz literature. Postopek je opisan v FOCUS groundwater scenarios ... (2000: 36 – 42).

Preglednico uporabljenih gojenih rastlin v FOCUS scenarijih povzemamo po FOCUS groundwater scenarios ... (2000: 17, Table 2.3).

Preglednica 6 – Gojene rastline vključene v FOCUS scenarije na posameznih lokacijah.

Poljščina	C	H	J	K	N	P	O	S	T
jablana	+	+	+	+	+	+	+	+	+
lucerna	+	+	+	+	+	+	+	+	+
krompir	+	+	+	+	+	+	+	+	+
sladkorna pesa	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ozimno žito	+	+	+	+	+	+	+	+	+
fižol (polje)		+		+	+				
fižol (vrt)							+		+
jagodičevje			+						
zelje	+	+	+	+			+	+	+
korenje	+	+	+	+			+		+
limona						+	+	+	+
bombaž								+	+
lan					+				
koruza	+	+		+	+	+	+	+	+
oljna repica (poleti)			+		+		+		
oljna repica (pozimi)	+	+		+	+	+	+		
čebula	+	+	+	+			+		+
grah	+	+	+		+				
soja									
jara žita	+	+	+	+	+		+		
jagode		+	+	+				+	
sončnice						+		+	
tobak						+			+
paradižnik	+					+	+	+	+
vinska trta	+	+		+		+	+	+	+

Legenda: C Châteaudun, H Hamburg, J Jokioinen, K Kremsmünster, N Okehampton, P Piacenza, O Porto, S Sevilla, T Thiva.

Nekaj gojenih rastlin je prisotnih v vseh scenarijih (prvih 5). Med njimi je tudi ozimno žito, ki je uporabljeno kot gojena rastlina pri testnih aktivnih snoveh.

2.2.4 Dogajanje po sprejemu standardnih scenarijev

Po sprejemu poročila skupine FOCUS-GW se v literaturi ne pojavljajo opisi poskusov določanja lastnih scenarijev. Občasno se pojavijo le ugovori proizvajalk FFS-jev, ki zanikajo potrebo po določitvi dodatnih nacionalnih standardnih scenarijev. Primer takega ugovora je n.pr. prispevek firme BASF - Gottesbüren B. (2007). V literaturi tudi nismo zasledili publikacije, ki bi statistično obravnavala rezultate, dobljene s

standardnimi scenariji in privzetimi FFS-ji. Niti ni bila objavljena analiza, ki bi podprla trditev, da ti scenariji pripadajo eni populaciji!

2.2.5 Končne ugotovitve

Napoved koncentracije snovi v izcedku je poglobitni cilj pri varstvu podtalnice, medtem ko si lahko z napovedjo koncentracije snovi v tleh v veliki meri pomagamo pri procesu varstva naravne dediščine.

3 MATERIALI IN METODE

Pri naših raziskavah smo se osredotočili na en model, ki smo ga želeli povsem preiskusiti v naših klimatskih in ekoloških danostih. Gre za enodimenzionalni simulacijski model PELMO, ki simulira vertikalno gibanje pesticidov v tleh. Potrebne podatke za nastavitev modela pridobimo s kromatografsko ekstrakcijo vzorcev zemljine na mestih uporabe FFS. Prva verzija modela PELMO je bila izdelana leta 1991 (Klein, 1991), zasnovana na podobnem modelu US-EPA PRZM 1 (Carsel in sod., 1984). Kasneje so model nadgradili, upoštevaje zahteve nemške zakonodaje, ki obravnava registracijo pesticidov. Danes je tako nadgrajena verzija modela PELMO 3.2. sprejeta in se uporablja v okviru EU. V zadnjem času so bile objavljene tudi številne študije primerjav rezultatov modela z meritvami na terenu (lizimetrija), ki dokazujejo, da je model možno uporabljati dokaj zanesljivo pri napovedovanju koncentracij (Klein in Müller, 1997 ter Klein in sod., 2000). Če k temu dodamo še številne objave za model PRZM, ki je osnova modelu PELMO, lahko trdimo, da se napovedane koncentracije v prsti in izcedku dovolj dobro ujemajo z dejanskimi v širokem razponu uporabljenih doz aktivne snovi.

3.1 KRATEK OPIS MODELA

Po izdaji prve verzije modela PELMO leta 1991 so bili izboljšani podprogrami za odtok in bili dodani podprogrami za oceno razpršenosti pesticidov leta 1995 (verzija 2.01). PELMO 2.01 je bil validiran v skupnem projektu Industrieverband Agrar (IVA), nemške agencije za zaščito okolja (German Environmental Protection Agency) in Fraunhoferjevega instituta za kemijo okolja in ekotoksikologijo (Fraunhofer-Institut für Umweltchemie) v Schmallenbergu, ki si ga delita KfA Jülich in SLFA Neustadt (Klein in sod., 1997). Leta 1998 je bilo modelu PELMO 2.01 dodano komplementarno orodje z namenom, da se omogoči transformacija uporabljene aktivne snovi v možne metabolite in omogoči nadaljni metabolizem vključno s formiranjem CO₂ (PELMO 3.0).

V nadaljevanju so bili izvedeni dodatni validacijski testi v lizimetričnih študijah in izdelane slike terena (Fent in sod., 1998). Verzija PELMO, ki se uporablja v implementaciji scenarijev FOCUS-a je bila razvita leta 1999 (PELMO 3.2). Rahlo je bilo potrebno spremeniti format podatkovnih datotek za scenarije in obravnavo prestopnih let zaradi potreb FOCUS scenarijev. Številne spremembe so bile izvedene tudi v izhodnih podprogramih, ki naj bi zagotovili, da se trenutna verzija FOCUS PELMO izrazi v izhodu skladno z odločitvami nadzorne skupine za verzije FOCUS. Manjše spremembe so bile izvedene tudi v podprogramu, ki ocenjuje temperaturo tal na osnovi temperatur zraka, da bi zagotovili, da so rezultati točni tudi za globine tal pod 1,0 m. Nazadnje je bil kalibriran podprogram za odtok v modelu PELMO na osnovi terenskih eksperimentov z uvedbo novega parametra v model ("delež vode v tleh, ki je na voljo za odtok").

Preglednica 7 - Povzetek procesov v modelu PELMO.

Proces	Način obdelave
gibanje vode	Na kapaciteti zasnovan tok vode(tipping bucket = prevrnjeno vedro), ki uporablja korak enega dne za vse hidrološke procese, priljubljen tok in kapilarni dvig se ne upoštevata.
gibanje FFS	enačba za konvekcijsko disperzijo na osnovi časovnega koraka en dan
simulacija rastlinstva	spreminjanje globine korenin med rastno dobo, spreminjanje olistanosti (povečanje površine) med rastno dobo, prestrezanje vode z rastlinami *, prestrezanje pesticidov z rastlinami *, foliarno odplavljanje *, foliarna degradacija *
degradacija v tleh	kinematika prvega reda v degradaciji, korekcija hitrosti z globino, vlaga v tleh in temperatura v tleh
vezava (sorpcija) FFS na tla	Kd, Koc, Freundlichova enačba za sorpcijsko možnost povečanja sorpcije s časovno opcijo za avtomatsko odvisnost od pH *
razpršitev FFS (iz tal)	enostaven model, ki uporablja Fickov in Henryjev zakon
odtok	empirična metoda (USDA Soil Conservation Service curve number), privzeta iz PRZM
erozija tal *	modificirana univerzalna enačba za izgubo tal
temperatura tal	empirični model, ki uporablja temperature zraka
prevzem v rastline	enostaven model, ki temelji na koncentracijah v tleh
uporaba FFS	Aplikacije so lahko foliarno pršenje, uporaba na površini tal ali vključeno v prst; za aplikacijo v prst se lahko določijo različne porazdelitve tal.
metabolizem	Lahko se simulira napredna shema z do 8 metaboliti (A -> B kot tudi A -> B -> C) hkrati z izhodno spojino.

Legenda: Kd = Eksperimentalno določeno ravnotežno razmerje med koncentracijo FFS v tleh in koncentracijo FFS raztopljenega v vodi., Koc = Ravnotežno razmerje med koncentracijo FFS vezanega na organsko snov v tleh in raztopljeno fazo, * = se ne uporablja v FOCUS scenarijih

PELMO se uradno uporablja v Umweltbundesamt (UBA, Zvezna agencija za okolje) in v Biologische Bundesanstalt (BBA, Zvezna biološka ustanova, <http://www.bba.de>) za presojo ekstrakcijskega potenciala pesticidov v registracijskem procesu v Nemčiji približno 10 let. Uporabljajo se posebni scenariji, ki opisujejo nemške klimatske razmere in sestavo prsti. Možno je izvajati PELMO simulacije skladno z nemško proceduro z uporabo FOCUSPELMO, ker so vse potrebne vhodne datoteke zagotovljene v FOCUSPELMO paketu.

3.2 IZBIRA LOKACIJ

Izbira lokacij sta omejevala dva dejavnika. Za izbrano lokacijo morajo biti na voljo klimatski podatki vsaj za 10 let. Na izbrani lokaciji morajo biti na voljo podatki o tleh. Posredno pa je bila izbira lokacije pogojena tudi s tem, da mora biti na izbrani lokaciji prisotna intenzivna kmetijska pridelava z uporabo FFS. Le za takšne lokacije je smiselno preverjati uporabnost FOCUS scenarijev. V Sloveniji se srečujemo še z dejstvom, da je velik del površine zakrasel in veljajo za površinske vode in podtalnico povsem posebne razmere, ki jih razpoložljivi modeli ne upoštevajo.

Tako so nam ostala na izbiro le še območja osrednje, jugovzhodne in severovzhodne Slovenije. Mi smo se odločili za dve širši območji: ravninski svet ob Muri in vinorodne Slovenske gorice. Po posvetovanju s strokovnjaki iz ARSO (agencija RS za okolje), ki imajo pregled nad merilnimi mesti za klimatološke podatke in strokovnjaki za podatke o tleh smo izbrali dve mikrolokaciji: Mursko Soboto oziroma točneje Tešanovce ter Jeruzalem oziroma točneje Kogel.

3.3 IZBIRA FFS-JEV IN S TEM POVEZANA IZBIRA GOJENE RASTLINE

Izbira lokacij je vplivala tudi na izbiro FFS-jev in s tem posredno tudi na vrsto gojene rastline. Na lokaciji Kogel smo se odločili za fitofarmacevtsko sredstvo (v nadaljevanju FFS oziroma pripravek) VERITA, na lokaciji Tešanovci pa za FFS PONCHO. Pripravek VERITA je sistemski in kontaktni fungicid v obliki močljivih zrn in je namenjen zatiranju peronospor vinske trte. Vsebuje dve aktivni snovi fenamidon (CAS: 161326-34-7) in fosetil Al (CAS: 39148-24-8). Priporočila o uporabi pri vinski trti so rahlo neskladna (neprimerna). Originalna dokumentacija proizvajalca navaja aplikacijo devetkrat v rastni dobi v razmaku 10 dni, v dosjeju, ki je bil predložen pa je podatek o trikratni uporabi. Tudi količine uporabljenega pripravka na hektar se ne ujemajo v vseh dokumentih. Vzeli smo vrednost iz dosjeja, ki je bil predložen ob registraciji. Ker pri vinski trti nimamo kolobarjenja, je aplikacija potrebna vsako leto.

Za Tešanovce smo izbrali pridelavo koruze in drugačen tip aplikacije. Odločili smo se za pripravek, s katerimi so obdelana zrna. To je PONCHO (v resnici gre za dva pripravka Poncho FS 600 Rdeč in Poncho Pro, ki pa vsebujeta enak delež aktivne snovi klotianidin; CAS: 210880-92-5). Privzeli smo predpostavko, da celotna količina aktivne snovi, v katero so omočena zrna, ostane v tleh. Uporablja se za zatiranje koruznega hrošča. Pri koruzi lahko računamo na kolobar, vendar smo zaradi enostavnejšega dela predvideli zaporedno sejanje na isti lokaciji skozi celotno obdobje 10 let.

Preglednica 8 - Primer klimatskih podatkov za Mursko Soboto - merilna postaja Rakičan za mesec januar, leto 1996.

Murska Sobota							
leto	mesec	dan	T14[°C]	Tpov[°C]	VLpov[%]	Pad[mm]	ETP[mm]
1996	01	01	0,3	-0,3	96	16,4	0,3
1996	01	02	-1,4	-1,9	93	2,5	0,3
1996	01	03	-1,6	-2,8	91	1,0	0,3
1996	01	04	-3,8	-4,6	95	-1	0,2
1996	01	05	-2,1	-4,7	82	-1	0,3
1996	01	06	-4,2	-5,2	94	-1	0,2
1996	01	07	-2,0	-2,4	91	0,1	0,3
1996	01	08	0,8	0,4	97	6,8	0,3
1996	01	09	1,2	1,0	98	25,2	0,3
1996	01	10	4,1	3,3	97	0,3	0,2
1996	01	11	7,1	6,9	89	-1	0,3
1996	01	12	10,2	4,8	91	-1	0,2
1996	01	13	4,7	0,7	87	-1	0,3
1996	01	14	0,6	-0,3	97	-1	0,3
1996	01	15	1,7	-0,7	93	-1	0,3
1996	01	16	-2,8	-3,1	98	-1	0,2
1996	01	17	-4,1	-4,2	96	-1	0,3
1996	01	18	-4,8	-4,8	97	0,0	0,2
1996	01	19	-1,6	-2,1	92	-1	0,3
1996	01	20	-1,9	-2,7	93	0,2	0,3
1996	01	21	-1,4	-2,1	91	1,5	0,3
1996	01	22	-1,3	-2,2	91	0,0	0,3
1996	01	23	-4,3	-4,5	94	0,1	0,3
1996	01	24	-4,6	-5,0	96	2,6	0,3
1996	01	25	-6,0	-6,5	86	9,1	0,3
1996	01	26	-5,4	-5,6	96	0,3	0,3
1996	01	27	-1,6	-2,0	96	1,0	0,3
1996	01	28	-1,8	-2,6	97	2,4	0,3
1996	01	29	-1,0	-1,5	94	-1	0,4
1996	01	30	-1,0	-2,4	85	0,1	0,4
1996	01	31	-2,0	-8,6	78	0,0	0,4

Legenda: T14 - temperatura ob 14.00, Tpov – povprečna dnevna temperatura, VLpov – povprečna vlaga, Pad - količina padavin, ETP – evapotranspiracija, -1 količina padavin je zanemarljiva. Zapis merskih enot je popravljen!

Za dva izbrana FFS-ja na dveh lokacijah, ki sta tipični za pridelavo poljščine (koruze) in vinske trte izvedemo simulacijo po modelu PELMO. FOCUS določa scenarije za ti dve rastlini. Vzeli smo klimatske podatke za prvih deset let, pridobljene od Agencije RS za okolje, pripravili datoteke za aktivne snovi in tla. Na osnovi tega smo izvedli izračune z modelom PELMO.

3.4 POTREBNI PODATKI ZA MODEL PELMO

3.4.1 Klimatski podatki

Podatke o klimatskih podatkih za obe izbrani območji zbirajo in beležijo na Agenciji RS za okolje (v nadaljevanju ARSO).

Preglednica 9 - Primer klimatskih podatkov za Jeruzalem - merilna postaja Jeruzalem za mesec januar, leto 1996.

Jeruzalem							
leto	mesec	dan	T14[°C]	Tpov[°C]	VLpov[%]	Pad[mm]	ETP[mm]
1996	01	01	-0,6	-1,6	99	25,4	0,2
1996	01	02	-2,2	-2,6	98	4,5	0,2
1996	01	03	-3,6	-4,3	96	0,6	0,2
1996	01	04	-3,0	-4,2	90	-1	0,2
1996	01	05	-4,0	-5,9	89	-1	0,3
1996	01	06	-4,0	-5,6	96	-1	0,2
1996	01	07	-3,2	-3,5	97	0,4	0,2
1996	01	08	-0,2	-0,3	100	6,7	0,2
1996	01	09	0,0	0,7	100	24,6	0,2
1996	01	10	7,0	5,2	94	0,2	0,4
1996	01	11	9,6	8,0	84	-1	0,5
1996	01	12	11,0	7,2	87	-1	0,3
1996	01	13	4,2	1,6	88	-1	0,3
1996	01	14	-0,6	-1,0	98	-1	0,3
1996	01	15	1,0	-0,8	92	-1	0,2
1996	01	16	-3,8	-4,3	98	-1	0,2
1996	01	17	-3,2	-5,3	96	-1	0,2
1996	01	18	-5,0	-6,0	96	-1	0,2
1996	01	19	-3,2	-3,7	98	-1	0,3
1996	01	20	-3,6	-4,0	98	0,0	0,3
1996	01	21	-3,0	-3,6	97	1,6	0,3
1996	01	22	-2,8	-3,6	97	-1	0,3
1996	01	23	-5,4	-5,8	96	-1	0,2
1996	01	24	-6,0	-6,4	97	5,0	0,3
1996	01	25	-6,2	-7,6	95	11,0	0,3
1996	01	26	-6,0	-6,1	95	1,0	0,3
1996	01	27	-2,6	-3,4	99	1,6	0,3
1996	01	28	-2,8	-3,8	98	2,4	0,3
1996	01	29	-2,0	-2,6	99	-1	0,3
1996	01	30	-3,8	-4,6	75	0,6	0,4
1996	01	31	-3,8	-6,5	79	0,0	0,4

Legenda: T14 - temperatura ob 14.00, Tpov – povprečna dnevna temperatura, VLpov – povprečna vlaga, Pad - količina padavin, ETP – evapotranspiracija, -1 količina padavin je zanemarljiva. Zapis merskih enot je popravljen!

Podatkov, ki jih je potrebno vpisati, je ogromno, tako da ročno vpisovanje odpade. Da si karseda olajšamo delo, si pomagamo z ukazi in enostavnimi programi, ki jih

zagotavlja operacijski sistem UNIX. Podatke je hkrati potrebno tudi preurediti v obliko, ki bo primerna za model PELMO. Zakaj ravno model PELMO smo zapisali že v uvodu, a ponovimo še enkrat. PELMO je namreč edini model med vsemi FOCUS modeli, kjer je omogočeno dodajanje in spreminjanje vhodnih datotek, ne da bi bilo zato potrebno pridobiti pisno soglasje avtorja(jev) modela.

Klimatske podatke je najprej potrebno urediti. PELMO zahteva podatke v obliki, ki je prikazana na sliki 5.

Day	Mon	Year	Rainfall	Evap	Temp	Temp	Temp	Rel.hum.
			[cm]	[cm]	14.00	mean	Diff	[%]
1	1	01	0.00	0.03	3.1	2.4	1.5	50.0
2	1	01	0.00	0.02	3.8	2.0	3.5	50.0
3	1	01	0.00	0.01	3.0	0.3	5.5	50.0
4	1	01	0.71	0.01	6.7	2.6	8.1	50.0
5	1	01	0.27	0.01	9.0	5.5	7.0	50.0
6	1	01	0.00	0.01	10.5	8.3	4.4	50.0
7	1	01	0.00	0.01	7.4	6.3	2.2	50.0
8	1	01	0.03	0.01	8.1	7.5	1.3	50.0
9	1	01	0.04	0.01	6.5	5.7	1.7	50.0
10	1	01	0.05	0.01	9.6	7.3	4.5	50.0
11	1	01	0.00	0.00	11.2	7.8	6.8	50.0
12	1	01	0.13	0.02	11.2	7.0	8.4	50.0
13	1	01	0.00	0.01	8.2	5.7	5.0	50.0
14	1	01	0.09	0.01	10.8	7.8	6.1	50.0
15	1	01	0.00	0.00	6.5	3.1	6.7	50.0
16	1	01	0.03	0.01	3.7	1.4	4.7	50.0
17	1	01	0.00	0.01	5.4	3.4	4.0	50.0
18	1	01	0.04	0.02	6.7	4.3	4.9	50.0
19	1	01	0.00	0.03	4.7	4.0	1.3	50.0

Slika 5 - Posnetek okna uporabniškega vmesnika PELMO za klimatske podatke

Klimatska datoteka PELMO ima med vrednostmi (stolpci) nekaj, kar ne vidimo v običajnih urejevalnikih teksta (Notepad, Wordpad, Word).

Ugotavljanje dejanskega formata klimatske datoteke je pokazalo, da ne moremo zaupati opisu v pomoči. Opis potrebnih postopkov za prilagoditev klimatskih datotek ARSO na format, ki ga zahteva PELMO ne sodi v nalogo, ki se ukvarja z varstvom naravne dediščine. Je pa nujno potreben za ponovitev simulacij, ki bi jih izvedli drugi zainteresirani. Zato smo ves postopek opisali v prilogi Urejanje klimatskih datotek v zahtevano obliko za model PELMO.

PELMO zahteva za vsako leto posebno datoteko s predpisano obliko imena in glavo (prva vrstica). Klimatsko datoteko moramo razdeliti na toliko datotek, kot je let in vsaki datoteki vrniti v ime podatek o letu. To naredimo v programu – zanki, ki opazuje podatek o letu in konča, ko naredimo datoteko za zadnje leto. Na Slikah 6 in 7 sta posnetka dveh tako dobljenih datotek.

Ver 2 Jeruzalem scenario (46.54 N, 16.10 E)) vines no IRR Year:05							
1 105	0.140	0.020	-9.200	-9.900	4.500	94.000	
1 205	0.410	0.020	-7.400	-8.400	3.000	92.000	
1 305	0.430	0.020	-4.000	-4.800	4.000	96.000	
1 405	0.450	0.020	-2.200	-2.700	2.000	98.000	
1 505	0.490	0.020	-2.200	-2.800	1.000	97.000	
1 605	0.000	0.020	-3.000	-3.200	3.500	97.000	
1 705	0.000	0.020	-3.000	-3.900	2.000	96.000	
1 805	0.000	0.020	-2.000	-3.100	3.000	98.000	
1 905	0.000	0.020	-2.000	-2.100	1.500	99.000	
11005	0.600	0.020	-2.400	-2.600	2.000	99.000	
11105	0.640	0.020	-1.000	-1.400	1.500	99.000	
11205	0.400	0.020	-1.400	-2.800	2.300	96.000	
11305	0.000	0.030	0.000	-1.100	3.500	95.000	
11405	0.000	0.020	2.000	-0.200	3.500	94.000	
11505	0.000	0.020	-1.200	-3.000	6.000	97.000	
11605	0.000	0.030	-2.000	-2.300	1.500	98.000	
11705	0.000	0.030	-3.000	-3.500	1.600	97.000	
11805	0.000	0.030	-3.200	-4.000	1.500	96.000	
11905	0.000	0.030	-3.200	-3.600	1.800	96.000	
12005	0.000	0.030	-1.000	-1.300	3.000	98.000	
12105	0.800	0.030	0.200	0.000	1.500	100.000	

Slika 6 - Posnetek začetka klimatske datoteke JERUZALEM_01.CLI

Na koncu bi še omenili problem zadostnega števila vhodnih podatkov. Razpolagali smo s serijo podatkov desetih let (cca. 65000 podatkov za vsako lokacijo) in sicer od leta 1995 do leta 2005. Pa je deset let dovolj dolga doba? O tem smo se posvetovali z M. Kleinom, avtorjem modela PELMO, ki nam je povedal, da je tudi on uporabil podobno veliko serijo podatkov, ki pa jo je nato enostavno večkrat podvojil. Tudi avtorji standardnih scenarijev so ravnali podobno, saj so imeli včasih celo samo nepopolne podatke za serije 20 let (glej pregled objav).

Pri poskusu zagona modela smo naleteli na problem, da so v model na nek nam neznan način vgrajena koledarska leta, ki začnejo s prvim neprestopnim letom. Ker se naši klimatološki podatki začnejo s prestopnim letom, smo morali zanemarljivo "dopolniti" klimatske datoteke. Odstranili smo podatke za 29.2. in dodali kopijo podatkov za 28.2. kot podatke za 29.2. v prestopnih letih. Po daljšem delu smo odkrili drug, še bolj preprost način obvladovanja prestopnosti (več o tem v nadaljevanju). Ob

tem velja poudariti, da je aplikacija zelo občutljiva na manjkajoče ali napačne podatke. Nekaj o tem smo že napisali, na tem mestu bi le še dodali, da so bili v izvornih klimatskih datotekah (pridobljenih na ARSO) podatki -999, ki jih je program zelo različno interpretiral, tudi kot temperaturo -999 °C. V diagramu temperatur za 10 let teh drobnih napak (nekaj dni) ni bilo niti opaziti. So pa napake vplivale bistveno na potek temperature tal v globini. Šele po razmisleku in ponovnem pregledovanju datotek smo odkrili napako!

Ver 2 Murska Sobota scenario (46.54 N, 16.10 E) vines no IRR Year:10							
1 110	0.000	0.030	1.500	-4.500	11.300	74.000	
1 210	0.000	0.050	5.100	1.100	13.300	61.000	
1 310	0.000	0.040	-1.300	-4.700	9.000	55.000	
1 410	0.000	0.020	-4.800	-8.800	10.100	72.000	
1 510	0.000	0.030	-1.000	-4.300	12.700	79.000	
1 610	0.000	0.020	3.000	-4.300	13.300	81.000	
1 710	0.000	0.030	4.600	-0.800	14.000	79.000	
1 810	0.000	0.030	3.100	-1.700	10.300	90.000	
1 910	0.000	0.010	2.700	-2.800	9.700	93.000	
11010	0.000	0.020	-2.400	-3.500	4.700	99.000	
11110	0.000	0.020	-3.400	-3.600	1.200	98.000	
11210	0.000	0.020	-3.400	-3.900	1.000	96.000	
11310	0.000	0.020	-2.600	-3.400	2.400	98.000	
11410	0.790	0.030	-2.600	-3.700	2.700	95.000	
11510	0.000	0.030	-3.400	-4.700	2.300	93.000	
11610	0.000	0.030	-3.500	-4.200	1.700	95.000	
11710	0.000	0.030	-2.300	-3.200	2.400	96.000	
11810	0.000	0.030	-1.000	-2.200	2.800	93.000	
11910	0.000	0.020	-0.900	-6.000	10.400	91.000	
12010	0.000	0.030	2.800	-2.500	10.900	90.000	
12110	0.000	0.040	3.900	0.900	10.500	90.000	
12210	0.000	0.050	10.200	1.700	14.000	84.000	
12310	0.000	0.070	10.400	5.700	14.100	77.000	
12410	0.000	0.060	9.300	8.000	3.100	85.000	

Slika 7 - Posnetek začetka klimatske datoteke TESANOVCI_10.CLI

Standardni scenariji zahtevajo klimatološke datoteke za 26 let (dejansko za 20 let), mi pa imamo na voljo podatke le za 10 let. Vrh vsega so naši podatki za skoraj 30 let mlajši. Pomagali smo si s podobnim pristopom kot avtorji standardnih scenarijev. Podatke zadnjih šestih let smo uporabili za "zagonska leta" (warm up). Tako smo podatke iz let 5 do 10 uporabili za prvih šest let. Podatki iz našega prvega leta ustrezajo prestopnemu letu. Sedmo leto v seriji let standardnega scenarija je neprestopno in šele osmo leto je ponovno prestopno. Pravilno zaporedje let dobimo, če začnemo s sedmim letom v naši seriji. Izberimo za prvo leto v naši seriji oznako 04 (1996) in zadnje oznako 13 (2005). Serijo 26 let sestavimo iz naših klimatoloških podatkov na način, ki je prikazan v preglednici 10.

Želeli smo ohraniti čim bolj dejansko zaporedje let brez številnih nenaravnih preskokov med 31.12. in 1.1., kar nam je z našim postopkom tudi uspelo. Vmesna leta med dvema serijama smo izbrali tako, da spadajo v dve polovici desetletne serije.

Preglednica 10 - Tvorba zaporedja 26 let iz podatkov za 10 let.

Leto v seriji 26 let	Leto iz serije naših klimatoloških podatkov
01	1997 - 05
02	1998 - 06
03	1999 - 07
04	2000 - 08
05	2001 - 09
06	2002 - 10
07	1999 - 07
08	2000 - 08
09	2001 - 09
10	2002 - 10
11	2003 - 11
12	2004 - 12
13	2005 - 13
14	2002 - 10
15	2003 - 11
16	1996 - 04
17	1997 - 05
18	1998 - 06
19	1999 - 07
20	2000 - 08
21	2001 - 09
22	2002 - 10
23	2003 - 11
24	2004 - 12
25	2005 - 13
26	1997 - 05

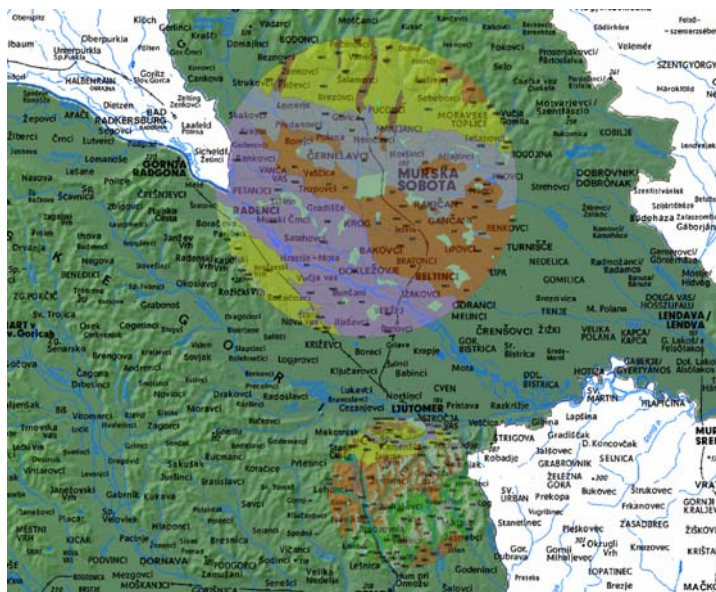
3.4.2 Pedološki podatki

Težava je v tem, da so nekateri ključni podatki: specifična masa tal, delež organskega ogljika in predvsem hidrološki parametri podani posredno in opisno. Dolgo smo iskali rešitev problema. Delež organske snovi smo rešili, ker je za nekaj lokacij poleg opisa na voljo tudi delež organske snovi. Tako smo izenačil opise humozen, srednje humozen, slabo humozen, pretežno mineralen, mineralen, ki jih pozna Vrščaj s sod. (2000), s povprečno vrednostjo vsebnosti organske snovi na lokacijah, kjer je ta podatek kvantitativno prisoten v gradivu, ki smo ga dobili na Kmetijskem inštitutu Slovenije.

Specifično maso smo ocenili s pomočjo programa avtorja Keith E. Saxton Soil Water Characteristics Hydraulic Properties Calculator. Stroka predlaga uporabo te metode, če niso na voljo res kvalitetni podatki iz meritev. Program omogoča tudi oceno hidroloških parametrov in smo ga uporabili namesto aproksimativnih formul za oceno teh parametrov, ki jih podaja avtor programa PELMO v pomoči.

Za pridobitev potrebnih podatkov o tleh (pedološka karta) je bilo potrebno veliko mučnih razlag različnim ljudem oziroma za to pristojnim institucijam. Najprej smo se obrnili na Biotehniško fakulteto, Oddelek za agronomijo, Katedra za pedologijo, kjer razpolagajo s pedološko karto v merilu 1:25000, a smo od njih izvedeli, da je to za naše raziskave neprimerno. Nazadnje smo preko dr. Simončiča spoznali gospoda Vrščaja na Kmetijskem inštitutu Slovenije, ki nam je posredoval želene podatke.

Kot smo že omenili, smo v našem konkretnem primeru izbrali dve območji v SV Sloveniji, točneje območji Murske Sobote (MS) in Jeruzalema (JER). Problem nastane, ker se pedološki podatki na tem območju zelo spreminjajo. Zato smo si pomagali s prijemom, ki nam ga je pojasnil M. Klein. On in sodelavci so za tiste lokacije, za katere ni bilo na voljo pedoloških podatkov, enostavno naredili namišljen krog z radijem npr. 5 km. Nato so znotraj kroga vzeli po npr. štiri talne profile in izmed vseh karakteristik izbrali tiste najslabše.



Slika 8 - Območje MS z radijem 10 km znotraj katerega ležijo talni profili

Enako kot za Mursko Soboto smo potem storili še za Jeruzalem. Pri Jeruzalemu smo se odločili za območje z radijem 5 km.

Za vsako od teh dveh območji smo izbrali štiri talne profile (glej preglednico 11)

Preglednica 11 – Talni profili, ki so prisotni na območju Murska Sobota in Jeruzalem

MURSKA SOBOTA	JERUZALEM
talni tip	talni tip
Hipoglej, distričen, mineralen	Distrična rjava tla na pliocenskih peskih
Hipoglej, evtričen, mineralen, srednje močan	PP0468, nedoločen talni tip
Obrečna tla na nekarbonatnemrodu	PP0469, nedoločen talni tip
Pseudoglej, ravninski, districen, plitev	Rigolana vinogradniška tla (vitisol)

Legenda: PPxxxx – pedološki profil številka xxxx

Podajamo dostopne opise talnih tipov po Suhadolc s sod. (2005):

- Hipoglej, distričen, mineralen: razvil se je na različno debelih plasteh meljastih in glinastih ilovic. Je zgoščen in ima slabo razvito strukturo. Spada med zamočvirjene prsti. Ker je večinoma melioriran (reguliran vodni režim v tleh), je kmetijsko obdelan in spada med tla, pogojno primerna za kmetijstvo.
- Hipoglej, evtričen, mineralen, srednje močan
- Obrečna tla na nekarbonatnemrodu: zelo primerna poljedelska tla, saj so v vseh globinah tla rahla, ter sposobna sprejeti in zadržati vlago.
- Pseudoglej, ravninski, districen, plitev: razvil se je na ilovnatih usedlinah. Površinski del je dobro drobljiv in vodoprepusten, medtem ko je spodnji horizont zelo gosto zložen in slabo prepusten. Ker je slabo zračen je za rastline neugoden, saj se korenine, ki prodrejo v spodnji horizont zadušijo in odmrejo. Spomladi je dolgo hladen in moker, poleti pa se izsuši in razpoka. Pseudogleji spadajo med slabša kmetijska tla.
- Distrična rjava tla na pliocenskih peskih
drobljiva in zračna tla, z obstojno strukturo, Zaradi kisle reakcije in nizke nasičenosti z bazami so to naravno manj rodovitna tla. Lahko pa jim s smotrnim gnojenjem izboljšamo rodovitnost.
- Rigolana vinogradniška tla (vitisol).

Podajamo primer tistih zbranih podatkov za posamezen talni tip, ki so potrebni za izdelavo scenarija.

- število horizontov in njihova globina v cm,
- vrednost pH,
- tekstura/zrnavost (vsebnost peska, melja in gline) in
- vsebnost organskega ogljika (org. C) oziroma organske mase.

Kot praktičen primer navajamo talni tip: Hipoglej, Distričen, mineralen

Preglednica 12 - Primer talnega tipa, pH vrednosti

Horizont	Globina v cm	Vrednost pH
AaGo	0-22 (22)	4,3
Go	22-55 (33)	4,3
Gr1	55-85 (30)	4,1
Gr2	85-95 (10)	4,3

Legenda: AaGo, Go, Gr1 in Gr2 – oznake horizontov v dokumentaciji KI

Aa – zgornji horizonti, kjer se pogosto zadržuje voda.
Go – oksidirani deli horizonta G. Nihanje gladine podtalnice (rjasti madež)
Gr – reducirani deli horizonta G. Trajno prisotna podtalnica (popolnoma siv)

Preglednica 13 – Primer talnega tipa, tekstura / zrnavost (vsebnost peska, melja in gline)

Horizont	Vsebnost peska (%)	Vsebnost melja (%)	Vsebnost gline (%)
AaGo	13,9	52,3	31,9
Go	11,7	52,9	35,4
Gr1	15,1	67,7	27,2
Gr2	13,9	52,3	31,9

Legenda: AaGo, Go, Gr1 in Gr2 – oznake horizontov v dokumentaciji KI

Aa – zgornji horizonti, kjer se pogosto zadržuje voda.
Go – oksidirani deli horizonta G. Nihanje gladine podtalnice (rjasti madež)
Gr – reducirani deli horizonta G. Trajno prisotna podtalnica (popolnoma siv)

V našem konkretnem primeru se pri Jeruzalemu (JER) pojavi problem, kajti pri nobenem od štirih talnih tipov ni izmerjene organske mase. Imamo le podroben opis tal po horizontih (dobro humozna, humozna, slabo humozna, pretežno mineralna, mineralna). Te opise smo potem izenačili s povprečno vsebnostjo organske mase.

Nato vse te podatke vpišemo v datoteko s podaljškom sže (Slika 9). Ta datoteka vsebuje tako podatke o tleh (talni profil) "Soil Horizon Parameters", kot tudi podatke o gojeni rastlini "Crop Parameters".

The screenshot shows the PELMO software interface with the following sections and parameters:

- Title:** Ver 2 Châteaudun, apples
- Geogr. Latitude:** 48
- Factor for Snow Melt:** 0.46
- Evapotranspiration:**
 - Calculate ET with: Pan evaporation data
 - Minimum Depth for ET: 20 cm
 - Pan Factor for ET: 0.99
- Erosion:** ☐ Calculate Erosion
- Runoff:** ☒ Calculate Runoff
- Runoff Depth:** 5 cm
- Crop Parameters:** Create / Modify Crop Rotation
- Soil Parameters:**
 - Core Depth: 260 cm
 - Number of Layers: 52
 - Thickness of Layers: 5.00 cm
 - Number of Horizons: 7
- Hydraulic Parameters:**
 - ☒ Direct Input of Field Capacity and Wilting Point
 - ☐ Pedotransfer Function of PRZM I
 - ☐ Pedotransfer Function of PELMO
 - ☐ Exponentially Restricted Drainage
- Soil Horizon Parameters:** (button)
- Output Information:**
 - Frequency of Output: Yearly
 - Output for Every ... th Layer: 1
- Output Files for:**
 - Hydrology: Yearly
 - Solute Mass: Yearly
 - Concentration: Yearly

Slika 9 - Posnetek uporabniškega okna PELMO za urejanje .sze datotek

Pri tem lahko podrobneje določamo dve skupini parametrov. Gre za podatke o tleh (Soil Horizon Parameters) in pa za podatke o gojeni rastlini (Crop Parameters).

Tako dobimo, če izberemo "Soil Horizon Parameters":

Horizon Number	Thickness [cm]	Bulk Density [kg/L]	Dispersion [cm ² /d]	Initial Soil Water [m ³ /m ³]	Field Capacity [m ³ /m ³]	Wilting Point [m ³ /m ³]	Organic Carbon [%]	pH-Value	Biodeg. factor [-]
Horizon 1	28	1.44	0	0.374	0.374	0.253	2.3	-99	1
Horizon 2	20	1.38	0	0.372	0.372	0.235	0.7	-99	0.5
Horizon 3	42	1.39	0	0.362	0.362	0.176	0.3	-99	0.1

Slika 10 - Posnetek uporabniškega okna PELMO za vnos vrednosti za tla

Zahtevani podatki obsegajo (v oklepaju je originalen angleški izraz):
število horizontov in za vsak posamezen horizont njegovo debelino v cm (thickness),
gostoto (bulk density),
disperzijo v cm^2/d (dispersion),
začetno vsebnost vode v m^3/m^3 ,
poljsko kapaciteto v m^3/m^3 : je tista količina vode, ki ostane, ko iz tal odteče vsa gravitacijska voda,
točko venenja v m^3/m^3 : je tisti vodni potencial tal pri katerem rastlina ne more več vzpostaviti turgorja, četudi popolnoma omeji transpiracijo,
vsebnost organskega ogljika v % (Organic Carbon),
pH vrednost (pH-Value) in
biodegradacijski faktor (biodeg. factor).

Najbolj ključna stvar pri pedoloških profilih je vsebnost organskega ogljika oziroma kar organske mase.

Preglednica 14 – Vrednosti za delež organske mase [%] in organskega ogljika [%] za izbrano lokacijo

Horizont	Vsebnost organskega ogljika	Vsebnost organske mase
AaGo	3,0	5,1
Go	1,2	2,1
Gr1	0,9	1,5
Gr2	3,0	5,1

Legenda: AaGo, Go, Gr1 in Gr2 – oznake horizontov v dokumentaciji KI

Aa – zgornji horizonti, kjer se pogosto zadržuje voda.
Go – oksidiran del horizonta G. Nihanje gladine podtalnice (rjasti madež)
Gr – reducirani del horizonta G. Trajno prisotna podtalnica (popolnoma siv)

V primeru, da imamo na voljo zgolj enega od obeh potrebnih podatkov (npr. zgolj vsebnost organskega ogljika), si pomagamo s formulo (1): organska snov v % = $1,724 \cdot$ organski ogljik v %.

Gostoto smo ocenili prav tako s programom Soil Water Characteristics in ne s aproksimativnimi formulami, ki jih podaja avtor modela PELMO v pomoči (Klein, 1995).

Podatki o tleh ne ustrezajo tudi po debelini opazovanih tal. Vsi modeli, ki jih predvideva FOCUS (tudi PELMO), računajo z bistveno debelejšimi tlemi. V opisu standardnih scenarijev je pri izbiri podatkov o tleh podan postopek, kako so to dosegli. Najglobji sloj so "umetno" poglobili do minimalne zahtevane globine. Prav tako so po potrebi sloje razdelili na dva podsloja, da so lahko pravilno upoštevali

zmanjševanje biodegradacije. Enake postopke smo uporabili tudi mi na način, ki ga bomo podrobneje pojasnili v naslednjem poglavju.

3.4.3 Podatki o gojeni rastlini - "crop parameters"

Če pa v oknu za urejanje *sze izberemo "crop parameters, se nam odpre novo okno

Slika 11 - Posnetek uporabniškega okna PELMO za podatke o kulturni rastlini

Izbrali smo dve gojeni rastlini in sicer koruzo (primerno za Tešanovce) in vinsko trto (primerno za Kogel).

Skupaj s podatki o tleh tvorijo podatki o gojeni rastlini t.i. "scenario file" (s podaljškom sze).

Za naše nadaljnje delo so predvsem pomembni kmetijski podatki, ki obsegajo kalitev (emergence), zrelost (maturity) in žetev (harvest). Razumevanje dozoritve je svojstveno saj so n.pr. pri vinski trti kot datum zrelosti uporabili kar dan, ki sledi kalitvi. To pomeni, da se brsti vinske trte razvijejo v liste v enem dnevu! Želeli smo ohraniti

skladnost s FOCUS in smo tudi mi pri vinski trti uporabili enak način določanja ključnih datumov. Potrebno je vnesti dan, mesec in leto za obe odgovarjajoči gojeni rastlini (koruza, vinska trta).

V spodnjih tabelah navajamo približne podatke za korožo, ozimino in vinsko trto. Podatki so res zgolj približni. Na različnih lokacijah sadijo ob različnih dnevih, pri koroži pa je problem še v tem, da ločimo več hibridov in sort korože in te se prav tako sadijo časovno različno. Za preverjanje pravilne uporabe modela PELMO potrebujemo tudi podatke o ozimini (pšenici), ki je referenčna kulturna rastlina za vse scenarije FOCUS.

Preglednica 15 - Podatki o gojeni rastlini

kalitev = emergence

GOJENA RASTLINA	DATUM
koruza	konec aprila
vinska trta	sredina marca
ozimina (pšenica)	konec oktobra

zrelost = maturity

GOJENA RASTLINA	DATUM
koruza	sredina avgusta (začetek septembra)
vinska trta	začetek septembra
ozimina (pšenica)	druga polovica maja

žetev = harvest

GOJENA RASTLINA	DATUM
koruza	konec septembra (začetek oktobra)
vinska trta	sredina septembra
ozimina (pšenica)	začetek julija

3.4.4 Podatki o FFS

Na koncu pa o najbolj zahtevni nalogi. Dosjeji FFS-jev naj bi vsebovali vse kemijske in fizikalne lastnosti aktivnih snovi in metabolitov. So izredno bogati po rezultatih različnih laboratorijskih študij toksičnosti, tudi nekaj rezultatov modeliranja obnašanja v okolju smo zasledili. Manjkajo pa številni osnovni parametri kot je n.pr. molekulska masa metabolitov. Za fasetil AI smo jo izračunali na osnovi primerjave strukturnih formul sami. Podobno velja za vrednosti K_{OC} , topnost v vodi (metabolitov), sorbcijo. Težava je v tem, da ti podatki niso dostopni niti v najbolj pogosto uporabljenih zbirkah, kot je ChemIndex. Trajalo je kar nekaj časa, da smo jih vsaj delno poiskali. Težave so tudi z degradacijo. V dosjejih so navedeni zelo različni časi. Ker gre za primerjave lokacij, bi lahko ta problem zanemarili in izbrali poljubno vrednost. Toda, ker želimo, da bi bili rezultati simulacij uporabni kot izhodišče za kvalitetnejšo presojo tveganja, smo izbrali po možnosti vrednosti dobljene z meritvami na terenu in med njimi najdaljše čase degradacije.

Active Substance

Name: Comment: Mol Mass [g/mol]:

Application Data:

Kind of Application:
☒ Soil Application
☐ Plant Application - Linear
☐ Plant Application - Exponential

absolute applications dates:

Mode of application:

Total number of app.

absolute application dates:
 Location:

previous / next application

Plant uptake factor:

Volatilization Data:

Henry Constant:
☒ Direct Input
☐ Calculated

Henry Constant [J / mol]

Diffusion Coefficient Air [cm²/s]

Volatilization Depth [cm]

Sorption Data:

Kf-Value:
☐ Direct Input
☒ Calculated with KOC

Koc Value [mL / g]

Freundlich Exponent

pH-Value During Study

pKa-Value

Limit for Freundlich [µg / L]

Annual Increase [%]

Depth Dependent Sorption and Transformation Data (FOCUS Tier 2):

☒ Standard deg. values (Tier 1) ☐ Deg constant with depth ☐ Individual deg.

Slika 12 - Posnetek uporabniškega vmesnika PELMO za podatke o aktivni snovi

Molmass [g/mol]: 118.1		Name of Metabolite: MNG				
Plant uptake factor: 0						
Sorption Data:						
Kf-Value ☐ Direct Input ☒ Calculated with KOC		Koc Value [mL / g]	Freundlich Exponent	pH-Value During Study	pKa-Value	Limit for Freundlich [µg / L]
		20.5	0.9	7	20	0.01
Annual Increase [%] 0						
Depth Dependent Sorption and Transformation Data (FOCUS Tier 2):						
☒ Standard values (Tier 1) ☐ Constant with depth ☐ Individual				Number of Horizons 0		

Slika 13 - Posnetek uporabniškega vmesnika PELMO za podatke o metabolitu.

3.5 OBDELAVA IZHODNIH PODATKOV MODELA

Model PELMO zapisuje vrednosti številnih spremenljivk v različne datoteke. Originalno je bil razvit za operacijski sistem MS DOS. Naknadno so mu dodali program ovojnico – lupino, školjko (shell) za operacijski sistem Windows, ki se uporablja za verzijo 3.2. Ponuja prikaz diagramov in datoteko z vrednostmi koncentracije izcedka na dnu tal in v globini 1 m po letih. Če uporabimo standardni scenarij, dobimo tudi izpis leta, ki po vrednosti koncentracije izcedka najmanj prekorači 80 percentilno vrednost.

S temi možnostmi nismo bili zadovoljni. Želeli smo bolj kvalitetne možnosti prikaza in analize spremenljivk (n.pr. potek koncentracije izcedka po dneh v globini 1 m in na dnu tal). Program generira tudi zelo obsežno datoteko, ki vsebuje po dnevih podatke za številne spremenljivke od temperature tal do koncentracij aktivnih snovi v različnih globinah. Izbrane spremenljivke so predstavljene na Sliki 14.

TETD	TSER	0
INFL	TSER000000021	
INFL	TSER000000035	
PRCP	TSER	0
RUNF	TSER	0
ESLS	TSER	0
THET	TSER	1
THET	TSER000000020	
THET	TSER000000034	
TEMP	TSER	1
TEMP	TSER000000020	
TEMP	TSER000000034	
TPAP	TSER	1 1.0E5
TPST	TSER000000001	
TPST	TSER000000002	
TPST	TSER000000003	
TPST	TSER000000004	
TDKF	TSER000000034	1.0E5
AFLX	TSER000000020	1.0E5
AFLX	TSER000000034	1.0E5
RFLX	TSER	0 1.0E5
EFLX	TSER	0 1.0E5
TUPF	TSER	0 1.0E5
TVOX	TSER	0 1.0E5
SNOF	TSER	0

Slika 14 - Posnetek dela sže datoteke, ki določa izpis izbranih izhodnih spremenljivk modela.

Najbolj zanimive spremenljivke so: THET – vlaga v tleh na različnih globinah, TEMP – temperatura v tleh na različnih globinah, TPST – koncentracija aktivne snovi (FFS) na različnih globinah in SNOF – koncentracija aktivne snovi (FFS) v izcedku. Del datoteke plot.plm, ki vsebuje vrednosti izbranih spremenljivk, prikazuje Slika 15.

*** PELMO VERSION 3.21 May 2002 ***

Ver 2 Kogel, korusa

PONCHO <Klotianidin>

Ver 2 Jeruzalem scenario (46.54 N, 16.10 E) vines no IRR Year:05

312

1	0.188E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.389E+00	0.393E+00	0.393E+00
2	0.188E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.387E+00	0.393E+00	0.393E+00
3	0.188E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.386E+00	0.393E+00	0.393E+00
4	0.188E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.385E+00	0.393E+00	0.393E+00

Slika 15 - Posnetek izseka iz datoteke plot.plm.

Izdelali smo programe, ki nam omogočajo izločanje zelenih vrednosti spremenljivk in tudi enostavne izračune odvisnih spremenljivk: n.pr. koncentracije aktivne snovi v izcedku na osnovi izcedka in pretoka aktivne snovi na površini 1ha.

4 REZULTATI

4.1 SPLOŠNO

4.1.1 Posebnosti pri uporabi modela PELMO

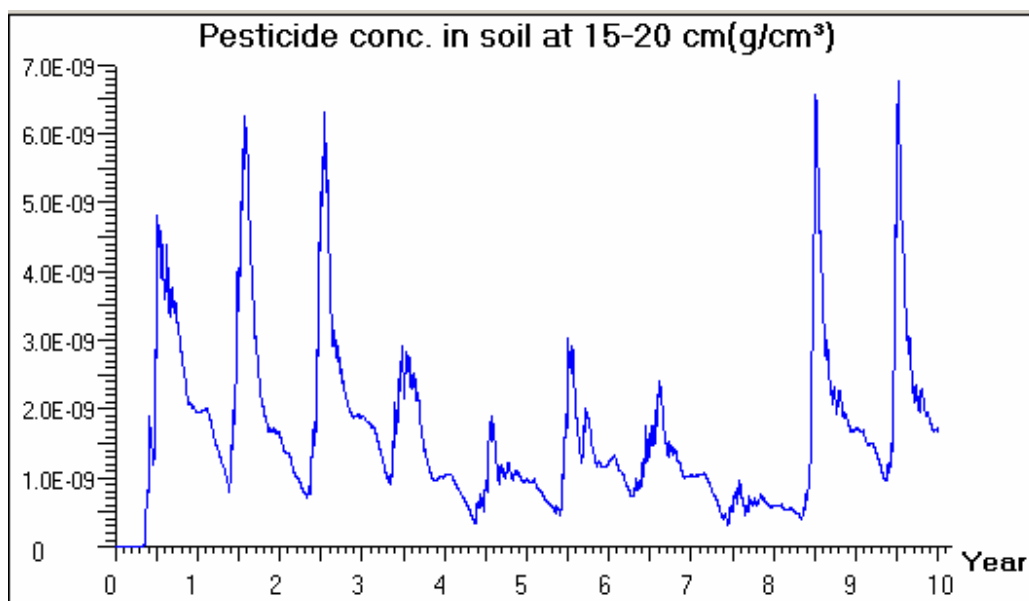
V nalogi smo uporabljali verzijo 3.3.2., ki je dopolnjena z lupino (shell) WPELMO.EXE. Ta omogoča uporabo v novejših verzijah operacijskega sistema Windows. Vključeni so že obstoječi scenariji (9) in poljščine za posamezne lokacije. Vendar grafičnih vmesnikov (GUI), ki omogočajo vnos podatkov za klimatske datoteke (*.cli), scenarij (*.sze) in pripravek (*.psm), žal nismo mogli uporabiti v celoti.

Pri uporabi modela z že izdelanimi scenariji smo lahko spreminjali le datoteko za vnos podatkov o FFS (njegovi aktivni snovi in metaboliti). Ostale podatke (klimatske in pedološke) smo morali vnesti direktno v datoteke, ker lupina ne dopušča sprememb. Postopek je bil pojasnjen v poglavju materiali in metode.

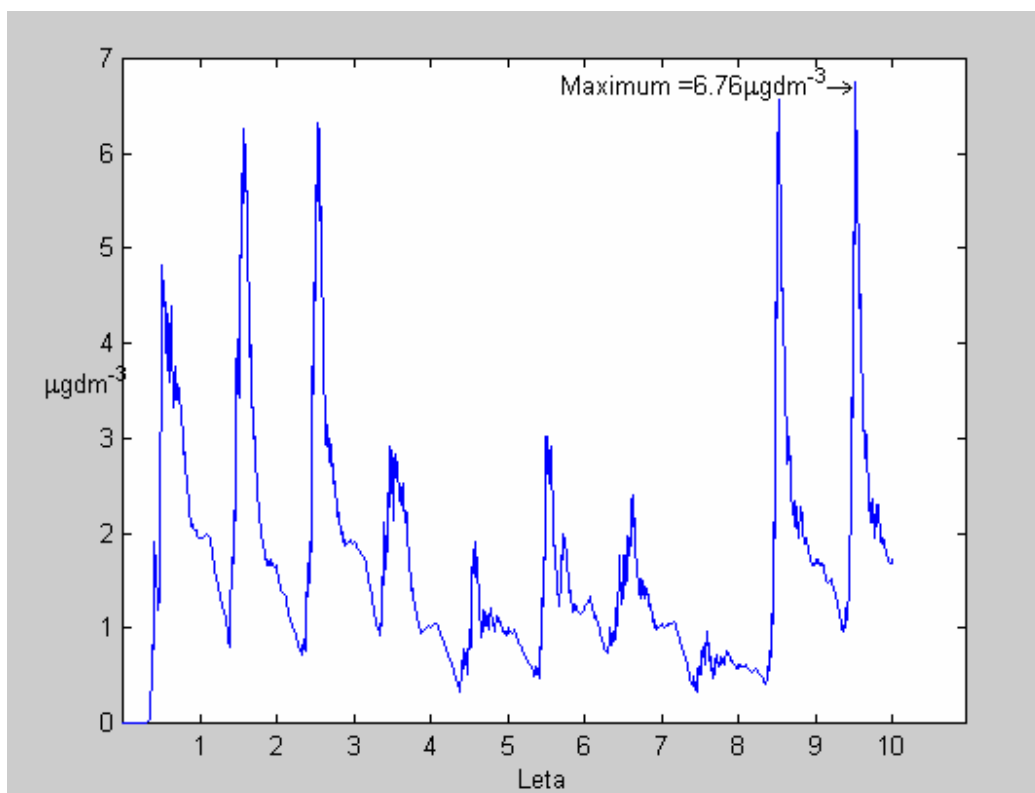
Model izpiše vse podatke po dnevih v posebno izhodno datoteko (PLOT.PLM). V scenariju določimo tudi, katere spremenljivke želimo izpisati. Odločili smo se za najbolj bogat izbor 25 spremenljivk. V nalogi bomo obravnavali le koncentracije aktivnih snovi. Potek koncentracij v vrhnjem sloju tal ni tako zanimiv kot v globini. Na voljo imamo: koncentracijo na površini (0-5 cm), koncentracijo do meje drugega sloja (5-10 cm), koncentracijo v tretjem sloju (5-10 cm) in koncentracijo v globini 15-20 cm. Debelino slojev določimo v scenariju (.sze). Odločili smo se, da bomo vse primerjave delali za **koncentracije aktivne snovi v tleh na globini 15-20 cm** in za **koncentracije aktivne snovi v izcedku**.

Rezultati v že prej omenjeni obsežni datoteki (PLOT.PLM) niso primerni za presojo, zato sam model ponuja izpis v obliki diagramov. Ti diagrami so za prvi vtis primerni, ne omogočajo pa določanja maksimalnih vrednosti in podrobnejših analiz. Kot primer takega diagrama podajamo Sliko 16.

Sami smo se odločili za drugačen pristop. Iz datoteke PLOT.PLM, ki vsebuje 25 spremenljivk, smo s pomočjo programa izločili vrednosti tiste spremenljivke, ki nas zanima v posebno datoteko. To datoteko smo zatem primerno obdelali v orodju Matlab, uporabili njegove zmožnosti za predstavitev vektorjev in končno dobili diagram na sliki 17.



Slika 16 - Primer diagrama poteka koncentracij aktivne snovi kot ga ponudi sam program PELMO



Slika 17 - Diagram poteka koncentracij aktivne snovi, pridobljen na osnovi izračuna iz podatkov v izhodni datoteki PLOT.PLM in izrisan s programom MATLAB

Cilj tega postopka ni bil samo v tem, da diagram opremimo z oznakami osi, ampak predvsem to, da izbrane podatke vnesemo v orodje, ki omogoča obdelave podatkov in poljuben prikaz.

4.2 PREIZKUS PRAVILNOSTI UPORABE MODELA PELMO

Model FOCUS PELMO ima priložene datoteke za klimatske podatke, datoteke za tla in datoteke za štiri umetne (slepe, navidezne - dummy) pesticide (FFS-je), imenovane kratko A, B, C in D. Med uporabniki modela velja, da je potrebno najprej preveriti obvladovanje modela s temi standardnimi scenariji in dobljene rezultate primerjati z objavljenimi. Mi smo to primerjavo razširili še na naši izbrani lokaciji (Tešanovci in Kogel) in dobili tako prve primerjalne podatke. Pri tem pa nastopi težava. Rezultatov preizkusa delovanja s standardnimi scenariji za vse umetne pesticide navidez ne bi bilo potrebno podajati. V dokumentaciji so objavljene vrednosti za "80 percentilno leto". V razpravi se bomo dotaknili tudi teh rezultatov, zato podajamo dejanske 80 percentilne vrednosti, ki smo jih dobili direktno iz izhodnih datotek simulacije s standardnimi scenariji. Ugotavljamo, da se naši rezultati napovedanih koncentracij ujemajo z objavljenimi vrednostmi (FOCUS groundwater scenarios ..., 2000: 72 in 73). Omenimo samo, da v tabeli zapisane 80 percentilne vrednosti odstopajo od dejanskih. Vzete so namreč vrednosti iz leta, ki ima najbližjo višjo vrednost napovedane koncentracije. Za izračun koncentracij na naših lokacijah način preko standardnih scenarijev ni možen. Uporabiti moramo uporabnikove lastne scenarije (User Specific Scenarios). Ker bomo z lastnimi scenariji in dejanskimi pesticidi izvajali številne simulacije, moramo zaupati v to, da znamo scenarije pravilno pripraviti. V ta namen smo iz FOCUS psm datotek za slepe pesticide in ozimna žita tvorili psm datoteke za posamezne lokacije. Iz sze datotek za posamezne lokacije smo izločili del za ozimino in dobili lastne sze datoteke. Tako dobljene datoteke smo uporabili kot uporabnikove lastne in rezultate primerjali z rezultati iz simulacije s standardnimi scenariji. Vrednosti so se ujemale, vendar simulacija z uporabnikovimi lastnimi scenariji (user specific) izpiše samo koncentracije v izcedku na dnu tal in ne tudi hkrati na globini 1 m kot pri standardnih scenarijih. Program PELMO v uporabniškem vmesniku uporablja izraz scenarij, čeprav so to lahko tudi podatki o neki konkretni lokaciji (klimatološki in talni).

Do koncentracij na dnu tal smo se morali dokopati posredno. PELMO tvori datoteke CHEM.PLM in CHEM_XX.PLM (XX – metabolit). Vsebujejo podatke o vsoti letnih (mesečnih) pretokov na dnu posameznega predelka (compartment) debeline, ki jo izberemo (v naših primerih in v FOCUS scenarijih 5 cm). Če uporabimo še podatke iz datoteke PLOT.PLM, ki vsebujejo med drugim tudi izcedek (percolate) na dnu predelkov, lahko izračunamo koncentracijo aktivne snovi ali metabolita v izcedku. Pravilnost izračuna smo preverili s primerjavo izračunanih vrednosti z vrednostmi, dobljenimi iz izhodnih preglednic pri izvajanju standardnih tekov. Vrednosti iz izhodnih

preglednic označimo v Preglednicah 16 in 17 s v., vrednosti, izračunane po zgoraj opisanem postopku pa z l.v.. Postopek izračuna je prikazan v enačbi (2).

Ko smo se prepričali o ujemanju, smo izvedli tudi simulacije za naši lokaciji Kogel in Tešanovci. Podajamo napovedane koncentracije za umetne pesticide za standardne scenarije in naši lokaciji Kogel in Tešanovci v globini 1 m (Preglednica 16) in za standardne scenarije in naši lokaciji Kogel in Tešanovci na dnu tal (Preglednica 17).

Preglednica 16 - Koncentracije umetnih pesticidov (FFS-jev) v izcedku v globini 1 m za standardne scenarije v [$\mu\text{g/l}$].

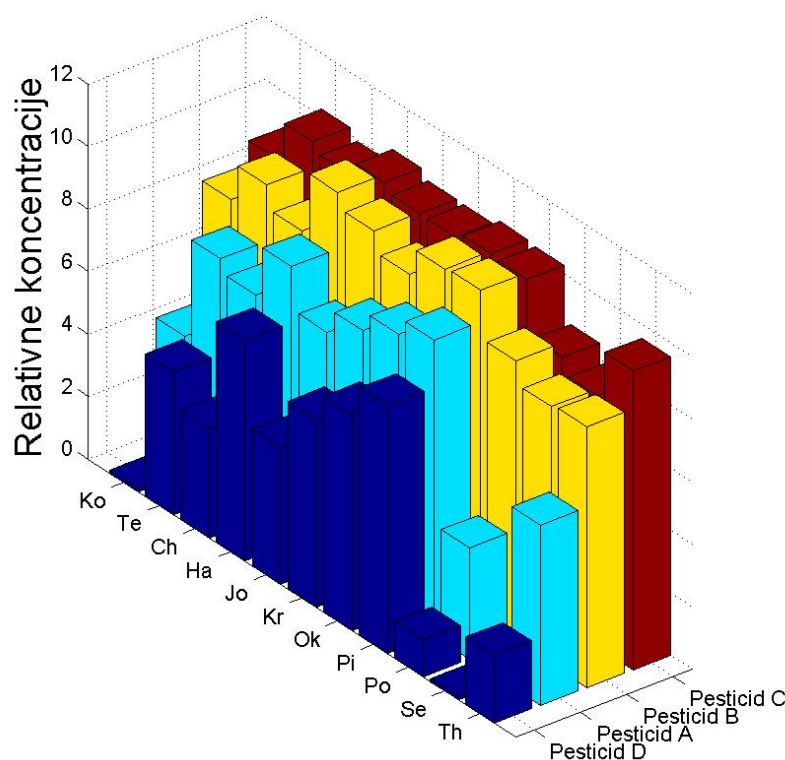
scenarij/lokacija	Pesticid (FFS) A		Pesticid (FFS) B		Pesticid (FFS) C				Pesticid (FFS) D	
	aktivna snov		aktivna snov		a.s.		metabolit		aktivna snov	
	v.	l.v.	v.	l.v.	v.	l.v.	v.	l.v.	v.	l.v.
Kogel	0.042	0.058	1.966	1.992	0	0	6.347	6.381	0.001	0.001
Tešanovci	1.768	1.838	6.188	7.097	0	0	24.833	25.132	0.060	0.060
Chateudon	0.8168	1.248	4.4968	4.672	0	0	17.7038	18.103	0.013	0.013
Hamburg	5.963	6.099	31.8692	32.446	0	0	30.042	30.458	0.862	1.062
Jokioinen	1.2684	1.378	19.3392	19.844	0	0	22.858	23.59	0.064	0.076
Kremsmüster	2.6004	3.078	11.2954	11.545	0	0	21.6912	22.244	0.1214	0.147
Okehampton	5.9082	6.361	27.8756	29.962	0	0	28.3244	29.066	0.9962	1.085
Piacenza	10.079	10.475	29.5354	32.401	0.002	0.002	28.5704	28.736	2.0208	2.084
Porto	0.03	0.034	5.087	6.731	0	0	4.4072	4.444	0.001	0.001
Sevilla	0.0004	0.002	1.116	1.924	0	0	1.0276	1.102	0	0
Thiva	0.431	0.447	3.185	3.881	0	0	13.6012	13.614	0.0138	0.017

Preglednica 17 - Koncentracije umetnih pesticidov (FFS-jev) v izcedku na dnu tal za standardne scenarije in lokaciji Tešanovci in Kogel v [$\mu\text{g/l}$]

scenarij/lokacija	Pesticid (FFS) A		Pesticid (FFS) B		Pesticid (FFS) C				Pesticid (FFS) D	
	aktivna snov		aktivna snov		a.s.		metabolit		aktivna snov	
	v.	l.v.	v.	l.v.	v.	l.v.	v.	l.v.	v.	l.v.
Kogel	0.060	0.074	2.246	3.336	0	0	6.483	6.892	0.001	0.001
Tešanovci	1.870	1.852	8.677	11.157	0	0	24.252	25.030	0.073	0.087
Chateudon	1.2146	1.217	4.1638	5.363	0	0	18.786	18.95	0.027	0.03
Hamburg	6.2486	6.343	36.645	38.787	0	0	30.109	30.111	0.911	1.057
Jokioinen	1.5806	1.607	21.938	23.87	0	0	22.613	23.267	0.070	0.072
Kremsmüster	3.4236	3.586	11.442	12.253	0	0	22.293	22.914	0.255	0.37
Okehampton	6.0264	6.648	24.151	30.697	0	0	27.908	28.05	0.902	0.904
Piacenza	9.9766	11.827	27.038	32.732	0.002	0.003	26.165	26.229	2.329	2.507
Porto	0.0272	0.032	6.601	7.207	0	0	4.319	4.583	0.003	0.003
Sevilla	0	0	3.300	3.478	0	0	2.762	2.834	0	0
Thiva	0.224	0.292	3.735	3.841	0	0	12.827	12.935	0.007	0.008

Vrednosti v preglednicah niso pregledne, zato podajamo še graf. Odločili smo se za prikaz dejanskih 80 percentilnih vrednosti in ne vrednosti iz tistega leta, ki s koncentracijami najmanj presega 80 percentilne vrednosti. Majhno število let (20) vodi v to, da imamo enkrat zelo velika in drugič majhna odstopanja med obema vrednostima. V grafu smo izbrali za ordinato logaritmično merilo, da smo dobili bolj

pregledno sliko. Vrednostim smo prišteli konstanto (zaradi negativnih vrednosti algoritmov). Vrednosti na dnu tal so prikazane na sliki 18.



Slika 18 - Relativne koncentracije umetnih pesticidov (FFS-jev) v izcedku na dnu tal za vse standardne scenarije in izbrani lokaciji

Legenda: Ko – Kogel, Te – Tešanovci, Ch – Chateudon, Ha – Hamburg, Jo – Jokioinen, Kr – Kremsmünster, Ok – Okehampton, Pi – Piacenza, Po – Porto, Se – Sevilla in Th - Thiva

Predvsem pri pesticidu D opazamo zelo velike razlike med scenariji glede na koncentracije aktivne snovi. Vse lokacije bi lahko razdelili v tri skupine:

Skupina A: Kogel, Porto, Sevilla in Thiva;

Skupina B: Tešanovci, Chateudon in Jokioinen;

Skupina C: Hamburg, Kremsmünster, Okehampton in Piacenza;

Statistično opazovano bi z veliko verjetnostjo zavrnili trditev, da pripadajo eni populaciji. Za pesticid D v scenariju Sevilla ne dosegamo niti $0,00001 \mu\text{g l}^{-1}$. Po drugi strani imamo v scenariju Piacenza vrednost $2,329 \mu\text{g l}^{-1}$. Seveda ne smemo računati s koncentracijami, ker v tem primeru porazdelitev zanesljivo ne bo podobna normalni.

Računamo zato z logaritmi koncentracij. Izločimo maksimalno in minimalno in računamo po Student t-porazdelitvi verjetnosti, da izločeni pripadata populaciji. Za maksimalno vrednost (scenarij Piacenza) dobimo verjetnost, ki le malo odstopa od verjetnosti za scenarij Hamburg (obe presegata 5 %). Povsem drugačna je situacija s scenarijem za Sevillo. Tu verjetnost za dobljeno koncentracijo $0,00001 \mu\text{g l}^{-1}$ pade na le malo več kot 0,4 %. Sevilla torej statistično gledano pripada isti populaciji z zelo majhno verjetnostjo. Njeno pripadnost smo s Student t-testom ovrgli z več kot 99,5 % gotovostjo.

V nadaljevanju bomo naši lokaciji primerjali s scenarijem Piacenza. Zakaj smo za referenčni scenarij izbrali scenarij Piacenza? Ta scenarij je namreč tisti, ki daje za vse slepe FFS-je napovedane koncentracije, ki so med najvišjimi napovedanimi koncentracijami v izcedku. Zato je naši lokaciji smiselno primerjati s tem scenarijem. Naredili smo nekaj primerjav, ki sledijo v naslednjem poglavju.

4.2.1 Umetni pesticid (FFS) A

Za pesticid A smo se odločili, ker se pri njem pojavlja velika razlika med našima lokacijama Kogel in Tešanovci. Najprej smo opravili niz simulacij z drugačnimi klimatskimi datotekami. S tem, ko smo našo klimatsko datoteko "razširili" na 20 let, nismo dosegli enakih razmer kot pri klimatski datoteki Piacenze, ki izvirno zajema 20 let. Na enak način kot pisci scenarijev lahko za naši lokaciji ponudimo klimatski datoteki za 16 let. Odločili smo se, da obdržimo pri datoteki za Piacenzo prvih 6 zagonskih let, ostalih 10 let pa zajemamo iz vseh možnih zaporedij 10 let. Kako se spreminjajo 80 percentilne vrednosti napovedanih koncentracij aktivne snovi za posamezna zaporedja 10 let, je prikazano v preglednici 18.

Preglednica 18 - 80 percentilne vrednosti koncentracij aktivne snovi v izcedku za zaporedja po 10 let v scenariju Piacenza v [$\mu\text{g/l}$]

Zaporedje let	7-16	8-17	9-18	10-19	11-20	12-21	13-22	14-23	15-24	16-25
80 perc.vrednost koncentracije a.s.	10.419	12.279	12.940	12.784	11.994	12.009	12.007	11.920	8.828	8.003

Opažamo velika nihanja. Razlog zanje so velika nihanja po letih in predvsem nekaj izrazito negativnih let po koncentraciji.

Ponovno smo opravili simulacijo za lokaciji Kogel in Tešanovci in dobili za niz 10 let rezultate, ki so podani v preglednici 19.

Vidimo, da razlike med našo lokacijo Tešanovci in najbolj ugodno (najnižja koncentracija) serijo v standardnem scenariju Piacenza niso več tako velike.

Preglednica 19 - 80 percentilne vrednosti koncentracij aktivne snovi v izcedku za 10 let na lokacijah Kogel in Tešanovci v [$\mu\text{g/l}$]

Lokacija	80 perc.vrednost koncentracije a.s.	Vrednost konc. a.s. v letu nad 80 percentilno vrednostjo
Kogel	0.0794	0.088
Tešanovci	3.2274	3.533

V celotnem gradivu o scenarijih FOCUS nismo zasledili podatkov o občutljivosti izračuna na spremembe določenih parametrov. Tudi mi se nismo spustili v to analizo. Kot ilustracijo, kako občutljivi so izračuni (in seveda tudi dejansko dosežene koncentracije v naravi) na spremembe posameznih parametrov smo samo izvedli več tekov modela z modificiranimi klimatskimi in talnimi datotekami. Odločili smo se, da uporabimo talni profil Piacenze in klimatske podatke Kogla, pri čemer smo spremenili padavine za $\pm 20\%$, temperature pa za $\pm 2^\circ\text{C}$. V tabeli 20 podajamo dobljene izračunane vrednosti koncentracij a.s. v izcedku.

Preglednica 20 - Koncentracije aktivne snovi (vsebovane v FFS A) ob variiranju klimatskih podatkov Kogla na talnem profilu Piacenze v [$\mu\text{g/l}$]

	S klimo Kogla	Padavine -20 %	Padavine +20 %	Temperatura -2 $^\circ\text{C}$	Temperatura +2 $^\circ\text{C}$	Padavine +20 % temperatura -2 $^\circ\text{C}$
Konc. a.s.	9.1168	4.103	15.3134	15.5766	5.1418	23.5514

Ugotavljamo, da povečanje padavin za 20 % poveča za približno 50 % koncentracijo aktivne snovi v izcedku in obratno zmanjšanje za 20 % zniža koncentracijo aktivne snovi v izcedku za približno 50 %. Pri temperaturi je obratno: zvišanje za 2 stopinji zmanjša koncentracije v izcedku za približno 50 %, znižanje temperature za 2 stopinji zviša koncentracije za približno 50 %. Skupen vpliv je več kot seštevanje (od 9.11 $\mu\text{g/l}$ na 23.6 $\mu\text{g/l}$). Z zvišanjem padavin in znižanjem temperature hkrati dobimo slabše razmere kot v Piacenzi.

Avtor programa PELMO M. Klein nas je v korespondenci opozoril na pomemben vpliv deleža organskega ogljika na koncentracije a.s. v izcedku. To je vidno že iz same primerjave koncentracij in talnih profilov. Piacenza prav zaradi nizkih vrednosti organskega ogljika dosega visoke koncentracije aktivne snovi v izcedku. Da bi to predvidevanje potrdili, smo vzeli klimatske podatke za Piacenzo in talni profil Kogla, Tešanovcev in osiromašen talni profil Tešanovcev (delež organskega C v posameznih plasteh zmanjšan za 20 %). Dobljene koncentracije so prikazane v preglednici 21.

Preglednica 21 - Koncentracije aktivne snovi (vsebovane v FFS A) s talnimi podatki Kogla, talnimi podatki Tešanovcev in modificiranimi talnimi podatki Tešanovcev in klimatskem profilu Piacenze v [$\mu\text{g/l}$]

	Talni podatki Kogla	Talni podatki Tešanovcev	Modificirani talni podatki Tešanovcev
Konc. a.s.	0.0294	6.321	11.3472

S talnimi podatki Kogla še vedno ne dosegamo pomembnih koncentracij, povsem drugačna pa je slika pri osiromašenih talnih podatkih Tešanovcev. Tu je koncentracija enaka kot v standardnem scenariju Piacenza (glej preglednico 18)!

Za konec pa povsem realna situacija. Na področju Jeruzalema (Kogel) so prav gotovo tudi tla s tako vsebnostjo organskega C kot v Tešanovcih. Poženimo model za takšno kombinacijo. Kombinacija je sedaj neke vrste scenarij, mi jo bomo raje imenovali umetna lokacija. Dobimo 80 percentilno koncentracijo aktivne snovi v izcedku 7.355 $\mu\text{g/l}$, ki je le malenkost manjša kot 80 percentilna vrednost za Piacenzo v najboljšem (tistem z najnižjo koncentracijo) zaporedju 10 let (16 - 25).

Preglednica 22 - Koncentracije aktivne snovi (vsebovane v FFS A) s klimatskimi podatki Kogla in podatki o tleh Tešanovcev (umetna lokacija Kogel-Tešanovci) v [$\mu\text{g/l}$]

Lokacija	Koncentracija aktivne snovi
Kogel-Tešanovci	7.355

4.2.2 Določanje koncentracij v izcedku pri specifičnih uporabnikovih scenarijih

V izhodni datoteki PLOT.PLM so po dnevih med drugimi podani tudi podatki za prostornino izcedka in pretok aktivne snovi na globini 1 m in na dnu tal. Prostornina izcedka je podana posredno z višino stolpca padavin v mm/dan. Ta vrednost ustreza l/m^2 . Pretok aktivne snovi je podan v kg/ha/dan. Spodnji izračun nam pove, kakšen korekcijski faktor moramo uporabiti, če želimo koncentracijo v $\mu\text{g/l}$:

$$\frac{1\text{kg ha}^{-1}\text{dan}^{-1}}{1\text{mm dan}^{-1}} = \frac{1\text{kg} \cdot 10^{-4}\text{m}^{-2}}{1\text{lm}^{-2}} = \frac{1 \cdot 10^9 \cdot 10^{-4}\mu\text{g}}{1\text{l}} = 1 \cdot 10^5 \mu\text{gl}^{-1} \quad (2)$$

Iz datoteke PLOT.PLM, ki vsebuje vrednosti podanih in izračunanih spremenljivk, moramo izločiti potrebne spremenljivke in jih prenesti v poljuben program, s katerim bomo lahko na najbolj preprost način izračunali izvedene spremenljivke

(koncentracije), ki nas zanimajo. Težava pa je v tem, da je bil program PELMO zasnovan v časih, ko so še močno "varčevali" z uporabo pomnilnika in podatke izpisovali zelo stisnjeno. Stolpci za posamezne spremenljivke sploh niso ločeni, kar onemogoča direkten "izvoz" želenega(ih) stolpca(ev). Pomagati si moramo ponovno s programi za obdelavo teksta v Unix-u.

Pomanjkljivost tudi najnovejše verzije PELMO je v tem, da ne vpisuje v datoteko PLOT_XX.PLM (XX – oznaka metabolita). Datoteko tvori, vendar je prazna. Tako nam ostanejo samo datoteke CHEM_XX.PLM, ki pa vsebujejo le podatke o pretoku metabolitov na dnu posameznih predelkov po letih ali največ mesecih. Izpisov, ki bi omogočali pregled po dnevih, razen za aktivno snov, nimamo.

Najprej smo se odločili, da bi izračun za naša FFS-ja opravili na osnovi originalnih 10 letnih zaporedij klimatskih podatkov za Kogel in Tešanovce. Tem letom smo podobno kot pri FOCUS scenarijih dodali zadnjih 6 let kot zagonska leta. Katero zaporedje 10 let pa izbrati pri FOCUS scenarijih. Izvedli smo izračune, tako da smo izbrali prvih 10 let. Vendar se nam takšen pristop zdi manj korekten kot pristop, da naših 10 let "raztegnemo" na serijo 26 let in primerjamo s 26 leti iz standardnih scenarijev. Rezultati izračunov so podani v nadaljevanju.

4.3 UPORABA MODELA ZA FFS VERITA

4.3.1 Izračun koncentracije aktivne snovi fosetil Al

Že obstoječi scenariji FOCUS predvidevajo gojenje vinske trte na naslednjih lokacijah: Chateaudun, Hamburg, Kremsmünster, Piacenza, Porto, Sevilla in Thiva. Za vsako od teh lokacij smo izmed 65 klimatskih datotek (za Sevillo in Thiva samo 24, ker jih ni na voljo 65) izločili klimatske datoteke za prvih 26 let in jih uporabili kot vhodne datoteke modela. Za naši lokaciji Kogel in Tešanovci smo pripravili seriji klimatskih podatkov za 26 let na način, ki je bil opisan v poglavju 4.2.

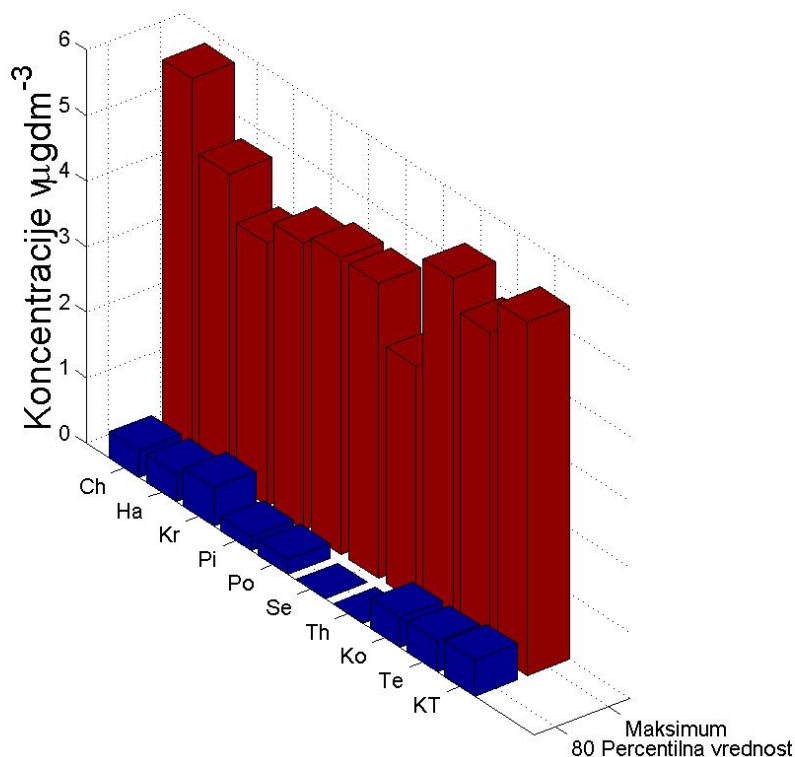
4.3.2 Koncentracija aktivne snovi fosetil Al v tleh

Uporaba modela je dala za lokacijo Kogel, Tešanovci in kombinirano Kogel-Tešanovci in zgoraj navedene scenarije napovedane koncentracije fosetil Al v različnih globinah tal, ki jih podajamo v tabeli 23.

Podajamo še diagram za koncentracijo fosetil Al v globini 15-20 cm na sliki 19, ki nazorno kaže, da so maksimalne koncentracije močno nad 80 percentilnimi. Vzrok bo pojasnjen s prikazom podrobnejših podatkov v nadaljevanju.

Preglednica 23 - Napovedane koncentracije v tleh za fosetil Al v μgdm^{-3}

	Maksimalne vrednosti				80 percentilne vrednosti			
	0 – 5 cm	5 -10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm	0 - 5 cm	5 -10 cm	10 – 15 cm	15 - 20 cm
Ch	39.200	10.500	7.620	5.770	7.110	2.146	0.886	0.406
Ha	38.400	10.400	6.460	4.690	5.090	1.550	0.841	0.418
Kr	33.900	9.700	5.970	4.010	3.280	1.810	1.090	0.582
Pi	33.800	8.910	5.540	4.380	4.840	0.880	0.435	0.210
Po	40.400	10.000	6.300	4.520	7.740	1.460	0.596	0.225
Se	45.700	9.260	6.670	4.500	9.650	0.023	0.001	0.000
Th	36.500	10.200	5.820	3.610	10.400	0.287	0.046	0.006
Ko	38.300	10.300	6.830	5.320	5.440	1.710	0.957	0.459
Te	39.600	10.200	6.800	4.860	5.440	1.830	0.990	0.467
KT	38.000	10.500	6.760	5.390	4.510	1.636	1.040	0.552



Slika 19 - Koncentracije fosetil Al v tleh v globini 15–20 cm

Legenda: Ch – Chateudon, Ha – Hamburg, Kr – Kremsmünster, Pi – Piacenza, Po – Porto, Se – Sevilla, Th – Thiva, Ko – Kogel, Te – Tešanovci in KT – Kogel_Tešanovci

4.3.3 Koncentracija aktivne snovi fosetil Al v izcedku

Podajamo samo 80 percentilne vrednosti koncentracije na globini 1 m in na dnu tal (globina je odvisna od lokacije). Vrednosti so zbrane v preglednici 24.

Preglednica 24 - Napovedane vrednosti 80 percentilnih koncentracij v izcedku za fosetil Al v $\mu\text{g l}^{-1}$

	V globini 1 m	Na dnu tal
Ch(teudon)	0.002487	0.003139
Ha(mburg)	0.054393	0.0605
Kr(emsünster)	0.089815	0.094013
Pi(acenza)	0.052271	0.042586
Po(rto)	0.003984	0.004798
Se(villa)	0.000004	0.000006
Th(iva)	0.000002	0.000003
Ko(gel)	0.037379	0.083727
Te(šanovci)	0.032618	0.088164
KT(Kogel-Tešanovci)	0.106183	0.192591

Naš prvotni načrt je bil, da bomo analizirali le eno aktivno snov v pripravku. Ker pa vsebuje pripravek VERITA dve aktivni snovi, smo uporabili model še za drugo aktivno snov.

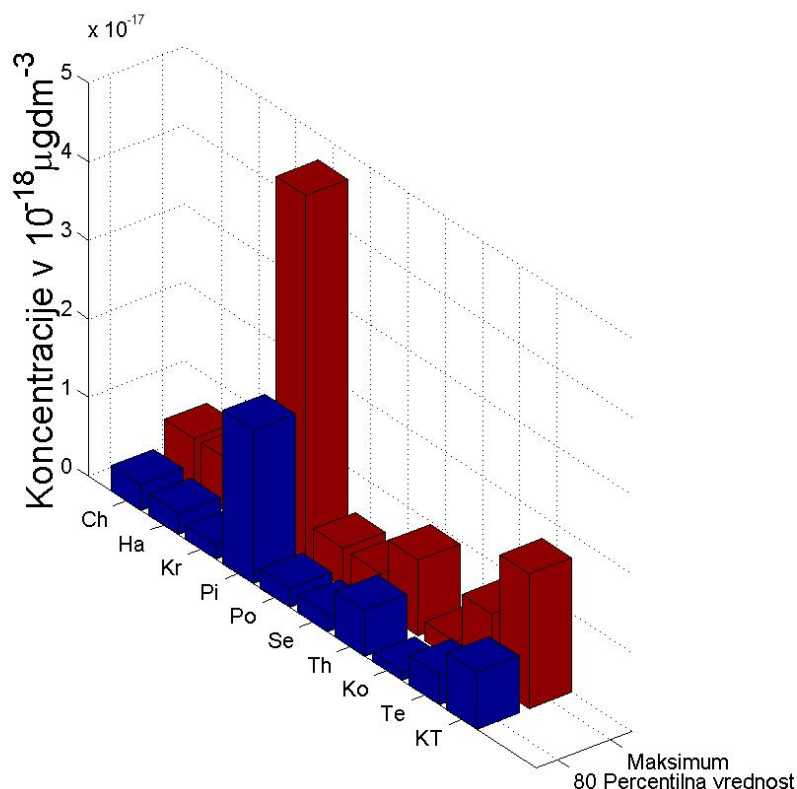
4.3.4 Izračun koncentracije aktivne snovi fenamidon

Količine aktivne snovi, ki se porabijo na 1 ha, so zelo majhne. Posledica tega dejstva je, da so koncentracije v izcedku za vse lokacije zanemarljive. Podajamo zato samo koncentracije v tleh. Vrednosti so zajete v preglednici 25.

Preglednica 25 - Koncentracije aktivne snovi fenamidon v tleh v $\mu\text{g dm}^{-3}$

	Maksimalne vrednosti				80 percentilne vrednosti			
	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm	15 - 20 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm	15 - 20 cm
Ch	5.19E-06	8.69E-10	9.06E-14	6.55E-18	4.2E-06	6E-10	5.3E-14	3.23E-18
Ha	5.19E-06	8.94E-10	9.25E-14	6.69E-18	4.2E-06	5.63E-10	4.65E-14	2.67E-18
Kr	5.19E-06	7.06E-10	5.99E-14	3.6E-18	4.2E-06	4.93E-10	3.6E-14	1.85E-18
Pi	5.19E-06	1.66E-09	3.3E-13	4.67E-17	4.19E-06	1.05E-09	1.7E-13	1.95E-17
Po	5.19E-06	7.87E-10	7.48E-14	4.95E-18	4.2E-06	5.4E-10	4.33E-14	2.41E-18
Se	5.19E-06	8.56E-10	8.14E-14	4.83E-18	4.2E-06	5.62E-10	4.38E-14	2.15E-18
Th	5.18E-06	1.61E-07	5.66E-13	9.62E-18	4.2E-06	7.54E-10	8.12E-14	5.81E-18
Ko	5.19E-06	6.38E-10	4.71E-14	2.38E-18	4.2E-06	4.15E-10	2.47E-14	1.01E-18
Te	5.19E-06	1.01E-09	1.16E-13	8.99E-18	4.2E-06	6.58E-10	6.09E-14	3.8E-18
KT	5.19E-06	1.23E-09	1.75E-13	1.71E-17	4.19E-06	7.99E-10	9.17E-14	7.22E-18

Vrednosti hitro padajo z globino, kar je posledica dveh dogajanj: sorbcije in degradacije, ki se dogajata ob majhni uporabljeni količini aktivne snovi na ha. Podajamo še diagram za globino 15-20 cm, ki pa smo mu področje prikaza definirali posebej, da pridejo do izraza razlike (Slika 20).



Slika 20 - Koncentracije fenamidona v tleh v globini 15–20 cm

Legenda: Ch – Chateudon, Ha – Hamburg, Kr – Kremsmünster, Pi – Piacenza, Po – Porto, Se – Sevilla, Th – Thiva, Ko – Kogel, Te – Tešanovci in KT – Kogel_Tešanovci

4.4 UPORABA MODELA ZA FFS PONCHO

Scenariji, uporabljeni za koruzo se skoraj v celoti ujemajo s scenariji za vinsko trto. Na novo se pojavi le Okehampton.

4.4.1 Izračun koncentracije aktivne snovi klotianidin v tleh

V preglednici 26 so predstavljene napovedane vrednosti koncentracij v različnih globinah tal.

Preglednica 26 - Koncentracije aktivne snovi klotianidin v tleh v μgdm^{-3}

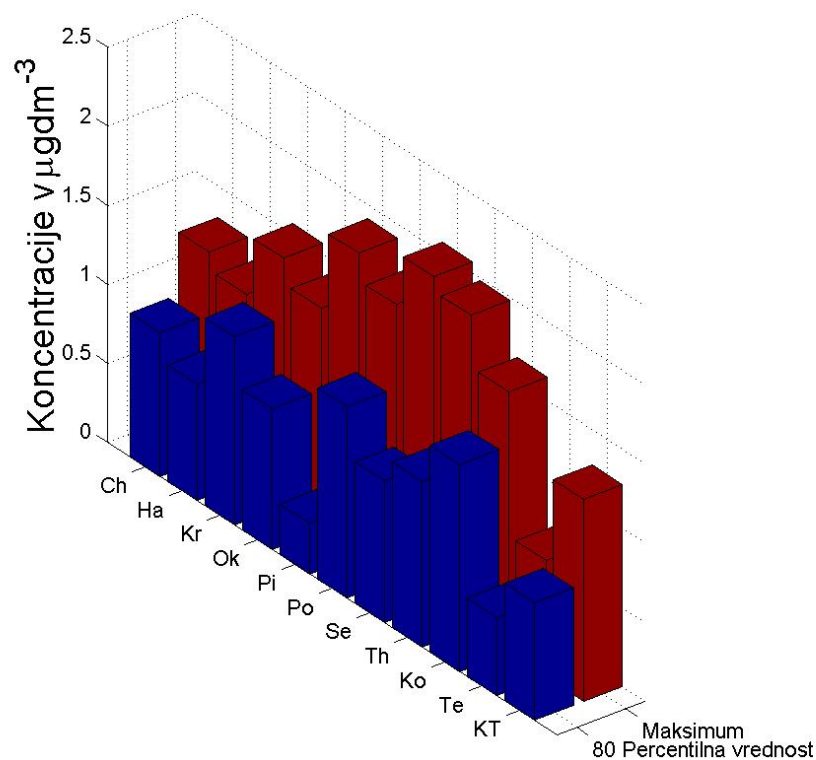
	Maksimalne vrednosti				80 percentilne vrednosti			
	0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm	0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm
Ch	76.900	3.990	1.620	1.300	0.000	0.905	1.090	0.908
Ha	88.300	3.930	1.540	1.190	0.000	0.597	0.600	0.736
Kr	107.000	3.450	1.810	1.570	0.000	0.812	0.986	1.190
Ok	104.000	3.610	1.680	1.410	0.000	0.857	0.918	0.889
Pi	59.700	7.380	2.670	1.910	0.000	0.237	0.253	0.319
Po	117.000	4.990	2.170	1.740	0.001	1.160	1.220	1.210
Se	53.700	8.760	2.830	2.070	0.001	0.738	1.100	0.896
Th	51.000	6.070	2.450	1.980	0.000	0.688	0.937	1.050
Ko	118.000	3.360	1.860	1.650	0.000	1.260	1.350	1.310
Te	59.800	2.460	0.872	0.737	0.000	0.303	0.446	0.498
KT	59.600	3.520	1.550	1.280	0.000	0.432	0.706	0.745

Koncentracije v globini 15 cm do 20 cm so pri klotianidinu malenkost nad koncentracijami za fosetil Al. Vzrok je v bistveno daljši razpolovni dobi. Prikazane so na diagramu na sliki 21.

4.4.2 Izračun koncentracije aktivne snovi klotianidin v izcedku

Način izračuna na osnovi podatkov v izhodnih datotekah smo že pojasnili. V preglednici 27 so zbrane napovedane vrednosti za posamezne scenarije.

Preseneča močan padec koncentracij od 1 m do dna tal pri Chateudonu in delno tudi Kremsmünstru. Rezultate smo preverili s ponovno simulacijo in tudi z izračunom iz datoteke CHEM.PLM in primerjavo z diagrami, ki jih ponudi sam program PELMO. Dobili smo v vseh primerih enake vrednosti. Padca koncentracij ne znamo pojasniti!



Slika 21 - Koncentracije klotianidina v tleh v globini 15–20 cm

Legenda: Ch – Chateudon, Ha – Hamburg, Kr – Kremsmünster, OK – Okehampton, Pi – Piacenza, Po – Porto, Se – Sevilla, Th – Thiva, Ko – Kogel, Te – Tešanovci in KT – Kogel_Tešanovci

Preglednica 27 - Napovedane vrednosti 80 percentilnih koncentracij v izcedku za klotianidin v $\mu\text{g l}^{-1}$

	V globini 1 m	Na dnu tal
Ch(teudon)	0.06837	0.00000
Ha(mburg)	0.05636	0.058966
Kr(emsmünster)	0.023225	0.000174
Ok(ehampton)	0.087583	0.088999
Pi(acenza)	0.129916	0.129161
Po(rto)	0.001458	0.000118
Se(villa)	0.00000	0.00000
Th(iva)	0.000773	0.000000
Ko(gel)	0.072482	0.06311
Te(šanovci)	0.087874	0.091914
KT(Kogel-Tešanovci)	0.190824	0.191442

4.5 PODROBNEJŠI REZULTATI ZA KONCENTRACIJE AKTIVNE SNOVI V IZCEDKU

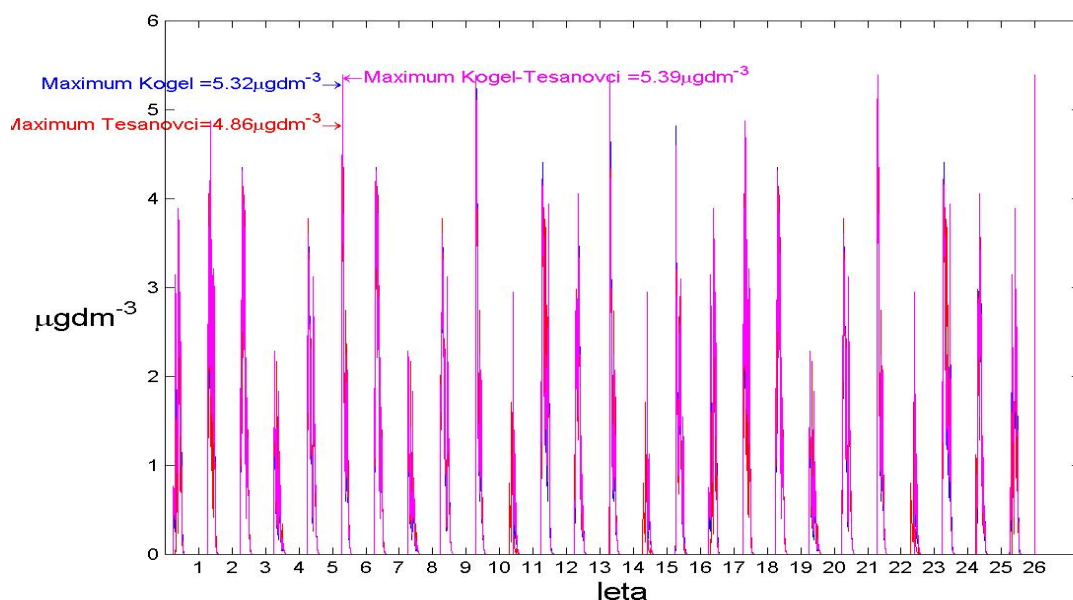
Datoteka PLOT.PLM ponuja možnosti za različne obdelave napovedanih vrednosti. Zanimata nas tako potek koncentracije aktivne snovi v tleh kot tudi koncentracije aktivne snovi v izcedku. Ne bomo podajali vrednosti za letne količine, ampak poteke po dneh. Seveda je število kombinacij pesticidov, lokacij in opazovane spremenljivke preveliko: 3 aktivne snovi, 11 lokacij in 6 spremenljivk nam da 198 možnosti. Daleč preveč za pregledno sliko. Odločiti se moramo za enega od standardnih scenarijev. Za scenarij smo izbrali Piacenzo. Razloga sta dva: dosega ekstremne vrednosti in v naši praksi (kolikor je je) uporabe rezultatov simulacij s FOCUS GW se najbolj pogosto navaja kot našim razmeram najbližji. Pri koncentracijah v tleh smo se omejili na eno globino in izbrali dve naši lokaciji. Od aktivnih snovi smo izločili fenamidon. Primerjave z lizimetričnimi študijami so pokazale, da ujemanje napovedanih vrednosti z izmerjenimi močno pade pri koncentracijah v izcedku pod $0,01 \mu\text{g l}^{-1}$.

4.5.1 Podrobnejši rezultati za aktivno snov fosetil Al v tleh

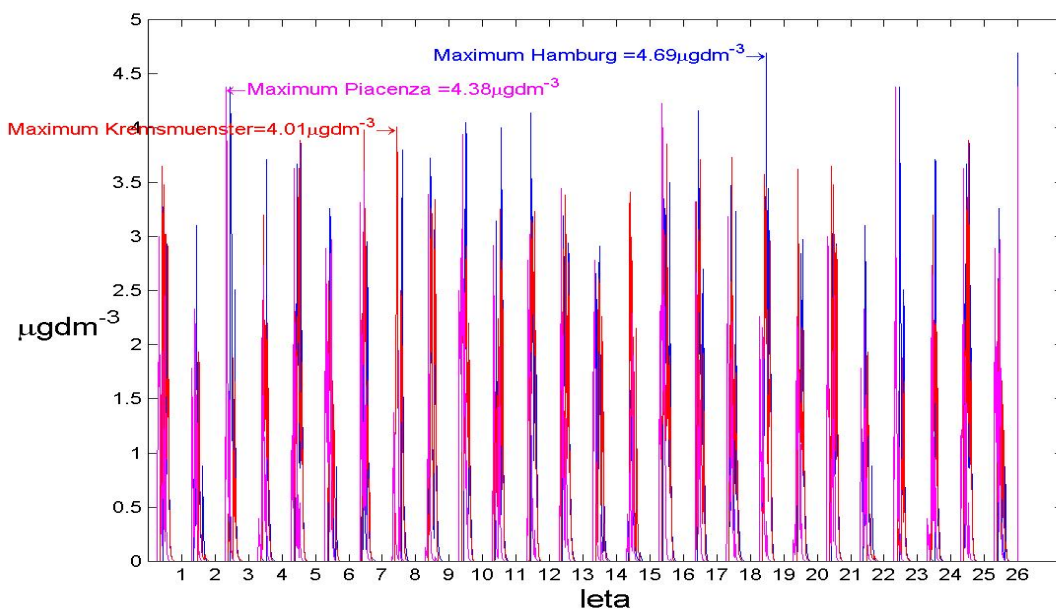
Prikazali bomo podatke za sloj v globini 15 cm do 20 cm. V njem se že ne poznajo več tako izrazito vplivi aplikacije FFS-ja. Najprej podajamo diagram, ki prikazuje potek koncentracij skozi 26 let za naše lokacije (Slika 22).

Za primerjavo podajamo potek napovedanih koncentracij za 26 let za Hamburg, Kremsmünster in Piacenzo (Slika 23). Maksimalne vrednosti se ne razlikujejo bistveno, kar je razumljivo. Odvisne so od količine uporabljenega FFS-ja in njegovih lastnosti. Nastopijo pa v različnih letih, kar kaže tudi na vpliv klime. Pri zaporednih aplikacijah podavine spirajo FFS. Različni klimatski profili vodijo v maksimume koncentracij v različnih letih. V primeru naših lokacij imamo sicer opravka z različnimi količinami padavin (manj z različnimi temperaturami), vendar z zelo podobnim časovnim potekom. Zato pri naših lokacijah nastopi maksimum istočasno.

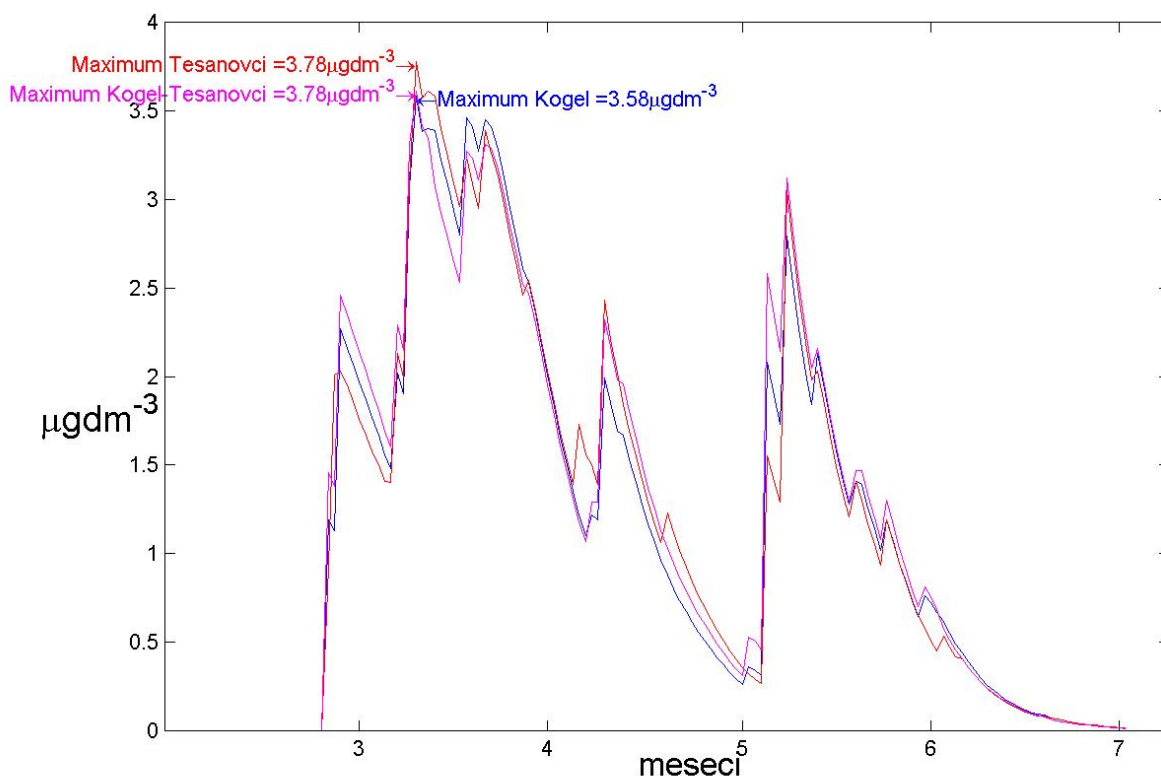
Koncentracije hitro padejo po koncu aplikacij, kar podrobneje prikaže diagram za naše lokacije po mesecih aplikacije v letu, ko koncentracije dosežejo maksimum (Slika 24). Vpliv posameznih aplikacij je "zabrisan", vendar še vedno opazen izrazito seveda ob prvi aplikaciji in potem enako po prenehanju aplikacij. Vmes se vpliv aplikacij meša s vplivom padavin in temperatur. Aplikacije v hladnejšem obdobju povzročijo višje koncentracije aktivne snovi v prsti.



Slika 22 - Potek koncentracij fosetil Al v tleh na globini 15–20 cm za lokaciji Kogel in Tešanovci in za umetno lokacijo Kogel-Tešanovci v obdobju 26 let



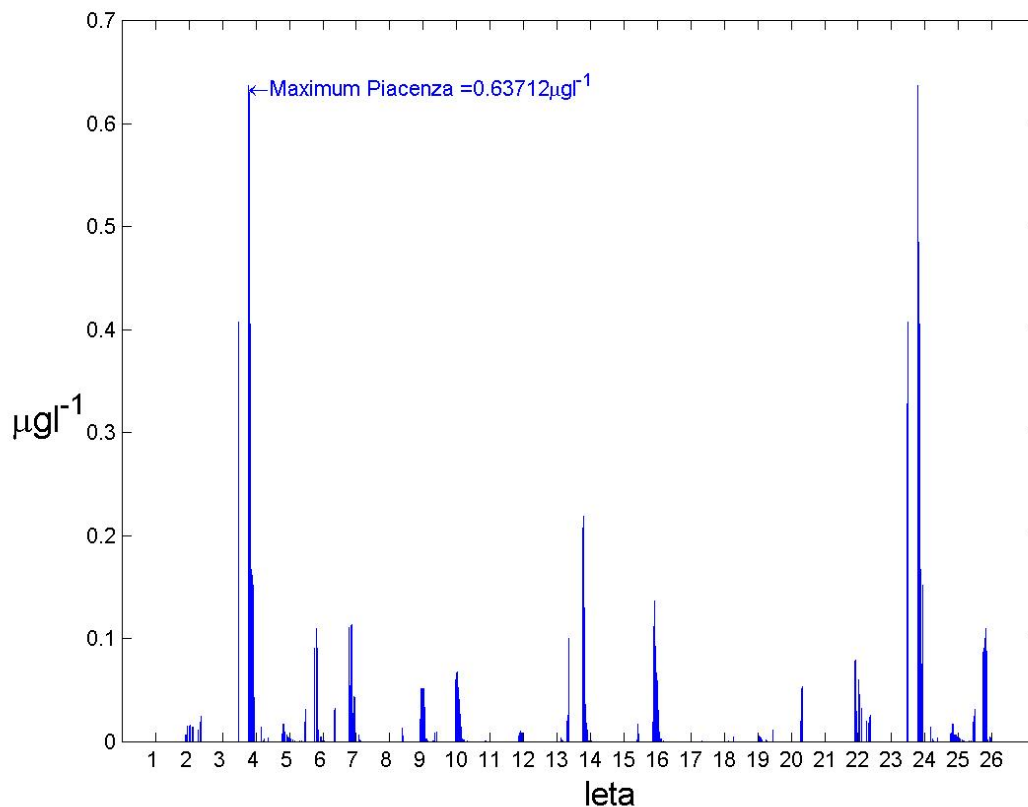
Slika 23 - Potek koncentracij fosetil Al v tleh na globini 15–20 cm za izbrane scenarije Hamburg, Kremsmünster in Piacenza za obdobje 26 let



Slika 24 - Potek koncentracij fosetil Al v tleh na globini 15–20 cm v obdobju aplikacije marec – julij v kritičnem letu za lokaciji Kogel in Tešanovci in za umetno lokacijo Kogel-Tešanovci

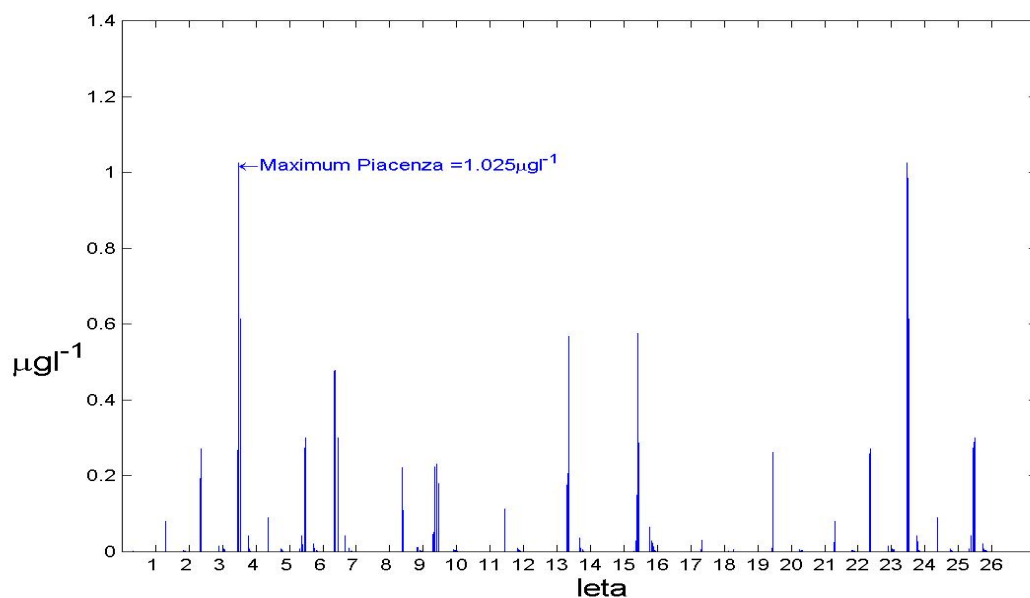
4.5.2 Podrobnejši rezultati za napovedane koncentracije aktivne snovi fosetil Al v izcedku

Iz podatkov v datoteki PLOT.PLM smo izločali postopoma obdobja, ki so pritegnila našo pozornost. Pokažimo to na primeru Piacenze. Iz pregleda letnih vrednosti v datoteki year.plm ugotovimo, da je najbolj kritično (najvišje koncentracije) 24. leto. Potek po letih je prikazan na sliki 25 za koncentracije na dnu tal in na sliki 26 za globino 1 m.



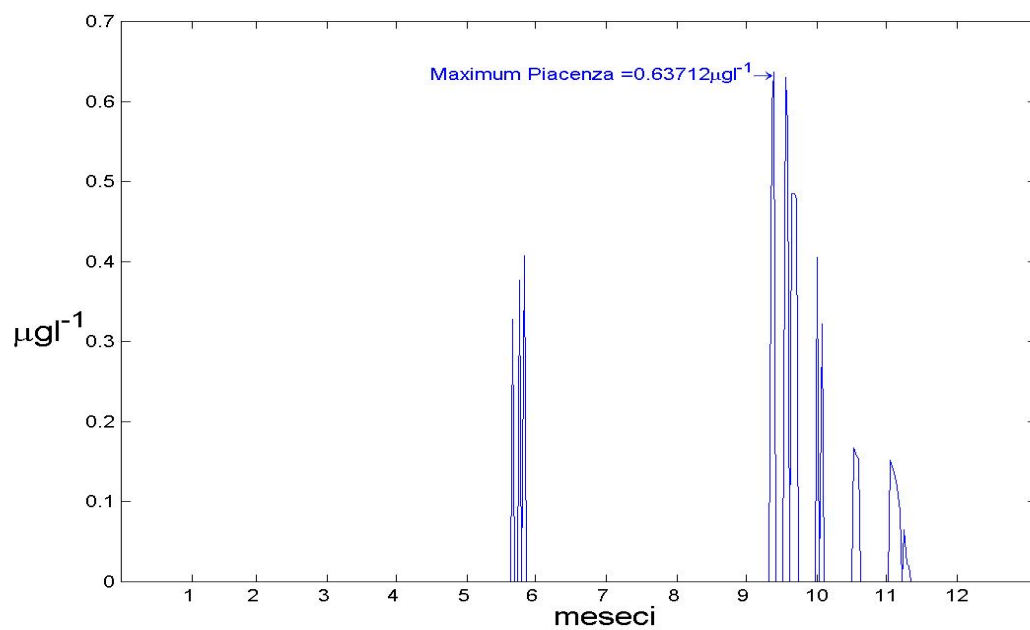
Slika 25 - Dnevne koncentracije fasetil Al v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v obdobju 26 let

Pojavita se veliki razliki v maksimalnih vrednostih. O tem smo govorili že v predhodnih podpoglavjih. Razlike ne znamo pojasniti. Morda leži vzrok v dejstvu, da so talni profil Piacenze umetno poglobili z dodajanjem plasti, ki so popolnoma mineralne!? Pojavita se v obeh primerih dva maksimuma: v 4.letu in v 24.letu. Prvi maksimum spada med "zgonska" leta modela in ga ne bomo podrobneje analizirali. Izbrali bomo koncentracije na dnu tal (te se navajajo v vseh pregledih) in predstavili potek koncentracij v 24.letu.



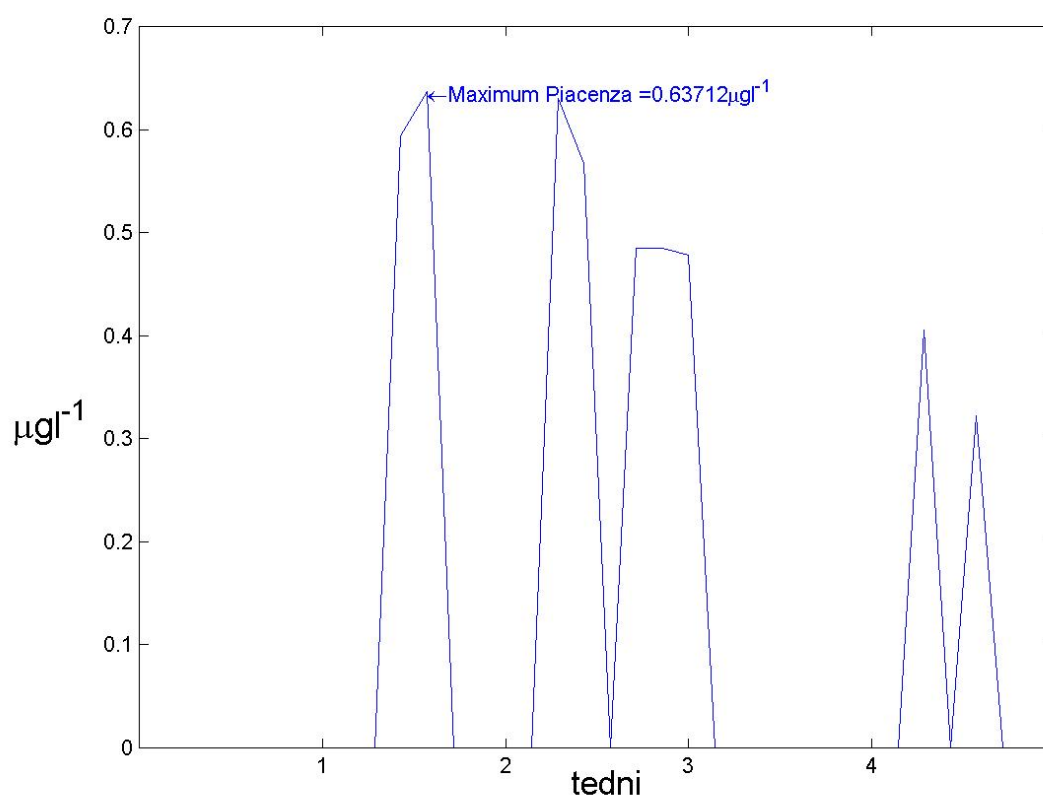
Slika 26 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku v globini 1 m za scenarij Piacenza v obdobju 26 let

Potek koncentracij v tem letu prikazuje Slika 27.



Slika 27 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku na dnu tal v 24.letu za scenarij Piacenza

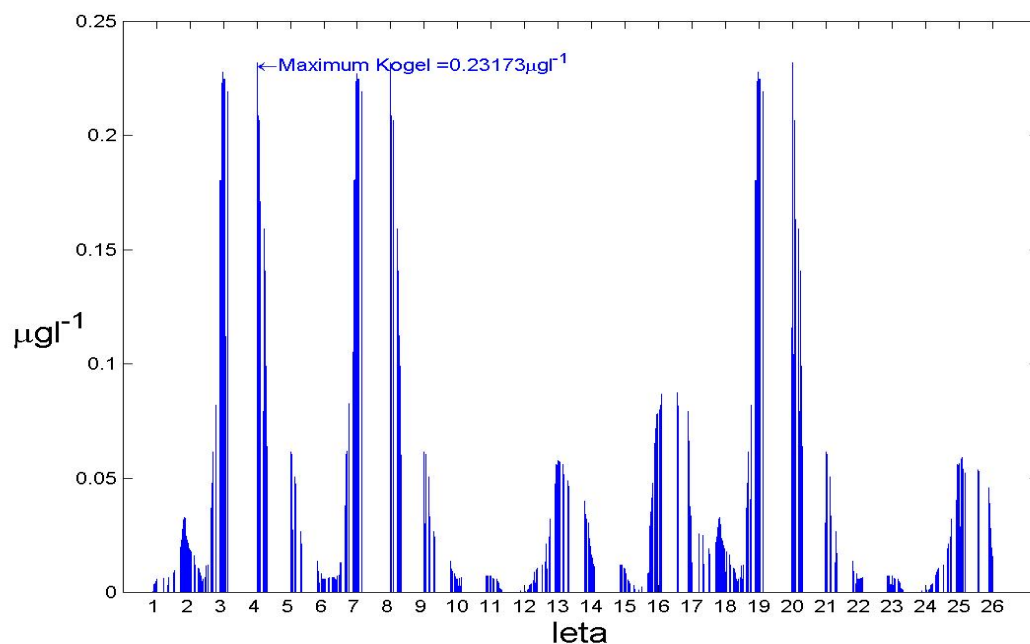
Zanimivo je dejstvo, da najvišje koncentracije nastopijo v jeseni, v mesecu oktobru, ko je od aplikacij minilo že kar nekaj časa. Odločilne so ponovno klimatske razmere. Kakšen pa je napovedan potek koncentracij aktivne snovi v izcedku po dnevih obdobja z najvišjimi koncentracijami. Oglejmo si potek v mesecu oktobru, ko je dosežen ta maksimum (Slika 28).



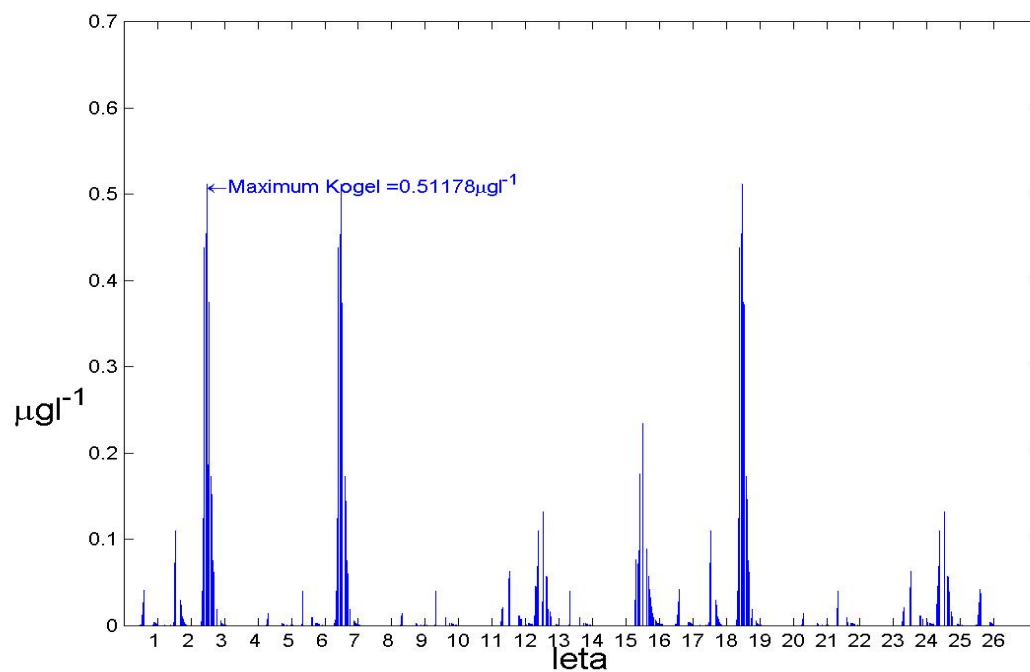
Slika 28 - Dnevne koncentracije fosetil Al v oktobru 24.leta na dnu tal za scenarij Piacenza

Aktivna snov se pojavi v izcedku le v zelo kratkih obdobjih nekaj dni. Podrobnejši potek bomo prikazali v primeru naše lokacije Kogel.

Ponovimo sedaj prikaz rezultatov za aktivno snov fosetil Al za Kogel. Podali bomo potek koncentracij aktivne snovi za vseh 24 let na dnu tal (Slika 29) in v globini 1 m (Slika 30).

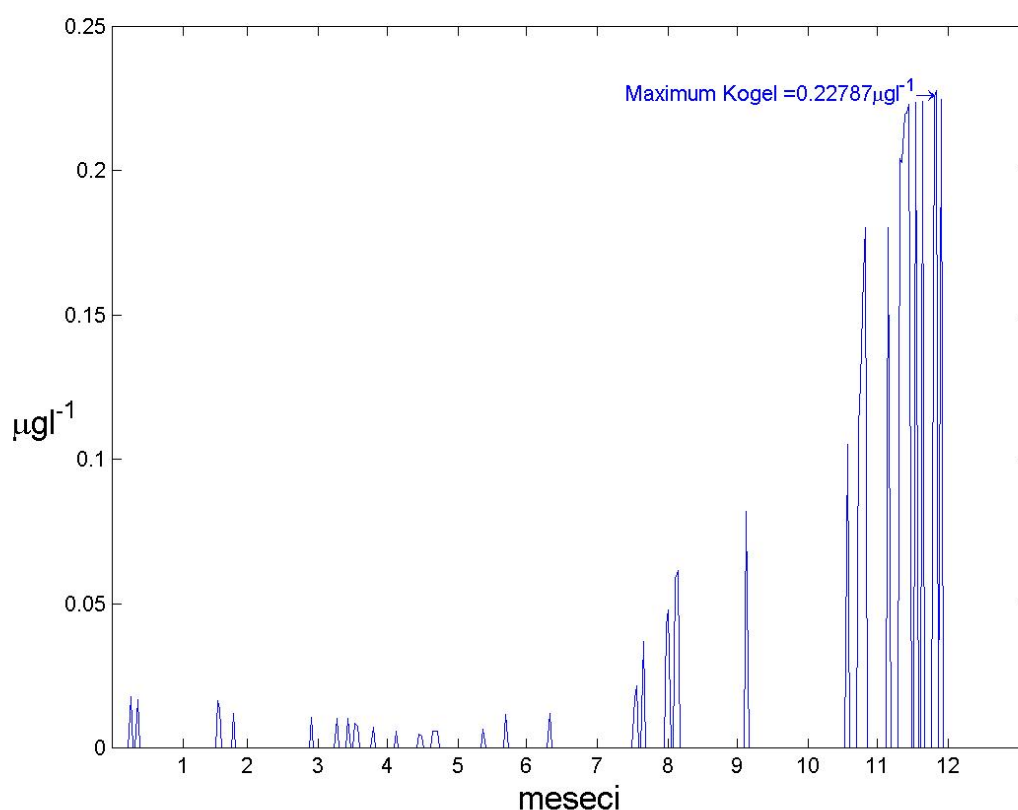


Slika 29 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku na dnu tal za lokacijo Kogel v obdobju 26 let



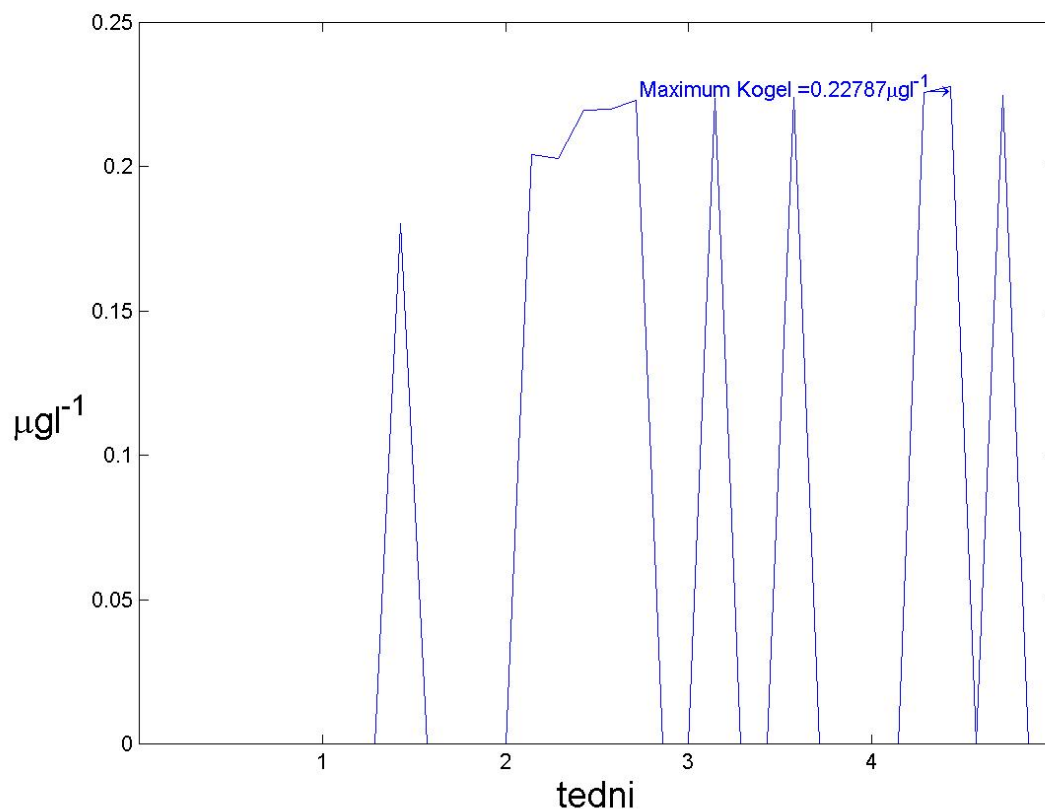
Slika 30 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku v globini 1 m za lokacijo Kogel v obdobju 26 let

Pojavijo se vsakokrat trije maksimumi, ki pa se časovno ne ujemajo popolnoma. Orodje MATLAB s katerim smo risali rezultate omogoča med drugim tudi izpis vseh dnevov z maksimalnimi koncentracijami. Za dno tal so to v 24 letih dnevi: 1460., 2921., 7304. in za globino 1 m: 903., 2364., 6747.. V nadaljevanju bomo prikazali najprej podrobnejši potek koncentracij aktivne snovi v izcedku le na dnu tal. Izberemo si drugi maksimum, ki se pojavi v 20.letu. Potek koncentracij v tem letu je podan na sliki 31.



Slika 31 - Dnevne koncentracija fosetil Al v izcedku na dnu tal v 20.letu za lokacijo Kogel

Pojavijo se več visokih vrednosti. Maksimumi so koncentrirani v mesecu decembru. Oglejmo si potek v tem mesecu (Slika 32).

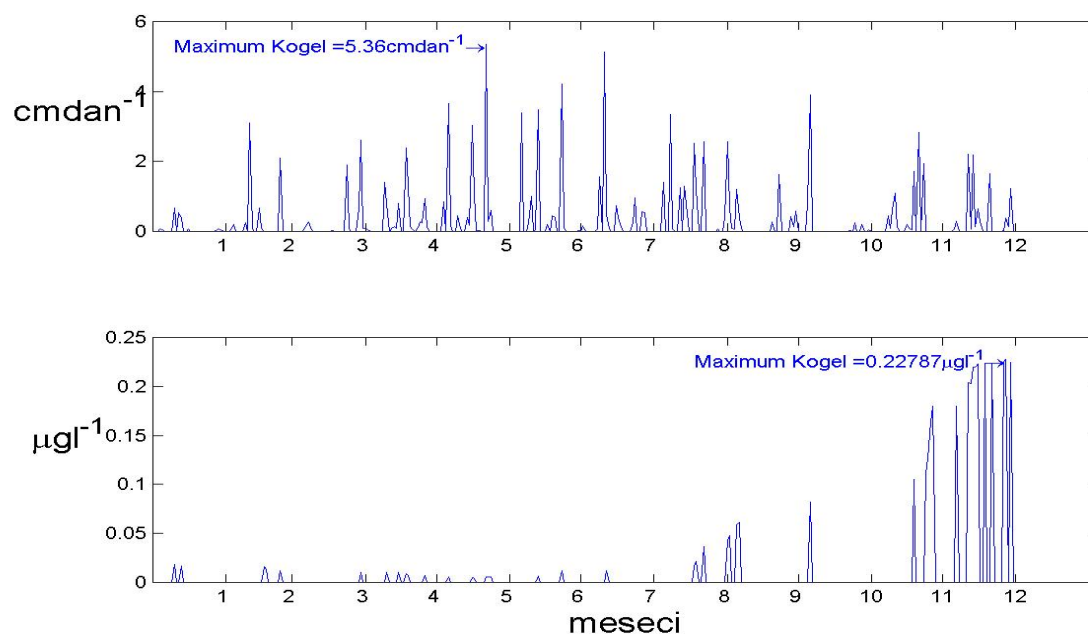


Slika 32 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku na dnu tal v mesecu decembru 20.leta za lokacijo Kogel

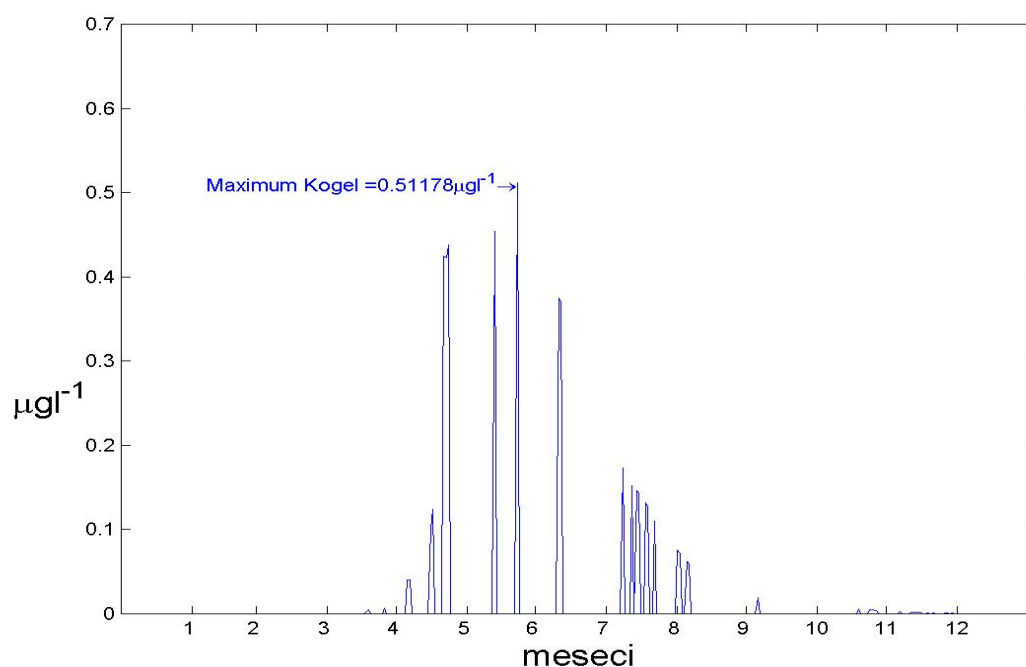
Pojavi se nekaj zaporednih vrhuncev v koncentraciji aktivne snovi v izcedku. So kratkotrajni (1 dan), z izjemo maksimuma v drugem tednu. Zanimivo je dejstvo, da se ti maksimumi pojavljajo popolnoma izven časa aplikacije! Ustrezno ga ne znamo razložiti. Tudi povezava s količino padavin ni podana, v kar nas prepriča Slika 33.

Visoke koncentracije v izcedku se pojavijo sicer v času padavin, vendar bistveno manjših od maksimalnih vrednosti v tem letu.

Zgornje neskladje s pričakovanji poskušajmo ilustrirati še z napovedmi koncentracij aktivne snovi v izcedku na globini 1 m. Tudi tu se maksimum pojavi v 20.letu (Slika 30). Prikažimo potek v tem letu posebej (Slika 34)

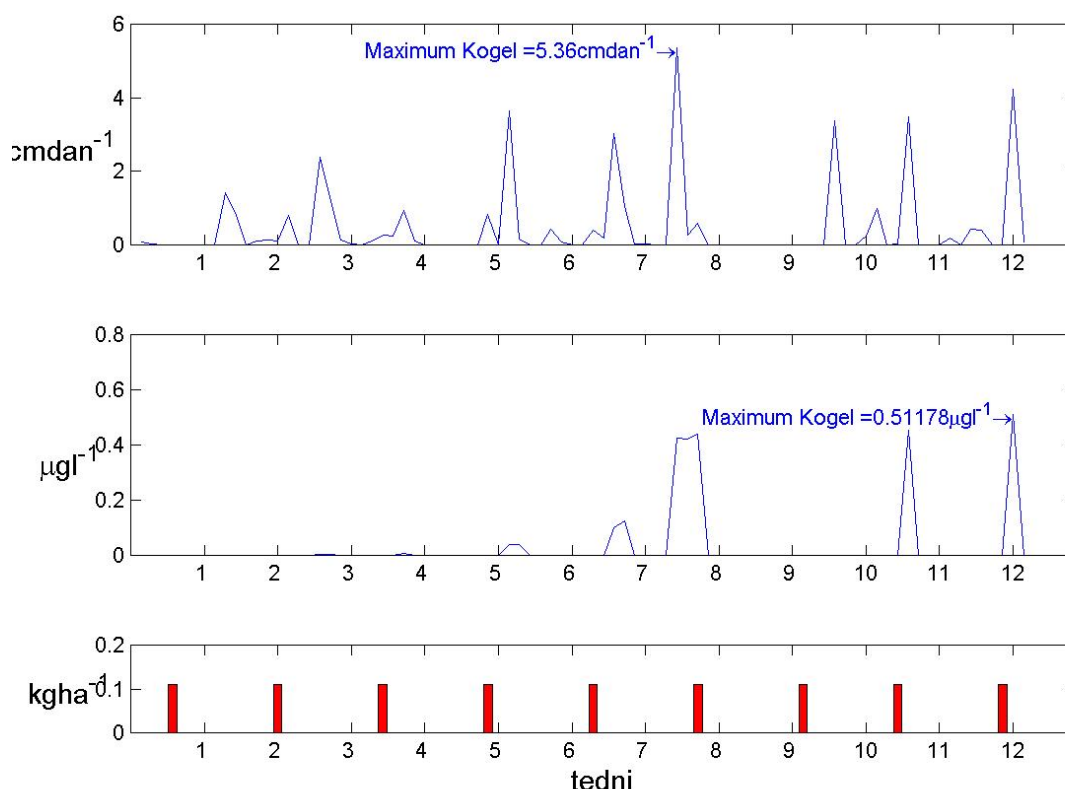


Slika 33 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine v 20.letu za lokacijo Kogel (zgoraj)



Slika 34 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku v globini 1 m za lokacijo Kogel v 20.letu

Za mesece maj, junij in julij in avgust, ko si sledijo pojavi izcedka, podajamo diagram, ki združuje napovedane koncentracije, padavine in dneve aplikacije FFS-ja (Slika 35).

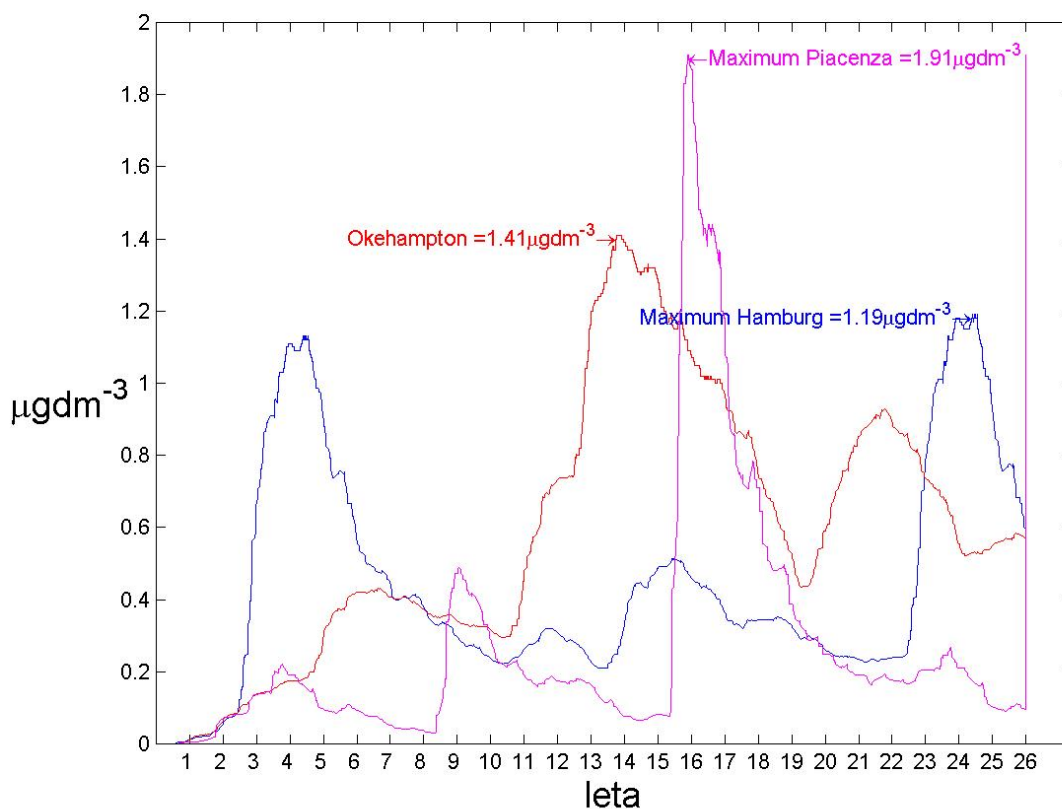


Slika 35 - Dnevne koncentracije fosetil Al v izcedku v globini 1 m (v sredini), padavine (zgoraj) in dnevi aplikacije (spodaj) – vse za obdobje april-julij 20.leta za lokacijo Kogel

Slika prikazuje dogajanje, ki se z veliko verjetnostjo lahko pripeti tudi v dejanski aplikaciji. Imamo sorazmerno deževno pomlad in le kratke presledke brez padavin. Ker se skušamo držati intervala med aplikacijami, se nam dogodi, da aplikaciji naslednji dan sledi dež. Posledica je visoka koncentracija aktivne snovi v izcedku.

4.5.3 Podrobnejši rezultati za aktivno snov klotianidin v tleh

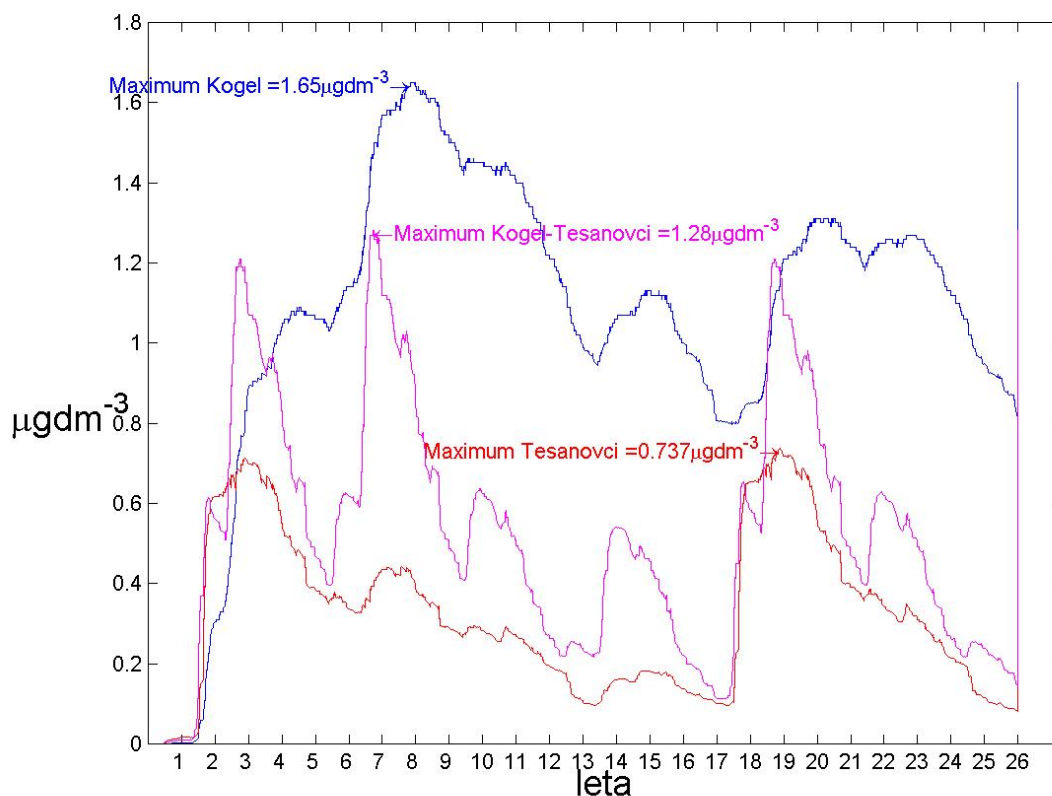
Najprej podajmo vrednosti za Hamburg, Kremsünster in Piacenzo. Prikazuje jih za 26 let diagram na sliki 36.



Slika 36 - Dnevne koncentracije klotianidina v tleh na globini 15 cm – 20 cm za scenarije Hamburg, Okehampton in Piacenza v obdobju 26 let

Klotianidin ima bistveno daljšo razpolovno dobo kot fosetil Al, zato njegova koncentracija kljub samo eni aplikaciji na leto in še to v majhnih količinah ne pade popolnoma preko leta. Gibanja koncentracij so težko razločljiva.

Podoben potek imajo tudi koncentracije na naših treh lokacijah Kogel, Tešanovci in umetna lokacija Kogel-Tešanovci (Slika 37).

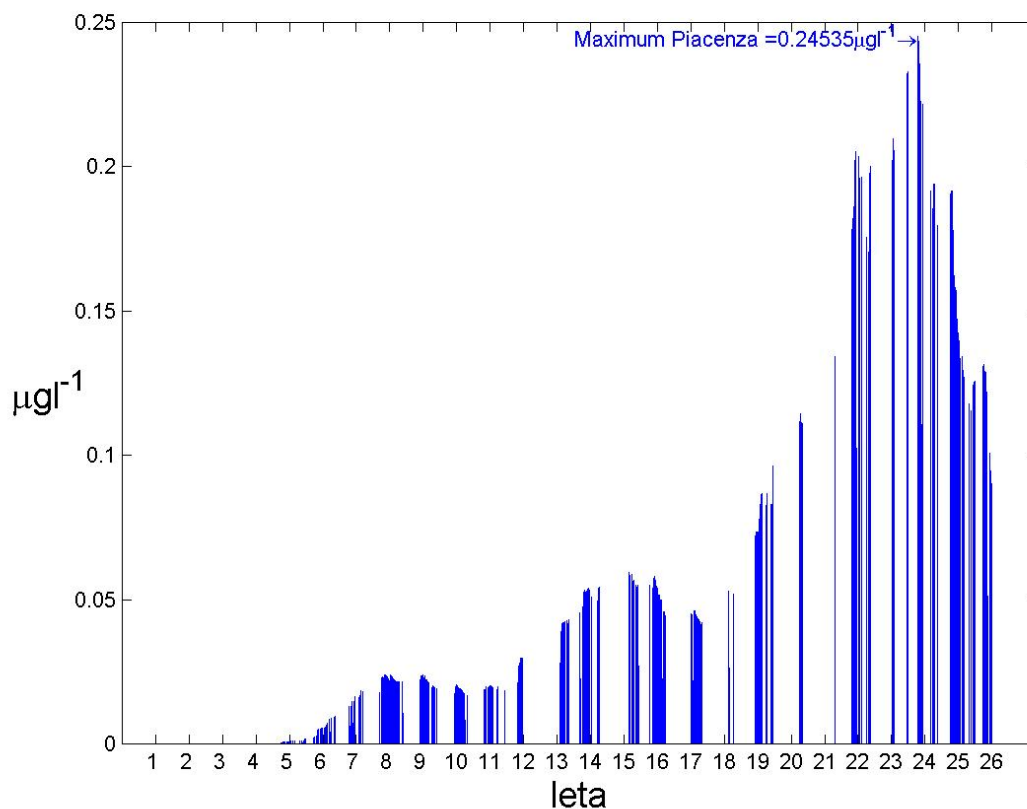


Slika 37 - Dnevne koncentracije klotianidina v tleh na globini 15–20 cm za lokaciji Kogel in Tešanovci in umetno lokacijo Kogel-Tešanovci v obdobju 26 let

Bolj podrobnega poteka koncentracij (po letih ali mesecih), čeprav smo jih izračunali, ne podajamo, ker iz poteka koncentracij v prsti ne moremo sklepati, kdaj lahko nastopijo kritične razmere (doseganje visokih koncentracij).

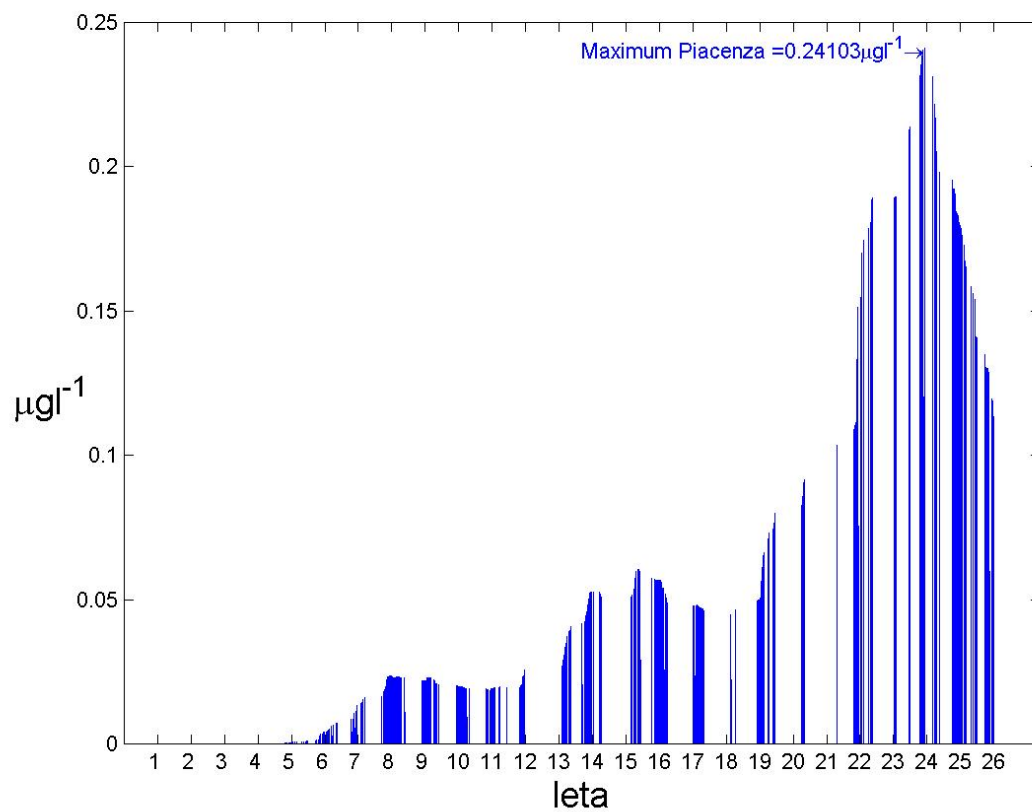
4.5.4 Podrobnejši rezultati za koncentracije klotianidina v izcedku za Piacenzo

Ponovno bomo prikazali serijo diagramov za Piacenzo. Začnemo s potekom koncentracij v globini 1 m za 26 let (Slika 38)

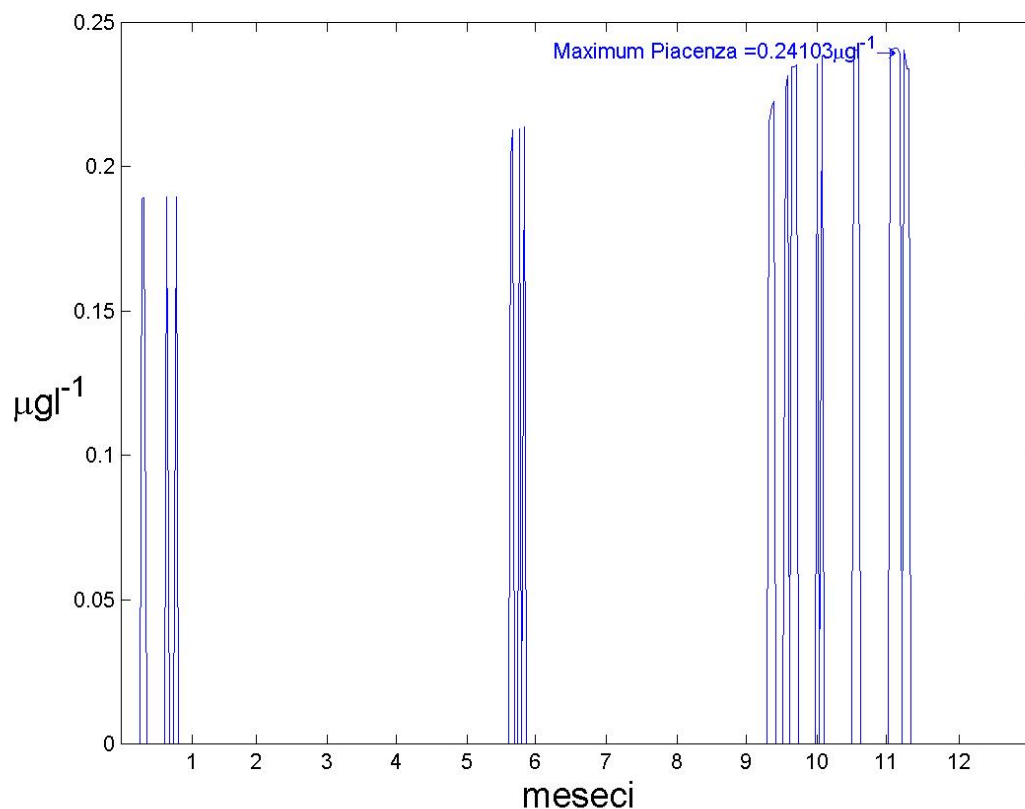


Slika 38 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku v globini 1 m za scenarij Piacenza v obdobju 26 let

Podajamo tudi koncentracije aktivne snovi na dnu tal. Prikazane so na sliki 39. Maksimalni koncentraciji v globini 1 m in na dnu tal se ne razlikujeta bistveno in nastopita tudi praktično v istem časovnem obdobju (le 49 dni razlike, na dnu tal kasneje). Podajamo potek koncentracij klotianidina na dnu tal za kritično leto (24. leto) na sliki 40.

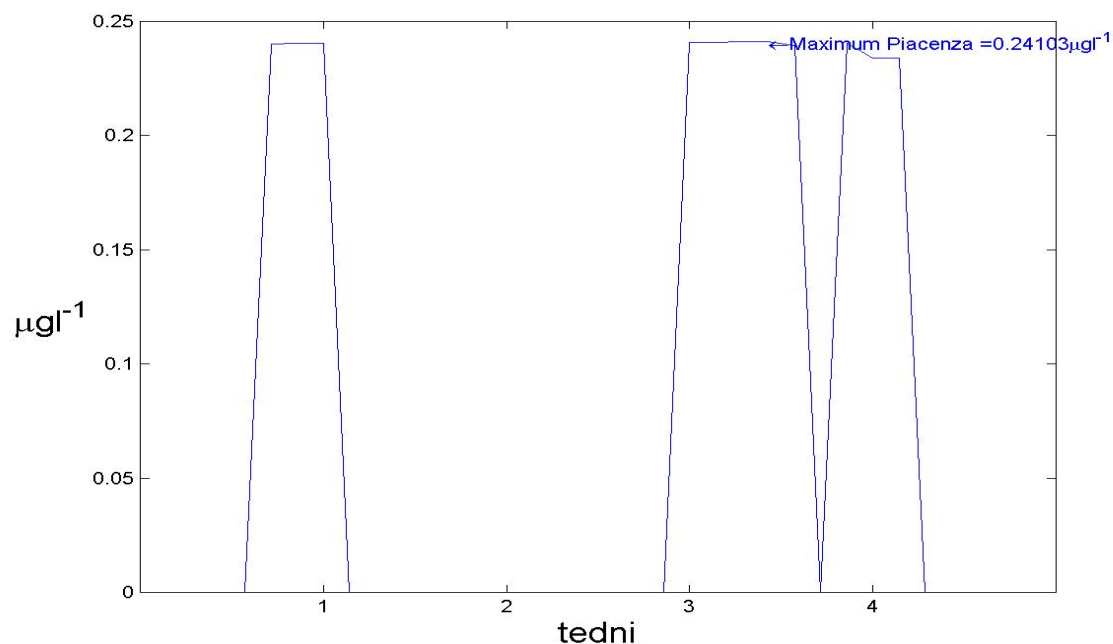


Slika 39 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v obdobju 26 let

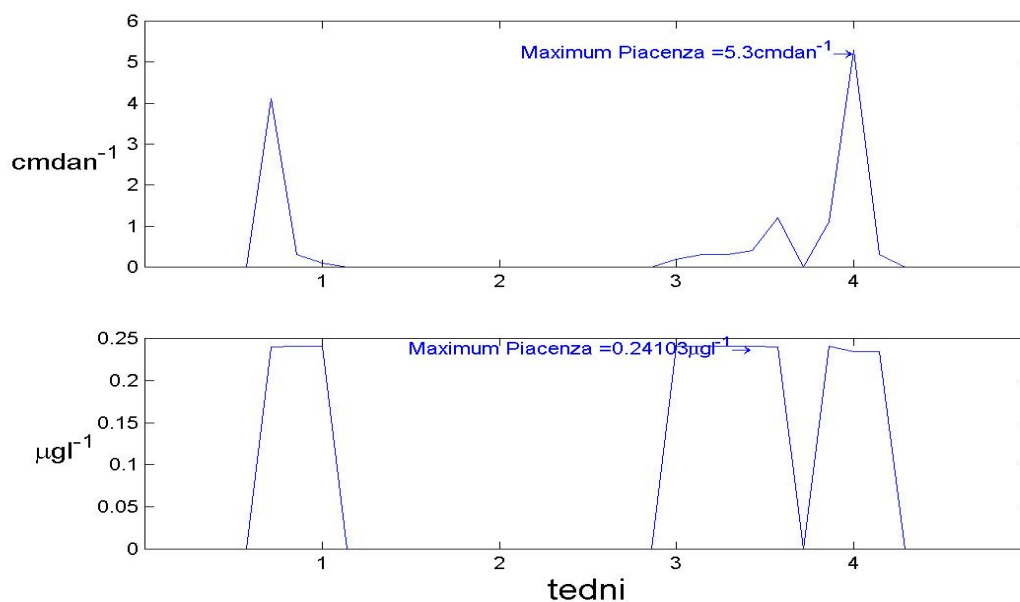


Slika 40 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v 24.letu

Maksimumi so očitno povezani s padavinami. Če so v času po aplikaciji močne padavine, pride velik delež aktivne snovi v izcedek. Oglejmo si podrobneje najprej koncentracije v izcedku od 11.novembra do 10.decembra (Slika 41).



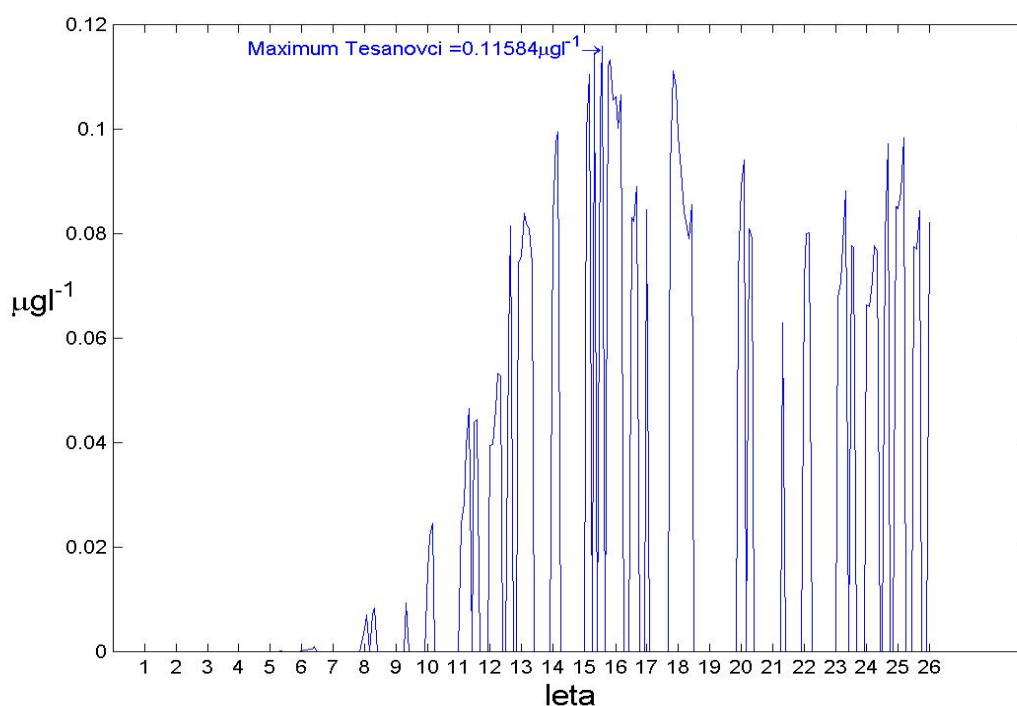
Slika 41 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za scenarij Piacenza v obdobju sredina novembra – sredina decembra 24.leta



Slika 42 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine (zgoraj) za scenarij Piacenza, oboje v obdobju sredina novembra – sredina decembra 24.leta

Maksimumi trajajo tokrat dalj časa. Vprašljivo je ali dejansko prihaja do tako velikih skokov, saj se količina izcedka verjetno zmanjšuje bolj zvezno. Skoraj 11 dni trajajoče drugo obdobje z visokimi koncentracijami aktivne snovi v izcedku ima nedvomno drugačne posledice na koncentracije v podtalnici kot dan ali dva trajajoče povišane koncentracije. Povezanost z izjemnimi padavinami prikazuje diagram na sliki 42, ki vključuje tako padavine kot napovedane koncentracije pesticida, ne pa aplikacij. Te so le enkrat letno in to v maju, mnogo pred pojavom maksimuma koncentracij aktivne snovi v izcedku!

4.5.5 Podrobnejši rezultati za koncentracije aktivne snovi klotianidin v izcedku za Tešanovce



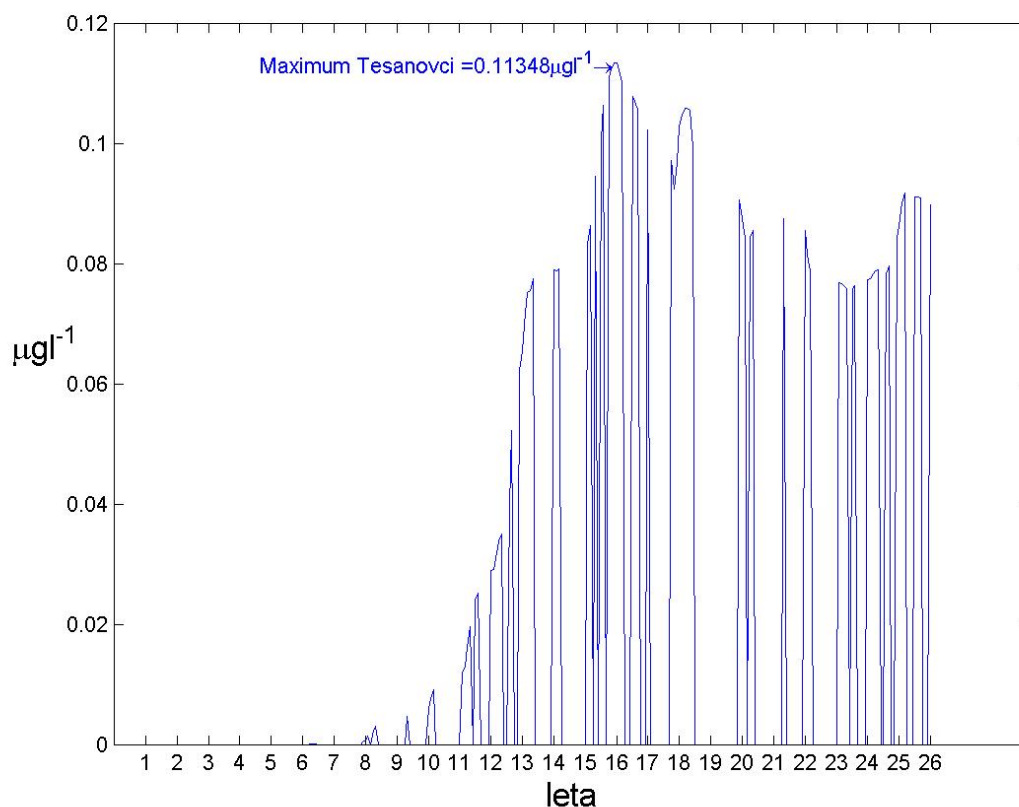
Slika 43 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku v globini 1 m za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let

Tudi najnovejša verzija modela PELMO ne omogoča izpisa poteka pretoka aktivne snovi in metabolitov po horizontih dnevno. Izkoristimo lahko samo izpis po mesecih. Iz izhodnih datotek CHEM.PLM in CHEM_XX.PLM (XX zamenja oznaka metabolita) moramo izločiti podatke o pretoku aktivne snovi ali metabolita v globini 1 m in na dnu tal. Nalogo opravimo s skriptom v Unix-u. Podatke o izcedku na globini 1 m in na dnu tal dobimo po dneh v datoteki PLOT.PLM. Podatke enega meseca dobimo s

seštevanjem izcedkov po dneh. Z enostavnim programom v Excelu izračunamo sedaj koncentracije v izcedku po formuli (2).

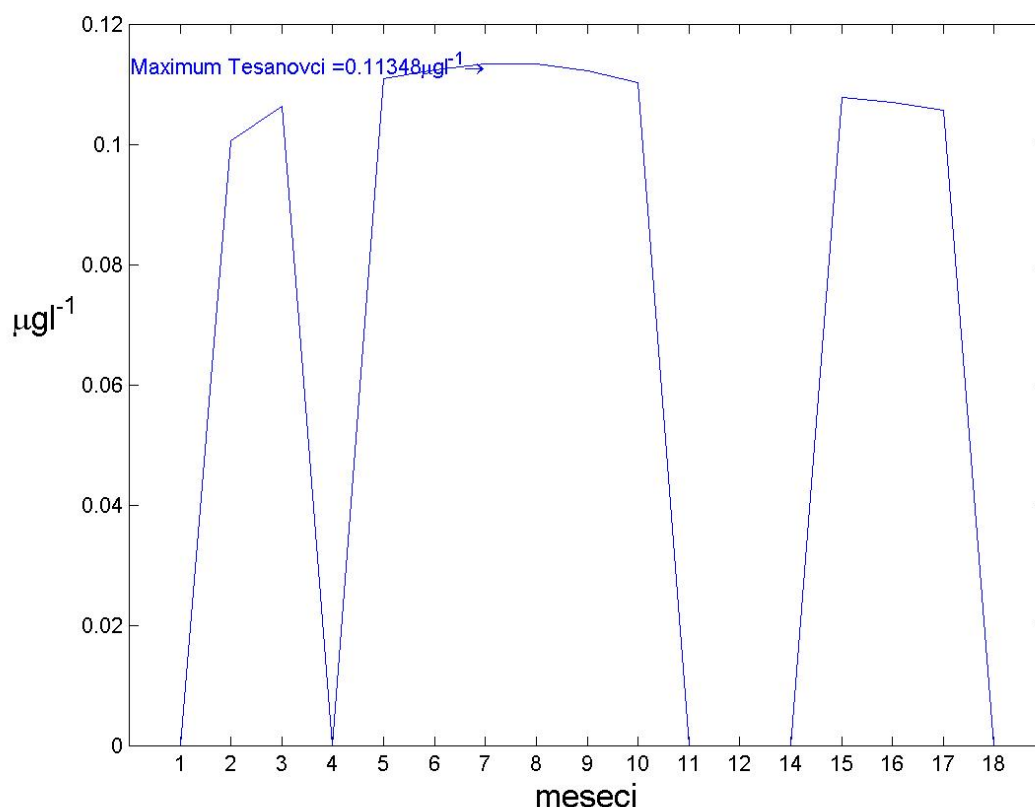
Ostane nam še samo, da dobljene rezultate prikažemo na primeren način. Najprej nas zanima potek koncentracije aktivne snovi klotianidin v izcedku po mesecih. Za globino 1 m je prikazan na sliki 43.

Bolj zanimivo je dogajanje na dnu tal. Tam je mineralizacija tal že tako močna, da adsorbcije aktivne snovi ni več, prav tako pade biodegradacija. Koncentracija v izcedku na dnu tal je v tesni zvezi z onesnaženjem podtalnice. Pričnemo s potekom koncentracije po dneh, ki je podan na sliki 44.



Slika 44 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let

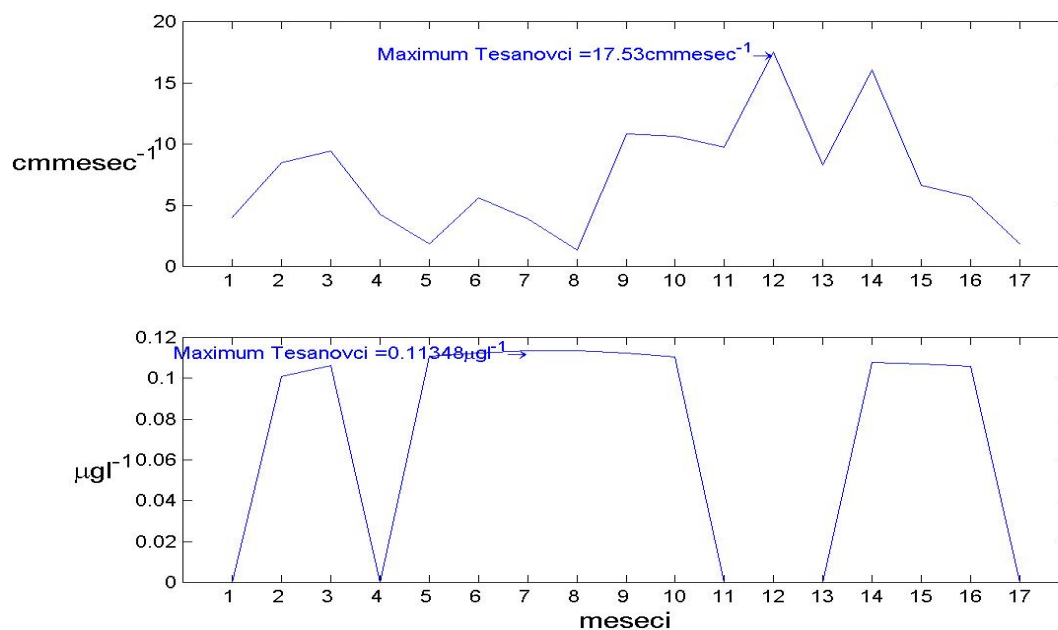
Maksimalna koncentracije nastopijo v drugi polovici 16.leta in prvi polovici 17.leta. Oglejmo si potek koncentracij v obdobju 17 mesecev teh dveh let podrobneje. Potek po mesecih je prikazan na sliki 45.



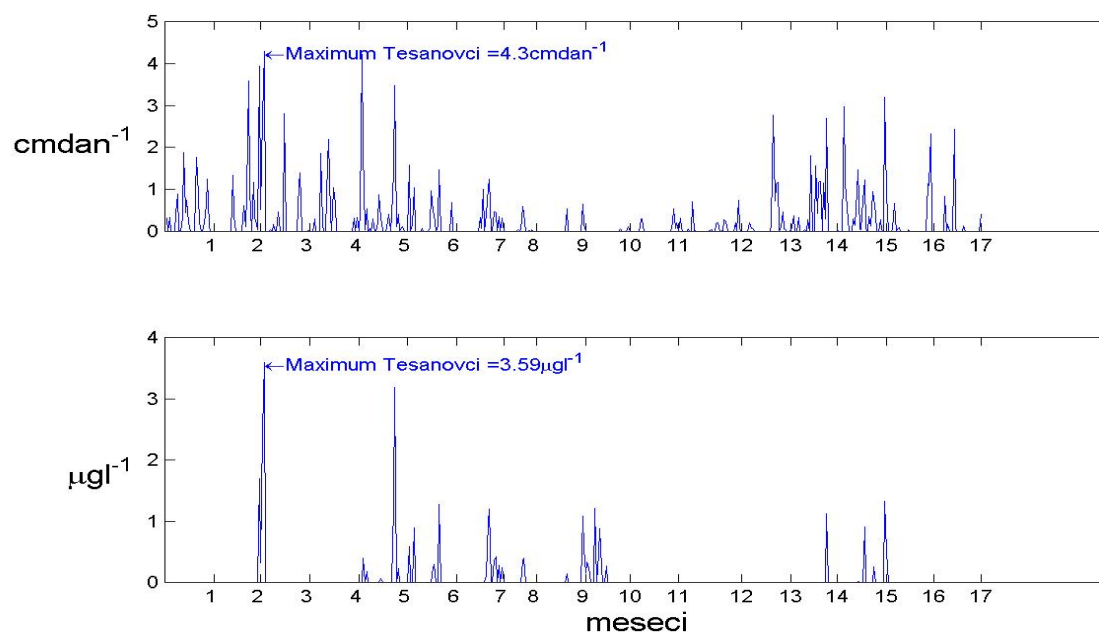
Slika 45 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal za lokacijo Tešanovci od maja 16.leta do oktobra 17.leta

Prvi mesec je junij. Že v mesecu oktobru 16.leta se prične obdobje, v katerem mesečne koncentracije v izcedku trajno ostajajo na visoki ravni. Konča se šele v marcu naslednjega leta.

Podoben potek imajo tudi koncentracije v globini 1 m. Zanima nas, ali je morda kakšna povezava s padavinami. Potrebujemo mesečne količine padavin za to obdobje. Izračunamo jih iz podatkov v datoteki PLOT.PLM. V jesenskih mesecih imamo več zaporednih konic v koncentraciji aktivne snovi. Najbolj izrazita je konica konec novembra in začetek decembra, ki je podrobneje prikazana na sliki 46 skupaj s potekom padavin v tem obdobju.



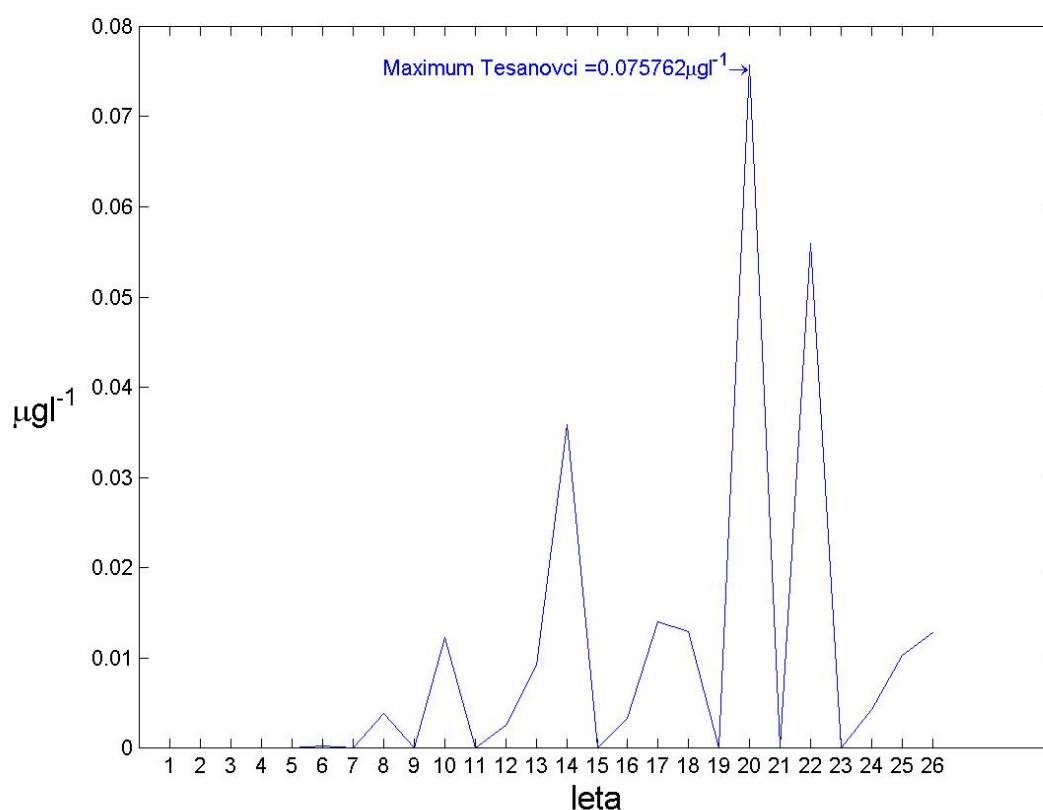
Slika 46 - Mesečne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine za lokacijo Tešanovci (zgoraj), oboje za obdobje od maja 16. leta do oktobra 17. leta



Slika 47 - Dnevne koncentracije klotianidina v izcedku na dnu tal (spodaj) in padavine (zgoraj) za lokacijo Tešanovci, oboje v obdobju od maja 16. leta do oktobra 17. leta

Kako seštevanje izcedkov in pretokov preko meseca in na tej osnovi izračunane mesečne koncentracije zamegli dejansko dogajanje, lahko prikažemo z diagramom za isto obdobje, ki pa podaja dnevne koncentracije. Prikazan je na sliki 47.

Še bolj netočne koncentracije za dno tal, izračunane po letih, ki so prikazane na sliki 48.



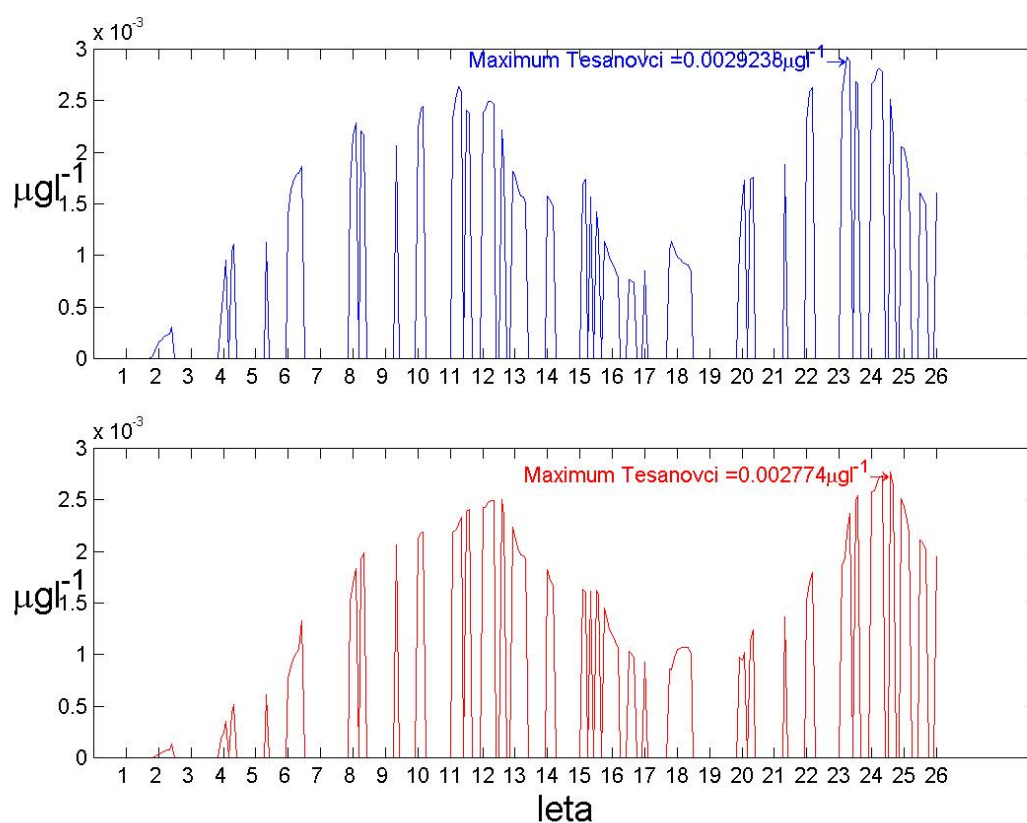
Slika 48 - Koncentracije klotianidina po letih v izcedku na dnu tal za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let

Že sami avtorji scenarijev opozarjajo na vpliv obdobja, za katerega izračunavamo koncentracije (FOCUS 2000, str. 110). Maksimalne dnevne vrednosti so prav gotovo višje kot maksimalne letne. Nič ne govorijo o teh razlikah, ampak le o tem, kako vpliva izbira začetka leta. V našem primeru se pojavi približno petkratna razlika. Za organizme v tleh je prav gotovo bolj kritična visoka dnevna koncentracija kot pa nizka letna vrednost!

4.5.6 Koncentracije metabolitov

Izbiramo lahko le med dvema aktivnima snovema in njunimi metaboliti: fosetil Al in klotianidin. Odločimo se za klotianidin, ki ima bolj kompleksno shemo razpadanja in katerega metaboliti so tudi toksični. Prikazali bomo koncentracije za Tešanovce, kjer bi se lahko ta FFS (Poncho) tudi dejansko uporabljal.

Napovedane koncentracije metabolitov so tako nizke, da lahko močno dvomimo v te napovedi. Zato podajamo samo potek za metabolit TNZG v globini 1 m in na dnu tal združena na eni sliki (Slika 49).



Slika 49 - Mesečni koncentraciji metabolita TNZG v izcedku na globini 1 m (zgoraj) in na dnu tal (spodaj) za lokacijo Tešanovci v obdobju 26 let

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 IZHODIŠČA

V delu smo obravnavali le del problemov, ki so povezani z registracijo FFS v luči varstva naravne dediščine. Zakaj menimo, da je to pomembno poudariti. Registracija je postopek, ki je v vseh korakih natančno določen. Določeni so scenariji, zahteva se napoved koncentracij aktivnih snovi in predpisuje s kakšnimi modeli jo lahko napovedujemo. O vsem tem govorita izhodiščna dokumenta Council Directive 91/414/EEC (1991) in FOCUS groundwater scenarios ... (2000).

Nismo se spustili v analizo, kakšni modeli so najbolj ustrezni. O tej temi se pojavljajo vedno nove publikacije in novi pristopi. Podali smo samo ilustrativno nekaj referenc, ki govorijo o vplivih FFS-jev na žive organizme. S podatki skušamo opozoriti na nekaj slabosti v postopku registracije, ki imajo lahko negativen vpliv na varstvo naravne dediščine. Publikacij o teh vprašanjih smo kljub skrbnemu iskanju, ki je danes zelo olajšano z različnimi zbirkami publikacij in izvlečkov, našli zelo malo in jih podajamo v nadaljevanju.

5.2 KLASIFIKACIJA AKTIVNIH SNOVI

Najprej bi želeli opozoriti na dejstvo, ki na videz z varstvom naravne dediščine nima nobene povezave. V poglavju 4. Rezultati smo na sliki 18 in v krajši predstavitvi, povezani z napovedanimi koncentracijami za slepe pesticide (FFS-je) opozorili, da imamo opravka pri scenarijih s tremi zelo različnimi skupinami lokacij. To dejstvo samo po sebi ni kritično, saj na videz govori v prid zahtevi, naj scenariji v čim večji meri pokrijejo vsa območja v EU, kjer prevladuje intenzivno kmetijstvo in z njim povezana uporaba FFS-jev.

Problem se skriva v postopku, kdaj neko aktivno snov uvrstijo v Anex I direktive COUNCIL DIRECTIVE 91/414/EEC (1991). Če na nobeni lokaciji koncentracija ne presega $0.1 \mu\text{g l}^{-1}$, se aktivna snov uvrsti na seznam (glej sliko 2). Če na vseh lokacijah presega koncentracijo $0.1 \mu\text{g l}^{-1}$, se v EU nikjer ne sme uporabljati. Kaj pa vmesni slučaj med tema skrajnostima? Tu je presoja prepuščena vsaki državi članici. Uvrstitev v seznam je pogojna, država članica mora s poglobljenimi analizami, ki upoštevajo njene specifične razmere, ugotoviti, ali je uporaba aktivne snovi in preko nje pesticida (FFS-ja), ki jo vsebuje, dopustna ali ne.

Zaradi zelo "tolerantnih" scenarijev iz skupine Porto, Sevilla in Thiva (glej preglednico 4.4 iz FOCUS groundwater scenarios ..., 2000) , bo večina aktivnih snovi uvrščena pogojno. Le redke bodo prepovedane. Po drugi strani pa "občutljivi" scenariji Hamburg, Kremsmünster, Jokioinen, Okehampton in Piacenza zagotavljajo, da se v seznam uvrstijo res samo neproblematične aktivne snovi. Za vse ostale pa čaka

državo članico zahtevno delo. Kot bo razvidno v nadaljevanju, presoja v državi ni enostavna.

5.3 DOLOČANJE SCENARIJEV

Scenariji niso zbirka podatkov, ki bi ustrezali neki lokaciji, ali bi bili zbirka povprečnih vrednosti na nekem območju. Nastali so v postopku, v katerem so že vnaprej omejili njihovo skupno število pod 10. V postopku, ki je bil pojasnjen v pregledu objav, so končno določili 9 scenarijev. V FOCUS groundwater scenarios ... (2000) izpostavljajo kot naloge, ki jih je potrebno še opraviti:

"Review of the appropriateness of the scenario selection procedures"

kot prvo nalogo. Vendar po letu 2000 ne zasledimo objav v revijah ali na konferencah, pa tudi ne v poročilih FOCUS group razprav na temo izbira scenarijev. V nadaljevanju v FOCUS groundwater scenarios ... (2000) avtorji zapišejo, da bi podrobna analiza ranljivosti zahtevala simulacije na velikem številu lokacij znotraj vsakega klimatskega območja.

Zasledili smo le dve publikaciji, ki obravnavata primernost scenarijev bolj podrobno. Prva je Bouma in sod. (2002). Obravnava dosežene količine nitratov in koncentracije pesticidov, ki se pojavijo na konkretni kmetiji ob upoštevanju vseh omejitev in dobre kmetijske prakse. Za nas najbolj pomembna je ugotovitev, da dosežene koncentracije pesticidov v izcedku na določenih delih kmetije dvakrat presegajo dopustne vrednosti. To kljub temu, da se uporabljajo le pripravki z aktivnimi snovmi, ki so na Aneksu I in v predpisanih količinah. Uporaba standardnega scenarija za Nizozemsko ni pokazala prekoračitev! To je tudi edina publikacija, ki delno obravnava enaka vprašanja kot mi in prihaja do podobnih ugotovitev.

Druga publikacija je Ramos in sod. (2000), ki s podatki dokazujejo, da standardni scenariji ne upoštevajo dovolj posebnih klimatskih in talnih razmer, velikosti kmetij, značilnih gojenih rastlin in reliefa držav, ki ležijo ob Sredozemskem morju. Opozorijo tudi na za nas pomembno dejstvo, da modeli in scenariji bolj ustrezajo območjem z zelo plitko podtalnico (3 – 4 m globoko) in manj območjem z globoko podtalnico. V našem primeru bi Tešanovcem ustrezali, Koglu pa verjetno ne!

5.4 PRESOJA V POSAMEZNI DRŽAVI ČLANICI

Države članice EU, ki imajo na svojem ozemlju standarden scenarij (ali celo dva) se lahko ob presoji na najnižji stopnji (Tier 1 v angleški terminologiji) v začetku naslonijo na napovedane koncentracije po tem scenariju. Kaj pa država kot je Slovenija? Za umetni pesticid (FFS) A smo ugotovili, da lokacija Kogel spada med "tolerantne",

Tešanovci so na meji "občutljivih", namišljena lokacija, ki združuje tla Tešanovcev in klimatske pogoje Kogla pa se zavihti v vrh "občutljivih" (Preglednica 22). Menimo, da je iskanje enega samega scenarija za Slovenijo nesmiselno. Razpon povprečnih letnih padavin in predvsem razlike v tleh so prevelike. Že samo povprečne padavine v Sloveniji pokrijejo celoten razpon, ki so ga upoštevali pri pripravi 9 FOCUS scenarijev. Tudi, če bi ga po napornem delu in zbiranju podatkov določili, ne bi vedeli za neko novo aktivno snov, kakšne koncentracije lahko pričakujemo na točno določeni lokaciji. Razlike med lokacijami so lahko velikostni razred in več.

V preglednicah 20, 21 in 22 smo prikazali, kako vpliva variiranje klimatskih podatkov (temperatura in padavine) in talnih podatkov (vsebnost organskega ogljika) na spreminjanje napovedanih koncentracij. Menimo, da je pri vsaki aktivni snovi, ki ni uvrščena brezpogojno na Anex I, potrebno podati v kakšnih klimatskih razmerah in pri kakšnih tleh ne presega dopustnih koncentracij aktivne snovi v izcedku. Odločilna je tudi sposobnost zadrževanja vode v tleh, katere vpliva pa v nalogi nismo podrobneje analizirali. Pri sedanjih zmogljivostih računalnikov ni pretirana zahteva, da proizvajalec pesticida (FFS-ja) predloži napovedi koncentracij aktivne snovi za prevladujoče tipe tal, različne vsebnosti ogljika in klimatske razmere na območjih, kjer želijo doseči dovoljenje za uporabo pesticida (FFS-ja). Menimo, da dovoljenje v nobenem primeru ne more biti splošno.

5.5 RAZMERE PRI UPORABI IZBRANIH FFS-JEV

Izbrana FFS-ja vsebujeta tri aktivne snovi: fosetil Al, fenamidon in klotianidin. Obravnavali bomo le fosetil Al in klotianidin. Aktivna snov fenamidon je v FFS-ju Verita prisoten v tako nizkem deležu, da bi tudi ob slabi sorbciji in dolgi razpolovni dobi težko dosegel višje koncentracije.

Poleg koncentracij aktivnih snovi v izcedku smo podali tudi koncentracije v tleh. Na temo koncentracij aktivnih snovi in njihovih metabolitov v tleh praktično ni publikacij. Naleteli pa smo na zanimiv članek Reinecke SA in Reinecke AJ (2007), ki obravnava vpliv uporabe pesticidov na številčnost populacije deževnikov. Primerja številčnost na dveh sosednjih poljih: kultiviranem in nekultiviranem in ugotavlja skoraj osemkratne razlike, kljub temu, da pol leta po aplikacijah tudi na kultiviranem polju ni možno več zaznati aktivnih snovi in njihovih metabolitov v tleh. Naše simulacije kažejo na primerljive koncentracije aktivnih snovi v tleh (v vrhnjem sloju bistveno višje, v globini 10–15 cm pa skoraj enake). Upravičeno lahko trdimo, da tudi na naših lokacijah ob uporabi FFS-jev prihaja do podobnih zmanjšanj gostote organizmov.

Aktivne snovi, ki smo jih obravnavali segajo od fosetil Al, ki ima DT_{50} v vseh primerih krajši od 2 dni, preko fenamidona kjer je DT_{50} 60 dni do klotianidina z DT_{50} daljšim od 1 leta. Imamo vsaj pri fenamidonu in klotianidinu opravka z aktivno snovjo, ki zahteva

presojo vplivov na tla. Po predlogu Lindena van der in sod. (2006) bi bila potrebna pri klotianidinu presoja po principu ekološkega praga 7 let po zadnji aplikaciji!

5.5.1 Razmere pri aktivni snovi fosetil Al

Vse obravnave rezultatov PELMO se ukvarjajo zgolj z napovedmi koncentracij v izcedku. Model je bil prvotno narejen za ugotavljanje koncentracij v tleh. Prav koncentracije v tleh so tiste, ki so s stališča varstva naravne dediščine kritične. Maksimalne vrednosti presegajo še v globini 15 cm do 20 cm vrednosti $4 \mu\text{gdm}^{-3}$. V vrhnjem sloju tal 0 cm do 5 cm so te vrednosti višje od $30 \mu\text{gdm}^{-3}$. Iz dosjejev, ki jih je predložil proizvajalec, ni bilo možno razbrati, kako vpliva aktivna snov na nečiljne organizme v tleh pri teh koncentracijah! Koristno prav gotovo ne.

Tudi pri izcedku nas napovedane koncentracije motijo. Res, da so nižje od $0.1 \mu\text{gl}^{-1}$ (Preglednica 23). To se tudi ujema z rezultati, ki so v prijavi navedeni na osnovi simulacij z modelom PRZM. Toda, kaj pa umetna lokacija Kogel-Tešanovci (tla Tešanovcev in klima Kogla)? Tu pa razmere že niso več dopustne. Dovoljena koncentracija je dvakrat prekoračena! Torej lahko uporaba FFS-ja Verita preko aktivne snovi fosetil Al na tleh, ki niso ugodna (majhna vsebnost organskega ogljika in sposobnost zadrževanja vode) vodi v klimatskih razmerah Jeruzalemskih gor in v dvakratne prekoračitve dopustnih koncentracij. Lokalni vodni viri bodo nedvomno izpostavljeni nedopustni kontaminaciji v obdobju dolgotrajnih padavin v obdobju aplikacije (spomladi).

5.5.2 Razmere pri aktivni snovi klotianidin

Koncentracije v tleh se obnašajo drugače kot pri aktivni snovi fosetil Al. Hitro padajo z globino tal, so pa bistveno višje tik pod površino. Zanimivo je dejstvo, da se 80 percentilne vrednosti v globini 15 cm do 20 cm le malo razlikujejo od maksimalnih. Vzrok je v dolgi razpolovni dobi aktivne snovi. Pri klotianidinu je jasno viden vpliv deleža organske snovi ob približno podobnih klimatskih razmerah. Lokacija Kogel z visoko vsebnostjo organske snovi dosega izjemno visoke koncentracije v tleh, lokacija Tešanovci na drugi strani z nizko vsebnostjo organske snovi polovico nižje koncentracije (Preglednica 26).

Razmere se spremenijo v izcedku. Tu se lokacija Tešanovci izenači z lokacijo Kogel in obe ne presegata vrednosti $0.1 \mu\text{gl}^{-1}$ (Preglednica 27). Je pa lokacija Tešanovci (kjer naj bi pridelovali koruzo in na njej uporabili FFS Poncho) zelo blizu mejni vrednosti. V malenkost bolj neugodnih klimatskih razmerah bi prekoračili dopustno vrednost. To nam potrjuje rezultat za namišljeno lokacijo Kogel-Tešanovci. Zanimivo je dejstvo, da

koncentracija aktivne snovi klotianidin tudi v standardnem scenariju Piacenza prekorači dopustno vrednost.

5.6 DOGAJANJE OB DALJŠIH DEŽEVNIH OBDOBJIH

Način določanja napovedanih "povprečnih" koncentracij v izcedku podaja FOCUS groundwater scenarios ... (2000). Temelji na kvocientu dveh integralov. Prvi je integral pretoka aktivne snovi preko celega leta na izbrani globini tal, drugi je integral pretoka vode preko celega leta na isti izbrani globini tal. Seveda model ne izračunava teh integralov, ampak tvori le vsoto dnevnih vrednosti, ki jih dobi iz simulacije.

Dokument FOCUS groundwater scenarios ... (2000) analizira razlike med povprečnimi vrednostmi, ki jih dobimo, če uporabimo koledarsko leto ali pa hidrološko leto. Hidrološko leto naj bi se začejalo sredi daljšega suhega obdobja. Ramos in sod. (2000) opozarjajo, da je razpored in oblika padavin v sredozemskih državah povsem drugačen kot v Severni Evropi! Kaj pa Slovenija. Mi imamo dele ozemlja, kjer nastopata oba razporeda padavin, ki ju navajajo Ramos in sod. (2000): kratka silovita neurja značilna za sredozemske države in daljša obdobja zmernih ali celo malo intenzivnih padavin značilna za Severno Evropo. Dalj kot gremo proti severovzhodu Slovenije bolj je izražen samo drugi tip. Zakaj je razpored padavin tako pomemben? To bomo pokazali v nadaljevanju.

Pregled izhodnih datotek modela Pelmo (PLOT.PLM) kaže, da prihaja do izcedka v globini 1 m in na dnu tal le občasno. V nekaterih standardnih scenarijih se to v določenih letih ne dogodi niti enkrat! Zanimala nas je povezava med padavinami, aplikacijo in koncentracijo aktivne snovi v izcedku. Velja pričakovana odvisnost. Le dalj časa trajajoče padavine ali serija krajših obdobj z obilnimi padavinami povzročijo nastanek izcedka.

5.6.1 Aktivna snov fosetil AI

Nismo potrdili povezave z aplikacijo. Za tla (slike 22, 23 in 24) res velja, da koncentracija aktivne snovi naraste ob aplikaciji(jah) vendar potem hitro pade.

Pri koncentraciji v izcedku nimamo takih odvisnosti. Analizirali smo najprej rezultate za scenarij Piacenza in zatem za lokacijo Kogel. Ugotovili smo kritično leto, v tem letu kritični mesec in na koncu zaporedje kritičnih dni (Slike 22 do 32). Pri Piazenci se vrhunec pojavi popolnoma izven obdobja aplikacije (v mesecu oktobru). Drugačne so razmere pri Koglu, kjer se vrhunec pojavi v mesecu juniju (še v obdobju aplikacije). Model nam govori, da se izcedek pojavi le za nekaj dni! Najbolj prihaja to do izraza pri Koglu. Tu se izcedek pojavi res samo en dan! Zato vrednosti za koncentracije, ki jih dobimo, če opazujemo posamezne dneve, tedne, mesece ali leto le malo odstopajo! Odstopajo le takrat, če se izcedek pojavlja večkrat, to pa je v neugodnih klimatskih

razmerah in pri slabi sestavi tal (slaba sposobnost zadrževanja vode). Najbolj zgovoren je potek na sliki 35, ki za lokacijo Kogel združuje prikaz padavin, koncentracije aktivne snovi v izcedku in dneve aplikacije. Ne da bi posebej pazili (model tega tudi ne omogoča) so bile aplikacije večinoma izvedene v dneh brez padavin. Same aplikacije očitno nimajo vpliva na pojav izcedka. Lahko pa vplivajo zelo neugodno v povezavi z daljšim obdobjem intenzivnih padavin. Tak primer imamo v petem, šestem, sedmem in osmem tednu kritičnega obdobja na lokaciji Kogel. Aplikacijam sledijo obdobja padavin in posledično dosežemo v zadnjem tednu maksimalno koncentracijo aktivne snovi v izcedku. Po prvem obdobju padavin, ki sledi neposredno aplikaciji, koncentracije v izcedku še ne narastejo močno. Drugačne so razmere že pri drugem obdobju. Pesticid (FFS) se je "usedel" v plasti tal in obilne padavine ga odplavijo v izcedek, ki že kaže povišano vrednost koncentracije aktivne snovi (približno $0.1 \mu\text{g l}^{-1}$). Sledi ponovno daljše obdobje padavin in sedaj koncentracije aktivne snovi v izcedku močno narastejo ($0.51 \mu\text{g l}^{-1}$). Ta vrednost seveda močno odstopa od napovedane 80 percentilne vrednosti, podane v preglednici 24. Poznavanje zgolj 80 percentilnih vrednosti je za varstvo okolja in posledično za varstvo naravne dediščine premalo! Več obdobj z nizkimi koncentracijami aktivne snovi v izcedku "zabriše" prisotnost obdobja z izrazito visokimi koncentracijami. Navedli smo že, kako se določajo povprečne koncentracij. Organizmi v tleh ne znajo "integrirati". Za njih so mnogo bolj kritične kratkotrajne visoke vrednosti koncentracij. Temu dejstvu dokument FOCUS groundwater scenarios ... (2000) ne posveča nobene pozornosti.

Zakaj tako zanemarjanje? Celotna presoja FFS-jev po Council Directive 91/414/EEC (1991) je izrazito antropocentrično zasnovana. Izhodišče je za človeka še sprejemljiva koncentracija aktivnih snovi v pitni vodi. Da pa se tudi tu v bolj ozaveščenih okoljih, ki ne sledijo zgolj slepo minimalnim zahtevam, sprejetim na nivoju EU kaže Cornelese in sod. (2003). Avtorji za potrebe Nizozemske predlagajo trostopenjski postopek. Ta pri presoji vpliva aktivnih snovi na prvi stopnji, ki temelji na izračunih predvidenih koncentracij aktivne snovi, ne uporablja vrednosti $0,1 \mu\text{g/l}$ ampak 100 krat nižjo vrednost $0,001 \mu\text{g/l}$. Na drugi in tretji stopnji presoje pa zahteva ne več izračun predvidenih koncentracij ampak njihove meritve na statistično dovolj velikem številu merilnih mest. Tu pa je zopet odločilna koncentracija $0,1 \mu\text{g/l}$. Prekoračena sme biti le na manj kot 10 % vseh lokacij. Izbira lokacij naj bi zajela pedološko različne tipe tal, ki so prisotna pri uporabi pripravka, ki vsebuje aktivno snov. Uveljavitev takšnega scenarija presoje pomeni praktično izvajanje meritev za vse nove aktivne snovi. Dobljene vrednosti koncentracij pa so ob poznavanju toksičnosti aktivne snovi dovolj dobra osnova tudi za širšo presojo s stališča varovanja okolja.

5.6.2 Aktivna snov klotianidin

Pri klotianidinu se vrhunci pojavljajo popolnoma neodvisno od aplikacije tako v scenariju Piacenza (slike 37 do 42) kot na lokaciji Tešanovci (slike 43 do 48). Tudi tu se pri lokaciji Tešanovci pojavi razlika med maksimalnimi letnimi, mesečnimi in dnevnimi vrednostmi, vendar je bistveno večja kot pri fosetil Al. V kritičnem obdobju dobimo zelo dobro ujemanje povišane količine padavin in visokih koncentracij aktivne snovi v izcedku (Slika 47). Vendar so očitno obdobja večjih padavin samo potreben ne pa tudi zadosten pogoj za nastop povišanih koncentracij aktivne snovi v izcedku. Če ni obdobja povišanih padavin, ni izcedka in posledično tudi ne povišanih koncentracij aktivne snovi v njem. Ko pa se pojavi izcedek, je količina aktivne snovi v njem odvisna tudi še od drugih faktorjev, ki vplivajo na to, da enkrat dosežemo visoke vrednosti (kritično obdobje na sliki 47) drugič pa ne (n.pr. v 23.letu – sliki 43 in 44).

5.7 POVZETEK SKLEPNIH UGOTOVITEV

Izbrali smo dve lokaciji: Tešanovce v bližini Murske Sobote in Kogel v Jeruzalemskih goricah, ki sta v zračni črti oddaljeni manj kot 20 km. Vendar se napovedane koncentracije aktivne snovi v izcedku bistveno razlikujejo. Še več, razlike so odvisne od uporabljene aktivne snovi. Nastopajo tudi razlike v koncentraciji aktivne snovi v globljih plasteh tal. Trdimo, da standardni scenariji pa tudi naš specifičen scenarij za potrebe varstva naravne dediščine ne zadoščajo. Večje število specifičnih scenarijev za Slovenijo bi lahko uporabili pri pripravi našega lastnega (nacionalnega) "Anex-a I", vendar bi še vedno ne vedeli, kakšne koncentracije lahko pričakujemo na neki konkretni lokaciji, če se njeni podatki (klima in tla) ne ujemajo z nobenim izmed naših lastnih standardnih scenarijev.

Predstavitev napovedanih koncentracij aktivne snovi v obliki letnih vrednosti za potrebe varstva naravne dediščine pa tudi varstva okolja zavaja. Pogojno je lahko primerna za presojo, kakšen je vnos v podtalnico. Toda tudi to le v primeru, kadar je celoten volumen izcedka v enem letu bistveno manjši od volumna podtalnice. Če to ne drži, lahko količine aktivne snovi v izcedku, ki prodrejo v podtalnico po obdobju dalj časa trajajočih padavin, bistveno povečajo koncentracijo aktivne snovi v podtalnici.

Rezultatov dobljenih za neko aktivno snov ne moremo posplošiti niti na podobne aktivne snovi. Ne poznamo namreč kriterijev po katerih bi ugotavljali, da sta dve aktivni snovi podobni glede pojavljanja v izcedku.

Popolnoma je v obravnavah prezrta koncentracija aktivne snovi v tleh. V dosjeih FFS-jev ni podatkov o tem, kako vplivajo povišane koncentracije v tleh na talne organizme. Podane so vrednosti koncentracij v organizmih, ki so kritične (Annex 6 k Dir. 91/414/EEC), ne pa tudi, kako se koncentracije v tleh kažejo v koncentracijah v organizmih.

6 POVZETEK

6.1 POVZETEK

V magistrski nalogi smo predstavili, ovrednotili in podali zgled uporabe matematičnih modelov, ki se uporabljajo za napovedovanje koncentracij kemikalij oziroma ožje fitofarmacevtskih sredstev (v nadaljevanju FFS) pri spiranju v podtalnico. Napovedane koncentracije se uporabijo v procesu registracije FFS-jev. Pri postopku registracije je določena mejna vrednost vsebnosti aktivnih snovi in vseh njihovih relevantnih metabolitov posameznega FFS v izcedku. Ta je zakonsko določena in znaša 0,1 µg/l. Tiste aktivne snovi, ki pri vseh FOCUS scenarijih zadostijo zahtevi, da koncentracija v podtalnici ne preseže 0,1 µg/l, se vpišejo v priložo 1 (Annex 1) direktive o FFS (Direktive 91/414/EEC). Da bi celoten postopek, kar najbolj harmonizirali, so v okviru skupine FOCUS izbrali štiri matematične modele MACRO, PEARL, PELMO ter PRZM-GW, ki so vsi namenjeni izračunavanju koncentracij FFS-jev v podtalnici.

Na začetku v **prvem poglavju** magistrske naloge z naslovom UVOD smo podali definicijo pojmov okolje in narava in iz teh dveh pojmov izpeljali tako varstvo okolja (v nadaljnjem tekstu VO) kot tudi varstvo naravne dediščine (v nadaljnjem tekstu VND). Prikazali smo zvezo med VO in VND, kot splošno priznano dejstvo, tako v Evropi kot tudi v svetu. S tem, ko ščitimo okolje neposredno ščitimo tudi naravo. Vsem nam je dobro poznano dejstvo o škodljivih vplivih kemikalij na okolje. To velja tudi za vode, tako površinske kot tudi podzemne. Posebno velik vpliv na žive organizme, točneje na vrstno diverziteto imajo kemikalije, med njimi predvsem fitofarmacevtska sredstva. Ohranjanje vrstne diverzitete pa je ena od temeljnih nalog varstva narave. In je pogoj da bomo nekoč lahko o nekem organizmu, habitatu lahko govorili kot o naravni dediščini.

Za napovedovanje razgradnje in spiranja določenega fitofarmacevtskega sredstva so razvili posebne matematične modele. Končni rezultat uporabe tovrstnih modelov je napoved koncentracije v podtalnici. Pri teh modelih je zelo pomemben sestavni del scenarij. Pravzaprav lahko trdimo, da je za natančno napoved nujna uporaba korektnega scenarija.

V **drugem poglavju** z naslovom PREGLED STANJA smo spregovorili najprej o neuspeli želji po harmonizaciji registracije in o ustanovitvi skupine FOCUS, ki je končno prinesla določen premik v smeri poenotenja postopka. Spregovorili smo na splošno o matematičnih modelih, ter podali podroben opis scenarija in njegovih sestavnih delov. Scenarij vključuje tako meteorološke, kot tudi pedološke podatke in podatke o določeni kulturni rastlini. Navedli smo konkretne koristi uporabe

standardnega scenarija. Opisali smo vse parametre, potrebne za izdelavo scenarija in podali celoten potek, uporabljen pri konstruiranju devetih že obstoječih scenarijev.

V **tretjem poglavju** z naslovom MATERIALI IN METODE smo nakratko opisali naš izbrani model. Izbrali smo model PELMO (verzija 2.3.1), kajti edino pri tem modelu smo lahko brez posebnega dovoljenja avtorjev spreminjali vhodne parametre ali z drugimi besedami scenarij. Ker je model namenjen tako izračunavanju (napovedovanju) koncentracij v tleh, kot tudi izračunavanju koncentracij v podtalnici, je zelo primerno orodje v procesu zaščite naravne dediščine.

V okviru skupine FOCUS imamo, kot smo že predhodno navedli na voljo devet (9) že izdelanih scenarijev, za katere pa trdimo, da ne upoštevajo v zadostni meri tako meteoroloških kot tudi pedoloških posebnosti. Da bi preverili našo tezo, je bilo potrebno izdelati lasten scenarij, na podlagi meteoroloških podatkov, dobljenih na agenciji RS za okolje (ARSO) in pedoloških podatkov dobljenih na kmetijskem in inštitutu Slovenije (KIS). Zaradi dejstva, da se razmere na ozemlju Slovenije zelo hitro spreminjajo, smo se odločili, da namesto nekakšnega enotnega nacionalnega scenarija, ki bi pokrival celotno ozemlje Slovenije, uporabimo kar dve konkretni lokaciji. Ti dve lokaciji sta bili Tešanovci v neposredni bližini Murske Sobote in pa Kogel na Jeruzalemu. Izbira lokacij je do neke mere pogojevala tudi izbor FFS in vrsto kulturne rastline. Na lokaciji Jeruzalem smo se odločili za FFS oziroma pripravek VERITA, na lokaciji Tešanovci pa za FFS PONCHO. Pripravek VERITA je fungicid v obliki močljivih zrnc in je namenjen zatiranju peronospor vinske trte. Vsebuje dve aktivni snovi fenamidon (CAS: 161326-34-7) in fosetil Al (CAS: 39148-24-8). Medtem, ko je FFS oziroma pripravek PONCHO namenjen obdelavi koruznih zrn in vsebuje eno aktivno snov in sicer klotianidin (CAS 210880-92-5). V tem poglavju tudi pojasnimo, kako je potrebno preurediti in preveriti klimatološke podatke in kako določiti manjkajoče podatke o tleh.

Na začetku **četrtega poglavja** z naslovom REZULTATI smo najprej preizkusili pravilnost naše uporabe modela z vsemi že izdelanimi scenariji in umetnimi pesticidi (FFS-ji), poimenovanimi enostavno A, B, C in D. Nismo se zadovoljili z omejenimi možnostmi prikaza rezultatov modela, ki so vgrajene v program PELMO, pač pa smo razvili lastna orodja, s katerimi iz bogatih izhodnih datotek modela izločimo koristne podatke. O pravilnosti naših postopkov smo se prepričali prav s primerjanjem nekaterih tako dobljenih podatkov s podatki, ki so objavljeni v dokumentaciji FOCUS. Za vse tri aktivne snovi smo podali podroben izračun njihovih koncentracij v izcedku in tleh. Standardnim scenarijem smo priključili še naši dve lokaciji in izračunali koncentracije aktivnih snovi tudi zanje. Proučili smo vpliv spremembe klimatoloških podatkov in podatkov o tleh. Na osnovi te proučitve smo kombinirali lastnosti obeh lokacij v scenarij za namišljeno lokacijo Tešanovci-Jeruzalem. Postopek je bil podoben kot pri pripravi standardnih scenarijev. V tem scenariju smo dosegli tako za umetne pesticide kot tudi za naša izbrana pripravka prekoračitve dopustnih vrednosti. Problematična je bila predvsem prekoračitev pri izbranih pripravkih, ki se dejansko

uporabljata in lahko v neugodni kombinaciji klime in tal povzročita v izcedku nedopustne vrednosti. Ker so metaboliti aktivnih snovi v pripravku Verita slabo obstojni, smo le za aktivno snov klotianidin (pripravek Poncho) določili koncentracije metabolitov v izcedku.

V petem poglavju z naslovom RAZPRAVA IN SKLEPI smo lahko kot končno ugotovitev zapisali, da se je tekom naloge potrdila naša teza, da že obstoječi scenariji ne zadoščajo za relevantno oceno doseženih koncentracij. Iz v nalogi uporabljenih primerov je bilo razvidno, da je uporaba lastnega scenarija smiselna predvsem v primeru uporabe FFS Verita (1. aktivna snov fenamidon in 2. aktivna snov fosetil Al) za vinsko trto na lokaciji Jeruzalem. Dobljene koncentracije so bile v tem primeru z uporabo lastnega scenarija bistveno višje (faktor 5), kot tiste dobljene z že obstoječimi scenariji. Drugače velja za FFS Poncho (aktivna snov klotianidin) za koruzo na lokaciji Murska Sobota. Tukaj se dobljene koncentracije skoraj niso razlikovale, od tistih dobljenih pri najbolj neugodnih že izdelanih scenarijih.

Opozorili smo na dejstvo, da standardni scenariji predstavljajo zelo različna področja. Najbolj neugodne rezultate dajejo praviloma vedno isti scenariji. Neka aktivna snov bo z veliko verjetnostjo prekoračila mejno koncentracijo v podtalnici pri takem scenariju in je tako ne bomo uvrstili v Anex I. Toda njena uporaba s tem ni onemogočena, države članice EU morajo s podrobnejšimi metodami ugotoviti, kakšne so razmere na njihovih področjih. V nalogi pa smo pokazali, da nastopajo zelo velike razlike v napovedani koncentraciji med lokacijami, ki so geografsko zelo blizu!

Čisto za konec smo navedli še popolnoma prezrt problem koncentracije aktivnih snovi in njihovih metabolitov v tleh. Prav te predstavljajo grožnjo številnim organizmom v tleh in s tem biološki diverziteti.

6.2 SUMMARY

The master's thesis is divided into five chapters. In the first chapter the main goals of the master's thesis are introduced. It is stressed that national heritage can not be preserved in degraded environment. There are a lot of factors that cause environmental degradation. Among them PPP (Plant Protection Products) play a very important role. To predict concentrations of active substances and their metabolites in soil and leachate, the use of mathematical models predominates. The FOCUS group has selected four mathematical models and provided nine standard scenarios in its document FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference Sanco/321/2000 rev.2 for the needs of PPP registration (Council Directive 41/414/EEC). We decided to use the PELMO model due to the fact that the input data can be changed with a simple procedure. The principal task was to confirm that standard scenarios are not sufficient for adequate prediction of PPS concentrations at a specific location.

In the second chapter a short overview of work on modelling ecosystems is provided and then an explanation of fate models and their use in prediction of PPS concentration in soil and leachate. The rest of the chapter explains in detail which input files are needed and what their content is. We resume how standard scenarios were prepared and underlined two possible weaknesses: prolongation of climatic time series with the addition of data for a randomly selected year and the management of leap/non-leap years by deleting 29-th February data and inserting copy of 28-th February data.

In the third chapter our own work starts. We only collected climatological data covering a period of 10 years (from 1996 to 2005). In addition, these data are not in a format acceptable by PELMO. There are also errors in climatological data (missed and wrong entries). We have a lot of climatological data therefore their manual processing was impossible. We designed some simple programs in Unix shell environment that purge and transform data in a format proper for the use in PELMO.

In the surrounding of the selected locations there are abundant data on soil and various micro-organisms. However, these data are predominantly qualitative and not quantitative as required by PELMO. To convert them to a quantitative form we used two approaches. The first one is transformation of a descriptive scale to a numerical one; the second is the use of a program Soil Water Characteristics designed by Keith E. Saxton. At one of our locations soil bottom was too shallow and this is why we used the same technique as in the case of standard scenarios. We thickened the deepest layer sufficiently so that the prescribed soil thickness was achieved.

As for the data on crop, only one set of data was necessary. That was emergency time, maturity time and harvest time. In fact, these values are strongly dependant on the climate. In a hot, dry spring we obtain different values from those obtained in cold, humid spring. But PELMO and standard scenarios don't take this fact into consideration. They use the same values for climatically different years. There is a possibility to enter input data dependant on climatical conditions. However, we decided to follow the practice of FOCUS and used the same data for all the years.

Finally, in the third chapter we discuss PPP data. We selected two PPPs, Verita and Poncho. Verita has two active substances: foseil Al (CAS No. 39148-24-8) and fenamidon (CAS No. 161326-34-7) whereas Poncho has only one active substance klotianidin (CAS No. 210880-92-5). In accordance with the before mentioned Directive a dossier on PPP shall provide all the data to run models. Requirements of individual models only slightly vary in their scope. But still we had to find a big portion of data concerning the selected PPP on our own on the Internet (Chemical Index). It is the most critical to obtain the data on metabolites. We succeeded in defining all the data required.

The forth chapter represents the central point of the master's thesis. First, we developed some postprocessing programs to extract the data for the presentation from rich PELMO output files. Such extraction enables later analysis of simulation runs. To verify our approach in the postprocessing phase, we calculated some data that are presented by the FOCUS group for dummy PPPs in literature (FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference Sanco/321/2000 rev. 2) with our tools. We established complete agreement and used that fact in interpreting the data that we had extracted from the output files. With those calculations we identified two facts that are not to be neglected. The selected standard scenarios are not members of the same population in statistical sense. They belong to different populations. In addition, the data presented as 80-percent concentrations are the average data of the years with values above true 80-percent value. We had a small number of members (years) in our population and thus the values of individual years in some cases differed from real values and this difference was not at all negligible.

We proceeded with runs for our selected PPPs with standard scenarios. We selected the Piacenza scenario as a reference. The same scenario is used in Slovenia in most cases of registration procedures and predicted concentrations are always the highest. During the analysis of the data on lachate to groundwater we found out that short time peak concentrations frequently exceeded 80-percent values of a standard scenario. When the groundwater is abundant, such peaks don't represent any danger but in the opposite case we end up with groundwater concentration above the allowed value also in the case when 80-percent value is below the allowed value.

At the end of the chapter we present the data obtained on the selected PPPs at both locations: Tešanovci and Kogel. The results for concentration in soil, leachate at the depth of 1 metre and at the bottom of soil are presented in a tabular form and as diagrams. We also analysed the sensitivity of the PELMO model to changes of climate and soil data. To illustrate how small changes of these values produce big changes in predicted concentration, we formed a virtual location Tešanovci-Ljutomer that combines the data of both real locations in the worst case. Predicted concentrations for active substance fosetil AI are five times higher than in the case of Piacenza and more than two times higher than in Kremsmünster. The results of active substance klotianidin didn't differ so significantly but were still twice as high as in Piacenza (Kremsmünster has the same values as Piacenza). At the real locations peak concentration values of active substance in leachate to groundwater reached 0,5 µg/l for fosetil AI and 0,15 µg/l for klotianidin. At the end of the chapter there are some diagrams that try to explain relation between rainfall peaks and peaks in predicted concentration in leachate. With some cases we didn't find any satisfactory explanations.

In the fifth chapter we first confirmed the statement that standard scenarios are not adequate for Slovenia and in addition that the construction of our own scenario is without any value. Changes in climate and soil on short distances are in Slovenia so high that obtained predictions of active substance concentration in leachate differ for an order of magnitude. On the other hand, we confirmed that the PELMO model can be used as a valuable tool in predicting active substance concentrations in soil and leachate. There are numerous publications that compare results of lysimetric studies and results of simulation runs of PELMO and establish very good agreement. So PELMO can be used as reliable in the prediction of active substance concentrations at a specific location that is a part or surrounds the area where we plan to introduce measures for national heritage protection. We again underlined the importance of predicted active substance concentrations in soil. Man is partially protected by strict limitations of active substance concentrations in groundwater and all measures that guarantee fulfilment of EU directives concerning this field. But various organisms that live in soil are not protected by such directives!

7 VIRI

- Anko B. 2003. Sistematika naravne dediščine: delovno gradivo: 24 str. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 24 str.
- Beltman W. H. J., Adriansee P.I. 1999. Proposed standard scenarios for a surface water model in the Dutch authority procedure of pesticide. (Report 161). Wageningen: 90 str.
- Blažič M., Kodrič I., Žežlina I. 2003. Tečaj iz fitomedicine za izvajalce varstva rastlin: povzetek predavanj. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 94 str.
- Bouma J. Alphen B. J. van, Stoorvogel J. J. 2002. Fine tuning water quality regulations in agriculture to soil differences. *Environmental Science & Policy* 5: 113–120
- Cornelese A. A., Boesten J. J. T. I., Leistra M., Linden A. M. A. van der, Linders J. B. H. J., Pol J. W. W., Verschoor A. J. 2003. Monitoring data in pesticide registration. RIVM report 601450015/2003. Bilthoven.
- Council Directive 91/414/EEC. 1991. Council Directive 91/414/EEC concerning the placing of plant protection products on the market. 1991. OJ L 230: 32 str.
- Čuš F., Baša Česnik H., Velikonja Bolta Š., Kocjančič M., Gregorčič A. 2007. Ostanki fitofarmacevtskih sredstev v integrirani pridelavi grozdja in vina. V: Izvlečki referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. Radenci, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 14
- Department for Environment and Heritage <http://www.environment.sa.gov.au/> (maj, 2007).
- Fent, G., Jene B., Kubiak R. 1998. Performance of the pesticide leaching model PELMO 2.01 to predict the leaching of bromide and ¹⁴C-Benazolin in a sandy soil in comparison to results of a lysimeter- and field study. Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau (SLFA) Neustadt. Poster Abstract 6B-030, IUPAC Congress Book of Abstracts, London
- FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances: report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup. 2000. EC Document 4952/VI/95. Sanco, FOCUS Group: 122 str.
- Gillman M., Hails R. 1997. An introduction to ecological modelling putting practice into theory. Oxford, Blackwell Science: 202 str.
- Gottesbüren B. 2007. Are different approaches required for the prediction of pesticide leaching to groundwater on EU and on national levels?
http://www.pfmodels.org/downloads/EMW2_21.pdf (maj, 2007).
- Haefner J. W. 2005. Modeling biological systems, New York, Springer: 475 str.
- Incerti F., Bortolotti L., Porrini C., Micciarelli Sbrenna A., Sbrenna G. 2003. An extended laboratory test to evaluate the effects of pesticides on bumblebees. V:

- Proceedings 8th International Symposium "Hazards of Pesticides to Bees", Bologna, Italy. Bulletin of Insectology, 56, 1: 159-164
- Ireland environmental protection agency <http://www.epa.ie/> (maj, 2007).
- Jaklič M., Benko A., Ciraj M. 1995. Priročnik o fitofarmacevtskih sredstvih v Republiki Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 552 str.
- Jørgensen S. E. 1994. Fundamentals of ecological modelling. 2nd ed. London, Elsevier: 628 str.
- Klein M. 1995. Pesticide leaching model: user manual version 2.01. Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie, D57392
- Klein M., Hosang J., Schäfer H., Erzgräber B., Ressler H. 2000. Comparing and evaluating pesticide leaching models: results of simulations with PELMO. Agricultural Water Management, 44: 263-281
- Klein M., Müller M., Dust M., Croflitz G., Gottesbüren B., Hassink J., Kloskowski R., Kubiak R., Ressler H., Schiller H., Stein B., Vereecken H. 1997. Validation of the pesticide leaching model PELMO using lysimeter studies performed for registration. Chemosphere, 35: 2563-2587.
- Leaching models and EU registration. 1995. European Commission Document 4952/VI/95, FOCUS Group
- Linden A. M. A. van der, Boesten J. J. T. I., Brock T. C. M., Eekelen G. M. A. van, Jong F. M. W. de, Leistra M., Montforts M. H. M. M., Pol J.W. 2006. Persistence of plant protection products in soil; a proposal for risk assessment. RIVM report 601506008. Bilthoven:107 str.
- Mead-Briggs M. A. 1998. The value of large-scale field trials for determining the effects of pesticides on the non-target arthropod fauna of cereal crops. V: Ecotoxicology; pesticides and beneficial organisms. Haskell P. T. (ur.), McEwen P. (ur.). Dordrecht, Kluwer Academic:182-190
- Mršič N. 1997. Biotska raznovrstnost v Sloveniji. Ljubljana: 130 str.
- Parks for life: action for protected areas in Europe. 1994. Gland, IUCN - The World Conservation Union: 150 str.
- Paterson S., Mackay D. 1989. A model illustrating the environmental fate, exposure and human uptake of persistent organic chemicals. Ecological Modelling, 47: 85-114
- Ramos C., Carbonell G., García J. Ma. Baudín, Tarazona J. V. 2000. Ecological risk assessment of pesticides in the Mediterranean region: the need for crop-specific scenarios. The Science of The Total Environment, 247, 2/3 (20 March): 269-278
- Reinecke S. A., Reinecke A. J. 2007. The impact of organophosphate pesticides in orchards on earthworms in the Western Cape, South Africa. Ecotoxicology and Environmental Safety, 66, 2 (February): 44-251
- Saxton E. K. 2005. Soil water characteristics hydraulic properties calculator, verzija 6.02.70 <http://hydrolab.arsuda.gov/soilwater/index.html> (maj, 2007).

- Simončič A. 2007. Vpliv fitofarmacevtskih sredstev na okolje: ocena stanja v Sloveniji. Izvlečki referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. Radenci, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 8
- Skoberne P., Peterlin S. 1988. Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine: 606 str.
- Soil persistence models and EU registration. 1996. Sanco, European Commission Document 7617/VI/96, FOCUS group: 77 str.
- Suhadolc M., Ruprecht J., Zupan M. 2005. Priročnik za vaje iz pedologije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja: 38 str.
- Surface water models and EU registration of plant protection products. 1995. Sanco, European Commission Document 6476/VI/97, FOCUS Group: 85 str.
- Takahashi Y., Kojimoto T., Nagaoka H., Takagi Y., Oikawa M. 2005. Tests for Evaluating the Side Effects of Chlorothalonil (TPN) and Spinosad on the Parasitic Wasp (*Aphidius colemani*). Journal of Pesticide Science, 30, 1:11-16
- Vrščaj B., Prus T., Lobnik F. 2000. Soil Information and Soil Data Use in Slovenia. European Soil Bureau, 9:331 - 344
- Zakon o fitofarmacevtskih sredstvih. Uradni list RS, št. 35/07 – UPB1
- Zakon o gozdovih . Uradni list RS št. 30/93
- Zakon o ohranjanju narave. Uradni list RS št. 96/04 - UPB2
- Zakon o ohranjanju naravne in kulturne dediščine. Uradni list SRS 8/90
- Zakon o varstvu okolja. Uradni list RS št. 39/06 - UPB1

ZAHVALA

Predvsem bi se rad zahvalil mentorju prof.dr. Mihaelu J. Tomanu za vso njegovo pomoč pri izdelavi magistrske naloge.

Prav tako se zahvaljujem prof.dr. Boštjanu Anku za vso njegovo podporo in vzpodbude tekom študija varstva naravne dediščine.

Za strokovno pomoč pa bi se zahvalil Dr. Michaelu Kleinu za vse njegove napotke pri samem delu z modelom. Prav tako se zahvaljujem dr. Metki Suhadolc za mnogo koristnih nasvetov in priporočil. Zahvaljujem se tudi gospodu Borutu Vrščaju za pedološke podatke in ARSO, oddelku za meteorologijo za meteorološke podatke, potrebne za izdelavo naloge.

Zahvalil bi se še dr. Marti Ciraj, direktorici Urada RS za kemikalije in hkrati tudi vsem sodelavkam in sodelavcem URSK.

Hvala tudi mami in očetu za vso vzpodbudo tekom celotnega magistrskega študija. Očetu se še posebej zahvaljujem za pomoč pri delu z računalnikom.

PRILOGE

PRILOGA A

Urejanje klimatskih datotek v zahtevano obliko za model PELMO

Kaj je vmes med stolpci klimatske datoteke PELMO? Potrebujemo urejevalnik, ki pokaže kode znakov (heksadecimalni urejevalnik). Takih je več, imeli smo na voljo dva: urejevalnik v okviru paketa za C/C++ in urejevalnik UltraEdit32. Zaradi večje fleksibilnosti smo uporabili drugega. V njega s kopiraj/prilepi prenesemo eno vrstico iz klimatološke datoteke PELMO.

Odkrijemo, da so vsa polja za podatke dolga 10 znakov (presledki in vrednost). Datum ima še nekaj posebnosti: 1.1.2006 ni 01012006 niti 010106 ampak presledek1presledek106. Datum se ne zapiše kot ddmmyy (dan, mesec, leto), pač pa kot mmddyy. Tako je 1.2.šestega leta (v našem primeru je šesto leto leto 2002, ker začnemo s štejetjem leta 1996) presledek2presledek106. Kasneje smo tudi odkrili, da se datoteke ne ujemajo z opisom formata teh datotek v pomoči (help) programa PELMO.

Nejasno je tudi, zakaj imajo nekatere klimatološke datoteke pravo letnico, nekatere pa zgolj zaporedno leto (01, 02, ...).

Naše klimatološke datoteke (ki nam jih je posredoval ARSO) pa so: osnovna, ki ji manjka podatek za maksimalno in minimalno temperaturo in diferenčna, ki vsebuje ta dva podatka. V izvornih datotekah nastopa prava letnica (polna – 1996). Datum ima format: leto mesec dan. Ostala polja so dolžine 7 znakov.

Dobiti moramo eno datoteko, ki vsebuje vse podatke, datum v pravem formatu in polja pravilne dolžine (10 znakov). Zakaj? Program PELMO je občutljiv in če polja nimajo dolžine 10 znakov, ne dela!

Najprej moramo iz datotek, ki nam jih je posredoval ARSO in vsebujeta maksimalno in minimalno temperaturo, dobiti datoteki, ki vsebujeta razliko (diferenco). Ker v okolju Windows ni primernih programov za tovrstno preoblikovanje datotek, smo delali v okolju Unix/Linux. Ta pozna klice programov in ukazov, ki omogočajo preurejanje tekstovnih datotek. Klice programov je možno dodatno združiti v program, ki ga imenujemo script. Takega programa ni potrebno prevajati in ga lahko aktiviramo v ukazni vrstici terminalskega okna.

Največ smo uporabljali klic programa *awk*. Z njim smo najprej izračunali razlike (*diff.sh*) iz diferenčnih datotek in jih nato s klicem programa *paste* združili z osnovno izvorno datoteko. Izvorna datoteka je imela v primeru, kadar padavin ni bilo, vrednost

-1. Focus zahteva za tak slučaj 0.0. Potrebno je zamenjati vse vrednosti -1 za padavine.

Tudi dnevi 1.- 9. in meseci 1. – 9. so v FOCUS-u zapisani drugače kot v obeh izvornih (klimatskih – ARSO) datotekah. Focus zahteva: presledekdan, izvirne datoteke imajo 0dan. Enako velja za mesece. Iz izvirne datoteke izločimo samo podatke o dnevu in mesecu in jih vpišemo v pomožno datoteko. Uporabimo program *sed*, ki izvrši potrebne zamenjave v pomožni datoteki. Pripravimo še eno pomožno datoteko na osnovi izvirne datoteke, vendar brez dneva in meseca. Obe pomožni datoteki združimo v eno.