

ZAKLJUČNO POROČILO

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



REPUBLIKA SLOVENIJA
NOSILEC JAVNEGA POOBLASTILA
JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE, LJUBLJANA

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Težišče 5 Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

Prejeto:	16-10-2008	Sig. z:	0110
Sifra zadave:	63113-362/2008	Pril:	
		Vrednost:	

2. Šifra projekta:

V4-0359

3. Naslov projekta:

Analiza upravljanja s tveganjem zaradi toče z uporabo atmosferskih modelov in dreves odločanja

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Analiza upravljanja s tveganjem zaradi toče z uporabo atmosferskih modelov in dreves odločanja

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

The analysis of managing the risk due to hail using atmospheric models and decision trees

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

Toča, zaščita, poljščine, protitočne mreže, radar, numerično modeliranje

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

Hail, protection, crops, radar, numerical modelling

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

0148 KGZS - Zavod MB, Raziskovalna enota

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

0482 Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo

1554 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

6. Sofinancer/sofinancerji:

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

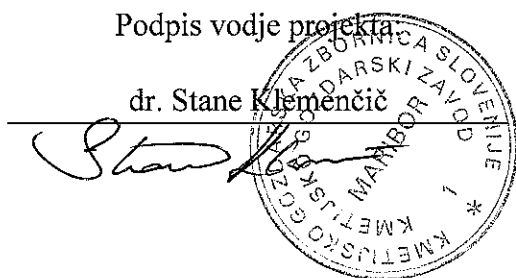
12672

dr. Stane Klemenčič

Datum: 15.10.2008

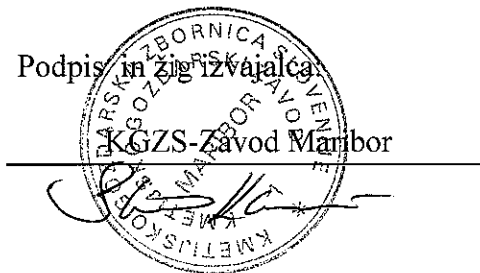
Podpis vodje projekta:

dr. Stane Klemenčič



Podpis in žig izvajalca:

KGZS-Zavod Maribor



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:

Vsebina dela in izvedbene projektne aktivnosti so bile razdeljene v prvo in drugo fazo raziskovalnega dela. Cilj prve faze je bil opredelitev verjetnosti škodnih pojavov toče in izdelava prostorske karte pogostosti in jakosti neurij. Drugo fazo smo nadaljevali z iskanjem najugodnejše alternative, opredeliti možne strategije upravljanja s tveganjem zaradi toče z metodo drevesa odločanja.

Realizirali smo vse zastavljene aktivnosti pri katerih realizacije ni prihajalo do večjih odstopanj.

1 FAZA PROJEKTA: Karta pogostosti toče

Za ugotavljanje pogostosti toče bi bilo seveda optimalno, če bi ta pojav merili s prizemnimi meritvami po celem območju Slovenije s tako gosto mrežo, da bi zajeli prav vse dogodke. Znano je, da toča običajno pada v pasu, širokem lahko tudi le 100 metrov. Jasno je, da tako goste mreže opazovalnic ni in je iz razumljivih vzrokov tudi nikoli ne bo. Zato za pripravo karte pogostosti toče preostaneta le dve možnosti.

Prva možnost bi bila izmeriti pogostost toče nad nekim območjem s primerno mrežo opazovanj ter nato tako izmerjene podatke ekstrapolirati v prostoru nad celo državo. Zaradi razgibanega reliefa Slovenije in zaradi majhnih tipičnih dimenzij vremenskih sistemov, ki povzročajo točo, je tak pristop v naših razmerah neuporaben, celo nemogoč.

Druga možnost je v uporabi daljinskih meritev z meteorološkim radarjem, kajti le na ta način lahko dosežemo enakomerno prostorsko pokritost z opazovanji. Meteorološki radar oddaja pulze elektromagnetnega valovanja v tistem delu spektra (valovna dolžina 10 cm), ki omogoča odboj radarskih žarkov od padavinskih elementov v in pod oblaki in hkrati zadostno prodornost teh žarkov, da lahko izmerimo tudi tisti del ozračja, ki se nahaja za nekim padavinskim vremenskim sistemom.

Glavni kriterij za odločitev o izmerjenih močnih padavinah in toči je maksimalna radarska odbojnost v stolpcu nad opazovano točko. Iz teorije sledi, da radarska odbojnost raste s šesto potenco premera padavinskih elementov. Ker dežne kaplje zaradi hitrosti padanja razpadejo na manjše, ko dosežejo velikost nekaj milimetrov, so lahko večji padavinski elementi edino v trdni obliki, se pravi v obliki zrn toče. Kot točo obravnavamo ledene padavinske elemente s premerom vsaj 5 milimetrov.

Meritve radarja na Lisci so na voljo v razredih po 3 dBz. Kot spodnjo mejo za primer toče smo vzeli radarsko odbojnost 45 dBz (vrednosti med 43.5 dBz ter 46.5 dBz). Močni radarski odmevi so lahko tudi posledica talnih odbojev in odbojev v pasu taljenja snežink (bright band). Da bi izločili omenjene primere, uporabimo še radarske meritve vrhov oblakov. Za primer toče zahtevamo višino oblakov nad 7 km, kar nam hkrati zagotavlja, da merimo le konvektivne padavinske dogodke. Radar iz različnih razlogov (predvsem tehničnih pomanjkljivosti) občasno izmeri osamljene točke z velikimi vrednostmi. Takšne

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.

vrednostmi smo izločili s pomočjo medianskega filtra, ki ga pred ugotavljanjem pogojev za točo uporabimo na vsaki radarski meritvi. Omenjeni filter lahko uporabimo tudi za glajenje končnega polja pogostnosti pojava toče.

Produkt maksimalnih odbojnosti npr. ne daje podatkov o višini, na kateri je odbojnost izmerjena - toča nastaja nad višino izoterme 0°C . Prav tako ne moremo oceniti debeline dela oblaka z visoko odbojnostjo. Zato lahko rezultate tolmačimo kot pogostnost močnih neviht, ki vključujejo tudi primere s točo. Radarskih meritev višin oblakov s padavinskimi delci je nekoliko manj kot meritev maksimalnih odbojnosti, zato so nekatere situacije (tudi s pojavom toče) lahko izpuščene.

Omenjene pomanjkljivosti smo odpravili z uporabo kompletnih tridimenzionalnih matrik surovih, neobdelanih meritev radarske odbojnosti, ki sicer niso standardni produkt uporabe meteorološkega radarja [4,10]. Tako smo pridobili tudi možnost podrobnejšega obravnavanja dogajanj v stolpcih zraka v in v neposredni bližini nevihtnih celic ter boljšega prepoznavanja potencialno točenosnih nevihtnih celic. Kriteriji za prepoznavanje toče s pomočjo vertikalnih profilov odbojnosti temeljijo na prisotnosti visokih odbojnosti nad višino izoterme 0°C , kar je pogoj za nastanek ledenih zrn. Za določitev višine izoterme določenega dne so bili uporabljeni podatki vertikalne sondaže v Ljubljani. Uporabljeni sta bili metodologiji Waldvogla [4] ter avstrijske meteorološke službe ZAMG [11]. Verjetnost pojava toče je pri prvi podana z razliko največje višine 45 dBz ter višino ničelne izoterme. Kot pojav toče smo vzeli verjetnosti nad 50%. Druga metodologija za pojav toče zahteva stolpec debeline 5 km na ničelno izotermo, kjer odbojnost ves čas presega določen prag. V nalogi smo uporabili prag 42 dBz, ki ustreza kategoriji 'verjetna toča' v uporabljeni ZAMG metodologiji. Pogostnost toče po obeh metodah se nekoliko razlikuje po velikosti, prostorska razporeditev pa je približno enaka. Zato smo kot končni rezultat uporabili povprečje obeh uporabljenih metod.

Rezultati so glajeni ter predstavljeni v ločljivosti 1 km (osnovna ločljivost radarskih meritev je 500 m). Predstavljene pogostnosti toče torej pomenijo število dni s pojavom toče znotraj območja dimenzije 1 km², ne pa vrednosti v posameznih točkah, ki so lahko tudi manjše (točkovne ter ploskovne pogostnosti ločuje npr. tudi [9]).

Prepoznavanje toče s pomočjo radarja ima kar nekaj možnih virov napak. Radar meri v diskretnih snopih (slovenski radar na Lisci jih ima 12), kar privede do neenakomerne ločljivosti pri različnih oddaljenostih od radarja. Posebej od vertikalne ločljivosti je odvisno, kako natančno bo kateri izmed snopov zadel vrh območja visoke odbojnosti v oblaku ter s tem vplival na oceno točenosnosti. Druga pomembna omejitev je časovna diskretnost meritev. Radar meri znotraj intervala 10 min, v tem času pa se nevihtna celica že opazno premakne. Med dvema zaporednima posnetkoma tako lahko ostane prazno območje, ki ga je nevihta s točo prizadela, z radarjem pa ga ni bilo mogoče izmeriti. Omenjeni viri napak prispevajo bolj k napaki kvantitativne vrednosti pogostnosti kot k prostorski razporeditvi pojava.

Še boljše rezultate bi lahko dosegli z uporabo radarja z dvojno polarizacijo [2,3,5], ki pa ga na žalost v Sloveniji še nimamo.

Citirani viri so priloženi kot priloga št.1.

Slika 1: Povprečno število dni s točo v celicah velikosti 1x1 km² kot priloga št.2

2. FAZA PROJEKTA: Iskanje alternativ s stališča pridelovalca ob uporabi metode drevesa odločanja.

V drugi fazi projekta »Toča« smo izdelali integriran sistem za vrednotenje alternativ upravljanja s tveganjem zaradi toče. Sistem se sestoji iz modelnega simulacijsko kalkulacijskega sistema in dreves odločanja.

1. Sistem modelnih kalkulacij

Sistem modelnih kalkulacij omogoča:

- oceniti pripadajoče stroške posameznih proizvodenj in predelav ob različnih vhodnih podatkih modela (v tem primeru ob različnih škodah zaradi točnih dogodkov)
- ob predpostavljenih vhodnih podatkih modela, oceniti ekonomsko upravičenost proizvodnje specifičnega kmetijskega pridelka
- za potrebe obdelave z drevesi odločanja zbrati rezultate simulacijskega modela za vsak predviden scenarij

Rezultat na opisan način razvite tehnološko ekonomskega modela je modelna kalkulacija stroškov pridelave. Vsaka modelna kalkulacija tako predstavlja samostojen tehnološko ekonomski simulacijski model, ki omogoča izračun ekonomske učinkovitosti pri posamezni stopnji verjetnosti pojava toče oz. zmanjšanje pridelka za posamezno območje.

Model teče v programskem okolju Excel. Zasnovan je tako, da za vsako kulturo omogoča vnos vhodnih tehnoloških podatkov kot škropilni načrt, gnojilni načrt, delovni normativi, porabe strojnih ur in cene inputov. Podatki se zberejo v kalkulaciji, ki je razdeljena na variabilne stroške in fiksne stroški. Simulacija je izvedena tako, da je vsak škodni dogodek (izračun finančnega rezultata ob posameznem škodnem dogodku izraženem z deležem izgube pridelka) in posamezni strategiji (brez kontrole, zavarovanje, protitočna mreža) simuliran na samostojnem listu.

Grafični prikaz modela kot slika 2: Drevo odločanja s pripadajočimi enačbami kot priloga št.3.

2. Opredelitev območij ogroženosti in porazdelitev verjetnosti škodnih dogodkov

Na podlagi baze podatkov o pogostnosti toče ARSO smo z uporabo eksponentne porazdelitve preračunali pogostnost pojava toč s posameznim premerom (Dessens and Fraile, 1994). Posamezne premere preračunane za vsako lokacijo (koordinate) smo razdelili v 5 razdelov ogroženosti, ki smo jih tudi numerizirali od 1..5. Enotno oceno ogroženosti pa smo po principu več atributne teorije koristnosti izračunali s pomočjo utežene vsote.

3. Ocena alternative z drevesom odločanja

V zadnji fazi z uporabo drevesa odločanja izračunamo pričakovano vrednost za vsako alternativo. Uporabimo eksponentne porazdelitve verjetnosti škodnih dogodkov pridobljene z generatorjem slučajnih števil kot kaže tabela.

Tabela: Finančni rezultat pri posameznih škodnih dogodkih – primer pšenica za najvišje območje ogroženosti

Scenarij	Pridelek	Fin.rezultat	Verjetnost
brez zavoravanja, 100% pridelek	6000	135.885	0.5306
brez zavoravanja 75% pridelek	4500	-128.947	0.2469
brez zavoravanja 50% pridelek	3000	-393.778	0.1217
brez zavoravanja 25% pridelek	1500	-990.61	0.0561
brez zavoravanja 0% pridelek	0	-765.1	0.0447
z 100%	6000	119.2962	0.5306
z 75%	4500	-10.5354	0.2469
z 50%	3000	-80.3669	0.1217
z 25%	1500	-150.198	0.0561
z 0%	6000	-152.339	0.0447

Rezultati projekta kažejo, da so pričakovane vrednosti ob upoštevanju predvidenih vhodnih parametrov modela najvišje ob alternativni pri zavarovanju. Protitočne mreže v primeru pridelave jabolk rezultirajo z najvišjo pričakovano vrednostjo ob doseganju pridelkov nad 40 t in dovolj visoki ceni pridelka.

Kot primer izbire alternative z drevesom odločanja in podanim finančnim rezultatom za posamezno tveganje pri različnih porazdelitvah verjetnosti posameznih scenarijev in sicer za območje z najvišjo in najnižjo ogroženostjo, navajamo primer proizvodnje pšenice, kot priloga št.4.

Podrobni rezultati projekta za vse glavne kmetijske kulture bodo predstavljeni v znanstveni monografiji.

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, gradbeništvom, 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?

- Razvit sistem predstavlja sistem za podporo odločanju v razmerah tveganja zaradi toče.
- Na osnovi radarskih meritev pripravljena ocena pogostnosti toče kaže na različno ogrožena območja. Tako izstopa nekaj območij z več toče: jugozahodni obronki Pohorja in okolica Radgone, pa tudi Dravsko in Mursko polje. Izrazit minimum je opaziti v Slovenskih Goricah.
- Na osnovi preliminarних rezultatov ugotavljamo, da je pričakovana verjetnost finančnega rezultata tudi ob ugodnejši razporeditvi verjetnosti škodnih dogodkov.
- Preliminarni izračuni pričakovanih vrednosti z uporabo dreves odločanja na primeru pšenice kažejo, da so pričakovane vrednosti višje pri alternativah z zavarovanjem in tudi pri ugodnih razporeditvah verjetnosti škodnih dogodkov kot posledica toče.
- Preliminarni izračuni pričakovanih vrednosti kažejo na to, da je model zavarovanja v kmetijstvu najprimernejši in najsprejemljivejši način zmanjševanja tveganj škod nastalih zaradi toče. Z dvigom ozaveščenosti tveganja v kmetijstvu in s povečanjem zajema kmetijskih površin v zavarovalni sistem (nad 70%) so ustvarjeni optimalni pogoji za zniževanje zavarovalnih premijskih stavek. Z nadaljevanjem subvencioniranja zavarovalne premije (do 50%) se v nekaj letih upravičeno pričakuje večji zajem zavarovanja vseh kmetijskih površin (med 60 in 80% vseh kmetijskih kultur). To pomeni, večjo razporeditev tveganja na razširjenem območju in s tem posredno na zmanjšano tveganje.
- Model aktivnega branjenja s protitočnimi mrežami je ekonomsko upravičen na območjih z večjim tveganjem pogostnosti pojava toče (na intenzivnih nasadih) in za specializirane pridelovalce.
- Osnovni cilj vključevanja države v upravljanje z zavarovalljivimi tveganji v kmetijstvu je, da s pomočjo vzajemnega zavarovanja zmanjša tveganja, katerim so izpostavljeni pridelovalci.

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

Izdelane so teoretične osnove in orodja, ki so v pomoč pridelovalcu, zavarovalništvu in kmetijski politiki za izbiro strategij upravljanja s tveganji zaradi toče in neurij. To pa je zaveza, ki izhaja iz strategije adaptacije na klimatske spremembe iz skupnega dokumenta EU.

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?

RS MKGP, RS MOP, Zavarovalnice v kmetijstvu

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

2

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

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

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

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:

- Angevine, W.M., M. Žagar and M. Tjernström, 2006: Modeling of the Coastal Boundary Layer and Pollutant Transport in New England, J. Appl. Met., 45, No. 1, 137 – 154.
- Rozman, Č., Jakop, M.,(2003), Drevesni model za podporo odločanju pri pridelavi oljnih buč, Interna baza podatkov Fakultete za kmetijstvo Univerze v Mariboru
- ROZMAN, Črtomir, JAKOP, Manfred, TURK, Jernej, BAVEC, Franc. Izbiranje sistemov pridelave oljnih buč in bučnega olja v razmerah tveganja in negotovosti z uporabo dreves odločanja. V: KAVČIČ, Stane (ur.), ERJAVEC, Emil (ur.), KUCHAR, Aleš (ur.). Slovensko kmetijstvo in Evropska unija. 1. izd. Ljubljana: Društvo agrarnih ekonomistov Slovenije - DAES, 2003, str. 243-257. [COBISS.SI-ID 1975596].
- Klemenčič, S.; Zdovc, D.; Klemenčič-Kosi, S. 2006. Učinkovit in sprejemljiv način zmanjševanja škode pred točo v regiji Podravje in Pomurje. Kmetijsko gozdarski zavod Maribor. 122 s.
- Tjernström, M, M. Žagar and G. Svensson, 2004: Model simulations of the Arctic atmospheric boundary layer from the SHEBA year. AMBIO, 33, 221 – 227.
- Vrhovec, T., G. Gregorič, J. Rakovec, and M. Žagar, 2001: Observed versus forecasted precipitation in the South East Alps. Meteorol. Z., 10, 17-27.
- Žagar, M., N. Pristov, and J. Rakovec, 2003: A diagnostic method for high-resolution precipitation prediction using dynamically adapted vertical velocities. Meteorol. Atmos. Phys., 85, 187-204
- Žagar, M., G. Svensson and M. Tjernström, 2005: High spatial and temporal variability of dry deposition in a coastal region, Environmental Fluid Mechanics, 5, 357 – 372.
- Rozman, Č.,Škraba, A., Klajić, M., Pžek, K. The system dynamics model for development of organic agriculture.V: DUBOIS, Daniel M. CASYS 07: abstract book; (Cays). Liege: CHAOS Centre for Hyperincursion and Anticipation in Ordered Systems, cop.2007, 1 str. (COBISS.SI-ID 5470996).

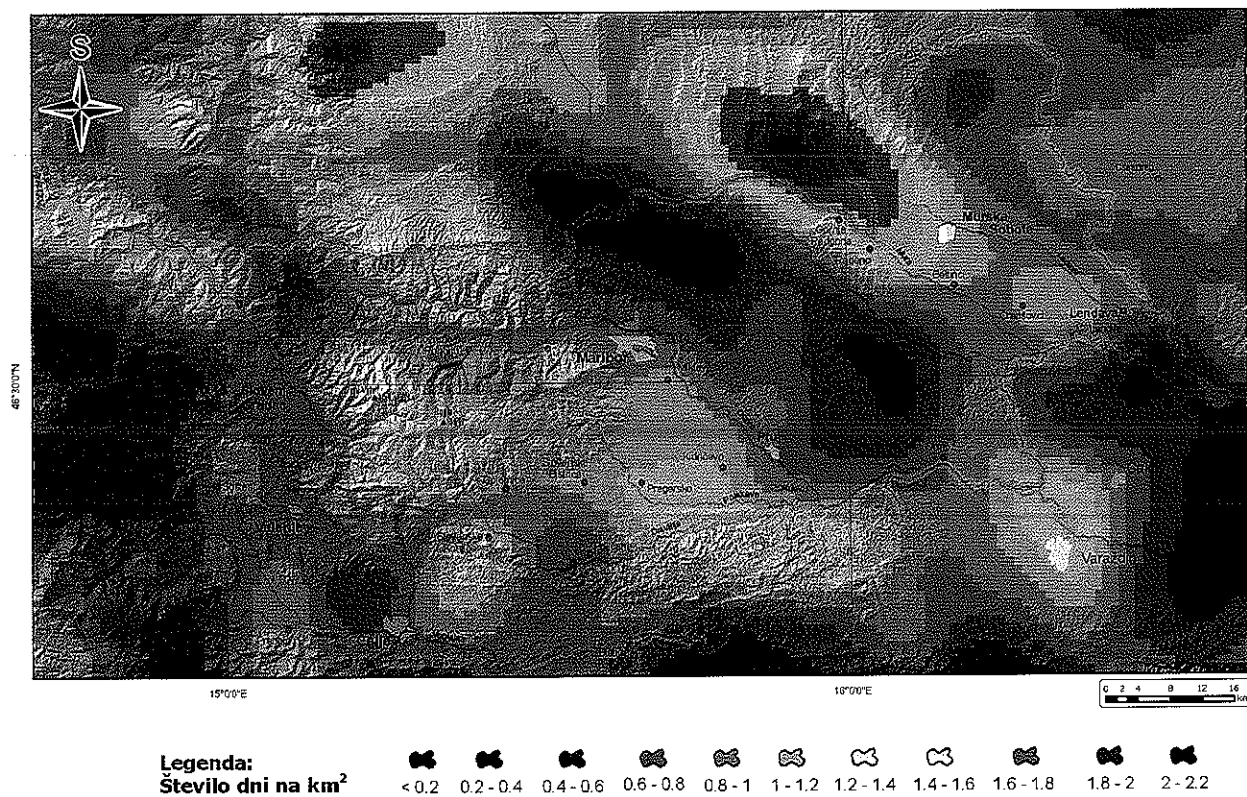
⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije. Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitvah projekta in njegovih rezultatih vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

Priloga št. 1

Citirani viri pri končnem poročilu:

- [1] Strajnar B. and Žagar M., 2007: A radar-based hailstorm climatology for Slovenia, *European Conference on Severe Storms*, Trieste, 10-14 September 2007
- [2] Holleman, I., 2001, *Hail Detection using Single-Polarization Radar*, KNMI Scientific Report, WR-2001-01.
- [3] Holleman, I., H.R.A. Wessels, J.R.A. Onvlee, and S.J.M. Barlag, 2000. Development of a Hail-Detection Product. *Phys. Chem. Earth B*, **25**, 1293-1297.
- [4] Waldvogel, A., B. Federer, and P. Grimm, 1979: Criteria for the Detection of Hail Cells. *J. Appl. Meteor*, **18**, 1521- 1525.
- [5] Witt, A., M.D. Eilts, G.J. Stumpf, J.T. Johnson, E.D. Mitchell, and K.W. Thomas, 1998: An Enhanced Hail Detection Algorithm for the WSR-88D. *Wea. Forecasting*, **13**, 286-303.
- [6] Dolinar M., 2005. *Prostorska in časovna analiza neviht in toče v vegetacijskem obdobju (obdobje 1961-2004)*. Agencija RS za okolje, Ljubljana.
- [7] Petkovšek, Z., 1966. Nevihtna karta in nevihtna pogostnost v Sloveniji, *Razprave - Papers*, Društvo meteorologov Slovenije, 30-44.
- [8] Sušnik, A., Žust A., 2005. Neurja s točo leta 2004 in škoda v kmetijstvu. *Ujma* **19**, 2005.
- [9] Rakovec J. in sod., 1988. *Obramba pred točo v SR Sloveniji*. Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Ljubljana, 197 strani.
- [10] San Ambrosio I., 2005. Objective verification of a radar-based operational tool for identification of hailstorms. September 2005, Toulouse.
- [11] ZAMG, 2007. Automatic radar nowcasting at ZAMG, ICCED nowcasting workshop, 19-20.2.2007 Vienna

Povprečno letno število dni s točo



Agencija RS za okolje

www.arso.gov.si

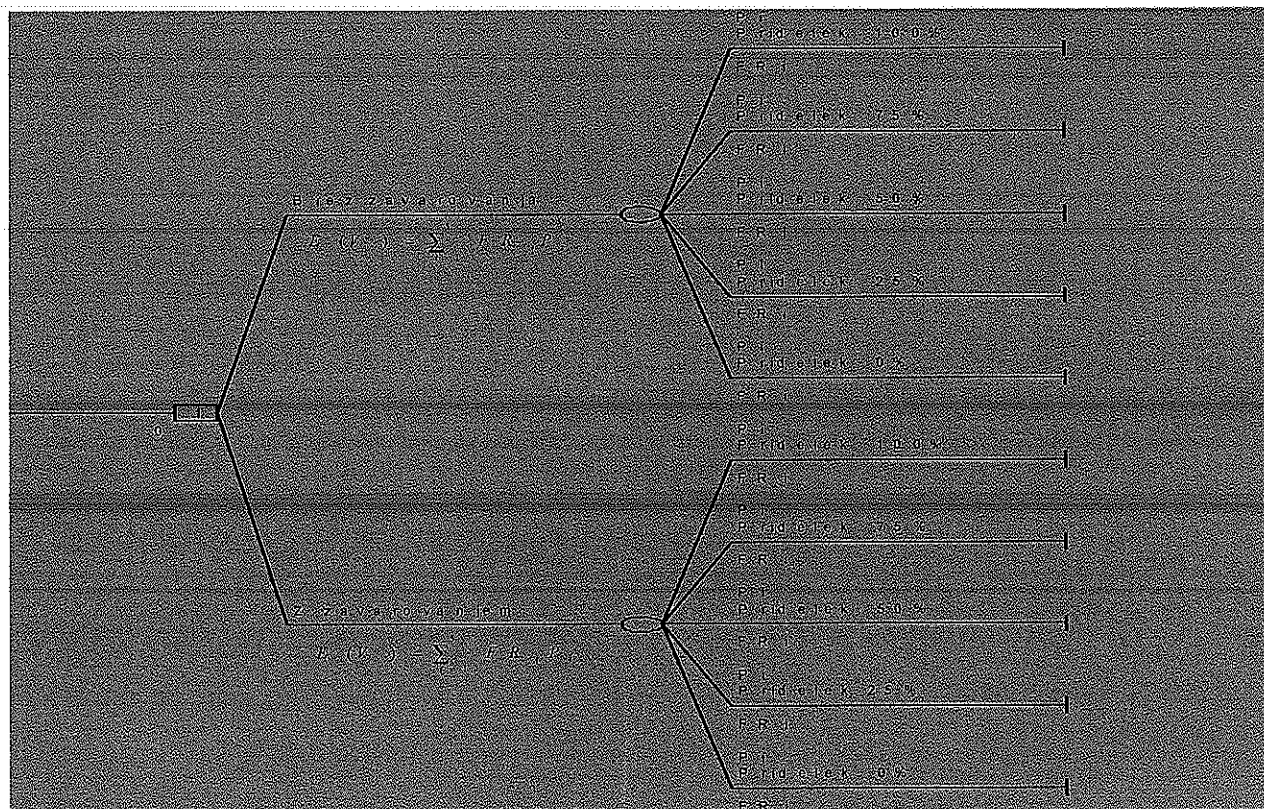
Leto izdelave: 2008

Kartografija: Aleš Veršič

Vir: MOP; ARSO, GURS

Slika1: Povprečno število dni s točo v celicah velikosti 1x1 km².

Priloga št. 3



Slika 2: Drevo odločanja s pripadajočimi enačbami , Vir: Rozman, 2008, Interna baza FKBP

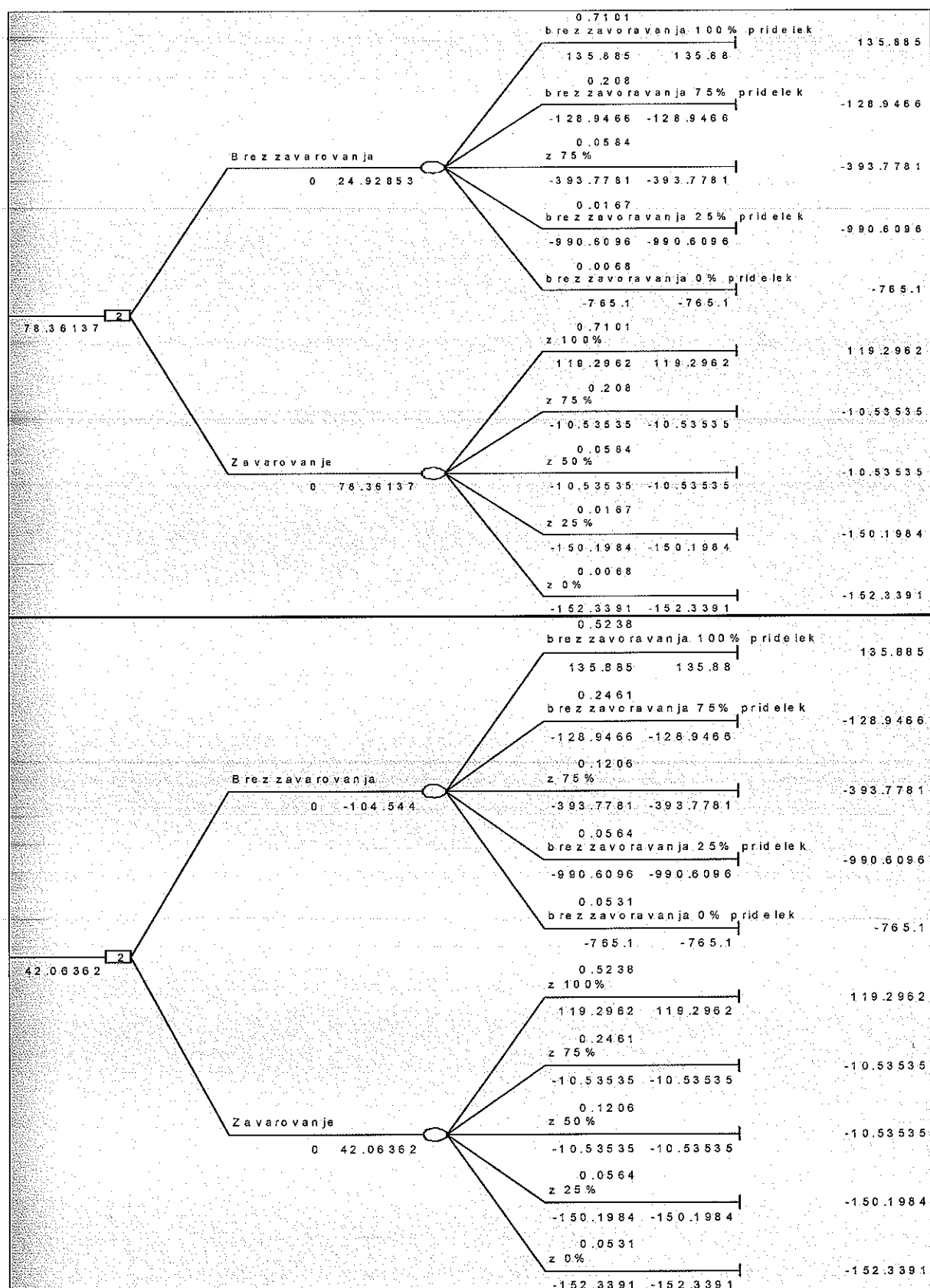
Kjer je:

$E(V)$

P_i – verjetnost dogodka (scenarija) i (verjetnost posameznega pridelka)

FR_i – finančni rezultat ob scenariju i

Priloga št.4



Slika 3: Drevo odločanja za pšenico (območje ogroženosti 1 in 5) za območje z najvišjo in najnižjo stopnjo ogroženosti.