



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

T: 01 478 40 00

F: 01 478 40 52

E: gp.arso@gov.si

www.arso.gov.si

Številka:

Datum:

Ocena tveganja za sušo

KAZALO

1. Uvod.....	4
2. Opis metod in tehnik, uporabljenih pri pripravi ocene tveganja	5
2.1 Definicija suše	5
2.2 Kmetijska suša.....	6
2.3 Hidrološka suša.....	8
3. Ugotavljanje tveganja pojava posledic suše	8
3.1 Scenarij tveganja 1 - regionalno omejena poletna kmetijska suša	9
3.1.1 Primer: Suša v letu 2007	9
3.2 Scenarij tveganja 2 - obsežna suša, ki prizadene celotno Slovenijo.	10
3.2.1 Primer: Suša v letu 2003	10
3.2.2 Primer: Suša v letu 2013	12
3.3 Scenarij tveganja 3 - katastrofalna poletna suša	13
3.4 Zanesljivost scenarijev tveganja.....	14
3.5 Reprezentativni scenarij tveganja.....	14
3.6 Suša in podnebne spremembe.....	14
4. Analiza tveganja.....	18
4.1 Povratne dobe.....	19
4.2 Ocena vplivov in merila za ovrednotenje vplivov tveganja in verjetnosti za nesrečo 20	
4.3 Vpliv podnebnih sprememb na povratne dobe in oceno vplivov tveganja	23
5. Ovrednotenje tveganja za sušo	29
5.1 Vplivi na ljudi	31
5.2 Gospodarski in okoljski vplivi in vplivi na kulturno dediščino – ovrednotenje tveganja 32	
5.3 Politični in družbeni vplivi – ovrednotenje tveganja.....	35
5.4 Matrika tveganja z združenim prikazom vplivov.....	39
5.5 Geografska opredelitev tveganja – notranja kategorizacija.....	42

6. Povzetek ocene tveganja za sušo	49
7. Zaključek	63
8. Seznam kratic	64
9. Viri.....	65
10. Priloge	67
10.1 Podatki po občinah, uporabljeni za kategorizacijo tveganja.....	67
11. Evidenčni list sprememb, dopolnitev in posodobitev	83

1. Uvod

Suša je naraven pojav z izrazito počasnim razvojem, izhaja pa iz primanjkljaja količine padavin v določenem časovnem obdobju. Kaže se kot pomanjkanje vode za različne aktivnosti, skupine oziroma okoljske sektorje.

Prvi in najpomembnejši sektor, ki nosi posledice pojava suše, je kmetijstvo. V Sloveniji sega spomin na večje suše in z njimi povezana pomanjkanja daleč v pretekla stoletja; vendar pa je sistematično kvantitativno zbiranje podatkov o škodah precej krajše; na Statističnem uradu Republike Slovenije (SURS) je mogoče dobiti podatke o škodah zaradi pojava suše za leta od 2000 naprej. Po letu 2006 je zbiranje podatkov o posledicah suše sistematično tudi na lokalnem nivoju, dostopni so v sistemu AJDA, ki ga upravlja Uprava republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR). V literaturi pa je mogoče zaslediti podatke o škodah (vsaj v deležu glede na skupne škode zaradi naravnih nesreč) po letu 1990. Kljub kratkemu obdobju s podatki pa tudi zaradi naraščanja frekvence pojavljanja suše s pripravo scenarijev tveganja ni posebnih težav; ena najhujših suš v našem zgodovinskem spominu je bila namreč v letu 2003, tudi tista v letu 2013 v več regijah ni veliko zaostajala. V sistemu AJDA so še podatki o sušah iz let 2012 in 2007. Ti tvorijo osnovo za oceno tveganja.

Poleg podatkov o škodah so bili za oceno verjetnosti pojava oziroma za izračun povratnih dob uporabljeni tudi meteorološki podatki. Na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO) sega urejena digitalizirana baza podatkov v leto 1961. Problem pa so neprekinjeni in homogeni časovni nizi podatkov, ki so dostopni le za manjše število merilnih postaj. Zato je bil izbor postaj, uporabljenih za izračun povratnih dob, zelo selektiven (slika 5 na strani 18). ARSO pa je v preteklih letih namenila veliko pozornost urejanju in homogenizaciji podatkov (projekt Podnebna spremenljivost Slovenije – PSS). Ti podatki so bili uporabljeni za regionalno kategorizacijo.

Struktura ocene tveganja sledi zahtevam Uredbe o izvajanju Sklepa o mehanizmu Unije na področju civilne zaščite (Uradni list RS, št. 62/14). Metodologija je povzeta po agrometeorološki praksi izračuna meteorološke vodne bilance, ki je bila uporabljena in večkrat dokumentirana ob posameznih pojavih suše; analize so bile največkrat objavljene v reviji *Ujma* in so povzete v opisu posameznih scenarijev tveganja in tudi navedene med viri.

Postopek izdelave ocene tveganja je v grobem sledil načrtu, ki je bil izdelan jeseni 2014. Kot eden od pomembnejših elementov v postopku izdelave je bilo opredeljeno sodelovanje strokovne javnosti. Srečno naključje je, da je se je proces izdelave ocene tveganja delno časovno pokrival z mednarodnim projektom „integralni načrt za izdelavo plana upravljanja s sušo“ (integrated drought management plan – IDMP). Projekt je vodila mednarodna

nevladna organizacija Globalno vodno partnerstvo (global water partnership – GWP), v njem pa je poleg osmih držav srednje in vzhodne Evrope sodelovala tudi Slovenija. V okviru projekta IDMP sta bila organizirana dva nacionalna dialoga (in sicer v februarju in decembru 2014), na katerih so sodelovali predstavniki vodarske stroke, kmetijstva (ministrstva za kmetijstvo in kmetijsko gozdarske zbornice), predstavniki lokalnih skupnosti in nevladnih okoljskih organizacij. Na obeh dogodkih je bil predstavljen proces izdelave ocene tveganja – na prvem uporabljena metodologija in na drugem preliminarni rezultati izračuna povratnih dob za posamezen scenarij tveganja.

V tej verziji ocene tveganja so precej obsežnejše kot v prvi verziji iz leta 2015 obravnavane podnebne spremembe. V letu 2016 so bili na ARSO izdelani podrobnejši regionalni podnebni trendi s širokim naborom spremenljivk, kar je omogočilo izdelavo scenarijev pojava suše tudi v spremenjenih podnebnih okoliščinah ob koncu 21. stoletja. V tej verziji ocene tveganja pa manjka hidrološka komponenta tveganja; čeprav so posledice v daleč največji meri omejeni na kmetijstvo.

2. Opis metod in tehnik, uporabljenih pri pripravi ocene tveganja

2.1 Definicija suše

Suša zaradi svoje kompleksnosti nima splošno sprejete definicije. Prvi med vzroki v zmedu pri snovanju objektivne definicije je različno pojmovanje suše med strokovnjaki, glede na njihovo strokovno področje (meteorologija, hidrologija, vodni viri, ekonomija, kmetijstvo itd.). Druga težava je močna povezanost definicije suše z zemljepisnimi, hidrološkimi, geološkimi, zgodovinskimi in kulturnimi značilnostmi določenega kraja. Kot tretje pa je potrebno omeniti težavno spreminjanje sedanjega izrazoslovja v skladu s spoznanji in priporočili sodobnih raziskav.

Naravni in človeški sistemi so praviloma prilagojeni razpoložljivim vodnim virom in njihovi prostorski in časovni razporeditvi. Pomanjkanje vode doseže mejo sušnosti, ko se že poznajo vplivi na sicer prilagojene življenjske procese in ko se pojavi občutnejša škoda. Velikost in trajanje škodljivega negativnega odstopanja razpoložljivosti vode je odvisna od sovpadanja s procesi v tistem obdobju, obdobja v letu in geografske lege. Vse te različne spremenljivke onemogočajo natančno določitev definicije suše.

Glede na dolžino trajanja obdobja brez padavin lahko pri suši v splošnem ovrednotimo tri prevladujoče vidike:

- **meteorološki vidik**, ki ga opisujemo kot podaljšano obdobje s pomanjkanjem padavin in ga pogosto opredelimo kot zmanjšanje števila dni s padavinami v primerjavi z (»normalnim«) referenčnim obdobjem;
- **hidrološki vidik**, ki ga opisujemo kot zmanjšanje količine vode v rekah, jezerih in znižanje gladine podzemne vode;
- **kmetijski vidik**, ki predstavlja nezadostno količino vode v tleh, ki jo kmetijske rastline potrebujejo za normalen razvoj. Kadar nastopi v času intenzivne rasti in razvoja kmetijskih rastlin, je pridelek zmanjšan ali celo popolnoma uničen.

Količina padavin v izbranem obdobju je ena najpomembnejših informacij o pojavu in jakosti suše. Količina padavin se sicer meri v enotah prostornine padle tekoče vode na enoto površine, torej v litrih na kvadratni meter, l/m^2 . Tako številsko kot fizikalno pa enota l/m^2 ustreza višini stolpca padavinske vode, izraženega v milimetrih. Zato je v tem delu (kot tudi v večini strokovne literature) za količino padavin uporabljena enota mm. Prav tako je enota mm uporabljena za količino vode, ki se iz površine izgubi zaradi izhlapevanja in dihanja rastlin – evapotranspiracije.

Sama količina padavin (oziroma odstopanje količine padavin od dolgoletnega povprečja) pa v večini primerov ni tudi zadostna informacija o stopnji suše. Stopnja sušnosti se v prvi vrsti meri po posledicah, ki jih razmere povzročajo naravi in prebivalstvu. Zato je potrebno poiskati metodologijo, primerno posledicam, ki jih občutimo zaradi določenega tipa suše.

2.2 Kmetijska suša

Kmetijska suša v prvi vrsti pomeni težave z izsušenimi tlemi in posledično sušni stres kmetijskih rastlin. Za detekcijo te vrste suše je torej najprimernejši indikator, ki meri stopnjo izsušenosti tal – zlasti v Sloveniji, kjer je namakano relativno malo kmetijskih zemljišč. V praksi se kot indikator uporablja tako imenovana **površinska vodna bilanca** (tudi **meteorološka vodna bilanca**), torej razlika med količino padavin v določenem obdobju, in potencialno izgubo vode iz površja zaradi izhlapevanja in dihanja rastlin – potencialno evapotranspiracijo (Matajc, 2002). Z meteorološko vodno bilanco na dokaj enostaven način, pa vendar objektivno, določamo sušno obdobje in je primerna osnova za prvo oceno pojava kmetijske suše. Ključna je razporeditev padavin in tudi razmerje med količino padavin in količino izhlapele vode. Če za obdobje uporabimo standardno vegetacijsko obdobje (1. april do 30. september), nam na najbolj enostaven način ponazori razmerje med padavinami in izhlapelo vodo v vegetacijski sezoni. Meteorološka vodna bilanca ocenjuje količine neto dotoka ali odtoka vode na površini tal na določenem območju v določenem časovnem obdobju. Za izračun meteorološke vodne bilance potrebujemo tudi podatke o potencialni

evapotranspiraciji, ki jih izračunavamo po Penman-Monteithovi metodi (Allen in sod. 1998) in upošteva naslednje meteorološke spremenljivke: temperaturo zraka, relativno zračno vlago, hitrost vetra in sončno sevanje. Za klimatološke analize kmetijske suše se uporablja podatke o površinski vodni bilanci, izračunani z uporabo podatkov klimatoloških in padavinskih postaj v meteorološki mreži ARSO.

S kumulativno vodno bilanco v izbranem vegetacijskem obdobju lahko ugotavljamo začetek, potek in konec kmetijske suše na različnih lokacijah. Dolgoletni nizi podatkov o meteorološki vodni bilanci omogočajo, da s pomočjo statističnih metod prek statističnih pragov ugotovimo tudi jakost suše. Na osnovi meteorološke vodne bilance lahko iščemo preučevanemu letu analogna leta in na ta način lahko na osnovi tedanjega razvoja suše tudi predvidevamo razvoj suše v tekočem letu. Na tak način so bile izdelane analize razvoja preteklih kmetijskih suš (Sušnik in Valher, 2013; Sušnik in Valher, 2012; Sušnik, 2007; Sušnik in Kurnik, 2004).

Vsaka suše je specifična glede na nastanek in razvoj, zato običajno vodno bilanco računamo za različna obdobja: na dnevnem nivoju, za posamezne mesece, vegetacijsko sezono, rastno sezono specifičnih kultur ali pa za posamezna sušna obdobja med padavinskimi epizodami.

Za izdelavo ocene tveganja je potrebno metodo prilagoditi in poenotiti, ker ne analiziramo posamezne sušne epizode, temveč povprečno tveganje pojava posledic suše. Zato je potrebno zlasti bolje definirati sušno epizodo oziroma eliminirati variabilnost in deloma tudi subjektivnost pri definiciji začetka in konca sušnega obdobja.

Izkušnje in tudi nekatere študije (npr. Popova in sod., 2014; študija se sicer nanaša na področje Bolgarije, vendar je bila študija deloma izvedena tudi v Sloveniji) so pokazale močno povezavo med izgubo pridelka in dvomesečno standardizirano padavinsko anomalijo. Omenjena študija na podlagi simulacije redukcije pridelka priporoča kot referenčni indikator za poletno kmetijsko sušo indeks SPI za 2-mesečno akumulacijsko obdobje, in sicer povprečno vrednost za julij in avgust. Dvomesečno obdobje je torej mejno obdobje za nastanek posledic v kmetijstvu. Pri daljšem obdobju (npr. akumulacija površinske vodne bilance za celotno vegetacijsko obdobje) lahko velika odstopanja v končnem rezultatu izvirajo iz zmernih odstopanj v daljšem časovnem obdobju (ki sicer ne pomenijo nastanka posledic v kmetijstvu), krajša sušna obdobja (npr. nekaj tednov) pa lahko rastline same premostijo. Kot merilo za jakost kmetijske suše je torej privzet **maksimalni primanjkljaj v površinski vodni bilanci v 60-dnevnem obdobju, ki ga izračunamo kot razliko med vsoto količine padavin in vsoto izgube vode iz površine zaradi evapotranspiracije v tekočem 60-dnevnem obdobju. V vsakem letu določimo 60-dnevno obdobje, v katerem tovrstni primanjkljaj doseže maksimalno vrednost.**

2.3 Hidrološka suša

Hidrološka suša, ki običajno nastopi za meteorološko in kmetijsko sušo, se manifestira v nizkih pretokih in presušitvah rek ter upadu višine podtalnice. Odvisnost pojava hidrološke suše je predvsem odvisna od hidrološkega režima posameznih vodotokov; v splošnem velja, da so večji vodotoki povezani z daljšim obdobjem (približno pol leta, pri izrazito snežnem režimu tudi več kot pol leta) akumulacijske dobe.

Trenutno v aktualni verziji tveganje zaradi suše ni analizirano za obdobja, daljša od posamezne vegetacijske sezone.

3. Ugotavljanje tveganja pojava posledic suše

V zadnjih petdesetih letih (1963–2013) je suša povzročila kar 18-krat težave s kmetijsko proizvodnjo lokalnih razsežnosti (na območju, ki obsega nekje do 20 občin), regionalnih (na območju več kot ene statistične regije) ali izrazitih nacionalnih razsežnosti in sicer v letih: 1967, 1971, 1976, 1983, 1984, 1988, 1992, 1993, 1994, 2000, 2001, 2003, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012 in 2013. V omenjenih letih je bil povprečni kumulativni primanjkljaji vode (negativna vodna bilanca) za kmetijske rastline v poletnem obdobju od junija do konca avgusta v prizadetih regijah večji od 100 mm.

Primanjkljaj vode, večji od 100 mm, se je največkrat, 43-krat pojavil na Primorskem, 15-krat v Prekmurju, po 11-krat v Podravju in na Goriškem, v ostalih regijah pa od šest do osemkrat. Leta 2013 se je pojavil tako visok primanjkljaj tudi na Koroškem, kar v preteklosti ni bilo pogosto zabeleženo. Velika škoda se je pojavila dvanajstkrat po letu 1990, od tega kar devetkrat po letu 2000.

Med najbolj perečimi je bilo leto 2003, ko je več kot 60 % slovenskega ozemlja prizadela ekstremno huda suša. Značilnost kmetijskih suš je, da so pogostejše in intenzivnejše v zadnjih desetih letih. Pojavnost pa je tako časovno kot regionalno od leta do leta raznolika. Dejstvo je, da poleg najbolj ranljivih regij severovzhodne in jugozahodne Slovenije prizadene tudi druge dele Slovenije. Suše so v letih 2000, 2001, 2003 in 2006, 2007, 2012 in 2013 dosegle razsežnosti naravne nesreče. Ocenjena neposredna škoda je presegla 0,3 promile načrtovanih prihodkov državnega proračuna, s čimer je bil dosežen predpisani prag za pomoč v skladu z Zakonom o odpravi posledic naravnih nesreč. Ocenjena škoda v teh primerih je tudi glavni vir podatkov o vplivu suše kot naravne nesreče.

Glede na značilnosti opisanih pojavov suše bi jih v splošnem lahko razdelili na dva scenarija tveganja, dodamo pa še scenarij, ki bi lahko privedel do hipotetičnega dogodka izredno močnega pojava suše.

Prvi scenarij tveganja predstavlja suša, ki škodo v kmetijstvu povzroča le v posameznih regijah in ne na ozemlju celotne Slovenije. Škoda je omejena tako glede skupne površine kmetijskih zemljišč kot skupne finančne in gospodarske škode v kmetijstvu, ki praviloma ne dosega 50 milijonov evrov. Primeri realizacije scenarija takšne suše so suše v letih 2001, 2006 in 2007.

Drugi scenarij tveganja predstavlja pojav suše, ki zajema večji del Slovenije in povzroči veliko materialno škodo v kmetijstvu, ki praviloma presega 100 milijonov evrov. Primer realizacije tega scenarija sta suši v letu 2003 in 2013.

Tretji scenarij tveganja je scenarij hipotetične suše, ki se v zadnjih 70 letih (verjetno pa tudi prej) še ni dogodila. Uničeno bi bilo najmanj polovica celotne kmetijske pridelave, škoda bi preseгла 1 % BDP. Posledice bi se pojavile tudi v drugih sektorjih gospodarskega in družbenega življenja.

3.1 Scenarij tveganja 1 - regionalno omejena poletna kmetijska suša

3.1.1 Primer: Suša v letu 2007

Tudi v letu 2007 se je suša začela relativno zgodaj, že v aprilu, ko smo pričeli beležiti podpovprečne količine padavin. Sušnik in Matajč (2008) sta v analizi sušnih razmer v letu 2007 ugotovila, da je bila najslabša preskrbljenost s padavinami v jugovzhodnem delu Slovenije, kjer je skupno padlo le med 200 in 300 mm dežja. Padavinska slika se je po mesecih zelo spreminjala. Najbolj suh od petih vegetacijskih mesecev je bil april, ko je na celotno površino Slovenije padlo le od 10 do 40 mm dežja, ponekod niti kaplje, kar je predstavljalo le od 10 do 30 % dolgoletnega povprečja za ta mesec. Junija in julija je na večini kmetijskih pridelovalnih območij v državi padlo med 50 mm, v zahodnem delu Slovenije do 200 mm padavin, kar ob veliki porabi zaradi vročega vremena za kmetijske rastline ni zadoščalo. Visoke temperature zraka v juniju in ob vročinskem valu v juliju so močno izsušile kmetijska tla, zlasti v severovzhodni Sloveniji in v Primorju, kjer je bil zabeležen tudi največji primanjkljaj vode za rastline.

Avgusta so se razmere močno popravile, saj so, sicer še vedno preskromne, padavine vsaj delno omilile sušo, pa tudi temperaturni ekstremi so bili manjši od junijskih in julijskih. Potencialni vodni primanjkljaj za obdobje od aprila do avgusta je bil velik in je dosegel najvišjo vrednost 533 mm v Slovenski Istri, drugod po Sloveniji pa je bil od 130 do 300 mm.

Potencialna evapotranspiracija, izhlapevanje iz tal in rastlin, je bila v enakem obdobju med 570 mm v osrednjem delu Slovenije, na Dolenjskem, v Posavju in v Prekmurju ter do 640 mm na Biljanskem in v spodnji Vipavski dolini in največ, 731 mm, v Slovenski Istri. Podatki, ki sta jih Sušnik in Matajc (2008) uporabila za njuno analizo, so prikazani v tabeli 1. Tudi meritve zaloge vode v tleh na območjih Biljanskega in Prekmurja v treh globinah na tamkaj dominantnih tleh so pokazale skromno oskrbo z vodo že od aprila. Stanje se je nekoliko izboljšalo šele ob koncu avgusta.

Tabela 1: Primanjkljaji v meteorološki vodni bilanci (mm), padavine in % od povprečja (obdobje od 1961–1990) ter ETP (mm) v dveh obdobjih: od aprila do avgusta in od junija do avgusta 2007 za 7 meteoroloških postaj v Sloveniji. Vir: Sušnik in Matajc, 2008

Meteorološka postaja	Vodni primanjkljaj		Padavine				Izhlapevanje ETP	
	april–avgust	junij–avgust	april–avgust	%	junij–avgust	%	april–avgust	junij–avgust
Bilje	-302	-179	333	-45	230	-39	636	409
Ljubljana	-141	-61	426	-35	307	-27	567	368
Novo mesto	-149	-75	406	-28	290	-22	556	365
Celje	-129	-42	434	-26	329	-18	563	372
Maribor	-189	-95	402	-27	293	-20	590	388
Murska Sobota	-222	-95	348	-21	284	-7	570	379
Portorož	-533	-335	199	-55	147	-47	731	482

Glede na škodo suše v letu 2007 sicer ne moremo primerjati npr. s tisto v letu 2003, je pa (po uradni oceni na podlagi ogledov in poročil občinskih in regijskih komisij za ocenjevanje škode ter državne komisije za ocenjevanje škode) kmetijska suša prizadela 56 občin na 27.875 ha kmetijskih površin in povzročila gospodarsko škodo v skupni vrednosti 16,5 milijona evrov. Suša je najbolj prizadela jabolka 1. kakovostnega razreda ter koruzo za zrnje.

3.2 Scenarij tveganja 2 - obsežna suša, ki prizadene celotno Slovenijo.

3.2.1 Primer: Suša v letu 2003

V letu 2003 je Slovenijo prizadela ena najhujših suš po 2. svetovni vojni, ko lahko meteorološke razmere tudi kvantitativno primerljivo ovrednotimo. Kot ugotavljata Sušnik in Kurnik (2004), smo beležili rekordni primanjkljaj vode v tleh za kmetijske rastline v vseh kmetijsko-pridelovalnih regijah v Sloveniji. Poleg poletne suše, ki je najpogostejši pojav predvsem v severovzhodni Sloveniji in na Primorskem, se je kmetijstvo spopadalo z izjemno hudo zgodnjo spomladansko sušo, ki se je razvlekla v pozno poletje, v večjem delu Slovenije. V obdobju od marca do avgusta je rastlinam primanjkovalo od 260 do 570 mm vode.

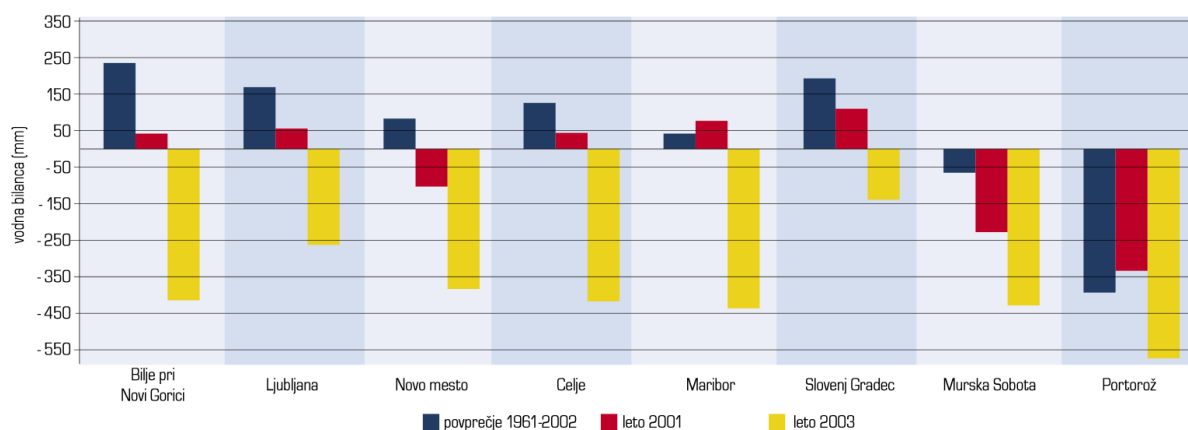
Normalen razvoj rastlin so poleg pomanjkanja vode in povečane stopnje izhlapevanja močno oteževale še ekstremno visoke temperature zraka, kar je poleg sušnega pogojevalo še vročinski stres. Škoda po suši je bila beležena na več kot 60 % vseh kmetijskih površin v Sloveniji. Skupna do avgusta 2003 ocenjena neposredna škoda po opravljenih verifikacijskih postopkih in medresorskem usklajevanju je bila ocenjena na približno 103 milijone evrov. Značilnost poletja 2003 je bil tudi opazen vročinski stres, ki je nastopil po dalj časa trajajočem obdobju z ekstremno vročino, kar je povzročilo ireverzibilne poškodbe pri rasti in razvoju rastlin. Visoke temperature so povečevale stopnjo reproduktivnega razvoja in na ta način skrajševale čas za aktivno oskrbo s fotosintezo.



Slika 1: Uvelost pri sladkorni pesi med sušo v letu 2003. Vir: Sušnik in Kurnik, 2004

V obdobju od začetka marca do zadnjih dni avgusta je bil skupni primanjkljaj v meteorološki vodni bilanci na Primorskem blizu 500 mm, med 400 in 450 mm na Goriškem, v Prekmurju,

na Celjskem, Dolenjskem in Štajerskem in v osrednji Sloveniji okoli 350 mm. Leto 2003 je v vseh regijah presežilo takratne ekstremne dolgoletne vrednosti; v obdobju zadnjih petdesetih let pred letom 2003 še nismo beležili tako visokega vodnega primanjkljaja v tem obdobju. Slaba oskrba rastlin z vodo, kjer seveda to niso reševali z namakanjem, je presegala vse rekorde. Na sliki 2 je iz analize, ki sta jo v Ujmi objavila Sušnik in Kurnik (2004) s pomočjo do takrat zbranih podatkov, razvidno, da so bile razmere dejansko ekstremne.



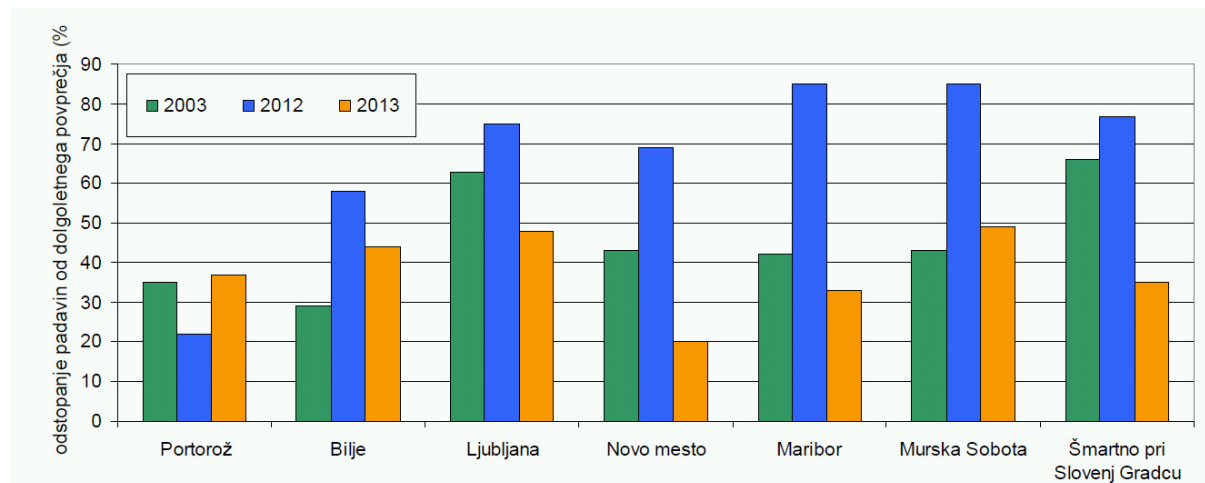
Slika 2: Primerjava kumulativne vodne bilance (v mm) za obdobje od marca do konca avgusta 2003 v primerjavi s povprečjem 1961 - 2002 in suhim letom 2001 za osem meteoroloških postaj v Sloveniji. Vir: Sušnik in Kurnik, 2004

3.2.2 Primer: Suša v letu 2013

Tudi v letu 2013 je bila suša razglašena za naravno nesrečo. V začetku vegetacijske sezone leta 2013 so bila sicer kmetijska zemljišča namočena (ponekod celo prenamočena), v večjem delu Slovenije pa je tako stanje trajalo vse do začetka poletja. Občutno pomanjkanje vode v tleh se je začelo v prvi dekadi junija 2013, zlasti na obalnem območju, nekoliko pozneje tudi v severovzhodni Sloveniji. Do konca druge dekade avgusta so ocene sušnosti na teh dveh območjih že dosegle skrajne vrednosti, sušne razmere pa so se razširile še v druge dele države.

Od junija do konca druge dekade avgusta je v večjem delu Slovenije padlo manj kot 50 % dolgoletnih padavin, ponekod okoli 50 %, le na severozahodu države nekoliko več. Glede na sušni leti 2003 in 2012 je v primerljivem obdobju na novomeškem in mariborskem območju, v osrednji Sloveniji in na Koroškem padlo manj padavin kakor v izbranih suhih letih. Še posebno suh je bil julij, deževalo je večinoma le v plohad in nevihtah. V avgustu je v večjem delu osrednje in vzhodne Slovenije padlo od 20 do 30 mm, največ, okoli 50 mm, pa so namerili v delu severovzhodne Slovenije. Količina padavin je bila premajhna, da bi se popravilo vodno stanje. Niti v severovzhodni Sloveniji niso obnovile povsem izčrpanega talnega vodnega rezervoarja. Zato so bile kmetijske rastline vse do zadnjega tedna v

avgustu v močnem sušnem stresu. S prekinitvijo vročinskega vala je nekoliko popustil le vročinski stres. Da so bile razmere podobne kot v letu 2003, kaže tudi diagram z deležem padavin, ki so padle na posameznih meteoroloških postajah v letih 2003, 2012 in 2013 (slika 3).



Slika 3: Delež padavin od 1. junija do 20. avgusta glede na dolgoletno povprečje 1971–2000 v sušnih letih 2003, 2012 in 2013

Od začetka vegetacijske sezone (od 1. aprila) je skupna površinska vodna bilanca že konec julija, ponekod pa v začetku avgusta presegla različne razrede sušnosti. V večjem delu države je bila presežena ocena suho (kar je slabše od dolgoletnega povprečja), v vzhodni in severovzhodni Sloveniji pa so se ocene povzpele nad zelo suho oziroma so se, zlasti v severovzhodni Sloveniji, približale sušnim razmeram v letu 2003, ko je državo pestila najhujša suša v zadnjih petdesetih letih.

Tudi zabeležena škoda je bila presenetljivo podobna kot v letu 2003. Ocena neposredne škode v tekoči kmetijski proizvodnji v letu 2013 je bila izdelana na podlagi poročil občinskih, regijskih in državne komisije za ocenjevanje škode. Suša je v 194 občinah prizadela 25.764 oškodovancev na skupaj 185.550,85 ha kmetijskih površin. Skupna ocenjena neposredna škoda zaradi suše na kmetijskih kulturah, ki so bile poškodovane več kot 30-odstotno, je ugotovljena v višini 106.205.331,06 evrov.

3.3 Scenarij tveganja 3 - katastrofalna poletna suša

Kot rečeno gre za scenarij tveganja, za katerega v obdobju po 2. svetovni vojni (pa tudi v obdobju pred tem) nimamo primera realizacije takšnega dogodka. Če predpostavimo, da bi v poletnem obdobju, ki predstavlja 60-dnevno okno za izračun meteorološke vodne bilance izpadle praktično vse padavine, skupna evapotranspiracija pa bi v celotnem obdobju

dosegala vrednosti, ki so blizu tistim med vročinskimi valovi, bi prišlo do situacije, ki bi povzročila katastrofalne posledice v kmetijstvu in skupno gospodarsko in finančno škodo, ki bi preseгла 1 % BDP.

3.4 Zanesljivost scenarijev tveganja

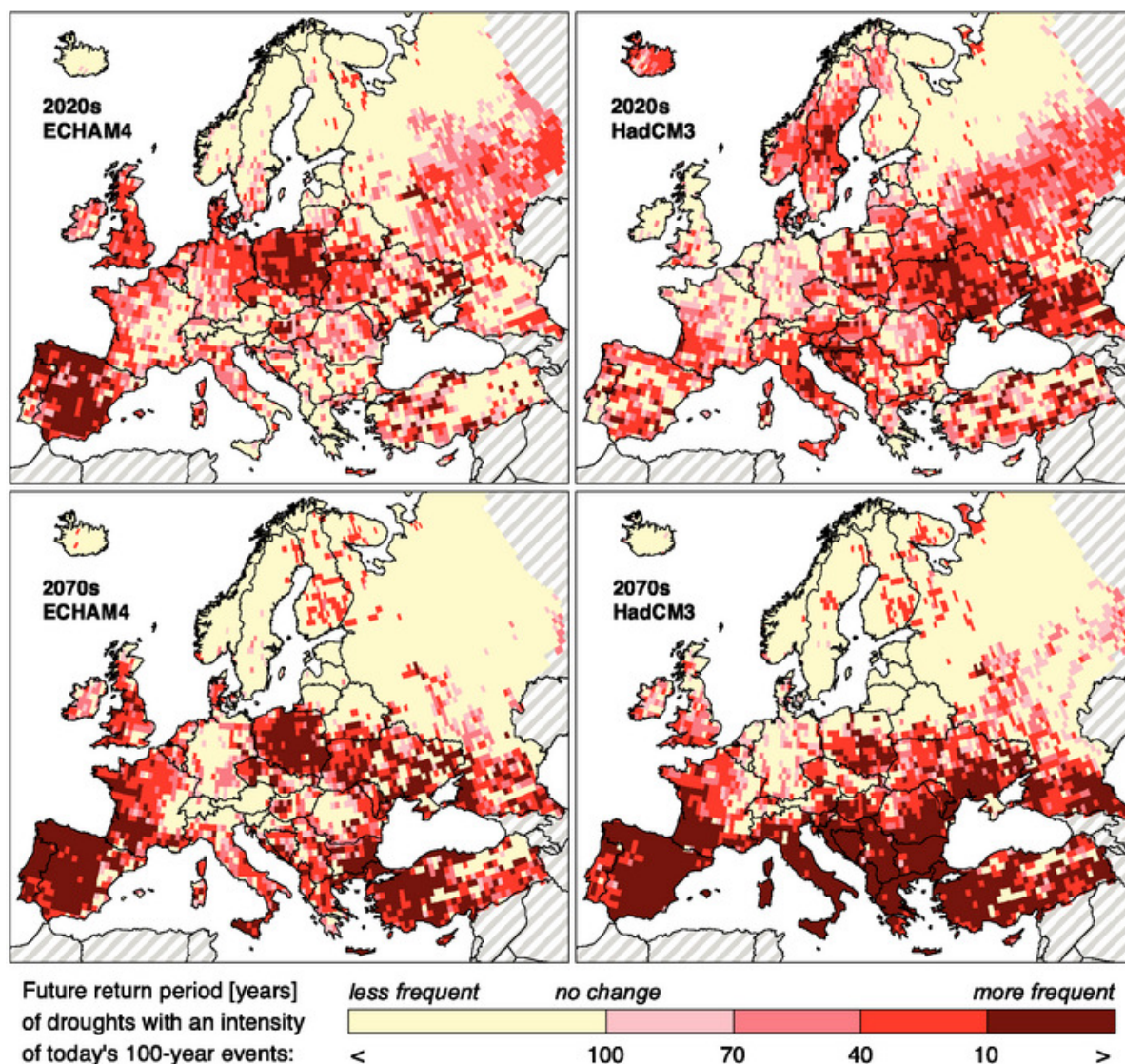
Glede zanesljivosti scenarijev tveganja lahko ugotovimo, da sta prva dva zelo zanesljiva. Ne samo zato, ker so se tovrstni dogodki v zadnjem obdobju že zgodili, temveč tudi zato, ker so se zgodili večkrat; zato lahko zanesljivo ocenimo ne samo posledice, temveč tudi verjetnost (oziroma frekvenco) pojava. Iz istih razlogov je Scenarij tveganja 3 precej manj zanesljiv (tudi slabše opisan), saj je nimamo niti ene realizacije, na katero bi lahko oprli oceno posledic. Bolj zanesljiva pa je verjetnost pojava Scenarija tveganja 3, saj lahko dokaj zanesljivo ugotovimo, da je njegova povratna doba daljša od 200 let.

3.5 Reprezentativni scenarij tveganja

Vsak nosilec ocene tveganja za posamezne nesreče mora izmed scenarijev tveganja izbrati najbolj reprezentativnega z analizo tveganja, ki bo uporabljen za primerjavo s tveganji za druge nesreče na drugih ravneh. Običajno se kot reprezentativen ne izbira scenarij, ki je najhujši še teoretično mogoč, zato kot reprezentativen scenarij odpade Scenarij tveganja 3. Prav tako ni primeren scenarij, ki ima veliko realizacij (torej se dogaja zelo pogosto) in ne prinaša velikih posledic; zato scenarij tveganja 1 ni primeren za izbiro. Za sušo je zato kot **reprezentativen scenarij tveganja izbran Scenarij tveganja 2.**

3.6 Suša in podnebne spremembe

Ne glede na različne poglede in interpretacije evolucije podnebne variabilnosti na Zemlji ostaja dejstvo, da se je v zadnjih desetletjih podnebje dodobra spremenilo. To dokazujejo meteorološke meritve po vsem svetu, tudi v Sloveniji. V Sloveniji so trendi celo bolj izraziti kot v povprečju na Zemlji; kot sledi iz analize obsežnega (že omenjenega) projekta PSS, se je v obdobju med letoma 1961 in 2011 pri nas ozračje ogrelo za 1,7 stopinje Celzija.



Slika 4: Sprememba povratne dobe (barvna lestvica) za sušo z današnjo 100-letno povratno dobo. Svetlo rdeča barva nakazuje spremembo iz 100-letne v 40-letno, temno rdeča pa celo v 10-letno povratno dobo. Uporabljen je scenarij iz družine SRES 1A. Vir: IPCC (2007)

Vendar pa je pri povezovanju ekstremnih dogodkov in podnebnih trendov potrebna previdnost. Načelno namreč velja, da sprememba dolgoletnih povprečij in sprememba pojavnosti ekstremnih dogodkov nista neposredno povezani; povezani sta posredno, preko celotne spremembe statistične porazdelitve določene vremenske spremenljivke. Zato je toliko pomembnejše, da poznamo projekcijo **spremenjene variabilnosti** določene spremenljivke (v našem primeru poletnega primanjkljaja v površinski vodni bilanci); celo ob majhni ali zanemarljivi spremembi dolgoletne povprečne vrednosti lahko namreč povečana variabilnost močno spremeni verjetnost pojava ekstremnega dogodka, v našem primeru suše. Upoštevati je treba tudi, da so projekcije podnebnih sprememb povezane z izjemno veliko negotovostjo. Že ob istem scenariju emisij toplogrednih plinov se rezultati ob uporabi

zgolj različnega modelskega orodja lahko pomembno razlikujejo (slika 4, levi in desni stolpec). Kljub vsemu pa pretekla poročila IPCC kažejo, da bo zlasti v južnem delu Evrope prišlo do pomembnega povečanja verjetnosti pojava suše.

Projekt Ocene podnebnih sprememb do konca 21. stoletja (s kratko oznako OPS21), ki ga je ARSO začela izvajati v letu 2016, pa je omogočil, da vpliv podnebnih sprememb na pojav suše v Sloveniji tudi kvantitativno opredelimo. Scenariji OPS21 temeljijo na podatkih, zbranih za Peto poročilo Medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC). Projekt obravnava pripravo ocene podnebnih sprememb v prihodnosti ter njihov vpliv na izredne dogodke, kot so vročinski valovi, suše, izredni padavinski pojavi, pozebe, visokovodne razmere ipd. Za ta namen je že vzpostavljena zbirka rezultatov podnebnih modelov v dnevni časovni skali za obdobje 2005–2100 za najnižjo in najvišjo dnevno temperaturo zraka, povprečno relativno vlago, povprečno hitrost vetra, energijo sončnega obsevanja in količino padavin.

Novost v petem poročilu IPCC so novi scenariji časovnih potekov emisij toplogrednih plinov, spremljajočih sprememb pokrovnosti tal ter koncentracij različnih primesi v zraku (tako toplogrednih plinov kot različnih polutantov in drugih primesi). Ker ne gre samo za sklepanje na končno koncentracijo toplogrednih plinov ob koncu 21. stoletja, se ti scenariji imenujejo »značilni poteki vsebnosti« (Representative Concentration Pathways – RCP). Poročilo obravnava štiri različne scenarije značilnih potekov vsebnosti z oznakami RCP8.5, RCP6, RCP4.5 in RCP2.6. Imena so določena po pribitku neto dolgovalovnega sevanja na površini Zemlje, ki je posledica povečane koncentracije toplogrednih plinov v ozračju.

Za najbolj črnogledega velja značilni potek RCP8.5, ki predvideva stalno vztrajno rast koncentracije toplogrednih plinov celotno 21. stoletje in nadaljevanje rasti tudi v naslednjem stoletju. Ob koncu 21. stoletja naj bi bil pribitek neto dolgovalovnega sevanja 8,5 W/m², kar po izračunih, narejenih s pomočjo globalnih klimatskih modelov, pomeni dvig povprečne temperature na površju Zemlje za približno 3,7 stopinje Celzija glede na referenčno obdobje 1986–2005 (zaradi negotovosti pri izračunu je primerneje navajati interval od 2,6 do 4,8 stopinje Celzija). Sledita dva značilna poteka, ki v 21. stoletju predvidevata ustavitev rasti emisij in stabilizacijo koncentracij toplogrednih plinov zaradi tehnološkega razvoja in usklajenega delovanja politik večine svetovnih držav. Značilni potek RCP6 predvideva stabilizacijo pri pribitku neto dolgovalovnega sevanja 6 W/m², značilni potek RCP4.5 pa pri 4,5 W/m². Značilni potek RCP6 naj bi po izračunih do konca 21. stoletja privedel do povprečnega dviga temperature za 2,2 stopinje Celzija (oziroma v razponu od 1,4 do 3,1 stopinje Celzija), značilni potek RCP4.5 pa do povprečnega dviga temperature 1,8 °C (oziroma v razponu od 1,1 do 2,6 stopinje Celzija). Najbolj optimističen značilni potek RCP2.6 predvideva, da bi pribitek dolgovalovnega sevanja v prvi polovici 21. stoletja narasel do 3 W/m² in nato začel upadati. Do konca 21. stoletja bi upadel na 2,6 W/m², kar bi

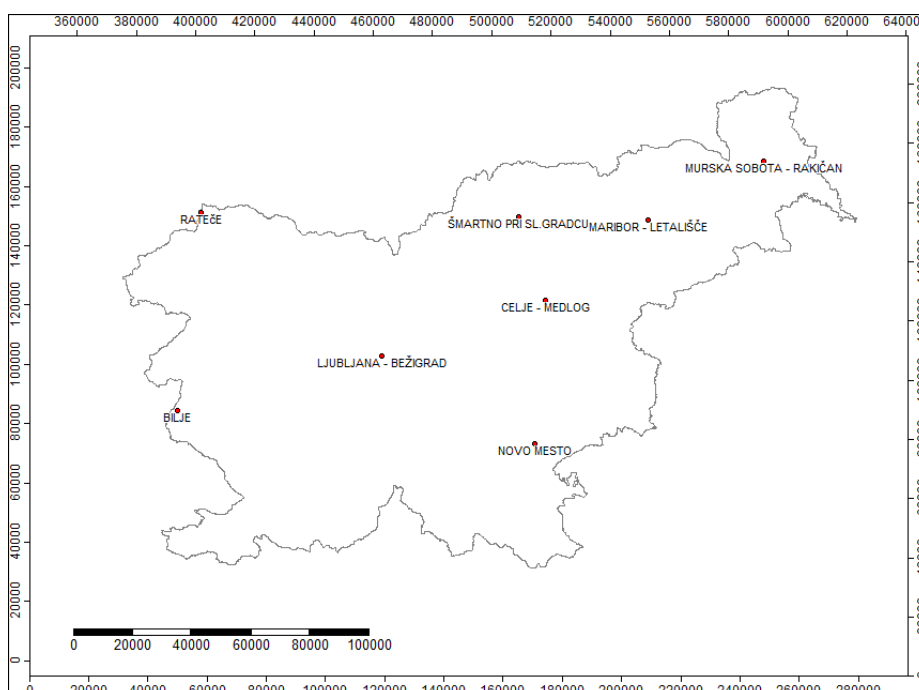
povzročilo dvig povprečne temperature za približno eno stopinjo Celzija (oziroma v razponu od 0,3 do 1,7 stopinje Celzija). Za potek dogodkov po najbolj optimističnem značilnem poteku RCP pa je potrebno polno sodelovanje vseh držav sveta in skupno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za do 70 odstotkov.

Za ocene podnebnih sprememb na tako majhnem območju, kot je Slovenija, je potrebno globalne ocene sprememb podnebja prilagoditi za uporabo na podrobnejši prostorski skali. V prvi fazi je prilagoditev na kontinentalno prostorsko skalo opravil konzorcij, zbran v evropskem projektu EURO-CORDEX. V drugi fazi pa bo za območje Slovenije izračune v še podrobnejši prostorski skali pripravil ARSO za dva izbrana značilna poteka vsebnosti: zmerno optimističnega RCP4.5 (ki globalen dvig temperature omejuje na približno dve stopinji Celzija) in pesimističen RCP8.5, ki ne predvideva stabilizacije vsebnosti toplogrednih plinov. Na podlagi modelskih rezultatov za temperaturo zraka, relativno zračno vlago, hitrost vetra in energijo sončnega obsevanja ter padavine smo za oceno kmetijske suše v prihodnosti ocenili potencialno evapotranspiracijo (ETP) in povratne dobe za 60-dnevni vodni primanjkljaj – po enaki metodologiji, kot je bila uporabljena za oceno tveganja pojava kmetijske suše na podlagi arhivskih merskih podatkov. V tej oceni tveganja za nastanek suše v spremenjenih podnebnih pogojih so bili uporabljeni modelski rezultati regionalnega modela nemške meteorološke službe z oznako CCLM4, vgnezdenega v globalni model Inštituta Max Planck MPI-ESM (celotna oznaka uporabljene konfiguracije modela je MPI-M-MPI-ESM-LR). Ta se je po več indeksih ujemanja izkazal za najboljšega; vse rezultate modelskih simulacij smo namreč verificirali za spremenljivki povprečna dnevna temperatura zraka in dnevna količina padavin v šestih slovenskih regijah. Agregatne vrednosti za dopolnitev treh izvornih scenarijev tveganja so bile pridobljene na enak način kot za izvirne tri scenarije tveganja, narejene na podlagi arhivskih merskih podatkov – dnevne časovne vrste so bile izpisane za osem lokacij, ki ustrezajo meteorološkim postajam, in združene v enotno časovno vrsto z izračunom prostorsko uteženega povprečja.

Poleg osnovnih scenarijev tveganja z oznakami 1, 2 in 3 (opisanih v poglavjih 3.1, 3.2 in 3.3) smo tako dobili dodatne scenarije tveganja z upoštevanimi projekcijami podnebnih sprememb v 21. stoletju. **Scenarij tveganja 4, 5 in 6** po vplivih ustrezajo scenarijem tveganja 1, 2 in 3, vendar pa so njihove povratne dobe izračunane glede na pričakovane podnebne razmere z značilnim potekom vsebnosti RCP4.5. Podobno **scenarij tveganja 4, 5 in 6** po vplivih ustrezajo scenarijem tveganja 1, 2 in 3, vendar pa so njihove povratne dobe izračunane glede na pričakovane podnebne razmere z značilnim potekom vsebnosti RCP8.5.

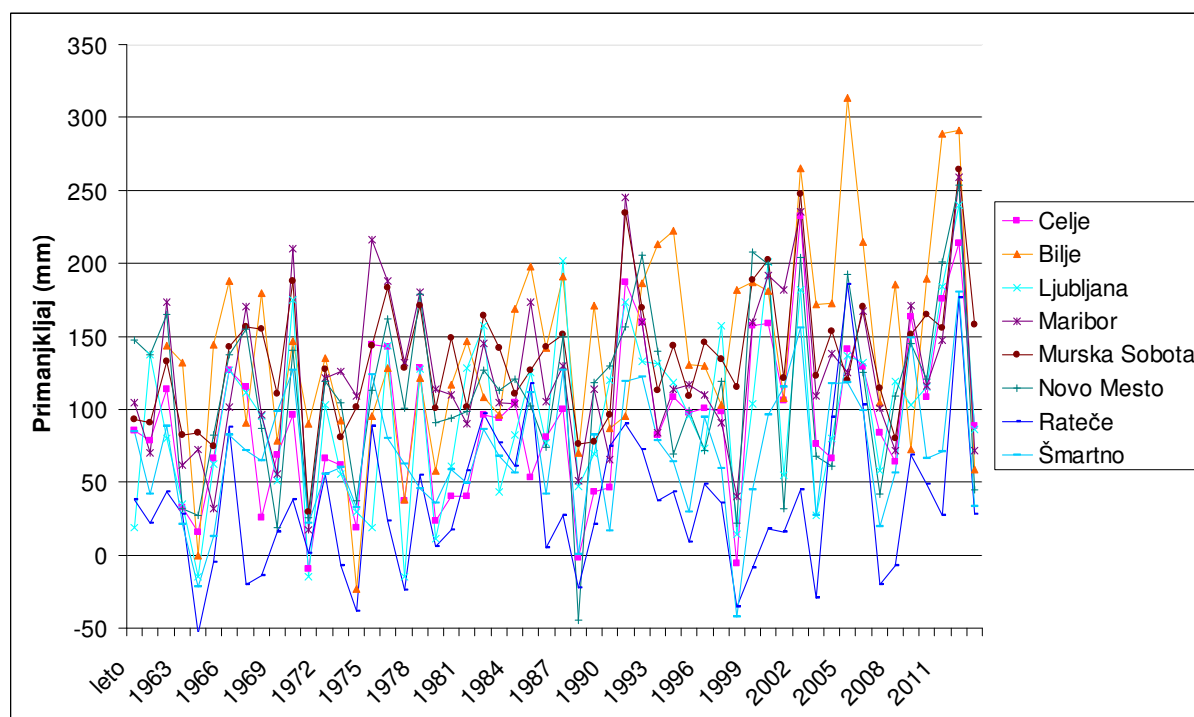
4. Analiza tveganja

Tveganje smo analizirali (kot je bilo omenjeno že v poglavju o metodologiji) na podlagi obdelave primanjkljaja v površinski vodni bilanci, ki se izračunava iz podatkov meteoroloških postaj ARSO. Pri tem je pomembno, da je za postajo na voljo dovolj dolg arhiv podatkov – vsaj 50 let; dolžina časovne vrste je zelo pomembna za izračun povratnih dob. Pomemben je tudi širok nabor meteoroloških meritev na sami postaji, kar omogoča natančen izračun evapotranspiracije.



Slika 5: Meteorološke postaje, uporabljene za izračun površinske vodne bilance

Glede na kriterije je bilo izbranih osem glavnih meteoroloških postaj: Bilje pri Novi Gorici, Rateče – Planica, Ljubljana – Bežigrad, Maribor – letališče, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Novo Mesto, Celje – Medlog in Murska Sobota – Rakičan (Slika 5). Žal njihova prostorska porazdelitev ni optimalna, v oči zbode zlasti zahodna polovica Slovenije. Na Primorskem so uporabljeni podatki iz zgolj ene postaje (Bilje). Žal v Slovenski Istri in na Krasu ne obstaja dolg, homogen podatkovni niz dnevni vrednosti meritev. Tudi postaji Celje-Medlog in Maribor-letališče se ne nahajata neprekinjeno na isti lokaciji, niz smo pridobili z združevanjem podatkov iz bližnjih postaj. Kljub temu ocenjujemo, da je s podatki v veliki meri pokrita podnebna variabilnost Slovenije.



Slika 6: Maksimalni 60-dnevni primanjkljaj(največja razlika med vsoto padavin in izgubo vode zaradi evapotranspiracije v kateremkoli 60-dnevnem obdobju tekočega leta) za izbrane postaje

Na sliki 6 je so narisani poteki maksimalnega 60-dnevnega primanjkljaja v površinski vodni bilanci v posameznem letu za izbrane postaje. Iz slike so razvidne pomembne razlike med postajami kot tudi velika medletna variabilnost primanjkljaja za posamezno postajo. Najvišje vrednosti je primanjkljaj dosegal ob sušah v zadnjih 10 letih – izstopa postaja Bilje, kjer je vrednost 60-dnevnega primanjkljaja večkrat presegla vrednost 250 mm. Na drugi strani pa se za postaje Šmartno pri Slovenj Gradcu in Rateče pogosto pojavljajo pozitivne vrednosti, kar pomeni presežek padavin tudi v primerjavi s potencialno referenčno evapotranspiracijo.

4.1 Povratne dobe

S tem, ko je definirano merilo za jakost suše (maksimalni letni 60-dnevni primanjkljaj v površinski vodni bilanci), lahko izračunamo povratne dobe posameznih sušnih epizod. Postopek izračuna je analogen postopku pri izračunu povratnih dob za padavinske ekstreme (ARSO, 2009). Uporabljena je metoda t.i. blok maksimuma, torej definiranega ekstremnega dogodka v časovnem bloku (ki je tako v primeru ekstremnih padavin kot v primeru suše eno leto). Namesto Gumbelove porazdelitve je uporabljena GEV («general extreme value») porazdelitev; statistični testi so pokazali, da se porazdelitev primanjkljajev statistično značilno razlikuje od Gumbelove porazdelitve. Rezultati izračunov povratnih dob so zbrani v tabeli 2.

Tabela 2: Rezultati izračunov povratnih dob maksimalnega 60-dnevnega primanjkljaja v površinski vodni bilanci za obdobje 1961-2014 za izbrane postaje in za površinsko uteženo povprečje

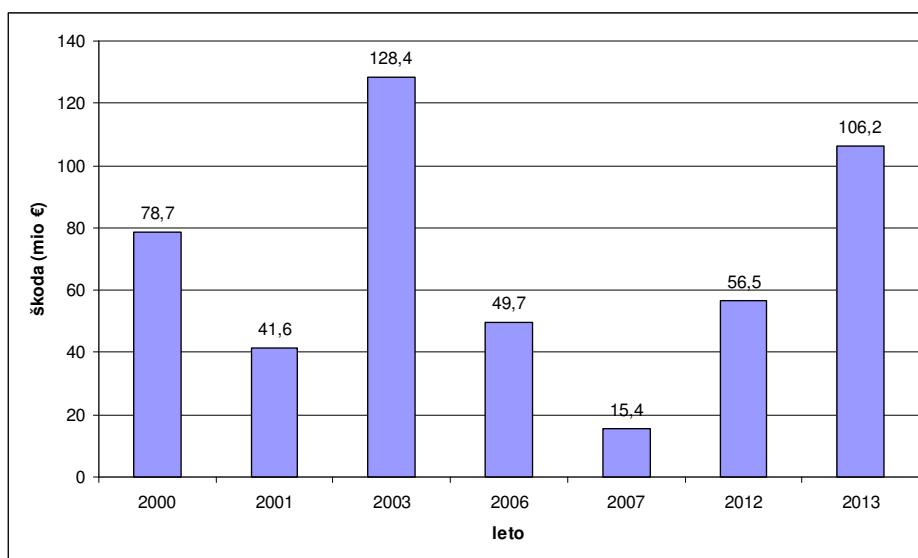
	<i>2 leti</i>	<i>5 let</i>	<i>10 let</i>	<i>25 let</i>	<i>50 let</i>	<i>100 let</i>	<i>150 let</i>	<i>200 let</i>	<i>250 let</i>
Murska Sobota	131,3	171,6	194,8	220,9	238,0	253,4	261,7	267,3	271,5
Bilje	139,6	200,7	233,4	267,7	288,8	306,8	316,0	322,1	326,5
Celje	87,5	135,4	162,2	191,4	210,1	226,4	235,1	240,9	245,2
Šmartno pri Sl. Gradcu	69,0	107,8	127,9	148,3	160,5	170,6	175,62	178,9	181,3
Novo Mesto	112,0	163,4	189,1	214,4	229,1	240,9	246,7	250,5	253,2
Maribor	120,5	168,2	195,6	226,0	245,9	263,6	273,1	279,5	284,2
Ljubljana	94,3	145,8	172,7	200,2	216,7	230,5	237,5	242,0	245,3
Rateče	29,2	73,1	100,4	133,1	156,1	177,9	190,2	198,7	205,1
Prostorsko uteženo povprečje	99,5	140,9	164,6	189,8	206,3	220,8	228,6	233,7	237,5

Poleg rezultatov za posamezne izbrane postaje so v tabeli 2 navedene tudi povratne dobe za površinsko uteženo povprečje podatkov za posamezno postajo. Gre za uveljavljeno metodo, ki poleg jakosti samega sušnega pojava indicira tudi njegovo razširjenost (npr. Matajč, 2002). Povratne dobe posameznih nivojev maksimalnega 60-dnevnega primanjkljaja površinske vodne bilance bodo osnova za analizo vplivov.

4.2 Ocena vplivov in merila za ovrednotenje vplivov tveganja in verjetnosti za nesrečo

Merila za ovrednotenje vplivov so bila dogovorjena v okviru delovne skupine nosilcev, zavezanih k izdelavi posameznih ocen tveganja. V primeru suše je glavna vplivov vezana na gospodarsko škodo.

Kot vir podatkov za gospodarsko škodo so uporabljeni podatki SURS; na spletnih straneh SURS so navedeni podatki o škodah med leti 2000 in 2008; po letu 2008 SURS žal ne beleži več podatkov o škodi zaradi suše. Zato so za leti 2012 in 2013, ko je bila v Sloveniji suša razglašena za naravno nesrečo, uporabljeni uradni podatki o višini škode (sklep vlade, s katerim je potrjena uradna višina škode; podatek je dostopen na spletnih straneh Agencije RS za kmetijske trge in razvoj podeželja - ARSKTRP). Na sliki 7 so prikazani tako zbrani podatki.



Slika 7: Škoda zaradi suše v letih 2000 do 2013. Vir: SURS, ARSKTRP

Poleg škode v kmetijstvu je potrebno preučiti še vpliv na delovanje pomembnih infrastrukturnih sistemov, v primeru suše gre zlasti za energetiko in oskrbo s pitno vodo. Pri ocenjevanju teh vplivov je potrebno upoštevati, da je suša počasen, »plazeč« pojav – ne nastopi nenadoma in sistemi imajo za prilagoditev na zaostrene razmere praviloma dovolj časa.

Preliminarna ocena vpliva suše na oskrbo z energijo –glede na neformalno komunikacijo s predstavniki direktorata za energetiko – je, da bistvenega vpliva na oskrbo prebivalstva z energijo v primeru suše ni. Elektroenergetski sistem se je sposoben prilagoditi z interventnim uvozom in povečano proizvodnjo elektrike v sistemih, ki so manj odvisni od stopnje suše. Natančnejša ocena hidrološke komponente suše trenutno ni upoštevana.

Poletna suša pa je povezana tudi s težavami pri preskrbi s pitno vodo. To velja zlasti za območje, kjer oskrba s pitno vodo ni urejena v obliki javne gospodarske službe, temveč je v zasebni lasti (individualna zajetja oziroma tako imenovani vaški vodovod). Gre za sisteme, ki imajo praviloma samo en zelo omejen vir vode, posledično se ob izsušitvi tal hitro pojavijo problemi preskrbe v teh sistemih.

Kot primer lahko navedemo sušo v letu 1992. Po podatkih URSZR (Šipec, 1993) je bilo v letu 1992 zaradi suše potrebno dovažati vodo s cisternami od prve polovice avgusta pa vse do sredine oktobra. Višek so potrebe dosegle v začetku septembra, ko je bilo 40.433 prebivalcev odvisnih od dobave vode s cisternami, skupna količina dobavljene vode pa je znašala 5,2 milijona litrov. Dnevna količina tako dobavljene pitne vode je sicer do te številke postopoma naraščala od začetka avgusta, ko je bila približno 2,5 milijonov l, po začetku septembra pa je začela upadati, na začetku oktobra je znašala še okoli 3 milijone l. Iz celotnega poteka in danih podatkov je mogoče oceniti, da je bila skupna količina s cisternami dobavljene pitne vode blizu 300 milijonom litrov oziroma 300.000 m³ vode. Glede na aktualne cene nesubvencioniran prevoz pitne vode s cisterno znaša okoli 10 do 12 €/m³, je strošek dobave pitne vode v sušnem obdobju v letu 1992 znašal 3,5 do 4 milijona evrov. Skupna škoda zaradi suše v letu 1992 pa je bila ena najvišjih v obdobju 1991-2008 in je po nekaterih ocenah presegla 100 milijonov evrov (Zorn in Hrvatinić, 2014). Na opisanem primeru suše v letu 1992 lahko v splošnem ocenimo, da znašajo stroški prevoza pitne vode na območja z moteno preskrbo v relativno hudi poletni suši nekaj odstotkov skupne škode, ki jih suša povzroči v gospodarstvu. Ker v tem primeru dejansko ne gre za izpad preskrbe s pitno vodo, temveč za dodatne stroške, je potrebno oceno stroškov preskrbe s pitno vodo dodati med gospodarske vplive in ne med izpad infrastrukture.

Gospodarske vplive suše pa je potrebno preko povratnih dob primanjkljaja v površinski vodni bilanci povezati z verjetnostjo pojava suše. V tabeli 3 so ocenjene povratne dobe za posamezna sušna leta za izbrane postaje in za prostorsko uteženo povprečje.

Tabela 3: Ocenjene povratne dobe (v letih) za posamezna sušna leta in za izbrane postaje (ter za prostorsko uteženo povprečje)

<i>Leto</i>	<i>Murska Sobota</i>	<i>Bilje</i>	<i>Celje</i>	<i>Šmartno pri Sl. Gradcu</i>	<i>Novo Mesto</i>	<i>Maribor</i>	<i>Ljubljana</i>	<i>Rateče</i>	<i>Prostorsko uteženo povprečje</i>
2000	5-10	2-5	5-10	<2	10-25	2-5	2-5	<2	2-5
2001	10-25	2-5	5-10	2-5	10-25	5-10	25-50	<2	10-25
2003	50-100	10-25	100-150	25-50	10-25	25-50	10-25	2-5	50-100
2006	2-5	100-150	5-10	5-10	10-25	2-5	2-5	100-150	10-25
2007	5-10	5-10	2-5	2-5	2-5	2-5	2-5	10-25	5-10
2012	2-5	25-50	10-25	2-5	10-25	2-5	10-25	<2	10-25
2013	150-200	50-100	50-100	200-250	200-250	50-100	150-200	50-100	200-250

4.3 Vpliv podnebnih sprememb na povratne dobe in oceno vplivov tveganja

Za oceno tveganja za nastanek suše v spremenjenih podnebnih pogojih je bilo uporabljenih istih osem meteoroloških postaj, kot za oceno tveganja na arhivskih merskih podatkih: Bilje pri Novi Gorici, Rateče – Planica, Ljubljana – Bežigrad, Maribor – letališče, Šmartno pri Slovenj Gradcu, Novo Mesto, Celje – Medlog in Murska Sobota – Rakičan (slika 5). Vrednosti maksimalnih 60-dnevnih vodnih primanjkljajev na teh postajah smo izračunali iz modelskih rezultatov za temperaturo zraka, relativno zračno vlago, hitrost vetra in energijo sončnega obsevanja ter padavine regionalnega podnebnega modela CCLM4, vgnezdenega v globalni podnebni model MPI-M-MPI-ESM-LR. Razdalja med dvema točkama v modelski mreži je 15 km. Izbrane so bile tiste točke modelske mreže, ki so bile najbližje lokaciji obravnavanih postaj. Ker pa se modelska orografija nekoliko razlikuje od realne (predvsem v zahodni Sloveniji) je bila zaradi reprezentativnosti za postajo Bilje izbrana modelska točka

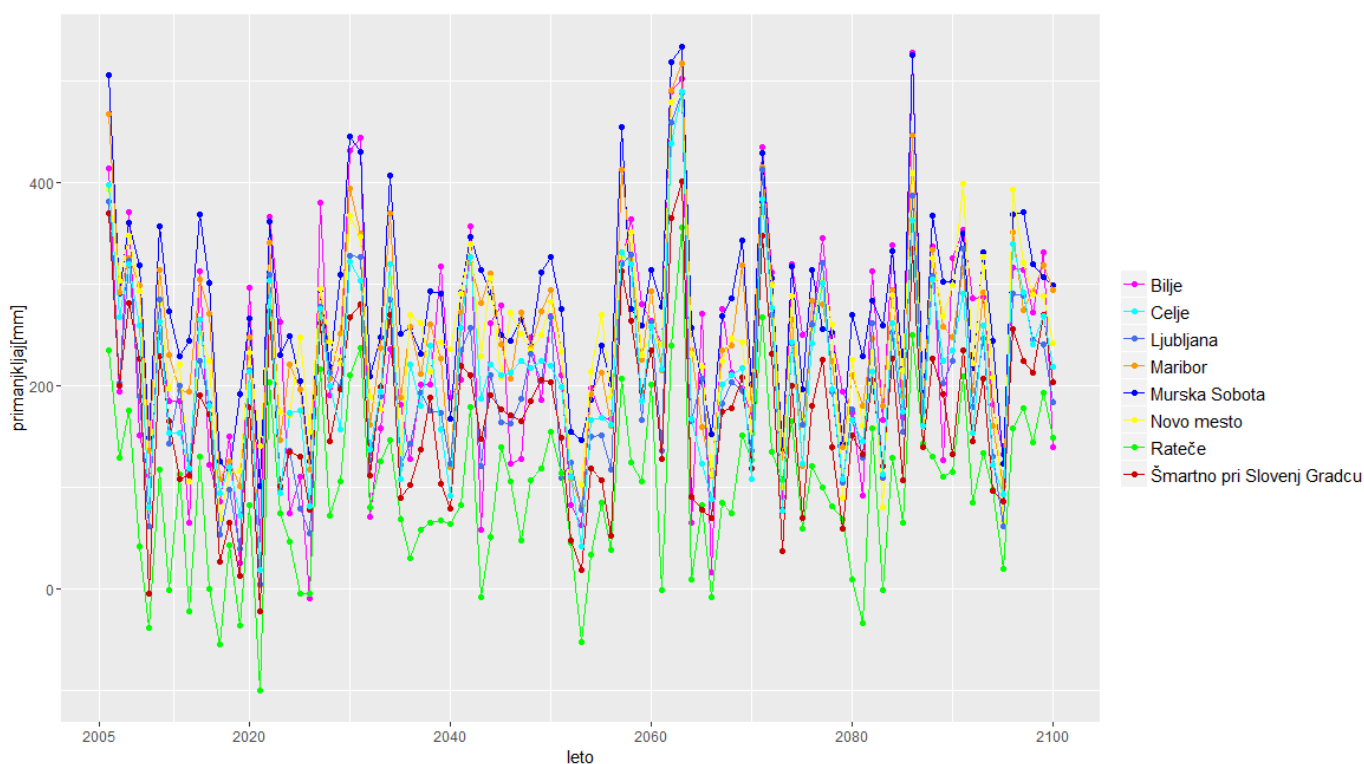
nekoliko bolj zahodno od dejanske lokacije Bilj. Točne koordinate izbranih modelskih točk so zapisane v tabeli 4.

Tabela 4: Koordinate točk, ki so bile izbrane za lokacije obravnavnih postaj.

<i>Postaja</i>	<i>Geografska širina</i>	<i>Geografska dolžina</i>
Murska Sobota	46,652078	16,191281
Bilje	45,895447	13,424309
Celje	46,236578	15,225870
Šmartno pri Sl. Gradcu	46,489562	15,111225
Novo Mesto	45,801816	15,177263
Maribor	46,479683	15,682050
Ljubljana	46,065506	14,512359
Rateče	46,4970892	13,712896

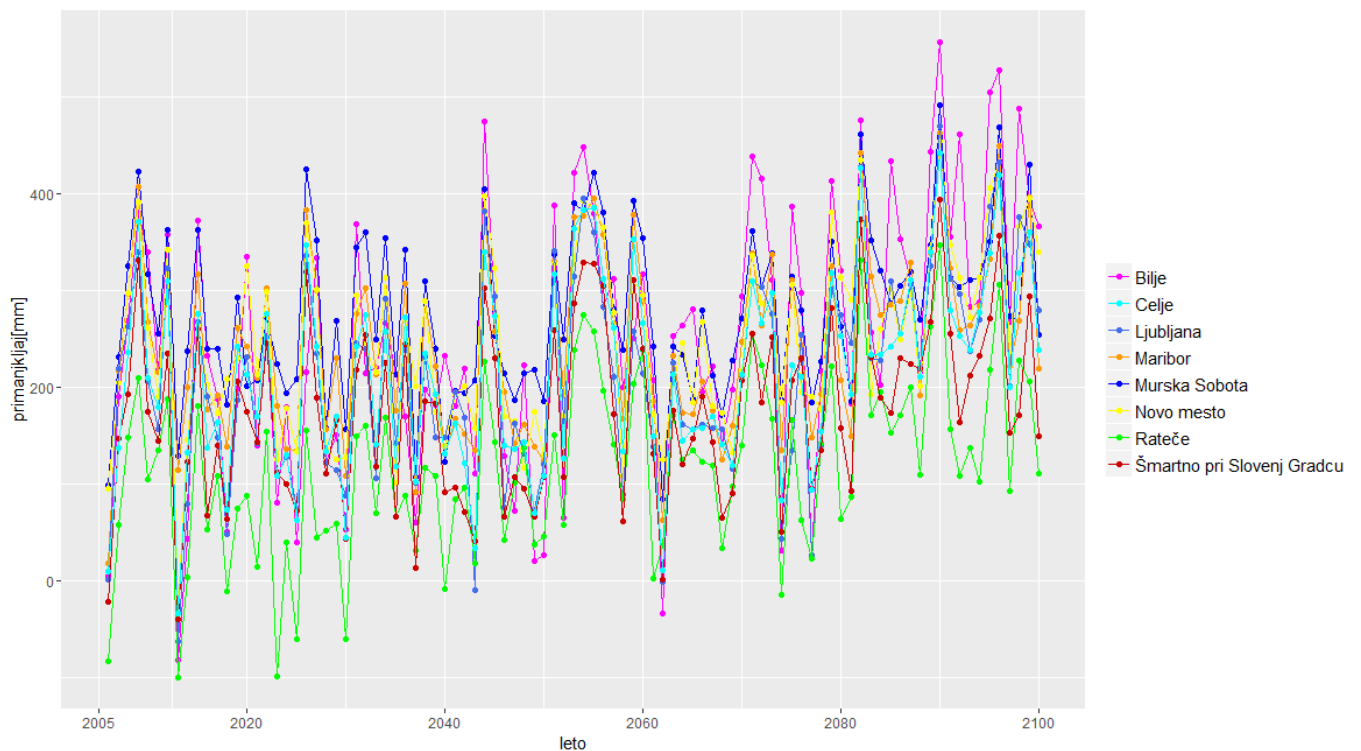
Izrisali smo časovni potek maksimalnega 60-dnevnega primanjkljaja v površinski vodni bilanci od začetka do konca 21. stoletja (obdobje 2005-2100) za izbrane postaje za oba poteka vsebnosti RCP4.5 in RCP8.5 (sliki 8 in 9). S slik so razvidne precejšnje razlike med postajami kot tudi velika medletna variabilnost primanjkljaja za posamezno postajo. Izrisali smo še grafa časovnega poteka primanjkljajev za prostorsko uteženo povprečje modelskih podatkov za celotno obdobje zagona modela 1950-2100 (sliki 10 in 11). Na grafa smo dodali še trendno črto, ki jasno nakazuje, da primanjkljaji za oba značilna poteka vsebnosti RCP4.5 in RCP8.5 kažejo na naraščajoč trend predvsem v drugi polovici obdobja. Višji pozitiven trend imajo primanjkljaji za pesimistični potek vsebnosti RCP8.5.

Po zmerno optimističnem poteku vsebnosti RCP4.5 (slika 8) naj bi najvišje primanjkljaje v prihodnosti beležili na postaji Murska Sobota, kjer naj bi vrednosti 60-dnevnega primanjkljaja nekajkrat presegle vrednost 500 mm, na drugih postajah se presežki z nekaj izjem ne bodo dvignili nad 400 mm. Na postaji Rateče in Šmartno pri Slovenj Gradcu, kjer so se v preteklosti pogosto pojavljale pozitivne vrednosti, kar pomeni presežek padavin tudi v primerjavi s potencialno referenčno evapotranspiracijo, bo teh presežkov vedno manj oz. se bodo ti občasno pojavljali le še na postaji Rateče.



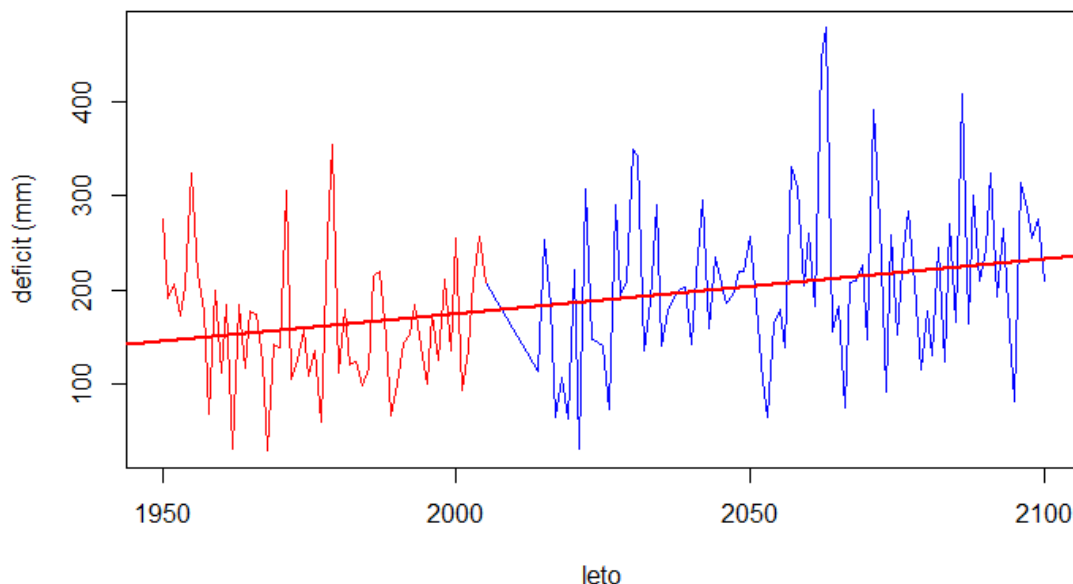
Slika 8: Maksimalni 60-dnevni primanjkljaji za izbrane postaje, izračunani iz rezultatov regionalnega podnebne modela CCLM4, vgnezenega v globalni podnebni model MPI-M-MPI-ESM-LR za obdobje 2005-2100 za potek vsebnosti RCP4.5.

Če pogledamo še pesimističen potek vsebnosti RCP8.5 (slika 9), vidimo, da najbolj izstopajo Bilje, kjer naj bi vrednosti 60-dnevnega primanjkljaja ob koncu 21. stoletja skoraj vsako leto presegle 400 mm, nekajkrat pa tudi 500 mm. Tudi na drugih postajam bodo primanjkljaji nad 400 mm vse pogostejši. Po drugi strani naj bi v naslednjem desetletju na postaji Rateče še pogosto beležili presežke (tudi do 100 mm), ob koncu 21. stoletja pa bodo tudi v Ratečah beležili le še primanjkljaje (okrog 100 mm).

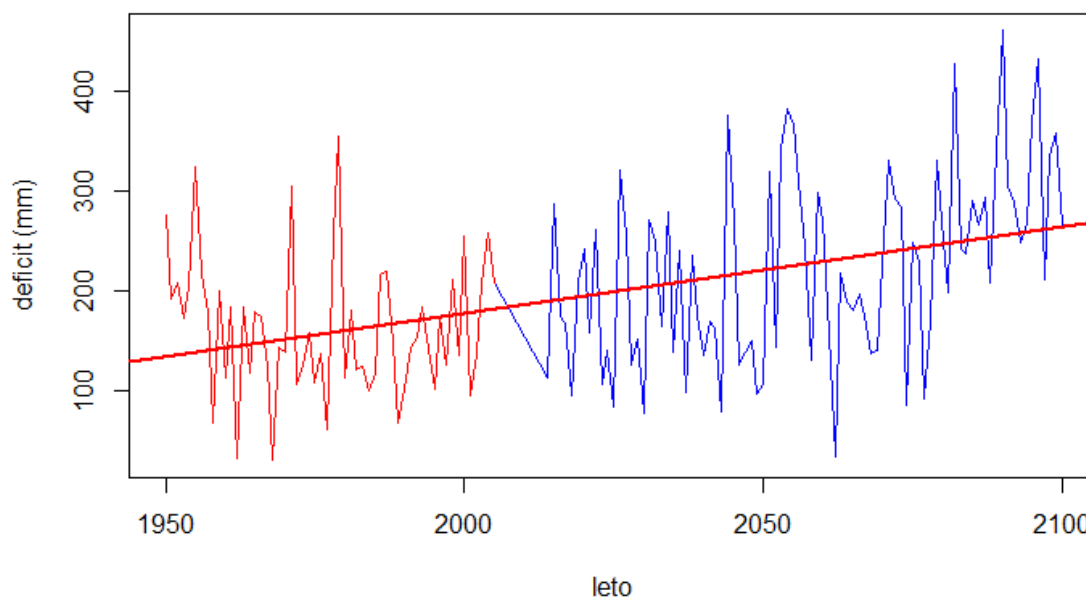


Slika 9: Maksimalni 60-dnevni primanjkljaji za izbrane postaje, izračunani iz rezultatov regionalnega podnebne modela CCLM4, vgnezdenega v globalni podnebni model MPI-M-MPI-ESM-LR za obdobje 2005-2100 za potek vsebnosti RCP8.5.

Povprečje: Projekcija RCP 4,5



Slika 10: Prostorsko uteženo povprečje maksimalnih 60-dnevni primanjkljajev vseh osmih obravnavanih postaj, ki so izračunani iz rezultatov regionalnega podnebne modela CCLM4, vgnezdenega v globalni podnebni model MPI-M-MPI-ESM-LR za obdobje 1950-2100 za scenarij RCP4.5 (rdeča črta predstavlja trendno črto).

Povprečje: Projekcija RCP 8,5

Slika 11: Prostorsko uteženo povprečje maksimalnih 60-dnevnih primanjkljajev vseh osmih obravnavanih postaj, ki so izračunani iz rezultatov regionalnega podnebnega modela CCLM4, vgnezdenega v globalni podnebni model MPI-M-MPI-ESM-LR za obdobje 1950-2100 za scenarij RCP8.5 (rdeča črta predstavlja trendno črto).

V poglavju 4.1 smo že izračunali povratne dobe (2-, 5-, 10-, 25-, 50-, 100-, 150-, 200- in 250- letne) maksimalnega 60-dnevnega primanjkljaja v površinski vodni bilanci za arhivske meritve iz obdobja 1961-2014. Sedaj pa nas je zanimalo kako se bodo v prihodnosti oz. do konca 21. stoletja spremenile povratne dobe za primanjkljaje, ki so imeli na začetku 21. stoletja povratne dobe 2, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200 in 250 let.

Regionalni podnebni model CCLM4, vgnezden v globalni podnebni model MPI-M-MPI-ESM-LR je lasten podnebni model, kar pomeni, da od zagona naprej (od leta 1950 dalje) deluje samostojno, torej neodvisno od meritev. Modelu se predpiše edino potek vsebnosti RCP4.5 ali RCP8.5, ne pa tudi realno vreme. Rečemo, da ima podnebni model lastno vreme, ki se razlikuje od realnega vremena iz meritev. Za izračun sprememb povratnih dob ob koncu 21. stoletja zato nismo mogli vzeti primanjkljajev iz arhivskih meritev, ki smo jih izračunali v poglavju 4.1, temveč smo vzeli modelske primanjkljaje. Za modelske rezultate iz preteklosti (od zagona 1950 do 2005) se uporablja oznaka »historical« (zgodovinsko obdobje), za izračun spremembe povratnih dob v prihodnosti smo tako vzeli primanjkljaje izračunane za »historical« oz. zgodovinsko obdobje modela.

Rezultati izračunov povratnih dob iz zgodovinskih modelskih podatkov (»historical«, obdobje 1950-2005) so zbrani v tabeli 5. Metoda izračuna povratnih dob (t.i. metoda blok maksimuma) ostaja enaka kot na arhivskih merskih podatkih.

Tabela 5: Rezultati izračunov povratnih dob maksimalnega 60-dnevnega primanjkljaja v površinski vodni bilanci za »historical« oz. zgodovinsko obdobja modela (1950-2005) za izbrane postaje in za prostorsko uteženo povprečje.

	<i>2 leti</i>	<i>5 let</i>	<i>10 let</i>	<i>25 let</i>	<i>50 let</i>	<i>100 let</i>	<i>150 let</i>	<i>200 let</i>	<i>250 let</i>
Murska Sobota	235,4	296,1	334,35	380,6	413,4	444,8	462,6	475,0	484,4
Bilje	163,8	246,1	288,9	332,6	358,8	380,6	391,6	398,8	404,0
Celje	150,6	216,8	259,4	311,9	349,9	386,8	407,9	422,8	434,2
Šmartno pri Sl. Gradcu	122,6	183,1	217,5	255,4	279,9	301,7	313,3	321,1	326,9
Novo Mesto	181,1	244,7	281,3	322,2	349,0	372,9	385,8	394,5	401,0
Maribor	190,6	255,9	295,0	430,3	371,1	399,5	415,2	425,9	433,9
Ljubljana	152,3	219,3	253,9	288,9	309,7	327,0	335,70	341,3	345,4
Rateče	41,8	101,5	136,7	176,6	203,3	227,6	240,8	249,8	256,5
Prostorsko uteženo povprečje	154,8	216,1	253,0	295,9	325,1	352,2	367,1	377,3	385,0

V nadaljevanju smo za vsako postajo posebej ter za prostorsko uteženo povprečje izračunali spremembe povratnih dob za primanjkljaje iz tabele 5 (primanjkljaje zgodovinskega obdobja modela) ob koncu 21. stoletja za oba poteka RCP4.5 in RCP8.5. Rezultati so zapisani v tabeli 16 v prilogi (stran 78), spremembam povratnih dob so pripisane tudi negotovosti (95-odstotni interval zaupanja). Na podlagi razlik med povratnimi dobami v tabelah 5 in 15 smo lahko v naslednjem poglavju ocenili spremembe verjetnosti pojava posameznega scenarija suše.

5. Ovrednotenje tveganja za sušo

Oceno tveganja za posamezno nesrečo je potrebno izdelati tako, da je opredeljena v standardizirani obliki – primerljiva z ocenami tveganja za druge naravne nesreče in združljiva z drugimi podatki v skupno Državno oceno tveganj za nesreče. Zato je bilo potrebno izdelati merila za opredelitev tveganj za različno pojavnost (različne scenarije) naravnih in drugih nesreč. Poleg vplivov je potrebno oceniti tudi verjetnost tveganja za nesrečo, in tudi zanesljivost ocene. Vplivi tveganja so razdeljeni na vplive na ljudi, gospodarske in okoljske vplive in vplive na kulturno dediščino ter politične in družbene vplive. Merila za ovrednotenje tveganja in verjetnosti za nesrečo so bila dogovorjena v okviru delovne skupine nosilcev, zavezanih za izdelavo posameznih ocen tveganja; so enotna za vsa tveganja in oblikovana v pet stopenj vplivov:

- 1 – zelo majhna,
- 2 – majhna,
- 3 – srednja,
- 4 – velika,
- 5 – zelo velika.

Na podoben način je opredeljeno pet stopenj verjetnosti pojava oziroma povratne dobe:

- 1 – zelo majhna verjetnost (povratna doba > 250 let)
- 2 – majhna verjetnost (povratna doba 100 do 250 let)
- 3 – srednja (povratna doba 25 do 100 let)
- 4 – velika verjetnost (povratna doba 5 do 25 let)
- 5 – zelo velika verjetnost (povratna doba manjša kot 5 let)

Ocene so tako po vplivih kot po verjetnosti pojava določenega scenarija prikazane v **matrikah tveganja**. Matrike tveganja imajo dimenzijo 5 vrstic x 5 stolpcev, pri čemer so v vrsticah matrike (vertikalna os) navedeni razredi vplivov, v stolpcih matrike (horizontalna os) pa razredi verjetnosti pojava. Polja so obarvana od zelene do rdeče, pri čemer se stopnje vplivov in verjetnosti stopnjujejo v 4 stopnjah barvne lestvice od zelene prek rumene in oranžne do rdeče barve. Obarvanost polj se glede na polja hitreje spreminja na vertikalni kot

na horizontalni osi, kar pomeni, da je v matrikah tveganja za nesrečo večji poudarek na vplivih tveganja kot na verjetnosti tveganja za nesrečo.

Poleg opredelitve stopnje vplivov in verjetnosti pa je potrebno oceniti tudi samo **zanesljivost ocene**. Zanesljivost se ocenjuje v treh stopnjah, v odvisnosti od stopnje zanesljivosti je v ustrezni celici matrike oznaka za scenarij tveganja vnesena z določeno pisavo; razmeroma zanesljiva ocena se vnese v črni barvi, srednje zanesljiva v sivi in manj zanesljiva v svetlo sivi barvi.

V tabeli 6 so v enotni legendi zbrane opisne lastnosti matrike tveganja.

Tabela 6: Legenda matrik tveganja: stopnje tveganja (levi stolpec zgoraj), stopnje verjetnosti oziroma ocenjene povratne dobe (srednji stolpec zgoraj), stopnje zanesljivosti ocene (desni stolpec zgoraj) in končna stopnja tveganja v barvni lestvici (spodaj)

Stopnja vplivov:

1	Zelo majhna
2	Majhna
3	Srednja
4	Velika
5	Zelo velika

Stopnja verjetnosti pojava oziroma povratna doba scenarija tveganja:

1	>250 let
2	100 – 250 let
3	25 – 100 let
4	5 – 25 let
5	<5 let

<i>Zanesljivosti analize tveganja</i>	<i>Barva zapisa ali znaka v matriki</i>
razmeroma zanesljiva	črna
srednje zanesljiva	siva
manj zanesljiva	svetlo siva

Stopnje tveganja:

	Majhna
	Srednja
	Velika
	Zelo velika

5.1 Vplivi na ljudi

Izraz »vplivi na ljudi« ni mišljen v širšem smislu, temveč gre za konkretne, neposredne vplive na življenje in zdravje ljudi (ter za ukrep trajne evakuacije). Merila so bila dogovorjena v okviru delovne skupine nosilcev, zavezanih za izdelavo posameznih ocen tveganja, in so povzeta v tabeli 7.

Tabela 7: Dogovorjena merila za ovrednotenje vplivov tveganja na ljudi

	1	2	3	4	5
Število mrtvih ljudi	do 5	5 - 10	10 - 50	50 - 200	nad 200
Število mrtvih ljudi (v obdobju 10 let za posledicami nesreče)	do 5	5 - 10	10 - 50	50 - 100	nad 100
Število ranjenih/bolnih ljudi	do 10	10 - 50	50 - 200	200 - 1000	nad 1000
Število ranjenih/bolnih ljudi (v obdobju 10 let za posledicami nesreče)	do 10	10 - 50	50 - 200	200 - 500	nad 500
število evakuiranih ljudi (trajni ukrep)	do 20	20 do 50	50 - 200	200 - 500	nad 500

Glede na dogovorjena merila, s katerimi presojava neposredne vplive na ljudi in glede na specifične lastnosti pojava suše kot naravne nesreče (zlasti njen počasen razvoj) ocenjujemo, da suša ne povzroča vplivov na ljudi.

5.2 Gospodarski in okoljski vplivi in vplivi na kulturno dediščino – ovrednotenje tveganja

Merila za ovrednotenje gospodarskih in okoljskih vplivov in vplivov na kulturno dediščino se izražajo z višino stroškov in škode, ki jo povzroči realizacija scenarija naravne nesreče. Meje vplivov pri različnih razredih tveganja so postavljene glede na odstotek BDP, z ozirom na merila za upravičenost prošnje Slovenije za nepovratna sredstva ob naravni nesreči. Ta meja je po predpisih Evropske unije postavljena na 0,6 % BDP, zato je to hkrati tudi meja med osrednjima razredoma (oziroma med 2. in 3. razredom) vpliva. V tabeli 8 so povzeti v okviru delovne skupine dogovorjeni kriteriji za posamezne razrede vplivov.

Tabela 8: Dogovorjena merila za ovrednotenje gospodarskih in okoljskih vplivov tveganja in vplivov tveganja na kulturno dediščino ter uvrstitev scenarijev tveganja v stopnje vpliva

1	2	3	4	5
Do 0,3 % BDP	0,3 % do 0,6 % BDP	0,6 % do 1,2 % BDP	1,2 % do 2,4 % BDP	nad 2,4 % BDP
do 100 milijonov evrov	100–220 milijonov evrov	220–440 milijonov evrov	440–880 milijonov evrov	več kot 880 milijonov evrov

V poglavju Analiza tveganja so povzeti podatki, na podlagi katerih lahko posamezni scenarij pojava suše (poglavja 3.1, 3.2 in v manjši meri 3.3, ter scenariji, povezani s podnebnimi spremembami, opisani v poglavju 3.6) uvrstimo v posamezne razrede. Razmeroma pogosto pojavljanje suše, stopnjevanje intenzitete in frekvence suše ob prelomu stoletja in sorazmerno natančni podatki o skupni škodi zaradi suše omogočajo precej natančno ocenjevanje tveganja. Zanimivo je tudi dobro ujemanje stopnjevanja skupne škode in verjetnosti pojavljanja suše, ocenjene preko izračuna povratnih dob maksimalnega 60-letnega primanjkljaja v površinski vodni bilanci (primerjava slike 7 in tabele 3, ter ob upoštevanju dveh scenarijev podnebnih sprememb primerjava tabel 5 in 16). Ker gre za (z izjemo projekcij podnebnih sprememb) precej natančne podatke (tako finančni vpliv kot verjetnost pojava sta izračunana natančno, na podlagi razpoložljivih podatkov) lahko ocenimo, da je zanesljivost analize velika. Edina izjema je Scenarij tveganja 3, za katerega nimamo primera pretekle realizacije. Gre za sušo s povratno dobo, večjo od 250 let. Tukaj lahko zgolj preliminarno ocenimo, da bi takšna suša (v razmerah, ki bi bile še bolj zaostrene kot npr. leta 2003 in 2013) povzročila stroške v višini več kot 1 % BDP; sorazmerno bi narasle škode v kmetijstvu, nesorazmerno pa bi se povečali stroški dobave pitne vode. Ker ta ocena ni podprta z arhivskimi podatki, je njena zanesljivost srednja. Matrika tveganja za gospodarske in okoljske vplive in vplive na kulturno dediščino je podana na sliki 12.

V matrikah tveganja je poleg osnovnih treh scenarijev tveganja umeščenih še šest scenarijev tveganja za sušo. Ti scenariji so v bistvu izvorni Scenariji tveganja 1, 2 in 3, na novo ovrednoteni prek predvidenih podnebnih sprememb. Za ovrednotenje vpliva podnebnih sprememb na sušo sta bila izbrana značilna poteka vsebnosti toplogrednih plinov v prihodnosti – »zmerno optimistični« potek vsebnosti toplogrednih plinov RCP4.5 (Scenariji

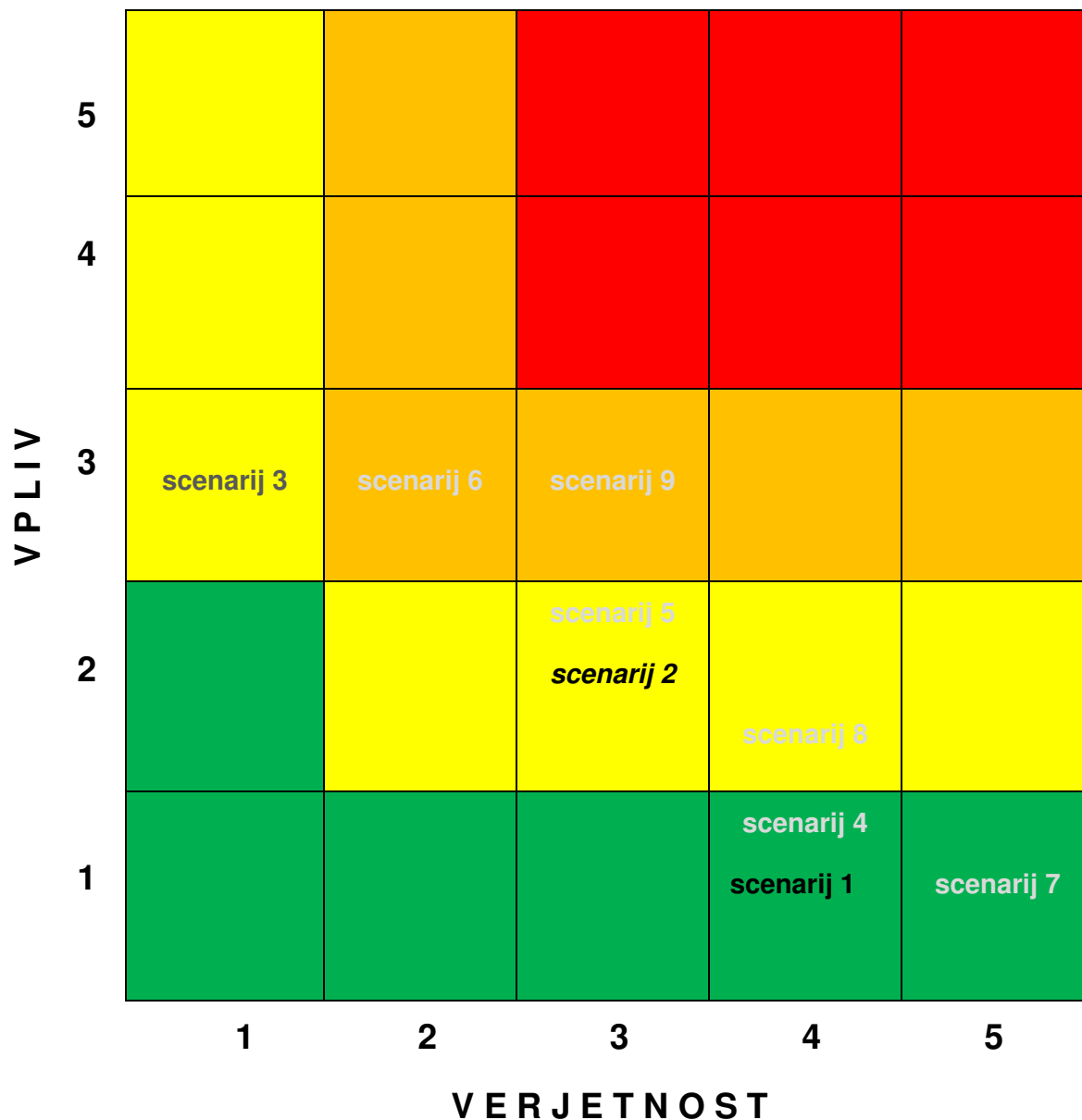
tveganja 4, 5 in 6) in »pesimistični« potek vsebnosti toplogrednih plinov RCP8.5 (Scenariji tveganja 7, 8 in 9). Upoštevana je bila predpostavka, da bo ranljivost in izpostavljenost družbe na sušo (oziroma, v tej oceni, kmetijstva) v RS ostala na enaki ravni tudi v 21. stoletju in da bodo podobne suše povzročale tudi podobne posledice, kot so jih leta 2003, 2006, 2012 in 2013. Iz tega razloga vpliv v matrikah tveganja za Scenarije tveganja od 4 do 9 ostaja v enakih okvirih kot pri izvornih treh scenarijih tveganja. Vsi premiki na novo ovrednotenih scenarijev tveganja za sušo, do katerih je ob novem ovrednotenju prišlo, so horizontalni, torej v smeri proti večji verjetnosti pojavljanja.

Ocena verjetnosti pojava za Scenarij tveganja 1 in Scenarij tveganja 2 se tudi v spremenjenem podnebj ob značilnem poteku vsebnosti RCP4.5 ne spremeni. Negotovosti (meje 95 odstotkov intervala zaupanja) ne nakazujejo, da bi se suše z značilno povratno dobo 10 let pojavljale značilno pogosteje kot na pet let. Tudi pri daljši povratni dobi je analiza podatkov pokazala, da zgornja meja intervala zaupanja ostaja v bližini 100-letne povratne dobe, kar ne opravičuje premika v smeri večje verjetnosti. Ocena verjetnosti pojava za Scenarij tveganja 3 pa se premakne za eno stopnjo, saj to nakazuje premik povratne dobe pod 100 let, tudi zgornja meja intervala zaupanja ostaja na nivoju približno 100 let, kar opravičuje premik proti večji verjetnosti za en razred. Ti trije scenariji tveganja, v katerih je upoštevan RCP4.5, so v matrikah tveganja za sušo označeni kot Scenariji tveganja 4, 5 in 6.

Ob upoštevanju pesimističnega značilnega poteka vsebnosti RCP8.5 se ocena verjetnosti za Scenarij tveganja 1 premakne oziroma poveča za en razred, saj so vse ocene premika 10-letne povratne dobe (vključno z mejami intervala zaupanja) pod petimi leti. Ocena verjetnosti za Scenarij tveganja 2 se prav tako premakne (poveča) za en razred, izračuni kažejo premik povratne dobe precej pod 25 let. Na ravni približno 25 let je tudi zgornja meja intervala zaupanja. Ocena verjetnosti Scenarija tveganja 3 pa se premakne (poviša) kar za dva razreda. To lahko upravičimo s tem, da se 250-letna povratna doba premakne v območje 20–25-letne povratne dobe, zgornja meja intervala zaupanja pa je pod 100 leti. Ti trije scenariji tveganja so v matrikah tveganja označeni kot Scenariji tveganja 7, 8 in 9.

Poudariti je treba, da so vse ocene premikov dodatnih oziroma dopolnjenih scenarijev tveganja v spremenjenih podnebnih razmerah zelo nezanesljive v primerjavi z umeščenostjo izvornih scenarijev tveganja 1, 2 in 3, ki so bili oblikovani na podlagi arhiva meritev, torej za preteklo in sedanje podnebje. Vsi scenariji tveganja, ki vključujejo tudi podnebne spremembe (s številskimi oznakami od 4 do 9), so zato obarvani svetlo sivo.

MATRIKA TVEGANJA ZA SUŠO – VPLIVI NA GOSPODARSTVO, OKOLJE IN KULTURNO DEDIŠČINO



Slika 12: Matrika tveganja za gospodarske in okoljske vplive ter vplive na kulturno dediščino. Legenda in pojasnila so v tabeli 6 na strani 31

5.3 Politični in družbeni vplivi – ovrednotenje tveganja

Kot je opisano že v poglavju Analiza tveganja, so drugi vplivi precej šibkejši v primerjavi z gospodarsko škodo. Ocenjujemo, da neposrednega vpliva na ljudi (mrtvi, ranjeni, evakuirani) pri suši ni in da je vpliv na delovanje državnih organov (merilo 3.1) pri suši zanemarljiv. Psihosocialni vplivi (merilo 3.3 - izogibanje obiskovanja šol, vrtcev, zavestno neprihajanje na delo, zavestna neuporaba javnega prevoza, tendenca po preselitvi, neracionalne finančne

operacije - množični dvigi gotovine ipd., kopičenje in prisvajanje zalog življenjskih potrebščin) pri suši z zmerno povratno dobo ni. Glede na to, da ima suša omejen regionalni obseg – vsaj v zmernih geografskih širinah npr. ne prizadene celotnih kontinentov – in da je gospodarstvo močno vpeto v mednarodno okolje, ter da suša ne prizadene bistveno prometnih tokov ocenjujemo, da tovrstnih vplivov v premeru suše ni. Edina izjema je prizadetost revnejšega sloja prebivalstva, saj je v primeru prizadetosti regije, kjer je prisotnost prihodka iz kmetijstva v celotnem prihodu višja od povprečja, lahko pričakujemo povečane socialne stiske revnejšega prebivalstva. Za Scenarij tveganja 3 lahko (s srednjo zanesljivostjo) ocenimo, da zaradi socialne stiske revnejšega prebivalstva ob večjem izpadu kmetijske pridelave v skladu z dogovorjenimi merili, ki so navedena v tabeli 9, skupen družbeni vpliv doseže 2. stopnjo.

Tabela 9: Dogovorjena merila za ovrednotenje socialnih vplivov

	Stopnja vpliva
Vplivi nesreče ne morejo posegati v ocenjevano vsebino	Se ne ocenjuje (NO)
Majhen/nepomemben vpliv	1
Revnejši sloji prebivalstva se znajdejo v hudi socialni stiski, poraste število prošenj za izredno denarno socialno pomoč	2
Posledice nesreče občuti tudi srednji sloj prebivalstva, to se odraža v povečanem številu vlog za izredno denarno socialno pomoč	3
Posledice nesreče občuti večina prebivalstva, kar se kaže v znatnem povečanju števila vlog za socialne pomoči	4
Posledice občutijo vsi prebivalci, kar se kaže predvsem z novimi vlogami za socialno pomoč ter ponovnimi vlogami za dodelitev pomoči	5

Vpliv na finančno stabilnost države (merilo 3.5) v splošnem ocenjujemo kot zanemarljiv. Izjema je vpliv na rast BDP v prihodnjem letu, kjer lahko ob izjemni škodi v kmetijstvu pričakujemo, da bo tudi v prihodnjem letu prihodek iz kmetijstva bistveno zmanjšan, kar lahko povzroči padec BDP okoli 1 %. Zato lahko v skladu z dogovorjenimi merili (merila za ovrednotenje vplivov glede spremembe rasti BDP v prihodnjem letu zaradi naravne nesreče so navedena v tabeli 10) za 3. scenarij tveganja ocenimo vpliv z 2. stopnjo.

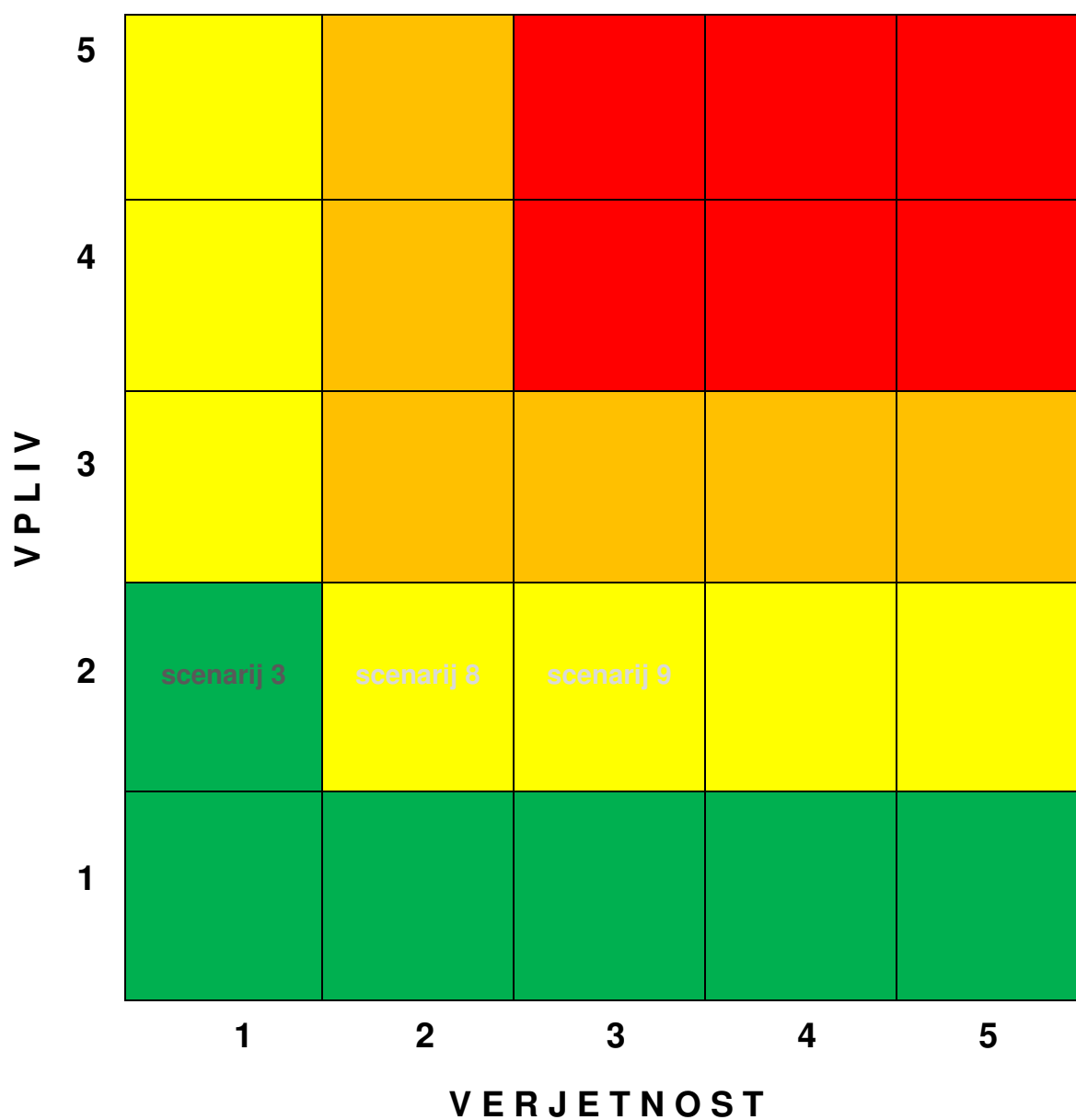
Tabela 10: Dogovorjena merila za ovrednotenje vplivov - sprememba rasti BDP zaradi posledic nesreče v tekočem ali naslednjem letu

sprememba	Stopnja vpliva
Ni vpliva, ker vplivi nesreče ne posegajo v vsebino/brez posledic	se ne ocenjuje (NO)
Od 0 do – 0,5 odstotne točke	1
Do – 1 odstotne točke	2
Do – 1,5 odstotne točke	3
Do – 2 odstotni točki	4
Nad – 2 odstotni točki	5

Vpliv suše v zmernih geografskih širinah – ocena ne velja za aridna in semiaridna območja! - na mednarodno stabilnost je zanemarljiv.

Če povzamemo, lahko torej za Scenarij tveganja 3 s srednjo zanesljivostjo ocenimo, da so politični in družbeni vplivi 2. stopnje, za ostala scenarija tveganja pa politični in družbeni vplivi niti niso bili ocenjeni. Matrika tveganja za politične in družbene vplive je na sliki 13.

MATRIKA TVEGANJA ZA SUŠO – POLITIČNI IN DRUŽBENI VPLIVI



Slika 13: Matrika tveganja za politične in družbene vplive suše. Legenda in pojasnila so v tabeli 6 na strani 31

5.4 Matrika tveganja z združenim prikazom vplivov

Združena matrika tveganja združuje ovrednoteno tveganje vseh treh vrst vplivov. Glede vplivov pojava suše lahko povzamemo:

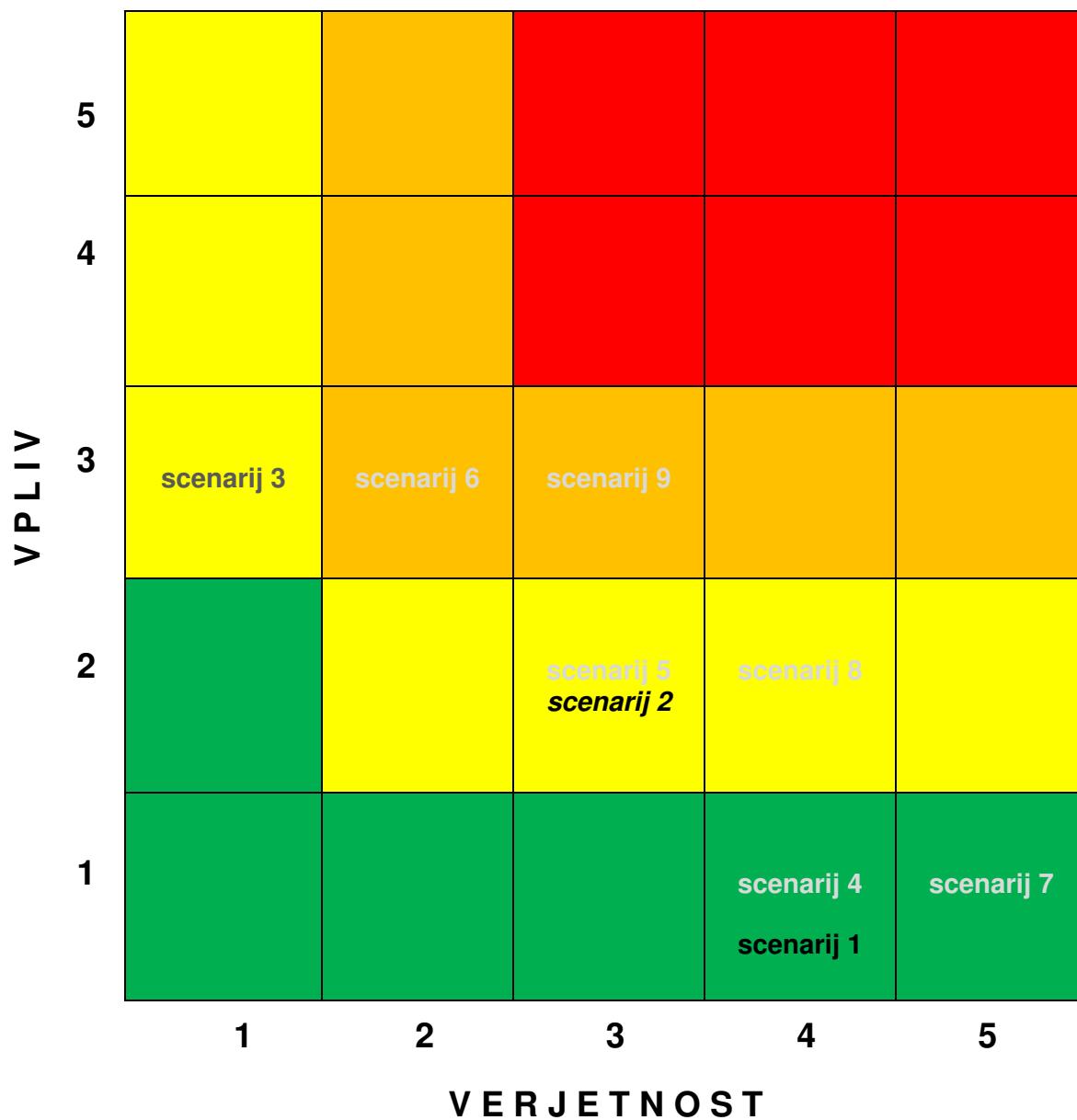
- Vplivi na ljudi niso ocenjeni, saj suša (v zmernih geografskih širinah!) ne povzroča žrtev in razseljenosti. Zato matrika tveganja z vplivi na ljudi manjka.
- Politični in družbeni vplivi so zaznavni le za najhujši, Scenarij tveganja 3 (in pripadajoče scenarije tveganja 6 in 9 za dve projekciji podnebnih sprememb), ki je najmanj verjeten in za katerega je ocena najmanj zanesljiva. Za ostala scenarija tveganja ti vplivi niti niso ocenjeni.
- V združeni matriki so torej za scenarija tveganja 1 in 2 stopnje povzete iz matrike gospodarskih in okoljskih vplivov ter vplivov na kulturno dediščino. Za Scenarij tveganja 3 pa je združena ocena vplivov ocenjena z zaokroževanjem navzgor – na 3. stopnjo. Izračun povprečnih vplivov za matriki z združenim prikazom vplivov tveganja je povzet v tabeli 11.

Združena matrika tveganja je torej po stopnjah identična matriki tveganja za gospodarske in okoljske vplive ter vplive na kulturno dediščino. Združena matrika tveganja je na sliki 14 .

Tabela 11: Izračun povprečnih vplivov tveganja za matriko z združenim prikazom vplivov tveganja

Scenariji tveganja	Stopnja vplivov na ljudi	Stopnja gospodarskih in okoljskih vplivov ter vplivov na kulturno dediščino	Stopnja političnih in družbenih vplivov	Izračunana vrednost skupnih (povprečnih) vplivov	Stopnja skupnih (povprečnih) vplivov tveganja	Verjetnost tveganja	Zanesljivost rezultatov analize tveganja
Scenarij tveganja 1	NO	1	NO	1	1	4	razmeroma zanesljiva
Scenarij tveganja 2 (reprezentativen scenarij)	NO	2	NO	1	2	3	razmeroma zanesljiva
Scenarij tveganja 3	NO	3	2	2,5	3	1	srednje zanesljiva
Scenarij tveganja 4 (projekcija podnebnih sprememb RCP4.5)	NO	1	NO	1	1	4	Manj zanesljiva
Scenarij tveganja 5 (projekcija podnebnih sprememb RCP4.5)	NO	2	NO	1	2	3	Manj zanesljiva
Scenarij tveganja 6 (projekcija podnebnih sprememb RCP8.5)	NO	3	2	2,5	3	2	Manj zanesljiva
Scenarij tveganja 7 (projekcija podnebnih sprememb RCP8.5)	NO	1	NO	1	1	5	Manj zanesljiva
Scenarij tveganja 8 (projekcija podnebnih sprememb RCP4.5)	NO	2	NO	1	2	4	Manj zanesljiva
Scenarij tveganja 9 (projekcija podnebnih sprememb RCP8.5)	NO	3	2	2,5	3	3	Manj zanesljiva

MATRIKA TVEGANJA ZA SUŠO Z ZDRUŽENIM PRIKAZOM VPLIVOV

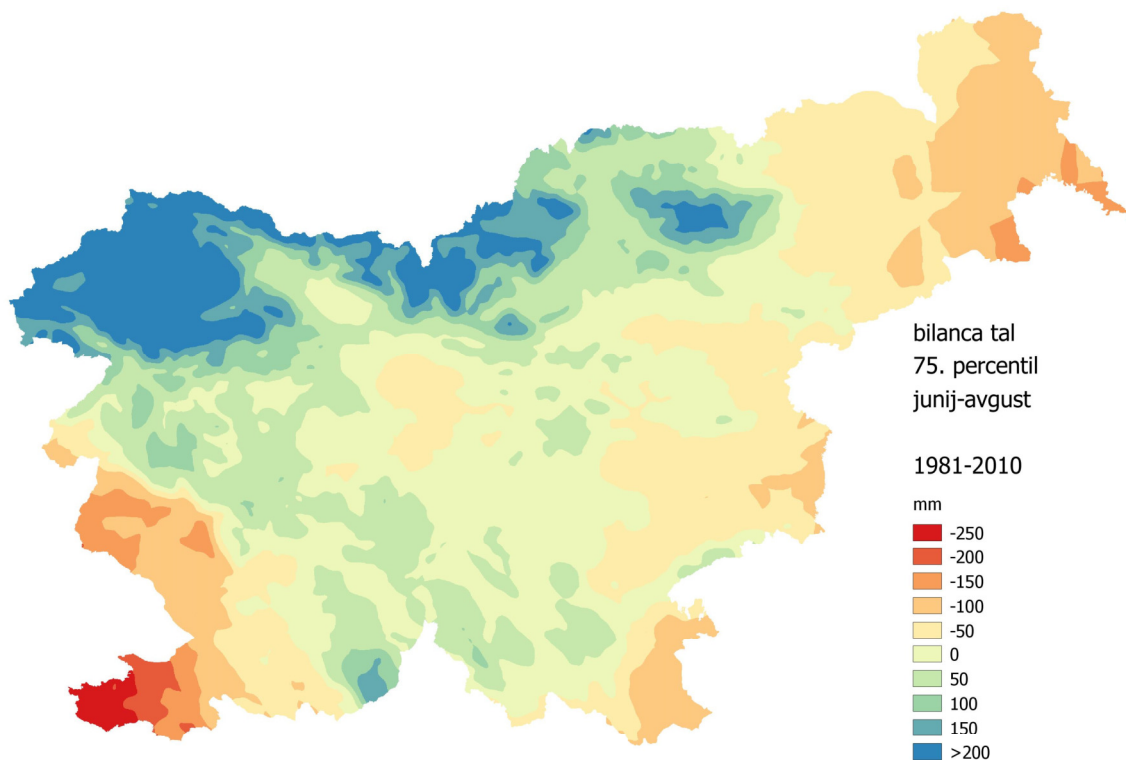


Slika 14: Zdržena matrika tveganja za sušo. Legenda in pojasnila so v tabeli 6 na strani 31

5.5 Geografska opredelitev tveganja – notranja kategorizacija

Suša v meteorološkem smislu ne more biti lokalno izoliran pojav. Ker suše ne moremo analizirati za obdobja, krajša kot en mesec (v tej oceni je privzeto dvomesečno oziroma 60-dnevno obdobje), primanjkljaj padavin ni vezan npr. na en sam nevihtni dogodek, temveč predstavlja časovno povprečje padavinskega dogajanja v daljšem časovnem obdobju. Zato lahko o razsežnostih pojava suše govorimo kvečjemu o posameznih regijah. Res pa se posledica oziroma vplivi lahko pojavljajo lokalno, saj je izpostavljenost ali ranljivost lahko prostorsko zelo variabilna.

Težavo pa predstavljajo dostopni podatki. Na eni strani meteorološki podatki, kjer je – kot je bilo omenjeno v poglavju o metodologiji – pomembna kakovost in časovna homogenost. Na Uradu za meteorologijo ARSO so veliko naporov posvetili homogenizaciji podatkov – posebni proceduri, ki poskuša iz časovnih nizov odstraniti vzroke sprememb vrednosti spremenljivk, ki niso povezane z variabilnostjo vremena in podnebja, temveč s spremembami lokacije meritev, okolice merilnih postaj, merilne metode ipd. Takšne časovne vrste so potem usklajene do takšne mere, da jih je mogoče uporabiti za izdelavo klimatoloških kart (padavine, temperatura ipd.). Kot je omenjeno v poglavju o metodologiji, je za sušo najpomembnejša površinska oziroma meteorološka vodna bilanca – razlika med količino padavin in potencialno izgubo vode iz referenčne površine (privzeta je pokošena trava). Na sliki 15 je prikazana statistična obdelava meteorološke vodne bilance za poletne mesece (junij, julij, avgust) za obdobje 1981 - 2010. Pod izrazom "statistična obdelava" pa ni mišljeno povprečje, saj za sušo niso pomembne „običajne“ razmere. Prav tako niso prikazane absolutne ekstremne vrednosti, saj so le-te preveč odvisne od ene same situacije. Zato je izbrana statistična obdelava, ki prikazuje razmere nekako „vmes“ - med povprečnimi in ekstremnimi razmerami. Prikazan je 75. percentil porazdelitve kumulativne poletne meteorološke vodne bilance, torej grobo rečeno sušne razmere z 4-letno povratno dobo.



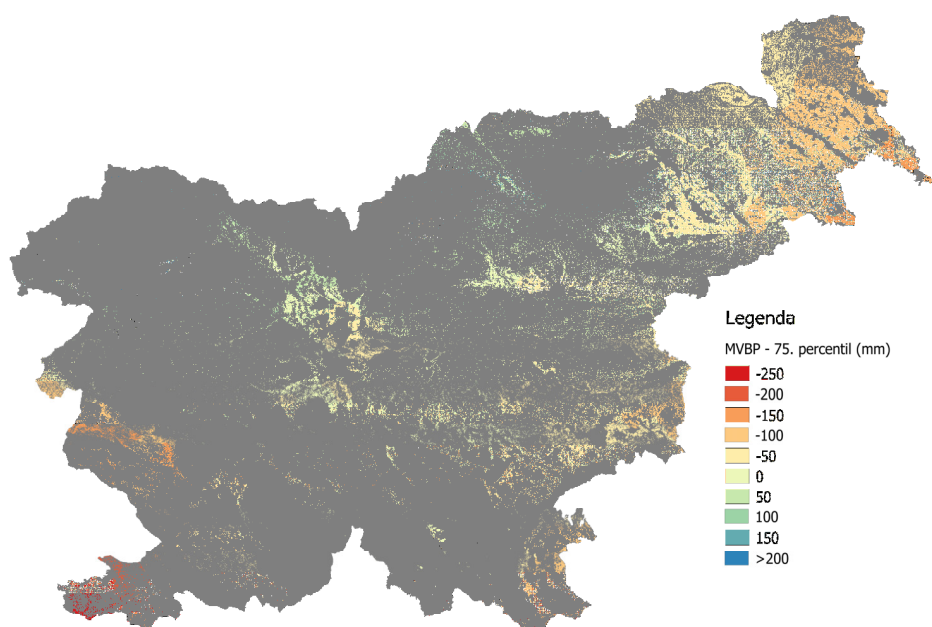
Slika 15: Meteorološka vodna bilanca (razlika med količino padavin in kumulativno referenčno evapotranspiracijo) – 75. percentil za poletne mesece za obdobje 1981 – 2010

Drugi pomembni naravni faktor, ki vpliva na stopnjo posledice suše, je kakovost tal, oziroma sposobnost tal za zadrževanje vode. Plitva prodnata in peščena tla predstavljajo večje tveganje za pojav posledic suše, saj v primeru zaostrenih razmer (ko potencialna izguba vode pomembno presega količino padavin) ne zagotavljajo zaloge vode v tleh. Zato se sušni stres pojavi prej kot na območjih, kjer zaloga vode v tleh omogoča kmetijskim rastlinam do neke mere lažje preživetje zaostrenih razmer. Glede poletne suše je torej kombinacija plitvih tal in neugodnih meteoroloških razmer najbolj tvegana za pojav posledic.

Namen regionalne kategorizacije tveganja je določiti razrede oziroma stopnje tveganja za neko nesrečo – v tem primeru sušo - tudi na ravni posameznih prostorskih enot; kot najprimernejše prostorske enote so izbrane občine. Tudi za te primere se lahko uporabi petstopenjska kategorizacija občin glede na velikost tveganja. To je lahko podlaga za različne aktivnosti in odločitve, povezane z vrsto tveganja. Težava pa je v tem, da – za razliko od krovnega, nacionalnega nivoja – niso bila dogovorjena natančna merila za ovrednotenje tveganja in meje med posameznimi razredi. Za regionalno oziroma občinsko opredelitev tveganja se sicer lahko uporabi enaka, petstopenjska lestvica (tabela 12), vendar

so ta merila specifična za vsako nesrečo in niso primerljiva med posameznimi nesrečami, kot je zaradi večje standardizacije primer za nacionalni nivo.

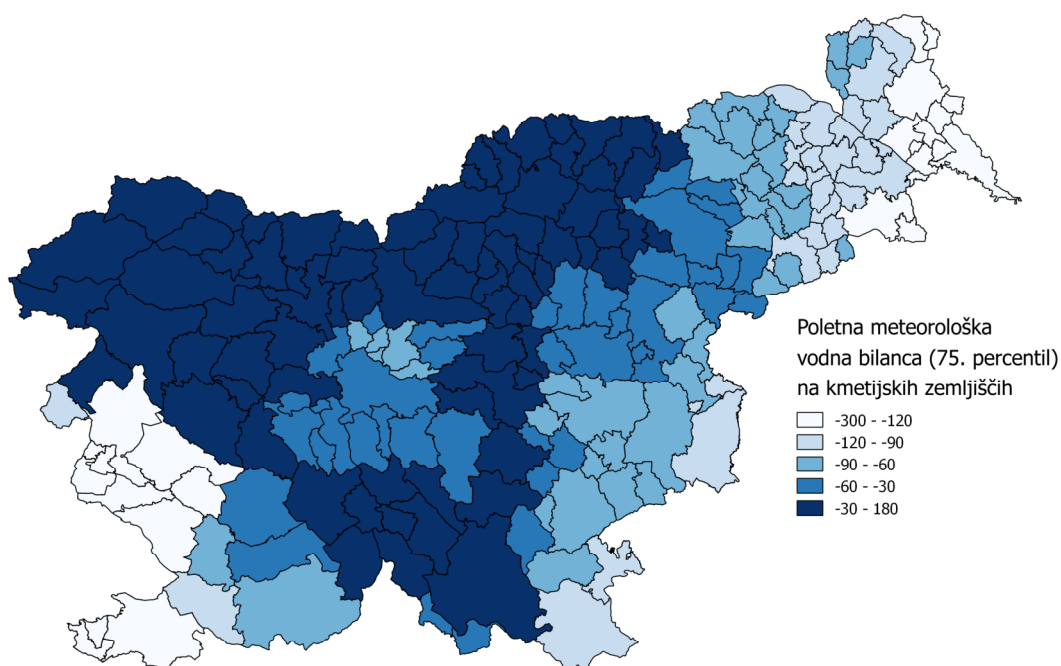
Prva komponenta tveganja sta naravna faktorja, opisana v prejšnjem poglavju (meteorološka vodna bilanca in rastlinam dostopna voda v tleh). Za potrebe kategorizacije po občinah je najprej treba oba podatka agregirati na nivo posamezne občine. Še pred tem pa je potrebno podatke primerno filtrirati – upoštevati je potrebno samo podatke za tista območja, kjer potencialno lahko nastaja škoda. Na sliki 16 je prikazana meteorološka vodna bilanca – 75. percentila za poletne mesece za obdobje 1981-2000; enak podatkovni sloj, kot je prikazan na sliki 15, vendar prekrit s slojem GERK za izbrana kmetijska zemljišča (njivske površine in trajni nasadi). Ti podatki so potem agregirani oziroma povprečeni za posamezne občine – rezultat je na sliki 17. Na enak način so po občinah povprečeni tudi podatki o tleh (slika 18).



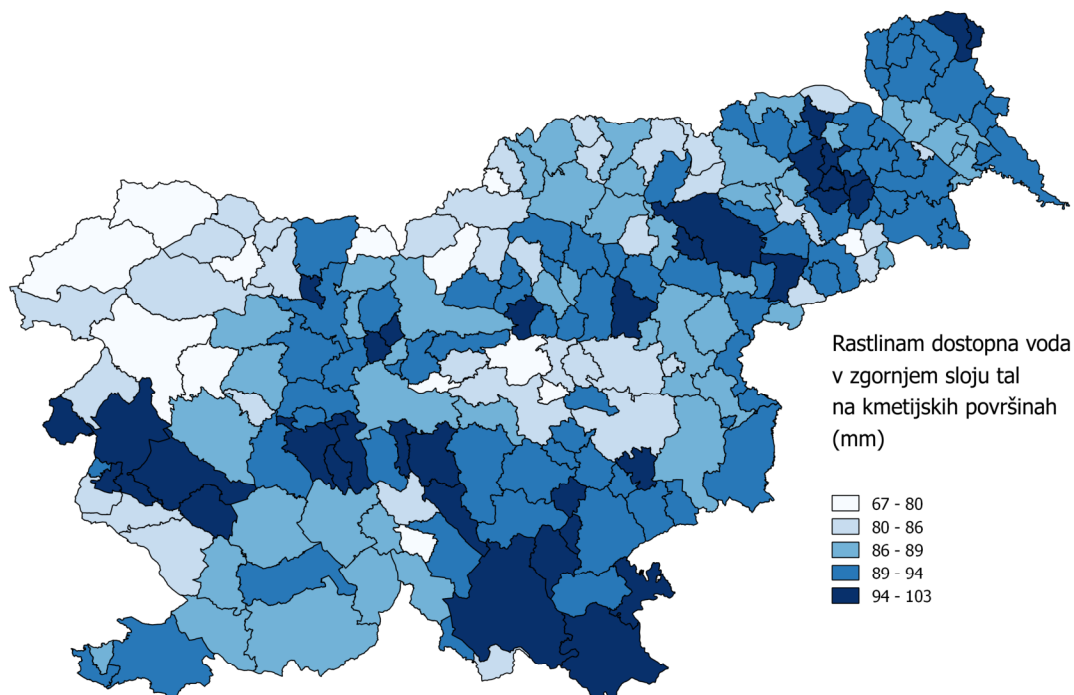
Slika 16: Poletna meteorološka vodna bilanca (MVBP) - karta 75. percentila, prekrita s prostorskimi enotami GERK z ustrezno šifro rabe. Upoštevana so samo kmetijska zemljišča z njivami, hmeljišči in trajnimi nasadi, kjer nastaja največji del škode zaradi pojava suše. Območja, kjer ni prekrivanja, so obarvana sivo

Tabela 12: Razredi in stopnje notranje kategorizacije zveganja (v našem primeru po občinah)

Razred kategorizacije tveganja po občinah	Stopnja kategorizacije tveganja
1	zelo majhna
2	majhna
3	srednja
4	velika
5	zelo velika

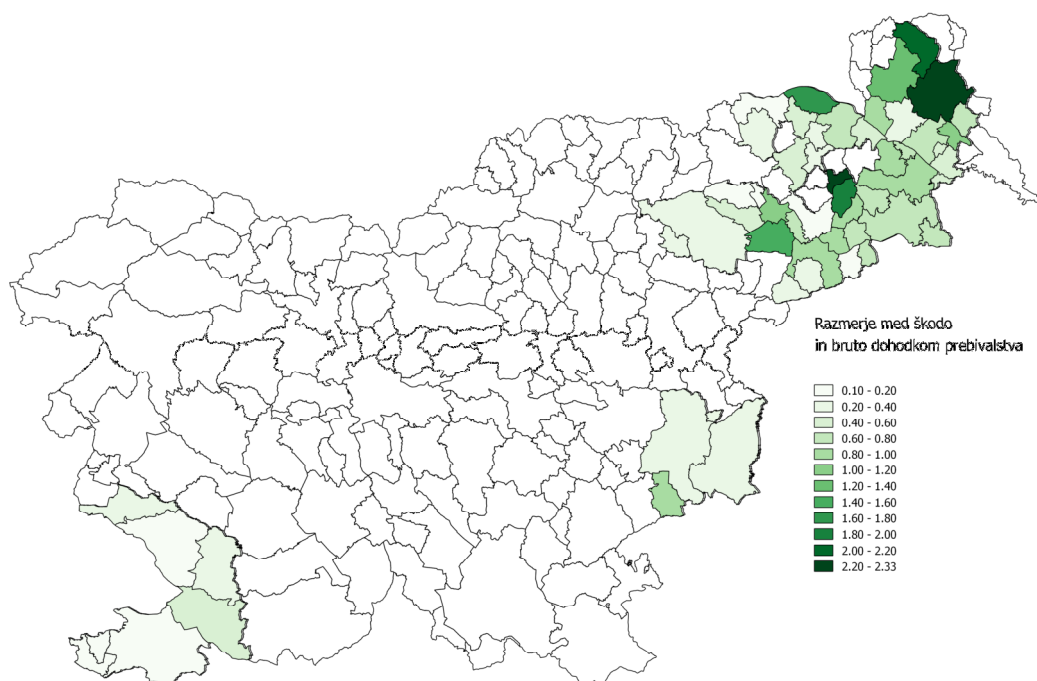


Slika 17: Meteorološka vodna bilanca (75. percentil za poletne mesece za obdobje 1981 - 2010), povprečje po občinah



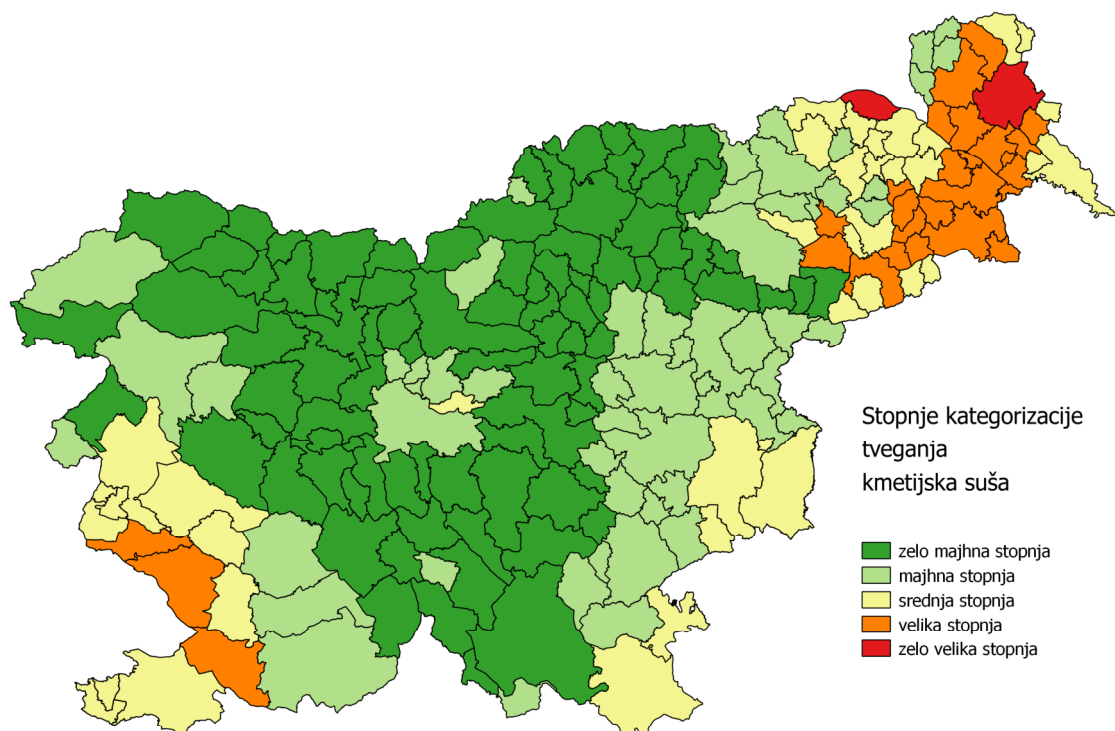
Slika 18: Rastlinam dostopna voda (mm v 100 cm sloju tal), povprečje po občinah

Poleg naravnih faktorjev pa moramo upoštevati tudi empirične podatke o škodah zaradi suše. Podatki o škodah zaradi suše so zbrani v podatkovni bazi na URSZR za suše po letu 2006 in so sešteti po občinah ter objavljeni v vladnih programih za odpravo posledic suše v kmetijstvu. Zanimiva pa je primerjava škode s prihodki prebivalstva v posamezni občini; SURS je zbral podatke o številu aktivnih prebivalcev po občinah in njihovih povprečnih plačah. Produkt števila aktivnih prebivalcev in povprečne bruto plače v letu 2013 nam oriše skupni prihodek prebivalstva v posamezni občini. Podatek seveda ni popoln, saj ne upošteva migracij (zaslužki prebivalstva v sosednjih občinah, večjih urbanih središčih in tudi v sosednjih državah), zato ne odsluka dejanskega standarda tam živečih prebivalcev. Prikaže pa nam sliko o splošni gospodarski aktivnosti v posamezni občini. Primerjava oziroma razmerje med skupno škodo zaradi suše v obdobju 2007 – 2013 in skupnimi bruto prihodki prebivalstva nam indicira, v katerih občinah so škode tako velike, da v omenjenem obdobju – po treh večjih sušah – praktično izničijo prihodke prebivalstva v lokalnem gospodarstvu. V nekaterih občinah v severovzhodni Sloveniji to razmerje celo presega 2, torej je škoda zaradi suše v obdobju 2007 – 2013 dvakrat večja kot letni prihodki prebivalstva v lokalnem gospodarstvu. Razmerje med uradno ugotovljeno škodo zaradi suše v letih 2007, 2012 in 2013 in bruto plačami aktivnega prebivalstva po občinah v letu 2013 je prikazano na sliki 19.



Slika 19: Razmerje med uradno ugotovljeno škodo zaradi suše v letih 2007, 2012 in 2013 in bruto plačami aktivnega prebivalstva po občinah v letu 2013

Na sliki 20 je narisana kategorizacija tveganja po posameznih občinah, narejena na podlagi kombinacije (uteženega povprečja) podatkov o geografski razporeditvi preteklih škod za obdobje 2007 – 2013 v razmerju do prihodkov prebivalstva v lokalnem gospodarstvu in geografski razporeditvi meteoroloških in pedoloških lastnosti. Največja utež (v razmerju 1:2) je bila dodeljena podatkom o preteklih škodah, saj le-te pomenijo dejansko realizacijo nesreče oziroma njenih posledic. Številski podatki po občinah so v prilogi v tabeli 15 na strani 67. Še enkrat pa je potrebno poudariti, da za notranjo kategorizacijo merila v okviru delovne skupine niso bila dogovorjena na podoben način, kot so bila dogovorjena za območje celotne države. Zato je kategorizacija narejena sicer na podlagi zbranih meteoroloških in pedoloških podatkov ter podatkov o škodah, razdelitev pa je v precejšnji meri subjektivna.



Slika 20: Kategorizacija tveganja pojava suše po občinah, narejena na podlagi meteoroloških podatkov, podatkov o tleh ter podatkov o škodah zaradi suše v obdobju 2007 - 2013

6. Povzetek ocene tveganja za sušo

Oceno tveganja za sušo je izdelal ARSO Ministrstva za okolje in prostor. Metodologija, po kateri je bila izdelana, je povzeta po agrometeorološki praksi izračuna meteorološke vodne bilance, ki je bila že uporabljena in večkrat dokumentirana ob posameznih pojavih suše. V septembru 2016 je bila ocena dopolnjena z predvidenim vplivom podnebnih sprememb v 21. stoletju.

Definicija suše je problematična, saj je suša bolj kompleksen pojav kot zgolj pomanjkanje padavin. Obstajajo številne definicije suše, ki skušajo slediti stopnji vplivov suše na življenjske in gospodarske razmere. Prvi med vzroki v zmedi pri snovanju objektivne definicije je različno pojmovanje suše med strokovnjaki, glede na njihovo strokovno področje (meteorologija, hidrologija, vodni viri, ekonomija, kmetijstvo itd.). Druga težava je močna povezanost definicije suše z zemljepisnimi, hidrološkimi, geološkimi, zgodovinskimi in kulturnimi značilnostmi nekega območja. Kot tretje pa je treba omeniti težavno spreminjanje sedanjega izrazoslovja skladno s spoznanji in priporočili sodobnih raziskav. Kljub temu je analiza količine padavin najpomembnejši podatek pri oceni jakosti suše. Količina padavin se sicer meri v enotah prostornine padle tekoče vode na enoto površine, torej v litrih na kvadratni meter, l/m². Tako številsko kot fizikalno pa enota l/m² ustreza višini stolpca padavinske vode, izraženega v milimetrih. Zato so v tem delu (kot tudi v večini strokovne literature) za količino padavin uporabljeni milimetri. Prav tako so milimetri uporabljeni za količino vode, ki se iz površine izgubi zaradi izhlapevanja in dihanja rastlin – evapotranspiracije.

Naravni in človeški sistemi so večinoma prilagojeni razpoložljivim vodnim virom in njihovi prostorski in časovni razporeditvi. Pomanjkanje vode doseže mejo sušnosti, ko se že poznajo vplivi na sicer prilagojene življenjske procese in ko se pojavi občutnejša škoda. Velikost in trajanje škodljivega negativnega odstopanja razpoložljivosti vode je odvisna od sovpadanja s procesi v tistem obdobju, obdobja leta in geografske lege. Vse te različne spremenljivke onemogočajo natančno določitev definicije suše.

Glede na dolžino trajanja obdobja brez padavin se lahko pri suši v splošnem ovrednotijo trije prevladujoči vidiki:

- **meteorološki**, ki ga opisujemo kot podaljšano obdobje s pomanjkanjem padavin in ga pogosto opredelimo kot zmanjšanje števila dni s padavinami v primerjavi z »normalnim« referenčnim obdobjem;

- **hidrološki**, ki ga opisujemo kot zmanjšanje količine vode v rekah, jezerih in znižanje gladine podzemne vode;

- **kmetijski**, ki predstavlja nezadostno količino vode v tleh, ki jo kmetijske rastline potrebujejo za normalen razvoj. Kadar nastopi v času intenzivne rasti in razvoja kmetijskih rastlin, je pridelek zmanjšan ali celo popolnoma uničen.

Razmeroma pogosto pojavljanje suše, stopnjevanje intenzitete in pogostosti suše v zadnjih desetletjih in sorazmerno natančni podatki o skupni škodi zaradi suše omogočajo precej natančno ocenjevanje tveganja.

Glede na pretekle izkušnje s sušo ta povzroča največ škode v kmetijstvu. Kmetijska suša pomeni predvsem težave z izsušenimi tlemi in zato sušni stres kmetijskih rastlin. V praksi se kot indikator uporablja tako imenovana **površinska vodna bilanca** (tudi **meteorološka vodna bilanca**), torej razlika med količino padavin v nekem obdobju, in potencialno izgubo vode s površja zaradi izhlapevanja in dihanja rastlin – potencialno evapotranspiracijo. Z meteorološko vodno bilanco razmeroma preprosto, vendar objektivno določamo sušno obdobje, kar je primerna podlaga za prvo oceno pojava kmetijske suše. Ključna sta razporeditev padavin in razmerje med količino padavin ter količino izhlapele vode. Če se za obdobje uporabi standardno vegetacijsko obdobje (med 1. aprilom in 30. septembrom), se tako najbolj preprosto ponazori razmerje med padavinami in izhlapelo vodo v vegetacijski sezoni. Meteorološka vodna bilanca ocenjuje količine neto dotoka ali odtoka vode na površini tal na nekem območju v točno določenem časovnem obdobju. S kumulativno vodno bilanco v izbranem vegetacijskem obdobju se lahko ugotavljajo začetek, potek in konec kmetijske suše na različnih lokacijah. Dolgoletni nizi podatkov o meteorološki vodni bilanci omogočajo, da se s statističnimi metodami prek statističnih pragov ugotovi tudi jakost suše.

V zadnjih petdesetih letih (1963–2013) je v RS suša kar 18-krat povzročila težave različno velikih razsežnosti v kmetijski proizvodnji, in sicer v letih 1967, 1971, 1976, 1983, 1984, 1988, 1992, 1993, 1994, 2000, 2001, 2003, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012 in 2013. V teh letih je bil povprečni kumulativni primanjkljaji vode (negativna vodna bilanca) za kmetijske rastline v poletnem obdobju od junija do konca avgusta v prizadetih regijah večji kot 100 mm. Takšen primanjkljaj se je največkrat, 43-krat, pojavil na Primorskem, 15-krat v Prekmurju, po 11-krat v Podravju in na Goriškem, na drugih območjih pa od šestkrat do osemkrat. Leta 2013 se je pojavil tako visok primanjkljaj tudi na Koroškem, kar v preteklosti ni bilo pogosto. Velika škoda se je pojavila dvanajstkrat po letu 1990, od tega kar devetkrat po letu 2000. Med najhujšimi je bilo leto 2003, ko je več kot 60 odstotkov slovenskega ozemlja prizadela ekstremno huda suša. Značilnost kmetijskih suš je, da so pogostejše in intenzivnejše v

zadnjih desetih letih. Pojavnost pa je tako časovno kot prostorsko od leta do leta drugačna. Dejstvo je, da suša poleg najbolj ranljivih regij severovzhodnega in jugozahodnega dela države prizadene tudi druga območja. Suše so v letih 2000, 2001, 2003, 2006, 2007, 2012 in 2013 dosegle razsežnosti naravne nesreče. Ocenjena neposredna škoda je presegla 0,3 promila načrtovanih prihodkov državnega proračuna, s čimer je bil dosežen predpisani prag za pomoč skladno z Zakonom o odpravi posledic naravnih nesreč (ZOPNN, Uradni list RS, št. 75/03, 114/05 – UPB, 90/07, 102/07, 40/12 – ZUJF in 14/14). Ocenjena škoda v teh primerih je tudi glavni vir podatkov o vplivu suše kot naravne nesreče.

V oceni tveganja so bili narejeni trije osnovni scenariji tveganja za sušo. Dva scenarija vsebujeta tipične značilnosti opisanih pojavov suše, en scenarij pa obravnava hipotetično izredno močan pojav suše.

Prvi scenarij tveganja predstavlja sušo, ki škodo v kmetijstvu povzroča le v posameznih regijah in ne na ozemlju celotne države. Škoda je omejena tako glede skupne površine kmetijskih zemljišč kot skupne finančne in gospodarske škode v kmetijstvu, ki praviloma ne dosega 50 milijonov evrov. Primeri uresničitve scenarija za takšno sušo so suše v letih 2001, 2006 in 2007. Analiza povratnih dob, narejena na podlagi več kot 50-letnega arhiva meteoroloških podatkov je pokazala, da je povratna doba takšnega dogodka krajša od 25 let. Glede na merila za ovrednotenje verjetnosti za nesrečo ta scenarij tveganja torej po verjetnosti pojava spada v četrto stopnjo verjetnosti (povratna doba pet do 25 let).

Drugi scenarij tveganja predstavlja pojav suše, ki zajame večji del države in v kmetijstvu povzroči veliko materialno škodo, ki presega 100 milijonov evrov. Primer uresničitve tega scenarija sta suši leta 2003 in 2013. Kljub temu da je do takšnega dogodka prišlo kar dvakrat v desetih letih, je statistična analiza privedla do ocene za povratno dobo približno 100 let. Ocena je narejena na podlagi več kot 50-letnega arhiva, še enkrat pa je treba poudariti, da časovni trendi znotraj obravnavanega obdobja niso upoštevani.

Tretji scenarij tveganja je scenarij hipotetične suše, ki se v zadnjih 70 letih (verjetno pa tudi prej) še ni zgodila. Uničena bi bila najmanj polovica celotne kmetijske pridelave, škoda bi presegla en odstotek BDP. Posledice bi se pojavile tudi v drugih sektorjih gospodarskega in družbenega življenja.

O zanesljivosti scenarijev tveganja je mogoče ugotoviti, da sta prva dva zelo zanesljiva. Ne samo zato, ker so se takšni dogodki v zadnjem obdobju že zgodili, temveč tudi zato, ker so se zgodili večkrat, zato je mogoče zanesljivo oceniti tudi verjetnost oziroma pogostost pojava, ne le posledice. Zaradi enakih vzrokov je Scenarij tveganja 3 precej manj zanesljiv in tudi slabše opisan, saj ga ne moremo potrditi z resničnim primerom, na katerega bi lahko

oprli oceno posledic. Bolj zanesljiva pa je verjetnost pojava po Scenariju tveganja 3, saj lahko dokaj zanesljivo ugotovimo, da je njegova povratna doba daljša od 200 let.

Obseg posledic vseh treh scenarijev tveganja je bil primerjan z merili, enotnimi za vse nesreče, za ovrednotenje vplivov tveganja in verjetnosti za nesrečo. Glede na velikosti vplivov v primerjavi z merili so posledice in verjetnost vseh treh scenarijev tveganja predstavljeni v posameznih matrikah tveganja z razdruženim prikazom vplivov ter v matriki tveganja z združenim prikazom vplivov. Matrike tveganja predstavljajo grafični prikaz velikosti vplivov in verjetnosti vseh obravnavanih scenarijev tveganja glede na merila za ovrednotenje vplivov tveganja in verjetnosti za nesrečo. Prek različnih kombinacij stopenj vplivov in verjetnosti v matrikah tveganja, pri čemer imajo večjo težo vplivi, pridemo do štirih mogočih stopenj tveganja.

Matrike tveganja za sušo z oceno vplivov na ljudi ni oziroma je ostala neizpolnjena, saj neposrednega vpliva na ljudi (mrtvi, ranjeni in preseljeni prebivalci v smislu trajnega ukrepa) pri suši ni. Tudi politični in družbeni vplivi so zanemarljivi – z izjemo Scenarija tveganja 3, pri čemer je treba upoštevati vpliv na BDP v letu nesreče in naslednjem letu. Ob izjemni škodi v kmetijstvu lahko pričakujemo, da bo tudi v letu po nesreči prihodek iz kmetijstva bistveno zmanjšan, kar lahko povzroči padec BDP za približno en odstotek. Zato lahko za Scenarij tveganja 3 z vidika političnih in družbenih vplivov šteje druga stopnja teh vplivov.

Najpomembnejši vpliv suše pa je neposredna gospodarska škoda v kmetijstvu. Škoda se lahko oceni neposredno iz preteklih dogodkov (scenarija tveganja 1 in 2) ali z manjšo zanesljivostjo za hipotetičen Scenarij tveganja 3. Glede na podatke o škodah ob sušah, ki so predstavljale osnovo scenarijev tveganja 1 in 2 (suše v letih 2001, 2003, 2006, 2007 in 2013), so gospodarski in okoljski vplivi in vplivi na kulturno dediščino za scenarij tveganja 1 uvrščeni v prvo stopnjo, za Scenarij tveganja 2 pa v drugo stopnjo. Gospodarski in okoljski vplivi in vplivi na kulturno dediščino za Scenarij tveganja 3 so s srednjo zanesljivostjo uvrščeni v tretjo stopnjo.

Ocena namenja tudi pozornost tudi vplivu bodočih podnebnih sprememb na pojav suše. Najnovejša dognanja o pričakovanih globalnih spremembah podnebja (s poudarkom na 21. stoletju) so zbrana v petem poročilu Medvladnega odbora za podnebne spremembe (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)). Novost v tem poročilu so novi scenariji časovnih potekov emisij toplogrednih plinov, spremljajočih sprememb pokrovnosti tal ter koncentracij različnih primesi v zraku (tako toplogrednih plinov kot različnih polutantov in drugih primesi). Ker ne gre samo za sklepanje na končno koncentracijo toplogrednih plinov ob koncu 21. stoletja, se ti scenariji imenujejo »značilni poteki vsebnosti« (Representative Concentration Pathways – RCP). Poročilo obravnava štiri različne scenarije značilnih

potekov vsebnosti z oznakami RCP8.5, RCP6, RCP4.5 in RCP2.6. Imena so določena po pribitku neto dolgovalovnega sevanja na površini Zemlje, ki je posledica povečane koncentracije toplogrednih plinov v ozračju.

Za najbolj črnogledega velja značilni potek RCP8.5, ki predvideva stalno vztrajno rast koncentracije toplogrednih plinov celotno 21. stoletje in nadaljevanje rasti tudi v naslednjem stoletju. Ob koncu 21. stoletja naj bi bil pribitek neto dolgovalovnega sevanja $8,5 \text{ W/m}^2$, kar po izračunih, narejenih s pomočjo globalnih klimatskih modelov, pomeni dvig povprečne temperature na površju Zemlje za približno $3,7$ stopinje Celzija glede na referenčno obdobje 1986–2005 (zaradi negotovosti pri izračunu je primerneje navajati interval od $2,6$ do $4,8$ stopinje Celzija). Sledita dva značilna poteka, ki v 21. stoletju predvidevata ustavitev rasti emisij in stabilizacijo koncentracij toplogrednih plinov zaradi tehnološkega razvoja in usklajenega delovanja politik večine svetovnih držav. Značilni potek RCP6 predvideva stabilizacijo pri pribitku neto dolgovalovnega sevanja 6 W/m^2 , značilni potek RCP4.5 pa pri $4,5 \text{ W/m}^2$. Značilni potek RCP6 naj bi po izračunih do konca 21. stoletja privedel do povprečnega dviga temperature za $2,2$ stopinje Celzija (oziroma v razponu od $1,4$ do $3,1$ stopinje Celzija), značilni potek RCP4.5 pa do povprečnega dviga temperature $1,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (oziroma v razponu od $1,1$ do $2,6$ stopinje Celzija). Najbolj optimističen značilni potek RCP2.6 predvideva, da bi pribitek dolgovalovnega sevanja v prvi polovici 21. stoletja narasel do 3 W/m^2 in nato začel upadati. Do konca 21. stoletja bi upadel na $2,6 \text{ W/m}^2$, kar bi povzročilo dvig povprečne temperature za približno eno stopinjo Celzija (oziroma v razponu od $0,3$ do $1,7$ stopinje Celzija). Za potek dogodkov po najbolj optimističnem značilnem poteku RCP pa je potrebno polno sodelovanje vseh držav sveta in skupno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za do 70 odstotkov.

Za ocene podnebnih sprememb na tako majhnem območju, kot je Slovenija, je potrebno globalne ocene sprememb podnebja prilagoditi za uporabo na podrobnejši prostorski skali. V prvi fazi je prilagoditev na kontinentalno prostorsko skalo opravil konzorcij, zbran v evropskem projektu EURO-CORDEX. V drugi fazi pa bo za območje Slovenije izračune v še podrobnejši prostorski skali pripravil ARSO, ki je v letu 2016 začel s projektom Ocena podnebnih sprememb do konca 21. stoletja. Projekt obravnava pripravo ocene podnebnih sprememb v prihodnosti ter njihov vpliv na izredne dogodke, kot so vročinski valovi, suše, izredni padavinski pojavi, pozebe, visokovodne razmere ipd. Za ta namen je že vzpostavljena zbirka rezultatov podnebnih modelov v dnevni časovni skali za obdobje 2005–2100 za najnižjo in najvišjo dnevno temperaturo zraka, povprečno relativno vlago, povprečno hitrost vetra, energijo sončnega obsevanja in količino padavin. Podatki temeljijo na rezultatih projekta EURO-CORDEX za dva izbrana značilna poteka vsebnosti: zmerno optimističnega RCP4.5 (ki globalen dvig temperature omejuje na približno dve stopinji Celzija) in pesimističen RCP8.5, ki ne predvideva stabilizacije vsebnosti toplogrednih plinov.

Na podlagi modelskih rezultatov za temperaturo zraka, relativno zračno vlago, hitrost vetra in energijo sončnega obsevanja ter padavine smo za oceno kmetijske suše v prihodnosti ocenili potencialno evapotranspiracijo (ETP) in povratne dobe za 60-dnevni vodni primanjkljaj – po enaki metodologiji, kot je bila uporabljena za oceno tveganja pojava kmetijske suše na podlagi arhivskih merskih podatkov. V tej oceni tveganja za nastanek suše v spremenjenih podnebnih pogojih so bili uporabljeni modelski rezultati regionalnega modela CCLM4, vgneždenega v globalni model MPI-M-MPI-ESM-LR. Ta se je po več indeksih ujemanja izkazal za najboljšega; vse rezultate modelskih simulacij smo namreč verificirali za spremenljivki povprečna dnevna temperatura zraka in dnevna količina padavin v šestih slovenskih regijah. Regije so bile določene z izbrano statistično metodo razvrščanja v skupine na podlagi povprečnih mesečnih vrednosti glavnih meteoroloških spremenljivk v modelski mreži za obdobje 1981–2010 ter sezonskih trendov teh spremenljivk za obdobje 1961–2011. Rezultati modelskih simulacij na dnevni časovni skali so se najprej agregirali po posameznih regijah, nato pa zbrali skupaj po mesecih za verifikacijsko obdobje 1989–2005. Agregatne vrednosti za dopolnitev treh izvornih scenarijev tveganja so bile pridobljene na enak način kot za izvirne tri scenarije tveganja, narejene na podlagi arhivskih merskih podatkov – dnevne časovne vrste so bile izpisane za osem lokacij, ki ustrezajo meteorološkim postajam, in združene v enotno časovno vrsto z izračunom prostorsko uteženega povprečja.

V matrikah tveganja za sušo na slikah 21 do 23 je poleg osnovnih treh scenarijev tveganja umeščenih še šest scenarijev tveganja za sušo. Ti scenariji so v bistvu izvorni scenariji tveganja 1, 2 in 3, na novo ovrednoteni prek predvidenih podnebnih sprememb. Za ovrednotenje vpliva podnebnih sprememb na sušo sta bila izbrana značilna poteka vsebnosti toplogrednih plinov v prihodnosti – »zmerno optimistični« potek vsebnosti toplogrednih plinov RCP4.5 (Scenariji tveganja 4, 5 in 6) in »pesimistični« potek vsebnosti toplogrednih plinov RCP8.5 (Scenariji tveganja 7, 8 in 9). Upoštevana je bila predpostavka, da bo ranljivost in izpostavljenost družbe na sušo (oziroma, v tej oceni, kmetijstva) v RS ostala na enaki ravni tudi v 21. stoletju in da bodo podobne suše povzročale tudi podobne posledice, kot so jih leta 2003, 2006, 2012 in 2013. Iz tega razloga vpliv v matrikah tveganja za Scenarije tveganja od 4 do 9 ostaja v enakih okvirih kot pri izvornih treh scenarijih tveganja. Vsi premiki na novo ovrednotenih scenarijev tveganja za sušo, do katerih je ob novem ovrednotenju prišlo, so horizontalni, torej v smeri proti večji verjetnosti pojavljanja.

Ocena verjetnosti pojava za Scenarij tveganja 1 in Scenarij tveganja 2 se tudi v spremenjenem podnebnju ob značilnem poteku vsebnosti RCP4.5 ne spremeni. Negotovosti (meje 95 odstotkov intervala zaupanja) ne nakazujejo, da bi se suše z značilno povratno dobo 10 let pojavljale značilno pogosteje kot na pet let. Tudi pri daljši povratni dobi je analiza podatkov pokazala, da zgornja meja intervala zaupanja ostaja v bližini 100-letne povratne

dobe, kar ne opravičuje premika v smeri večje verjetnosti. Ocena verjetnosti pojava za Scenarij tveganja 3 pa se premakne za eno stopnjo, saj to nakazuje premik povratne dobe pod 100 let, tudi zgornja meja intervala zaupanja ostaja na nivoju približno 100 let, kar opravičuje premik proti večji verjetnosti za en razred. Ti trije scenariji tveganja, v katerih je upoštevan RCP4.5, so v matrikah tveganja za sušo označeni kot Scenariji tveganja 4, 5 in 6.

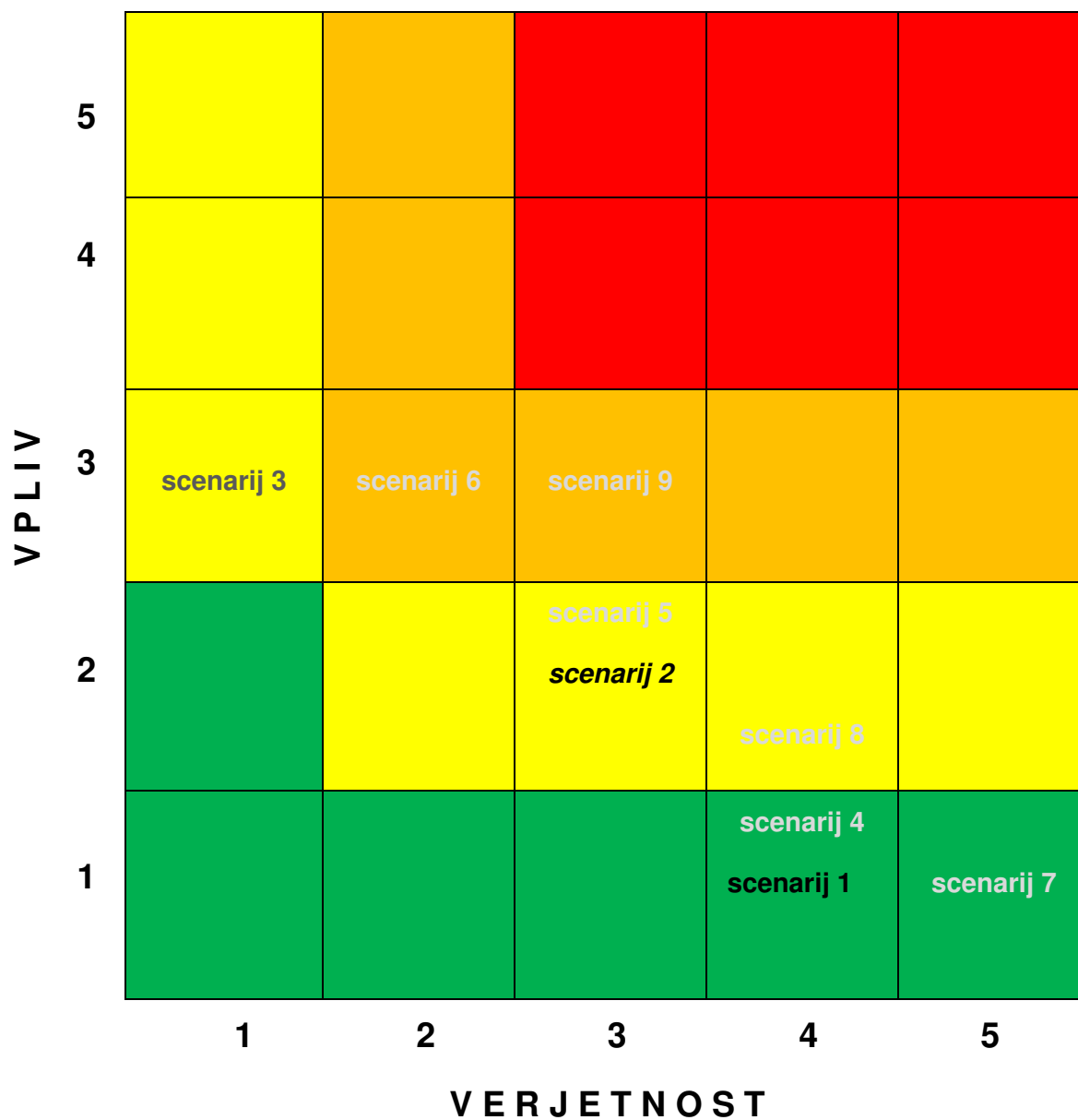
Ob upoštevanju pesimističnega značilnega poteka vsebnosti RCP8.5 se ocena verjetnosti za Scenarij tveganja 1 premakne oziroma poveča za en razred, saj so vse ocene premika 10-letne povratne dobe (vključno z mejami intervala zaupanja) pod petimi leti. Ocena verjetnosti za Scenarij tveganja 2 se prav tako premakne (poveča) za en razred, izračuni kažejo premik povratne dobe precej pod 25 let. Na ravni približno 25 let je tudi zgornja meja intervala zaupanja. Ocena verjetnosti Scenarija tveganja 3 pa se premakne (poviša) kar za dva razreda. To lahko upravičimo s tem, da se 250-letna povratna doba premakne v območje 20–25-letne povratne dobe, zgornja meja intervala zaupanja pa je pod 100 leti. Ti trije scenariji tveganja so v matrikah tveganja označeni kot Scenariji tveganja 7, 8 in 9.

Poudariti je treba, da so vse ocene premikov dodatnih oziroma dopoljenih scenarijev tveganja v spremenjenih podnebnih razmerah zelo nezanesljive v primerjavi z umeščenostjo izvornih scenarijev tveganja 1, 2 in 3, ki so bili oblikovani na podlagi arhiva meritev, torej za preteklo in sedanje podnebje. Vsi scenariji tveganja, ki vključujejo tudi podnebne spremembe (s številskimi oznakami od 4 do 9), so zato obarvani svetlo sivo. Na podlagi razpoložljivih podatkov še ni možno točno napovedati bodočih sprememb v krajevnem in časovnem pojavljanju suše zaradi bodočih podnebnih sprememb. V splošnem se bo verjetnost suše verjetno najbolj povečala predvsem v južni polovici države in v topli polovici leta.

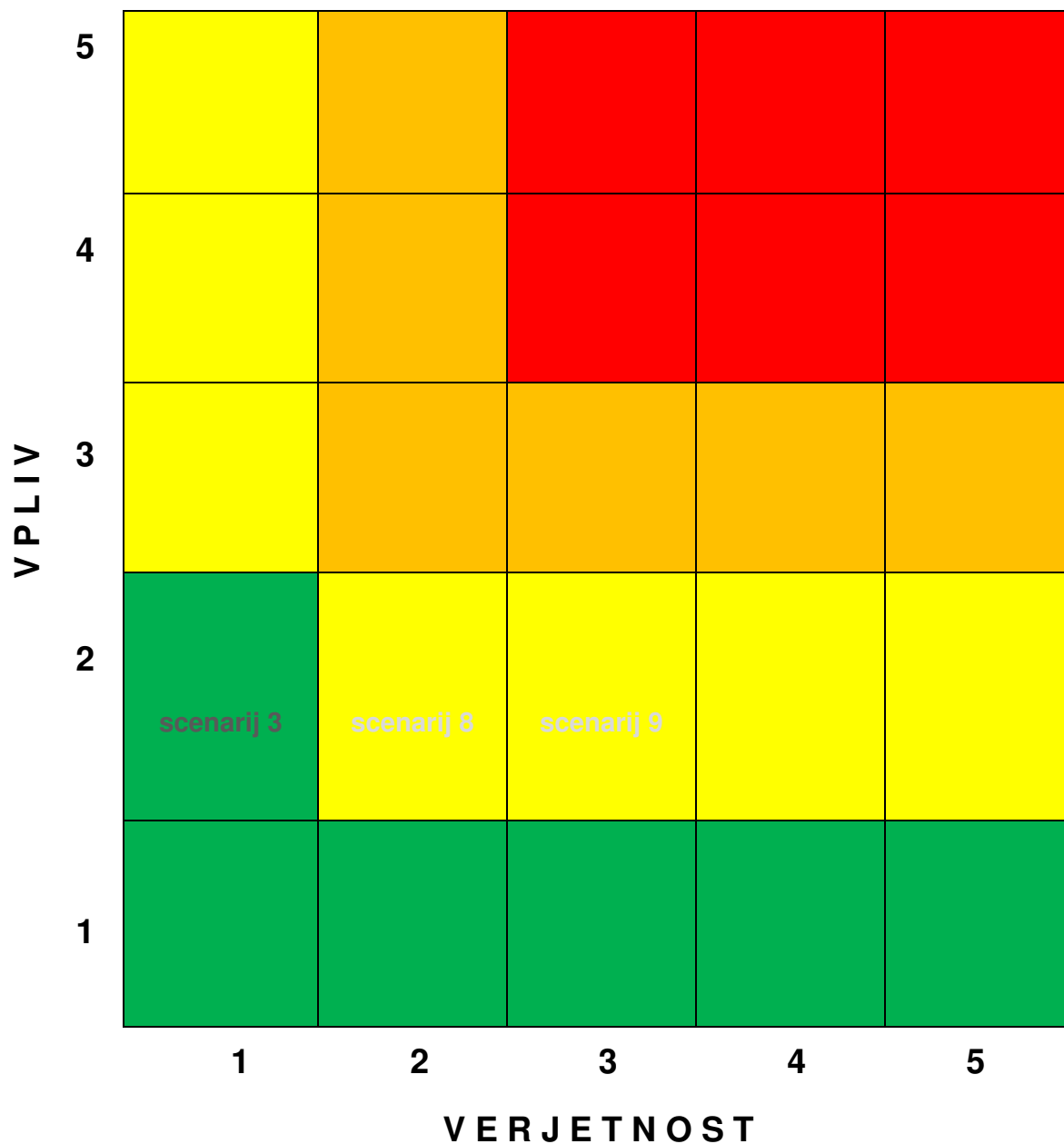
Običajno se kot reprezentativen ne določi scenarij tveganja, ki je teoretično najhujši še mogoč, zato je bil najprej izločen Scenarij tveganja 3. Prav tako ni bil primeren Scenarij tveganja 1, ki je bil velikokrat uresničen (torej se dogaja zelo pogosto) in ne prinaša velikih posledic. **Za sušo je bil zato kot reprezentativen scenarij tveganja izbran izvorni drugi scenarij tveganja.** Reprezentativni scenarij tveganja je v matrikah tveganja za sušo pisan poševno. Lahko bi bil sicer izbran predvsem Scenarij tveganja 2, ovrednoten z dodatnimi vplivi zaradi podnebnih sprememb po optimističnem scenariju značilnega poteka vsebnosti toplogrednih plinov RCP4.5 (torej Scenarij tveganja 5), kar bi bilo kdaj v prihodnosti verjetno smiselno storiti. Trenutno se za to nismo odločili zaradi zaenkrat še prevelike nezanesljivosti samega scenarija tveganja in rezultatov analize tega scenarija tveganja. Res pa je tudi, da je položaj Scenarija tveganja v matrikah tveganja za sušo enak kot položaj izvornega Scenarija tveganja 2.

Matrika tveganja za gospodarske in okoljske vplive ter vplive na kulturno dediščino je narisana na sliki 21, matrika tveganja za politične in družbene vplive je na sliki 22, matrika tveganja z združenim prikazom vplivov pa je na sliki 23. Kot že omenjeno je enotna legenda z opisom lastnosti matrik tveganja v tabeli 13.

MATRIKA TVEGANJA ZA SUŠO – VPLIVI NA GOSPODARSTVO, OKOLJE IN KULTURNO DEDIŠČINO

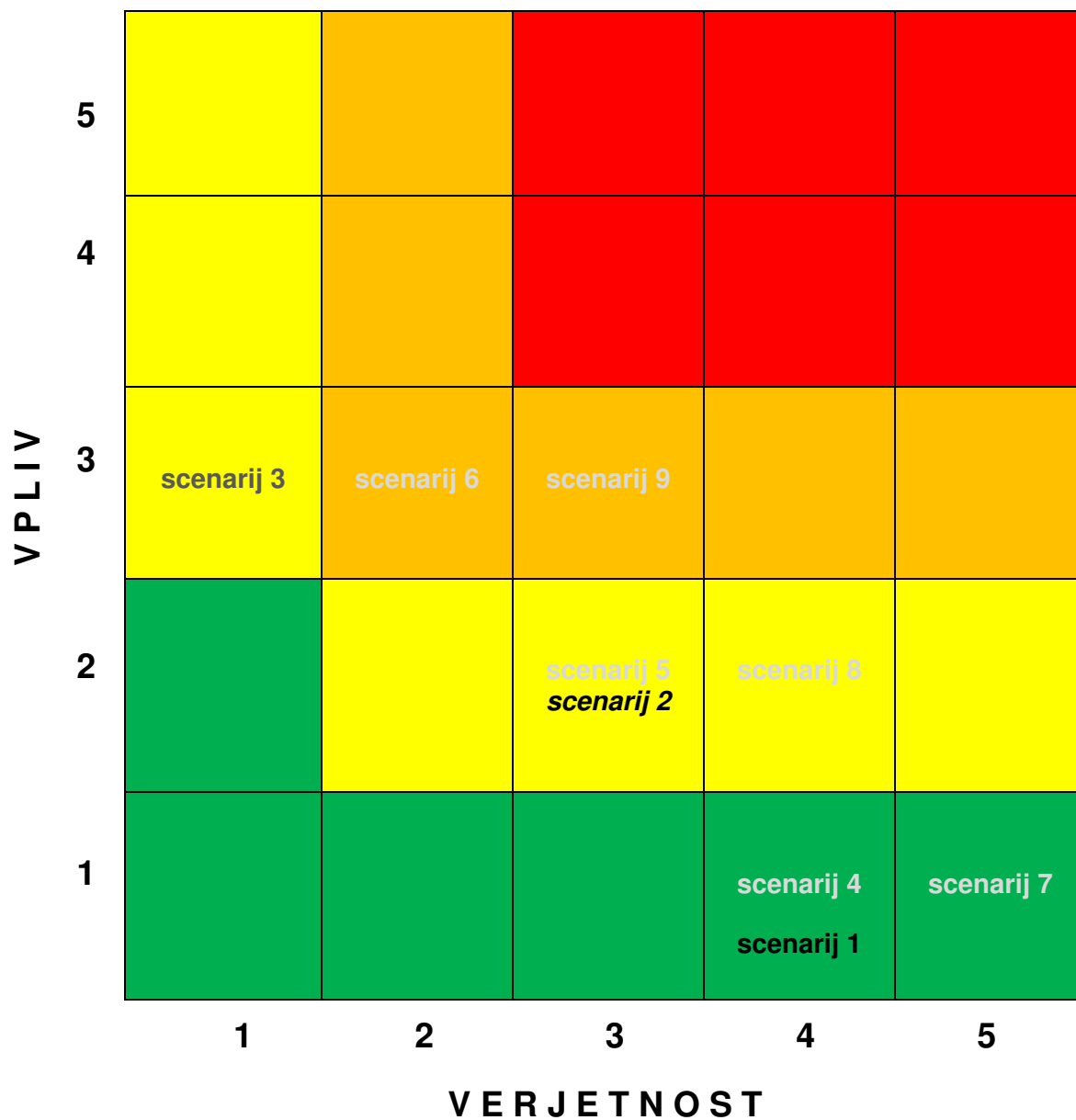


Slika 21: Matrika tveganja za gospodarske in okoljske vplive ter vplive na kulturno dediščino

MATRIKA TVEGANJA ZA SUŠO – POLITIČNI IN DRUŽBENI VPLIVI

Slika 22: Matrika tveganja za politične in družbene vplive suše

MATRIKA TVEGANJA ZA SUŠO Z ZDRUŽENIM PRIKAZOM VPLIVOV



Slika 23: Matrika tveganja z združenim prikazom vplivov

Tabela 13: Legenda matrik tveganja: stopnje tveganja (levi stolpec zgoraj), stopnje verjetnosti oziroma ocenjene povratne dobe (srednji stolpec zgoraj), stopnje zanesljivosti ocene (desni stolpec zgoraj) in končna stopnja tveganja v barvni lestvici (spodaj)

Stopnja vplivov: Stopnja verjetnosti pojava Zanesljivost ocene:
oziroma povratna doba
scenarija tveganja:

1	Zelo majhna
2	Majhna
3	Srednja
4	Velika
5	Zelo velika

1	>250 let
2	100 – 250 let
3	25 – 100 let
4	5 – 25 let
5	<5 let

<i>Zanesljivosti analize tveganja</i>	<i>Barva zapisa ali znaka v matriki</i>
razmeroma zanesljiva	črna
srednje zanesljiva	siva
manj zanesljiva	svetlo siva

Stopnje tveganja:

	Majhna
	Srednja
	Velika
	Zelo velika

Poleg splošne ocene tveganja na nacionalnem nivoju smo pripravili tudi notranjo kategorizacijo tveganja po posameznih prostorskih enotah (v primeru suše so obravnavane prostorske enote občine). Tudi za notranjo kategorizacijo se lahko uporabi petstopenjska kategorizacija občin glede na velikost tveganja. To je lahko podlaga za različne aktivnosti in odločitve, povezane z vrsto tveganja. Merila za notranjo kategorizacijo tveganja so določena subjektivno. Podnebne spremembe pri notranji kategorizaciji tveganja niso upoštevane.

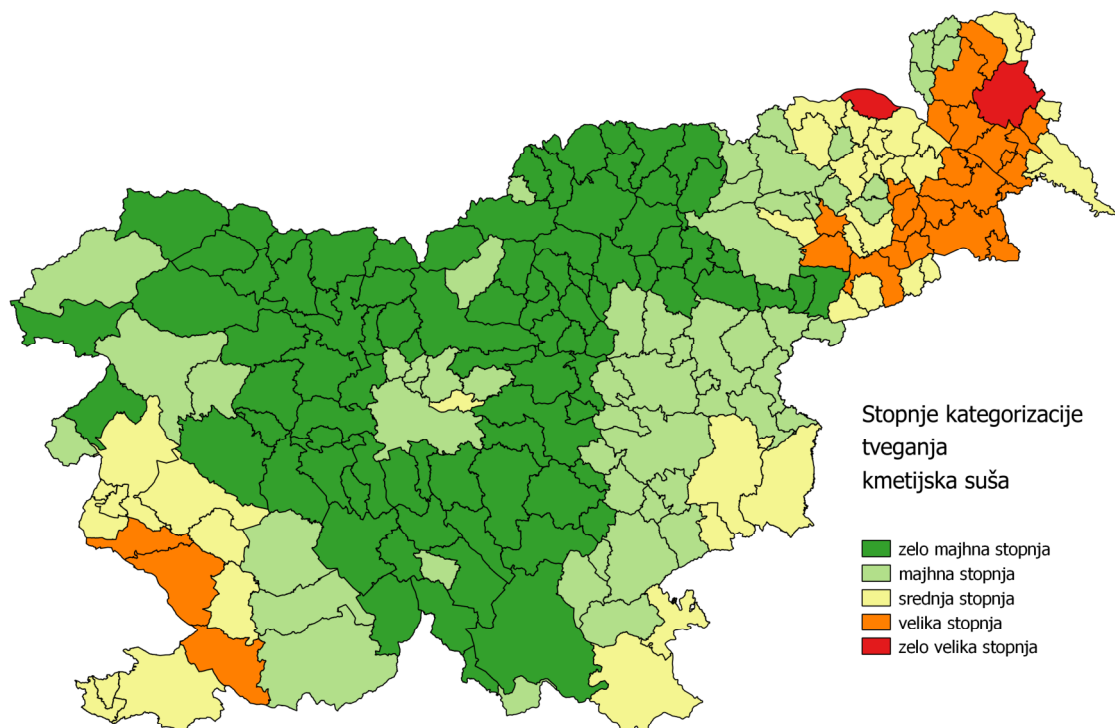
Tabela 14: Razredi in stopnje notranje kategorizacije tveganja (v primeru suše po občinah)

Razred kategorizacije tveganja po občinah	Stopnja kategorizacije tveganja
1	zelo majhna
2	majhna
3	srednja
4	velika
5	zelo velika

Notranja kategorizacija tveganja je sestavljena iz kombinacije treh komponent. Prvi dve komponenti sta naravna faktorja, in sicer meteorološka vodna bilanca in prevladujoče lastnosti tal na kmetijskih površinah v občini (rastlinam dostopna voda v tleh). Za potrebe kategorizacije po občinah je bilo treba oba podatka agregirati na nivo posamezne občine.

Poleg naravnih faktorjev pa moramo upoštevati tudi empirične podatke o škodah zaradi suše. Zanimiva je zlasti primerjava škode zaradi suše s prihodki prebivalstva v posamezni občini. Produkt števila aktivnih prebivalcev in povprečne bruto plače v letu 2013 nam oriše skupni prihodek prebivalstva v posamezni občini. Podatek seveda ni popoln, saj ne upošteva migracij (zaslužki prebivalstva v sosednjih občinah, večjih urbanih središčih in tudi v sosednjih državah), zato ne odsliska dejanskega standarda tam živečih prebivalcev. Prikaže pa nam sliko o splošni gospodarski aktivnosti v posamezni občini. Primerjava oziroma razmerje med skupno škodo zaradi suše v obdobju 2007 – 2013 in skupnimi bruto prihodki prebivalstva nam pokaže, v katerih občinah so škode tako velike, da v omenjenem obdobju – po treh večjih sušah – praktično izničijo prihodke prebivalstva v lokalnem gospodarstvu. V nekaterih občinah v severovzhodni Sloveniji to razmerje celo presega 2, torej je škoda zaradi suše v obdobju 2007 – 2013 dvakrat večja kot letni prihodki prebivalstva v lokalnem gospodarstvu. Poleg omenjenih dveh naravnih komponent je to razmerje kot tretja, družbena komponenta z relativno večjo utežjo upoštevana v notranji kategorizaciji tveganja.

Na sliki 24 je narisana notranja kategorizacija, narejena na podlagi treh komponent prostorske razporeditve tveganja.



Slika 24: Kategorizacija tveganja pojava suše po občinah, narejena na podlagi meteoroloških podatkov, podatkov o tleh ter podatkov o škodah zaradi suše v obdobju 2007 - 2013

7. Zaključek

Razmeroma pogosto pojavljanje suše, stopnjevanje intenzitete in frekvence suše ob prelomu stoletja in sorazmerno natančni podatki o skupni škodi zaradi suše omogočajo precej natančno ocenjevanje tveganja. Zato je bilo mogoče tveganje oceniti tudi na podlagi dogovorjenih meril in prikazati v standardiziranih matrikah tveganja, kar omogoča primerjavo s tveganji zaradi drugih naravnih nesreč (izjema je notranja kategorizacija tveganja, kjer standardizacija ni bila dogovorjena v vseh podrobnostih).

Ugotovljena stopnja tveganja je srednja. Scenarija tveganja, ki obravnavata sušne epizode na podlagi dogodkov, ki so se že zgodili v preteklih desetletjih, predvidevata le vplive do 2. stopnje tveganja. Scenarij tveganja 3, ki je bolj hipotetičen, pa doseže 3. stopnjo, vendar pa je verjetnost pojava majhna. To dejstvo pa se v luči podnebnih sprememb lahko dokaj hitro spremeni. Kot je razvidno iz scenarijev tveganja, ki vključujejo tudi pričakovane podnebne spremembe v 21. stoletju, se bo pogostost dogodkov, ki imajo sedaj ocenjeno 100-letno povratno dobo, lahko znatno povečala, računamo lahko celo na 10-letno povratno dobo. Res pa je zanesljivost teh ocen relativno nizka.

Kljub temu, da je stopnja vplivov zmerna, pa je zaradi pogostosti suše potrebno posvetiti več pozornosti zmanjševanju ranljivosti družbe in gospodarstva. Glede na pretekle škode je v prvi vrsti potrebno zmanjšati ranljivost kmetijstva ne pojav vročinskih valov in deficita količine padavin zlasti v poletnih mesecih. MKGP kot dva izmed možnih ukrepov že promovira bolj intenzivno namakanje (ki je v primerjavi zlasti s sredozemskimi državami še vedno zelo slabo razvito) in tudi rajonizacijo pridelave na sušo bolj občutljivih kmetijskih kultur glede na naravne pogoje.

8. Seznam kratic

AJDA	Aplikacija za ocenjevanje škode na kmetijskih pridelkih in na stvareh
ARSKTRP	Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
BDP	bruto družbeni proizvod
CCLM4	Oznaka za računalniški model za simuliranje vremena nad omejenim območjem, razvit v nemški meteorološki službi in prilagojen za večletne klimatološke simulacije (verzija 4).
ETP	Potencialna evapotranspiracija (izgube vode površine tal zaradi izhlapevanja in iz rastlinske odeje zaradi dihanja ob predpostavki optimalne založenosti tal z vodo).
GERK	grafična enota rabe zemljišč kmetijskega gospodarstva (strnjena površino kmetijskega zemljišča z isto vrsto dejanske rabe)
GEV	Generalized extreme value – splošna statistična porazdelitev ekstremnih vrednosti spremenljivk
GWP	Global water partnership (globalno vodno partnerstvo – nevladna organizacija)
IDMP	integrated drought management plan (projekt »integralni načrt za izdelavo plana upravljanja s sušo«)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (medvladni odbor za podnebne spremembe)
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
MKO	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje (med leti 2012 in 2014)
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor
MPI-M-MPI-ESM-LR	Verzija globalnega modela za simulacije procesov nad površjem Zemlje (ESM), ki je bil razvit v inštituti Max Planck v Nemčiji (MPI) za večletne klimatološke simulacije (LR). Ta verzija modela je bila uporabljena kot

vhod za simulacije v visoki resoluciji z modelom CCLM4

- OPS21** Projekt Ocene podnebnih sprememb do konca 21. stoletja, ki teče na ARSO
- PSS** Podnebna Spremenljivost Slovenije (projekt homogenizacije meteorološkega arhiva z namenom izračuna podnebnih trendov, ki ga je izvajala ARSO)
- RCP** Značilni poteki vsebnosti (»Representative Concentration Pathways«). Scenariji časovnih potekov emisij toplogrednih plinov, spremljajočih sprememb pokrovnosti tal ter koncentracij različnih primesi v zraku v prihodnjih desetletjih, pripravljeni za 5. poročilo IPCC. Številska oznaka pomeni pribitek neto dolgovalovnega sevanja na površini Zemlje (primer: RCP4.5 pomeni značilni potek vsebnosti, ki rezultira z neto pribitkom 4,5 W/m² ob koncu 21. stoletja).
- SPI** Standardiziran padavinski indeks (standardna mera za anomalijo količine padavin)
- SRES** Special Report on Emissions Scenarios (zasnova scenarijev emisij toplogrednih plinov, ki jih je IPCC uporabil za svoje tretje poročilo)
- SURS** Statistični urad Republike Slovenije
- URSZR** Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje

9. Viri

Agencija RS za okolje (2009): Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi. ARSO, Ljubljana, oktober 2009. Dostopno na spletnih straneh ARSO

Allen, Richard G., Luis S. Pereira, Dirk Raes and Martin Smith (1998): Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Zbornik FAO Irrigation and drainage paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rim, 1998

EURO-CORDEX Coordinated Downscaling Experiment - European Domain (Dostopno na <http://www.euro-cordex.net>)

IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (Dostopno na <https://www.ipcc.ch/report/ar4/>)

IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014 (Dostopno na <https://www.ipcc.ch/report/ar5/>)

Matajc Iztok (2002): Suša. Zbornik Nesreče in varstvo pred njimi, izd. URSZR, Ljubljana, 2002.

Andreja Sušnik in Iztok Matajc (2008): Kmetijska suša v Sloveniji leta 2007. Revija Ujma, št. 22/2008

Andreja Sušnik in Ajda Valher (2013): Neugodni vplivi vremena na kmetijstvo leta 2012. Revija Ujma, št. 27/2013

Andreja Sušnik in Ajda Valher (2012): Spomladanska suša in drugi vremenski vplivi na kmetijske rastline leta 2011. Revija Ujma, št. 26/2012

Andreja Sušnik (2007): Vzroki in posledice kmetijske suše 2006. Revija Ujma, št. 21/2007

Andreja Sušnik in Blaž Kurnik (2004): Katastrofalna kmetijska suša leta 2003. Revija Ujma, št. 17-18/letnik 2003-2004

Popova, Zornitsa, M. Ivanova, D. Martins, L. S. Pereira, K. Doneva, V. Alexandrov in M. Kercheva (2014): Vulnerability of Bulgarian agriculture to drought and climate variability with focus on rainfed maize systems. Natural hazards, Vol. 11 (2014), DOI: 10.1007/s11069-014-1215-3

Šipec Slavko (1993): Oskrba s pitno vodo med poletnim sušnim obdobjem v letu 1992. Revija Ujma, št. 7/1993

Šipec Slavko (1994): Oskrba s pitno vodo med lanskoletno sušo. Revija Ujma, št. 8/1994

Zorn Matija, Mauro Hrvatini (2014): Škoda zaradi naravnih nesreč v Sloveniji. Zbornik (Ne)prilagojeni, geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Ljubljana 2014

10. Priloge

10.1 Podatki po občinah, uporabljeni za kategorizacijo tveganja

Tabela 15: Seznam občin s podatki o številu prebivalcev, številu aktivnih prebivalcev, povprečni bruto plači v občini, skupni ocenjeni škodi za leta 2007, 2012 in 2013 ter povprečna vrednost 75. percentila poletne meteorološke vodne bilance (MVBP) na kmetijskih zemljiščih v občini in povprečna vrednost rastlinam dostopne vode (RDV) v zgornjem 50cm sloju tal na kmetijskih zemljiščih v občini. Na podlagi teh podatkov se je določil razred kategorizacije tveganja (za pojasnila glej tekst).

OPOMBA: na seznamu ni občine Ankaran, saj v obdobju do leta 2013 ni bila zabeležena v nobeni od podatkovnih zbirk, uporabljenih v analizi

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
1	Ajdovščina	19024	7107	1.369,08 €	3.943.627,55 €	-140,68	95,69	3
2	Beltinci	8343	3091	1.187,93 €	2.724.927,71 €	-121,07	87,07	4
3	Bled	8203	3058	1.461,22 €	32.090,46 €	34,72	79,53	1
4	Bohinj	5197	2009	1.170,04 €	76.723,81 €	167,26	82,35	1
5	Borovnica	4065	1624	1.351,12 €	108.927,06 €	-44,03	99,22	1
6	Bovec	3181	1177	1.403,67 €	0,00 €	167,86	66,60	2
7	Brda	5751	2058	1.405,07 €	1.866.405,55 €	-104,21	94,67	2
8	Brezovica	11693	4807	1.339,73 €	154.276,09 €	-44,79	101,25	1
9	Brežice	24311	9070	1.350,24 €	4.896.747,19 €	-97,94	90,99	3
10	Tišina	4121	1501	1.356,98 €	1.878.357,05 €	-101,49	87,63	4
11	Celje	48773	18332	1.471,20 €	805.876,63 €	-55,57	95,32	2
12	Cerklje na Gorenjskem	7317	2976	2.244,19 €	730.895,62 €	-3,24	90,74	1

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
13	Cerknica	11316	4711	1.273,27 €	205.461,10 €	-9,46	86,00	1
14	Cerkno	4792	2180	1.269,91 €	86.423,71 €	10,11	78,42	2
15	Črenšovci	4022	1401	1.249,95 €	845.561,59 €	-139,75	86,87	4
16	Črna na Koroškem	3461	1260	1.457,02 €	102.052,42 €	132,03	84,78	1
17	Črnomelj	14659	5529	1.292,30 €	978.486,96 €	-110,97	95,08	3
18	Destričnik	2615	1065	1.178,71 €	638.135,94 €	-87,02	95,79	2
19	Divača	3944	1634	1.342,24 €	590.716,76 €	-87,30	88,29	3
20	Dobrepolje	3942	1565	1.232,99 €	46.504,50 €	-28,87	96,99	1
21	Dobrova-Polhov Gradec	7540	3077	1.336,75 €	206.021,43 €	-24,10	92,98	1
22	Dol pri Ljubljani	5735	2416	1.646,15 €	0,00 €	-70,29	76,60	3
23	Domžale	34634	14208	1.454,70 €	0,00 €	-71,22	90,20	2
24	Dornava	2916	1017	1.295,73 €	1.085.508,85 €	-101,02	93,14	4
25	Dravograd	8934	3322	1.339,14 €	470.049,56 €	28,13	86,76	1
26	Duplek	6757	2650	1.230,51 €	770.952,52 €	-63,71	86,73	2
27	Gorenja vas-Poljane	7320	3045	1.406,99 €	154.288,45 €	-7,04	87,94	1
28	Gorišnica	4036	1606	1.201,65 €	1.403.946,88 €	-96,90	82,75	4
29	Gornja Radgona	8499	3016	1.331,53 €	2.462.379,65 €	-92,55	90,05	3
30	Gornji Grad	2620	933	1.239,12 €	182.400,71 €	34,86	90,53	1
31	Gornji Petrovci	2122	722	1.133,31 €	1.778.153,05 €	-107,79	93,77	4
32	Grosuplje	19792	8234	1.375,36 €	458.040,93 €	-34,11	95,27	1

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
33	Šalovci	1519	494	1.265,14 €	1.169.241,43 €	-121,11	96,04	3
34	Hrastnik	9647	3401	1.311,36 €	154.093,75 €	-39,34	82,08	2
35	Hrpelje-Kozina	4276	1676	1.280,19 €	1.168.586,45 €	-98,68	85,96	4
36	Idrija	11984	5057	1.473,46 €	182.913,09 €	23,44	86,77	1
37	Ig	6992	2967	1.394,62 €	43.255,60 €	-42,44	92,92	1
38	Ilirska Bistrica	13863	5389	1.355,09 €	1.142.903,77 €	-77,69	88,85	2
39	Ivančna Gorica	15905	6932	1.421,67 €	755.651,77 €	-31,17	93,54	1
40	Izola	15884	6081	1.466,51 €	900.016,94 €	-272,52	88,76	3
41	Jesenice	21309	7937	1.505,35 €	26.025,38 €	75,76	84,54	1
42	Juršinci	2382	882	1.196,99 €	1.963.443,30 €	-96,53	94,60	4
43	Kamnik	29273	11977	1.344,20 €	555.270,30 €	-11,71	86,29	1
44	Kanal	5611	1989	1.401,96 €	47.210,72 €	-9,15	83,73	1
45	Kidričevo	6619	2609	1.211,63 €	4.829.609,95 €	-64,82	90,04	4
46	Kobarid	4199	1514	1.267,09 €	0,00 €	97,25	82,64	1
47	Kobilje	584	210	1.180,49 €	198.825,59 €	-136,21	93,06	3
48	Kočevje	16303	5688	1.296,70 €	0,00 €	-14,76	97,70	1
49	Komen	3564	1324	1.235,13 €	645.574,01 €	-148,58	83,32	4
50	Koper	53637	21216	1.568,99 €	3.826.125,84 €	-236,15	92,42	3
51	Kozje	3168	1225	1.271,47 €	497.830,45 €	-74,82	87,35	2
52	Kranj	55552	22056	1.565,86 €	1.398.297,56 €	-5,98	90,20	1
53	Kranjska Gora	5308	1971	1.312,31 €	82.715,17 €	143,40	79,63	1
54	Krško	26049	10339	1.570,60 €	5.600.927,85 €	-86,87	87,01	3

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
55	Kungota	4802	1656	1.311,92 €	352.375,71 €	-68,23	92,47	2
56	Kuzma	1589	349	1.118,66 €	238.468,07 €	-92,93	92,25	2
57	Laško	13416	5316	1.352,30 €	1.184.580,27 €	-36,93	83,61	2
58	Lenart	8120	3033	1.228,17 €	2.023.940,21 €	-75,39	94,73	3
59	Lendava	10669	3746	1.341,23 €	1.045.006,65 €	-151,84	90,16	3
60	Litija	15024	6320	1.238,99 €	401.448,51 €	-23,10	84,33	1
61	Ljubljana	282741	107902	1.761,87 €	239.526,87 €	-59,57	87,49	2
62	Ljubno	2640	1064	1.364,22 €	222.070,19 €	50,52	85,28	1
63	Ljutomer	11607	4118	1.361,49 €	5.082.756,04 €	-117,21	90,74	4
64	Logatec	13689	5768	1.423,10 €	286.209,01 €	16,46	91,41	1
65	Loška dolina	3882	1562	1.195,82 €	0,00 €	-22,52	86,83	1
66	Loški Potok	1933	735	1.270,66 €	0,00 €	-2,79	86,01	1
67	Luče	1513	542	1.240,41 €	85.587,44 €	102,59	75,65	2
68	Lukovica	5574	2398	1.627,06 €	115.883,17 €	-34,75	91,96	1
69	Majšperk	3976	1598	1.133,45 €	419.195,24 €	-51,61	95,50	1
70	Maribor	111115	37084	1.472,34 €	1.042.798,04 €	-63,34	89,00	2
71	Medvode	15850	6234	1.419,08 €	148.627,93 €	-37,14	93,47	1
72	Mengeš	7572	2979	1.384,74 €	371.365,46 €	-69,53	88,66	2
73	Metlika	8394	3226	1.217,99 €	881.170,17 €	-116,07	95,32	3
74	Mežica	3613	1319	1.486,08 €	96.462,60 €	100,10	78,43	2
75	Miren-Kostanjevica	4854	1800	1.382,21 €	199.371,21 €	-166,18	85,13	3

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
76	Mislinja	4645	1945	1.259,99 €	259.625,23 €	42,27	86,48	1
77	Moravče	5151	2222	1.319,73 €	133.890,96 €	-31,90	84,83	2
78	Moravske Toplice	5894	2235	1.187,31 €	6.180.226,68 €	-129,47	89,88	5
79	Mozirje	4092	1674	1.297,39 €	259.722,20 €	24,45	84,61	1
80	Murska Sobota	19114	6538	1.365,22 €	3.118.417,47 €	-114,64	86,32	4
81	Muta	3437	1285	1.337,61 €	194.766,31 €	16,23	84,90	1
82	Naklo	5340	2034	1.504,20 €	474.946,78 €	-8,66	94,22	1
83	Nazarje	2602	1125	1.330,93 €	204.282,18 €	20,32	89,59	1
84	Nova Gorica	31797	11830	1.541,73 €	1.931.786,35 €	-138,60	94,69	3
85	Novo mesto	36320	14502	1.723,95 €	1.129.436,75 €	-65,64	92,48	2
86	Odranci	1634	615	1.137,94 €	385.660,02 €	-127,80	87,40	4
87	Ormož	12507	4790	1.262,37 €	3.995.894,54 €	-129,97	92,90	4
88	Osilnica	386	110	983,12 €	0,00 €	-36,04	91,34	1
89	Pesnica	7530	2715	1.290,21 €	1.362.592,28 €	-74,90	90,79	3
90	Piran	17799	6783	1.404,24 €	1.511.257,01 €	-299,28	93,57	3
91	Pivka	6067	2507	1.347,70 €	734.920,09 €	-56,91	90,51	2
92	Podčetrtek	3328	1369	1.193,26 €	442.239,54 €	-78,75	92,26	2
93	Podvelka	2455	813	1.205,57 €	179.421,99 €	22,47	83,98	1
94	Postojna	15821	6410	1.404,62 €	625.164,84 €	-58,36	89,24	2
95	Preddvor	3549	1377	1.272,97 €	94.543,86 €	5,00	86,56	1
96	Ptuj	23322	8687	1.279,82 €	2.084.724,61 €	-88,06	91,20	3

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
97	Puconci	6099	2097	1.433,39 €	3.831.169,53 €	-101,95	91,36	4
98	Rače-Fram	7015	2739	1.247,43 €	1.778.594,42 €	-59,57	89,65	3
99	Radeče	4356	1626	1.301,49 €	209.939,98 €	-64,61	92,89	2
100	Radenci	5236	1821	1.347,15 €	1.118.261,97 €	-102,96	90,43	3
101	Radlje ob Dravi	6310	2227	1.310,95 €	198.165,26 €	23,21	86,53	1
102	Radovljica	18832	7189	1.346,12 €	239.932,41 €	16,41	83,99	1
103	Ravne na Koroškem	11426	4298	1.505,02 €	210.658,01 €	53,95	87,01	1
104	Ribnica	9318	3842	1.385,74 €	0,00 €	-14,27	89,85	1
105	Rogašovci	3177	817	1.306,94 €	1.016.185,56 €	-89,86	90,72	2
106	Rogaška Slatina	11051	4618	1.214,06 €	339.879,35 €	-54,50	90,70	2
107	Rogatec	3133	1291	1.131,60 €	141.682,01 €	-58,85	88,37	2
108	Ruše	7207	2631	1.554,96 €	61.718,11 €	-31,88	83,57	2
109	Semič	3828	1595	1.149,97 €	219.358,32 €	-87,59	92,60	2
110	Sevnica	17470	7044	1.276,35 €	2.681.648,44 €	-67,08	85,54	2
111	Sežana	13050	4980	1.388,19 €	906.230,64 €	-128,55	82,24	4
112	Slovenj Gradec	16947	6639	1.414,87 €	923.017,24 €	26,29	88,73	1
113	Slovenska Bistrica	25169	9718	1.460,28 €	2.980.891,00 €	-45,32	96,29	2
114	Slovenske Konjice	14479	5911	1.271,40 €	756.125,53 €	-32,12	92,38	1
115	Starše	4085	1522	1.013,88 €	1.767.534,78 €	-69,77	84,33	4
116	Sveti Jurij ob	2896	1097	1.310,52 €	1.482.673,77 €	-103,29	92,76	3

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
	Ščavnici							
117	Šenčur	8441	3419	1.534,32 €	897.188,58 €	-5,70	88,48	1
118	Šentilj	8477	3066	1.319,51 €	668.526,07 €	-74,75	89,28	3
119	Šentjernej	6939	2975	1.486,69 €	1.305.870,23 €	-74,35	92,81	2
120	Šentjur	18935	7558	1.265,59 €	2.829.385,63 €	-53,66	86,70	2
121	Škocjan	3223	1319	1.386,16 €	790.070,99 €	-82,47	95,39	2
122	Škofja Loka	22894	9250	1.512,37 €	320.257,79 €	-1,88	90,15	1
123	Škofljica	9832	4042	1.268,88 €	0,00 €	-47,23	98,67	1
124	Šmarje pri Jelšah	10278	4072	1.257,13 €	728.851,27 €	-69,59	88,86	2
125	Šmartno ob Paki	3233	1373	1.203,64 €	129.264,55 €	5,30	89,53	1
126	Šoštanj	8807	3584	1.690,99 €	349.419,27 €	23,65	93,38	1
127	Štore	4286	1617	1.494,99 €	159.447,02 €	-46,39	87,13	2
128	Tolmin	11570	4331	1.380,99 €	47.463,36 €	51,51	76,29	2
129	Trbovlje	16814	5834	1.580,03 €	71.493,72 €	-16,20	81,53	1
130	Trebnje	12076	5376	1.363,11 €	1.257.745,00 €	-27,09	93,47	1
131	Tržič	15086	5866	1.302,82 €	398.578,46 €	-3,69	93,53	1
132	Turnišče	3340	1248	1.172,28 €	1.530.496,28 €	-127,77	87,53	4
133	Velenje	33034	12854	1.475,48 €	612.659,45 €	10,98	91,42	1
134	Velike Lašče	4216	1708	1.189,12 €	0,00 €	-3,31	84,16	1
135	Videm	5580	2361	1.194,10 €	2.419.974,29 €	-91,75	91,59	4
136	Vipava	5569	2048	1.350,97 €	2.483.142,73 €	-157,10	95,93	3

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
137	Vitanje	2266	1021	1.261,29 €	206.775,30 €	40,73	83,32	1
138	Vodice	4798	2072	1.261,36 €	83.754,91 €	-72,70	98,22	2
139	Vojnik	8507	3380	1.328,49 €	629.954,60 €	-28,48	90,40	1
140	Vrhnika	16609	6733	1.330,61 €	277.653,43 €	-45,74	97,86	1
141	Vuzenica	2722	1095	1.252,34 €	126.229,40 €	19,68	84,82	1
142	Zagorje ob Savi	16880	6739	1.309,40 €	428.749,94 €	-12,93	80,11	1
143	Zavrč	1802	528	1.116,13 €	464.439,62 €	-79,86	87,90	3
144	Zreče	6394	2789	1.360,17 €	420.684,76 €	14,46	88,28	1
146	Železniki	6817	2928	1.332,08 €	14.157,80 €	59,78	86,59	1
147	Žiri	4872	2090	1.299,08 €	48.131,21 €	15,09	84,44	1
148	Benedikt	2469	959	1.332,31 €	262.171,05 €	-90,86	88,62	3
149	Bistrica ob Sotli	1408	527	1.351,43 €	387.074,05 €	-97,42	91,30	2
150	Bloke	1582	630	1.169,89 €	0,00 €	7,92	86,32	1
151	Braslovče	5429	2161	1.293,87 €	4.656.916,39 €	-19,27	88,94	1
152	Cankova	1881	609	1.353,97 €	1.480.212,61 €	-89,78	90,84	2
153	Cerkvenjak	2000	793	1.369,85 €	239.731,20 €	-102,32	91,81	3
154	Dobje	971	410	1.571,60 €	197.843,24 €	-40,97	82,12	2
155	Dobrna	2194	879	1.295,30 €	243.682,26 €	-5,35	91,56	1
156	Dobrovnik	1287	413	1.404,19 €	451.823,73 €	-136,41	91,32	4
157	Dolenjske Toplice	3389	1354	1.308,51 €	261.636,12 €	-54,79	95,99	2
158	Grad	2209	635	1.518,35 €	599.814,55 €	-85,14	90,26	2

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
159	Hajdina	3736	1462	1.090,51 €	1.258.929,69 €	-78,47	84,80	3
160	Hoče-Slivnica	11225	4279	1.418,65 €	835.741,59 €	-53,60	87,77	2
161	Hodoš	362	88	1.190,89 €	471.350,46 €	-131,43	95,88	3
162	Horjul	2923	1235	1.420,63 €	83.156,32 €	-34,92	91,17	1
163	Jezerško	640	245	1.346,01 €	2.979,91 €	138,22	79,28	1
164	Komenda	5819	2466	1.581,12 €	350.669,75 €	-50,42	96,61	1
165	Kostel	650	232	1.253,86 €	0,00 €	-53,61	83,15	2
166	Križevci	3748	1315	1.484,39 €	1.744.608,35 €	-109,89	92,13	4
167	Lovrenc na Pohorju	3120	1200	1.180,84 €	142.686,17 €	21,99	91,50	1
168	Markovci	4047	1596	1.280,95 €	1.659.962,45 €	-107,36	77,67	4
169	Miklavž na Dravskem polju	6421	2391	1.263,23 €	561.021,55 €	-62,02	85,98	2
170	Mirna Peč	2860	1233	1.304,76 €	526.815,18 €	-47,06	97,71	1
171	Oplotnica	4018	1663	1.122,24 €	533.342,73 €	-20,73	95,10	1
172	Podlehnik	1854	778	1.460,66 €	423.925,35 €	-82,97	90,82	3
173	Polzela	6039	2326	1.165,90 €	836.217,81 €	-21,00	88,12	1
174	Prebold	5019	2021	1.276,92 €	1.140.975,36 €	-36,80	91,44	1
175	Prevalje	6807	2439	1.322,60 €	311.491,38 €	70,98	85,41	1
176	Razkrižje	1336	472	1.222,90 €	297.795,03 €	-149,57	86,12	4
177	Ribnica na Pohorju	1188	405	1.290,42 €	62.935,08 €	70,48	86,12	1
178	Selnica ob Dravi	4485	1685	1.366,11 €	577.674,25 €	-28,54	82,60	2

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
179	Sodražica	2174	834	1.294,27 €	0,00 €	-20,19	78,70	2
180	Solčava	523	185	1.362,93 €	25.311,80 €	140,98	80,87	1
181	Sveta Ana	2343	864	1.397,33 €	619.585,07 €	-83,92	94,15	3
182	Sveti Andraž v Slov. goricah	1151	453	1.394,85 €	1.434.149,07 €	-101,01	94,72	4
183	Šempeter-Vrtojba	6385	2357	1.536,13 €	45.596,77 €	-155,82	90,72	3
184	Tabor	1634	687	1.188,33 €	755.704,85 €	-21,55	93,79	1
185	Trnovska vas	1346	504	1.333,47 €	436.129,68 €	-93,21	95,55	2
186	Trzin	3881	1544	1.493,20 €	134.074,45 €	-83,38	92,53	2
187	Velika Polana	1464	560	1.256,97 €	135.884,97 €	-132,24	91,10	3
188	Veržej	1304	460	1.357,18 €	474.234,80 €	-116,43	81,08	4
189	Vransko	2619	1010	1.308,27 €	291.364,30 €	-17,59	94,58	1
190	Žalec	21399	8111	1.336,98 €	9.536.302,13 €	-49,29	91,06	2
191	Žetale	1344	607	1.342,08 €	277.909,09 €	-62,88	85,38	3
192	Žirovnica	4383	1744	1.522,23 €	52.228,54 €	29,45	84,79	1
193	Žužemberk	4564	1954	1.258,51 €	368.449,81 €	-23,15	91,52	1
194	Šmartno pri Litiji	5532	2155	1.175,99 €	207.447,79 €	-24,42	87,94	1
195	Apače	3619	1118	1.281,09 €	2.470.024,84 €	-93,22	83,00	5
196	Cirkulane	2303	902	1.261,42 €	218.055,96 €	-94,66	85,19	3
197	Kostanjevica na Krki	2414	970	1.025,73 €	879.663,21 €	-63,87	90,50	3
198	Makole	2008	810	1.185,68 €	97.634,48 €	-41,60	92,60	1

ob_id	Občina	prebivalci	aktivni prebivalci	povp. bruto plača	skupna škoda	MVBP	RDV	stopnja
199	Mokronog-Trebelno	3025	1222	1.227,60 €	489.613,25 €	-54,59	90,23	2
200	Poljčane	4500	1620	1.132,88 €	59.283,82 €	-36,34	87,56	1
201	Renče-Vogrsko	4302	1635	1.254,10 €	500.589,16 €	-171,90	98,23	3
202	Središče ob Dravi	2078	785	1.505,94 €	925.935,19 €	-161,58	91,60	4
203	Straža	3869	1526	1.302,41 €	306.386,00 €	-68,50	96,74	2
204	Sveta Trojica v Slovenskih goricah	2080	854	1.379,27 €	300.847,03 €	-91,05	95,34	3
205	Sveti Tomaž	2101	865	1.421,42 €	806.813,48 €	-107,05	93,03	4
206	Šmarješke Toplice	3246	1416	1.383,25 €	515.347,53 €	-76,06	90,65	2
207	Gorje	2866	1085	1.342,41 €	10.125,52 €	73,39	82,85	1
208	Log-Dragomer	3665	1410	1.303,27 €	0,00 €	-40,38	102,53	1
209	Rečica ob Savinji	2333	968	1.054,98 €	171.958,91 €	8,75	90,04	1
210	Sveti Jurij v Slovenskih goricah	2087	864	1.439,41 €	2.898.547,83 €	-81,77	91,07	2
211	Šentrupert	2872	935	1.443,96 €	306.408,73 €	-61,68	91,25	2
212	Mirna	2577	1069	1.370,02 €	161.812,67 €	-36,03	90,65	1

Tabela 16: Rezultati izračunov sprememb povratnih dob do konca 21. stoletja za maksimalne 60-dnevne primanjkljaje, ki so ob začetku 21. stoletja imeli povratne dobe (2, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200 in 250) za vsako postajo posebej in za prostorsko uteženo povprečje za oba poteka RCP4.5 in RCP8.5. Rezultatom so pripisane tudi negotovosti (95-odstotni interval zaupanja).

Bilje

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
163,8	2 leti	1,6 leta	1,5 - 1,8 leta	1,5 leta	1,4 - 1,7 leta
246,1	5 let	3,0 leta	2,5– 3,6 leta	2,5 leta	2,1 – 3,0 leta
288,9	10 let	4,6 leta	3,6 – 5,8 leta	3,5 leta	2,9 – 4,3 leta
332,6	25 let	7,7 leta	5,7 - 11,1 leta	5,2 leta	4,1 – 6,7 leta
358,8	50 leti	10,9 leta	7,1 -16,1 leta	6,8 leta	5,2 – 9,5 leta
380,6	100 let	15,0 leta	9,6- 23,7 leta	8,7 leta	6,2 –12,7 leta
391,6	150 let	17,7 leta	11,0 – 32,5 leta	9,9 leta	6,9 – 14,2 leta
398,8	200 let	19,8 leta	11,6– 34,1 leta	10,8 leta	7,3 – 16,4 leta
404,0	250 let	21,5 leta	12,1 – 39,6 leta	11,5 leta	7,7 – 18,5 leta

Murska Sobota

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
235,4	2 leti	1,7 leta	1,5 - 1,9 leta	1,6 leta	1,5 - 1,8 leta
296,1	5 let	3,1 leta	2,6 – 4,0 leta	3,1 leta	2,6 – 4,0 leta
334,4	10 let	5,2 leta	4,1 – 7,0 leta	5,3 leta	4,1 – 6,9 leta
380,6	25 let	10,6 leta	7,4 - 15,7 leta	11,2 leta	7,7 – 16,7 leta
413,4	50 leti	18,4 leta	11,2 - 31,3 leta	20,4 leta	12,4 – 35,5 leta
444,8	100 let	32,4 leta	16,6- 67,0 leta	38,4 leta	18,0 –84,8 leta
462,6	150 let	45,5 leta	20,3– 110,2 leta	56,4 leta	22,6 – 165,3 leta
475,0	200 let	57,9 leta	25,6 – 157,2 leta	74,6 leta	29,4 – 229,9 leta
484,4	250 let	70,0 leta	28,8 – 232,4 leta	93,0 leta	32,2 – 387,0 leta

Ljubljana

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
152,3	2 leti	1,7 leta	1,5 - 1,9 leta	1,6 leta	1,4 - 1,8 leta
219,3	5 let	3,2 leta	2,7 – 4,0 leta	2,7 leta	2,3 – 3,3 leta
253,9	10 let	5,0 leta	3,9 – 6,3 leta	3,9 leta	3,2 – 4,9 leta
288,9	25 let	8,2 leta	5,9 - 11,4 leta	6,0 leta	4,7 – 7,8 leta
309,7	50 leti	11,3 leta	7,6 -16,8 leta	8,1 leta	5,9 – 11,5 leta
327,0	100 let	15,0 leta	10,1 - 24,7 leta	10,5 leta	7,3 – 15,1 leta
335,7	150 let	17,5 leta	10,6 – 28,6 leta	12,0 leta	8,3 – 18,4 leta
341,3	200 let	19,3 leta	11,1– 32,3 leta	13,2 leta	8,8 – 21,6 leta
345,4	250 let	20,7 leta	12,4 – 37,3 leta	14,2 leta	8,8 - 23,2 leta

Celje

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
150,6	2 leti	1,5 leta	1,4 - 1,7 leta	1,5 leta	1,4 - 1,7 leta
216,8	5 let	2,9 leta	2,4 - 3,6 leta	2,7 leta	2,3 – 3,2 leta
259,4	10 let	5,0 leta	3,9 – 6,5 leta	4,3 leta	3,5 – 5,7 leta
311,9	25 let	10,9 leta	7,5 - 16,7 leta	8,7 leta	6,1 – 12,1 leta
349,9	50 leti	20,7 leta	11,8 - 38,4 leta	15,5 leta	9,7 – 25,3 leta
386,8	100 let	40,7 leta	20,1 - 98,8 leta	29,0 leta	15,3 – 60,1 leta
407,9	150 let	61,5 leta	23,7 – 190,2 leta	42,9 leta	20,7 – 116,5 leta
422,8	200 let	83,2 leta	29,1 – 284,6 leta	57,1 leta	23,3 – 151,4 leta
434,2	250 let	105,7 leta	34,1 – 387,5 leta	71,8 leta	24,8- 242,8 leta

Maribor

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
190,6	2 leti	1,6 leta	1,4 - 1,8 leta	1,6 leta (1,5 - 1,8 leta
255,9	5 let	2,9 leta	2,4 - 3,5 leta	3,0 leta	2,5 – 3,5 leta
295,0	10 let	4,7 leta	3,8 – 6,2 leta	4,8 leta	3,8 – 6,3 leta
340,3	25 let	9,2 leta	6,4 - 13,3 leta	9,1 leta	6,4 – 12,7 leta
371,1	50 leti	15,5 leta	10,3 -25,0 leta	14,9 leta	9,5 – 24,23 leta
399,5	100 let	26,2 leta	14,0- 50,6 leta	24,3 leta	13,7 – 51,8 leta
415,2	150 let	35,8 leta	17,0 – 86,8 leta	32,4 leta	17,1 - 71,5 leta
425,9	200 let	44,7 leta	19,3– 109,2 leta	39,6 leta	17,9 – 89,9 leta
433,9	250 let	53,1 leta	24,1 – 150,7 leta	46,3 leta	21,1- 142,1 leta

Šmartno pri Slovenj Gradcu

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
122,6	2 leti	1,6 leta	1,5 - 1,8 leta	1,6 leta	1,5 - 1,8 leta
183,1	5 let	3,0 leta	2,5 - 3,7 leta	2,8 leta	2,3 – 3,4 leta
217,5	10 let	4,8 leta	3,7 – 6,1 leta	4,2 leta	3,5 – 5,6 leta
255,4	25 let	8,9 leta	6,5 - 12,6 leta	7,3 leta	5,4 – 10,2 leta
279,9	50 leti	14,2 leta	8,9 -23,1 leta	11,0 leta	7,6 – 16,2 leta
301,7	100 let	22,5 leta	12,1- 44,3 leta	16,3 leta	10,2 - 27,8 leta
313,3	150 let	29,2 leta	14,9 - 63,5 leta	20,4 leta	12,2 - 37,0 leta
321,1	200 let	35,1 leta	17,3– 80,4 leta	23,8 leta	13,2 - 48,6 leta
326,9	250 let	40,4 leta	18,8 – 94,6 leta	26,7 leta	15,5- 55,1 leta

Novo mesto

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
181,1	2 leti	1,5 leta	1,4 - 1,7 leta	1,5 leta	1,4 - 1,7 leta
244,7	5 let	2,6 leta	2,2 - 3,2 leta	2,6 leta	2,2 – 3,2 leta
281,3	10 let	4,2 leta	3,3 - 5,4 leta	4,0 leta	3,1 – 5,0 leta
322,2	25 let	7,9 leta	5,7 - 11,1 leta	6,8 leta	5,0 – 9,3 leta
349,0	50 leti	13,0 leta	8,7 -22,0 leta	10,2 leta	7,2 – 14,6 leta
373,0	100 let	21,6 leta	12,0- 41,4 leta	14,9 leta	9,5 - 24,2 leta
385,8	150 let	29,1 leta	15,0 - 59,2 leta	18,6 leta	19,7 - 31,0 leta
394,5	200 let	36,0 leta	17,9 – 88,2 leta	21,6 leta	12,0 - 38,3 leta
401,0	250 let	42,5 leta	23,5 - 155,5 leta	24,3 leta	13,7- 46,9 leta

Rateče

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
41,8	2 leti	1,5 leta	1,4 - 1,7 leta	1,4 leta	1,3 - 1,6 leta
101,5	5 let	2,7 leta	2,3 - 3,3 leta	2,3 leta	2,0 - 2,7 leta
136,7	10 let	4,4 leta	3,6 - 5,8 leta	3,4 leta	2,8 - 4,1 leta
176,6	25 let	8,7 leta	6,4 - 12,8 leta	5,8 leta	4,3 - 8,1 leta
203,3	50 leti	14,8 leta	9,9 -25,1 leta	8,8 leta	6,3 - 13,0 leta
227,6	100 let	25,6 leta	14,8- 52,5 leta	13,6 leta	8,9 - 21,9 leta
240,8	150 let	35,6 leta	18,0 - 88,1 leta	17,5 leta	10,7 - 29,2 leta
249,8	200 let	45,0 leta	20,8 - 137,5 leta	21,0 leta	12,7 - 40,1 leta
256,5	250 let	54,1 leta	23,5 - 155,5 leta	24,2 leta	13,9 - 47,2 leta

Prostorsko uteženo povprečje vseh postaj

PRIMANJKLJ AJ	POVRATNA DOBA začetek 21. stol.	RCP4.5		RCP8.5	
		POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA	POVRATNA DOBA konec 21. stol.	95% INTERVAL ZAUPANJA
154,8	2 leti	1,6 leta	1,4 - 1,7 leta	1,5 leta	1,4 - 1,7 leta
216,1	5 let	2,9 leta	2,4 - 3,5 leta	2,5 leta	2,1 - 3,0 leta
253,0	10 let	4,6 leta	3,6 - 6,0 leta	3,8 leta	3,1 - 4,8 leta
295,9	25 let	8,7 leta	6,4 - 12,7 leta	6,7 leta	5,1 - 9,6 leta
325,1	50 leti	14,0 leta	9,2 - 22,3 leta	10,4 leta	7,2 - 14,9 leta
352,2	100 let	22,6 leta	12,8 - 47,7 leta	16,1 leta	10,1 - 29,5 leta
367,1	150 let	29,8 leta	16,0 - 64,9 leta	20,8 leta	12,3 - 37,4 leta
377,3	200 let	36,2 leta	18,6 - 77,9 leta	24,9 leta	13,5 - 47,0 leta
385,0	250 let	42,1 leta	19,4 - 104,4 leta	28,7 leta	15,4 - 59,2 leta

11. Evidenčni list sprememb, dopolnitev in posodobitev

Zap. št.	Ažurirano (poglavje, stran)	Datum	Ažuriral
1	Poglavje 5.4, stran 31 – dodana tabela 9	21.10.2015	Gregor Gregorič
2	Spremenjeno poglavje 3.6 (stran 15), dodani dve projekciji podnebnih sprememb	19.12.2016	Gregor Gregorič
3	Dodano poglavje 4.3 – vpliv podnebnih sprememb na oceno tveganja (stran 24)	19.12.2016	Gregor Gregorič
5	V poglavju 5 – ovrednotenje tveganja za sušo so bili dodani scenariji tveganja 4-9 za projekcije podnebnih sprememb	19.12.2016	Gregor Gregorič
6	V poglavju 6 – povzetek ocene tveganja za sušo so bili dodani scenariji tveganja 4-9 za projekcije podnebnih sprememb	19.12.2016	Gregor Gregorič