

ZAKLJUČNO POROČILO

O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

5. Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja
5.5 Zagotavljanje optimalnih pogojev za zdravje

2. Šifra projekta:

V3-0548

3. Naslov projekta:

Vpeljava funkcionalnih orodij za oceno tveganja uporabe fitofarmaceutskih sredstev in sistem upravljanja

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Vpeljava funkcionalnih orodij za oceno tveganja uporabe fitofarmaceutskih sredstev in sistem upravljanja

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Introducing functional tools for pesticide risk assessment and management system

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

fitofarmaceutska sredstva, okolje, ocenjevanje tveganja, modeliranje, tla, podtalnica, površinske vode

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

pesticides, environment, risk assessment, modeling, soil, groundwater, surface waters

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Univerza v Ljubljani (0481 Biotehniška fakulteta)

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije - Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za zdravje, Urad za kemikalije, Ajdovščina 4, 1000 Ljubljana
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Dunajska 58, 1000 Ljubljana

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

14056

Marjetka Suhadolc

Datum: 14.3.2011

Podpis vodje projekta:

Podpis in žig izvajalca:

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

2.1 UVOD

Onesnaženost vodnih virov s fitofarmaceutskimi sredstvi (FFS) je eden večjih okoljskih problemov v svetovnem merilu. Kljub povečevanju zahtev do FFS v registracijskih postopkih, se ostanki posameznih FFS še vedno pojavljajo v površinskih vodah in podtalnici, tako v EU kot v Sloveniji. Ker se v okolju zaznavajo povečane vsebnosti tudi nekaterih aktivnih snovi, ki po svojih osnovnih lastnostih ne bi smela biti okoljsko problematična, je toliko bolj nujno iskati nove pristope in več pozornosti nameniti obvladovanju oz. nadzoru njihove rabe s stališča možnih usod teh sredstev v konkretnih kmetijsko-okoljskih situacijah. Usoda FFS v okolju namreč ni odvisna le od lastnosti aktivne snovi oz. pripravka, pač pa jo pomembno določajo naravne danosti prostora (tla, hidrologija, pokrajinske značilnosti), podnebne razmere in kmetijske tehnologije. Z dobro kmetijsko prakso, ki upošteva naravne danosti, lahko namreč občutno zmanjšamo nezaželene izgube FFS v okolju, kot sta izpiranje in površinski odtok FFS, ne da bi se značilno zmanjšala velikost ter kakovost pridelkov. Pridelavo rastlin si namreč brez uporabe FFS težko predstavljamo zaradi doseganja ekonomskih ciljev in nenazadnje vedno večjih potreb po hrani.

Klasični pristopi z uporabo determinističnih simulacijskih modelov (PELMO, PEARL, MACRO, PRZM, GLEAMS, PESTLA) se zaradi podatkovne, časovne in finančne zahtevnosti v splošnem v praksi ne uporabljajo za rutinske izdelave ocen tveganja rabe FFS za posamezna območja, razen, kadar se odločimo za modeliranje omejenega števila fiksnih ali pa najslabših možnih (»the worst case«) scenarijev. Uporaba omenjenih modelov je nadalje omejena na ozek krog strokovnjakov, ker zahteva zelo specifična znanja in izkušnje. Razvoj računalniških modelov zato poteka v smeri poenostavljanja in zagotavljanja večje splošne uporabnosti, s čim manjšimi napakami rezultata. Razvijajo se t.im. »meta-modeli«, ki skozi statistično ocenjevanje izločajo nepotrebne, podrobne podatke ter analizirajo približke izhodnih rezultatov.

Ocenjevanje okoljskih vplivov fitofarmaceutskih sredstev (FFS) se je v zadnjih nekaj letih zelo hitro razvijalo, posebno na področju modeliranja. Projekt FOOTPRINT, financiran s strani Evropske komisije v letih 2006-2009, je pomembno prispeval k izboljšavam pri ocenjevanju tveganj onesnaževanja vodnih virov na naslednje načine:

- (i) z razvojem metodologije, ki se lahko uporablja na vsaki kmetiji ali ozemlju v Evropi;
- (ii) z zbiranjem enotnih podatkovnih baz tal in lastnosti FFS na nivoju EU;
- (iii) z vgrajevanjem podatkovnih baz in rezultatov modeliranja usode FFS v sama programska orodja (modeliranje v naprej).

FOOTPRINTova metodologija se razvija tudi po zaključku EU projekta v letu 2009. S pomočjo projekta CRP V3-0548 smo lahko pri tem razvoju aktivno sodelovali še naprej, orodja testirali in prilagajali uporabi v specifičnih kmetijsko-okoljskih scenarijih RS, ter hkrati prenašali nova znanja v slovenski prostor.

2.2 KMETIJSKO OKOLJSKI SCENARIJI - Apaška dolina

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

Footprintovi orodji FOOT-FS in FOOT-CRS smo vpeljevali na modelni lokaciji, t.j. na območju Apaške doline, ki je ena od slovenskih pomurskih dolin. Na severu je omejena z današnjim reguliranim koritom Mure, na jugu pa se dotika obrobja Slovenskih goric (Priloga: Slika1). Apaško polje se razteza na 54,73 km², od tega je 3653 ha kmetijskih zemljišč. Za kmetijsko pridelavo so tla v dolini zelo primerna in rodovitna. To se odraža tudi v sedanjih tleh, ki je pretežno poljedelska. V dolini ni več tako intenzivne kmetijske pridelave kot nekoč. Okoli 60 % zemljišč je vključenih v integrirano pridelavo. Največji delež predstavljajo žita (80 %) - pšenica, koruza in ječmen, sledi oljna repica (14 %), ter krompir in sladkorna pesa (5 %).

Monitoring podatki kakovosti podtalnic v Republiki Sloveniji (RS) kažejo, da so le te obremenjene predvsem z aktivnimi snovmi herbicidov, ki se uporabljajo v koruzi. Na kmetijskih zemljiščih Apaške doline prevladujejo žita, med njimi ima pomemben delež koruza, zato smo v projektu CRP-V3-0548 ocenjevali okoljska tveganja uporabe FFS pri pridelavi te kulture. Apaško polje spada v enega izmed bolj ranljivih območij v Sloveniji, kjer je izpiranje fitofarmaceutskih sredstev v podzemne vode zaradi specifičnih hidroloških in pedoloških lastnosti lahko večje.

Na večjo zanesljivost modeliranja in s tem ocenjevanje okoljskih tveganj uporabe FFS lahko vplivamo z dobrim poznavanjem okolja, to je z zagotavljanjem kvalitetnih vhodnih podatkov. Za območje Apaške doline smo tako izdelali natančne kmetijsko-okoljske scenarije. Dolgoletne klimatske podatke smo pridobili iz meteoroloških postaje Murska Sobota (1984-2009). Zaradi heterogenosti območja Apaške doline v pedoloških lastnostih, klimatsko je območje enovito, smo posebno pozornost namenili razlikam v talnih lastnostih. Na osnovi obstoječe pedološke karte RS (1:25.000) in obstoječih štirih pedoloških profilov s pripadajočimi analitskimi podatki na območju Apaške doline, smo smiselno izvedli dodatna sondiranja terena in dodatne izkope ter potrebne analize tal, ki jih zahteva modeliranje FFS. Preverili smo meje pedokartografskih enot in izdelali natančnejšo pedološko karto v merilu 1:5.000 (Priloga: Slika 2). S primerjavo PK Slovenije v merilu 1: 25.000 s karto izdelano v merilu 1: 5.000 smo ugotovili nujnost dopolnjevanja v natančnejšem merilu. V veliki večini so na PK 1:25.000 označena obrečna tla. Mi pa smo ugotovili, da se nad spodnjim južnim delom Apaške doline pojavlja tudi hipoglej, ki prej zaradi grobega merila ni bil omenjen. Kjer so na PK 1: 25.000 označena evtrična rjava tla, smo po naših raziskavah zaznali hipooglejena distrična tla in del pvsevdoglejenih tal, ki so evtričnega porekla. Na novo pridobljene prostorske parametre smo shranili v GIS bazi podatkov in jih kot vhodne podatke uporabili v nadaljnjih modeliranjih usode FFS. S kmetijsko svetovalno službo (KGZS-Zavod Murska Sobota) smo posebno pozornost namenili tudi pregledu obstoječih kmetijskih tehnologij (poljščine, kolobar, časi setve in žetve, uporaba FFS).

Ker so za zanesljivost napovedi (rezultatov modela) zelo pomembni tudi vhodni podatki o lastnostih izbranih FFS, v literaturi pa so razponi npr. DT50 in Koc zelo veliki, smo izvedli tudi laboratorijske poskuse razgradnje in adsorpcije izbranih 14C-označenih herbicidov in sicer v izbranih vzorcih tal iz Apaške doline (Folberth s sod., 2009a; Folberth s sod., 2009b; Suhadolc s sod., 2010).

2.3 OCENJEVANJE OKOLJSKIH TVEGANJ UPORABE FFS S KLASIČNIMI

PRISTOPI

Na podlagi talnih ter meteoroloških podatkov za območje Apaškega doline smo izdelali lastne kmetijsko-okoljske scenarije ter jih vključili v model PELMO 3.2.2 (Štangelj in Suhadolc, 2011). Ocenjevali smo potencial izpiranja treh izbranih pripravkov (Lumax, Primextra Gold 720 SC in Primextra 500 tekoči) na dnu 19 talnih profilov, ki spadajo v skupino obrečnih tal, hipogleja in psevdogleja. Koncentracije izpranega atrazina, metolaklora in terbutilazina v odcednih vodah na dnu profilov kažejo na veliko variabilnost med posameznimi profili, tudi znotraj pedokartografskih enot (Priloga: Slika 3 in 4). Prostorske pedološke podatke smo skupaj s povprečnimi ocenami izpiranja herbicidov po posameznih pedokartografskih enotah uporabili tudi za izdelavo kart ranljivosti tal za izbrane aktivne snovi v programu ArcGIS 9.2 (Suhadolc s sod., 2009).

Za namene registracije FFS v EU je delovna skupina FOCUS (FORum for Co-ordination of pesticide fate models and their USE) izdelala strokovne podlage za ocenjevanje usode FFS v okolju z modeli PELMO, PEARL, MACRO in PRZM (FOCUS, 2000), ki imajo za namen registracije FFS v državah članicah EU vgrajene standardne, t. im. scenarije FOCUS značilne za 9 lokacij: Châteaudun, Hamburg, Jokioinen, Kremsmünster, Okehampton, Piacenza, Porto, Sevilla, Thiva (EEC, 1991). Standardni scenariji FOCUS se med seboj močno razlikujejo po talnih lastnostih kot tudi po klimatskih podatkih (Priloga: Preglednica 1). Vprašanje je, kateri standardni scenarij uporabiti za ocenjevanje izpiranja FFS na območju Slovenije, saj med scenariji FOCUS ni slovenskega.

Medsebojno smo primerjali rezultate modelov PELMO 3.3.2 in PEARL 3.3.3 in sicer ocene izpiranja izbranih herbicidov (Lumax, Primextra Gold 720 SC in Primextra 500 tekoči) za standardne t. im. scenarije FOCUS, kot tudi za specifične okoljske scenarije, ki so značilni za Apaško dolino. Uporabili smo dolgoletne dnevne podatke z meteorološke postaje Murska Sobota in pedološke podatke treh izbranih profilov na območju Apaške doline: obrečnih tal, hipogleja in psevdogleja. Ugotovili smo, da so pri standardnih scenarijih FOCUS ocene izpiranja izbranih FFS v modelu PEARL v splošnem večje kot pa v modelu PELMO, v specifičnih (realnih) scenarijih iz Apaške doline za obdobje 1984-2009 pa se je ta ugotovitev potrdila le v izbranih (najobčutljivejših) plitvih obrečnih tleh, medtem ko so v drugih dveh talnih profilih nekoliko višje ocene izpiranja izbranih herbicidov pokazali rezultati PELMO modela (Priloga: Slika 5) (Šinkovec s sod., 2011).

2.4 RAZVOJ IN TESTIRANJE ORODIJ FOOTPRINT

Računalniška orodja FOOTPRINT so bila razvita v istoimenskem (akronim) evropskem raziskovalnem projektu v okviru 6. okvirnega programa »Functional tools for pesticide risk assessment and management« (www.eu-footprint.org). Zasnovana so na zanesljivih, znanstveno preverjenih modelih za ocenjevanje usode FFS, ki so nadgrajeni v "decision-support" orodja, ki so v pomoč pri odločanju v registracijskih postopkih in pri upravljanju okoljskih tveganj. Nova orodja so namenjena trem različnim končnim skupinam uporabnikov:

- (i) kmetom in svetovalni službi na ravni kmetije (FOOT-FS),
- (ii) upravljalcem voda na ravni vodozbirnih območij (FOOT-CRS),
- (iii) ustvarjalcem politik na državnem in/ali EU ravni (FOOT-NES).

Orodja omogočajo:

- (i) identifikacijo glavnih poti in virov onesnaženja s FFS v pokrajini;

- (ii) ocenjevanje vsebnosti FFS v podtalnici in površinskih vodah;
- (iii) ocenjevanje učinkovitosti potencialnih omilitvenih ukrepov za zmanjševanje onesnaženja s FFS.

FOOTPRINTova računalniška orodja za ocenjevanje izpiranja FFS v podtalnico uporabljajo najnovejšo verzijo modela MACRO, ki upošteva tudi preferenčni tok vode skozi makropore, ki ga je razvil Jarvis (2007). Za ocenjevanje površinskega odtoka in erozije se znotraj FOOTPRINTA uporablja model PRZM, ki ga je razvila USEPA. Pomembna inovativnost FOOTPRINTovega pristopa je upoštevanje širokega spektra možnih kombinacij (kmetijsko-okoljskih scenarijev) in izračunavanje (modeliranje) v naprej, ki na ta način omogoča končnemu uporabniku hitro pot do rezultata (v nekaj minutah, namesto v nekaj urah ali dneh). Rezultat številnih simulacij z izbranim modelom je velika baza podatkov (»look-up« tabela), ki se uporablja za iskanje v naprej izračunanih rezultatih modela na podlagi različnih vhodnih podatkov. Torej, v principu podatkovna mreža, vgrajena v uporabniku prijazno orodje (program), nadomešča direktno delo s simulacijskim modelom za določanje prenosov FFS v okolju.

Pri razvoju orodij FOOTPRINT, predvsem razvoju kmetijsko-okoljskih scenarijev za EU27, ter testiranju in izboljševanju orodij FOOT-FS in FOOT-CRS, smo aktivno sodelovali, orodja testirali in prilagajali uporabi v slovenskem prostoru (Hollis s sod., 2008; Suhadolc, 2008; Suhadolc s sod., 2009; Dubus s sod., 2009; Reichenberger s sod., 2010; Suhadolc s sod., 2011; Suhadolc in Tkalčič, 2011).

2.4.1 Kmetijsko okoljski scenariji FOOTPRINT

Za zmanjševanje potencialnih tveganj uporabe FFS je pomembno upoštevanje dejanskih okoljskih razmer. Prav številčnost različnih kmetijskih okoljskih scenarijev je eden večjih dosežkov projekta FOOTPRINT, ki v svojih orodjih tla Evrope grupira v 373 različnih vrst tal (od tega jih je 264 na obdelovalnih zemljiščih) in podnebje v 16 pasov, predvsem glede vpliva, ki ga imajo talne lastnosti in podnebne razmere na obnašanje FFS v okolju. To pomeni 4.224 različnih okoljskih scenarijev (kombinacij podnebja in tal). Za primerjavo naj omenimo, da v sedanjih registracijskih postopkih EU lahko izbiramo le med devetimi, tako imenovanimi FOCUS scenariji, med katerimi pa ni slovenskega scenarija (Priloga: Preglednica 1). Če ob različnih kombinacijah tal in podnebja upoštevamo še fitofarmacevtske pripravke (100 kombinacij DT50 in Koc) in čas aplikacij (12 mesecev), dobimo kar okoli 5 milijonov tekov modelov MACRO in PRZM / za 1 rastlinsko kulturo. Dejstvo je, da to predstavlja velik zalogaj za modeliranje. Kljub temu, da je EU projekt FOOTPRINT končan, se zaradi izvedbene zahtevnosti meta-modeliranja, le to še ni končalo in se dejansko še izvaja. Slovenija je med prvimi državami v EU, ki že ima rezultate modeliranja za testiranje beta verzij orodij FOOTPRINT na modelnem območju Apaške doline – za FFS, ki se uporabljajo v koruzi.

Pomembna novost pri oblikovanju kmetijsko okoljskih scenarijev je razvrščanje tal glede na njihov potencial prenosa FFS v vodne vire, ki je bilo predstavljeno v obliki predavanj na kongresu EUROSIL, Tehniški univerzi v Munchenu in na slovenskem posvetu o varstvu rastlin (Hollis s sod., 2008; Suhadolc, 2008; Suhadolc s sod., 2009). Footprintov sistem razvršča tla na osnovi njihovega potenciala za hiter prenos vode s površine zemljišč v mrežo površinskih voda z različnimi hitrimi ali srednje hitrimi odzivnimi

mehanizmi na padavine. Oblikovali smo diagram vprašanj (selektor tal), ki vodijo k odgovoru, ali imajo tla potencial za hiter prenos vode s površja zemljišč v mrežo površinskih voda z različnimi hitrimi ali srednje hitrimi odzivnimi mehanizmi na padavine. Če ga nimajo, predvidevamo, da FFS ostajajo v tleh. Vprašanja, vezana na teksturo tal in razlike v stopnji in razporeditvenemu vzorcu organske snovi v talnem profilu, pa vodijo do odgovora, kolikšen je potencial tal za vezavo FFS na talne delce. FFS, ki se nahajajo v talni raztopini, so podvržena izpiranju skozi talni profil ter hkrati dosegljiva razgradnim procesom. Kljub veliki kompleksnosti tal in medsebojni prepletenosti procesov v tleh, ki določajo usodo FFS, in jih model MACRO v izračunih dejansko upošteva, pa se uporabnik z njimi ne sreča. Selektor tal smo testirali in izboljševali s transformacijami več kot 150 talnih profilov iz slovenskega sistema klasifikacije tal v FOOTPRINT in v verziji 1.2.5 izdelali karto tal RS prirejeno po klasifikaciji FOOTPRINT (slika 6). Številka zadnje verzije je 1.3.1.

2.4.2 Pesticidna baza podatkov

Zaradi širokih potreb po kakovostnih in od industrije (t.j. proizvajalcev FFS) neodvisnih podatkov o lastnostih FFS smo poskrbeli za prevod Footprintove baze podatkov FFS (Pesticide Properties Data Base =PPDB), s katero upravlja Univerza v Hertfordshiru, v Angliji. Obsežna baza podatkov je dostopna na spletnem naslovu: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/>. Vsebuje bistvene informacije vezane na usodo fitofarmaceutskih sredstev v okolju, fizikalno-kemijske in ekotoksikološke lastnosti aktivnih snovi.

2.4.2 Orodje FOOT-FS

Od treh FOOTPRINTovih orodij je uporabniku najbolj prijazno in enostavno orodje FOOT-FS, ki je napisano v programu Microsoft Visual Basic. Razvoj programa je potekal pod vodstvom Univerze Hertfordshire, pri čemer so bila uporabljena vsa spoznanja raziskovalne skupine FOOTPRINT; na primer izdelava kmetijsko-okoljskih scenarijev, izdelava baze podatkov FFS (PPDB, 2010), meta-modeliranje, izdelava ocen tveganja s predlogi omilitvenih ukrepov (Dubus s sod., 2009). FOOT-FS tako sestoji iz več podprogramov in modulov, ki delujejo tudi kot povsem samostojne enote (Priloga: Slika 7).

FOOT-FS je prilagojen kmetovalcem in kmetijskim svetovalcem, ki potrebujejo hitro oceno tveganja rabe FFS v konkretnem okolju, to je za posamezno obdelovalno zemljišče (njivo, trajni nasad) ali celotno posestvo (kmetijo). Zato je zelo pomemben prvi korak, to je določitev kmetijsko-okoljskega scenarija z orodjem »moji podatki«. Uporabnik na podlagi izbiranja določi lastnosti okolja:

- podnebne značilnosti (s klikom na karto podnebnih con),
- talni tip (diagram vprašanj),
- značilnosti obdelovalnega zemljišča (velikost, žive meje, vodni jarki...).

Uporabnik nadalje izbere želeno rastlinsko vrsto (seznam s slikami), izdelava program FFS (pripravek, aktivna snov, odmerek, predviden datum nanosa) in izbere opremo (škropilnik

in šobe). Sledi delo z orodjem »presoje«, kjer program za izbrani kmetijsko-okoljski scenarij poišče v bazi rezultatov modeliranja, oceno tveganja rabe FFS. Izdelava ocene je izredno hitra (nekaj sekund). Rezultat pokaže, koliko FFS se izgubi po različnih poteh: z izpiranjem skozi talni profil v podtalnico, s površinskim odtokom in erozijo, prek zanašanja ob nanosu FFS (drift) ter drenažo. Tveganja rabe so prikazana grafično z različnimi barvami glede na stopnjo tveganja (Priloga: Slika 8 in 9). Hkrati so prikazani omilitveni ukrepi, to je možni ukrepi, ki tveganje potencialno zmanjšujejo. Ali bi bili ti ukrepi v izbranem primeru vhodnih podatkov res učinkoviti, lahko takoj preverimo s ponovnim zagonom presoje.

Za enostavnimi grafičnimi prikazi ocen tveganja programu FOOT-FS stojijo izračunane vrednosti, ki jih je moč izvoziti v xls datoteko. Na primer, povprečne 20 letne koncentracije izbranih, izračunane na dnu talnih profilov iz Apaške doline z modelom FOOT-FS, so prikazane v prilogi (Slika 10, 11 in 12).

V okviru projekta CRP V3-0548 smo temeljito testirali orodje FOOT-FS in prispevali k izboljšavi programa vse do zadnje beta verzije 1.3.1. Pomembno je, da orodje deluje v slovenskem jeziku in je pripravljeno za uporabo v slovenskem prostoru. Navodila za uporabo so napisana v slovenskem jeziku. Zadnja beta verzija 1.3.1 že vključuje rezultate modeliranja za specifične kmetijsko okoljske kombinacije značilne za Apaško dolino in ga lahko prenesemo v kmetijsko prakso za ocenjevanje tveganj uporabe FFS v izbranih poljščinah na ravni kmetije na tem območju (Suhadolc s sod., 2011; Tkalčič in Suhadolc, 2011).

Ob tem je potrebno opozoriti, da orodje deluje v beta verziji, zato je nekaj naporov v smeri izpopolnjevanj še potrebnih. Za vpeljavo orodja na druga območja v slovenskem prostoru pa je potrebno izdelati kmetijsko-okoljske scenarije za ta območja in komplementarne baze rezultatov modeliranja.

2.4.3 Orodji FOOT-CRS in FOOT-NES

Orodji FOOT-CRS in FOOT-NES sta računalniški aplikaciji, ki delujeta znotraj ArcGIS okolja in sta zato za uporabnika zahtevnejši v primerjavi s programom FOOT-FS. Namenjeni sta izdelavi ocen tveganja uporabe fitofarmaceutskih sredstev na večjem območju, na primer za zaokrožena povodja oz. vodozbirna območja (catchment) (FOOT-CRS) ali na državni oz. EU ravni (FOOT-NES).

Orodji sestojita iz treh modulov: »Data Manager«, »Pesticide Scenario Manager« in »Modelling Module«, katerih delovanje je med seboj povezano. Za izdelavo ocene tveganja rabe izbranega FFS na določenem območju je potrebno najprej izdelati kmetijsko-okoljski scenarij (v SHP obliki) z orodjem »Data Manager«. Samo orodje sestoji iz sedmih razdelkov (Project, General, Land cover/Land use map, Soil map, Landscape/Mitigation features, Surfacewater network, Discharge).

Za uporabo aplikacije lahko uporabimo »default« vhodne podatke, katerih natančnost je za nacionalno raven vprašljiva oz. uporabna le za zelo grobe ocene tveganj rabe FFS (npr. vhodni podatki iz »Corine Land Cover DB« in »Soil Geographic Database of Europe«, ki sta izdelani v merilu 1:1.000.000). Za natančnejše ocene pa je potrebno pridobiti kar najbolj natančne vhodne podatke za preučevano območje in jih ustrezno pripraviti. Na

primer, izdelati je potrebno karte rabe tal, talnih tipov ter mej območja, pri katerih modificiramo tudi strukturo atributnih tabel. Posebej izdelamo tabelo talnih tipov, v kateri že določimo kombinacije in razmerja pedokartografskih ter pedosistematskih enot ter določimo Footprintove talne tipe. Delovanje aplikacije zahteva še druge rastrske in vektorske digitalne podatke, ki jih pridobimo iz različnih virov (npr. Geodetska uprava Slovenije) in jih ni potrebno modificirati. Na primer: digitalni model višin, pretok, karta mreže površinskih vod, karta klimatskih pasov ter karta prispevanja površinskih ter podzemnih vod. Čas izdelave okoljskega scenarija je odvisen od velikosti izbranega območja ter zmogljivosti računalnika.

Izdelan kmetijsko-okoljski scenarij (»Agroenvironmental scenario« v SHP obliki) nadalje uporabimo v orodju »Pesticide Scenario Manager«. Vnesemo podatke o FFS (odmerki, čas in način nanosa, lastnosti FFS iz PPDB), določimo preiskovano rastlino, oddaljenost od vodnih teles). Z določitvijo poligonov znotraj območja, kjer uporabimo FFS, zaključimo postopek določitve števila kmetijsko-okoljskih scenarijev izbranega območja (izdelan dokument v obliki FPS).

Ocene okoljskih tveganj rabe FFS izdelamo z orodjem »Modelling Module«, za kar pa predhodno potrebujemo še podatkovno bazo rezultatov modeliranja, ki smo jih pridobili od razvijalcev aplikacij FOOT-CRS in FOOT-NES. Končni rezultat v »Pesticide Scenario Managerju« (FPS dokument ter okoljski scenarij) je vhodni podatek v »Modelling Modulu«. S tretjim orodjem dostopamo do trenutno aktivne podatkovne baze okoljskega scenarija, ki jo določimo v »Data Managerju« ter izluščimo vrednosti iz različnih podatkovnih baz za modeliranje.

Orodji FOOT-CRS in FOOT-NES izračunata ocene povprečnih koncentracij izbranega FFS na dnu profilov za obdobje 20 let, njihove vnose v mrežo površinskih vod in ocene maksimalnih koncentracij v površinskih vodah za določen mesec v obdobju 20 let (ob izhodu iz območja). Končni produkt orodij FOOT-CRS in FOOT-NES so karte, tabele in grafi zgoraj naštetih izračunov. V prilogi predstavljamo primere rezultatov dela s FOOT-CRS, od vhodnih podatkov: pedološke karte Apaške doline (Priloga: Slika 2), njene transformacije v FOOTPRINTovo pedološko karto (Priloga: Slika 13), karto glavnih poti prenosa vode (Priloga: Slika 14), kmetijsko okoljske scenarije (Priloga: Slika 15), ki so že izdelani z orodjem FOOT-CRS, ter karte ranljivosti tal za izpiranje aktivnih snovi v pripravku Lumax (terbutilazin, S-metolaklor in mezotrion), Frontier (dimetenamida-P) in Stomp (pendimetalin); ki smo jih izdelali z orodjem FOOT-CRS za območje Apaške doline (Priloga Slika 16, 17, 18, 19, 20). Nadalje smo izdelali ocene tveganja rabe izbranega FFS glede na obseg površin, kjer je bil uporabljen (20%, 40%, 60%, 100% obdelovalnih površin na območju Apaške doline) (Priloga: Slika 21, 22, 23, 24). Izbrali smo pripravek Primextra Gold, ki je se je v preteklosti pogosto uporabljal, njegova aktivna snov atrazin, pa je ena najpogosteje detektiranih snovi v slovenskih podtalnicah še danes zaradi njegove uporabe v preteklosti. Te ocene tveganja uporabe izbranega pripravka kažejo na pomembnost upravljanja s FFS na celotnem vodnozbirnem območju, saj lahko vnose FFS zmanjšujejo z ustreznim kolobarjenjem kultur, ki je prilagojeno tudi uporabi FFS.

Orodji FOOT-CRS in FOOT-NES sta testirani v slovenskem prostoru. Ob tem naj omenimo, da smo z intenzivnim delom predvsem z orodjem FOOT-CRS v zadnjem letu pridobili precej izkušenj tudi na osnovi odkrivanja »bugov« v programu, ki pa so jih razvijalci programa zelo hitro sproti odpravljali. Orodji se še razvijata in izpopolnjujeta. Trenutna verzija orodja FOOT-CRS je pripravljena za ocenjevanje tveganj rabe FFS na

območju Apaške doline, saj smo pridobili rezultate modeliranja za specifične kmetijsko okoljske kombinacije značilne za Apaško dolino.

2.5 SKLEPI

FOOT-FS, FOOT-CRS in FOOT-NES so se pokazali kot obetavna orodja, s katerimi lahko tveganja rabe FFS hitro in relativno enostavno ocenjujemo na ravni kmetije, vodozbirnega območja ali države, ter tako zmanjšujemo morebitne negativne vplive, ki jih imajo FFS na okolje. Pomembna inovativnost FOOTPRINTovega pristopa je možnost upoštevanja širokega spektra kombinacij (kmetijsko-okoljskih scenarijev) in že vgrajena baza rezultatov modeliranja (»look up« tabela), ki na ta način omogoča končnemu uporabniku hitro pot do rezultata (v nekaj minutah, namesto v nekaj urah ali dneh).

Predhodna informacija o potencialnem tveganju rabe FFS, ki ga v danem trenutku želimo uporabiti na določenem območju s specifičnimi okoljskimi razmerami (tla, podnebje), pa je predpogoj, da v primeru velikih tveganj ukrepamo drugače kot smo sprva načrtovali: zmanjšamo odmerek FFS, izberemo alternativno sredstvo, povečamo razdaljo od tretiranega zemljišča do vodnega vira, in podobno.

Orodja FOOTPRINT so lahko tudi v veliko pomoč odločevalcem pri izvajanju vodne direktive in direktive o trajnosti rabi pesticidov, saj orodja FOOTPRINT omogočajo:

- identifikacijo problematičnih FFS, območij, rastlin, ter kmetijskih praks;
- prioritiziranje aktivnih snovi;
- optimiziranje programov nadziranja;
- preverjanje ali rešitve zmanjševanja tveganj obstojajo;
- predstavitev smiselnih akcijskih načrtov.

Seveda je za zmanjševanje prenosov FFS v vodne vire bistveno sodelovanje kmetijske svetovalne službe in pridelovalcev, da orodje FOOT-FS uporabljajo in izboljšajo kmetijsko prakso; ter tudi odločevalcev z ugotavljanjem tveganja na širših območjih (FOOT-CRS) ter z rednim spremljanjem učinkovitosti ukrepov (monitoringi).

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvo, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

- (i) Selektor tal - izdelali smo metodologijo razvrščanja talnih tipov glede na njihov potencial prenosa v podzemne in površinske vode.
- (ii) Pesticidna baza podatkov (Pesticide Properties DataBase=PPDB) - obsežna baza, ki deluje v slovenskem jeziku, je dostopna na spletu (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/>). Vsebuje bistvene informacije vezane na usodo fitofarmaceutskih sredstev v okolju, fizikalno-kemijske in ekotoksikološke lastnosti aktivnih snovi.
- (iii) izdelani kmetijsko-okoljski scenariji za območje Apaške doline - pridobili smo kakovostne vhodne podatke in jih uporabili v nadaljnjih modeliranjih.
- (iv) izdelane so ocene tveganja uporabe izbranih fitofarmaceutskih sredstev v Apaški dolini z različnimi modeli in orodji (PELMO, PEARL, MACRO FOOT-FS), ter karte ranljivosti za izpiranje FFS (FOOT-CRS).
- (v) orodje FOOT-FS je testirano, pripravljeno za uporabo v slovenskem prostoru in deluje v slovenskem jeziku. Zadnja beta verzija 1.3.1 že vključuje rezultate modeliranj za specifične kmetijsko okoljske kombinacije značilne za Apaško dolino in ga lahko prenesemo v kmetijsko prakso za ocenjevanje tveganj uporabe FFS v izbranih poljščinah na ravni kmetije na tem območju.
- (vi) orodji FOOT-CRS in FOOT-NES sta testirani v slovenskem prostoru. Orodje FOOT-CRS je pripravljeno za uporabo na območju Apaške doline za ocenjevanje tveganj FFS v izbranih poljščinah.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Uporaba fitofarmaceutskih sredstev in njihovi potencialno negativni učinki na okolje so dandanes zelo odmevni. Vendar si zadostne pridelave kmetijskih rastlin ne moremo predstavljati brez njihove uporabe, zato je v prihodnosti potrebno več pozornosti nameniti obvladovanju oziroma nadzoru rabe FFS. Pridelovalci, kmetijska svetovalna služba, kot tudi odločevalci na različnih nivojih, potrebujejo orodja, ki so uporabniku prijazna (enostavna) in omogočajo hitro pot do odgovora na zastavljena vprašanja.

Orodje FOOT-CRS se je pokazalo kot zelo uporabno za ocenjevanje tveganj uporabe fitofarmaceutskih sredstev in pripravi omilitvenih ukrepov na "catchment" nivoju (vodozbirna območja, povodja) in je lahko v veliko pomoč odločevalcem pri izvajanju nove direktive o trajnosti rabi pesticidov, tudi pri pripravi nacionalnih akcijskih načrtov (NAP), ki jih ta direktiva predvideva.

Orodje FOOT-FS je lahko v veliko pomoč kmetijski svetovalni službi za izdelavo varstvenih ukrepov za zmanjševanje potencialnega onesnaževanja okolja zaradi uporabe fitofarmaceutskih sredstev na nivoju posameznih kmetij. Orodje že deluje v slovenskem jeziku.

Obe orodji delujeta v beta verzijah, zato je nekaj naporov v smeri izpopolnjevanj še potrebnih. Za vpeljavo orodij na druga območja v slovenskem prostoru pa je potrebno izdelati kmetijsko-okoljske scenarije za ta območja in komplementarne baze rezultatov modeliranj.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Kmetijska svetovalna služba - prisotni udeleženci na izobraževalnih delavnicah in predstavitev rezultatov projekta.

3.7. Število diplomantov, magistrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

Z vključenostjo v raziskovalni projekt CRP V3-0548 so uspešno zaključili svoj študij 4 diplomanti. Diplomsko delo Nataše Šibanc je bilo nagrajeno s fakultetno Prešernovo nagrado. Ena diplomska naloga na univerzitetnem študiju agronomije še poteka (Petra Tkalčič).

ŠVIGELJ, Nika, 2010. Uporaba računalniških orodij za ocenjevanje izpiranja fitofarmaceutskih sredstev: diplomski projekt univerzitetni študij (B. Sc. Thesis), mentor Marjetka Suhadolc, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana.

ŠIBANC, Nataša, 2009. Razgradnja herbicida terbutilazina v dveh teksturno različnih tleh Apaške doline: diplomsko delo, mentor Franc Lobnik, somentor Marjetka Suhadolc, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Univerzitetni študij, Ljubljana.

ŠTANGELJ, Ana, 2009. Ocena izpiranja izbranih herbicidov na obrečnih tleh Apaške doline, posejanih s koruzo : diplomsko delo, mentor Franc Lobnik, somentor Marjetka Suhadolc, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Univerzitetni študij, Ljubljana.

ROJEC, Luka, 2009. Sposobnost tal za zadrževanje vode na izbranih tleh Apaške doline na osnovi meritev v porušeni in neporušeni vzorcih : diplomsko delo, mentor Suhadolc Marjetka, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Visokošolski strokovni študij, Ljubljana.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi institucijami.

(i) Orodja FOOT-FS, FOOT-CRS in FOOT-NES smo razvijali v 6. okvirnem EU projektu Footprint (www.eu-footprint.org), ki se je zaključil v letu 2009, vendar se orodja še razvijajo in izpopolnjujejo tudi na osnovi naših testiranj. Delo na CRP projektu je zato ves čas potekalo v tesnem sodelovanju z razvijalci posameznih delov orodij FOOTPRINT, večinoma s pomočjo sodobnih elektronskih medijev (skype, email).

Dr. Igor DUBUS, koordinator FOOTPRINT projekta, BRGM in Footways

Dr. Stefan Reichenberger (razvijalec FOOT-CRS), University Giessen, Footways

Dr. Kathy Lewis (razvijalec FOOT-FS), University of Hertfordshire

Dr. Nick Jarvis (razvijalec programa MACRO), Swedish University of Agricultural Sciences

(ii) Sodelovali smo tudi z raziskovalci Tehnične Univerze v Muenchenu (več izmenjav s pomočjo Socrates in DAAD programov), kjer smo izvajali poskuse razgradnje in sorpcije izbranih herbicidov v tleh Apaške doline.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

(i) izpopolnitve orodij FOOT-FS in FOOT-CRS glede potrebe slovenskega prostora

(ii) skupne objave (COBISS izpis)

- 3 SCI članki

- prispevki na konferencah

(iii) skupne prijave na nove EU razpise

-FP7 "BIOBOOST": Enhanced in situ bioremediation of soils contaminated with organic chemicals

-FP7 "urSOIL": Use of regionaly optimised tools for sustainable agricultural soil management across Europe

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Javne predstavitve v obliki predavanj in delavnic:

- i) München, 24.-27. september 2008, predavanje M. Suhadolc: "Characterization of European soils with respect to their ability to degrade pesticides": Technische Universität München.
- (ii) Nova Gorica, 5. marec 2009, predavanje M. Suhadolc: "Razvrščanje evropskih tal glede na njihovo sposobnost zadrževanja oz. prenosa fitofarmaceutskih sredstev", 9. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin.
- (iii) Giessen, 16.-20. marec 2009, predavanje M. Suhadolc: predstavitev delnih rezultatov testiranja orodij FOOT-FS in FOOT-NES v slovenskem prostoru, zaključna konferenca raziskovalne skupine projekta FOOTPRINT.
- (iv) Apače, 20.6.2009, predstavitev orodja FOOT-FS zainteresiranim na območju Apaške doline (M. Suhadolc).
- (v) Ljubljana, 28.-29.7.2009, predavanje Lobnik / Dubus, predavanje na mednarodni poletni šoli "Gospodarjenje z naravnimi viri in varstvo okolja".
- (vi) München, 3.-8.marec 2010, predavanje M. Suhadolc: »Functional tools for pesticide risk assessment and management«, Technische Universität München.
- (vii) Murska Sobota, 16.11.2010, KGZS-Zavod MS, izobraževalna delavnica za potencialne končne uporabnike orodja FOOT-FS (kmetijski svetovalci KGZS-Zavod MS).
- (viii) Rogaška Slatina, 3. december 2010, predavanje M. Suhadolc: "Računalniško orodje FOOT-FS: upoštevanje dejavnikov okolja pri uporabi fitofarmaceutskih sredstev na ravni kmetije", Simpozij Novi izzivi v poljedelstvu.
- (ix) Podčetrtek, 3.marec 2011, predavanje M. Suhadolc: "Nova orodja za ocenjevanje vplivov fitofarmaceutskih sredstev na okolje", 10. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin.
- (x) Podčetrtek, 3. marec 2011, predavanje M. Suhadolc na 10. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin: "Ocenjevanje tveganja in upravljanja s fitofarmaceutskimi sredstvi v okolju - model Apaške doline", 10. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin.
- (xi) Murska Sobota / Ljubljana, predvidoma v maju 2011, celovita izobraževalna delavnica za potencialne končne uporabnike orodja FOOT-FS.
- (xii) Ljubljana, termin bo usklajen s financerji, javna predstavitev rezultatov projekta za financerje in zainteresirano javnost.

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

PRILOGA

Slika 1: Aerofotoposnetek Apaške doline

Slika 2: Pedološka karta Apaške doline v merilu 1:5.000

Slika 3: Povprečne koncentracije terbutilazina (Lumax) na dnu 19 talnih profilov Apaške doline ocenjene z modelom PELMO 3.2.2. v 20 letnem obdobju

Slika 4: Povprečne koncentracije atrazina (Primextra 500 tekoči (800 g/ha) in Primextra Gold 720 SC (1280 g/ha) na dnu 19 talnih profilov Apaške doline ocenjene z modelom PELMO 3.2.2. v 20 letnem obdobju

Slika 5: Primerjava ocen koncentracij izbranih FFS v koruzi na dnu talnih profilov ($\mu\text{g/L}$) med PELMO in PEARL modelom ob upoštevanju specifičnih pedo-klimatskih razmer Apaške doline (stolpci). Točkovno so prikazane ocene enega izmed standardnih scenarijev FOCUS za vsak model, ki se vrednostno najbolj približa ocenam koncentracij FFS v specifičnih pedo-klimatskih razmerah.

Slika 6: Pedološka karta Slovenije prirejena po FOOTPRINT klasifikaciji tal

Slika 7: Shema orodja FOOT-FS

Slika 8: Delo z orodjem FOOT-FS

Slika 9: Primer izpisa rezultata z orodjem FOOT-FS: Ocena tveganja rabe pripravka Lumax z aktivno snovjo terbutilazin na izbranem talnem tipu v Apaški dolini

Slika 10: Povprečne 20 letne ocene koncentracij aktivnih snovi v pripravku Lumax na dnu talnih profilov Apaške doline izračunane z modelom FOOT-FS

Slika 11: Povprečne 20 letne ocene koncentracij aktivnih snovi v pripravku Stomp na dnu talnih profilov Apaške doline izračunane z modelom FOOT-FS (opomba: koncentracije so izredno majhne \sim do $4 \cdot 10^{-7}$!)

Slika 12: Povprečne 20 letne ocene koncentracij aktivnih snovi v kombinaciji pripravkov Frontier in Stomp na dnu talnih profilov Apaške doline izračunane z modelom FOOT-FS

Slika 13: Pedološka karta Apaške doline v merilu 1:5.000 prirejena po FOOTPRINT klasifikaciji tal

Slika 14: Karta poti prenosa vode (površinske vode : podtalnica) z orodjem FOOT-CRS

Slika 15: Primer kmetijsko okoljskega-scenarija za izdelavo ocen tveganja rabe FFS v Apaški dolini z orodjem FOOT-CRS

Slika 16: Ranljivost tal za izpiranje terbutilazina (Lumax) ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

Slika 17: Ranljivost tal za izpiranje S-metolaklor v pripravku Lumax (4L/ha) ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

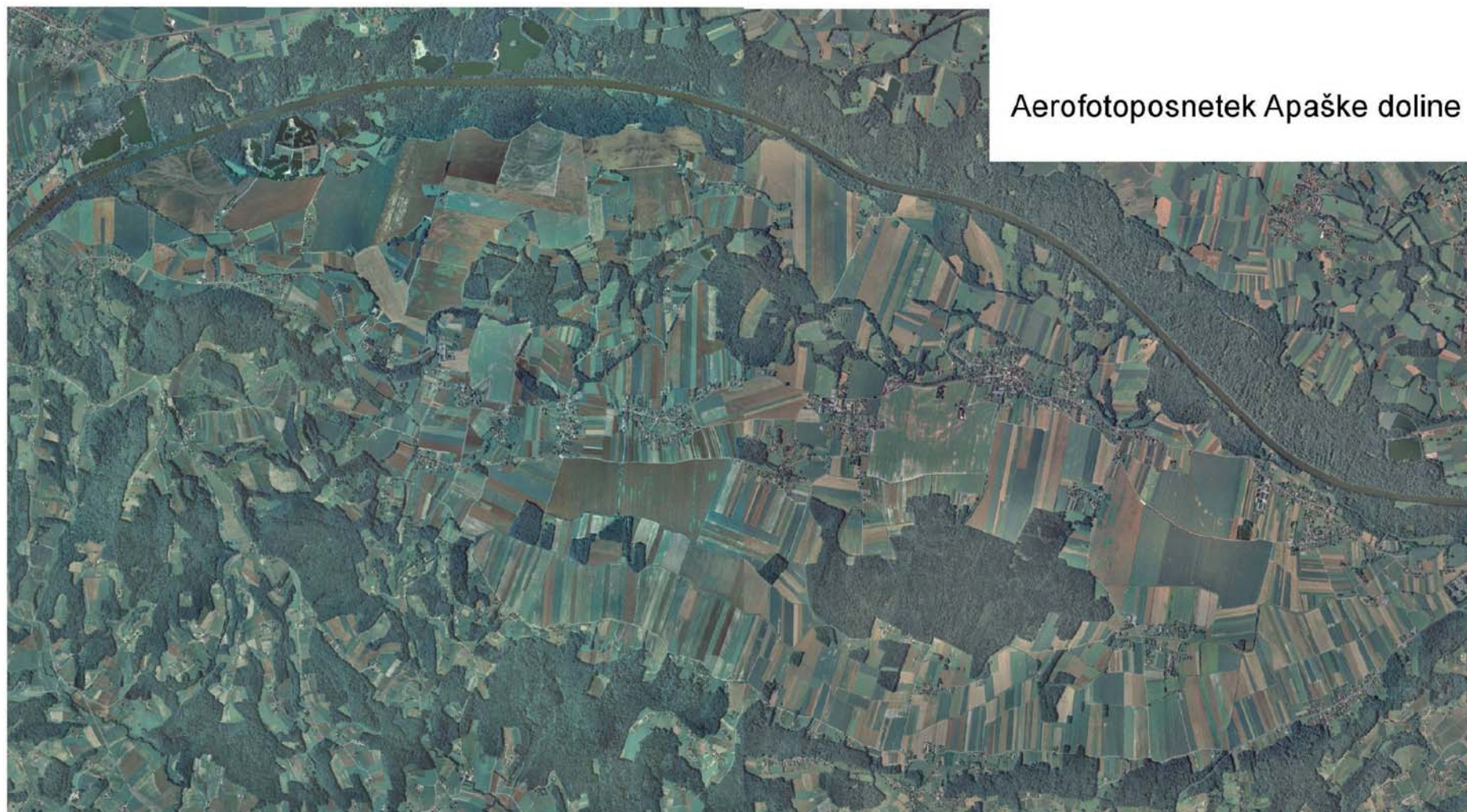
Slika 18: Ranljivost tal za izpiranje mezotriona v pripravku Lumax (4 L/ha) ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

Slika 19: Ranljivost tal za izpiranje dimetenamida-P v pripravku Frontier X2, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

Slika 20: Ranljivost tal za izpiranje pendimetalin v pripravku STOMP, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

Slika 21: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na vseh obdelovalnih površinah)

- Slika 22: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na 60% obdelovalnih površinah)
- Slika 23: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na 40% obdelovalnih površinah)
- Slika 24: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na 20% obdelovalnih površinah)



Aerofotoposnetek Apaške doline

Slika 1: Aerofotoposnetek Apaške doline

Projekt: V3-0548 VPELJAVA FUNKCIONALNIH ORODIJ ZA OCENO TVEGANJA UPORABE FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV IN SISTEM UPRAVLJANJA

Naročnik: JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST REPUBLIKE SLOVENIJE

URAD RS ZA KEMIKA LIJE

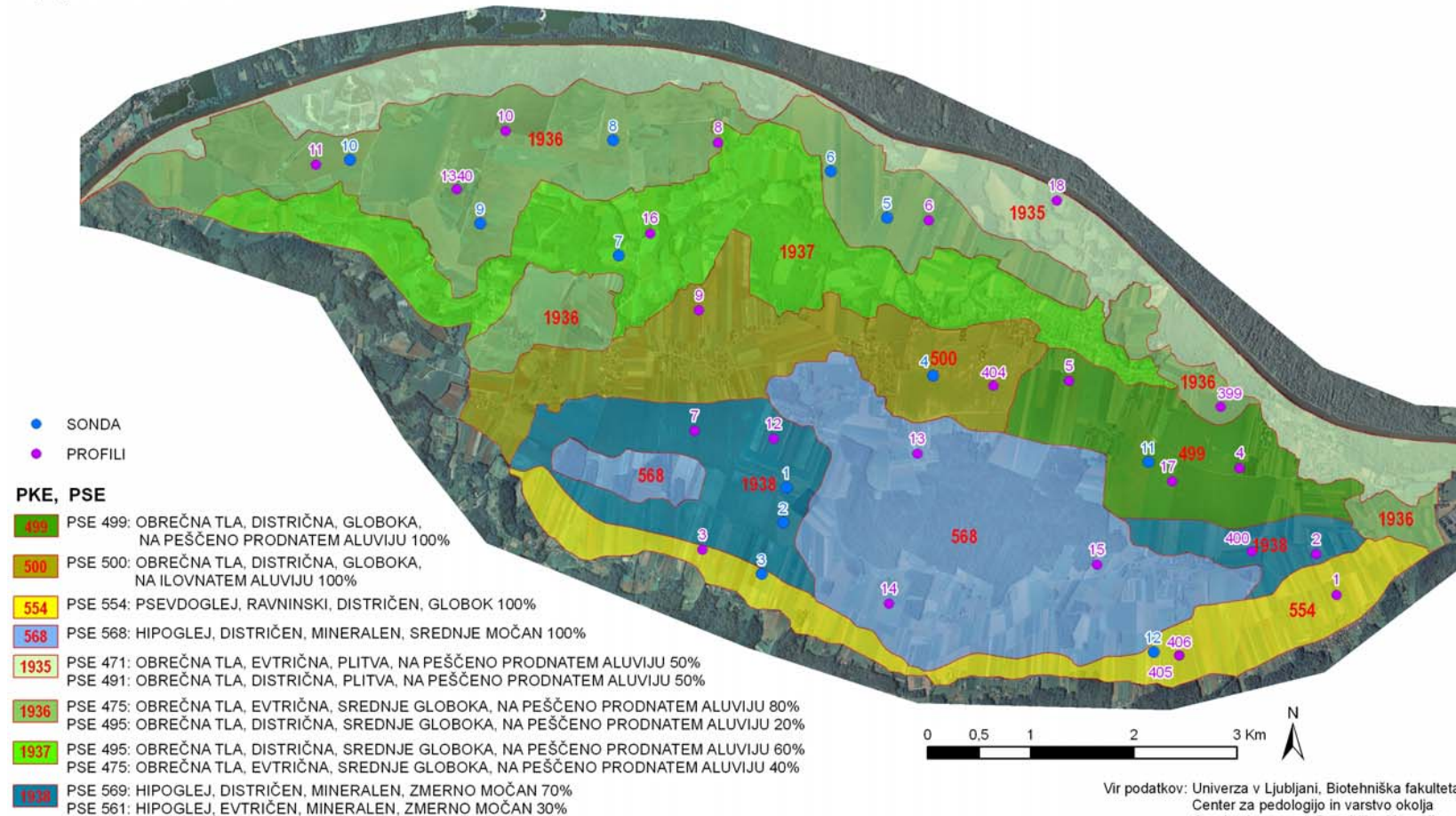
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO, GOZDARSTVO IN PREHRANO

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO,

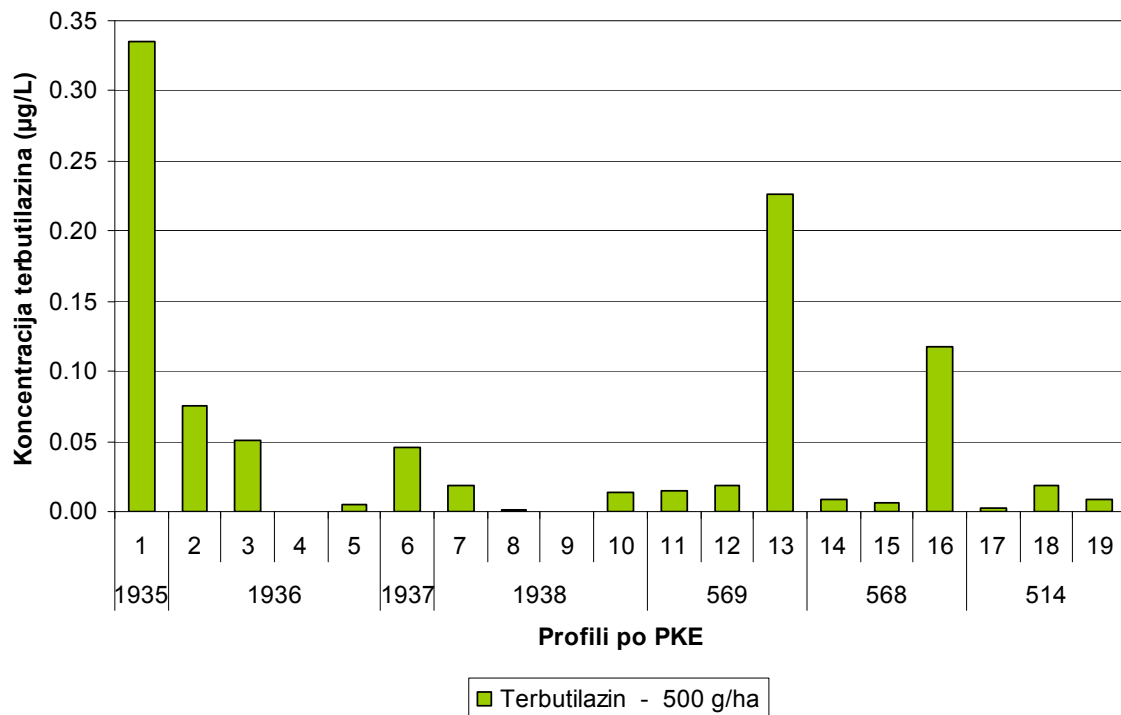
CENTER ZA PEDOLOGIJO IN VARSTVO OKOLJA, Jamnikarjeva 101, Ljubljana

Št. pogodbe: 1000-08-280548

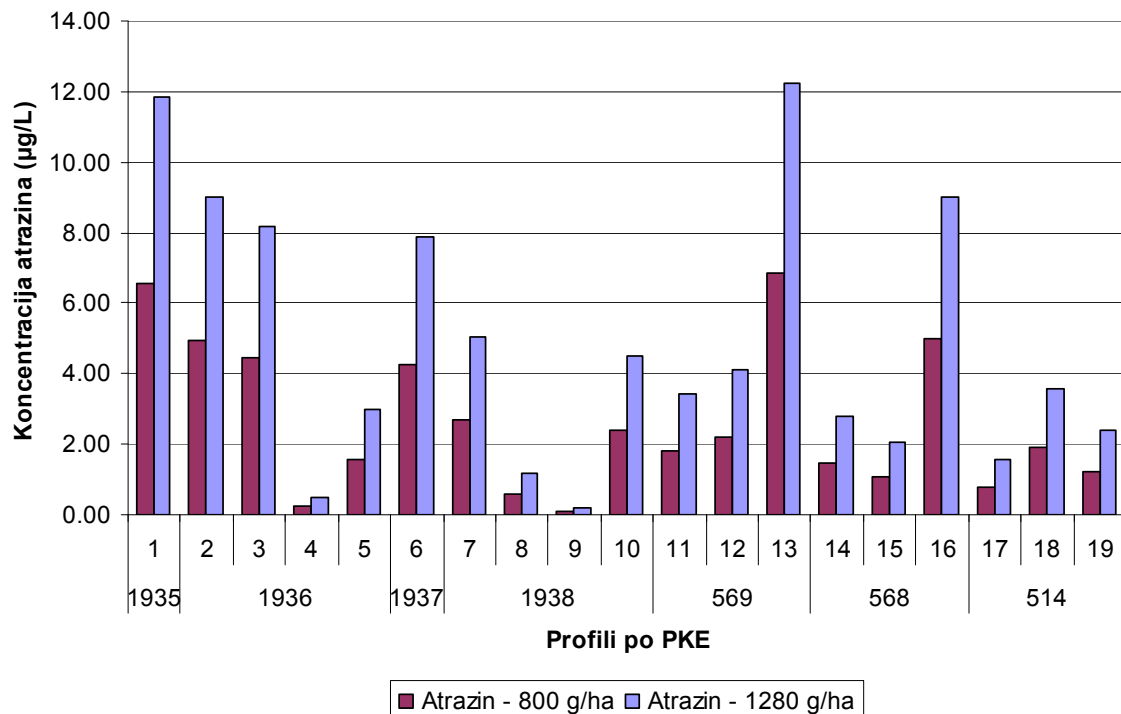
**PEDOLOŠKA KARTA v merilu 1:5.000
APAŠKA DOLINA**



Slika 2: Pedološka karta Apaške doline v merilu 1:5.000



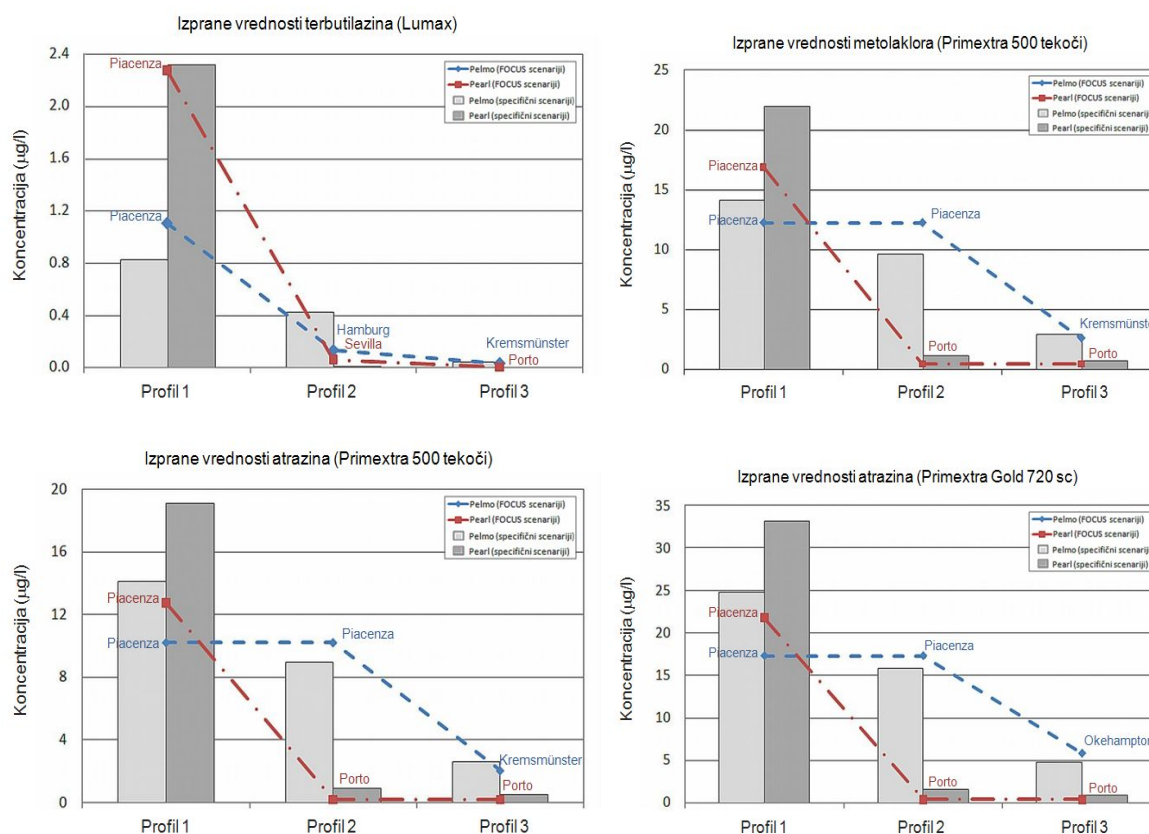
Slika 3: : Povprečne koncentracije terbutilazina (Lumax) na dnu 19 talnih profilov Apaške doline ocenjene z modelom PELMO 3.2.2. v 20 letnem obdobju



Slika 4: Povprečne koncentracije atrazina (Primextra 500 tekoči (800 g/ha) in Primextra Gold 720 SC (1280 g/ha) na dnu 19 talnih profilov Apaške doline ocenjene z modelom PELMO 3.2.2. v 20 letnem obdobju


































































Preglednica 1: Osnovne klimatske in pedološke lastnosti za devet FOCUS scenarijev za podtalnico (FOCUS, 2000).

Lokacije	Padavine (mm)	Temperatura povp. letna (°C)	Globina (cm)	Tekstura (Ap)	Org. sn. %	pH
Châteaudun	648	11.3	260	MGI	2,4	8,0
Hamburg	786	9	200	PI	2,6	5,7
Jokioinen	638	4.1	150	IP	7,0	6,2
Kremsmünster	900	8.6	200	I / MI	3,6	7,0
Okehampton	1038	10.2	150	I	3,8	5,8
Piacenza	857	13.2	170	I	1,7	7,0
Porto	1150	14.8	120	I	6,6	4,9
Sevilla	493	17.9	180	MI	1,6	7,3
Thiva	500	16.2	100+	I	1,3	7,0

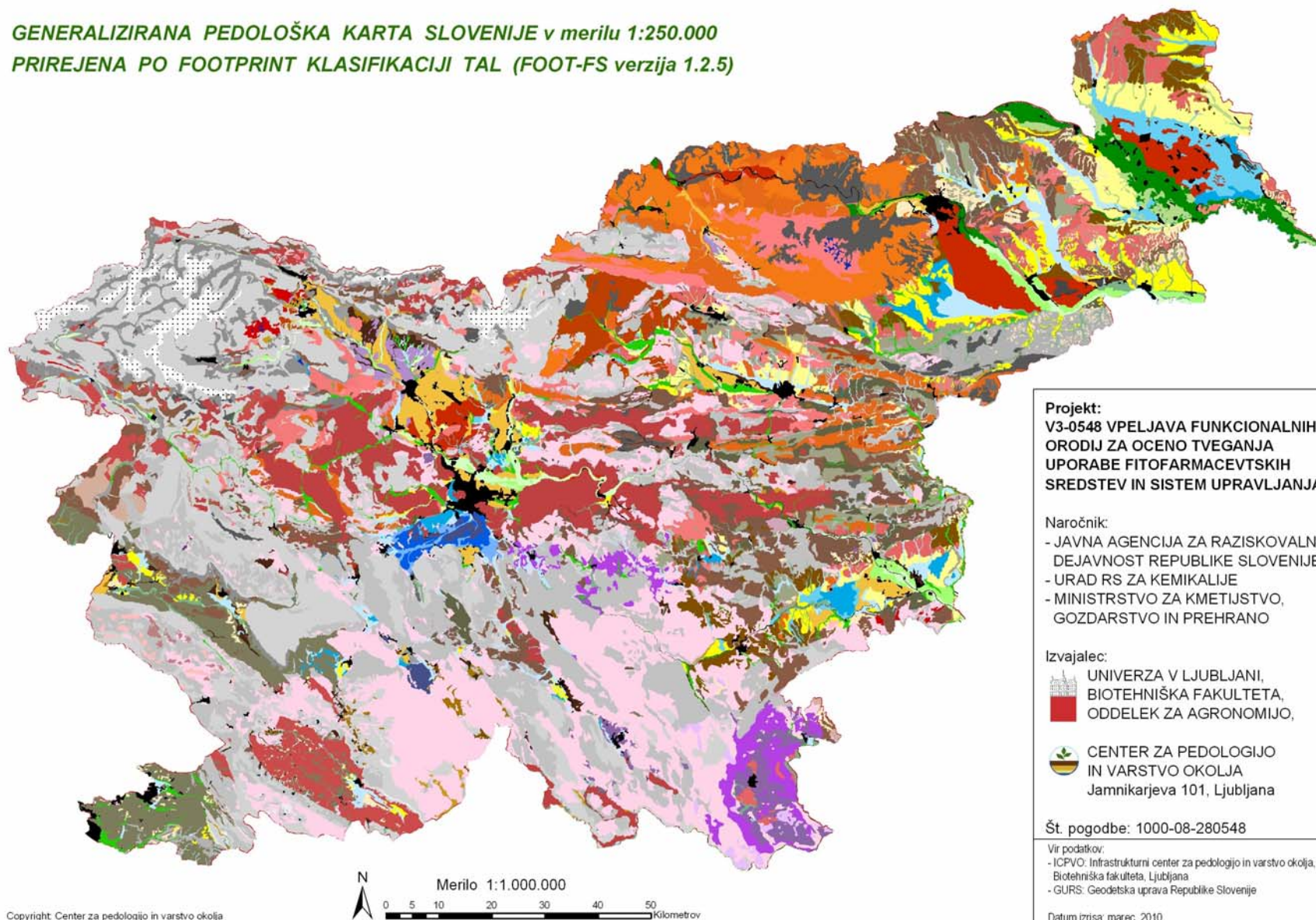


Slika 5: Primerjava ocen koncentracij izbranih FFS v koruzi na dnu talnih profilov (µg/L) med PELMO in PEARL modelom ob upoštevanju specifičnih pedo-klimatskih razmer Apaške doline (stolpci). Točkovno so prikazane ocene enega izmed standardnih scenarijev FOCUS za vsak model, ki se vrednostno najbolj približa ocenam koncentracij FFS v specifičnih pedo-klimatskih razmerah.

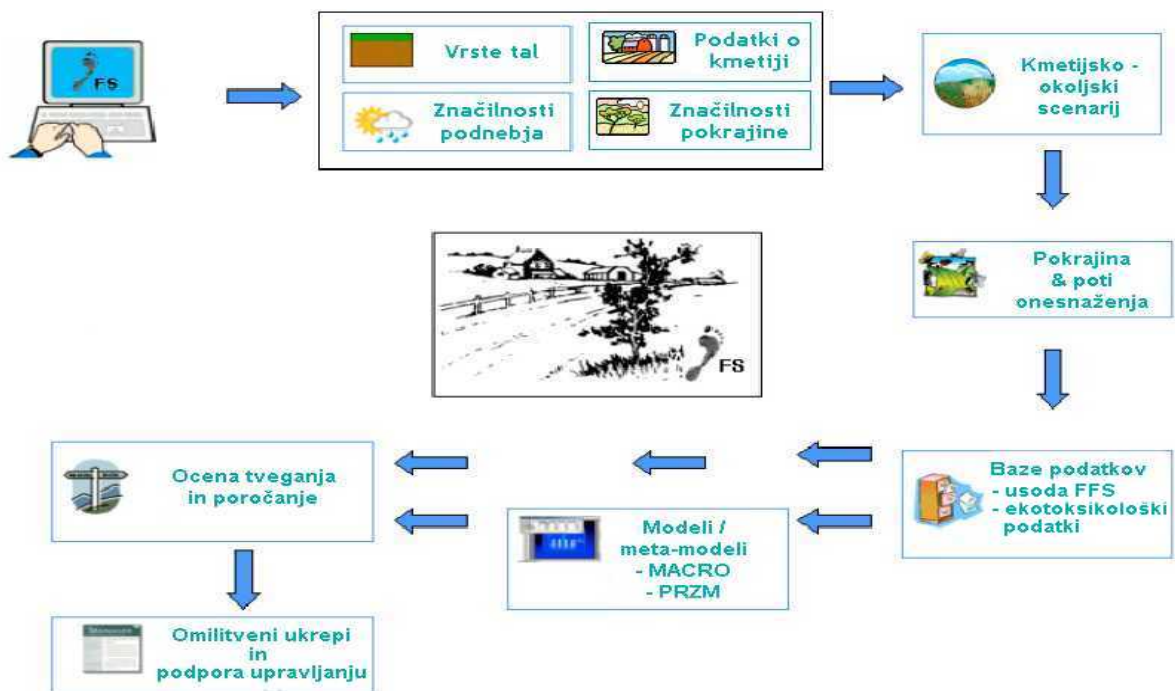
LEGENDA GENERALIZIRANE PEDOLOŠKE KARTE SLOVENIJE v merilu 1:250.000 PRIREJENA PO FOOTPRINT KLASIFIKACIJI TAL (FOOT-FS verzija 1.2.5)

KODA, IME pedokartografske enote KODA FOOTPRINT talnega tipa		
 0, Skalnate površine brez tal	 22, Evtrična rjava tla na laporju W20, W22, W30, W32, W33, W44, X22	 44, Izprana tla na silikatnih substratih R33, W34
 1, Litosol /Rendzina M20, M33	 23, Evtrična rjava tla in karbonatna rjava tla na flišu M20, W20, W22, W32, W44	 45, Podzol, humusno-železov
 2, Regosol	 24, Evtrična rjava tla na mehkih karbonatnih kamninah (lapornati apnenci) L20, M24, N24, W30	 46, Rigolana tla, evtrična W20, W22, W24, W32
 3, Koluvialno-deluvialna tla	 25, Evtrična rjava tla na klastičnih kamninah L20, W21, W22, W32	 47, Rigolana tla, distrična L22
 4, Rendzina na apnencu in dolomitu M10, M20, M30, M33, M44	 26, Distrična rjava tla na nekarbonatnih peščeno prodnatih sedimentih L11, L21, L22	 48, Tla deponij (deposol)
 5, Rendzina na apnencu in dolomitu in rjava pokarbonatna tla M20, M24, M30, M34	 27, Distrična rjava tla na ilovicah in glinah R22, R33, U22, X34, Y33	 49, Nerazvita obrečna tla L11, L21
 6, Rendzina na mehkih karbonatnih kamninah (lapor, fliš, litotamnijski apnenci) W20, W30	 28, Distrična rjava tla na skrjavih glinavcih in peščenjakih L22, M20, W12, W22	 50, Obrečna tla, karbonatna L22
 7, Rendzina na karbonatnem prodru in pesku L22	 29, Distrična rjava tla na klastičnih kamninah M20, W22	 51, Obrečna tla, evtrična L11, L21, L22
 8, Rendzina na moreni in pobočnem grušču W20, W22, W40	 30, Distrična rjava tla na piroklastičnih kamninah M20, M22	 52, Obrečna tla, distrična L21, L22
 9, Rendzina na apnencu z roženci M40	 31, Distrična rjava tla na magmatskih kamninah M20, M22, M30	 53, Obrečna tla, evtrična, oglejena L22, O22, Q32, X22
 10, Ranker, evtričen L10, L20, M20	 32, Distrična rjava tla na nekarbonatnem flišu in dekalificiranem laporju M20, W20, W22, W44	 54, Obrečna tla, distrična, oglejena O22, Q32, Y22, Y33
 11, Ranker, distričen M20, M22, M30, T30	 33, Distrična rjava tla na aluvialnih in deluvialnih nanosih W22, W32	 55, Psevdoglej, pobočni in ravninski, evtričen X23, X34, Y24, Y33
 12, Ranker na peščeno prodnatih silikatnih sedimentih L11, L22	 34, Distrična rjava tla na mešanih bazičnih in nekarbonatnih kamninah M20, W20, W22, W33	 56, Psevdoglej, pobočni in ravninski, distričen R22, X34, Y33
 13, Evtrična rjava tla na flišu M30, W20, W22	 35, Distrična rjava tla na silificiranem apnencu z roženci L20, L22	 57, Hipoglej, evtričen, mineralen P22, Q23, X22, Y22, Y33, Y34
 14, Evtrična rjava tla na predorninah L20, M20, M22	 36, Distrična rjava tla na metamorfih kamninah M20, M22, T30	 58, Hipoglej, distričen, mineralen Y22, Y33
 15, Evtrična rjava tla na metamorfih kamninah M20, M22	 37, Rjava pokarbonatna tla na apnencu in dolomitu M11, M20, M22, M24, M30, M33, M34, M44	 59, Amfiglej, evtričen in distričen, mineralen X22, Y22, Y34
 16, Evtrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah L20, M30, W20, W22, W24, W30, X33	 38, Rjava pokarbonatna tla na apnencu z roženci M22, M24, M30, M34	 60, Glej na organskem podtalju Q46
 17, Evtrična rjava tla na aluvialnih nanosih in sivici P22, W20, W22	 39, Rdeče rjava tla (terra rossa), ilovka M24	 61, Šotna tla nizkega barja Q66
 18, Evtrična rjava tla na peščeno prodnatih sedimentih L21, L22	 40, Rdeče rjava tla (terra rossa), kremenica M24, M44	 62, Šotna tla visokega barja Q66
 19, Evtrična rjava tla na moreni in pobočnem grušču W20, W22, W30, W33, W40	 41, Izprana tla na apnencu in dolomitu M24, M30, M34	 63, Mineralno - organska tla (molični glej) Q46
 20, Evtrična rjava tla na aluvialno-koluvialnih nanosih in deluviju L22, W22, W24, Y22	 42, Izprana tla na apnencu, akrična M22, M24, M34, R33	 100, Urbane, vodne in nerodovitne površine
 21, Evtrična rjava tla na ilovicah in glinah L20, U22, W22, W33, X22, Y33	 43, Izprana tla na konglomeratu W20, W24, W33	

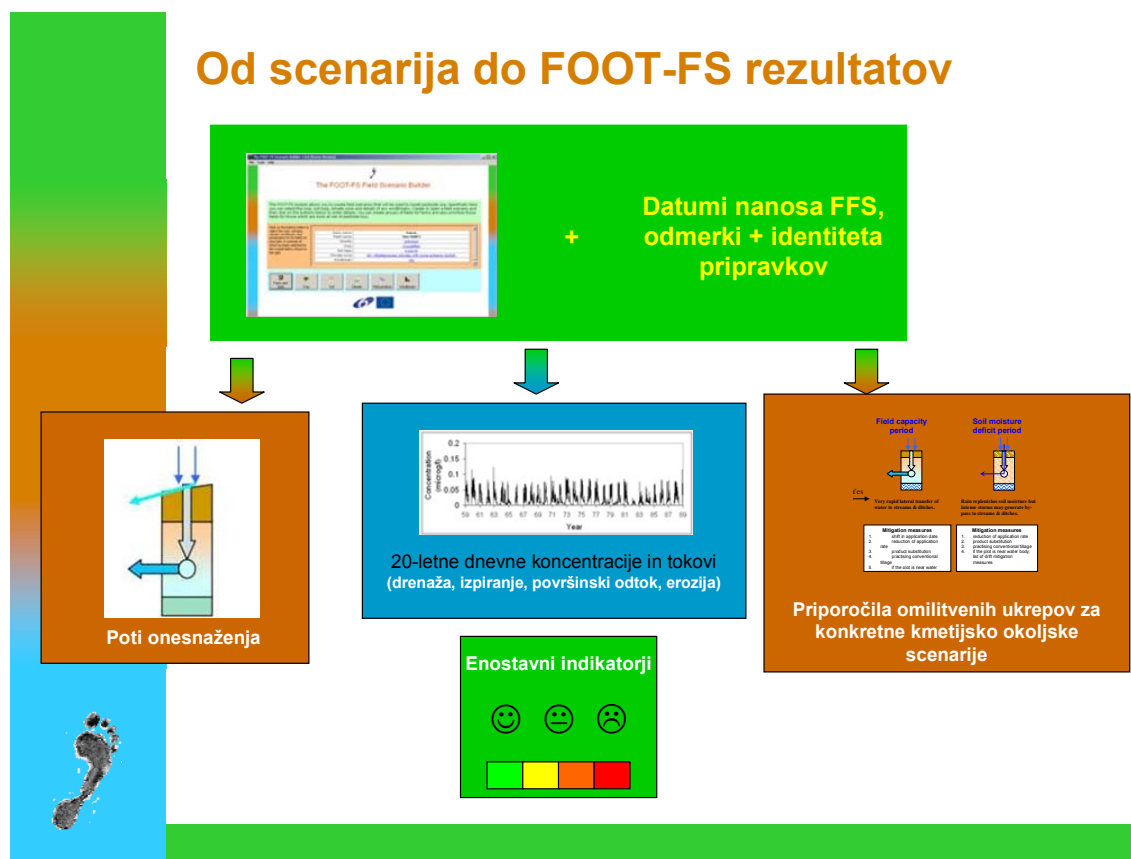
**GENERALIZIRANA PEDOLOŠKA KARTA SLOVENIJE v merilu 1:250.000
PRIREJENA PO FOOTPRINT KLASIFIKACIJI TAL (FOOT-FS verzija 1.2.5)**



Slika 6: Pedološka karta Slovenije prirejena po FOOTPRINT klasifikaciji tal



Slika 7: Shema orodja FOOT-FS



Slika 8: Delo z orodjem FOOT-FS

Vhodni podatki:

Posestvo	Apače				
Obdelovalna površina	njiva L22n				
Velikost obdelovalne površine	1 ha				
Kulturna rastlina	Koruza, za zrnje				
Talni tip	L22n				
Klimatski pas	03 - Sub-alpska kontinentalna klima, topla z zmernimi padavinami, toda z malo padavinami v zimskem času, zmerna pogostost ekstremnih dogodkov.				
Oblike obdelovalne površine	Noben				
Živa meja/zaščitna vegetacija	10 m travnat pas				
Tip vode	Jarek				
Opomba	Dodaj zaznamke				
Program fitofarmaceutskih sredstev (FFS)	Lumax Apače max 09				
Dostopnost podatkov	Podatek nameščen.				
Datum aplikacije	Ime pripravka	Oprema	Sestava produkta	Aktivna snov	Odmerek aktivne snovi
1.5.2009	Lumax	Privzet Škropilnik + Privzete Šobe	Tekočina brez anti-drift sredstva	mesotrion	0,15 kg/ha
				terbuthylazine	0,5 kg/ha
				S-metolaklor	1,5 kg/ha

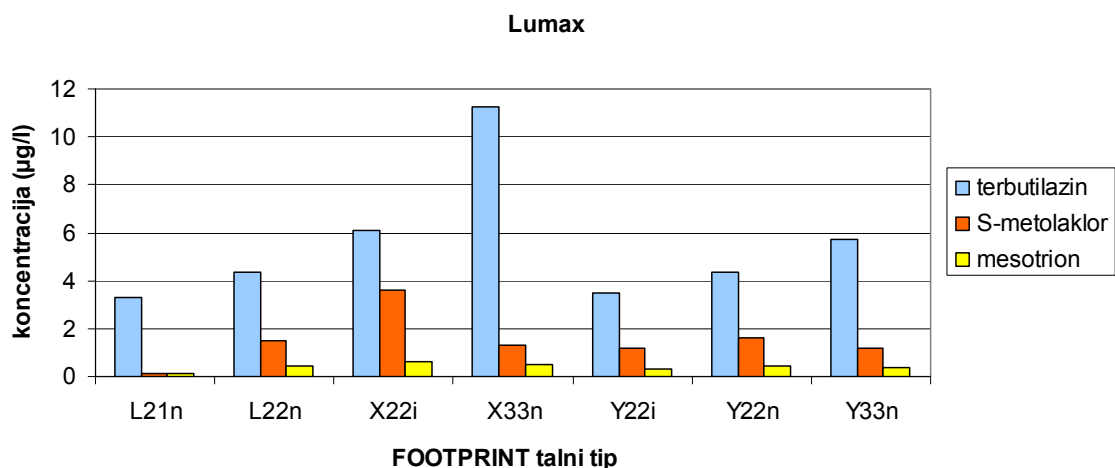
Povzetek rezultatov:

Drift	
Drenaža	
Površinski odtok in erozija	
Podzemne vode	

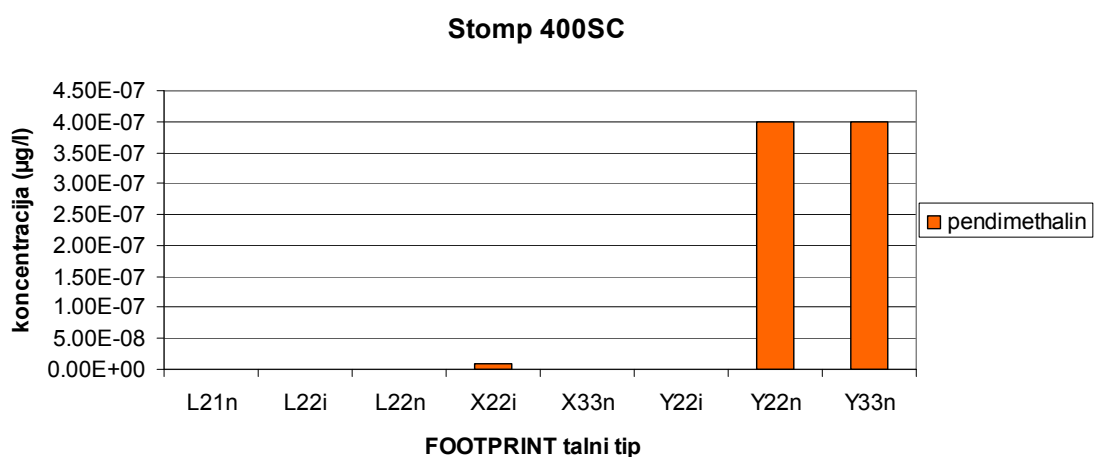
Legenda:

Drift, Drenaža, Površinski odtok, Erozija Neznano tveganje Majhno tveganje za ekotoksicnost za vodne organizme. Zmerno tveganje za ekotoksicnost za vodne organizme. Visoko tveganje ekotoksicnosti za vodne orgazizme.	Podzemne vode Neznano tveganje Zelo majhno tveganje za izpiranje v podtalnico. Majhno tveganje za izpiranje v podtalnico. Zmerno tveganje za izpiranje v podtalnico. Visoko tveganje za izpiranje v podtalnico.
--	---

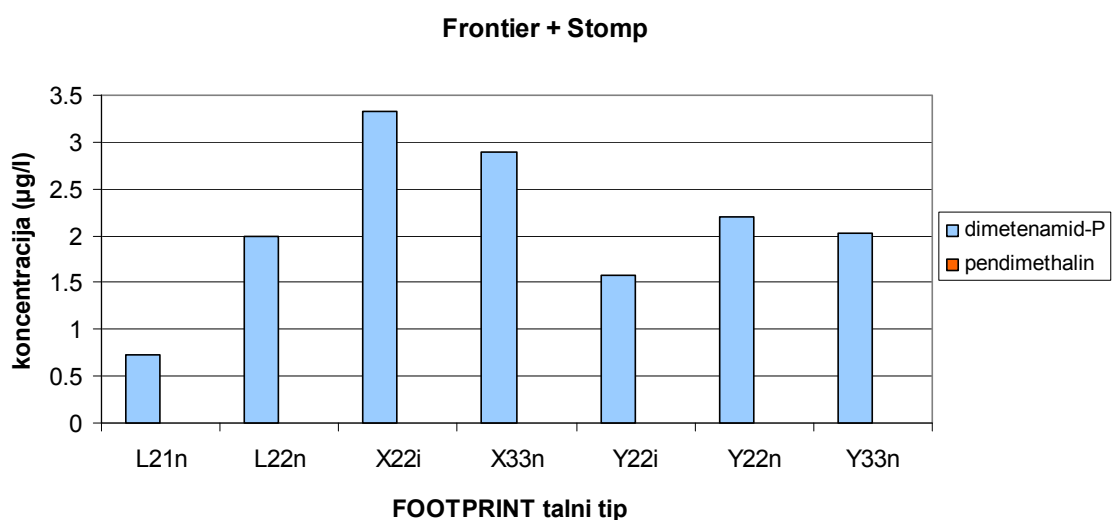
Slika 9: Primer izpisa rezultata z orodjem FOOT-FS: Ocena tveganja rabe pripravka Lumax z aktivno snovjo terbutilazin na izbranem talnem tipu v Apaški dolini



Slika 10: Povprečne 20 letne ocene koncentracij aktivnih snovi v pripravku Lumax na dnu talnih profilov Apaške doline izračunane z modelom FOOT-FS



Slika 11: Povprečne 20 letne ocene koncentracij aktivnih snovi v pripravku Stomp na dnu talnih profilov Apaške doline izračunane z modelom FOOT-FS (opomba: koncentracije so izredno majhne ~ do $4 \cdot 10^{-7}$!)



Slika 12: Povprečne 20 letne ocene koncentracij aktivnih snovi v kombinaciji pripravkov Frontier in Stomp na dnu talnih profilov Apaške doline izračunane z modelom FOOT-FS

Projekt: V3-0548 VPELJAVA FUNKCIONALNIH ORODIJ ZA OCENO TVEGANJA UPORABE FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV IN SISTEM UPRAVLJANJA

Naročnik: JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST REPUBLIKE SLOVENIJE

URAD RS ZA KEMIKALIJE

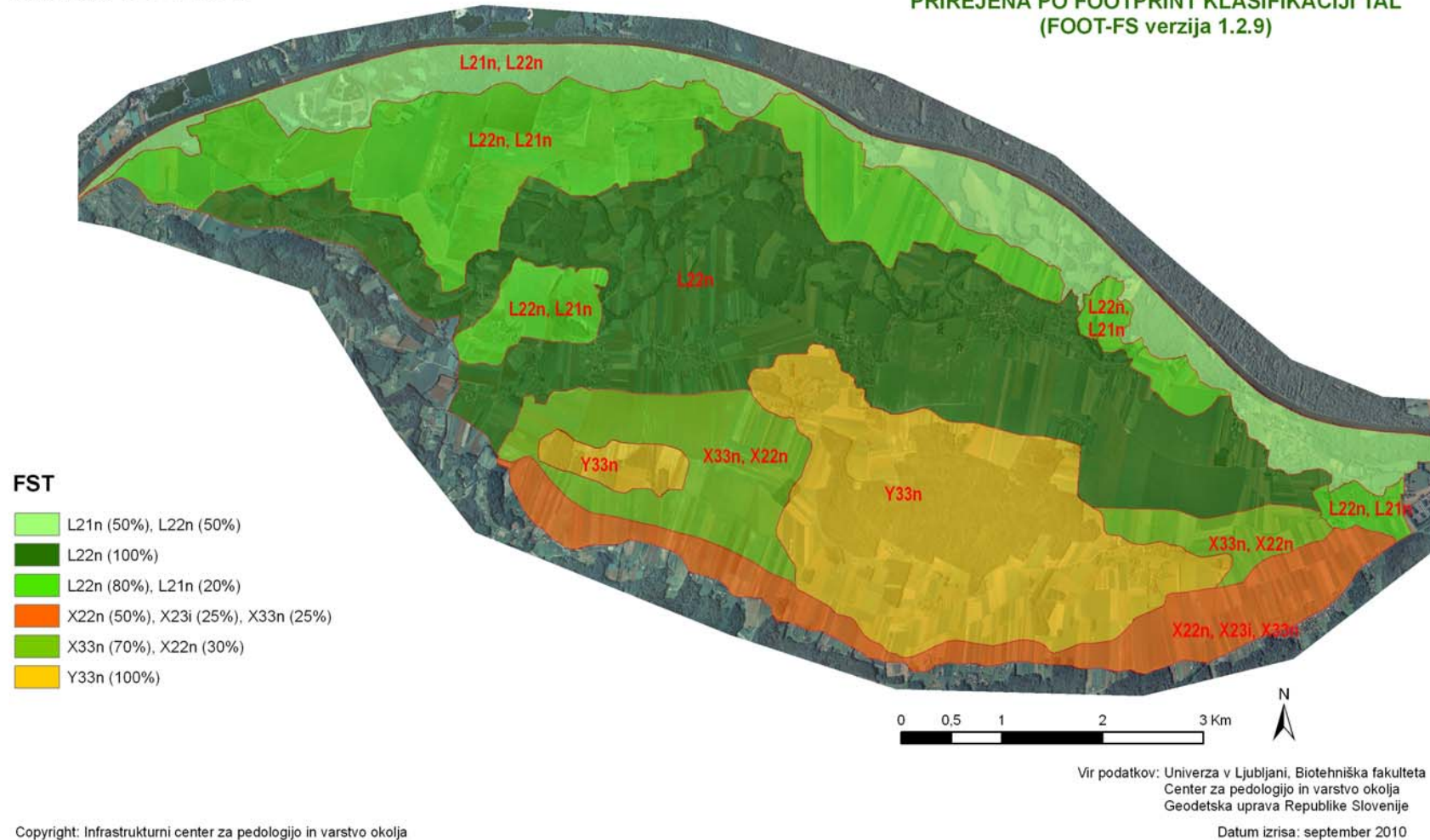
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO, GOZDARSTVO IN PREHRANO

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO,

CENTER ZA PEDOLOGIJO IN VARSTVO OKOLJA, Jamnikarjeva 101, Ljubljana

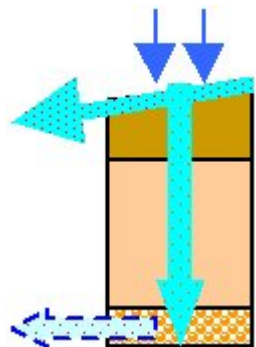
Št. pogodbe: 1000-08-280548

**PEDOLOŠKA KARTA APAŠKE DOLINE 1:5.000
PRIREJENA PO FOOTPRINT KLASIFIKACIJI TAL
(FOOT-FS verzija 1.2.9)**



Copyright: Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja

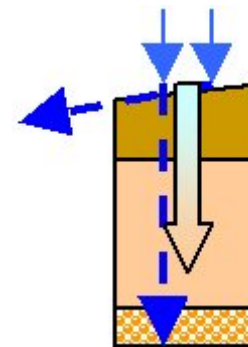
Slika 13: Pedološka karta Apaške doline v merilu 1:5.000 prirejena po FOOTPRINT klasifikaciji tal

Obdobje poljske kapacitete

Izpiranje v podtalnico z nekaj površinskega odtoka na območju z naklonom $>1\%$ (erozija pri naklonih $>3\%$). Dolgotrajne padavine lahko povzročijo odtok v podtalnico & nekaj prepuščanja v vodotoke & jarke. Odziv vodotokov na padavine je "zadušen".

Možnosti omilitvenih ukrepov

1. Sprememba datuma nanosa
2. Zmanjšanje odmerka
3. Zamenjava pripravka
4. Obrežna zaščitna vegetacija
5. Izvajanje konvencionalne obdelave tal
6. Če je zemljišče blizu vodnega telesa, izvajanje ukrepov za ublažitev drifta

Obdobje deficita vode v tleh

Padavine navlažijo tla, toda intenzivne nevihte lahko ustvarijo površinski odtok na območju z naklonom $>1\%$ (erozija pri naklonih $>3\%$) in nekaj izpiranja v podtalnico.

Možnosti omilitvenih ukrepov

1. Obrežna zaščitna vegetacija
2. Zmanjšanje odmerka
3. Zamenjava pripravka
4. Če je zemljišče blizu vodnega telesa, izvajanje ukrepov za ublažitev drifta

Slika 14: Karta poti prenosa vode (površinske vode : podtalnica) z orodjem FOOT-CRS

Projekt: V3-0548 VPELJAVA FUNKCIONALNIH ORODIJ ZA OCENO TVEGANJA UPORABE FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV IN SISTEM UPRAVLJANJA

Naročnik: JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST REPUBLIKE SLOVENIJE

URAD RS ZA KEMIKALIJE

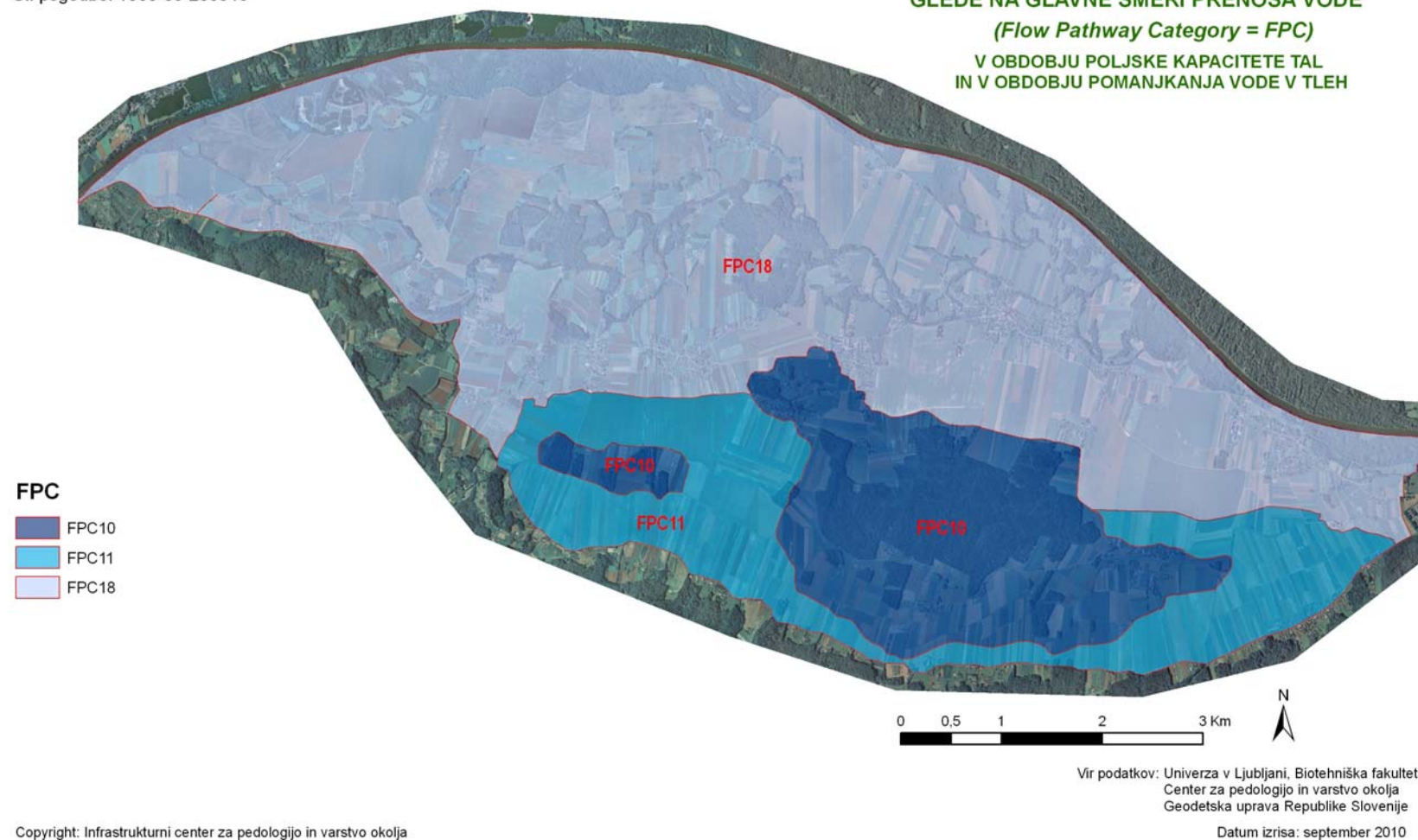
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO, GOZDARSTVO IN PREHRANO

Izvajalec: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, ODDELEK ZA AGRONOMIJO,

CENTER ZA PEDOLOGIJO IN VARSTVO OKOLJA, Jamnikarjeva 101, Ljubljana

Št. pogodbe: 1000-08-280548

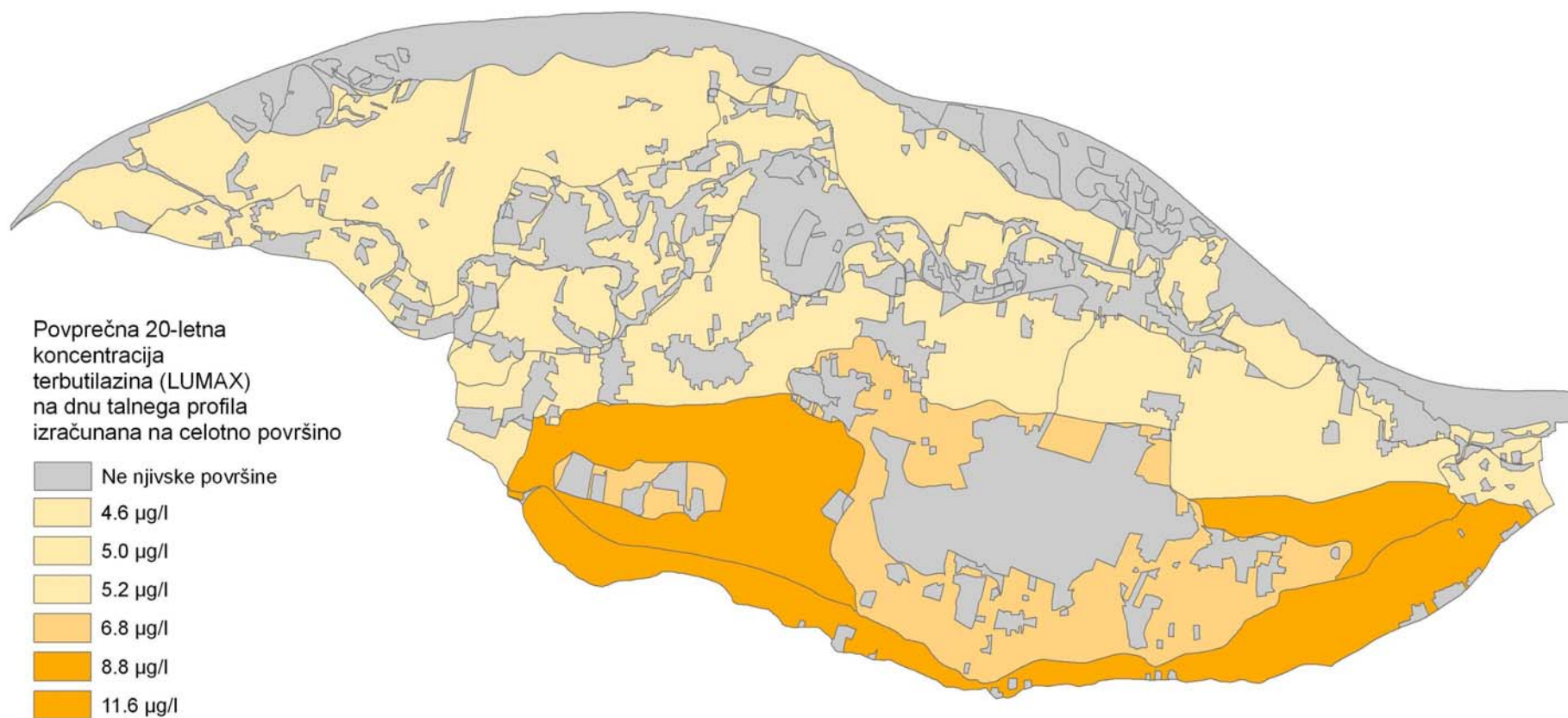
**RAZVRSTITEV ZEMLJIŠČ
GLEDE NA GLAVNE SMERI PRENOSA VODE
(Flow Pathway Category = FPC)
V OBDOBJU POLJSKE KAPACITETE TAL
IN V OBDOBJU POMANJKANJA VODE V TLEH**



Copyright: Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja

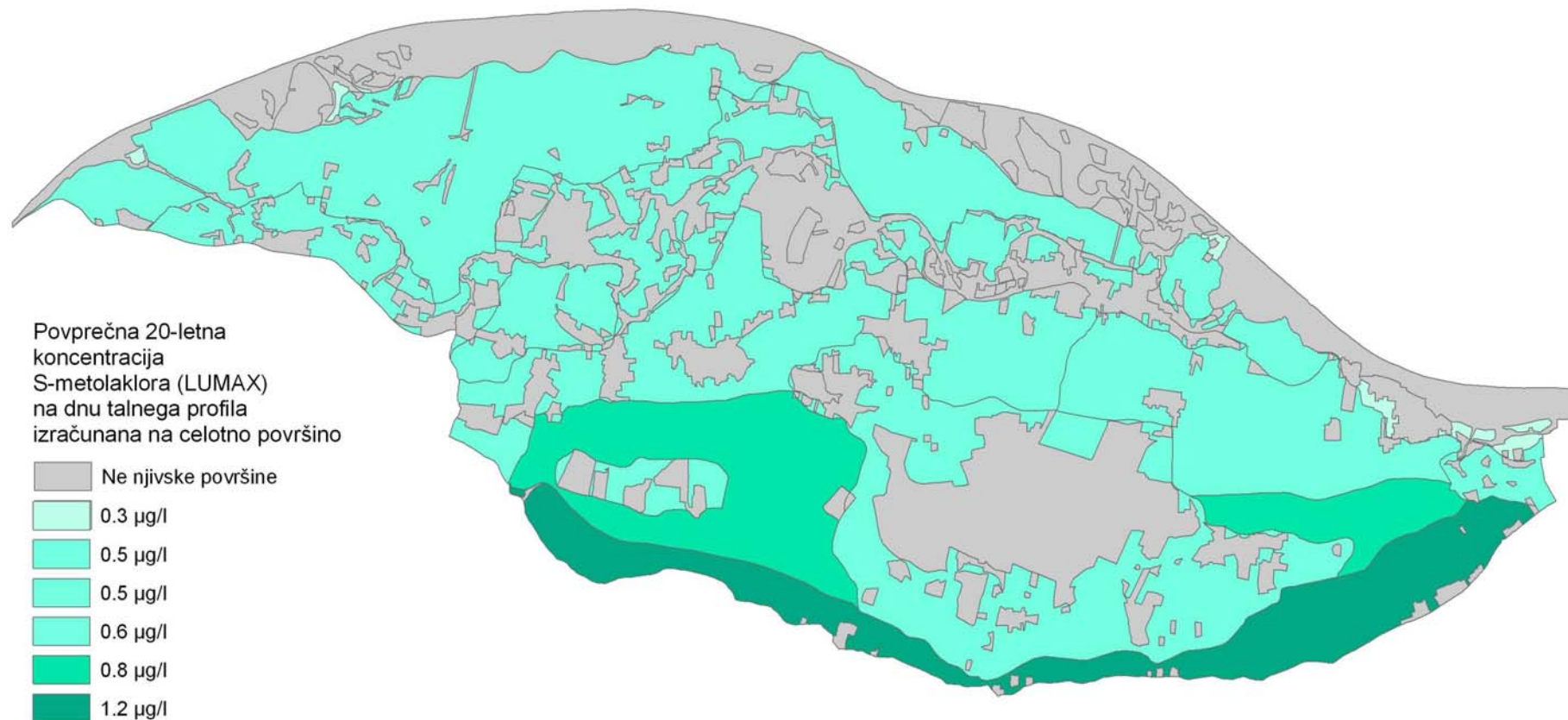
Slika 15. Primer kmetijsko okoljskega-scenarija za izdelavo ocen tveganja rabe FFS v Apaški dolini z orodjem FOOT-CRS

**Ranljivost tal za izpiranje terbutilazina (LUMAX)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 40% površin**



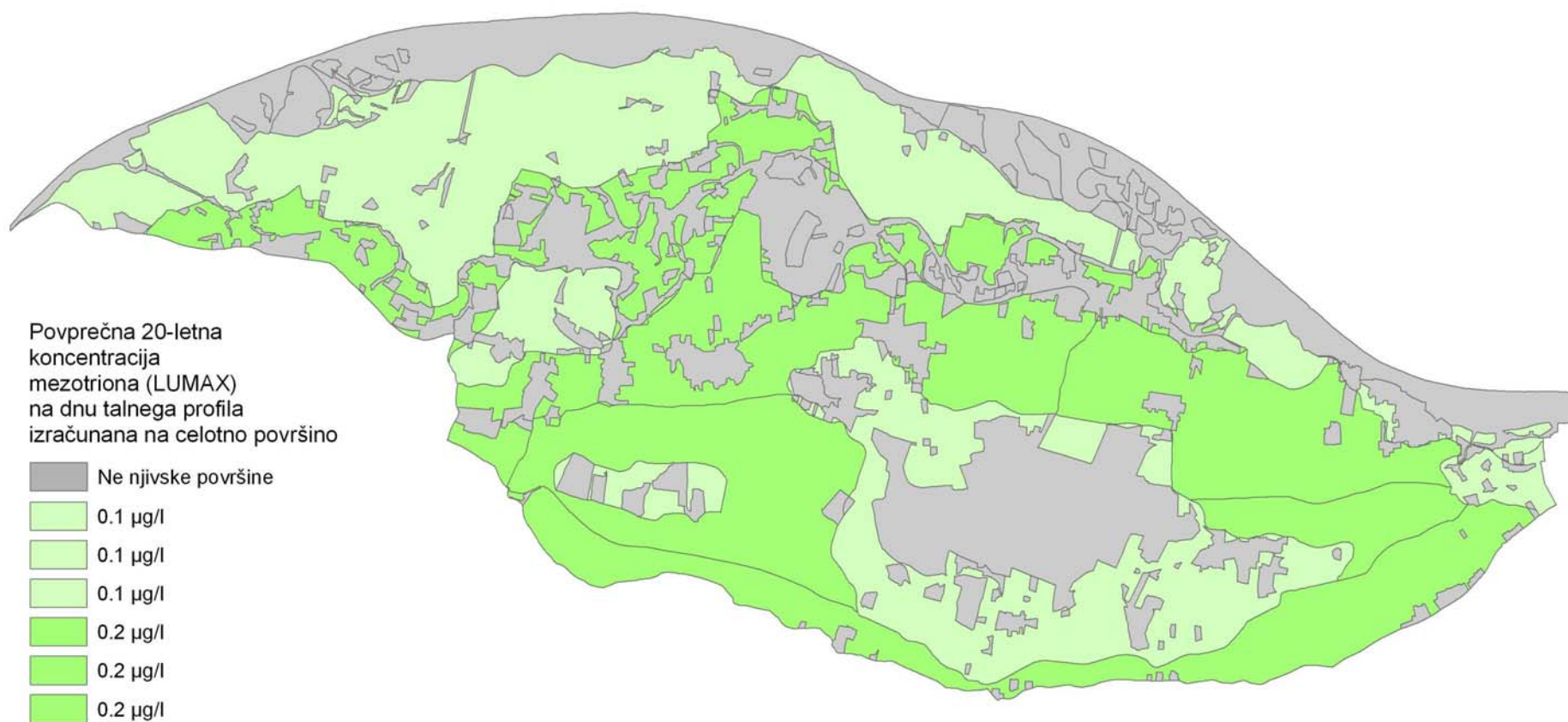
Slika 16: Ranljivost tal za izpiranje terbutilazina (Lumax) ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

**Ranljivost tal za izpiranje S-metolaklora (LUMAX)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 40% površin**



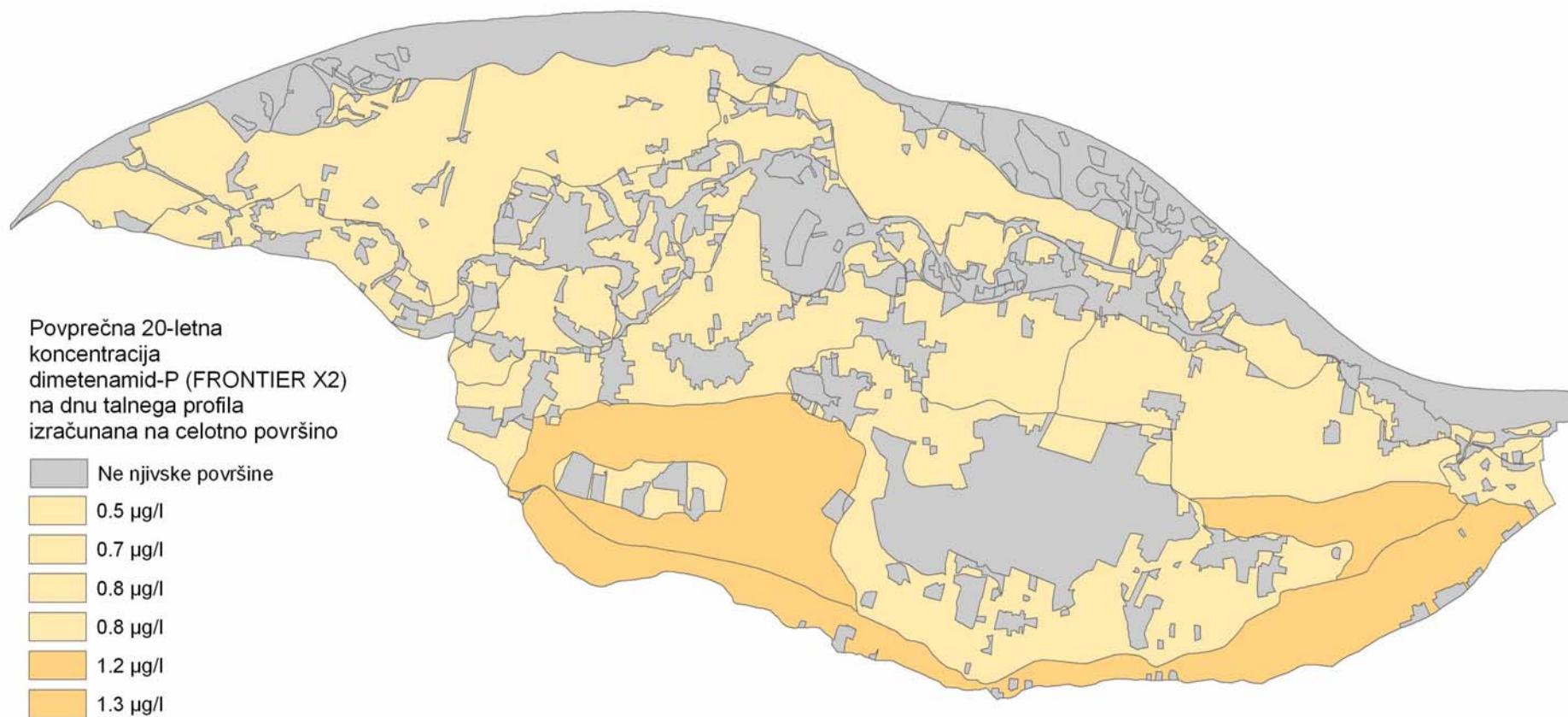
Slika 17: Ranljivost tal za izpiranje S-metolaklora v pripravku Lumax (4L/ha) ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

**Ranljivost tal za izpiranje mezotriona (LUMAX)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 40% površin**



Slika 18: Ranljivost tal za izpiranje mezotriona v pripravku Lumax (4 L/ha) ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

**Ranljivost tal za izpiranje dimetenamid-P (FRONTIER X2)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 40% površin**



Slika 19: Ranljivost tal za izpiranje dimetenamida-P v pripravku Frontier X2, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

**Ranljivost tal za izpiranje pendimetalina (STOMP 400 SC)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 40% površin**



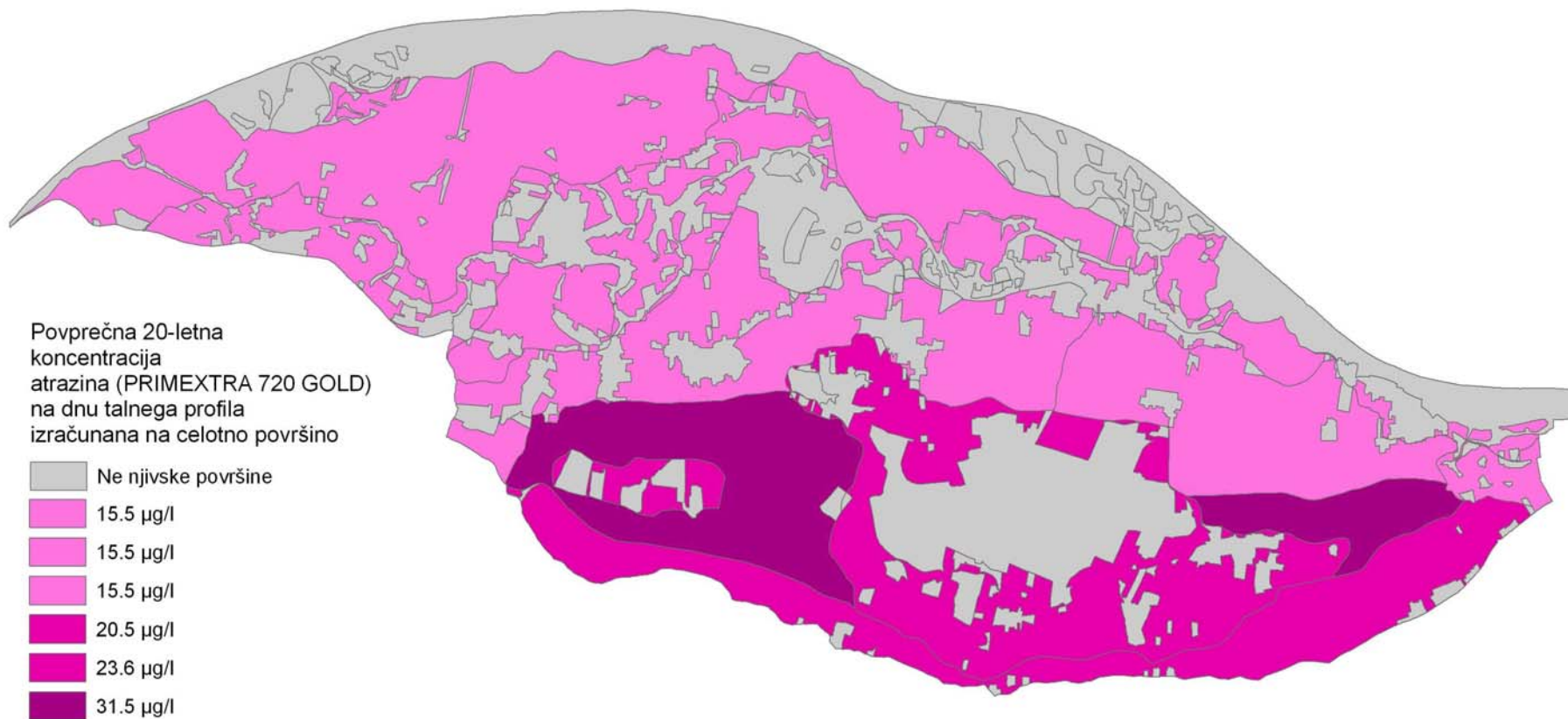
Slika 20: Ranljivost tal za izpiranje pendimetalin v pripravku STOMP, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno)

**Ranljivost tal za izpiranje atrazina (PRIMEXTRA 720 GOLD)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 100% površin**



Slika 21: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na vseh obdelovalnih površinah)

**Ranljivost tal za izpiranje atrazina (PRIMEXTRA 720 GOLD)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 60% površin**



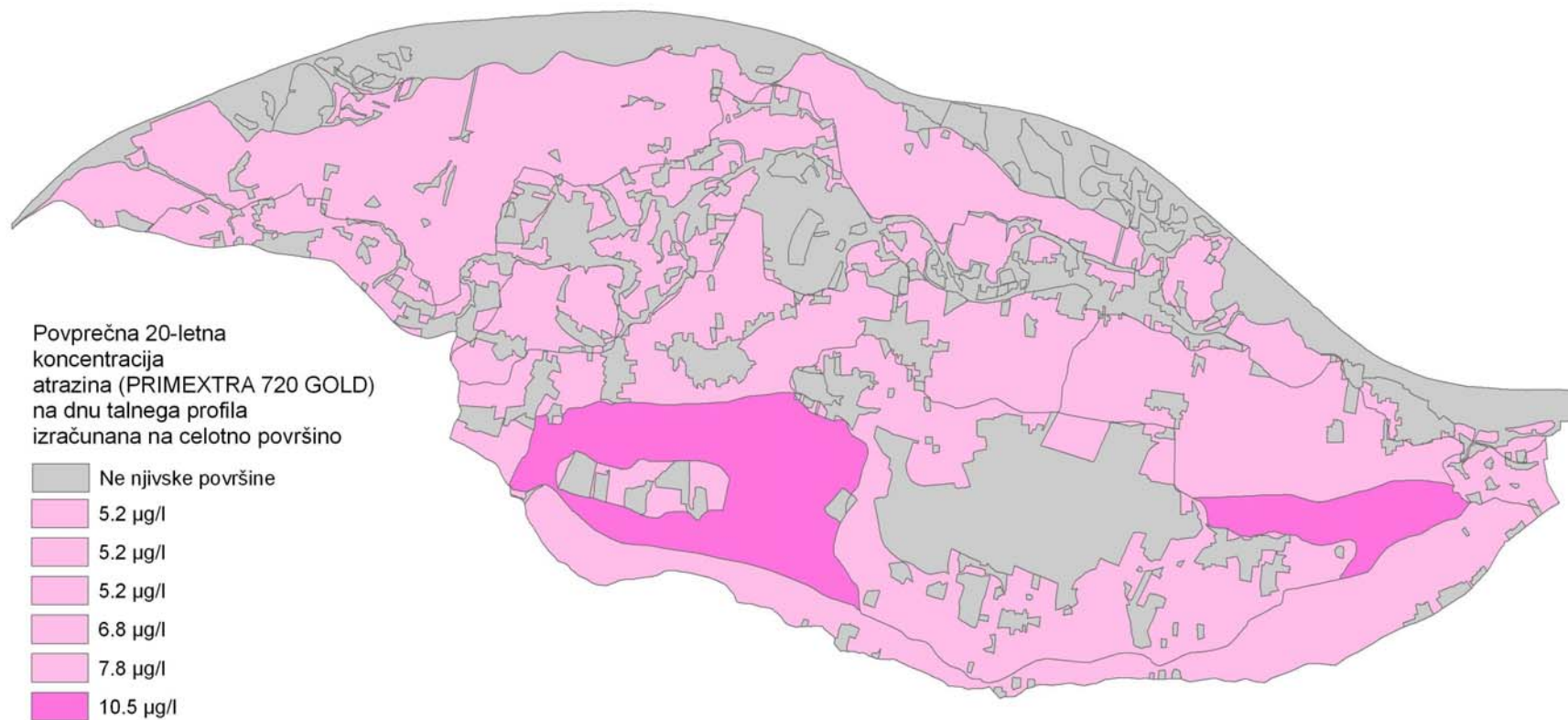
Slika 22: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na 60% obdelovalnih površinah)

**Ranljivost tal za izpiranje atrazina (PRIMEXTRA 720 GOLD)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 40% površin**



Slika 23: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na 40% obdelovalnih površinah)

**Ranljivost tal za izpiranje atrazina (PRIMEXTRA 720 GOLD)
na njivskih površinah Apaške doline - herbicid nanešen na 20% površin**



Slika 24: Ranljivost tal za izpiranje atrazina v pripravku Primextra 720 Gold, ocenjena z modelom FOOT-CRS za obdobje 20 let (1 nanos/letno, uporabljen na 20% obdelovalnih površinah)