

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2013-03/8



ZAKLJUČNO POROČILO CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	V4-1075
Naslov projekta	Ogroženost naših gozdov zaradi borove ogorčice Bursaphelenchus xylophilus
Vodja projekta	22935 Saša Širca
Naziv težišča v okviru CRP	5.09.03 Analiza tveganja za širjenje borove ogorčice v Sloveniji
Obseg raziskovalnih ur	1537
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	10.2010 - 09.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	401 Kmetijski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	404 Gozdarski inštitut Slovenije 481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	4.01
- Veda	4 Kmetijske vede
- Področje	4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

3. Sofinancerji

	Sofinancerji		
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje	
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

4. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

V sklopu projekta smo se osredotočili na praktične izzive in rešitve v primeru vnosa borove ogorčice *Bursaphelenchus xylophilus* v naravno okolje v Sloveniji. Ocenili smo tveganja za vnos, ustalitev in širjenje borove ogorčice pri nas s pomočjo identifikacije različnih načinov vnosa, ustreznosti ekoloških razmer za razvoj parazitske ogorčice pri nas, prisotnosti vektorjev ter razpoložljivih gozdnih habitatov (območij), kamor se borova ogorčica lahko razširi. Ocenili smo obseg ogroženih sestojev iglavcev glede na vrsto gostiteljev v Sloveniji. Analizirali smo zunanjo trgovino in trgovinske tokove borovega lesa ter lesa drugih iglavcev (okrogli les in žagan les) kot možnega načina vnosa borove ogorčice in njenih prenašalcev. Ocenili smo potencialne izgube vrednosti okroglega lesa zaradi eradikacije (izkoreninjenja) borove ogorčice iz potencialnih žarišč, zlasti zaradi izvajanja ukrepov izdelave sekancev iz celih dreves ter impregnacije lesa kot potencialnih ukrepov za zmanjšanje ekonomske škode. Narejen je modelni izračun škode za povprečne razmere v območjih borovih sestojev v Sloveniji, ki zajema primerjalno analizo stroškov pridobivanja lesnih sortimentov ter zmanjšanje vrednosti zaradi izdelave sekancev iz celotnih dreves. Z razvojem modela naravnega širjenja borove ogorčice preko njenih vektorjev in hitrosti pojava borovega venenja smo dobili orodje, s katerim bo mogoče primerjati načine širjenja obravnavanega škodljivca po naravni poti oziroma širjenja, ki je posledica človeške aktivnosti. S tem so postavljeni temelji za razvoj napovedovanja širjenja oziroma pojavnosti tega škodljivca v Slovenskem geografskem območju, v primeru, da pride do vnosa tega škodljivca v to območje ter bolj učinkovito načrtovanje in spremljanje zadrževalnih ukrepov.

ANG

The project focused on challenges and solutions for the eventual introduction of pinewood nematode (PWN) *Bursaphelenchus xylophilus* in natural environment in Slovenia. We evaluated the risk of introduction, establishment and spreading of PWN in Slovenia. We analyzed different introduction pathways and ecological conditions for the development of the pest nematode, the presence of vectors and the available forest habitats (areas) where PWN can establish. We assessed the extent of endangered conifer forests depending on the type of host species in Slovenia. Further, we analyzed foreign wood trade by analyzing flows of pine and other coniferous wood (round wood and sawn timber) as an introduction pathway of PWN and its vectors. We estimated the loss of round wood in eradication scenario of PWN from potential hotspots by producing wood chips from whole trees and the preservation of wood as a potential measures to mitigate the economic damage. The calculation includes a comparative analysis of costs from obtaining wood assortments and the value reduction for wood chips production from whole trees for average conditions in Slovenia pine forests. The model for natural spread of PWN using vector insects and the model for occurrence of pine wilt disease was also developed. These tools will enable comparison of the pest spread by natural means and to assess the influence of human activities on PWN spread. Using these tools the forecasting of incidence and spread of PWN can be developed in a certain geographical area of Slovenia as well as more effective planning and monitoring of the containment measures.

5. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Borova ogorčica, *Bursaphelenchus xylophilus* je izredno napadalna vrsta, ki povzroča hitro propadanje iglavcev - predvsem vrst rodu *Pinus*, redko *Picea*, *Abies* in *Larix*. Za svoj razvoj potrebuje vektorje, ki so v Sloveniji razširjeni. V naravi se *B. xylophilus* širi z

drevesa na drevo preko odraslih hroščev ksilofagnih kozličkov iz roda *Monochamus* (Coleoptera: Cerambycidae). V Sloveniji so zastopane štiri vrste tega rodu: *M. galloprovincialis* (določeno kot podvrsti *M. g. pistar* in *M. g. galloprovincialis*) – borov žagovinar, *M. sartor* – krojaški žagovinar, *M. sutor* – čevljarski žagovinar in *M. saltuarius* – dimnikarski žagovinar.

Les (hlodovina ter večji in manjši kosi lesa npr. lesni sekanci) gostiteljskih rastlin in lesena pakirna embalaža predstavljajo največje tveganje za vnos borove ogorčice in njenih vektorjev v našo državo. Slovenija ima dinamično naravo zunanje trgovine z lesnimi proizvodi. Glede na namen projekta je v analizi velik poudarek na uvozu izbranih lesnih proizvodov, ki so potencialni prenašalci borove ogorčice in/ali njenih vektorjev, iz Portugalske in Španije ter delno iz Združenih držav Amerike in Kanade, obravnavana je tudi Kitajska. Po podatkih SURS smo med izbranimi lesnimi proizvodi, ki so lahko vektor prenosa borove ogorčice, v letu 2010 iz Portugalske uvozili 20 ton lesnih sekancev iglavcev in 4 tone lesnih ostankov. Iz Španije smo v letu 2010 uvozili največ lesnih ostankov, in sicer 163 ton, 163 ton lesnih sekancev iglavcev, sledi lesna embalaža z 33 tonami. Iz ZDA in Kanade smo uvozili predvsem žagan les iglavcev (133 ton iz Kanade in 12 ton iz ZDA), iz Kanade tudi okrogli les iglavcev (126 ton). Menimo, da je potencialna nevarnost večja pri lesnih proizvodih, ki nastajajo iz lesa slabše kakovosti, to so predvsem lesena embalaža (palete), in manjša pri žaganem lesu, ki je v principu narejen iz kakovostnega lesa. Najbolj kritične točke za vnos in širjenje borove ogorčice v Sloveniji so: pristanišče, mejni prehodi, proizvodni obrati in skladišča lesa.

Ogroženost posameznih gostiteljskih vrst borove ogorčice smo opredelili s količinami lesne zaloge, ki se nahaja na območjih, kjer je povprečna mesečna temperatura v juliju enaka ali večja 20 °C. Analizo smo naredili za niz vremenskih podatkov od 1971-2000 ter za projekcijo klimatskih sprememb za obdobji 2021-2050 in 2061-2090. Predvidene klimatske spremembe močno povečajo ogroženost vseh vrst gostiteljskih rastlin. Ugotavljamo, da bi ob sanaciji borove uvelosti po napadu borove ogorčice (*B.xylophilus*) prišlo do precejšnje gospodarske škode. Višina izgub je sicer precej odvisna od tržne cene za lesne sekance. V danih razmerah moramo za pokritje stroškov dela, ki nastanejo pri izdelavi sekancev na kamionski cesti, iztržiti najmanj 11 €/nm³. Izračunane modelne ekonomske izgube upoštevajo le vidik poseka, spravila, izdelave in prodaje. Poleg teh lahko nastopajo še izgube donosa zaradi predhodnega poseka celih sestojev ter stroški, povezani z novim osnovanjem gozda na površinah, kjer so bili posekani vsi iglavci. Le ti so odvisni še od širšega spektra dejavnikov (delež iglavcev v sestoji, starost sestojev, ...), ki niso zajeti v naših izračunih.

Preučili smo tudi eno od alternativnih možnosti ravnanja z lesom iglavcev, ki bi prihajal z območij, ki jih je prizadela borova ogrščica. Ena od možnosti je uporaba lesa za izdelavo telekomunikacijskih drogov oziroma impregniranega lesa. Zaradi dobro impregnabilne beljave, je za izdelavo telekomunikacijskih drogov, borovina (*Pinus sp.*) še posebej zaželena. Biocidni proizvod prepoji celotno beljavo in s tem zagotovo uniči vse potencialne lesne škodljivce v lesu. Postopek z impregnacijo po drugi strani dovoljuje tudi standard ISPM 15.

Borova ogorčica *B. xylophilus* v Sloveniji še ni bila ugotovljena, od predstavnikov rodu *Bursaphelenchus* pa sta bili v preteklosti ugotovljeni dve vrsti, *B. hofmanni* in *B. mucronatus*. Na ogorčice rodu *Bursaphelenchus* smo v sklopu projekta naleteli v 4 vzorcih lesa, ki so bili pobrani v okolici Ljubljane (lokacija Golovec) in okolici Brnika. V vzorcih iz lokacije Brnik smo ugotovili vrsto *B. mucronatus*. Najdba *B. mucronatus* v Sloveniji je posebnega pomena saj je vrsta zelo podobna ogorčici *B. xylophilus*, hkrati pa je prilagojena tudi podnebnim razmeram, ki ustrezajo *B. xylophilus* (gostiteljske rastline, prenašalci, okoljski pogoj itn.). Podrobna analizira nukleotidnega zaporedja fragmenta rDNA je s pomočjo filogenetske analize razkrila, da ogorčice iz tega vzorca spadajo v

skupino *B. hofmanni* in pripadajo vrsti *B. pinasteri*. Gre za prvo najdbo te vrste ogorčic na ozemlju Slovenije. Borove ogorčice v Sloveniji nismo ugotovili, vsi analizirani vzorci so bili negativni na vrsto *B. xylophilus*. V nematološki laboratorij na KIS smo uvedli metodo PCR z detekcijo v realnem času za identifikacij borove ogorčice. Metoda temelji na TaqMan kemiji. Metodo smo validirali in pripravili ustrezno dokumentacijo v skladu s standardom kakovosti ISO 9001.

S pomočjo modeliranja širjenja oziroma določitve območij, ki so primerne za razvoj borove ogorčice smo ugotovili, da je hitrost naravnega širjenja počasna. Čas širjenja do končne točke širjenja je pogojen z lokacijo vstopne točke. Najhitreje se bolezen razširi iz vstopne točke Brnik, kjer traja povprečna doba širjenja v sedanjih klimatskih razmerah 200 let, medtem ko je ta doba iz luke Koper najdaljša in traja več kot 291 let. Klimatske spremembe sicer povečajo hitrost širjenja, vendar jo tudi najbolj neugodne klimatske spremembe (obdobje 2061-2090) skrajšajo le za približno polovico. V tem primeru bi se borova ogorčica razširila po Sloveniji iz vstopne točke Brnika v približno 100 letih. Kot je razvidno je hitrost naravnega širjenja počasna in potrjuje dejstvo, da je človeški faktor tisti, ki najhitreje razširi borovo ogorčico oziroma z drugimi besedami, rezultati poudarjajo pomen uveljavljanja strogih fitosanitarnih ukrepov, ki preprečujejo hitro širjenje ogorčice po vstopu v državo. Simulacije učinkovitosti izvajanja fitosanitarnih ukrepov za preprečevanje širjenja borove ogorčice kažejo na uspešnost preprečevanja širjenja. Ob predpostavki, da obstaja 99,5 % verjetnost, da s posekom gostiteljskih rastlin preprečimo nadaljnje širjenje ogorčice iz žarišča, povprečna doba popolne eradikacije ogorčice ni presegla 5 let ob različnih klimatskih scenarijih. Pri najmanj ugodni ponovitvi je bila najdaljša doba za popolno eradikacijo 30 let.

Hkrati s širjenjem smo naredili izračun količin ogrožene oziroma poškodovane lesne zaloge ter ocenili obseg gospodarske škode. S klimatskimi spremembami naraščajo količine lesnih zalog. Iz prvotno ogroženih 8.954.000 m³ lesnih zalog borovcev, se ogroženost lesnih zalog ob klimatskih spremembah poveča na 14.464.000 m³ v obdobju 2021- 2050 ter na 18.577.000 m³ v obdobju 2061 – 2093. Obseg gospodarske škode v prvih letih narašča, z dolžino dobe navzočnosti borove ogorčice pa pade in se kasneje ustali. Višina in dinamika škode je odvisna od vstopne točke kot tudi od klimatskih sprememb.

6. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Zastavljene projektne cilje smo v celoti realizirali. Ocena tveganja za vnos, ustalitev in širjenje borove ogorčice pri nas temelji na identifikaciji različnih načinov vnosa, ustreznosti ekoloških razmer za razvoj parazitske ogorčice pri nas, prisotnosti vektorjev ter razpoložljivih gozdnih habitatov (območij), kamor se borova ogorčica lahko razširi. Pripravili smo prostorske podlage za izdelavo ocen tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice in preučili možne načine vnosa borove ogorčice v Slovenijo. Ocenili smo obseg ogroženih sestojev iglavcev glede na vrsto gostiteljev v Sloveniji. Analizirali smo zunanjo trgovino in trgovinske tokove borovega lesa in lesa drugih iglavcev (okrogli les in žagan les) kot možnega načina vnosa borove ogorčice in njenih prenašalcev. Ocenili smo izgube vrednosti okroglega lesa zaradi eradikacije borove ogorčice iz potencialnih žarišč, zlasti izvajanja ukrepa izdelave sekancev iz celih dreves ter impregnacijo lesa kot potencialni ukrep za zmanjšanje ekonomske škode. Narejen je modelni izračun za povprečne razmere v območjih borovih sestojev v Sloveniji, ki zajema primerjalno analizo stroškov pridobivanja lesnih sortimentov ter zmanjšanje vrednosti zaradi izdelave sekancev iz celotnih dreves. S pomočjo simulacijskega modeliranja smo ocenili potencialni obseg škode. Z zasnovanim modelom za oceno tveganja vnosa in širjenja borove ogorčice smo izdelali karte, s katerih je mogoče razbrati, katera območja v Sloveniji predstavljajo večje, srednje ali le manjše tveganje. Izdelana je simulacija širjenja borove ogorčice v času in

prostoru za izbrane stalne vzorčne ploskve. Z modelom za izvedbo simulacije širjenja borove ogorčice smo pripravili simulator širjenja borove ogorčice iz poljubne točke v Sloveniji, s čimer smo boljše pripravljeni na morebitni vnos tega škodljivca v našo državo. Rezultati modela so izračunani za različne scenarije podnebnih sprememb.

Opravili smo analizo 95 vzorcev lesa in 5 vzorcev ličink hroščev, ki smo jih vzorčili na kritičnih točkah za vnos borove ogorčice v Slovenijo. Prav tako smo opravili monitoring žagovinarjev na 5 lokacijah po Sloveniji in ugotovili vrstno sestavo. Vpeljali smo metodo PCR z detekcijo v realnem času za identifikacij borove ogorčice s katero lahko hitro in zanesljivo analiziramo veliko število vzorcev na prisotnost borove ogorčice.

7. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Delo na projektu je potekalo brez sprememb, skladno s programom projekta. V letu 2013 se je na projekt priključil raziskovalec Roman Pavelin iz Biotehniške fakultete, ki je poznavalec gozdne entomofavne in je s svojim znanjem pomembno prispeval k kvaliteti projektnih rezultatov na segmentu spremljanja navzočnosti vektorjev borove ogorčice.

8. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	3298982	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	E-varstvo gozdov Slovenije
		ANG	e-Forest protection of Slovenia: Portal
	Opis	SLO	e-Varstvo gozdov Slovenije (eVGS) je elektronski informacijski sistem za varstvo gozdov v Sloveniji. Podoben je sistemu Fito-Info, to je Slovenskemu informacijskemu sistemu za varstvo rastlin, le da je eVGS specializiran za področje varstva gozdov. Sistem eVGS je sestavljen iz dveh enot. Prvo enoto predstavlja podatkovna zbirka in drugo portal. Podatkovna zbirka eVGS predstavlja osrednje skladišče podatkov varstva gozdov v Sloveniji. Dostop do zbirke je omejen. Namen portala eVGS je, da posreduje znanja o varstvu gozdov, da spodbuja komunikacijo na temo varstva gozdov, da predstavlja pripomoček pri delu gozdarjev, da sporoča javnosti aktualna dogajanja na področju varstva gozdov. Vsebine portala eVGS so: priročnik za določevanje vzrokov poškodb drevja, elektronska revija Novice iz varstva gozdov, izobraževalno gradivo, slovar strokovnih pojmov, letna poročila iz varstva gozdov, arhiv poročil in elaboratov poročevalske, prognostično-diagnostične službe za gozdove (PDP), predpisi povezani z varstvom gozdov, aktualni dogodki na področju varstva gozdov, posebni nadzori škodljivih organizmov povezani z gozdarstvom, javno dostopni podatki iz zbirke eVGS.
		ANG	e-Forest protection of Slovenia (eVGS) is an electronic information system for forest protection in Slovenia. It is similar to the system Fito-Info, i.e. Slovenian information system for plant protection; however, eVGS is specialized for the field of forest protection. The system eVGS has two units: database and portal. The eVGS database is central data warehouse for forest protection in Slovenia. Access to the database is restricted. Purpose of the eVGS portal is to mediate knowledge about forest protection, to encourage communication in the field of forest protection, to be a tool for forester's everyday work, to inform public about events in the field of forest protection. The contents of eVGS portal is: manual for determining causes of tree damages, electronic journal News from forest protection, educational material, glossary, forest protection yearly reports, archive of reports and expert's detailed report of Reporting, prognostic-diagnostic service for forests (PDP), forest protection legislation, current events in the field of forest protection, special surveys of harmful

			organisms related with forestry, publicly available data from eVGS database.
	Objavljeno v	Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; Zbornik predavanj in referatov 10. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Podčetrtek, 1.-2. marec 2011; 2011; Str. 237-240; Avtorji / Authors: Ogris Nikica	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
2.	COBISS ID	3368358	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO ANG	SLO ANG
	Opis	SLO ANG	SLO ANG
	Objavljeno v	Agricultural Research Organization.; Phytoparasitica; 2012; Vol. 40, no. 4; str. 337-349; Impact Factor: 0.724;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.979; WoS: DE; Avtorji / Authors: Jurc Maja, Bojovic Srdjan, Fernández Mercedes Fernández, Jurc Dušan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	3560614	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO ANG	SLO ANG
	Opis	SLO ANG	SLO ANG

		appropriate action can greatly reduce the potential damage. The measures we have adapted to the type and intensity of storms, tree species and quantities of wood and available technology.
Objavljeno v		Zveza gozdarskih društev Slovenije; Gozdarski vestnik; 2013; Letn. 71, Št. 1; str. 39-50; Avtorji / Authors: Triplat Matevž, Piškur Mitja, Humar Miha
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

9. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	3524712	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Območja tveganja za vnos borove ogorčice <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> v Sloveniji
		ANG	Risk areas for the introduction of pinewood nematode <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> to Slovenia
	Opis	SLO	Za potrebe nadzora borove ogorčice v Sloveniji smo določili območja večjega tveganja za vnos tega škodljivca v državo. Po vsej državi smo identificirali več kot 130 kritičnih točk za vnos ter jih povezali s podatki o razširjenosti gostiteljskih rastlin. 3 km pas okrog kritičnih točk smo opredelili kot območja večjega tveganja. S pomočjo geografskega informacijskega sistema smo izdelali karto, kjer opravljamo intenzivnejše preglede in vzorčenja gostiteljskih rastlin v sklopu posebnega nadzora borove ogorčice.
		ANG	For the nematode control purposes in Slovenia we have determined the areas of greatest risk of introducing this pest into the country. Throughout the country we have identified more than 130 critical points of entry linked to data on the host plants distribution. Risk areas were classified as 3 km zone around the critical points. Using geographical information system we created a map of risk areas where more intensive inspections and sampling of the host plants takes place in the national pinewood nematode survey.
	Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v		Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; Izvlečki referatov; 2011; Str. 99-100; Avtorji / Authors: Širca Saša, Knapič Matej, Ogris Nikica, Kolšek Marija, Urek Gregor
	Tipologija		1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
2.	COBISS ID	3662440	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nevarnost borove ogorčice v Sloveniji
		ANG	Pinewood nematode treating to Slovenia
	Opis	SLO	V prispevku je bila predstavljena borova ogorčica in nevarnost za slovenske gozdove v primeru njenega vnosa. V Sloveniji so razmere za nemoteno širjenje borove ogorčice precej ugodne, saj so gostiteljske rastline (<i>Pinus nigra</i> in <i>P. sylvestris</i>) precej razširjene, prisotni so hrošči rodu <i>Monochamus</i> , ki so prenašalci borove ogorčice in razmeroma ugodne podnebne razmere. Poleg tega, so v Sloveniji pogosti tudi dejavniki, ki vplivajo na stres gostiteljskih rastlin (poletna suša, pogosti vetrolomi in snegolomi, požari itn.) in s tem na hitrejši razvoj in širjenje vektorjev borove ogorčice, hroščev rodu <i>Monochamus</i> . Predstavljene so bile aktivnosti, ki jih izvajamo za zgodnje odkrivanje vnosa in širjenja borove ogorčice kot so načini detekcije in diagnosticiranja.
			The presentation of pine wood nematode and a threat to Slovenian forests in the case of its introduction was shown. The environmental conditions in

		ANG	Slovenia are favourable for pinewood nematode spreading because of widespread distribution of host plants (<i>Pinus nigra</i> and <i>P. sylvestris</i>), the presence of <i>Monochamus</i> beetles which transmit pine wood nematodes and favourable climate conditions. Besides, the factors that influence on plant stress (summer droughts, windbreaks, snowbreaks, fires etc.) occur quite frequent in Slovenia causing greater multiplication and spread of vectors – beetles of <i>Monochamus</i> genus. The methods of detection and diagnosis that are conducted for the early detection of the introduction and spread of PWN were also presented.
	Šifra	F.34	Svetovalna dejavnost
	Objavljeno v	Televizija Slovenija 1, 1. program, oddaja Ljudje in zemlja; 2011; Avtorji / Authors: Širca Saša, Gerič Stare Barbara	
	Tipologija	3.11	Radijski ali TV dogodek
3.	COBISS ID	3372198	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Biodiverziteta enzomofavne v sestoji rdečega bora na posestvu Brdo glede na različne metode vzorčenja
		ANG	Biodiversity of entomofauna in the red pine forest of the Brdo estate regarding to different sampling methods used
	Opis	SLO	Prispevek na konferenci je zajel analizo biodiverziteta enzomofavne v sestoji rdečega bora na posestvu Brdo. Vzorce hroščev smo lovili v križne pasti s čašo za mokri ulov v enomesečnih intervalih od junija do novembra. V letu 2010 smo uporabili tri vrste atraktantov (etanol + α -pinen, Pheroprax in Gallowit) v pasteh, ki so bile nastavljene približno 1,5 m od tal. V letu 2011 pa smo uporabili dve vrsti atraktantov in sicer etanol + α -pinen ter GaloProtect 2D v pasteh, ki smo jih nastavili v spodnji del krošnje dreves. Ulov ciljnih hroščev (<i>Monochamus</i> spp.) je bil značilno večji v pasteh, ki so bile nastavljene v krošnje dreves.
		ANG	The conference contribution presented the analyses of entomofauna biodiversity in the red pine forest of the Brdo. The samples were collected by using cross vane funnel traps with wet collecting cups in one-month intervals from June to November. Three different attractants were used in 2010 (etanol + α -pinen, Pheroprax and Gallowit) in traps installed approximately 1.5 m above ground. In 2011 etanol + α -pinen and GaloProtect 2D were used in traps hung in the lower canopy of the trees. The capture of the target beetles (<i>Monochamus</i> spp.) was significantly better when the traps were installed in the tree canopy.
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	Universidad de Granada; Universidad Rey Juan Carlos; 7th Symposium and Workshop on the Conservation of Saproxylic Beetles, 12-14 May 2012, Granada - Spain; 2012; Str. 22; Avtorji / Authors: Pavlin Roman, Meterc Gregor, Borkovič Danijel, Jurc Maja	
	Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
4.	COBISS ID	3480486	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ukrepi za nadzor, zatiranje ali upočasnjevanje širjenja ob vdoru novih, gozdu škodljivih organizmov
		ANG	Measures to control, suppress or slow down the spread of the invasive forest harmful organisms
	Opis	SLO	Gozdarstvo si mora zastaviti jasno opredeljen cilj obvarovati slovenski gozd pred nevarnimi škodljivimi organizmi z izdelavo strategije. Cilj je obvarovati zdravje in vitalnost gozdov in drevja z aktivnostmi, s katerimi preprečimo vnos, zasledimo in z ukrepi odgovorimo na že prisotne ali nove škodljive organizme domačega ali tujega izvora. Strategija mora obrazložiti nujnost

		njenega nastanka in dejavnike, ki povečujejo tveganja za zdravje drevja in gozda v današnjem času. Jasno mora imeti opredeljene odgovorne inštitucije, ki so dolžne izvesti ukrepe v okviru fitosanitarnega sistema, o kateremu je govora v prispevku.
	ANG	Forestry needs to set clearly defined goals to make strategies to preserve the forest against invasive forest harmful organisms. The aim is to protect the health and vitality of forests and trees with the activities to prevent introductions, detection and pest management strategies of new indigenous or alien origin. The strategy should explain the necessity of its creation and the factors that increase the risk to the health of trees and forests today. The contribution presents the strategy that must have defined institution roles for actions in the context of plant health system.
Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
Objavljeno v		Zveza gozdarskih društev Slovenije; Posvet Kako učinkovito obvladati poškodbe gozdov večjih razsežnosti; 2012; Str. 23-26; Avtorji / Authors: Jurc Dušan, Piškur Barbara, Ogris Nikica, Hauptman Tine, De Groot Maarten
Tipologija	1.13	Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci

10. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Kokalj, V., 2011. Žagovinarji (Cerambycidae: Monochamus) kot vektorji borove ogorčice (*Bursaphelenchus xylophilus*) v Sloveniji.- Diplomna naloga, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo i obnovljive gozdne vire, 36 str.+ priloge

Prispevek na 3. seminarju in delavnici iz varstva gozdov:

JURC, Maja, METERC, Gregor, PAVLIN, Roman, BORKOVIČ, Danijel. Monitoring vektorjev borove ogorčice (*Monochamus* spp.) v Sloveniji : [3. seminar in delavnica iz varstva gozdov, Štore pri Sežani, 21. junij 2012]. 2012. <http://www.zdravgozd.si/dat/dogodki/46.pdf>. [COBISS.SI-ID 3418534]

Praktična predstavitev diagnostike vrst rastlinskih bolezni in škodljivcev:

GERIČ STARE, Barbara, ŽERJAV, Metka, MAVRIČ PLEŠKO, Irena, VIRŠČEK MARN, Mojca, ŠIRCA, Saša, STRAJNAR, Polona, MODIC, Špela, SCHROERS, Hans-Josef, LAMOVŠEK, Janja. Diagnostika rastlinskih bolezni in škodljivcev : predstavitev ob Dnevu očarljivih rastlin, Ljubljana, Botanični vrt, 18. maj 2012. 2012. [COBISS.SI-ID 3859560]

11. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

11.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

V sklopu raziskav modeliranja smo ugotovili, da bi bil ekološki učinek na širjenje borove ogorčice v naravnih razmerah (izključujoč vse človekove dejavnosti: posegi v gozd, turizem, transport) v Sloveniji razmeroma majhen. Na temelju analiz smo ugotovili, da bi se škodljivec preko svojih vektorjev najhitreje razširil po Sloveniji iz vstopne točke Brnik, kjer traja povprečna doba širjenja v sedanjih podnebnih razmerah 200 let, medtem ko je ta doba iz luke Koper najdaljša in traja več kot 291 let. Z razvojem modela naravnega širjenja borove ogorčice preko njenih vektorjev in hitrosti pojava borovega venenja smo dobili orodje, s katerim bo mogoče primerjati načine širjenja obravnavanega škodljivca po naravni poti oziroma širjenja, ki je posledica človeške aktivnosti. S tem so postavljeni temelji za razvoj napovedovanja širjenja oziroma pojavnosti tega škodljivca v nekem geografskem območju, v primeru, da pride do vnosa tega škodljivca v to območje ter bolj učinkovito načrtovanje in spremljanje zadrževalnih

ukrepov.

ANG

The ecological impact of the spread of PWN by natural means (excluding all human activities: interventions in the forest, tourism, transport) in Slovenia is relatively small. Based on the modeling analysis, we found that the pest would the most rapidly spread across Slovenia with vectors insects from Brnik entry point, where the average age of its spread would be 200 years in the current climate conditions. The spread from the Koper port would be the longest lasting more than 291 years. We developed the model for natural spread of PWN using vector insects and the model for occurrence of pine wilt disease. Developed tool will enable comparison of the pest spread by natural means and to assess the influence of human activities. Using these tools the forecasting of incidence and spread of this pest can be developed in a given geographical area as well as more effective planning and monitoring the containment measures.

11.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Gozd ima velik gospodarski, okoljski in socialni pomen, zato je potrebno ustrezno načrtovati ukrepe, ki preprečujejo ogrožanje tega pomembnega naravnega vira. Rezultati projekta imajo zelo velik pomen glede poznavanja problematike in pripravljenosti strokovnih in drugih služb na morebiten vnos borove ogorčice v Slovenijo. Rezultati so prvič pokazali razsežnost tega problema, saj bi se v primeru vnosa in širjenja tega škodljivca gozdarski sektor znašel pred večjim problemom. Ogrožene zaloge lesne biomase se trenutno ocenjujejo na približno 9 milijonov kubičnih metrov borovega lesa. Eradikacija tega škodljivca skladno z evropskimi predpisi, bi povzročila večjo logistično težavo, ker bi bilo potrebno v zelo kratkem času posekati površino veliko približno 2800 ha in obdelati od 280.000 do 450.000 m³ lesa zgolj na posamezni točki eradikacije. Rezultati projekta poudarjajo pomen intenzivnega monitoringa ter pravočasno načrtovanje ukrepov s katerimi bi lahko zajezili ali vsaj močno omejili, širjenje tega škodljivca ob morebitnem vnosu v Slovenijo.

ANG

Forests have great economical, environmental and social importance therefore the proper planning for their preservation is essential. The project results have great importance on the knowledge of the problems and preparedness of the expert and other services on the eventual introduction of pine wood nematode in Slovenia. The results show for the first time the extension of this problem, since the forestry sector could confront a large problem in the case of PWN introduction and spread. The threaten stock of wood biomass is currently estimated on approximately 9 million cubic meters of pine wood. The eradication of this pest according EU regulations will cause a larger logistical problem because a large area of approximately 2800 ha should be managed in a very short time and about 280.000 to 450.000 m³ of wood should be processed at only one eradication spot. Project results highlight the importance of intensive monitoring and appropriate measure planning prevent or diminishing the spread of this pest at eventual entry in Slovenia.

12.Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine.

12.1.Vpetost raziskave v domače okolje

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

- ☒ v domačih znanstvenih krogih
- ☒ pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?¹²

Celotna gozdarska stroka, Zavod za Gozdove RS, sektor lesne biomase

12.2.Vpetost raziskave v tuje okolje

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

☒ v mednarodnih znanstvenih krogih

☐ pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:¹³

Formalnega sodelovanja s tujimi inštitucijami v sklopu projekta ni bilo.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:¹⁴

Formalnega sodelovanja s tujimi inštitucijami v sklopu projekta ni bilo.

13. Izjemni dosežek v letu 2012¹⁵

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Ni.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Ni.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Kmetijski inštitut Slovenije

Saša Širca

ŽIG

Kraj in datum: Ljubljana 7.10.2013

Oznaka prijave: ARRS-CRP-ZP-2013-03/8

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11).

[Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.

Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta.

Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 8 in 9 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁴ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

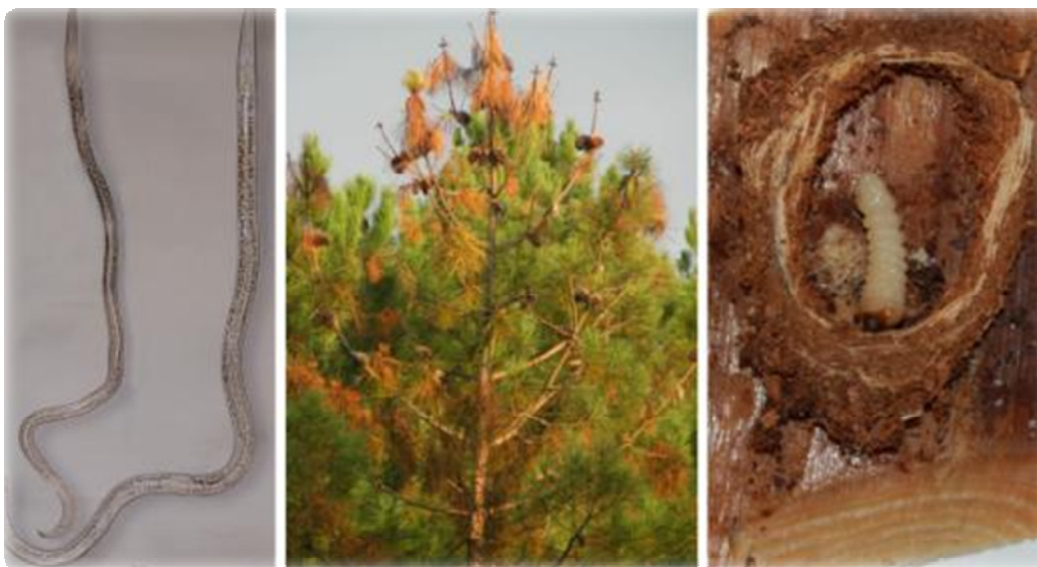
¹⁵ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu.

Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/> [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2013-03 v1.00

6D-71-0F-BD-0B-F3-BF-31-36-A7-9B-FB-B1-62-8A-19-A6-12-34-B4

Ocena ogroženosti naših gozdov zaradi borove ogorčice *Bursaphelenchus xylophilus*



Podatki o projektu

Naslov projekta: Ogroženost naših gozdov zaradi borove ogorčice *Bursaphelenchus xylophilus*

Šifra projekta: V4-1075

Naziv prijavitelja: Kmetijski inštitut Slovenije

Sodelujoče raziskovalne organizacije: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; Gozdarski inštitut Slovenije

Trajanje projekta: 1.10.2010 – 30.9.2013

Ime in priimek vodje projekta: dr. Saša Širca

Člani projektne skupine: dr. Saša Širca, Matej Knapič, doc. dr. Gregor Urek, dr. Barbara Gerič Stare, dr. Polona Strajnar, Tadej Galič, dr. Nikica Ogris, dr. Nike Krajnc, mag. Mitja Piškur, prof. dr. Maja Jurc, Danijel Borkovič, Roman Pavlin, doc. dr. Miha Humar

Vsebina in program dela

V projekt smo zajeli raziskave, ki so pomembne za pridobivanje informacij glede ogroženosti slovenskih iglastih gozdov ob morebitnem vnosu in širjenju borove ogorčice. Opredelili smo tveganje za njen vnos in širjenje ter ocenili ranljivost slovenskih gozdov, da se lahko pravočasno, predvsem pa ustrezno pripravimo na zgodnje ukrepanje za izkoreninjenje oziroma omejitev širjenja tega škodljivca. Identificirali smo možnosti obvladovanja, jih ovrednotili in izdelali oceno ogroženosti gozdov zaradi borove ogorčice.

1. sklop: Ocena tveganja za vnos, uestalitev in širjenje

Ocena tveganja za vnos, uestalitev in širjenje borove ogorčice pri nas temelji na identifikaciji različnih načinov vnosa, ustreznosti ekoloških razmer za razvoj parazitske ogorčice pri nas, prisotnosti vektorjev ter razpoložljivih gozdnih habitatov (območij), kamor se borova ogorčica lahko razširi. Pripravili smo prostorske podlage za izdelavo ocen tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice in preučili možne načine vnosa borove ogorčice v Slovenijo. Ocenili smo obseg ogroženih sestojev iglavcev glede na vrsto gostiteljev v Sloveniji. Analizirali smo zunanjo trgovino in trgovinske tokove borovega lesa in lesa drugih iglavcev (okrogli les in žagan les) kot možnega načina vnosa borove ogorčice in njenih prenašalcev. Analiza zajema naslednje drevesne vrste: bor, smreka in jelka ter združeno skupino drugi iglavcev v skladu s Kombinirano nomenklaturou. Ločeno smo obravnavani zunanjetrgovinski tokovi za okrogle les in žagan les v obdobju zadnjih petih let (2006-2010).

2. sklop: Ocena gospodarskih učinkov

Ocenili smo izgube vrednosti okroglega lesa zaradi eradikacije borove ogorčice iz potencialnih žarišč, zlasti izvajanja ukrepa izdelave sekancev iz celih dreves ter impregnacijo lesa kot dveh od potencialnih ukrepov za zmanjšanje ekonomske škode. Narejen je modelni izračun za povprečne razmere v območjih borovih sestojev v Sloveniji, ki zajema primerjalno analizo stroškov pridobivanja lesnih sortimentov ter zmanjšanje vrednosti zaradi izdelave sekancev iz celotnih dreves.

3. sklop: Proučevanje vektorjev

Vektorje borove ogorčice (*Monochamus* spp.- žagovinarje) smo raziskovali na terenu in sicer v sestojih najpomembnejših gostiteljskih vrst borove ogorčice (v sestojih *Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *P. halepensis*, *Picea abies*, *Abies alba*) in v kontroliranih laboratorijskih pogojih. Spremljali smo razširjenost žagovinarjev, raziskovali njihovo biologijo (fenologijo, posebej kemično komunikacijo) ter ekologijo. V kontroliranih pogojih smo ugotavljali prehranske značilnosti nekaterih vrst žagovinarjev ter navzočnosti vrst rodu *Bursaphelenchus* v prenašalcih – v vzorcih ličink in hroščev rodu *Monochamus*.

4. sklop: Preučevanje navzočnosti *Bursaphelenchus* vrst v Sloveniji

Ugotavljali smo navzočnost borove ogorčice in sorodnih vrst rodu *Bursaphelenchus* v sestojih iglavcev v Sloveniji. Na podlagi prostorskih podlag za izdelavo ocen tveganja smo identificirali območja večjega tveganja vnosa in širjenja borove ogorčice v Sloveniji, kjer smo opravili vzorčenje propadajočih in sumljivih dreves iglavcev. V sklopu projekta smo vzorčili in analizirali 100 vzorcev lesa simptomatičnih in propadajočih dreves iglavcev (*Pinus*, *Picea* in *Abies*).

5. sklop: Izboljšanje diagnostike

Metodo PCR-RFLP, ki jo na KIS trenutno rutinsko uporabljamo pri identifikaciji vrst rodu *Bursaphelenchus* smo nadgradili z metodo PCR v realnem času. Izbrali smo najustreznejšo metodo (eden od kriterijev je tudi cena testa) ter jo vpeljali v delo našega laboratorija. Metodo smo validirali in pripravili ustrezno dokumentacijo v skladu s standardom kakovosti ISO 9001.

6. sklop: Modeliranje

S pomočjo simulacijskega modeliranja smo ocenili potencialni obseg škode. Z zasnovanim modelom za oceno tveganja vnosa in širjenja borove ogorčice smo izdelali karte, s katerih je mogoče razbrati, katera območja v Sloveniji predstavljajo večje, srednje ali le manjše tveganje. Omenjene karte so podlaga za spremljanje morebitnega pojava borove ogorčice, izbor ustreznih ukrepov na območjih z različno stopnjo tveganja in načrtovanje fitosanitarnih ukrepov. Izdelana je simulacija širjenja borove ogorčice v času in prostoru za izbrane stalne vzorčne ploskve. Z modelom za izvedbo simulacije širjenja borove ogorčice imamo pripravljen simulator širjenja borove ogorčice iz poljubne točke v Sloveniji, s čimer smo boljše pripravljeni na morebitni vnos tega škodljivca v našo državo. Rezultati modela so izračunani za različne scenarije podnebnih sprememb.

Kazalo

<i>Podatki o projektu</i>	<i>1</i>
<i>Vsebina in program dela</i>	<i>2</i>
<i>Uvod</i>	<i>12</i>
<i>1. sklop: Ocena tveganja za vnos, ustalitev in širjenje</i>	<i>14</i>
<i>1.1 Ocena tveganja za vnos, ustalitev in širjenje borove ogorčice pri nas</i>	<i>14</i>
<i>1.1.1 Vnos</i>	<i>14</i>
<i>1.1.2 Naselitev in širjenje</i>	<i>16</i>
<i>1.1.3 Literatura in viri</i>	<i>17</i>
<i>1.2 Prostorske podlage za izdelavo ocen tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice</i>	<i>18</i>
<i>1.2.1 Temperatura</i>	<i>18</i>
<i>1.2.2 Vodna bilanca</i>	<i>21</i>
<i>1.2.3 Gostota gostiteljev</i>	<i>29</i>
<i>1.2.4 Literatura in viri</i>	<i>34</i>
<i>1.3 Možni načini vnosa borove ogorčice v Slovenijo</i>	<i>36</i>
<i>1.3.1 Vnos borove ogorčice</i>	<i>36</i>
<i>1.3.2 Uvoz in premeščanje lesa in lesene pakirne embalaže</i>	<i>36</i>
<i>1.3.3 Literatura</i>	<i>37</i>
<i>1.4 Ocena obsega ogroženih sestojev iglavcev glede na vrsto gostiteljev v Sloveniji</i>	<i>38</i>
<i>1.4.1 Ocena obsega ogroženosti sestojev borovcev</i>	<i>38</i>
<i>1.4.2 Ocena obsega ogroženosti sestojev smreke</i>	<i>41</i>
<i>1.4.3 Ocena obsega ogroženosti sestojev macesna</i>	<i>44</i>
<i>1.4.4 Ocena obsega ogroženosti sestojev jelke</i>	<i>47</i>
<i>1.5 Analiza zunanje trgovine in trgovinskih tokov borovega lesa in lesa drugih iglavcev</i>	<i>50</i>
<i>1.5.1 Sistem spremljanja tokov blaga (povzeto po gradivih SURS-a)</i>	<i>50</i>
<i>1.5.2 Uvoz izbranih lesenih proizvodov v Slovenijo</i>	<i>51</i>
<i>1.5.3 Izvoz izbranih lesenih proizvodov iz Španije v Slovenijo</i>	<i>58</i>
<i>1.5.4 Izvoz izbranih lesenih proizvodov iz Portugalske v Slovenijo</i>	<i>58</i>
<i>1.5.5 Proizvodnja in prodaja palet in nakladalnih lesenih plošč v EU27 in Sloveniji</i>	<i>58</i>

1.5.6 Literatura in viri.....	61
1.6 Ugotovitve in sklepi.....	62
2. sklop: Ocena gospodarskih učinkov.....	64
2.1 Ocena izgube vrednosti okroglega lesa zaradi izdelave sekancev iz celih dreves.....	64
2.1.1 Literatura in viri.....	65
2.2 Impregnacija lesa kot potencialni ukrep za zmanjšanje ekonomske škode.....	66
2.2.1 Količine primerne surovine za izgradnjo lesne infrastrukture.....	66
2.2.2 Zahteve glede surovine za telekomunikacijske drogove.....	67
2.2.3 Biocidni proizvodi za zaščito lesa.....	70
2.2.4 Zahteve glede impregnacije lesa za infrastrukturno rabo.....	72
2.2.5 Impregnabilnost lesa z izbranim biocidnim proizvodom.....	74
2.2.6 Odpornost impregniranega lesa na škodljivce na prostem.....	77
2.2.7 Terminologija.....	79
2.2.8 Literatura in viri.....	80
2.3 Ugotovitve in sklepi.....	80
3. sklop: Proučevanje prenašalcev.....	82
3.1 Razširjenost vektorjev borove ogorčice (<i>Monochamus</i> spp.- žagovinarji).....	82
3.1.1 Uvod.....	82
3.1.2 Prenašalci borove ogorčice v Sloveniji.....	82
3.2 Biologija (fenologijo, posebej kemično komunikacijo) in ekologija žagovinarjev.....	89
3.2.1 Uvod.....	89
3.2.2 Metode dela.....	90
3.2.3 Rezultati.....	91
3.3 Prehranske značilnosti nekaterih vrst žagovinarjev.....	99
3.3.1 Prehranske značilnosti kozličkov (<i>Cerambycidae</i>).....	99
3.3.2 Prehranske značilnosti ujetih vrst žagovinarjev (<i>Monochamus</i> sp.).....	100
3.4 Navzočnosti vrst rodu <i>Bursaphelenchus</i> v prenašalcih.....	100
3.5 Ugotovitve in sklepi.....	100
4. sklop: Preučevanje navzočnosti <i>Bursaphelenchus</i> vrst v Sloveniji.....	102
4.1 Navzočnost borove ogorčice in sorodnih vrst rodu <i>Bursaphelenchus</i> v sestojih iglavcev v Sloveniji.....	102

4.1.2 Vzorčenje.....	102
4.1.3 Laboratorijske analize.....	103
4.2 Rezultati.....	103
4.3 Literatura in viri.....	108
4.4 Ugotovitve in sklepi.....	109
5. sklop: Izboljšanje diagnostike	110
5.1 Nadgradnja identifikacije borove ogorčice z metodo PCR v realnem času.....	110
5.2 Validacija v skladu s standardom kakovosti ISO 9001	111
5.3 Literatura in viri.....	113
5.4 Ugotovitve in sklepi.....	114
6. sklop: Modeliranje	115
6.1 Modeliranje s CLIMEX programom	115
6.2 Simulacija širjenja borove ogorčice s celičnimi avtomati	118
6.2.1 Metode dela	118
6.2.2 Rezultati.....	121
6.2.3 Literatura in viri.....	216
6.2.4 Ugotovitve in sklepi.....	217

Kazalo preglednic

<i>Preglednica 1.2.1: Temperaturni razredi in tveganje za širjenje borove ogorčice.</i>	18
<i>Preglednica 1.2.2: Temperatura za poletne mesece obdobja 1971-2000 za 9 lokacij ter modelirano povišanje temperatur za obdobji 2021-2050 ter 2061-2090.</i>	19
<i>Preglednica 1.2.3: Priredba debelinskih stopenj iz debelinskih razredov.</i>	30
<i>Preglednica 1.2.4: Tarife v preglednici odsek in upoštevani gostitelji.</i>	31
<i>Preglednica 1.2.5: Skupine gostiteljev.</i>	31
<i>Preglednica 1.2.6: Meje razredov za skupine gostiteljev (št. dreves/ha).</i>	31
<i>Preglednica 1.5.1: Struktura uvoza okroglega lesa iglavcev po državah v letu 2010.</i>	52
<i>Preglednica 1.5.2: Struktura uvoza žaganega lesa iglavcev po državah v letu 2010.</i>	53
<i>Preglednica 1.5.3: Struktura uvoza lesene embalaže po državah v letu 2010.</i>	56
<i>Preglednica 1.5.4: Uvoz lesnih ostankov, sekancev, žagovine, pelet in briket (v tonah).</i>	57
<i>Preglednica 1.5.5: Izvoz lesnih ostankov, sekancev, žagovine, pelet in briket (v tonah).</i>	57
<i>Preglednica 1.5.6: Značilnosti izvoza palet iz Slovenije.</i>	60
<i>Preglednica 1.5.7: Izvoz ploščatih palet po državah – leto 2009.</i>	60
<i>Preglednica 1.5.8: Značilnosti uvoza palet v Slovenijo.</i>	60
<i>Preglednica 1.5.9: Uvoz ploščatih palet po državah – leto 2009.</i>	61
<i>Preglednica 2.1.1: Primerjava dohodkov normalnega gospodarjenja z gozdom ter dohodkov nastalih v primeru sanacijskih ukrepov (upoštevajoč minimalni premer žarišča (500m) in predpostavki, da do napada pride v sestoju (100% gozdnatost)).</i>	65
<i>Preglednica 2.1.2: Podroben prikaz izračuna gospodarske škode</i>	65
<i>Preglednica 2.2.1: Delež lesnih vrst v lesni zalogi Slovenije v letu 2010.</i>	66
<i>Preglednica 2.2.2: Posek smreke in bora v celotnem poseku v letu 2010.</i>	66
<i>Preglednica 2.2.3: Posek po debelinskih stopnjah (prsni premer, 1,3 m od tal, v bruto m³).</i>	66
<i>Preglednica 2.2.4: Posek bora (bruto m³ po letih) po debelinskih razredih v letih 2003 in 2007.</i>	67
<i>Preglednica 2.2.5: Minimalne zahteve za mehanske lastnosti drogov.</i>	67
<i>Preglednica 2.2.6: Aktivne učinkovine, ki se uporabljajo za zaščito lesa in so vključene v program ocenjevanja.</i>	71
<i>Preglednica 2.2.7: Najpomembnejši baker -etanolaminski pripravki namenjeni za zaščito lesene infrastrukture in njihova sestava.</i>	72
<i>Preglednica 2.2.8: Zahteve povezane z impregnacijo lesenih drogov v vakuumsko-tlačni komori. Zahteve se nanašajo le na obdobje nadtlaka.</i>	73
<i>Preglednica 2.2.9: Zaščitni pripravki, primerni za impregnacijo lesenih drogov. Podan je tudi delež bakrovih spojin v pripravkih ter zahtevana retencija zaščitnega pripravka.</i>	73
<i>Preglednica 2.2.10: Mokri navzemi zaščitnih pripravkov na osnovi bakra in etanolamina pri smrekovih, borovih in bukovih vzorcih, impregniranih s postopkom potapljanja ali potapljanja v kombinaciji z nad in podtlakom.</i>	75
<i>Preglednica 2.2.11: Izpiranje bakrovih učinkovin iz smrekovih, borovih in bukovih vzorcih zaščitnih s pripravki na osnovi bakra in etanolamina s postopkom potapljanja ali potapljanja v kombinaciji z nadtlakom in podtlakom.</i>	77
<i>Preglednica 2.2.12: Ocene razkroja vzorcev (EN 252; SIST-TS CEN/TS 12037).</i>	78

<i>Preglednica 2.2.13: Navzem pripravka Silvanolin in Silvanol GBP v smrekove vzorce in ocena razkroja v posameznih letih izpostavitve. Vzorci so bili izpostavljeni terenskemu testiranju od 7. 4. 2006 do 15. 6. 2011.</i>	79
<i>Preglednica 3.2.1: Opisi petih lokacij monitoringa kozličkov iz roda Monochamus v letih 2011 in 2012.</i>	91
<i>Preglednica 3.2. 2: Število ujetih žagovinarjev (Monochamus spp.) v letu 2011 po lokacijah, datumih lovljenja in atraktantih.</i>	94
<i>Preglednica 3.2.3: Število ujetih žagovinarjev (Monochamus spp.) v letu 2012 po lokacijah, datumih lovljenja in atraktantih.</i>	95
<i>Preglednica 3.2.4: Število ujetih kozličkov (Cerambycidae) glede na poziciji pasti in vstavljene atraktante na lokaciji Brdo v letih 2010 in 2011.</i>	97
<i>Preglednica 3.3.1: Gostiteljske drevesne in prehranjevalne navade vrste kozličkov iz roda Monochamus.</i>	99
<i>Preglednica 4.2.1: Morfometriške značilnosti ogorčic vrste B. pinasteri iz lokacije Golovec.</i>	106
<i>Preglednica 6.2.1: Pravilo določitve razdalje širjenja borove ogorčice glede na gostoto gostiteljev</i>	119
<i>Preglednica 6.2.2: Verjetnost naselitve v celico v odvisnosti od temperature in sušnega stresa</i>	119
<i>Preglednica 6.2.3: Meje vrednosti razredov gostote gostiteljev (št. dreves/ha)</i>	119
<i>Preglednica 6.2.4: Trajanje simulacij</i>	121
<i>Preglednica 6.2.5: Potencialna hitrost širjenja borove ogorčice</i>	122
<i>Preglednica 6.2.6: Učinkovitost ukrepov v različnih podnebnih razmerah za primer simulacije z vsemi gostitelji (v %, n = 300)</i>	123
<i>Preglednica 6.2.7: Potencialni obseg škode (€/ha)</i>	124

Kazalo slik

<i>Slika 1.1.1: Kategorizacija prioritetenih območij za nadzor vnosa borove ogorčice v Sloveniji....</i>	<i>15</i>
<i>Slika 1.2.1: Karta povprečne mesečne temperature julija v obdobju 1971–2000. Temperatura je razdeljena v 4 razrede glede na tveganje borove ogorčice.....</i>	<i>20</i>
<i>Slika 1.2.2: Karta povprečne mesečne temperature julija za srednji scenarij podnebnih sprememb v obdobju 2021–2050.</i>	<i>20</i>
<i>Slika 1.2.3: Karta povprečne mesečne temperature julija za srednji scenarij podnebnih sprememb v obdobju 2061–2090.</i>	<i>21</i>
<i>Slika 1.2.4: Vodnozadrževalna kapaciteta tal v mm.</i>	<i>22</i>
<i>Slika 1.2.5: Potencialna evapotranspiracija za julij za obdobje 1971 – 2000 (vir: ARSO).</i>	<i>23</i>
<i>Slika 1.2.6: Potencialna evapotranspiracija za julij za obdobje 2021 – 2050 (vir: ARSO).</i>	<i>23</i>
<i>Slika 1.2.7: Potencialna evapotranspiracija za julij za obdobje 2061 – 2090 (vir: ARSO).</i>	<i>24</i>
<i>Slika 1.2.8: Povprečna količina padavin za julij za obdobje 1971 – 2000 (vir: ARSO).</i>	<i>25</i>
<i>Slika 1.2.9: Povprečna količina padavin za julij za obdobje 2021 – 2050 (vir: ARSO).</i>	<i>25</i>
<i>Slika 1.2.10: Povprečna količina padavin za julij za obdobje 2061 – 2090 (vir: ARSO).</i>	<i>26</i>
<i>Slika 1.2.11: Območja pojavljanja sušnega stresa za obdobje klimatskih podatkov 1971 – 2000 (vir: ARSO).</i>	<i>27</i>
<i>Slika 1.2.12: Območja pojavljanja sušnega stresa za obdobje klimatskih podatkov 2021– 2050 (vir: ARSO).</i>	<i>28</i>
<i>Slika 1.2.13: Območja pojavljanja sušnega stresa za obdobje klimatskih podatkov 2061 – 2090 (vir: ARSO).</i>	<i>29</i>
<i>Slika 1.2.14: Gostota dreves za 1. skupino gostiteljev (rdeči bor, črni bor, zeleni bor, rušje in ostali bori).</i>	<i>32</i>
<i>Slika 1.2.15: Gostota dreves za 2. skupino gostiteljev (navadna smreka, duglazija).</i>	<i>33</i>
<i>Slika 1.2.16: Gostota dreves za 3. skupino gostiteljev (bela jelka, evropski in japonski macesen).</i>	<i>33</i>
<i>Slika 1.2.17: Gostota dreves za vse gostitelje.</i>	<i>34</i>
<i>Slika 1.4.1: Potencialna ogroženost sestojev bora zaradi borove ogorčice ob sedanjih klimatskih razmerah.</i>	<i>38</i>
<i>Slika 1.4.2: Potencialna ogroženost sestojev bora zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2021 – 2050.</i>	<i>39</i>
<i>Slika 1.4.3: Potencialna ogroženost sestojev bora zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2061 – 2090.</i>	<i>40</i>
<i>Slika 1.4.4: Potencialna ogroženost sestojev smreke zaradi borove ogorčice ob sedanjih klimatskih razmerah.</i>	<i>41</i>
<i>Slika 1.4.5: Potencialna ogroženost sestojev bora zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2021 – 2050.</i>	<i>42</i>
<i>Slika 1.4.6: Potencialna ogroženost sestojev smreke zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2061 – 2090.</i>	<i>43</i>
<i>Slika 1.4.7: Potencialna ogroženost sestojev macesna zaradi borove ogorčice ob sedanjih klimatskih razmerah.</i>	<i>44</i>

<i>Slika 1.4.8: Potencialna ogroženost sestojev macesna zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2021 – 2050.</i>	45
<i>Slika 1.4.9: Potencialna ogroženost sestojev macesna zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2061 – 2090.</i>	46
<i>Slika 1.4.10: Potencialna ogroženost sestojev jelke zaradi borove ogorčice ob sedanjih klimatskih razmerah.</i>	47
<i>Slika 1.4.11: Potencialna ogroženost sestojev jelke zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2021 – 2050.</i>	48
<i>Slika 1.4.12: Potencialna ogroženost sestojev jelke zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2061 – 2090.</i>	49
<i>Slika 1.5.1: Uvoz okroglega in žaganega lesa iglavcev v Slovenijo.</i>	54
<i>Slika 1.5.2: Uvoz okroglega in žaganega lesa bora v Slovenijo.</i>	54
<i>Slika 1.5.3: Izvoz okroglega in žaganega lesa iglavcev iz Slovenije.</i>	54
<i>Slika 1.5.4: Izvoz okroglega in žaganega lesa bora iz Slovenije.</i>	55
<i>Slika 1.5.5: Uvoz in izvoz lesene embalaže (KN 4415).</i>	55
<i>Slika 1.5.6: Proizvodnja palet v Sloveniji.</i>	59
<i>Slika 2.2.1: Razmerje med mokrim navzemom po 24 urah potapljanja in gostoto vzorcev izdelanih iz različnih lesnih vrst.</i>	76
<i>Slika 3.1.1: Monochamus galloprovincialis (Olivier, 1795) – borov žagovinar.</i>	84
<i>Slika 3.1.2: Karta razširjenosti vrste Monochamus galloprovincialis v Sloveniji.</i>	84
<i>Slika 3.1.3: Monochamus sartor (Fabricius, 1787) – krojaški žagovinar, samec.</i>	85
<i>Slika 3.1.4: Monochamus sartor (Fabricius, 1787) – krojaški žagovinar, samica.</i>	85
<i>Slika 3.1.5: Karta razširjenosti vrste Monochamus sartor v Sloveniji.</i>	86
<i>Slika 3.1.6: Monochamus saltuarius (Gebler, 1830) – dimnikarski žagovinar.</i>	86
<i>Slika 3.1.7: Karta razširjenosti vrste Monochamus saltuarius v Sloveniji.</i>	87
<i>Slika 3.1.8: Monochamus sutor (Linnaeus, 1758) – čevljarski žagovinar, samec.</i>	88
<i>Slika 3.1.9: Monochamus sutor (Linnaeus, 1758) – čevljarski žagovinar, samica.</i>	88
<i>Slika 3.1.10: Karta razširjenosti vrste Monochamus sutor v Sloveniji.</i>	89
<i>Slika 3.2.1: Časovna dinamika ulova vrste Monochamus galloprovincialis na atraktant Galloprotect 2D¹ v letih 2011 in 2012.</i>	96
<i>Slika 3.2.2: Časovna dinamika ulova vrst M. sutor, M. sartor in M. saltuarius na atraktant Galloprotect 2D v letih 2011 in 2012.</i>	96
<i>Slika 4.2.1: Vzorčenje lesa propadajočih dreves iglavcev in lokacije najdb ogorčic rodu Bursaphelenchus po Sloveniji.</i>	103
<i>Slika 4.2.2: Morfološke značilnosti samic ogorčic vrste B. pinasteri iz lokacije Golovec.</i>	104
<i>Slika 4.2.3: Morfološke značilnosti samcev ogorčic vrste B. pinasteri iz lokacije Golovec.</i>	105
<i>Slika 4.2.4: Restriksijski fragmenti rDNA ogorčic vrste B. pinasteri iz lokacije Golovec.</i>	107
<i>Slika 4.2.5: Filogenetsko drevo nukleotidnih zaporedij ogorčic vrste B. pinasteri iz lokacije Golovec in sorodnih vrst.</i>	108

<i>Slika 5.1.1: Shematski prikaz rDNA evkarionstskih organizmov. Tandemsko se ponavlja predel, ki nosi zapis za 18S, 5,8S in 28S rRNA ter vmesna nekodirajoča zaporedja označena z ITS (notranji prepisani vmesnik), ETS (zunanji prepisani vmesnik) in NTS (ne-prepisani vmesnik). Nukleotidni začetniki za metodo PCR v realnem času, ki smo jo uvedli, prepoznajo predel ITS v rDNA.</i>	111
<i>Slika 5.1.2: Grafični prikaz naraščanja fluorescence med reakcijo PCR v realnem času predstavlja pomnoževanje matrične molekula DNA pri vzorcih pozitivnih kontrol B. xylophilus z razredčeno genomsko DNA (1:20, 1:40, 1:80, 1:160, 1:320, 1:640, 1:1.280, 1:12.800 in 1:128.000), ki smo ga detektirali pri določanju občutljivosti metode.</i>	112
<i>Slika 5.1.3: Izračun standardne krivulje pri vzorcih s serijsko razredčeno DNA vrste B. xylophilus. Izračun standardnih parametrov, s katerimi se preverja učinkovitost pomnoževanja DNA v PCR reakciji z detekcijo v realnem času ($E = 98,25\%$, $S = -3.3645$, $R^2 = 0,9941$). Vsi parametri so v sprejemljivih mejah.</i>	113
<i>Slika 6.1.1: Shema osnovnega delovanja CLIMEX programa.</i>	115
<i>Slika 6.1.2: Ugodni pogoji za pojav bolezni borove uvelosti v Evropi (rdeče ugodno za razvoj bolezni, modro neugodno).</i>	116
<i>Slika 6.1.3: Ugodni pogoji za pojav bolezni borove uvelosti v Evropi ob simulaciji klimatskih sprememb, kjer je dvig temperature v poletnih mesecih 1 °C (rdeče ugodno za razvoj bolezni, modro neugodno).</i>	117
<i>Slika 6.2.1: Sosedstvo celice v celičnih avtomatih, razširjeno Moorovo sosodstvo.</i>	118
<i>Slika 6.2.2: Koper - Karte potencialnega širjenja.</i>	126
<i>Slika 6.2.3: Koper- Poškodovana lesna zaloga in površina</i>	138
<i>Slika 6.2.4: Koper - Potencialni obseg gospodarske škode.</i>	150
<i>Slika 6.2.5: Brnik - Karte potencialnega širjenja.</i>	156
<i>Slika 6.2.6: Brnik - Poškodovana lesna zaloga in površina.</i>	168
<i>Slika 6.2. 7: Brnik - Potencialni obseg gospodarske škode.</i>	180
<i>Slika 6.2.8: Hoče - Karte potencialnega širjenja.</i>	186
<i>Slika 6.2.9: Hoče - Poškodovana lesna zaloga in površina.</i>	198
<i>Slika 6.2.10: Hoče - Potencialni obseg gospodarske škode.</i>	210

Uvod

Borova ogorčica, Bursaphelenchus xylophilus (Steiner & Buhrer) Nickle, spada v družino Aphelenchoididae, deblo Nematoda. Uvrščamo jo med izredno nevarne škodljivce v gozdarstvu, saj lahko v eni vegetacijski sezoni povzroči odmiranje velikih sestojev iglavcev vseh starosti. Ogroža predvsem bore (rod Pinus), v manjši meri pa tudi druge iglavce. Za napad ogorčice B. xylophilus je značilen izredno hiter propad gostitelja; napadeni bori, ki so še v začetku poletja navidez zdravi, jim lahko proti koncu poletja že začnejo odmirati iglice.

Borovo ogorčico je zelo težko obvladovati, saj je vezana na prenos s hrošči rodu Monochamus in se lahko v eni rastni sezoni nenadzorovano razširi na večja in včasih tudi težko dostopna območja. Edini učinkovit način obrambe je preprečevanje vnosa v naravno okolje, v primeru le tega pa je potrebno takojšnje ukrepanje, da se zatre zgodnji napad na manjših območjih in s tem prepreči njeno nadaljnje širjenje. Glede na to, da se borova ogorčica počasi, a nezadržno širi obstaja precejšnje tveganje njenega vnosa v naravno okolje tudi pri nas. V projektu smo analizirali tveganje za njen vnos in širjenje ter ocenili ranljivost slovenskih gozdov. Rezultati analize nam bodo v pomoč za pravočasno, predvsem pa ustrezno pripravo na ukrepe omejitve širjenja tega škodljivca oz. njegovo izkoreninjenje.

Slovenija leži v podnebnem pasu z višjimi poletnimi temperaturami in sodi med območja, kjer bi se borova ogorčica lahko ustalila, razširila in povzročila precejšnjo gospodarsko škodo. Dodatno tveganje predstavljajo tudi globalne podnebne spremembe, ki ne vplivajo le na pojav in širjenje novih, nevarnih škodljivih vrst, ampak tudi na pogostejši pojav stresnih dejavnikov, ki vplivajo neposredno na zdravstveno stanje in kondicijo različnih gojenih in samoniklih rastlinskih vrst. Globalno segrevanje vpliva tudi na dvig srednjih letnih in poletnih temperatur, s čimer se ustvarjajo pogoji za intenzivnejši razvoj rastlinskih škodljivcev, vključno z borovo ogorčico. Z intenziviranjem globalnega trgovanja se povečuje nevarnost za vnos tujerodnih škodljivih organizmov, zato je identifikacija načinov vnosa ključna za primerno nadzorovanje najbolj tveganih poti.

Izdelana ocena tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice pri nas temelji na identifikaciji različnih načinov vnosa in razpoložljivih območij, kamor se borova ogorčica lahko razširi. V projektu smo ocenili obseg ogroženih sestojev iglavcev v Sloveniji. Izdelane ocene bodo služile kot podpora uradnim službam, da bodo lahko v primeru vnosa borove ogorčice v Slovenijo pravočasno in ustrezno ukrepale. V okviru projekta smo pripravili prostorske podlage za izdelavo ocen tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice, identifikacijo možnih načinov vnosa borove ogorčice v Slovenijo, s pomočjo simulacijskega modeliranja smo ocenili potencialni obseg škode. Spremljali smo razširjenost prenašalcev borove ogorčice, raziskali njihovo biologijo (fenologija, posebej kemična ekologija in prehranske značilnosti - palatabilni testi ali testi všečnosti hrane) ter ekologijo. Preučili smo navzočnost vrst rodu Bursaphelenchus v prenašalcih, ugotavljali smo navzočnosti borove ogorčice in sorodnih vrst rodu Bursaphelenchus v sestojih iglavcev v Sloveniji. Vpeljana je bila tudi metodološka nadgradnja diagnostike borove ogorčice - PCR v realnem času.

S pomočjo zasnovanega modela za oceno tveganja vnosa in širjenja borove ogorčice smo izdelali karto, s katero bo mogoče razbrati, katera območja v Sloveniji predstavljajo večje, srednje ali le manjše tveganje. Omenjena karta bo podlaga za spremljanje morebitnega pojava borove ogorčice, za izbor ustreznih ukrepov na območjih z različno stopnjo tveganja in pri načrtovanju fitosanitarnih ukrepov. V projektu je bila izdelana tudi simulacija širjenja borove ogorčice v času in prostoru za izbrane stalne vzorčne ploskve. Z modelom za izvedbo simulacije širjenja borove ogorčice imamo pripravljen simulator širjenja borove ogorčice iz poljubne točke v Sloveniji, s čimer bomo boljše pripravljeni na morebitni vnos tega škodljivca v našo državo.

1. sklop: Ocena tveganja za vnos, ustalitev in širjenje

1.1 Ocena tveganja za vnos, ustalitev in širjenje borove ogorčice pri nas

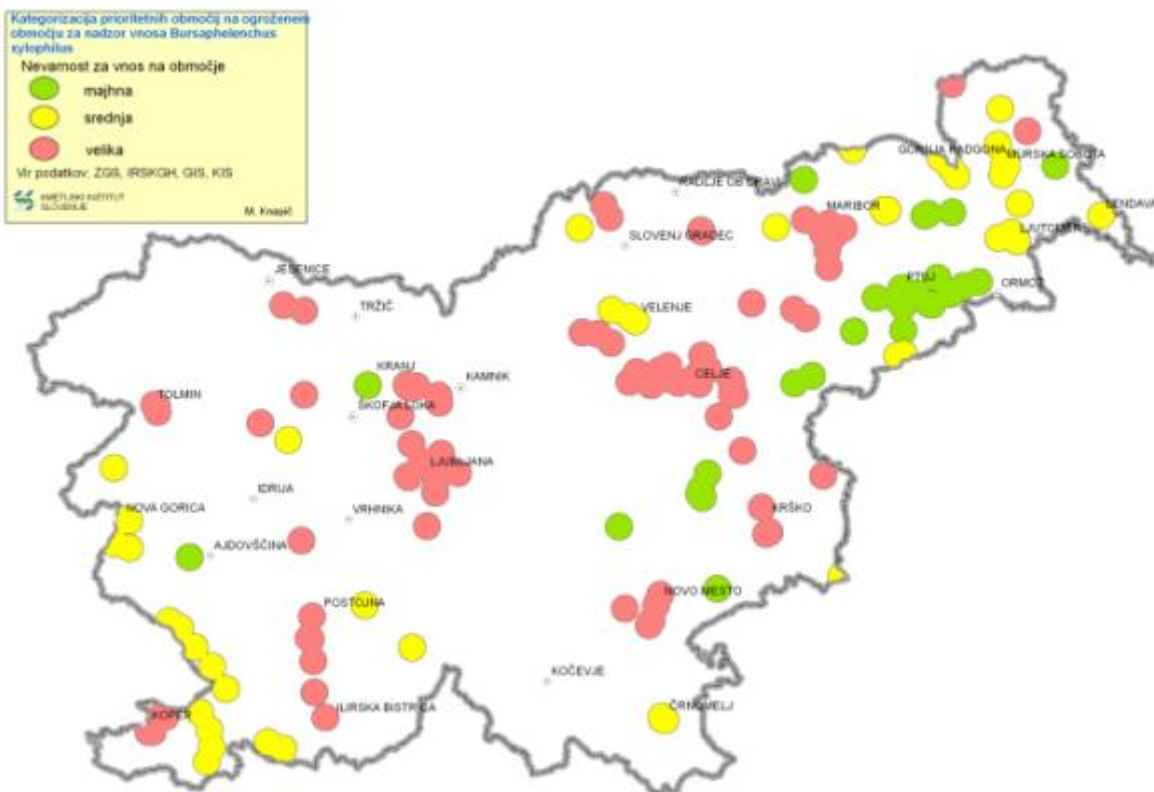
1.1.1 Vnos

Borova ogorčica se najpogosteje prenaša prek mednarodnega trgovanja z lesom oziroma lesnimi proizvodi. Pri uvozu žaganega lesa, hlodovine in ostružkov iz območij ZDA in Kanade je bila borova ogorčica že večkrat prestrežena na Finskem, Norveškem, Švedskem in v Franciji. Znotraj EU je bila borova ogorčica večkrat ugotovljena pri premeščanju lesa in lubja iz Portugalske.

Najbolj kritične točke za vnos in širjenje borove ogorčice v Sloveniji so: pristanišče, mejni prehodi, proizvodni obrati in skladišča lesa. Kritične točke so tudi preostali gospodarski subjekti, ki trgujejo ali skladiščijo les, lubje in lesne proizvode vključno z lesenim pakirnim materialom (LPM) po izvoru iz tujine. Slovenija je s svetom, tudi s prekooceanskimi državami, povezana s pristaniščem Koper, v katerega dnevno prihajajo ladje z vseh koncev sveta in prek katerega poteka intenzivno mednarodno trgovanje, tudi z lesom. Poleg mednarodnega trgovanja z lesom pa je v Sloveniji zelo razvita tudi lesno-predelovalna industrija, kar se zrcali v obstoju številnih proizvodnih obratov in skladišč lesa po vsej Sloveniji.

Kritične točke za vnos borove ogorčice v Slovenijo so vstopne točke mednarodne trgovine (pristanišče in letališče); razne točke razkladanja in skladiščenja lesa, lesenih proizvodov, lesene pakirne embalaže in lubja iglavcev ter lesni proizvodni obrati. V sklopu projekta smo določili območja večjega tveganja v Sloveniji za vnos tega škodljivca v državo. Po vsej državi smo identificirali več kot 130 kritičnih točk za vnos ter jih povezali s podatki o razširjenosti gostiteljskih rastlin. 3 km pas okrog kritičnih točk smo opredelili kot območja večjega tveganja (slika 1.1.1). S pomočjo geografskega informacijskega sistema smo izdelali karto, kjer opravljamo intenzivnejše preglede in vzorčenja gostiteljskih rastlin v sklopu posebnega nadzora borove ogorčice.

- Območje največjega tveganja za vnos (155.000 ha) smo določili na osnovi podatkov:
 - o žagah, kjer je prisoten les iglavcev iz mednarodne trgovine (podatki ZGS)
 - točkah izrazite mednarodne trgovine (Luka Koper in letališče na Brniku), skladišč lubja iz Portugalske
- Območje srednjega tveganja za vnos (93.000 ha) smo določili na osnovi podatkov:
 - o točkah skladišč lesnega pakirnega materiala (LPM) oziroma izrazite manipulacije LPM (na primer nekateri mejni prehodi) na Primorskem smo upoštevali tudi klimatske pogoje ter razširjenost črnega bora blizu točk potencialnega vnosa
- Območja manjšega tveganja za vnos (60.000 ha) smo določili na osnovi podatkov lokalnih distributerjev lubja iz Portugalske



Slika 1.1.1: Kategorizacija prioritarnih območij za nadzor vnosa borove ogorčice v Sloveniji.

Borova ogorčica je še eden od škodljivcev, katerega najučinkoviteje širi ravno človek s svojimi dejavnostmi. Zaradi globalnih razmer, ki vladajo v današnjem svetu (velik pretok blaga in ljudi, turizem idr.) in zaradi precejšnje razširjenosti gostiteljskih rastlin po celotnem ozemlju Slovenije, so mogoče točke vnosa razširjene po celi državi. Za namene zgodnjega odkrivanja vnosa takega škodljivca je potrebna ustrezna strokovna usposobljenost predstavnikov uradnih služb in predvsem dovolj pogosto spremljanje zdravstvenega stanja gozdov v državi.

Zaradi kombinacije parazitskega in saprofitskega življenjskega kroga (Wingfield, 1983) lahko borova ogorčica preživi v napadenem lesu daljša obdobja, odvisno od ustreznosti okoljskih razmer (temperatura, navzočnost gliv modrivk in ustrezna vlažnost lesa) se borova ogorčica v napadenem lesu lahko tudi razmnožuje (saprofitski del življenjskega kroga borove ogorčice – prehranjuje se z glivami). Te lastnosti ji omogočajo, da preživi daljše razdalje med transportom. Najbolj verjeten način vnosa borove ogorčice v nenapadena območja je, če se ob uvozu lesa skupaj z ogorčico vnese tudi njen prenašalec. Prenašalci lahko preživijo v lesu le, če je zagotovljena zadostna količina vlage. Večja je hlodovina oziroma večji so kosi lesa, dalj časa lahko žuželka preživi, zaradi česar hlodovina in žagan les pomenita večjo nevarnost za vnos prenašalca kot na primer leseni ostružki. Leseni ostružki lahko vsebujejo večjo količino vlage, ki omogoča, da ogorčice znotraj njih preživijo, toda njihova obdelava v glavnem preprečuje, da preživijo prenašalci (Rutherford in sod., 1990).

Tudi določene predhodne obdelave lesa ne zagotavljajo popolne zaščite pred vnosom tega škodljivca. Odvisno od velikosti in vlažnosti hlodovine, temperaturnih razmer in intenzivnosti oziroma natančnosti ukrepov (temperaturna obdelava lahko borova ogorčica preživi obdelavo lesa). Večkrat so bile v Evropi v uvoženem lesu najdene tudi druge ogorčice, tovrstne najdbe lahko potrdimo tudi v Sloveniji (primer *B. hofmanni* v lesni pakirni embalaži po izvoru iz Izraela, ki naj bi bila toplotno obdelana). To nam nakazuje, da borova ogorčica lahko preživi tudi take postopke (predvsem je vprašljiva doslednost pri izvedbi postopka), kar predstavlja tveganje za vnos tudi pri takemu materialu. Tudi verjetnost, da se škodljivca odkrije med fitosanitarnim postopkom pri premeščanju ali uvozu takega materiala je dokaj majhna, predvsem zaradi velikosti pošiljk in sorazmerno majhnih količin lesa, ki se vzorči in analitsko pregleda.

1.1.2 Naselitev in širjenje

Največje tveganje za naselitev je način vnosa borove ogorčice ob hkratnem vnosu z njenimi prenašalci. Glede na prisotnost gostiteljskih rastlin praktično po celotnem ozemlju države (zadostujejo tudi drevesa, ki rastejo posamezno – npr. okrasna drevesa) je naselitev borove ogorčice, v primeru vnosa okuženih prenašalcev, zelo velika. Gostiteljske vrste borove ogorčice so predvsem bori, vrste rodu *Pinus*, najbolj občutljive pa so vrste: *P. bungeana* Zucc., *P. densiflora* Seib. Et Zucc., *P. luchuensis* Mayr, *P. massoniana* Lamb., *P. nigra* Arn., *P. pinaster* Ait., *P. sylvestris* L. in *P. thunbergii* Parl. Kot gostitelji lahko nastopajo tudi drugi iglavci (*Larix*, *Abies*, *Picea*), vendar so poročila o škodah, povzročenih na njih, skromna. V ZDA so zaradi borove ogorčice zaznali tudi propad vrst rodov *Picea* in *Pseudotsuga*, vendar v zelo omejenem obsegu. Analiza geografske razprostranjenosti gostiteljskih vrst borove ogorčice je predstavljena v poglavju 1.2 (Prostorske podlage za izdelavo ocen tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice).

Za naselitev borove ogorčice na določeno območje so odločilni okoljski dejavniki in prisotnost vektorjev. V literaturi je naveden prag 20 °C, ki vpliva na izražanje borove uvelosti. Edini kriterij, ki določa ali se bolezen izrazi ali ne, je v trajanju dnevne temperature nad 20 °C vsaj mesec dni, ki omogoča popoln razvoj borove ogorčice ter hkrati ustrezno namnožitev. Obseg in hitrost propada gostiteljskih rastlin je pogojena tudi s sušnim stresom, vendar je podatkov na temu segmentu v literaturi precej malo. V primeru, da temperatura v poletnem terminu ne preseže praga, se borova uvelost načeloma ne pojavi in lahko govorimo o latentnih okužbah z borovo ogorčico. V takih razmerah je razvoj borove ogorčice upočasnen in predstavlja tudi večjo grožnjo na terenu, ker je odkrivanje tako napadenih dreves precej oteženo (ne prihaja do izražanja bolezenskih znamenj). Spodnja temperatura, kjer lahko borova ogorčica prične z razvojnimi krogom je določena pri 9,5 °C, pri temperaturi 15 °C traja njen razvojni krog 9 dni v toplejših razmerah pri 30 °C pa zgolj 4 dni (CABI/EPPO).

Okoljske razmere za ustalitev in nemoteno širjenje borove ogorčice so v Sloveniji sorazmerno ugodne, kar temelji predvsem na dokaj ugodnih podnebnih razmerah in končno tudi v nekaterih vzporednih dejavnikih, ki vplivajo na stres gostiteljskih rastlin (poletna suša, pogosti vetrolomi in snegolomi, požari itn.) in s tem na hitrejši razvoj in širjenje podlubnikov – potencialnih prenašalcev borove ogorčice. Analiza okoljskih dejavnikov za ustalitev in nemoteno širjenje borove ogorčice je predstavljena v poglavju 1.2 (Prostorske podlage za izdelavo ocen tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice).

Poleg prisotnosti gostiteljskih rastlin in ugodnih okoljskih dejavnikov so za uspešno naselitev borove ogorčice na določenem območju potrebni tudi prenašalci (Smith in sod., 1997), vrste rodu *Monochamus*. V Sloveniji so bile ugotovljene vrste: *M. sartor*, *M. saltuarius*, *M. sutor* in *M. galoprovincialis* (Jurc in sod., 2003). Za omenjene vrste je dokazano, da so prenašalci vrste *B. xylophilus*. Omenjene žuželke so v Sloveniji razširjene v celotnem arealu iglavcev (navadne smreke, rdečega in črnega bora ter jelke). Rezultati preučevanja prenašalcev borove ogorčice v Sloveniji je predstavljena v sklopu 3 (Preučevanje prenašalcev).

1.1.3 Literatura in viri

CABI/EPPO. 1997. *Bursaphelenchus xylophilus*. V: Quarantine Pests for Europe (2. izaja) CAB International. University Press Cambridge. pp. 581-592.

JURC, M., UREK, G., ŠIRCA, S., MIKULIČ, V., GLAVAN, B., 2003. Borova ogorčica, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970 - nova nevarnost za slovenske gozdove? *Zb. gozd. lesar.* 72: 121-156.

RUTHERFORD, T. A., MAMIYA, Y., WEBSTER, Y. M., 1990. Nematode induced pine wilt disease, factors influencing its occurrence and distribution. *Forest Science* 36: 145-155.

SMITH, I. M., MCNAMARA, D. G., SCOTT, P. R., HOLDERNESS, M., BURGER, B., 1997. Quarantine Pests for Europe. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization.- Second Edition. CAB International & European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), 1425 str.

WINGFIELD, M. J., 1983. Transmission of pine wood nematodes to cut timber and girdled trees. *Plant Disease*, 67: 35-37.

1.2 Prostorske podlage za izdelavo ocen tveganja za vnos in širjenje borove ogorčice

1.2.1 Temperatura

Določili smo tri temperaturne razrede glede na tveganje za širjenje borove ogorčice. Temperaturne razrede smo določili glede na ugotovite različnih raziskav (Pérez *et al.*, 2008; Naves & de Sousa, 2009; Soliman *et al.*, 2011) (preglednica 1.2.1, slika 1.2.1). Vzeli smo povprečno mesečno temperaturo julija, ki pri nas predstavlja najtoplejši mesec. Vir podatkov za karto temperature je ARSO (2006).

Preglednica 1.2.1: Temperaturni razredi in tveganje za širjenje borove ogorčice.

Temperatura (°C)	Tveganje
< 18	–
18–19	nizko
20–21	srednje
≥ 22	visoko

Karte temperature pri simulacijah podnebnih sprememb so nastale na osnovi podatkov simulacij, ki jih je naredil Bergant (Bergant, 2007). Simulacije so bile narejene za 3 različne podnebne scenarije in sicer za :

- restriktiven scenarij, kjer je povečanje temperature in spremembe padavinskega režima najmanjše
- povprečen scenarij, kjer so bile spremembe povečanih temperature in spremenjenih padavin, večje kot v restriktivnem scenariju in hkrati najbolj pričakovane
- maksimalen scenarij, kjer so predvidene spremembe temperatur in padavin največje, hkrati pa je verjetnost, da se bodo temperature in padavine spremenile v napovedanih okvirjih, najmanjša

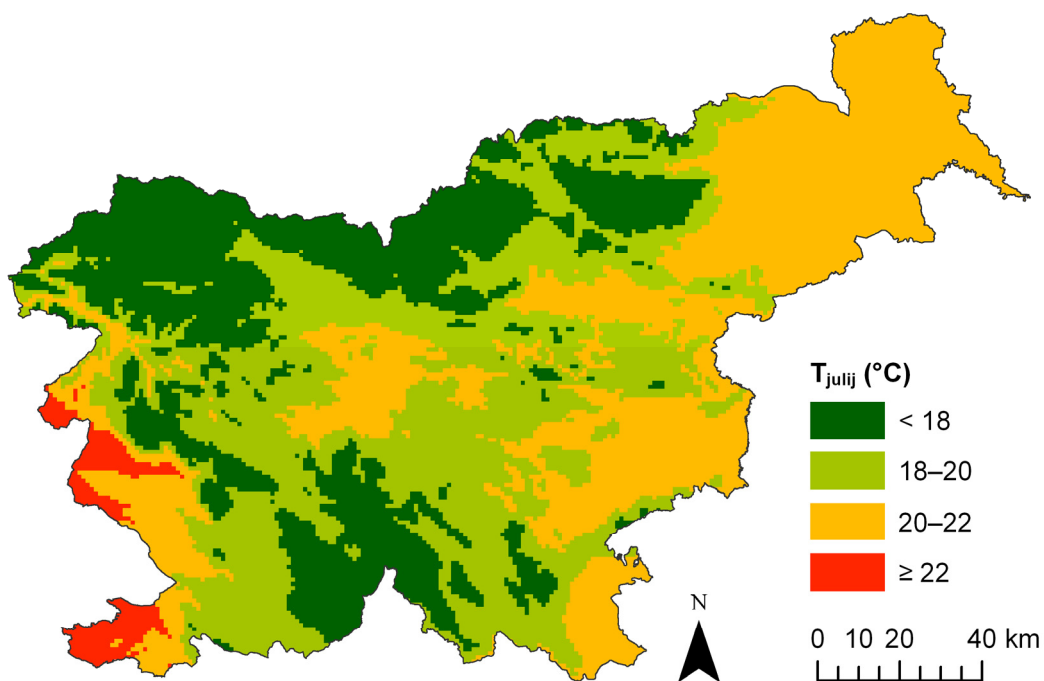
Izračuni so bili narejeni za različne zvezne časovne serije obdobj 30 let. V naše obdelave smo vključili najbližje obdobje 2021-2050 ter obdobje med leti 2061-2090. V nadaljnjih izračunih smo uporabili le rezultate povprečnega scenarija. Simulacije scenarijev so bile izračunane za 9 krajev Slovenije; Portorož, Bilje, Slap pri Vipavi, Postojna, Rateče – Planica, Murska Sobota, Maribor, Novo mesto in Ljubljana po obdobjih. Devet točk je vsekakor premalo, da bi lahko z ustrezno prostorsko interpolacijo oblikovali zanesljivo rastrsko karto v km mreži, zato smo si pomagali s kartami, ki jih je ARSO izdelal v km mreži za obdobje 1971-2000, ki temelji na gosti mreži meteoroloških postaj ter hkrati vključuje podatke reliefa. V prvem koraku smo iz teh kart določili vrednosti v točkah za omenjenih 9 lokacij. Z metodo navadnega kriginga (sferičen semivariogram in vplivnost 4 točk) smo izvedli prostorsko interpolacijo med točkami. Za posamezno rastrsko celico smo izračunali faktor razlike s karto za obdobje 1971-2000, ki je nastala na osnovi podrobnejših meritev in modela reliefa. Na ta način smo rezultate kriginga za

obe časovni obdobji ustrezno prilagodili vrednostim v km mreži. Čeprav ima tovrstni način nekaj pomanjkljivosti, pa predstavlja edini način, da iz podatkov 9 točk prilagodimo vrednosti km mreži, ki odraža spremembe reliefa in mikroklimatske značilnosti.

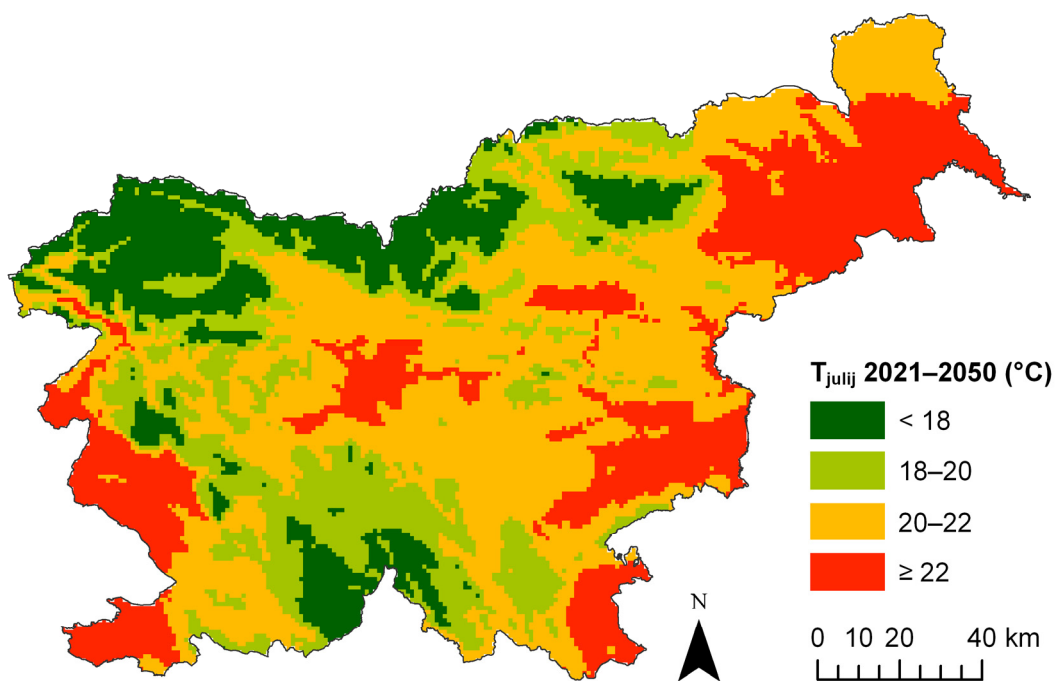
V preglednici 1.2.2 so predstavljene modelirane temperature za poletne 3 mesece za 3 obdobja in za 9 krajev. Iz nje je razvidno, da povprečne spremembe temperatur v posameznem mesecu z časovno oddaljenostjo naraščajo. V prvem obdobju napovedi klimatskih sprememb se denimo poveča temperatura v mesecu juliju v povprečju za 2,27 °C, medtem ko v naslednjem obdobju naraste celo na 4,96 °C.

Preglednica 1.2.2: Temperatura za poletne mesece obdobja 1971-2000 za 9 lokacij ter modelirano povišanje temperatur za obdobji 2021-2050 ter 2061-2090 .

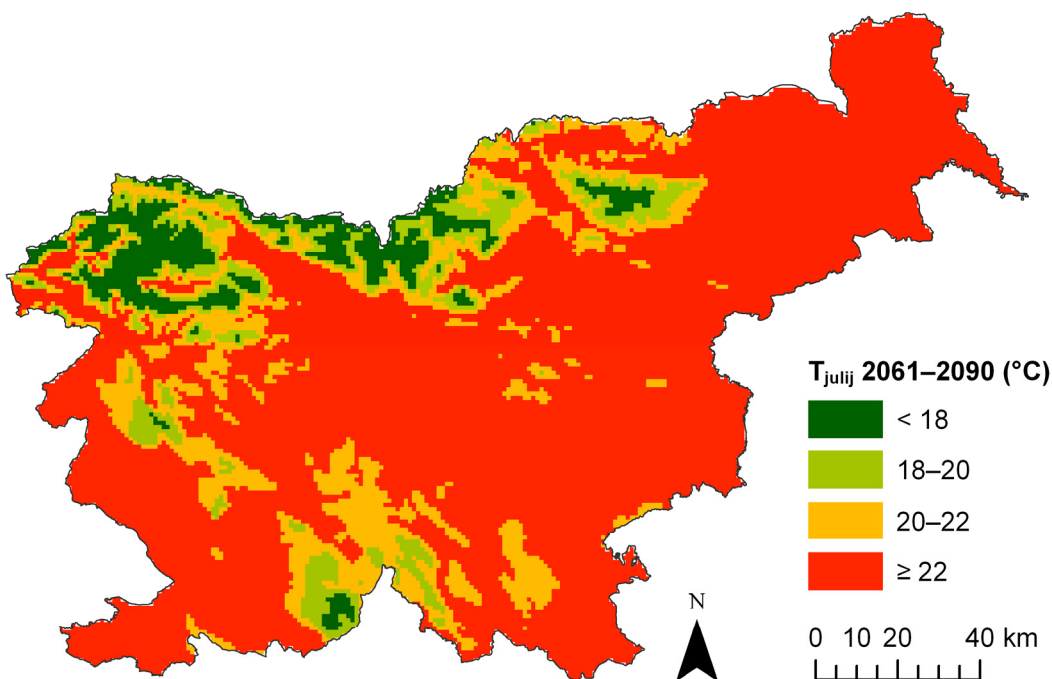
Kraj/ obdobje	1971-2000			2021-2050			2061-2090		
	JUN	JUL	AVG	JUN	JUL	AVG	JUN	JUL	AVG
Bilje (BI)	19,70	21,87	20,90	1,69	2,11	3,00	3,71	4,87	6,02
Ljubljana (LJ)	18,14	20,09	19,20	1,89	2,44	3,13	3,94	5,23	6,13
Maribor (MB)	18,13	19,76	18,84	1,91	2,52	3,17	4,00	5,21	6,13
Murska Sobota (MS)	17,97	19,49	18,49	1,94	2,60	3,26	4,16	5,43	6,33
Novo mesto (NM)	17,82	19,65	18,60	2,06	2,62	3,20	4,27	5,40	6,22
Portorož (PK)	20,23	22,42	21,27	1,58	1,92	2,62	3,30	4,26	5,22
Postojna (PO)	15,69	17,89	17,03	1,70	2,16	2,92	3,60	4,75	5,76
Rateče-Planica (RP)	14,09	15,98	14,97	1,57	1,98	2,78	3,35	4,51	5,51
Slap pri Vipavi (SL)	18,78	21,17	20,59	1,58	2,07	3,14	3,67	4,95	6,37
Povprečje	17,84	19,81	18,88	1,77	2,27	3,02	3,78	4,96	5,96



Slika 1.2.1: Karta povprečne mesečne temperature julija v obdobju 1971–2000. Temperatura je razdeljena v 4 razrede glede na tveganje borove ogorčice.



Slika 1.2.2: Karta povprečne mesečne temperature julija za srednji scenarij podnebnih sprememb v obdobju 2021–2050.



Slika 1.2.3: Karta povprečne mesečne temperature julija za srednji scenarij podnebnih sprememb v obdobju 2061–2090.

1.2.2 Vodna bilanca

Ker smo v modeliranje širjenja borove ogorčice želeli vključiti tudi sušni stres, smo z modeliranjem osnovnih členov vodne bilance, pripravili tematske podlage za določitev območij z izrazitejšim pomanjkanjem vode.

1.2.2.1 Kapaciteta tal za vodo

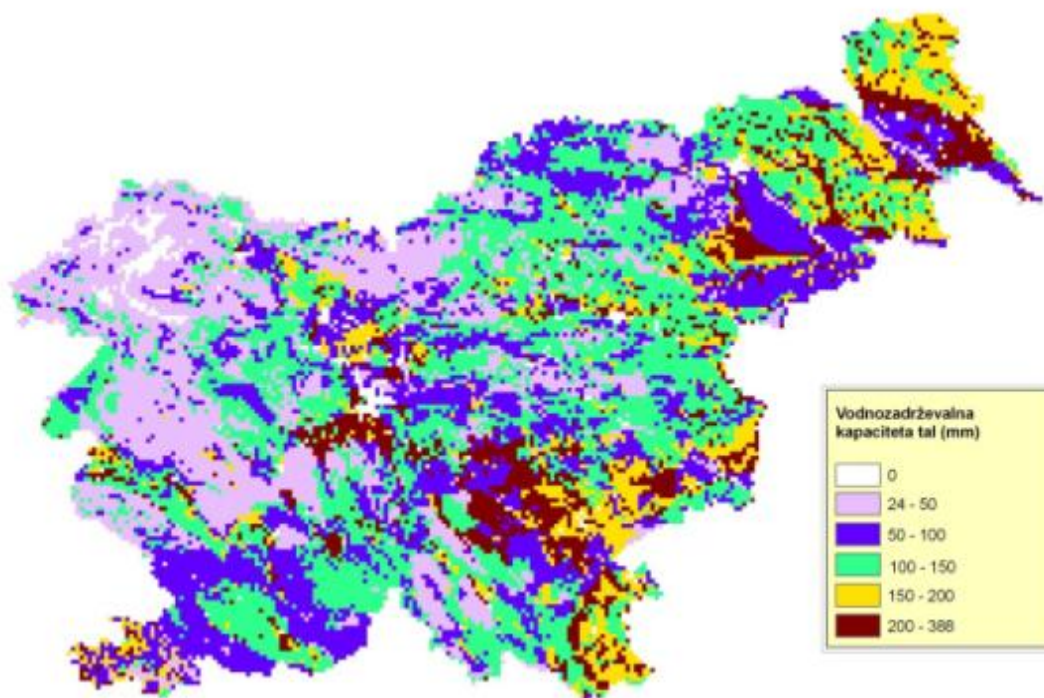
Pri izračunu kapacitete tal za vodo smo uporabili podatke Digitalne pedološke karte Slovenije, 1:25000, verzija KIS CTO. Pomembne dodatne lastnosti te verzije pedološke karte je povprečna globina pedokartografske enote ter skeletnost v horizontih tal. Poleg omenjenih atributnih podatkov pedološke karte smo z modeliranjem podatkov teksture posamezne pedosistematske enote določili volumsko gostoto tal ter kapaciteto tal za vodo.

Pri tem smo uporabili naslednje principe dela:

- ker tekstura tal posamezne pedosistematske enote variira, smo na osnovi podatkov profilov digitalne pedološke karte določili povprečni teksturni razred za posamezni horizont tal ter za modeliranje uporabili srednje vrednosti teksturnega razreda. Volumsko gostoto smo modelirali z on-line dostopnim programom, ki uporablja prilagojen model po Saxtonu (http://www.pedosphere.ca/resources/bulkdensity/worktable_us.cfm). Kapaciteto tal za vodo pa z modelom za določanje hidravličnih lastnosti tal (Saxton in sod., 1986), prav tako dostopen na internetu (<http://staffweb.wilkes.edu/brian.oram/soilwatr.htm>).

- pedosistematskim enotam z izrazitejšimi oglejevalnimi procesi v globini tal (različne oblike glejev ter obrečna oglejena tla) smo pripisali maksimalne možne vrednosti kapacitete tal za vodo, saj je utemeljeno pričakovati, da je vode do globine 1 m toliko, da borovci ne doživijo sušnega stresa.

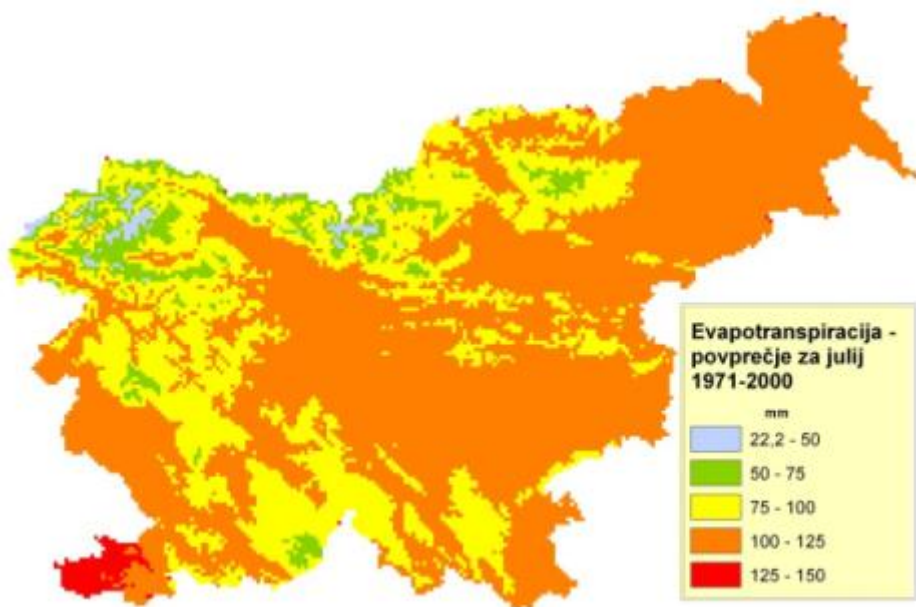
Končni rezultat vodnozadrževalne kapacitete tal je razviden iz slike 1.2.4.



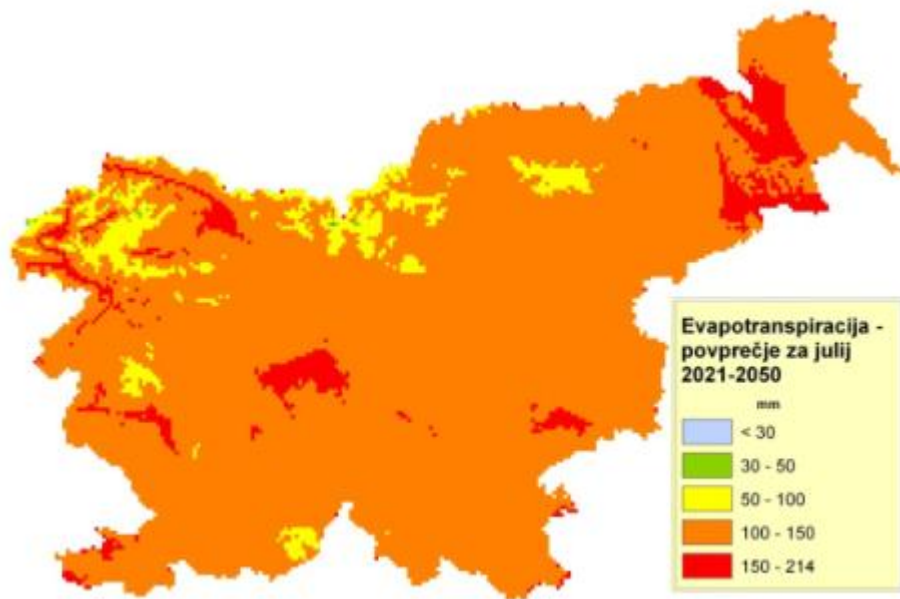
Slika 1.2.4: Vodnozadrževalna kapaciteta tal v mm.

1.2.2.2 Evapotranspiracija

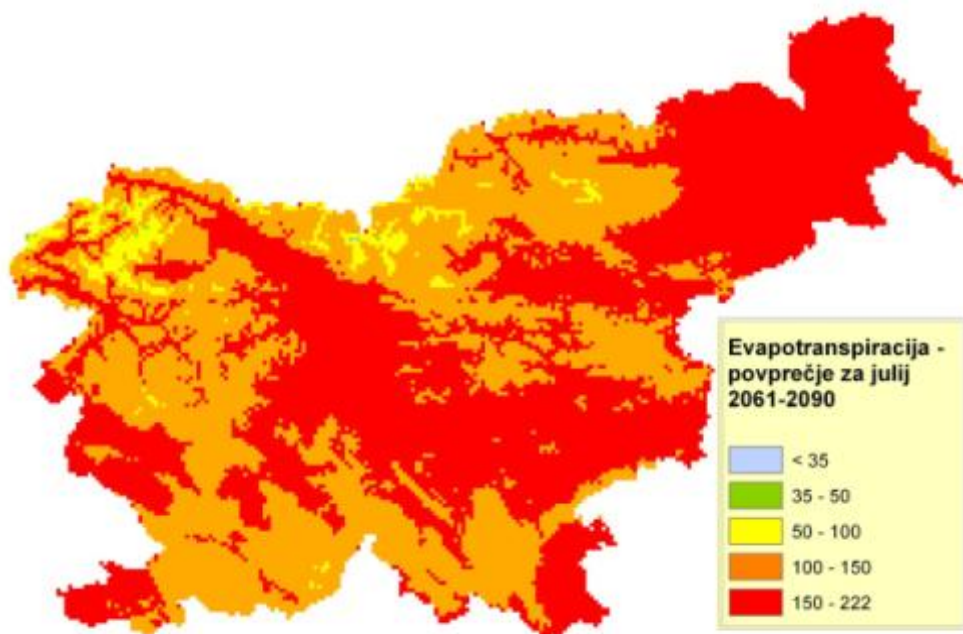
V osnovi je bil postopek izdelave kart evapotranspiracije borovih sestojev enak izdelavi tematskih kart za temperaturo. Ker pa smo vodno bilanco računali na mesečnem nivoju, smo karte izdelali za vsak mesec posebej. Dejansko evapotranspiracijo smo računali tako, da smo vrednost potencialne evapotranspiracije pomnožili s faktorjem rastline. Pri iskanju podatkov o faktorju rastline za borovce smo imeli velike težave, saj je le malo literaturnih virov, ki bi navajali podrobnejše podatke. Po intenzivnem iskanju smo se odločili, da uporabimo podatke, ki jih je objavil Rutter (Rutter, 1959). Uporabili smo isti faktor rastline omenjene reference za obdobje november – marec (0,86), za oktober in april smo uporabili faktor 1,05, ki je predstavljal interpolacijo med polno vrednostjo in vrednostjo v mirovanju. Za mesece polne rasti (maj-september) smo izračunali povprečje objavljenih meritev in določili, da je faktor rastline za borovce v tem obdobju 1,24. Spodnji karti evapotranspiracije borovcev za mesec julij smo dodali, da ilustriramo razlike, ki jih prinaša scenarij klimatskih sprememb.



Slika 1.2.5: Potencialna evapotranspiracija za julij za obdobje 1971 – 2000 (vir: ARSO).



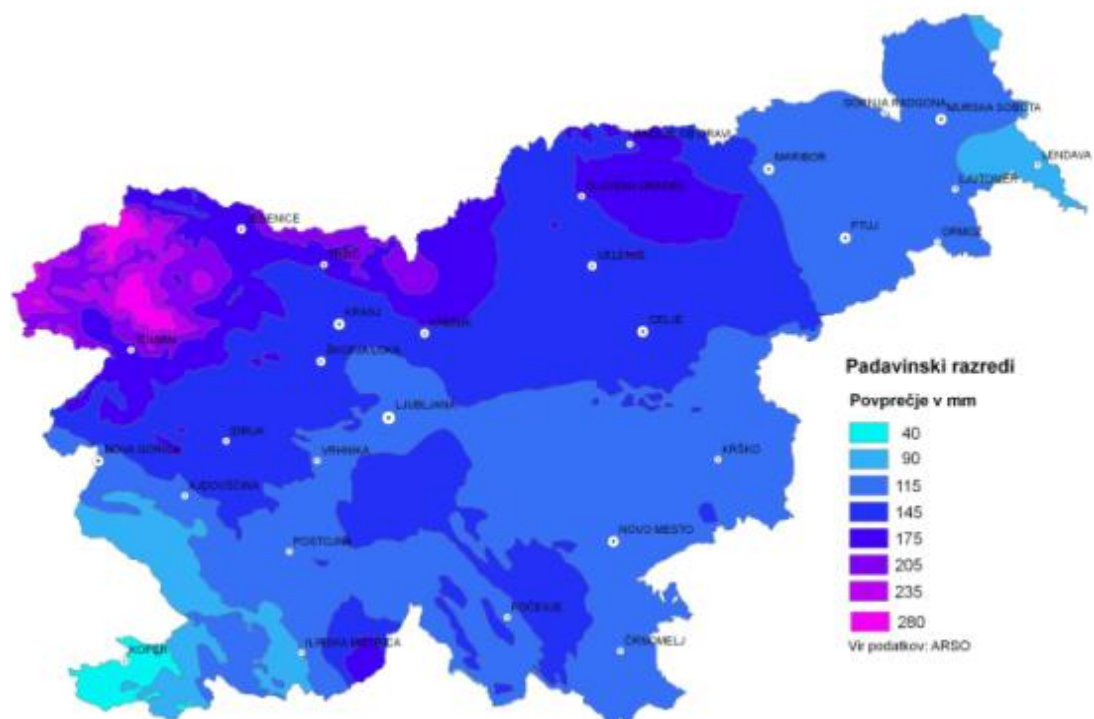
Slika 1.2.6: Potencialna evapotranspiracija za julij za obdobje 2021 – 2050 (vir: ARSO).



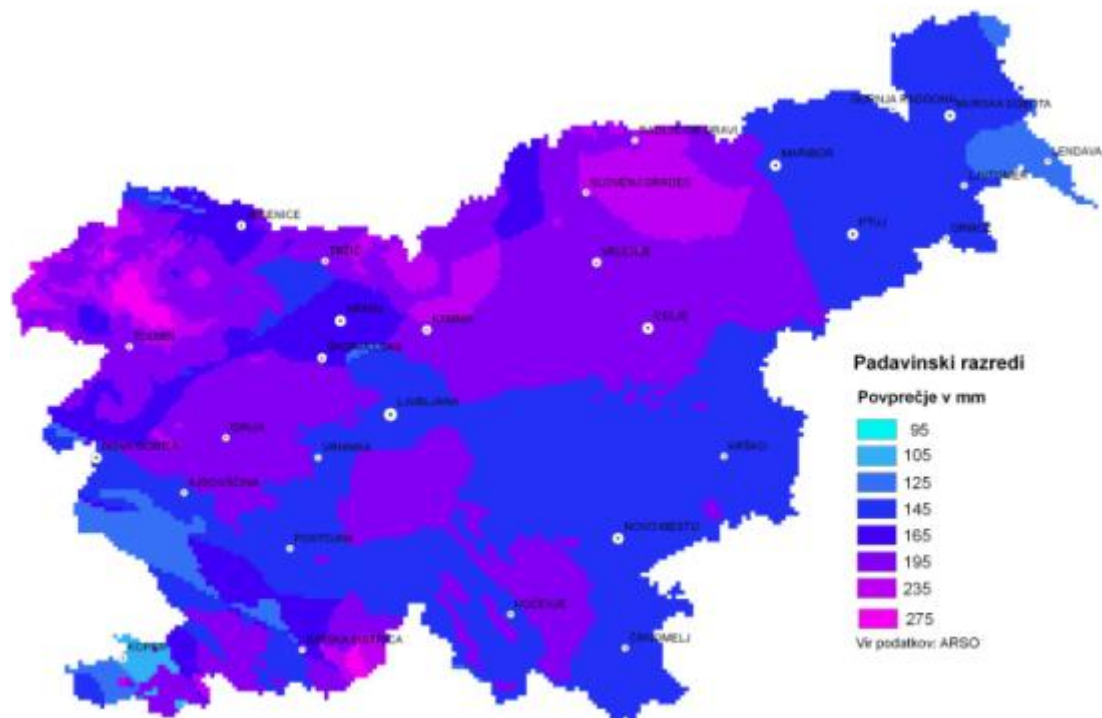
Slika 1.2.7: Potencialna evapotranspiracija za julij za obdobje 2061 – 2090 (vir: ARSO).

1.2.2.3 Padavine

Tematske karte padavin so bile narejene po enakem postopku, kot karte temperature za izbrani obdobji prikaza klimatskih sprememb. Širina padavinskih razredov je različna. Za obdobje 1971 - 2000 je prvi razred širok 80 mm, naslednji 20 mm, potem pa do zadnjega razreda 30 mm. Zadnji razred je širok 60 mm.

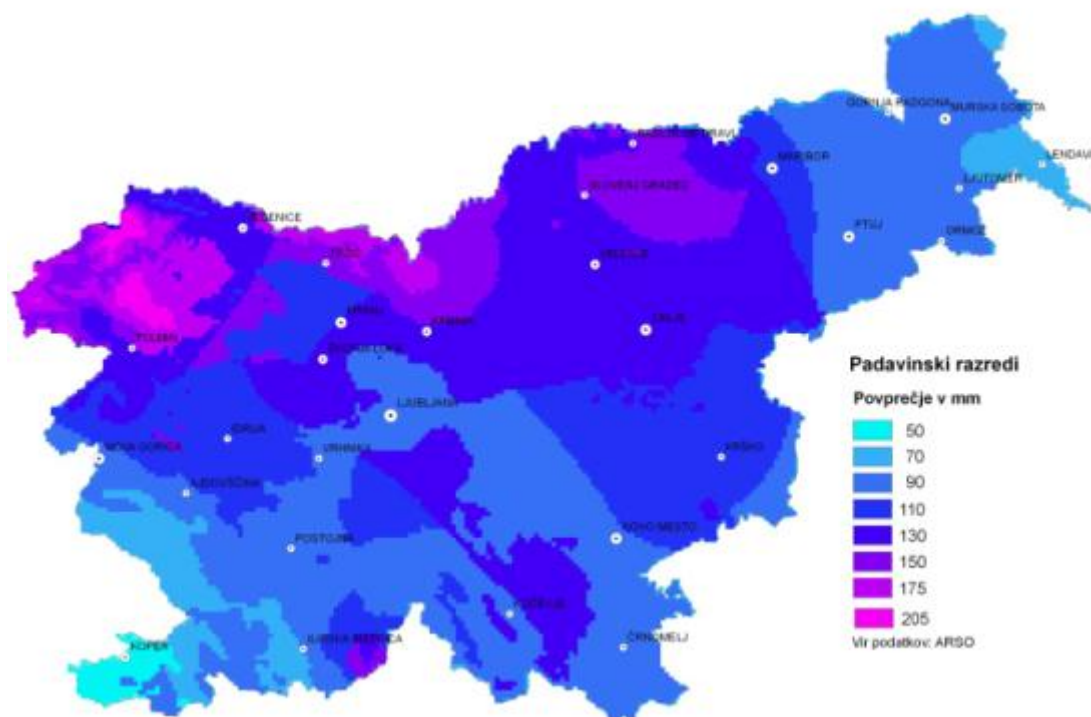


Slika 1.2.8: Povprečna količina padavin za julij za obdobje 1971 – 2000 (vir: ARSO).



Slika 1.2.9: Povprečna količina padavin za julij za obdobje 2021 – 2050 (vir: ARSO).

Za obdobje 2021-2050 klimatskih sprememb predstavlja prvi razred najmanjša povprečna vrednost padavin, do vrednosti 175 mm so razredi široki 20 mm, nato pa do vključno zadnjega 40 mm. Za obdobje 2061-2090 smo razrede prilagodili tako, da je širina prvih šestih razredov široka 20 mm, zadnjih dveh pa 30 mm. Kot je razvidno iz kart klimatskih sprememb so bo vzorec in količina padavin spreminjala. Če lahko v prvem obdobju, 2021-2050, pričakujemo povečane količine padavin za mesec julij v primerjavi z obdobjem 1971-2000, lahko iz slike 1.2.10 razberemo, da bo količina padavin v mesecu juliju v obdobju 2061-2090 veliko manjša. Na letnem nivoju razlike niso tako očitne, saj se zmanjša količina padavin za približno 2,5 % (izračunano za simulacijo v devetih točkah oziroma krajih), če primerjamo obdobje 2061-2090 z obdobjem 2021-2050 oziroma se povečajo padavine v obdobju 2021-2090 za nekaj manj kot odstotek v primerjavi z obdobjem 1971-2000.



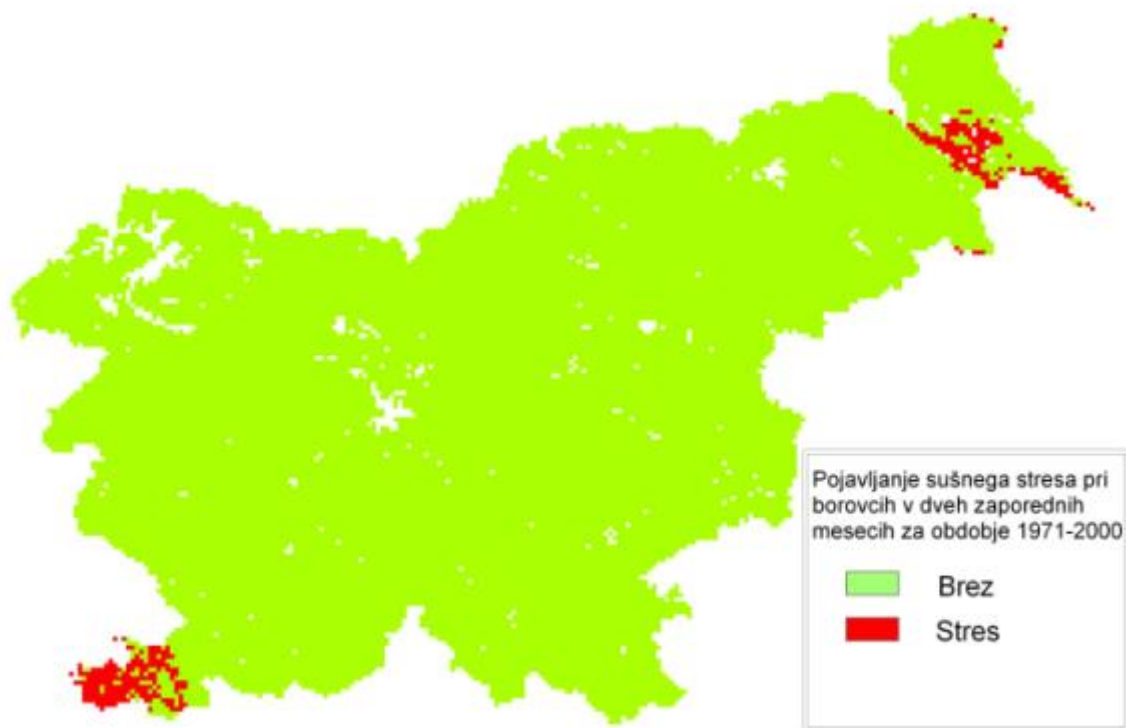
Slika 1.2.10: Povprečna količina padavin za julij za obdobje 2061 – 2090 (vir: ARSO).

1.2.2.4 Sušni stres

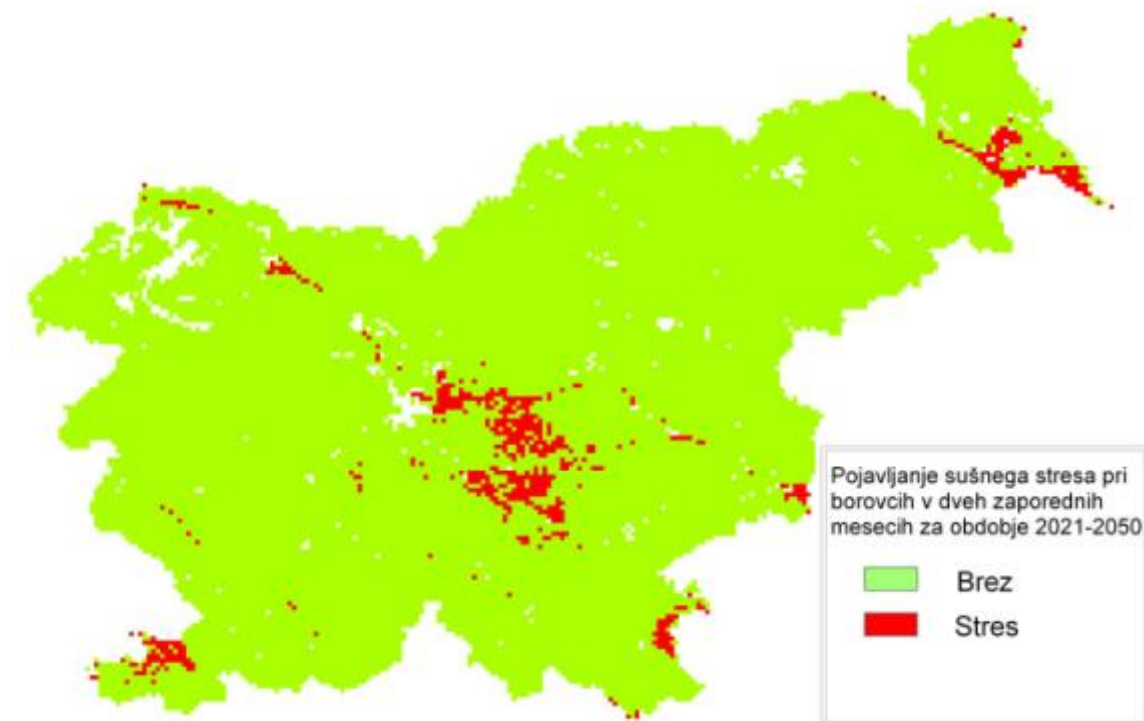
Iz predstavljenih elementov vodne bilance smo za posamezen mesec izračunali pojav morebitnega sušnega stresa. Sušni stres smo opredelili kot območja, kjer se vsebnost vode v tleh zmanjša pod 50 % rastlinam razpoložljive vode. Upoštevali smo, da ima sušni stres vpliv na širjenje borove ogorčice šele takrat, ko traja vsaj 2 meseca zaporedoma. Predpostavili smo namreč, da se lahko manifestirajo negativni sinergistični učinki poškodb prevodnega sistema zaradi borove ogorčice ter ovirane preskrbe rastlin z vodo zaradi okoljskih pogojev, ko trajajo daljše časovno obdobje in je večji del poškodb ireverzibilne narave.

Kot lahko ugotovimo iz slik 1.2.11 do 1.2.13 se območja pričakovanega sušnega stresa z napovedanimi klimatskimi spremembami povečujejo. Če lahko za sedanje obdobje pričakujemo pojavljanje sušnega stresa na primorskem in v porečju Mure, lahko za naslednje klimatsko

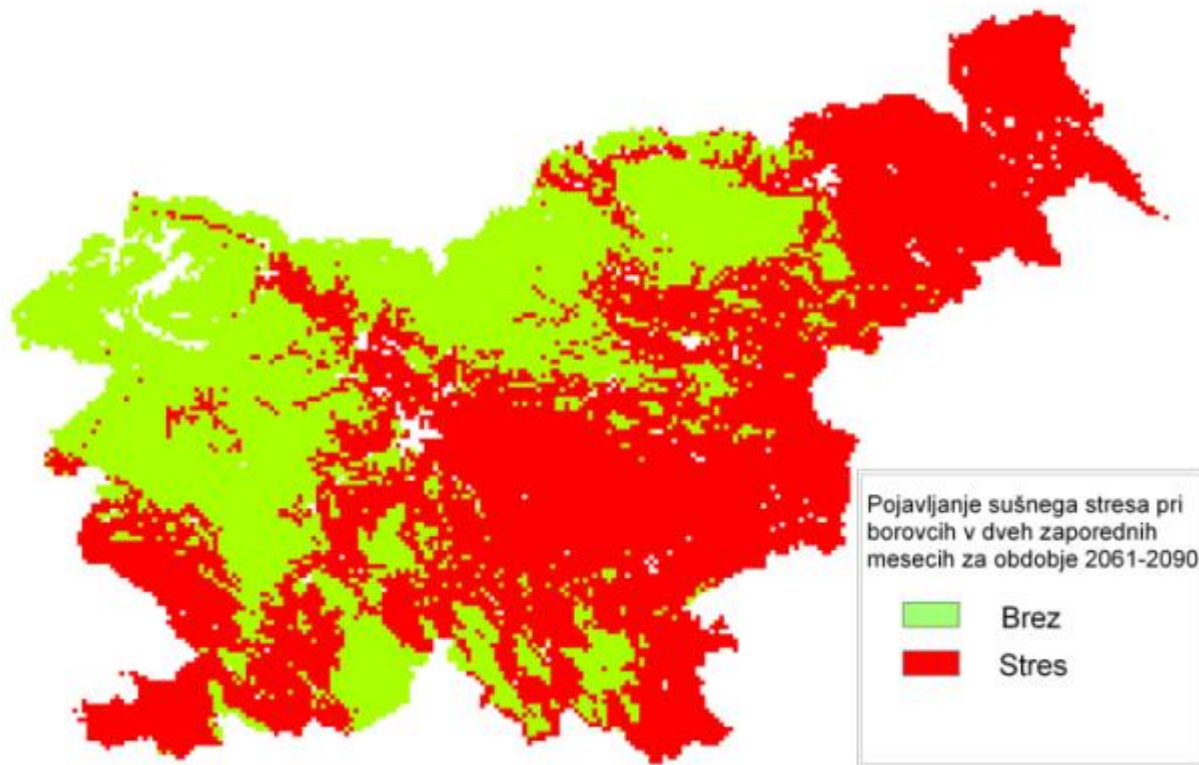
obdobje ugotovimo, da se območja pričakovanega sušnega stresa pričnejo pojavljati tudi v notranjosti Slovenije, predvsem v smeri jugovzhoda. Napoved klimatskih sprememb za obdobje 2061-2090 pa se odraža v izrazito neugodnih razmerah za rast rastlin, saj kaže, da se naj bi sušni stres pojavljal v celotnem dolinskem delu Slovenije, delno pa tudi na višjih nadmorskih višinah.



Slika 1.2.11: Območja pojavljanja sušnega stresa za obdobje klimatskih podatkov 1971 – 2000 (vir: ARSO).



Slika 1.2.12: Območja pojavljanja sušnega stresa za obdobje klimatskih podatkov 2021– 2050 (vir: ARSO).



Slika 1.2.13: Območja pojavljanja sušnega stresa za obdobje klimatskih podatkov 2061 – 2090 (vir: ARSO).

1.2.3 Gostota gostiteljev

Yoshimura in sod. (1999) so ugotovili, da obstaja minimalna gostota gostiteljev pod katero napad borove ogorčice ni uspešen. To sta potrdila Gordillo in Kim (2012) v simulacijah zgodnjega zatiranja borove ogorčice, kjer se je gostota dreves pokazala kot ključni dejavnik poleg gostote populacije vektorjev.

Pripravili smo grafično podlago gostote gostiteljev za namen simulacije širjenja borove ogorčice v Sloveniji.

Metoda dela

Gostoto gostiteljev borove ogorčice smo pripravili s pomočjo podatkovne zbirke Gozdni fondi, katere lastnik in skrbnik je Zavod za gozdove Slovenije (GOZDF, 2010). Podatki so veljavni za leto 2010.

Gozdni fondi so organizirani v več preglednicah:

- odsek (osnovni podatki o gozdnih odsekih, npr. lokacija, površina, tarife po skupinah drevesnih vrst),
- odsgzd (gozdne združbe v odsekih in njihova površina),
- odsses (gozdni sestoji v odsekih, njihova zasnova, sklep, razvojna faza idr.),

- odssesdv (lesna zaloga in volumenski prirastek po debelinskih razredih in drevesnih vrstah v gozdnem sestoju).

Podatki v podatkovni zbirki Gozdni fondi se zbirajo po navodilih Pravilnika o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (RS, 1998 in spremembe).

Za izračun gostote dreves smo uporabili podatke iz preglednic:

- odsek (površina, tarifni razredi za tri skupine drevesnih vrst),
- odssesdv (lesna zaloga po debelinskih razredih in drevesnih vrstah).

Postopek izračuna gostote dreves je bil naslednji:

1. Lesna zaloga po debelinskih razredih in drevesnih vrstah v gozdnih odsekih

V preglednici odssesdv je lesna zaloga navedena po gozdnih sestojih in drevesnih vrstah. Ker se v gozdnem odseku praviloma pojavlja več sestojev, želeli smo pa dobiti lesno zalogo po drevesnih vrstah v gozdnem odseku, smo pripravili vsote lesnih zalog po pet debelinskih razredih (preglednica 1.2.3) in drevesnih vrstah po posameznih gozdnih odsekih.

Preglednica 1.2.3: Priredba debelinskih stopenj iz debelinskih razredov

Debelinski razred	Debelinska stopnja
I. 10–19 cm	3 in 4 (12,5–17,5 cm)
II. 20–29 cm	5 in 6 (22,5–27,5 cm)
III. 30–39 cm	7 in 8 (32,5–37,5 cm)
IV. 40–49 cm	9 in 10 (42,5–47,5 cm)
V. 50 in več cm	več kot 10 (več kot 50 cm)

2. Prireditev tarif iz debelinskih stopenj v debelinske razrede

Zavod za gozdove Slovenije za izračun volumna dreves uporablja enotne tarife (Kotar, 2003). Poznamo naslednje enotne tarife: prirejene Alganove tarife (za prebiralne gozdove), prirejene Schaefferjeve tarife (za enodobne gozdove) in vmesne tarife po Čoklu za gozdove prehodnih oblik. Iz tarif lahko izračunamo volumen drevesa s pomočjo tarifnega razreda in debelinske stopnje. Za izračun gostote dreves smo potrebovali tarife po debelinskih razredih. Zato smo prilagodili tarife iz debelinskih stopenj v tarifne razrede. To smo naredili tako, da smo izračunali povprečje volumna drevesa v določenem tarifnem razredu po določenih debelinskih stopnjah (preglednica 1.2.3).

3. Število dreves po debelinskih razredih in drevesnih vrstah v gozdnih odsekih

Gostoto dreves smo izračunali po 5. debelinskih razredih iz vsote lesenih zalog po debelinskih razredih in drevesnih vrstah v gozdnih odsekih, ki smo jo pripravili na način opisan v točki 1 in podatkov (površine in tarifnih razredov), ki so bili določeni v preglednici odsek. Uporabili smo prilagojene tarife za debelinske razrede, kot smo to izračunali v točki 2.

Tarife so v preglednici odsek podane po osmih drevesnih skupinah. Uporabili smo tarife za prve tri drevesne skupine (preglednica 1.2.4).

Število dreves v določenem debelinskem razredu smo izračunali tako, da smo lesno zalogo v debelinskem razredu delili z volumnom povprečnega drevesa, katerega smo dobili iz tarif (točka 2).

Iz števila dreves po debelinskih razredih smo izračunali skupno število dreves v gozdnem odseku po drevesnih vrstah.

Preglednica 1.2.4: Tarife v preglednici odsek in upoštevani gostitelji.

Tarifna skupina	Gostitelji
1	navadna smreka
2	bela jelka
3	rušje, rdeči bor, črni bor, zeleni bor, ostali bori, duglazija, japonski macesen, evropski macesen

4. Gostota dreves po skupinah gostiteljev

Iz števila dreves po drevesnih vrstah smo izračunali število dreves po skupinah gostiteljev. Določili smo tri skupine gostiteljev glede na njihovo občutljivost na borovo ogorčico (preglednica 1.2.5).

Gostoto smo izračunali tako, da smo število dreves v gozdnem odseku delili s površino gozdnega odseka. Tako smo dobili gostoto dreves na ha. Pri tem smo domnevali, da so drevesa enakomerno razporejena po celotnem gozdnem odseku.

Preglednica 1.2.5: Skupine gostiteljev.

Skupina gostiteljev	Gostitelji
1	rdeči bor, črni bor, zeleni bor, rušje in ostali bori
2	navadna smreka, duglazija
3	bela jelka, evropski in japonski macesen

5. Razdelitev gostote dreves po skupinah gostiteljev v razrede

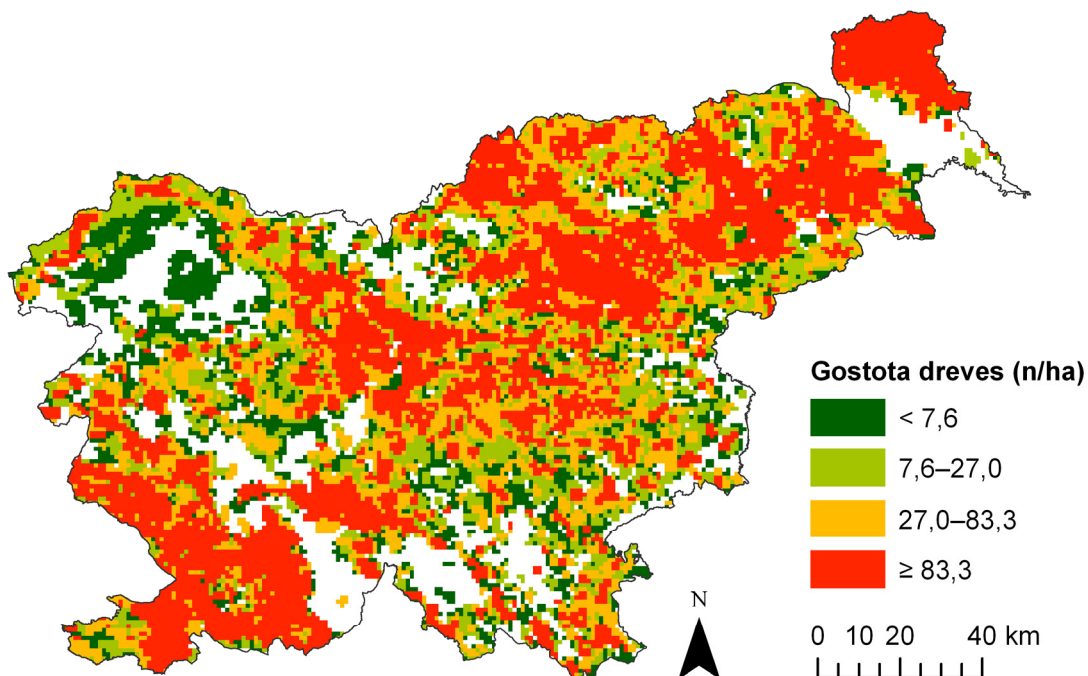
Za potrebe simulacije širjenja borove ogorčice smo gostote dreves po skupinah gostiteljev razdelili v 5 razredov, katerih meje so kvartili (preglednica 1.2.6). Skupno gostoto gostiteljev smo izračunali kot povprečje skupne gostote vseh gostiteljev na celični ravni modela.

Preglednica 1.2.6: Meje razredov za skupine gostiteljev (št. dreves/ha).

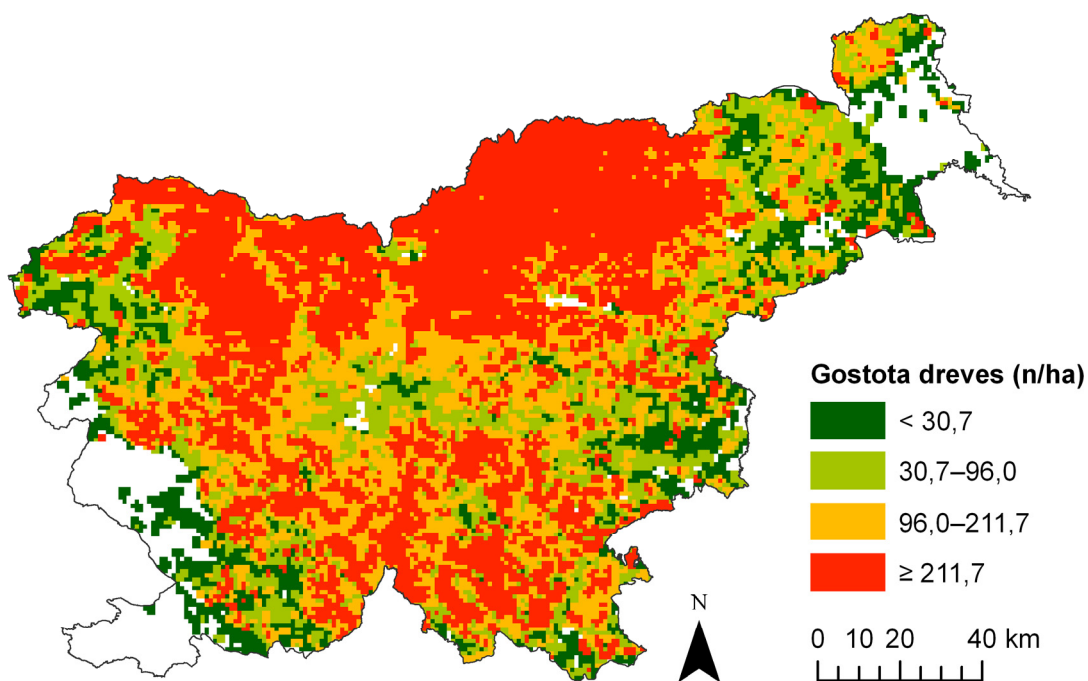
Skupina gostiteljev	Spodnji kvartil	Mediana	Zgornji kvartil
1	7,6	27	83,3
2	30,7	96,0	211,7
3	6,9	25,4	71,5
vsi	64,5	160,6	290,7

6. Karte gostot skupin gostiteljev

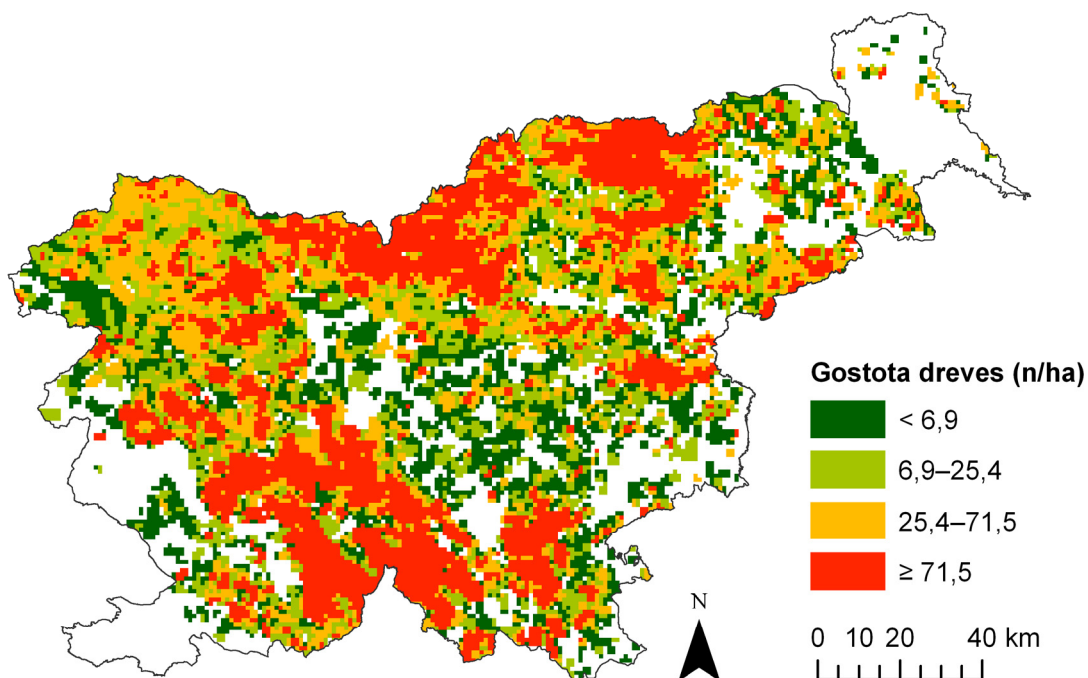
Iz pripravljenih podatkov na zgoraj opisan način smo izdelali karte gostot treh skupin gostiteljev z ločljivostjo 1 km × 1 km, kar se ujema z ločljivostjo ostalih podatkov (slika 1.2.14–1.2.17).



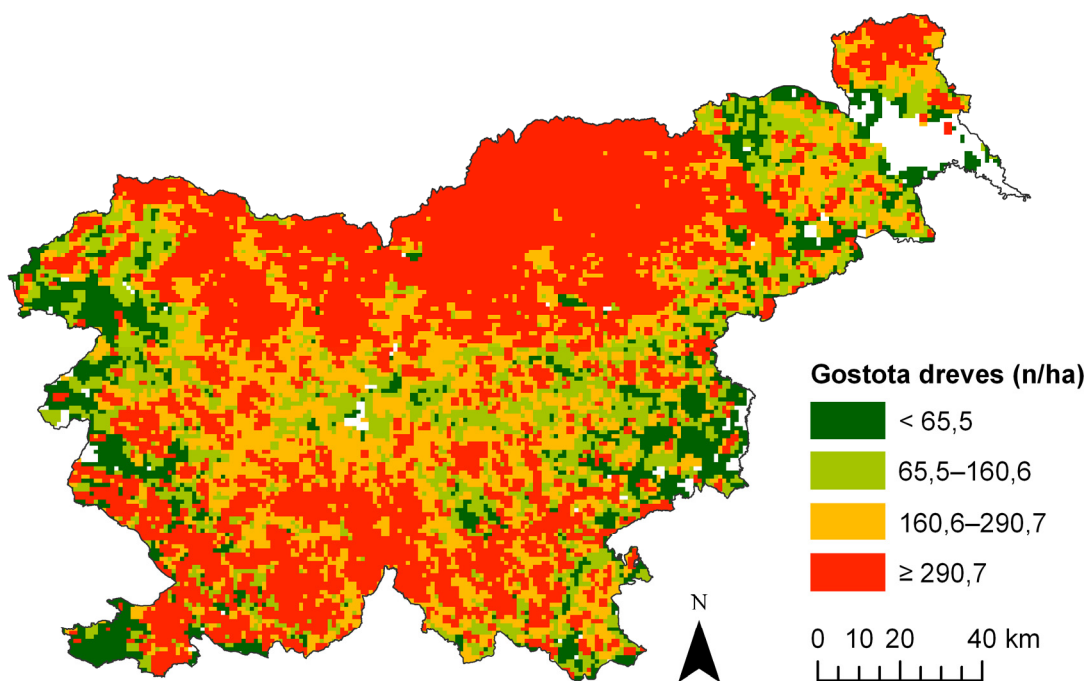
Slika 1.2.14: Gostota dreves za 1. skupino gostiteljev (rdeči bor, črni bor, zeleni bor, rušje in ostali bori).



Slika 1.2.15: Gostota dreves za 2. skupino gostiteljev (navadna smreka, duglazija).



Slika 1.2.16: Gostota dreves za 3. skupino gostiteljev (bela jelka, evropski in japonski macesen).



Slika 1.2.17: Gostota dreves za vse gostitelje.

1.2.4 Literatura in viri

ARSO, 2006. *Povprečna temperatura zraka za obdobje 1971–2000: 12 mesečnih kart in 1 letna karta v digitalni rasterski obliki z ločljivostjo 1 km*. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo.

Bergant K., 2007. Projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo. V: Jurc M (ur.) *Podnebne spremembe - Vpliv na gozd in gozdarstvo*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Ljubljana, Strokovna in znanstvena dela, 130: 67-86

Center za tla in okolje pri Kmetijskem inštitutu Slovenije, 2013. *Digitalna pedološka karta Slovenije z dodatnimi atributi tal*, Merilo 1:25000

Gordillo L, Kim Y, 2012. A simulation of the effects of early eradication of nematode infected trees on spread of pine wilt disease. *European Journal of Plant Pathology* **132**, 101-9.

GOZDF, 2010. *Gozdni fondi. Podatkovna zbirka*. In.: Zavod za gozdove Slovenije.

Kotar M, ed, 2003. *Gozdarski priročnik*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Naves P, de Sousa E, 2009. Threshold temperatures and degree-day estimates for development of post-dormancy larvae of *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Pest Science* **82**, 1-6.

Pérez G, Díez JJ, Ibeas F, Pajares JA, 2008. Assessing pine wilt disease risk under a climate change scenario in Northwestern Spain managing forest ecosystems: the challenge of climate change. In: Bravo F, Jandl R, LeMay V, Gadow K, eds.: Springer Netherlands, 269-82. (Managing Forest Ecosystems; vol. 17.)

RS, 1998. Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. In. (Ur.l. RS 5–242/1998.)

Soliman T, Hengeveld GM, Robinet C, Mourits M, van der Werf W, Oude Lansink A, 2011. A risk assessment model on pine wood nematode in the EU. In. *Change and uncertainty – challenges for agriculture, food and natural resources, EAAE congress*. Zürich: ETH Zürich, 1-12.

Rutter, A. J., 1959, Evaporation from a plantation of *Pinus sylvestris* in relation to meteorological and soil conditions, *Ass. Int. Hydrol. Sci.*, 48: 101-110

Saxton, K.E., W.J. Rawls, J.S. Romberger, and R.I. Papendick. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50(4):1031-1036

Yoshimura A, Kawasaki K, Takasu F, Togashi K, Futai K, Shigesada N, 1999. Modeling the spread of pine wilt disease caused by nematodes with pine sawyers as vector. *Ecology* **80**, 1691-702.

1.3 Možni načini vnosa borove ogorčice v Slovenijo

1.3.1 Vnos borove ogorčice

Po podatkih EPPO je borova ogorčica trenutno najbolj razširjena v severni Ameriki in Aziji. Prisotna ali splošno razširjena je v naslednjih državah oz. provincah: ZDA, Kanada, Mehika, Kitajska, Tajvan, Japonska in republika Koreja. Leta 1999 je bila vrsta *B. xylophilus* ugotovljena na Portugalskem na vrsti *P. pinaster* Ait. Od takrat dalje so na Portugalskem poskušali vrsto izkoreniniti, vendar so bili do sedaj vsi poskusi neuspešni. V letu 2008 se je borova ogorčica na Portugalskem močno razširila in v drugi polovici leta je bila ugotovljena tudi v Španiji. Po podatkih Stalnega odbora za varstvo rastlin pri Evropski Komisiji (SCPH) je bila borova ogorčica konec leta 2009 ugotovljena tudi na Madeiri, ki je avtonomna regija Portugalske. Ocenjujejo, da ta najdba ne predstavlja večjega tveganja za širjenje borove ogorčice, ker na temu območju ni lesnopredelovalne industrije in se iz otoka praktično nič ne premešča. Španija je v 2012 poročala o novi najdbi borove ogorčice v bližini Portugalske meje v pokrajini Extremadura. Novo lokacijo so odkrili v okviru aktivnosti nacionalnega načrta ukrepov. Najdba je v pokrajini Extremadura v bližini Portugalske meje (595 m od meje) in 45 km od prejšnje najdbe (Sierra di Dios Padre). Španija ima tri razmejena območja za borovo ogorčico: v pokrajini Extremadura sta dve žarišči: Sierra de Dios Padre iz leta 2008 in Ververde del Fresno iz 2012 ter v pokrajini Galicia, kjer je eno žarišče iz leta 2010. Nemčija je v letu 2012 poročala o najdbi *B. xylophilus* v lesnih sekancih z izvorom iz ZDA (*Pinus palustris*), ki naj bi bili toplotno obdelani, vendar so kljub temu v vzorcu ugotovili borove ogorčice. Vnos borove ogorčice je mogoč iz držav, kjer se borova ogorčica navzoča preko različnih poti vnosa.

Borova ogorčica lahko vstopa na neokužene območja na naslednjih poteh vnosa:

- Rastline/sadike gostiteljskih rastlin namenjene za sajenje, razen semen (vključno z bonsaji);
- Deli gostiteljskih rastlin (vključno z božičnimi drevesi);
- Les gostiteljskih rastlin in leseni proizvodi iz neobdelanega lesa;
- Lesni sekanci in odpadni les gostiteljskih rastlin;
- Lesena pakirni material iz lesa gostiteljskih rastlin;
- Lubje gostiteljskih rastlin.

Prenos ogorčic preko semen ali storžev gostiteljskih rastlin še ni bil dokazan, zato tudi zapisov o možnem vnosu po tej poti v literaturi ni. Tudi iglice gostiteljskih rastlin ne predstavljajo večjega tveganja za vnos, ker se borova ogorčica ne zadržuje v temu tkivu (Evans in sod., 1996).

Prenos borove ogorčice se dogaja s pomočjo hroščev žagovinarjev, ki izhajajo iz napadenega drevesa/območja in se med zrelostnim hranjenjem premikajo na zdrava drevesa. Teoretično lahko tudi ti hrošči predstavljajo določeno tveganje kot avtostoparji, vendar je nivo tveganja po tej poti zelo težko oceniti. V analizi tveganja za EPPO območje je navedeno, da je tveganje vnosa preko hroščev – avtostoparjev neznano in ocenjujejo, da je zanemarljivo (Evans in sod., 2009).

1.3.2 Uvoz in premeščanje lesa in lesene pakirne embalaže

Najbolj tvegan in najbolj verjeten način vnosa borove ogorčice v nenapadena območja je, če se ob uvozu lesa skupaj z ogorčico vnese tudi njen prenašalec, ki lahko preživi v lesu le, če je

zagotovljena zadostna količina vlage. Večja je hlodovina oziroma večji so kosi lesa, dalj časa lahko žuželka preživi, zaradi česar hlodovina in žagan les pomenita večjo nevarnost za vnos prenašalca kot na primer leseni ostružki. Najbolj kritične točke za vnos in širjenje borove ogorčice v Sloveniji so: pristanišče, mejni prehodi, proizvodni obrati in skladišča lesa. Slovenija je s svetom, tudi s prekooceanskimi državami, povezana s pristaniščem Koper, v katerega dnevno prihajajo ladje z vseh koncev sveta in prek katerega poteka intenzivno mednarodno trgovanje, tudi z lesom. Poleg mednarodnega trgovanja z lesom pa je v Sloveniji zelo razvita tudi lesno-predelovalna industrija, kar se zrcali v obstoju številnih proizvodnih obratov in skladišč lesa po vsej Sloveniji.

V procesu trgovanja je borova ogorčica dokaj neobčutljiva na razne postopke in lahko preživi določene postopke obdelave lesa in trgovske Transporte. Odvisno od velikosti in vlažnosti hlodovine, temperaturnih razmer in intenzivnosti oziroma natančnosti ukrepov (temperaturna obdelava, fumigacija) lahko borova ogorčica preživi obdelavo lesa. V hlodovini je precej težko zagotoviti letalne razmere za borovo ogorčico zaradi njene velikosti. V primeru slabe kontrole oz. ob površnem izvajanju ukrepov se pričakuje, da v določenih primerih borova ogorčica preživi transport oz. obstoječe obdelovalne prakse. Če so zagotovljeni ustrezni pogoji (temperatura, navzočnost gliv modrivk in ustrezna vlažnost lesa) se borova ogorčica v napadenem lesu lahko tudi razmnožuje (saprofitski del življenjskega kroga borove ogorčice – prehranjuje se z glivami) (EPPO, 2003). Tudi možnost, da se borovo ogorčico ugotovi v uvoženih pošiljkah je sorazmerno majhna predvsem zaradi tega, ker se večinoma pregleduje zgolj spremna dokumentacija pošiljk in ker je možnost odvzema vzorcev za analizo na borovo ogorčico omejena glede na količine materiala v mednarodnem toku (nemogoče je vzorčiti in analizirati vsako pošiljko).

Les (hlodovina ter večji in manjši kosi lesa npr. lesni sekanci) gostiteljskih rastlin in lesena pakirna embalaža predstavljajo največje tveganje za vnos borove ogorčice in njenih vektorjev v našo državo. Obseg trgovanja z lesom in uvoza ter premeščanja lesene pakirne embalaže v Sloveniji je podrobneje predstavljen v poglavju 1.5 Analiza zunanje trgovine in trgovinskih tokov borovega lesa in lesa drugih iglavcev.

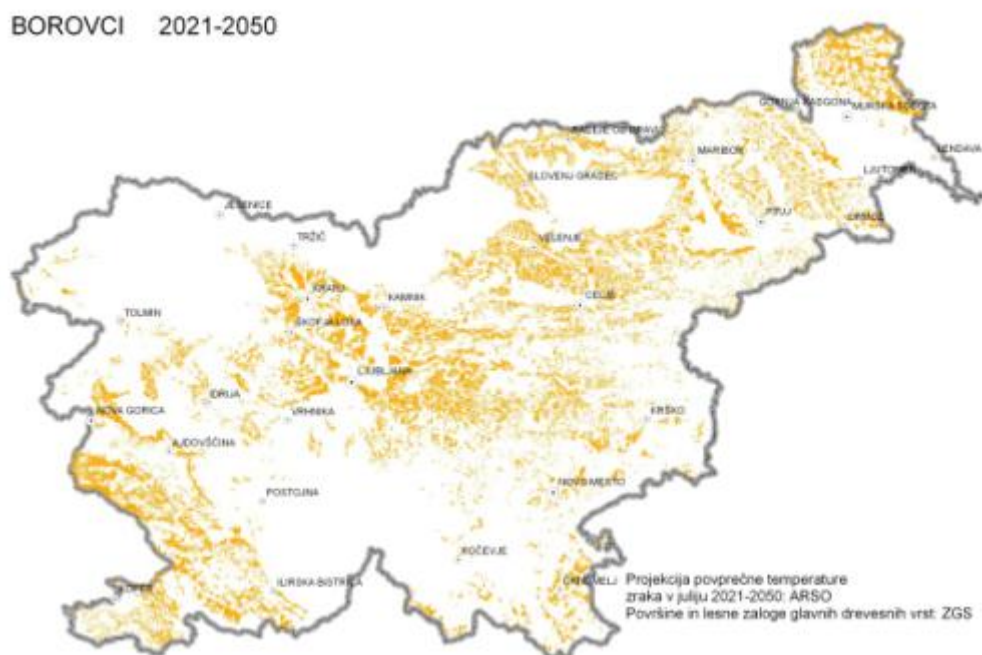
1.3.3 Literatura

EPPO. 2003. *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors: procedures for official control. National regulatory control systems. EPPO Standards PM 9/1. EPPO Bulletin 33: 301-304.

Evans, H. F., McNamara, D. G., Braasch, H., Chadoeuf, J. & Magnusson, C. 1996. Pest Risk Analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. EPPO Bulletin 26: 199-249.

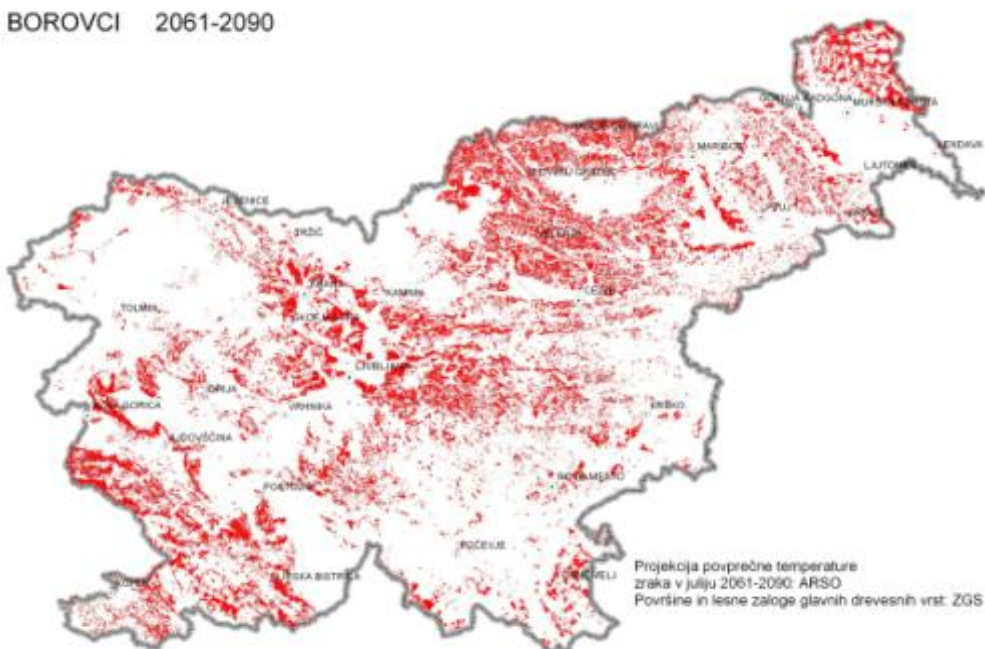
Evans, H. F., Kulinich O., Magnusson, C., Robinet C. 2009. Report of a Pest Risk Analysis for *Bursaphelenchus xylophilus*. EPPO.

Ob projekcijah klimatskih sprememb za obdobje 2021-2050 (Bergant, 2007) se povečajo količine ogorženih lesnih zalog na 14.650.679 m³ (slika 1.4.2). Povprečen dvig temperature za mesec julij znaša v tej projekciji 2,27 °C.



Slika 1.4.2: Potencialna ogroženost sestojev bora zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2021 – 2050.

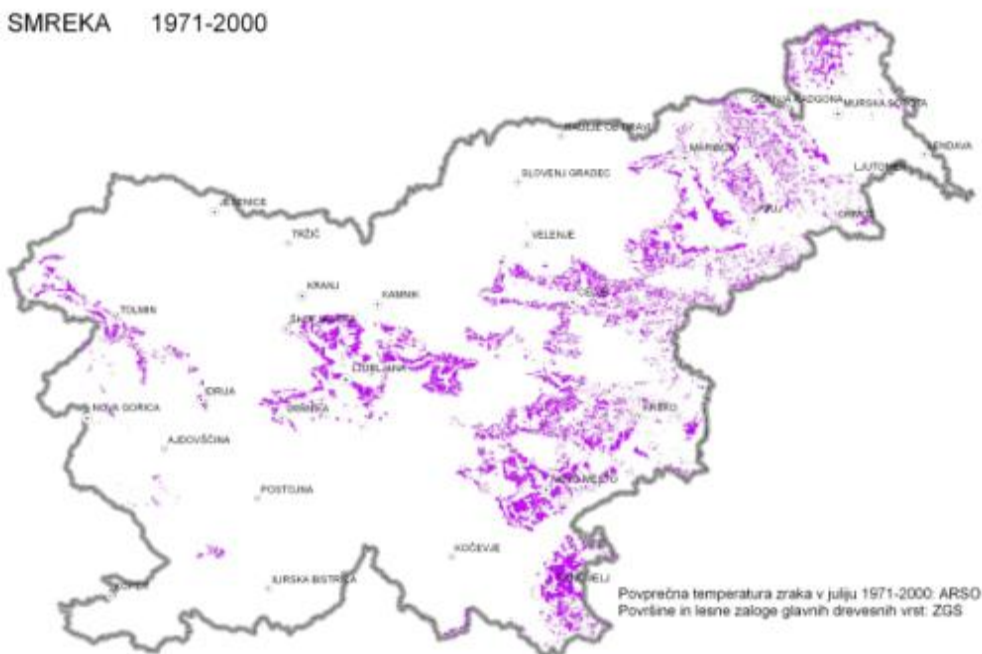
Projekcija klimatskih sprememb za najbolj oddaljeno obdobje, 2061-2090, nakazuje, da bo ogroženo kar 18.577.607 m³ (slika 1.4.3). Povprečen dvig temperature za mesec julij znaša v tej projekciji 4,96 °C.



Slika 1.4.3: Potencialna ogroženost sestojev bora zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatskih sprememb za obdobje 2061 – 2090.

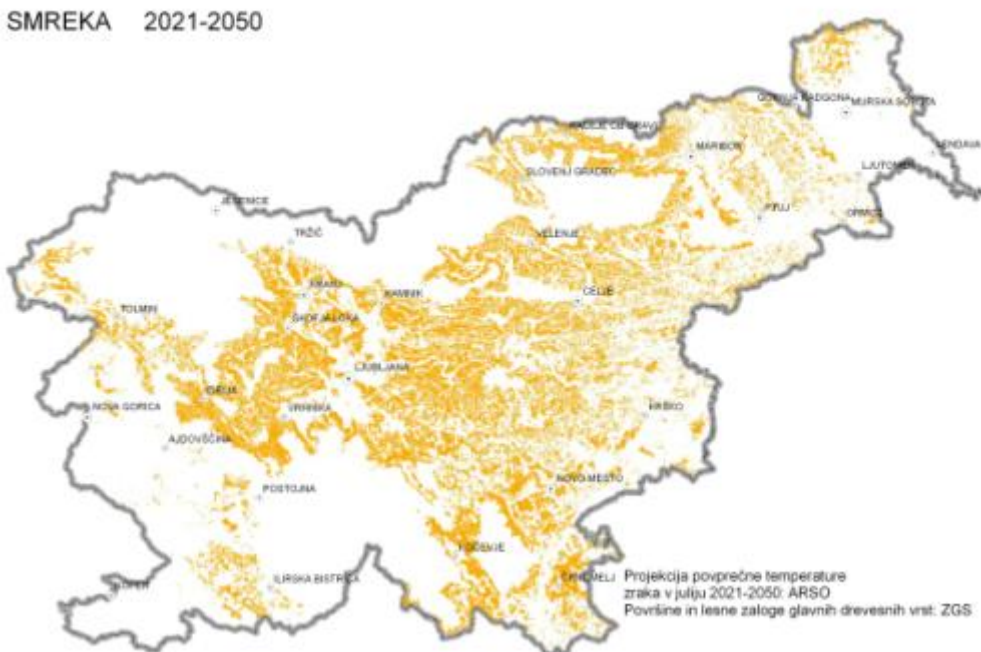
1.4.2 Ocena obsega ogroženosti sestojev smreke

Potencialni obseg ogroženosti lesnih zalog smreke v sedanjih podnebnih razmerah znaša 8.826.763 m³ (slika 1.4.4).



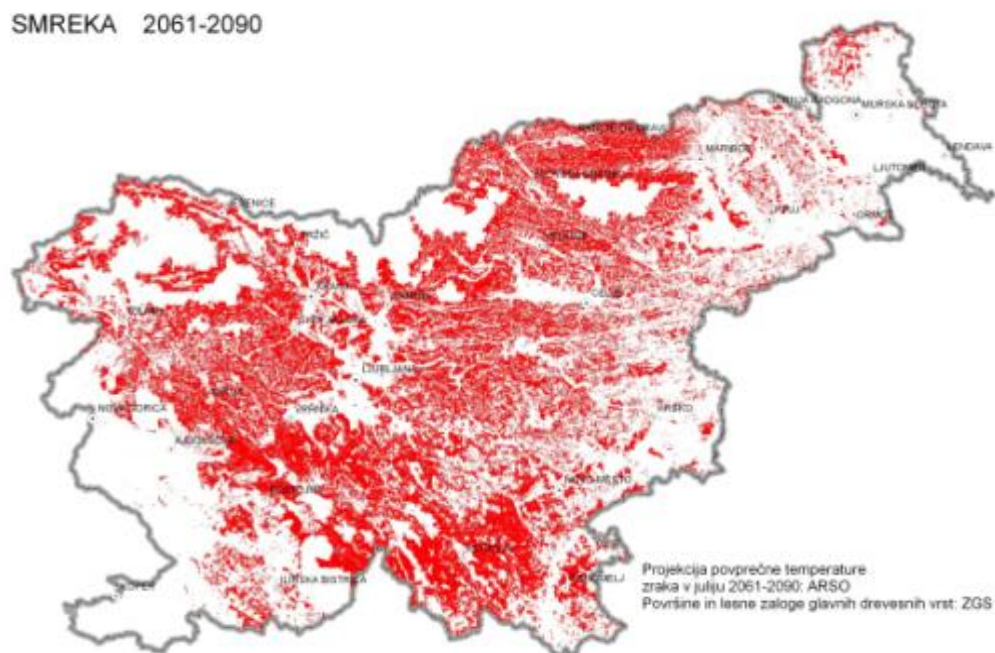
Slika 1.4.4: Potencialna ogroženost sestojev smreke zaradi borove ogorčice ob sedanjih klimatskih razmerah.

Ob projekcijah klimatskih sprememb za obdobje 2021-2050 se povečajo količine ogorženih lesnih zalog smreke na 36.340.915 m³ (slika 1.4.5).



Slika 1.4.5: Potencialna ogroženost sestojev smreke zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatskih sprememb za obdobje 2021 – 2050.

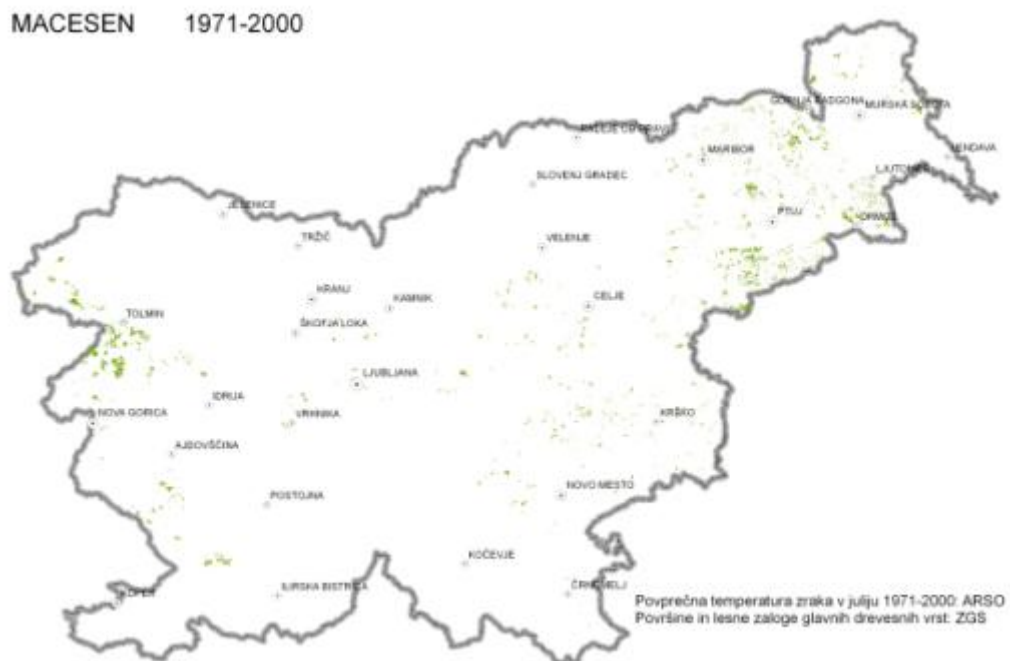
Projekcija klimatskih sprememb za najbolj oddaljeno obdobje, 2061-2090, nakazuje, da bo ogroženo kar 72.381.440 m³ smreke (slika 1.4.6).



Slika 1.4.6: Potencialna ogroženost sestojev smreke zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatskih sprememb za obdobje 2061 – 2090.

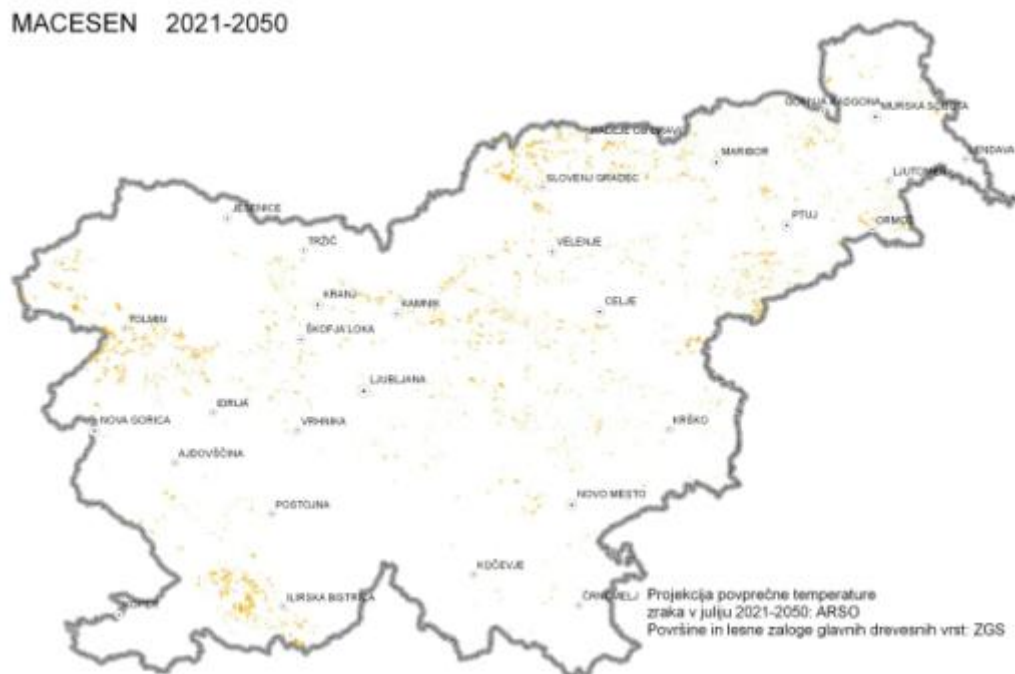
1.4.3 Ocena obsega ogroženosti sestojev macesna

Potencialni obseg ogroženosti macesna v sedanjih podnebnih razmerah znaša 211.287 m³ lesnih zalog (slika 1.4.7).



Slika 1.4.7: Potencialna ogroženost sestojev macesna zaradi borove ogorčice ob sedanjih klimatskih razmerah.

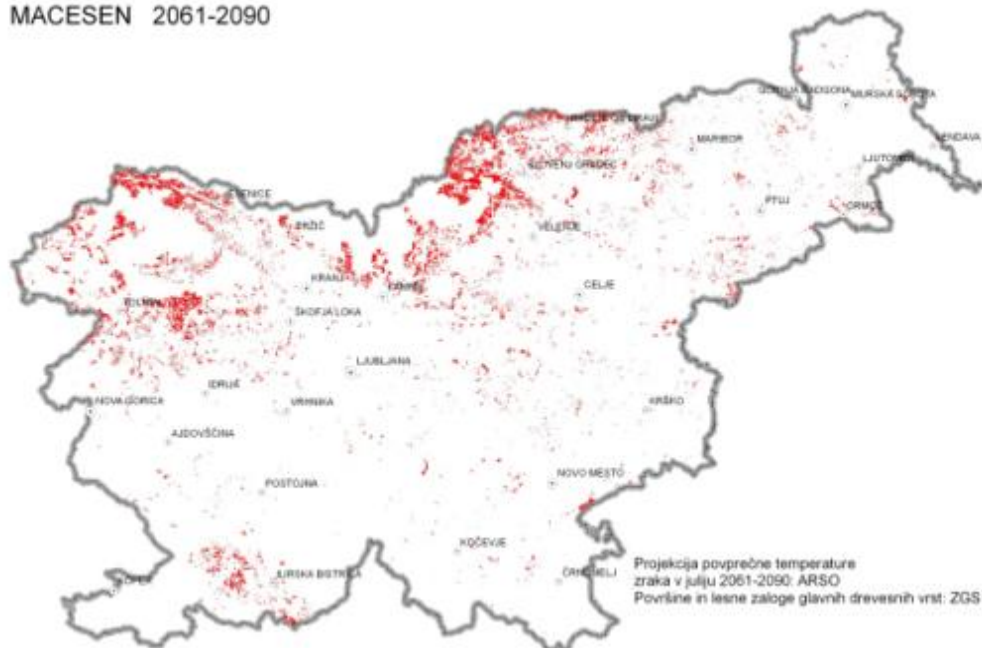
Ob projekcijah klimatskih sprememb za obdobje 2021-2050 se povečajo količine ogorženih lesnih zalog macesna na 617.546 m³ (slika 1.4.8).



Slika 1.4.8: Potencialna ogroženost sestojev macesna zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2021 – 2050.

Projekcija klimatskih sprememb za najbolj oddaljeno obdobje, 2061-2090, nakazuje, da bo ogroženo kar 1.761.970 m³ (slika 1.4.9).

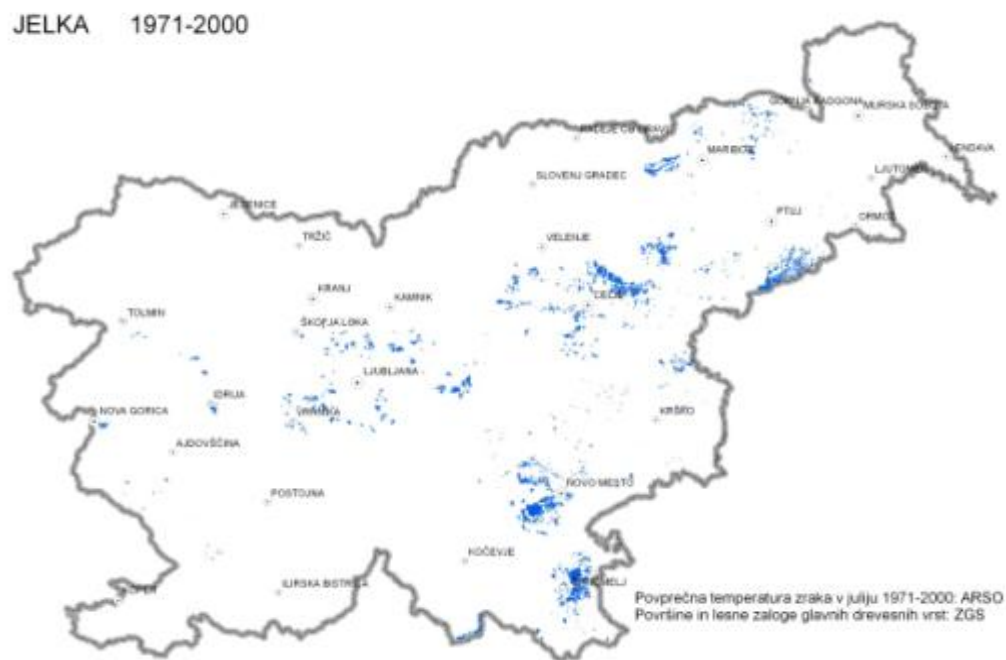
MACESEN 2061-2090



Slika 1.4.9: Potencialna ogroženost sestojev macesna zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatskih sprememb za obdobje 2061 – 2090.

1.4.4 Ocena obsega ogroženosti sestojev jelke

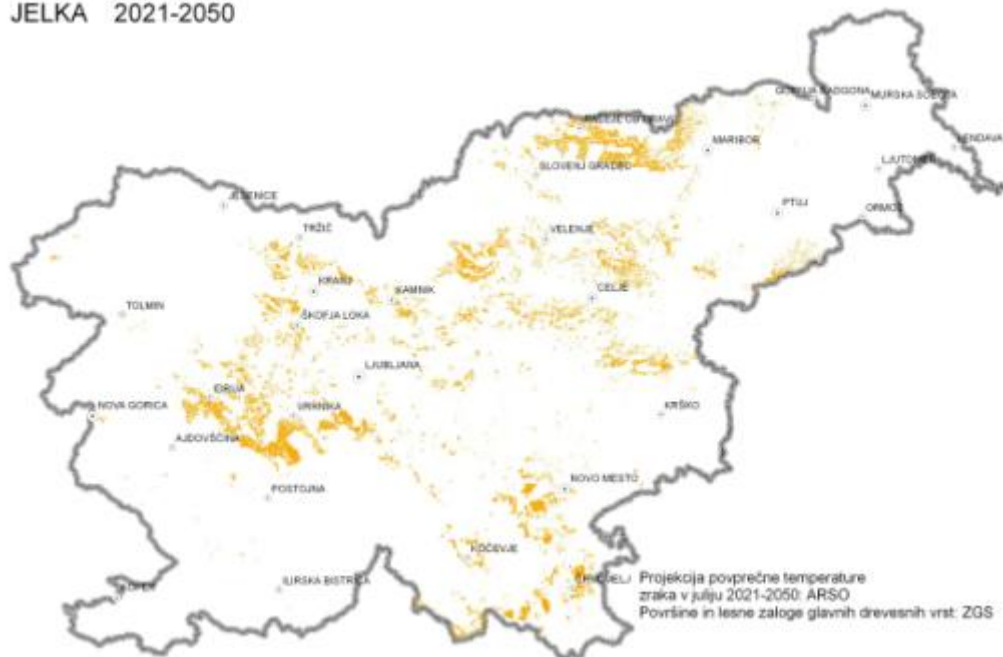
Potencialni obseg ogroženosti jelke v sedanjih podnebnih razmerah znaša 968.717 m³ lesnih zalog (slika 1.4.10).



Slika 1.4.10: Potencialna ogroženost sestojev jelke zaradi borove ogorčice ob sedanjih klimatskih razmerah.

Ob projekcijah klimatskih sprememb za obdobje 2021-2050 se povečajo količine ogoržene lesne zaloge jelke na 5.252.833 m³ (slika 1.4.11).

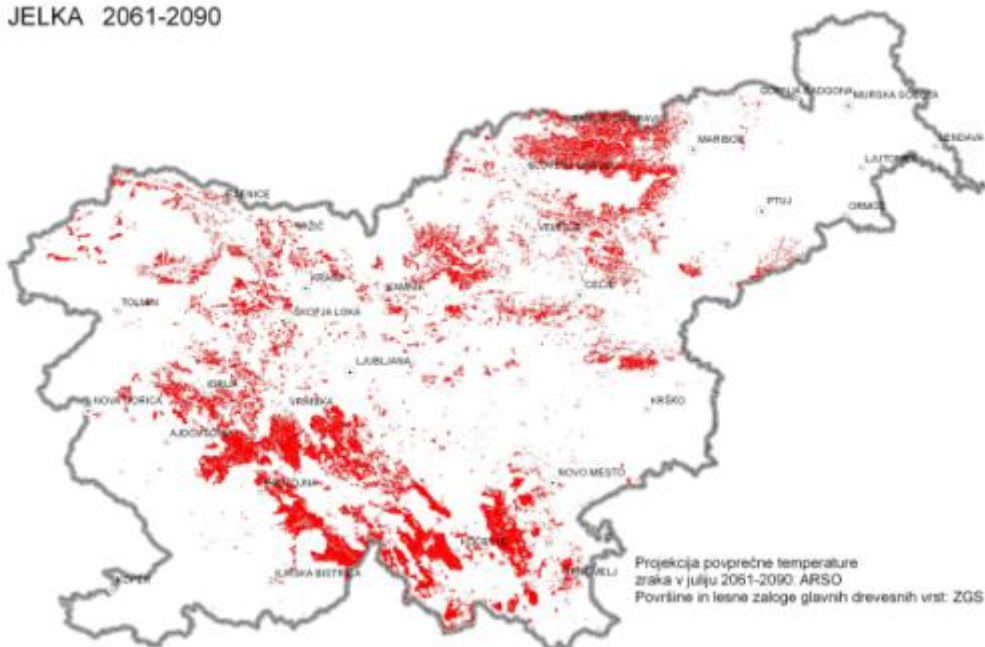
JELKA 2021-2050



Slika 1.4.11: Potencialna ogroženost sestojev jelke zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatskih sprememb za obdobje 2021 – 2050.

Projekcija klimatskih sprememb za najbolj oddaljeno obdobje, 2061-2090, nakazuje, da bo ogroženo kar 19.406.756 m³ (slika 1.4.12) lesnih zalog jelke.

JELKA 2061-2090



Slika 1.4.12: Potencialna ogroženost sestojev jelke zaradi borove ogorčice ob projekciji klimatski sprememb za obdobje 2061 – 2090.

1.5 Analiza zunanje trgovine in trgovinskih tokov borovega lesa in lesa drugih iglavcev

1.5.1 Sistem spremljanja tokov blaga (povzeto po gradivih SURS-a)

Podatki o zunanji trgovini so lahko zelo koristni pri spremljanju potencialne nevarnosti prenosa borove ogorčice in/ali njenih vektorjev v Slovenijo. Podatki omogočajo sledenje tokov blaga po šifrah Kombinirane nomenklature v skladu s sistemoma Intrastat in Extrastat. Oba sistema imata svoje metodološke posebnosti, ki jih je treba pri interpretacijah podatkov dobro poznati, zato navajamo nekatera pojasnila, ki so predvsem povezana z uvozom (in izvozom) lesenega pakirnega materiala.

Opredelitev obeh sistemov SURS opredeljuje kot:

"Intrastat je statistika blagovne menjave med državami članicami Evropske unije (EU), pri kateri se podatki mesečno zbirajo s statističnimi obrazci neposredno od poročevalskih enot. Intrastat je bil uveden leta 1993 ob uvedbi skupnega evropskega trga, ko podatkov o blagovni menjavi med državami članicami zaradi ukinitve notranjih meja ni bilo več mogoče pridobivati iz carinskih deklaracij. Statistika blagovne menjave s tretjimi državami (t.i. Extrastat) kot vir podatkov še naprej uporablja carinske deklaracije."

V sistem Intrastat so vključeni tisti gospodarski subjekti, ki jih SURS opredeljuje kot:

"Gospodarski subjekt je v tekočem letu vključen v statistično raziskovanje Intrastat, če:

- trguje z blagom z gospodarskimi subjekti v drugih državah članicah EU in*
- je skupna vrednost njegovih odprem blaga v države članice EU ali prejemov blaga iz držav članic EU v preteklem koledarskem letu preseгла t.i. nacionalni vključitveni prag."*

Vključitveni prag vrednosti je za leto 2010 znašal 200.000 EUR za odpreme in 120.000 EUR za prejeme blaga. Poročevalska enota lahko delno ali v celoti prenese izvajanje poročanja na tretjo osebo-deklaranta, vendar je še vedno edina odgovorna za pravočasnost, popolnost in točnost posredovanih podatkov. Kot država trgovinska partnerica je pri izvozu v obeh sistemih prikazana namembna država, pri uvozu pa v sistemu Intrastat država odpreme, v sistemu Extrastat pa država porekla. Če slednja ni znana, je prikazana država odpreme oz. država, od koder je blago prispelo.

Pri embalaži je posebnost ta, da se v primeru začasnega gibanja blaga, kot so na primer palete, le to ne vključuje ločeno v sistem poročanja Intrastat. Tudičasni prejem ali odpreme blaga, kjer blago ni predmet oplemenitenja, predelave, dodelave ali popravil se v sistemu Intrastat ne poroča. V sistemu Extrastat se lahko lesena embalaža obravnava v smislu začasnega uvoza in/ali začasnega izvoza. To pomeni, da je potrebno uradne podatke interpretirati glede na specifičnosti obeh sistemov evidenc.

Če se z embalažo trguje kot z običajnim blagom, se le ta poroča za Intrastat. Če se embalaža obravnava kot sestavni del drugega blaga, s katerim se trguje, pa se ne poroča posebej. Ne poroča se tudi v primeru, ko se pričakuje, da se bo embalaža vrnila dobavitelju. Vračljiva embalaža se v tem primeru obravnava kotčasni prejem ali odprema in se ne poroča za Intrastat.

1.5.2 Uvoz izbranih lesenih proizvodov v Slovenijo

V skladu s cilji, opredeljenimi v projektu, v sklopu 1, smo podrobno analizirali uvoz blaga izbranih lesenih proizvodov, ki so lahko potencialni prenašalci borove ogorčice in/ali njenih vektorjev. Vir osnovnih podatkov je statistika zunanje trgovine SURS.

- a) **4401 Les za ogrevanje v hlodih, polenih, vejah, butarah ali podobnih oblikah; iver in podobni drobci, žagovina, lesni odpadki in ostanki, aglomerirani ali neaglomerirani v hlode, brikete, pelete ali podobne oblike**

(Opomba: Produktna skupina "440110 Les za ogrevanje v hlodih, polenih, vejah, butarah ali podobnih oblikah" ni bila predmet analize)

Podrobna predstavitev količin in strukture uvoza in izvoza je v preglednicah 1.5.4 in 1.5.5. Uvoz lesenih ostankov, sekancev, žagovine in pelet ter briket ima trend povečevanja obsega blagovne menjave. Z letom 2009 so se posodobile šifre Kombinirane nomenklature, ki omogočajo lažjo spremljavo posameznih vrst lesenih ostankov in lesenih goriv v obliki pelet. Večino lesenih ostankov in žagovine se porabi v proizvodnji lesenih kompozitov. Z letom 2011 so se šifre KN zopet spremenile, sistem delitve pa je ostal enak (peleti, žagovina, lesni ostanki).

V nadaljnji analizi smo obravnavali iveri in sekance iglavcev ter lesne ostanke.

Uvoz **lesnih sekancev iglavcev** (KN 44012100) je v letu 2010 znašal 20.524 ton, od tega je večina izvirala iz Avstrije (53 %) in Hrvaške (37 %). Uvoz iz Španije je znašal 163 ton (243 ton v letu 2009), iz Portugalske pa 20 ton. Uvoza iz Kanade, Združenih držav Amerike in Kitajske ni bilo.

Uvoz **lesnih ostankov** (KN 440113080) je v letu 2010 znašal 156.127 ton, večina uvoza je izvirala iz Hrvaške in Bosne in Hercegovine (84 % vsega uvoza v tej skupini). Uvoz iz Španije je znašal 161 ton, iz Portugalske 4 tone. Uvoza iz Kanade, Združenih držav Amerike in Kitajske ni bilo.

- a) **KN 4403 Les, neobdelan, z lubjem ali brez lubja ali beljavine, ali grobo obdelan (obtesan)**

Skupina proizvodov, zajetih v KN 4403 zajema okrogli les različnih drevesnih vrst. Za namene prikaza obsega uvoza lesenih proizvodov, ki so lahko prenašalci borove ogorčice in/ali njenih vektorjev, smo obravnavali okrogel les iglavcev.

- 440310 Obdelan z barvo, lužili, kreozotom ali drugimi zaščitnimi sredstvi

Uvoz drogov je v Slovenijo majhen in je v letu 2010 znašal 54 ton in je v celoti izviral iz Srbije in Hrvaške.

- 440320 Les iglavcev, neobdelan ali grobo obdelan, nezaščiten

Uvoz v letu 2010 je znašal 46.290 ton. Struktura uvoza po državah, ki predstavljajo nad 90 % uvoza glede na maso, je v preglednici 1.5.1. V preglednici so tudi količine in relativni pomen uvoza okroglega lesa iglavcev iz Španije, Portugalske, ZDA in Kanade, katerih delež je zanemarljiv. Uvoza iz Kitajske v tej KN ni bilo.

Preglednica 1.5.1: Struktura uvoza okroglega lesa iglavcev po državah v letu 2010.

Država	Uvoz (ton)	Delež
AT Avstrija	25.898	0,56
BA Bosna in Hercegovina	10.493	0,23
HU Madžarska	4.063	0,09
HR Hrvaška	3.460	0,07
...	...	...
<i>PT Portugalska</i>	-	-
<i>ES Španija</i>	-	-
<i>CA Kanada</i>	126	0,00
<i>US Združene države</i>	-	-

b) 440710 Les iglavcev, vzdolžno žagan ali rezan, cepljen ali luščen, nad 6 mm debeline

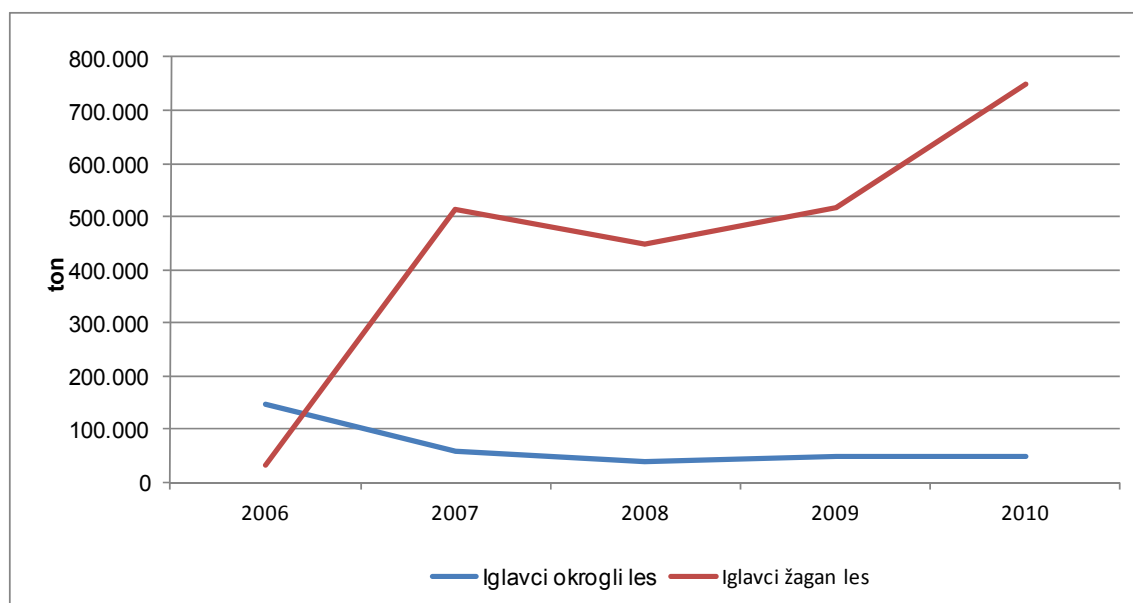
Uvoz v letu 2010 je znašal 480.501 ton. Struktura uvoza po državah, ki predstavljajo nad 90 % uvoza glede na maso, je v preglednici 1.5.2. V preglednici so tudi količine in relativni pomen uvoza žaganega lesa iglavcev iz Španije, Portugalske, ZDA in Kanade, katerih delež je zanemarljiv. Uvoza iz Kitajske v tej KN ni bilo.

Preglednica 1.5.2: Struktura uvoza žaganega lesa iglavcev po državah v letu 2010.

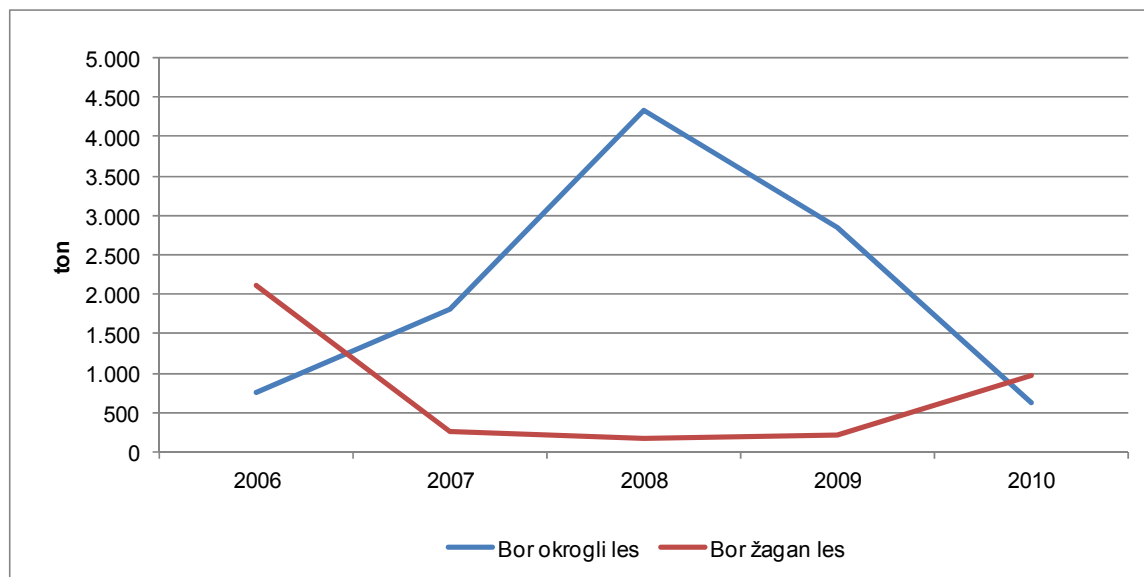
Država	Uvoz (ton)	Delež
AT Avstrija	397.283	0,83
CZ Češka republika	49.705	0,10
SK Slovaška	17.046	0,04
...	...	...
PT Portugalska	-	-
ES Španija	-	-
CA Kanada	133	0,00
US Združene države	12	0,00

V principu je žagan les iglavcev, ki je predmet mednarodne trgovine kakovosten in izdelan iz zdravih dreves. Žagan les slabše kakovosti, ki je izdelan tudi iz suhih dreves ter delov dreves slabše kakovosti, se predvsem uporablja pri izdelavi lesene embalaže in v principu ni predmet mednarodne trgovine.

V sliki 1.5.1 so prikazani trendi v uvozu z okroglim lesom iglavcev ter žaganim lesom iglavcev, v sliki 1.5.2 posebej za okrogli les in žagani les bora.

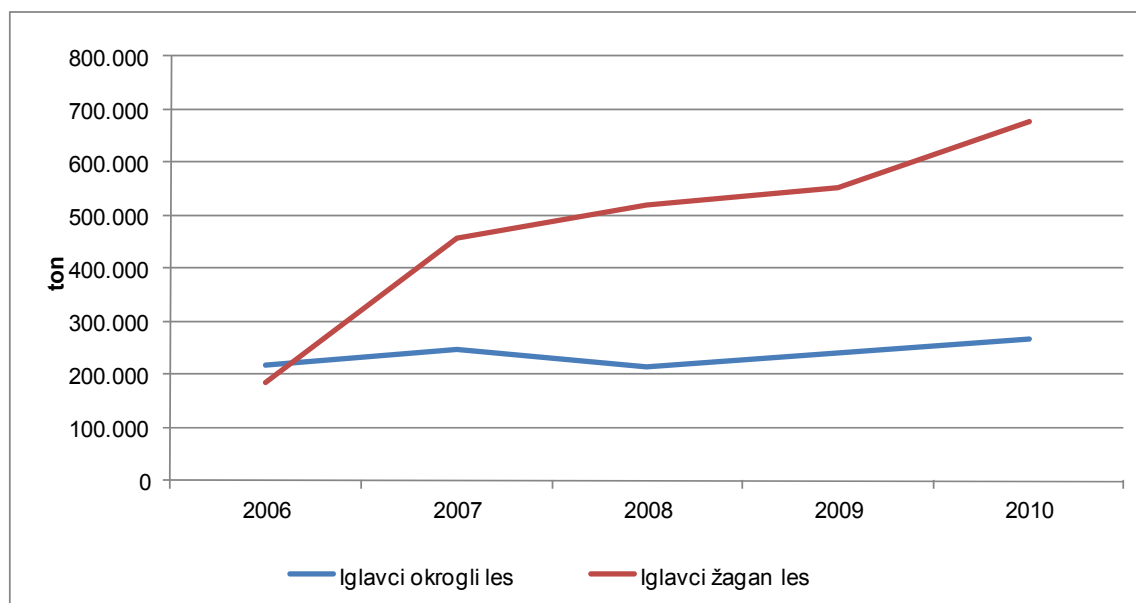


Slika 1.5.1: Uvoz okroglega in žaganega lesa iglavcev v Slovenijo.

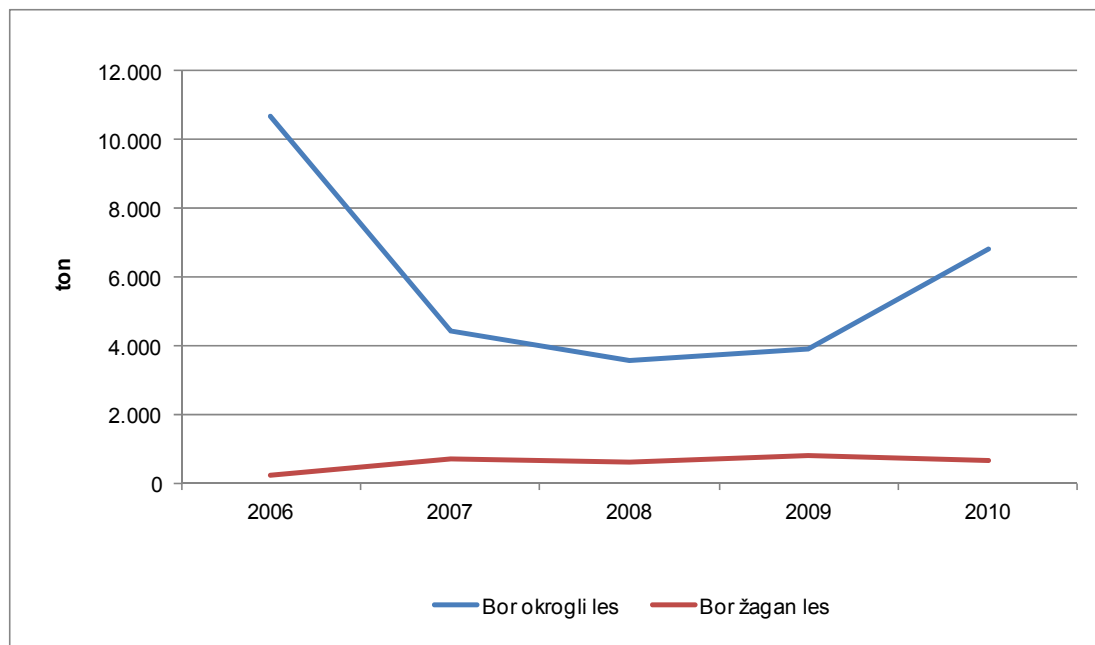


Slika 1.5.2: Uvoz okroglega in žaganega lesa bora v Slovenijo.

V sliki 1.5.3 so prikazani trendi v izvozu z okroglim lesom iglavcev ter žaganim lesom iglavcev, v sliki 1.5.4 posebej za okrogli les in žagani les bora.



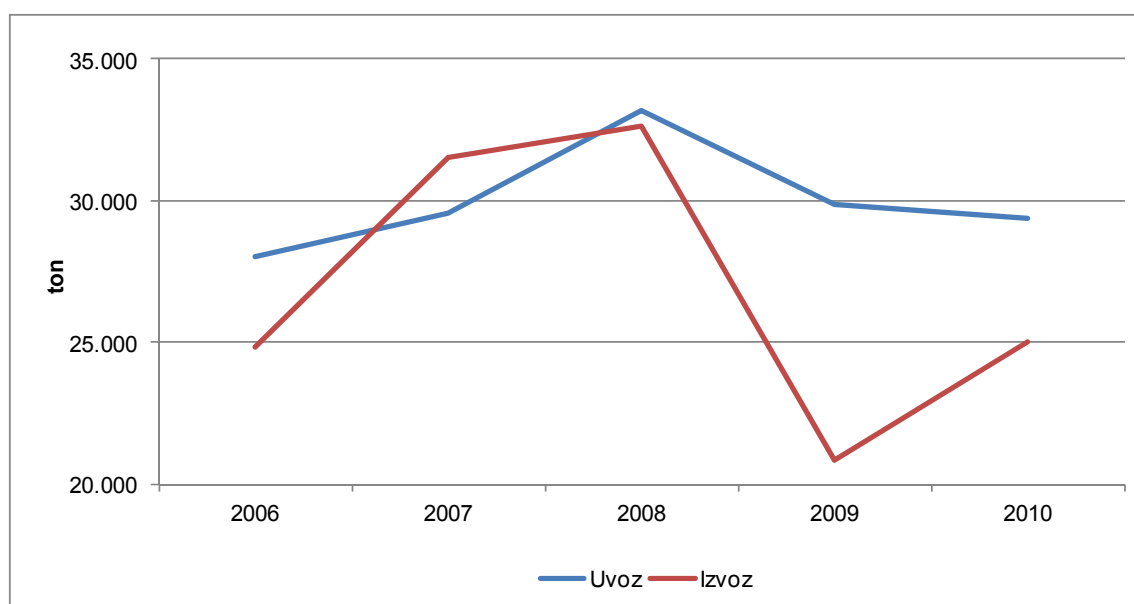
Slika 1.5.3: Izvoz okroglega in žaganega lesa iglavcev iz Slovenije.



Slika 1.5.4: Izvoz okroglega in žaganega lesa bora iz Slovenije.

c) 4415 Zaboji za pakiranje, škatle, gajbe, bobni in podobna embalaža za pakiranje iz lesa, bobni (tulci) za kable iz lesa, palete

V zunanji trgovini z lesenim pakirnim materialom (embalažo) je po masi nad 90 % lesenih palet tako v uvozu kot tudi izvozu. V letu 2010 je v obeh primerih znašal delež lesenih palet 93 % v kategoriji lesenega pakirnega materiala (embalaže). Gibanje uvoza in izvoza je prikazano v sliki 1.5.5. Izvoz je v letu 2009 zaradi gospodarske recesije beležil večji upad kot uvoz.



Slika 1.5.5: Uvoz in izvoz lesene embalaže (KN 4415).

Z vidika spremljanja nevarnosti za vnos borove ogorčice v Slovenije so ključni podatki o uvozu te skupine lesnih proizvodov, med katerimi prevladujejo palete.

Uvoz lesene embalaže je v letu 2010 znašal 29.388 ton. Struktura uvoza po državah, ki predstavljajo nad 90 % uvoza glede na maso, je v preglednici 1.5.3. V preglednici so tudi količine in relativni pomen uvoza lesene embalaže iz Španije, Portugalske, ZDA in Kanade, katerih relativni delež je zanemarljiv. Uvoz iz Kitajske v tej KN je znašal 3 tone.

Preglednica 1.5.3: Struktura uvoza lesene embalaže po državah v letu 2010.

Država	Uvoz (ton)	Delež
HU Madžarska	12.655	0,43
AT Avstrija	2.981	0,10
DE Nemčija	2.923	0,10
PL Poljska	2.523	0,09
HR Hrvaška	2.319	0,08
BA Bosna in Hercegovina	1.856	0,06
IT Italija	1.465	0,05
...	...	...
<i>PT Portugalska</i>	-	-
<i>ES Španija</i>	33	0,00
<i>US Združene države</i>	5	0,00
<i>CA Kanada</i>	1	0,00
...		
<i>CN Kitajska</i>	3	0,00

Preglednica 1.5.4: Uvoz lesnih ostankov, sekancev, žagovine, pelet in briket (v tonah).

Leto	2006	2007	2008	2009	2010
44012100 Iverji, sekanci in podobno, iglavcev	30.526	16.357	19.973	13.341	20.524
44012200 Iverji, sekanci in podobno, neiglavcev	4.681	4.084	8.859	64.562	86.010
44013010 Žagovina, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike [do 2008]	61.371	46.303	42.405	-	-
44013020 Žagovina, odpadki in ostanki, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike, peleti	-	-	-	37.807	41.914
44013040 Žagovina, odpadki in ostanki, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike, drugo, žagovina	-	-	-	26.253	24.709
44013080 Žagovina, odpadki in ostanki, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike, drugo, drugo	-	-	-	147.316	156.127
44013090 Odpadki in ostanki, aglomerirani ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike [do 2008]	62.466	110.056	211.839	-	-
Skupaj	159.044	176.800	283.076	289.279	329.284

Vir osnovnih podatkov za preglednic 1.5.4 in 1.5.5: SURS, obdelava GIS (5. avgust 2011)

Preglednica 1.5.5: Izvoz lesnih ostankov, sekancev, žagovine, pelet in briket (v tonah).

Leto	2006	2007	2008	2009	2010
44012100 Iverji, sekanci in podobno, iglavcev	77.452	90.547	106.386	74.028	69.265
44012200 Iverji, sekanci in podobno, neiglavcev	11.426	7.140	16.204	36.930	26.503
44013010 Žagovina, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike [do 2008]	34.272	38.569	25.796	-	-
44013020 Žagovina, odpadki in ostanki, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike, peleti	-	-	-	41.880	38.809
44013040 Žagovina, odpadki in ostanki, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike, drugo, žagovina	-	-	-	27.235	40.056
44013080 Žagovina, odpadki in ostanki, aglomerirana ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike, drugo, drugo	-	-	-	153.953	161.995
44013090 Odpadki in ostanki, aglomerirani ali ne v okroglice, brikete, pelete ali podobne oblike [do 2008]	107.799	159.974	184.785	-	-
Skupaj	230.949	296.230	333.171	334.026	336.628

1.5.3 Izvoz izbranih lesenih proizvodov iz Španije v Slovenijo

Preverili smo tudi poročanje Španije o izvozu izbranih lesenih proizvodov v Slovenijo (Eurostat). Obravnavali smo okrogli les iglavcev, žagan les iglavcev in leseno embalažo.

V obdobju 2006-2010 iz Španije v Slovenijo ni bilo izvoza okroglega lesa iglavcev niti žaganega lesa iglavcev. Blagovni izvoz v Slovenijo je bil prisoten v skupini **4415 Zaboji za pakiranje, škatle, gajbe, bobni in podobna embalaža za pakiranje iz lesa, bobni (tulci) za kable iz lesa, palete**.

4415 10 Zaboji, škatle, gajbe, sodi in podobna embalaža, koluti (tulci) za kable:

4415 10 10 zaboji, škatle, gajbe, sodi in podobna embalaža

4415 10 90 koluti (tulci) za kable

4415 20 Palete, zabojaste palete in druge nakladalne plošče, paletne prirobnice:

4415 20 20 ploščate palete; paletne prirobnice

4415 20 90 drugo

Izvoz lesene embalaže v Slovenijo je v letu 2010 znašal 37,7 ton. Ob upoštevanju celotnega izvoza lesene embalaže iz Španije v države EU27, ki je znašala v letu 2010 56.367 ton, je delež Slovenije zanemarljiv, saj glede na maso znašal v letu 2010 0,0007. V uvozu iz Španije v Slovenijo so prevladovala palete.

1.5.4 Izvoz izbranih lesenih proizvodov iz Portugalske v Slovenijo

Preverili smo tudi poročanje Portugalske o izvozu izbranih lesenih proizvodov v Slovenijo (Eurostat). Obravnavali smo okrogli les iglavcev, žagan les iglavcev in leseno embalažo.

V obdobju 2006-2010 iz Portugalske v Slovenijo ni bilo izvoza okroglega lesa iglavcev niti žaganega lesa iglavcev. Blagovni izvoz v Slovenijo je bil prisoten v skupini **4415 Zaboji za pakiranje, škatle, gajbe, bobni in podobna embalaža za pakiranje iz lesa, bobni (tulci) za kable iz lesa, palete**.

Izvoz lesene embalaže v Slovenijo je v letu 2010 znašal pod 1 tono (300 kg). Ob upoštevanju celotnega izvoza lesene embalaže iz Portugalske v države EU27, ki je znašala v letu 2010 53.937 ton, je delež Slovenije zanemarljiv. V uvozu iz Portugalske v Slovenijo so prevladovali proizvodi iz skupine, ki zajema zaboje, škatle, gajbe, sode in podobno embalažo.

1.5.5 Proizvodnja in prodaja palet in nakladalnih lesenih plošč v EU27 in Sloveniji

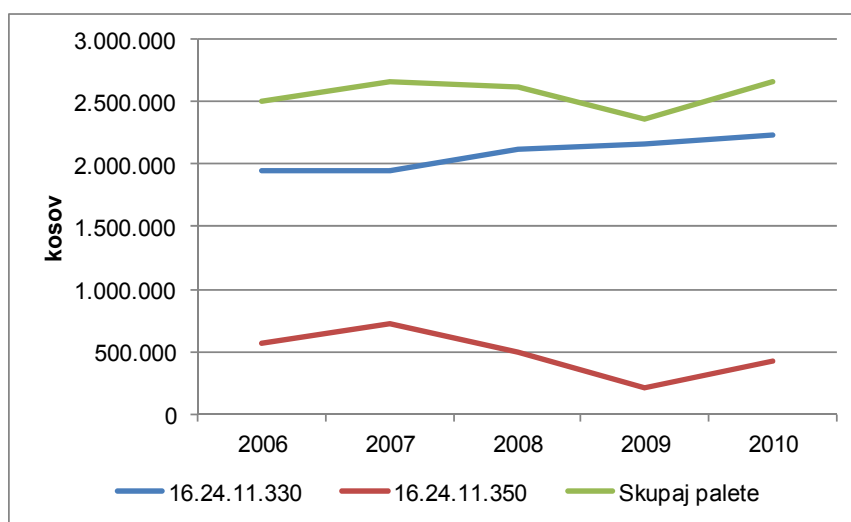
Statistični Urad RS (SURS) opredeljuje Nomenklaturo industrijskih proizvodov (NIP) kot seznam industrijskih proizvodov, na podlagi katerega se v Sloveniji statistično spremlja gibanja in rezultate industrijske proizvodnje. NIP temelji na evropskem seznamu proizvodov PRODCOM (PRODucts of COMmunity). Na podlagi te nomenklature smo analizirali prodajo palet v EU 27 z namenom prikaza relativnega pomena Španije in Portugalske v proizvodnji palet.

V državah EU27 je bilo v letu 2010 prodanih skupaj 706,6 milijonov kosov palet (PRODCOM kodi 16241133 in 16241135), od tega 570,3 milijonov ploščatih palet (PRODCOM koda: 16241133). Države z največjim obsegom prodaje palet so Italija (25 %), Nemčija (11 %) in Francija (10 %).

Španija je prodala skupaj 63,6 milijona kosov, od tega 39,1 milijona kosov ploščatih palet, Portugalska pa 24,9 milijona kosov palet, od tega 7,8 milijona kosov ploščatih palet.

Slovenija je v letu 2010 proizvedla 2,66 milijona kosov palet in nakladalnih lesenih plošč, od tega 2,23 milijona lesenih palet. V obeh primerih predstavlja v okviru EU27 0,4 % delež.

Trend proizvodnje palet v Sloveniji prikazuje slika 1.5.6. Največji delež predstavljajo "klasične" palete, ki so tudi najbolj razširjene v uporabi tako v Sloveniji kot tudi v Evropi.



Slika 1.5.6: Proizvodnja palet v Sloveniji.

Vir: SURS, obdelava GIS

16.24.11.330 Ploščate palete, paletne prirobnice iz lesa [kos]

16.24.11.350 Druge palete, zabojaste palete in nakladalne plošče iz lesa [kos]

Zunanja trgovina Slovenije s paletami je dinamične narave. Podrobno jo prikazujejo preglednici 1.5.6 in 1.5.8. Zanimive so tudi destinacije izvoza (preglednica 1.5.7) in uvoza (preglednica 1.5.9). Izvozni trgi za palete so predvsem Italija, Nemčija in Avstrija; uvoz pa se vrši iz Hrvaške, Madžarske in zanimivo Avstrije ter Nemčije.

Preglednica 1.5.6: Značilnosti izvoza palet iz Slovenije.

Enota mere	KN šifra	2006	2007	2008	2009	2010
ton	44152020 Palete, ploščate, paletne prirobnice	21.149	27.847	28.386	19.289	23.352
ton	44152090 Palete, zabojaste palete in druge nakladalne plošče iz lesa, drugo	3.290	3.317	3.475	1.311	1.509
1.000 EUR	44152020 Palete, ploščate, paletne prirobnice	5.331	7.789	8.239	5.732	7.045
1.000 EUR	44152090 Palete, zabojaste palete in druge nakladalne plošče iz lesa, drugo	1.204	1.377	1.491	706	1.187
kosov	44152020 Palete, ploščate, paletne prirobnice	1.290.067	1.721.134	1.701.985	1.250.734	1.476.958

Preglednica 1.5.7: Izvoz ploščatih palet po državah – leto 2009.

Izvoz 2009	ton	Delež
Skupaj	19.289	1,00
IT Italija	9.791	0,51
DE Nemčija	2.682	0,14
AT Avstrija	2.380	0,12
HR Hrvaška	1.144	0,06
HU Madžarska	900	0,05
FR Francija	444	0,02
CZ Češka republika	338	0,02

Preglednica 1.5.8: Značilnosti uvoza palet v Slovenijo.

Enota mere	KN šifra	2006	2007	2008	2009	2010
ton	44152020 Palete, ploščate, paletne prirobnice	25.122	26.986	29.965	28.055	27.444
ton	44152090 Palete, zabojaste palete in druge nakladalne plošče iz lesa, drugo	2.583	2.131	2.592	1.440	1.572
1.000 EUR	44152020 Palete, ploščate, paletne prirobnice	6.181	7.677	8.718	7.215	7.068
1.000 EUR	44152090 Palete, zabojaste palete in druge nakladalne plošče iz lesa, drugo	1.372	1.294	1.309	856	1.158
kosov	44152020 Palete, ploščate, paletne prirobnice	1.008.571	1.096.269	1.229.828	1.241.145	1.179.762

Preglednica 1.5.9: Uvoz ploščatih palet po državah – leto 2009.

Uvoz 2009	ton	Delež
Skupaj	28.055	1,00
HU Madžarska	1.1420	0,41
HR Hrvaška	5.824	0,21
AT Avstrija	4.506	0,16
DE Nemčija	1.364	0,05
PL Poljska	1.201	0,04
IT Italija	1.042	0,04

1.5.6 Literatura in viri

Navodilo o postopku pri uvozu in izvozu vračljive embalaže, št. 9/2006 (2. prečiščeno besedilo), CURS.

GZS Združenje za promet – Nacionalni paletni komite 2010, Informacije o EPAL in podatki o proizvodnji EUR palet v Sloveniji

SURS: podatkovni portal SI-Stat

UREDBA KOMISIJE (ES) št. 948/2009 z dne 30. septembra 2009 o spremembi Priloge I k Uredbi Sveta (EGS) št. 2658/87 o tarifni in statistični nomenklaturi ter skupni carinski tarifi Statistika blagovne menjave med državami Članicami EU: Navodila za poročevalske enote 2011. SURS in CURS, 47 str.

Bursaphelenchus xylophilus and its vectors: procedures for official control. 2011. National regulatory control systems. European and Mediterranean Plant Protection Organization. PM 9/1 (4), 8 str.

Eurostat 2011. Baze podatkov o proizvodnji, zunanji trgovini in embalaži

Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo. Uradni list RS 84/06, 106/2006, 110/2007, 67/2011 (68/2011 popr.)

Navodilo o razvrščanju odpadne embalaže med odpadno embalažo, ki je komunalni odpadek in odpadno embalažo, ki ni komunalni odpadek. 2011. MOP (http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/okolje/pdf/odpadki/navo_dilo_razvrscanje_embalaze_koe_nkoe.pdf)

1.6 Ugotovitve in sklepi

Borova ogorčica, *Bursaphelenchus xylophilus* je izredno napadalna vrsta, ki povzroča hitro propadanje iglavcev - predvsem vrst rodu *Pinus*, redko *Picea*, *Abies* in *Larix*. Za svoj razvoj potrebuje vektorje, ki so v Sloveniji razširjeni. Vrste rodu *Monochamus* (*M. sartor*, *M. saltuarius*, *M. sutor* in *M. galoprovincialis*), ki so potrjeni vektorji obravnavane ogorčice, so pri nas razširjene v celotnem arealu iglavcev (navadne smreke, rdečega in črnega bora ter jelke). Tudi podnebne razmere v Sloveniji so za razvoj borove ogorčice in razvoj njenih vektorjev ugodne. V naših iglastih gozdovih se pogosto pojavljajo sanitarne sečnje zaradi vpliva škodljivcev, patogenih gliv, požarov, predvsem v monokulturah črnega bora na Krasu. Vsi vektorji borove ogorčice (potrjeni - kot je rod *Monochamus*, in nepotrjeni vektorji - predstavniki družine Curculionidae in Scolytidae) so sekundarne vrste, torej tiste, ki naseljujejo predvsem poškodovane in prizadete gostitelje. Relativno slabo zdravstveno stanje gostiteljev borove ogorčice je le eden izmed razlogov za morebitno širjenje borove ogorčice v naših gozdovih.

Za naselitev borove ogorčice na določeno območje so odločilni okoljski dejavniki in prisotnost vektorjev. V literaturi je naveden prag 20 °C, ki vpliva na izražanje borove uvelosti. Edini kriterij, ki določa ali se bolezen izrazi ali ne, je v trajanju vsaj mesec dni, ki omogoča popoln razvoj borove ogorčice ter hkrati ustrezno namnožitev. Obseg in hitrost propada gostiteljskih rastlin je pogojena tudi s sušnim stresom, vendar je podatkov na temu segmentu v literaturi precej malo. V primeru, da temperatura v poletnem terminu ne preseže praga, se borova uvelost načeloma ne pojavi in lahko govorimo o latentnih okužbah z borovo ogorčico. V takih razmerah je razvoj borove ogorčice upočasnen in predstavlja tudi večjo grožnjo na terenu, ker je odkrivanje tako napadenih dreves precej oteženo (ne prihaja do izražanja bolezenskih znamenj).

V Sloveniji so razmere za ustalitev in nemoteno širjenje borove ogorčice precej ugodne, kar temelji predvsem v razširjenosti gostiteljskih rastlin, navzočnosti vektorjev *B. xylophilus*, sorazmerno ugodnih podnebnih razmerah in končno tudi v nekaterih vzporednih dejavnikih, ki vplivajo na stres gostiteljskih rastlin (poletna suša, pogosti vetroolomi in snegolomi, požari itn.) in s tem na hitrejši razvoj in širjenje podlubnikov – potencialnih vektorjev borove ogorčice. Vsem naštetim dejavnikom pa lahko dodamo še navzočnost mednarodnega pristanišča in precej razvite lesno-pridelovalne industrije v Sloveniji.

Poleg zgoraj naštetih dejavnikov pa je za vnos in širjenje borove ogorčice ključna tudi temperatura. Prostorske podatke o temperaturi smo razvrstili v 3 oziroma 4 razrede. Pri tem velja izpostaviti, da smo območja, kjer je najvišja povprečna mesečna temperatura manjša od 18 °C opredelili, kot tista, kjer razvoj borove ogorčice ni mogoč. Območja z višjo povprečno mesečno temperaturo smo razdelili v tri razrede skladno s vplivom temperature na razvoj borove ogorčice. S pomočjo natančne karte podatkov temperature obdobja 1971-2000, smo z metodo prostorske interpolacije (kriging) priredili podatke za proučevani obdobji klimatskih sprememb, t.j. 2021-2050 in 2061-2090. Povprečna sprememba temperature v mesecu juliju je v bližnjem obdobju predvidenih klimatskih sprememb znašala 2,27 °C ter za obdobje 2061-2090 4,96 °C.

Ker ima negativna vodna bilanca pomemben vpliv na izraženost bolezní borove uvelosti in samo širjenje borove ogorčice, smo pripravili prostorske podlage za posamezne elemente vodne bilance, ki določajo pogoje za pojavnost sušnega stresa pri gostiteljskih rastlinah. Za te potrebe smo na temelju digitalne pedološke karte opredelili vodnozadrževalne lastnosti tal. Za

ostala elementa vodne bilance, padavine in evapotranspiracijo, smo s pomočjo natančnih kart obdobja 1971-2000 ter z metodo prostorske interpolacije (kriging) priredili podatke za proučevani obdobji klimatskih sprememb.

Ogroženost posameznih gostiteljskih vrst borove ogorčice smo opredelili s količinami lesne zaloge, ki se nahaja na območjih, kjer je povprečna mesečna temperatura v juliju enaka ali večja 20 °C. Analizo smo naredili za niz vremenskih podatkov od 1971-2000 ter za projekcijo klimatskih sprememb za obdobji 2021-2050 in 2061-2090. Predvidene klimatske spremembe močno povečajo ogroženost vseh vrst gostiteljskih rastlin.

Najbolj tvegan in najbolj verjeten način vnosa borove ogorčice v nenapadena območja je, če se ob uvozu lesa skupaj z ogorčico vnese tudi njen prenašalec, ki lahko preživi v lesu le, če je zagotovljena zadostna količina vlage. Večje so dimenzije okroglega lesa (hlodovine, lesa za celulozo ...) oziroma večji so kosi lesa, dalj časa lahko žuželka preživi, zaradi česar okrogli neobdelan les in žagan les pomenita večjo nevarnost za vnos prenašalca kot na primer leseni ostružki. Najbolj kritične točke za vnos in širjenje borove ogorčice v Sloveniji so: pristanišče, mejni prehodi, proizvodni obrati in skladišča lesa.

Slovenija ima dinamično naravo zunanje trgovine z lesnimi proizvodi. Glede na namen projekta je v analizi velik poudarek na uvozu izbranih lesnih proizvodov, ki so potencialni prenašalci borove ogorčice in/ali njenih vektorjev, iz Portugalske in Španije ter delno iz Združenih držav Amerike in Kanade, obravnavana je tudi Kitajska. Po podatkih SURS smo med izbranimi lesnimi proizvodi, ki so lahko vektor prenosa borove ogorčice, v letu 2010 iz Portugalske uvozili 20 ton lesnih sekancev iglavcev in 4 tone lesnih ostankov. Iz Španije smo v letu 2010 uvozili največ lesnih ostankov, in sicer 163 ton, 163 ton lesnih sekancev iglavcev, sledi lesna embalaža z 33 tonami. Iz ZDA in Kanade smo uvozili predvsem žagan les iglavcev (133 ton iz Kanade in 12 ton iz ZDA), iz Kanade tudi okrogli les iglavcev (126 ton).

Menimo, da je potencialna nevarnost večja pri lesnih proizvodih, ki nastajajo iz lesa slabše kakovosti, to so predvsem lesena embalaža (palette), in manjša pri žaganem lesu, ki je v principu narejen iz kakovostnega lesa. Kot potencialna nevarnost prenosa je pomembna tudi skupina lesnih ostankov, predvsem sekanci iglavcev, ki jih v manjših količinah uvažamo iz Španije in Portugalske. Palette imajo v uvozu po masi relativno majhen delež, vendar pa imajo relativno majhno maso na enoto, zaradi česar se pojavljajo v velikem številu v blagovni menjavi s tujino.

Glede na priporočila EPPO (2011) predlagamo, da se sistem kontrole v večji meri skoncentrira na kontroli lesnih ostankov (še posebej sekancev iglavcev) ter pri večjih kupcih lesnih palet. Predlagamo ažurno (mesečno) spremljanje tokov lesnih proizvodov iz Portugalske in Španije, v okviru zakonskih možnosti v sistemu Intrastat.

Ker so palette v mednarodnem prometu označene v skladu s standardom ISPM-15, v sistemu EPAL pa še dodatno z oznakami, ki so določene za EUR-o palette, je vsaka označena paleta sledljiva do države izvora oziroma države proizvajalke. Pri družbah za ravnanje z odpadno embalažo v skladu z Uredbo o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo bi bilo možno preverjati stanje palet iz izbranih držav, s poudarkom na Portugalski in Španiji. EUR palette so sicer zaradi dodatnih strogih kriterijev in sistema kontrole s strani pooblaščenih organizacij bolj pod nadzorom kot ostale palette, ki se pojavljajo na trgu ali ki so embalaža za blago v zunanji trgovini.

2. sklop: Ocena gospodarskih učinkov

2.1 Ocena izgube vrednosti okroglega lesa zaradi izdelave sekancev iz celih dreves

V tem sklopu bomo predstavili oceno izgube vrednosti okroglega lesa zaradi sanacije borove ogorčice iz potencialnih žarišč, zlasti izvajanja ukrepa izdelave sekancev iz celih dreves kot enega od potencialnih ukrepov za zmanjšanje ekonomske škode. Narejen bo modelni izračun za povprečne razmere v območjih borovih sestojev v Sloveniji, ki bo zajemal primerjalno analizo stroškov pridobivanja lesnih sortimentov ter zmanjšanje vrednosti zaradi izdelave sekancev iz celotnih dreves.

Lesno zalogo za izračun gospodarske škode nastale v primeru napada borove ogorčice (*B. xylophilus*) smo pridobili iz gozdnogospodarskega načrta GGE Kras II (2008-2017). Ugotovili smo, da med rastiščno gojitvenimi razredi prihaja do velikih razlik med lesno zalogo listavcev in iglavcev, zato smo se odločili, da prikazujemo izračune na podlagi splošnih povprečij pridobljenih iz GGE, ter na podlagi podatkov za rastiščno gojitveni razred, kjer je zastopanih največ iglavcev in je lesna zaloga precej višja od povprečja. V tem primeru gre za sestoje bora na apnencu (RGR 12713). Pri izračunu smo upoštevali tudi delež gozdnatosti ter delež iglavcev na predvideni površini. Oba podatka sta povzeta po GGNE.

Za izračun tržne vrednosti lesnih sortimentov smo uporabili odkupne cene za les na kamionski cesti, ki smo jih pridobili na spletni strani podjetja Steza d.o.o. Pri oceni sortimentne strukture smo upoštevali podatke iz preteklih sečenj od lokalnih agrarnih skupnosti iz našega ciljnega področja (območje nizkega krasa). Tako smo predpostavili, da bo 80 % vsega poseka predstavljal celulozni les (27 €/m^3), preostalih 20 % pa hlodovina (41 €/m^3). Preračun iz bruto količin v neto količine smo izvedli z veljavnim pretvorbenim faktorjem za iglavce (0,85). Skupni volumen nadzemne lesne mase smo izračunali z uporabo faktorja (1,12; na podlagi vrednosti iz Gozdarskega priročnika, ki temeljijo na nemških meritvah za črni bor) za del lesne mase, ki ni zajet v poseku (vejevina in igličevje). V izračunu stroškov smo upoštevali stroške sečnje in spravila (20 €/m^3 ; na podlagi podatkov pridobljenih iz gozdnogospodarskega načrta za GGE Kras II in spletne strani Steza d.o.o.), medtem ko smo pri izdelavi sekancev stroškom dodali še stroške sekalnika (3 €/nm^3 ; na podlagi informacije proizvajalcev gozdnih sekancev). Glede na to, da morajo biti vsi sekanci, na razmejenem območju za venenje borov, manjši kot 3 cm v vsaki od treh dimenzij, smo uporabili temu primeren pretvorbeni faktor za gostoto nasutja (2,5) za velikostni razred lesnih sekancev P16 (EN 14961-4:2011). Prodajna cena sekancev, ki smo jo upoštevali pri izračunu znaša 12 €/nm^3 .

V preglednici 2.1.1 so prikazane ocene količin in predviden prihodek od prodaje. Bolj natančne predpostavke in izračun je predstavljen v preglednici 2.1.2.

Preglednica 2.1.1: Primerjava dohodkov normalnega gospodarjenja z gozdom ter dohodkov nastalih v primeru sanacijskih ukrepov (upoštevajoč minimalni premer žarišča (500m) in predpostavki, da do napada pride v sestoju (100% gozdnatost)).

	GGE KRAS II	
	Krajevna enota	RGR 12713
Lesna zaloga [m ³ /ha]	140	192
Delež iglavcev	45%	85%
Ocenjena nadzemni volumen dreves iglavcev [m ³ /ha]	71	182
Modelni posek [neto m ³ /ha]	54	138
Dohodek pri prodaji sekancev na KC [€/ha]	177	277
Dohodek od prodaje okroglega lesa na KC [€/ha]	523	1.345
RAZLIKA v dohodku med prodajo sekancev in okroglega lesa na KC [€/ha]	- 346	- 1.069

Preglednica 2.1.2: Podroben prikaz izračuna gospodarske škode

		GGE Kras (celotno območje)											
LZ [m³/ha]		140											
Delež iglavcev		45%											
Polmer vplivnega območja [m]		500						3000					
Površina ogolele površine [ha]		79						2827					
Gozdnatost		61%			100%			61%			100%		
Izdelava sekancev	Nadzemna lesna masa iglavcev [m³]	3.376			5.562			121.550			200.247		
	Prodajna cena sekancev [€/nm³]	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12
	Vrednost sekancev	84.410	92.851	101.292	139.061	152.967	166.873	3.038.752	3.342.627	3.646.502	5.006.181	5.506.799	6.007.417
	Dohodek sekancev [€]	-8.441	0	8.441	-13.906	0	13.906	-303.875	0	303.875	-500.618	0	500.618
Izdelava lesnih sortimentov	Posek [bruto m³]	3.015			4.966			108.527			178.792		
	Posek [neto m³]	2.562			4.221			92.248			151.973		
	Vrednost lesa na KC [€]	76.176			125.496			2.742.343			4.517.864		
	Dododek lesa na KC [€]	24.927			41.067			897.387			1.478.397		
		GGE Kras (RGR 12713)											
LZ [m³/ha]		192											
Delež iglavcev		85%											
Polmer vplivnega območja [m]		500						3000					
Površina ogolele površine [ha]		79						2827					
Gozdnatost		61%			100%			61%			100%		
Izdelava sekancev	Nadzemna lesna masa iglavcev [m³]	8.687			14.312			312.742			515.226		
	Prodajna cena sekancev [€/nm³]	10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12
	Vrednost sekancev	217.182	238.900	260.619	357.796	393.576	429.355	7.818.558	8.600.414	9.382.269	12.880.656	14.168.721	15.456.781
	Dohodek sekancev [€]	-21.718	0	21.718	-35.780	0	35.780	-781.856	0	781.856	-1.288.066	0	1.288.066
Izdelava lesnih sortimentov	Posek [bruto m³]	7.757			12.778			279.234			460.023		
	Posek [neto m³]	6.593			10.862			237.349			391.020		
	Vrednost lesa na KC [€]	195.998			322.896			7.055.913			11.624.240		
	Dododek lesa na KC [€]	64.137			105.662			2.308.932			3.803.842		

2.1.1 Literatura in viri

Načrt ukrepanja v primeru pojava borove uvelosti v Republiki Sloveniji. 2010. Ljubljana, MKGP – Fitosanitarna uprava RS

Gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto Kras II za leto 2008-2017. 2008. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana, Krajevna enota Kras II

Cene lesa in storitev v gozdarstvu. 2012. Steza d.o.o.
(http://www.steza.net/01_apl/07_CMS/index.php/cene-lesa-in-storitev-v-gozdarstvu)

KRAJNC N., PIŠKUR, M., KLUN, J., PREMRL, T., PIŠKUR, B., ROBEK, R., MIHELIČ, M., SINJUR, I. Lesna goriva : drva in lesni sekanci : proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2009. 81 str., ilustr. ISBN 978-961-6425-50-6.

Čokl M. 1961. Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik. Tablice. 3. izdaja. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 366 str.

2.2 Impregnacija lesa kot potencialni ukrep za zmanjšanje ekonomske škode

2.2.1 Količine primerne surovine za izgradnjo lesne infrastrukture

(Podatki v tem poglavju so pridobljeni iz letnega poročila ZGS o gozdovih za leto 2010, obdelava mag. Mitja Piškur GIS).

Za izdelavo drogov za različne telekomunikacijske vode je primeren les naslednjih iglavcev: les smreke (*Picea abies*) in les bora (tako rdečega (*Pinus sylvestris*), kot črnega (*Pinus nigra*)). Delež smreke in jelke v lesni zalogi je 37,4 % (Preglednica 2.2.1). Jelka zaradi pogostega mokrega srca in nagnjenosti h kolesivosti za droge ni zaželen.

Preglednica 2.2.1: Delež lesnih vrst v lesni zalogi Slovenije v letu 2010.

smreka	jelka	bori	maces.	dr. igl.	bukev	hrasti	pl. list.	dr.t.list.	meh.list.	iglavci	listavci
31,5	7,6	5,9	1,2	0,2	31,8	7	4,9	8,2	1,7	46,4	53,6

Delež smreke in bora v celotnem poseku je nekoliko večji (Preglednica 2.2.2) in znaša 43,6 %.

Preglednica 2.2.2: Posek smreke in bora v celotnem poseku v letu 2010.

	SM+BOR	SM	BOR
Skupaj	43,6	39,6	4

Za droge so najprimernejši debelinski razredi med 10 cm in 30 cm. Posek po debelinskih stopnjah je razviden iz preglednice 2.2.3. Podatki so prikazani za celotno Slovenijo in za primer OE Sežana. Iz preglednice je razvidno, da je letno posekamo približno 300.000 m³ bruto lesa primerne za droge.

Preglednica 2.2.3: Posek po debelinskih stopnjah (prsni premer, 1,3 m od tal, v bruto m³).

	IGL 10-30	IGL 30-50	IGL nad 50	IGLAVCI
Vsi gozdovi	273.456	814.015	720.595	1.808.066
OE Sežana	16.952	26.669	3.244	46.866

Za telekomunikacijske droge je še posebej primeren les bora, zato v preglednici 2.2.4 podajamo podrobnejše podatke o debelinskih razredih posekanega bora v letih 2003 in 2007. Iz preglednice je razvidno, da je velik delež posekane borovine primeren za izdelavo drogov.

Preglednica 2.2.4: Posek bora (bruto m³ po letih) po debelinskih razredih v letih 2003 in 2007.

Debelinski razred		Povprečje 2003-2007
1.	10_19	9.590
2.	20_29	25.161
3.	30_39	38.137
4.	40_49	24.476
5.	50 in več	7.902
sk	Skupaj	105.266

2.2.2 Zahteve glede surovine za telekomunikacijske droge

a) Zahteve za kakovost gozdnih lesnih sortimentov za izdelavo drogov

Pri izbiri materiala je potrebno upoštevati zahteve standarda SIST EN 12510. Upoštevati je treba zahteve glede dimenzij in oblike drogov.

Lesne vrste in pogoji za ustreznost dreves, iz katerih bodo izdelani drogi

- Drogi morajo biti izdelani iz lesa rdečega bora (*Pinus sylvestris*) ali lesa smreke (*Picea abies*).
- Drogi iz lesa jelke (*Abies* sp.) niso dovoljeni.

b) Mehanske lastnosti

- Vrednosti za mehanske lastnosti lesa (modul elastičnosti in upogibna trdnost) morajo ustrezati zahtevam standarda prEN14229
- Mehanske lastnosti lesa drogov iz lesa smreke ali bora so navedene v preglednici 2.2.5.

Preglednica 2.2.5: Minimalne zahteve za mehanske lastnosti drogov.

Mehanska lastnost	Vrednosti
Upogibna trdnost	55 Mpa
Tlačna trdnost – pravokotno na smer vlaken	6 Mpa
Tlačna trdnost – v smeri vlaken	40 Mpa
Strižna trdnost – pravokotno na smer vlaken	23 Mpa
Strižna trdnost – v smeri vlaken	4 Mpa

c) Sušenje

- Med sušenjem morajo biti drogi navzkrižno zloženi v kopico. Drogi morajo biti zloženi tako, da je omogočeno dobro zračenje (ne pretesno skupaj). Spodnji drogi morajo biti vsaj pol metra od tal na lesenih nosilcih. Pod kopico drogov med sušenjem mora biti asfaltna ali peščena ali prodnata površina brez trave, ki omogoča učinkovito odvodnjavanje.
- V bližini sušičih drogov ne sme biti kupov starega, trhlega lesa.

d) Ravnost –Krivost drogov

- Dovoljena je le enojna, enakomerna krivost drogov. Sprejemljivi so le drogi, kjer daljica med sredino zgornje in sredino spodnje ploskve v celoti poteka po drogu. Dvojna ali večkratna krivost ni dovoljena.

e) Grče

- Prazne luknje od izpadlih grč obravnavamo kot grče. Največja dovoljena globina praznih lukenj od izpadlih grč je 10 mm. Dimenzije grč se določajo v skladu s standardom SIST EN 12510.
- Na območju, ki je med 0,5 m in 3,0 m nad spodnjim delom droga (peto droga), so dovoljene grče ali skupine grč, ki skupaj ne presegajo 5 % obsega droga na mestu merjenja ali 8 % dela obsega droga na mestu merjenja, ki je brez grč.
- Na katerikoli mestu droga sta na 0,3 m dolžine lahko prisotna največ dva venca grč. Vsota premerov grč v vencu ne sme preseči 20 % obsega droga na mestu merjenja. Poleg tega vsota vseh premerov grč na katerikoli sekciji dolžine 0,3 m, ne sme skupaj preseči 40 % obsega droga na sredini izbrane 0,3 m sekcije.

f) Naklon vlaken (Zavitost)

- Naklon vlaken je naraven pojav. V primeru prevelikega naklona lahko pride do torzijskega loma.
- Okrogli les za droge mora biti po možnosti čim bolj ravne rasti. Dovoljen naklon usmerjenosti vlaken je do 1/12,5. (Naklon vlaken se najlažje oceni iz usmerjenosti razpok) Bistvene razlike v naklonu vlaken pri istem drogu niso dovoljene. Naklon vlaken se meri na najmanj enem metru dolžine droga kot odklon od osi, podan kot razmerje, ki na primer v primeru 1/12,5 pomeni 8 cm odklona na enem metru dolžine.

g) Širina beljave

- Pri drogih iz borovega lesa mora biti beljava širša, od 20 mm na celotnem območju droga.

h) Širina branik

- Število branik v beljavi, merjeno najmanj 50 mm iz centra prereza, ne sme biti manjše od 10 na 25 mm. Ta zahteva velja tako za droge izdelane, iz borovega kot tudi smrekovega lesa.

i) Smolni žepki, vrasla skorja

- Smolni žepki in vrasla skorja je dovoljena v primeru, da globina smolnih kanalov in vrasle skorje ne presega 5 % premera na mestu merjenja, da je širina manjša od 10 % premera hloda, dolžina pa je manjša od premera droga. Kakorkoli le ena dimenzija smolnih kanalov in žepkov lahko doseže največjo določeno veličino, ostale dimenzije pa morajo biti za polovico manjše od maksimalno dovoljenih vrednosti.
- Posamezni smolni žepki in deli z vraslo skorjo se morajo nahajati vsaj 500 mm narazen.
- Dimenzije se merijo kot največje vrednosti za globino, širino in dolžino.

j) Mehanske poškodbe

- Poškodbe segajo lahko največ 5 % premera na mestu poškodovanja v globino. Na posameznem drogu sta dovoljeni največ dve mehanski poškodbi, ki pa morata biti vsaj 500 mm narazen.

- Kakršnekoli mehanske poškodbe, ki potekajo pravokotno na os droga, niso dovoljene.

k) Srčne in zvezdaste razpoke v notranjosti droga

- Dovoljene so le srčne in zvezdaste razpoke, navedene v členu 6.3.8 standarda SIST EN 12510.
- Konica (vrh) droga lahko vsebuje le srčne ali zvezdaste razpoke z manj kot 5 kraki. Na peti je dovoljena ena srčna ali zvezdasta razpoka, pri čemer dva kraka lahko segata največ 5 mm pod površino droga. V primeru, da ena razpoka sega do površine, je lahko le ta dolga največ 500 mm (od pete droga navzgor). Kolesivost ni dovoljen.

l) Sušne razpoke ali pokline na obodu droga

- Dovoljene so le razpoke navedene v členu 6.3.9 standarda SIST EN 12510.
- Sušne razpoke, ki potekajo vzporedno s smerjo vlaken, niso opredeljene kot napaka, v primeru, da dimenzije ne presegajo zahtev standarda SIST EN 12510. Neprekinjena razpoka je lahko dolga največ 50 % dolžine droga. Globina razpok je lahko največ 50 % premera droga.
- Dovoljene so le sušne razpoke, ki se pojavijo pred impregnacijo. Tako je površina teh razpok po impregnaciji impregnirana in zato ne predstavljajo nevarnosti za okužbo z glivami. Razpoke, ki se pojavijo po impregnaciji, niso dovoljene. Razpokam po impregnaciji se izognemo tako, da impregniramo ustrezno suhe droge.

m) Druge vrste razpok in kolesivost

- Druge vrste razpok, kot so zunanje razpoke (enojna, križna) ter kolesivost, razen tistih, navedenih v tehnični specifikaciji, niso dovoljene.

n) Obarvanja zaradi delovanja gliv modrivk

- Obarvanje zaradi delovanja gliv modrivk je dovoljeno, če ne vpliva na uspešno izvedbo impregnacije. Modrenje na površini ne sme presegati 50 % površine droga. Na preseku pa modrenje ne sme presegati 50 % površine beljave.

o) Trohnoba

- Na drogovi ne sme biti prisotnih nikakršnih znakov trohnobe, niti površinske niti v sredini.

p) Poškodbe zaradi insektov

- Večji obseg poškodb zaradi delovanja insektov niso dovoljen.
- Dovoljene so le poškodbe navedene v členu 6.2.2 standarda SIST EN 12510. Dovoljenih je 5 rogov/izletnih odprtih s premerom, manjšim od 1,5 mm; ali 20 rogov/izletnih odprtih s premerom, manjšim od 1,0 mm enakomerno razporejenih na katerikoli 100 mm dolžine droga.
- Dovoljene so le poškodbe primarnih in sekundarnih insektov (mušičavost). Za te poškodbe je značilno, da so črno obarvane.
- Poškodbe hišnega kozlička (*Hylotrupes bajulus*) niso dovoljene.

r) Vlažnost

- Pred impregnacijo mora biti vlažnost vseh drogov nižja od 25 %.
- Pri drogovi, obarvani zaradi delovanja gliv modrivk, mora biti vlažnost lesa nižja od 23 %.

2.2.3 Biocidni proizvodi za zaščito lesa

Na slovenskem tržišču je bilo v letu 2011 registriranih 1243 biocidnih pripravkov, namenjenih za različne namene uporabe. Za zaščito lesa (vrsta izdelka 8) je bilo priglašanih 7 % pripravkov (92) (Nekateri pripravki so registrirani za več namenov uporabe, nekateri pa se celo uporabljajo kot fitofarmacevtska sredstva) (<http://www.uk.gov.si/>). Ta podatek jasno nakazuje, da so zaščitni pripravki za les ena izmed najpomembnejših vrst biocidnih izdelkov.

Pred začetkom implementacije Direktive o biocidih, je bilo na trgu 81 aktivnih učinkovin za zaščito lesa (Hughes, 2004). Po uvedbi strožjih zahtev Direktive o biocidih (98/8/EC) se trenutno lahko uporablja le še 40 aktivnih učinkovin (preglednica 2.2.6). 17 aktivnih učinkovin je že uvrščenih na Aneks I, Direktive o biocidih (98/8/EC). Biocidi na Aneksu I so prestale zahtevno presojo o njihovi okoljski primernosti. Preostale učinkovine na to presojo še čakajo. Pričakovati je, da vse aktivne učinkovine iz preglednice 2.2.6 ne bodo uvrščene na Aneks I. Trenutno je najbolj pod vprašanjem kreozotno olje. Trenutna pogajalska izhodišča nakazujejo, da bo kreozot dovoljen le za zaščito lesa v tretjem razredu izpostavitve in to le za prehodno, petletno obdobje (<http://ec.europa.eu>) (Humar 2010). Pri tem velja opomniti, da so železniške pragove uvrstili v tretji razred izpostavitve, saj naj bi se pragovi večinoma uporabljali na nasipih, kjer ne prihaja do zastajanja vode.

V zaščitnih pripravkih, registriranih na slovenskem tržišču, se nahaja le 20 različnih aktivnih učinkovin. Med 90 registriranimi pripravki jih kar 39 vsebuje IPBC, 26 permetrin, 25 propikonazol in 23 borovo kislino (preglednica 2.2.6).

Preglednica 2.2.6: Aktivne učinkovine, ki se uporabljajo za zaščito lesa in so vključene v program ocenjevanja.

Iz preglednice so razvidne aktivne učinkovine, ki so že vključene na Aneks I Direktive o biocidih (98/8/EC) in število registriranih biocidnih pripravkov, ki vsebujejo posamezno aktivno učinkovino v Sloveniji.

št	učinkovina	CAS	Vključenost na Aneks I	Število biocidnih pripravkov s to učinkovino
1	IPBC	55406-53-6	Da	39
2	permetrin	52645-53-1		26
3	propikonazol	60207-90-1	Da	25
4	borova kislina	10043-35-3	Da	23
5	Cu(II) karbonat—Cu(II) hidroksid (1:1)	12069-69-1		9
6	DCOIT	64359-81-5		9
7	ADBAC	68424-85-1		8
8	diklofluanid	1085-98-9	Da	5
9	tebukonazol	107534-96-3	Da	5
10	dinatrijev oktaborat tetrahidrat - DOT	12280-03-4	Da	4
11	cipermetrin	52315-07-8		3
12	Cu oksid	1317-38-0		2
13	kreozot	8001-58-9		2
14	tolilfluanid	731-27-1	Da	1
15	diamin	2372-82-9		1
16	fenpropimorf	67564-91-4	Da	1
17	fenoksicarb	72490-01-8		1
18	etofenproks	80844-07-1	Da	1
19	Bardap 26	94667-33-1		1
20	N-Didecil-N-dipolietoksiamonijev borat / Didecilpolioksetilamonijev borat	214710-34-6		1
21	K-HDO	66603-10-9	Da	0
22	Cu-HDO	312600-89-8		0
23	vodikov cianid	74-90-8		0
24	tiabendazol	148-79-8	Da	0
25	dazomet	533-74-4		0
26	dinatrijev tetraborat	1330-43-4	Da	0
27	sulfuril fluorid	2699-79-8	Da	0
28	borov oksid	1303-86-2	Da	0
29	Cu dihidroksid	20427-59-2		0
30	natrijev sorbat	24634-61-5		0
31	BKC	Zmes več kemikalij		0
32	flufenoksuron	101463-69-8		0
33	tiametoksam	153719-23-4	Da	0
34	klotianidin	210880-92-5	Da	0
35	DDAC	Zmes več kemikalij		0
36	TMAC	Zmes več kemikalij		0
37	bifentrin / bifenat	82657-04-3		0
38	ciprokonazole	94361-06-5		0
39	klorfenapir	122453-73-0		0
40	tiakloprid	111988-49-9	Da*	0

*Opomba: Nova učinkovina, ki je leta 1998 še ni bilo na trgu

Kakorkoli zavedati se moramo, da kljub temu, da nekateri zaščitni pripravki vsebujejo širok spekter biocidnih učinkovin, vsi niso namenjeni za zaščito lesa v stiku z zemljo (4 razred izpostavitve). Za zaščito lesa v stiku z zemljo so primerni le pripravki, ki vsebujejo bakrove aktivne učinkovine ali kreozotno olje in se v lesu dobro fiksirajo. Teh biocidnih proizvodov pa ni ravno veliko. Na slovenskem tržišču sta na voljo dva pripravka na osnovi kreozotnega olja in 11 pripravkov na osnovi bakrovih spojin (preglednica 2.2.7). Uporabo kreozotnega olja omejuje zahtevnejša tehnologija impregnacije, med tem ko so bakrovi biocidni proizvodi lažje uporabni. Zato je bila raziskava izvedena z izbranim predstavnikom biocidnih proizvodov, Silvanolinom, izdelkom domačega proizvajalca Silvaproduct.

Preglednica 2.2.7: Najpomembnejši baker -etanolaminski pripravki namenjeni za zaščito lesene infrastrukture in njihova sestava.

Biocidni proizvod	Aktivne učinkovine
Wolmanit CX 10	Bakrova učinkovina
Wolmanit CX 8	Cu-HDO
Wolmanit CX 8 WB	Borova učinkovina
Kemwood ACQ 2300	
Kemwood ACQ 1900	
Korasit KS	Bakrova učinkovina
Impralit KDS	Kvartarna amonijeva spojina
Impralit KDS 4	Borova učinkovina
Silvanolin	
Tanalith E 3485	Bakrova učinkovina
Tanalith E 3492	Triazoli
	Borova učinkovina

2.2.4 Zahteve glede impregnacije lesa za infrastrukturno rabo

Tehnični parametri opreme

Vakuumiranje

- Oprema mora omogočati, da se v polni impregnacijski komori, vzpostavi tlak, manjši od 30 mbar.
- Ko se v komori vzpostavi ustrezen podtlak, je potrebno ta tlak zagotavljati še 60 min pri borovih in 150 minut pri smrekovih drogovi.
- Po koncu vakuumiranja je treba čim prej, pri nespremenjenem podtlaku, zaliti komoro z zaščitnim pripravkom.

Nadtlak

- Nadtlak v komori, popolnoma zaliti z zaščitnim pripravkom, mora biti višji od 9 bar. Največji dovoljen tlak je 11 bar.
- Ta tlak, mora biti konstanten ves čas tlačnega dela impregnacije.
- Čas trajanja nadlakta je odvisen od lesne vrste in intenzivnosti vpivanja zaščitnega pripravka v les (preglednica 2.2.8).

Preglednica 2.2.8: Zahteve povezane z impregnacijo lesenih drogov v vakuumsko-tlačni komori. Zahteve se nanašajo le na obdobje nadtlača.

		Drogovi iz borovine	Drogovi iz smrekovine
Minimalno obdobje trajanja nadtlača		45 min	480 min
Mokri navzem zaščitnega pripravka v les (m^3)	V prvih 15 minutah	< 5 kg	< 3 kg
	skupaj	< 350 kg	< 210 kg
		Navzem se izraža v l oziroma v kilogramih na količino drogov v komori izraženih v m^3	

Drugo Vakuumiranje

- Po koncu nadtlača, iz komore odstranimo zaščitni pripravek in droge še enkrat vakuumiramo 20 min pri podtlaku manjšem od 100 mbar. S tem zmanjšamo izcejanje pripravka iz impregniranega lesa.
V impregniranem delu moramo doseči suhi navzem vsaj 20 kg/m^3 . K suhemu navzemu prištevamo tudi etanolamin, ki deloma izhlapi iz lesa.

Globina prodora in suhi navzem

- Pri drogovi izdelani iz borovega lesa, mora biti beljava droga v celoti prepojena z zaščitnim pripravkom. Doseči moramo razred penetracije NP5 v skladu s standardom SIST EN 351-1.
- Pri drogovi izdelani iz smrekovega lesa, mora biti globina penetracija pri spodnjem, mehansko vrezanem delu (opcija) vsaj 25 mm (NP4), na preostalem delu droga pa 8 mm.

Preglednica 2.2.9: Zaščitni pripravki, primerni za impregnacijo lesenih drogov. Podan je tudi delež bakrovih spojin v pripravkih ter zahtevana retencija zaščitnega pripravka.

Biocidni proizvod	Delež Cu v pripravku	Suhi navzem *
Wolmanit CX 10	16,30 %	18 kg/m ³
Wolmanit CX 8	13,04 %	20 kg/m ³
Wolmanit CX 8 WB	13,04 %	20 kg/m ³
Kemwood ACQ 1900	17,30 %	22 kg/m ³
Korasit KS	15,20 %	22 kg/m ³
Impralit KDS	20,53 %	15 kg/m ³
Impralit KDS 4	10,26 %	24 kg/m ³
Silvanolin	0,25 %**	18 kg/m ³
Tanalith E 3485	22,50 %	20 kg/m ³
Tanalith E 3492	20,50 %	20 kg/m ³

- * Suhi navzem se nanaša na navzem vseh sestavin pripravka z izjemo vode. Dejanski suhi navzem je nekoliko nižji, saj del etanolamina izhlapi iz lesa. Suhi navzem se določa posredno, z določanjem koncentracije Cu v impregniranem lesu.
- ** Ta pripravek je pripravljen za uporabo,

2.2.5 Impregnabilnost lesa z izbranim biocidnim proizvodom

a) Materiali in metode

Zaščitni pripravki

Pripravili smo dve različni koncentraciji zaščitnega pripravka Silvanolin. Koncentracija elementarnega bakra v pripravkih je v pripravkih z višjo koncentracijo znašala 1 %, v pripravkih z nižjo koncentracijo pa 0,25 %. Zaščitni pripravek z višjo koncentracijo je namenjen zaščititi lesene infrastrukture, ki se nahaja v za les zelo ogrožajočem območju, med tem ko je pripravek nižje koncentracije namenjen za zaščito manj ogroženega infrastrukturnega lesa

Priprava in impregnacija vzorcev

Vzorci ($1.5 \times 2.5 \times 5.0$ cm) so bili izdelani iz beljave smrekovine (*Picea abies*), beljave rdečega bora (*Pinus sylvestris*) ali beljave bukovine (*Fagus sylvatica*). Zaščiteni so bili po dveh postopkih. Polovica vzorcev je bila impregniranih po vakuumskem postopku v skladu s standardom SIST EN 113 (ECS, 1989). Drugo polovico vzorcev pa smo pri normalnih pogojih 24 ur namakali v zaščitnih pripravkih. Vsem vzorcem smo gravimetrično določili mokri navzem. Zaščitene vzorce smo nato štiri tedne sušili in sicer: prvi teden v zaprti, drugi in tretji teden v polzaprti in četrti teden v odprti komori ter na ta način simulirali naravno sušenje.

Izpiranje

Izpiranje bakrovih učinkovin smo določili v skladu z modificirano standardno laboratorijsko metodo SIST ENV 1250 (ECS, 1994). Čela vzorcev smo zatesnili z raztaljenim parafinom. V čašo smo zložili po tri vzorce impregnirane z istim pripravkom, jih obtežili in prelili s 300 mL destilirane vode. Za vsak zaščitni pripravek in koncentracijo smo uporabili tri čaše (devet vzorcev). Čaše z vzorci smo postavili na laboratorijski stresalnik (55 min^{-1}). Vodo v čašah smo v desetih dneh sedemkrat zamenjali. V zbranih izpirkih smo na koncu z atomsko absorpcijsko spektroskopijo (AAS) (Varian Spectra AA Duo FS240) določili vsebnost izpranega bakra.

b) Rezultati in razprava

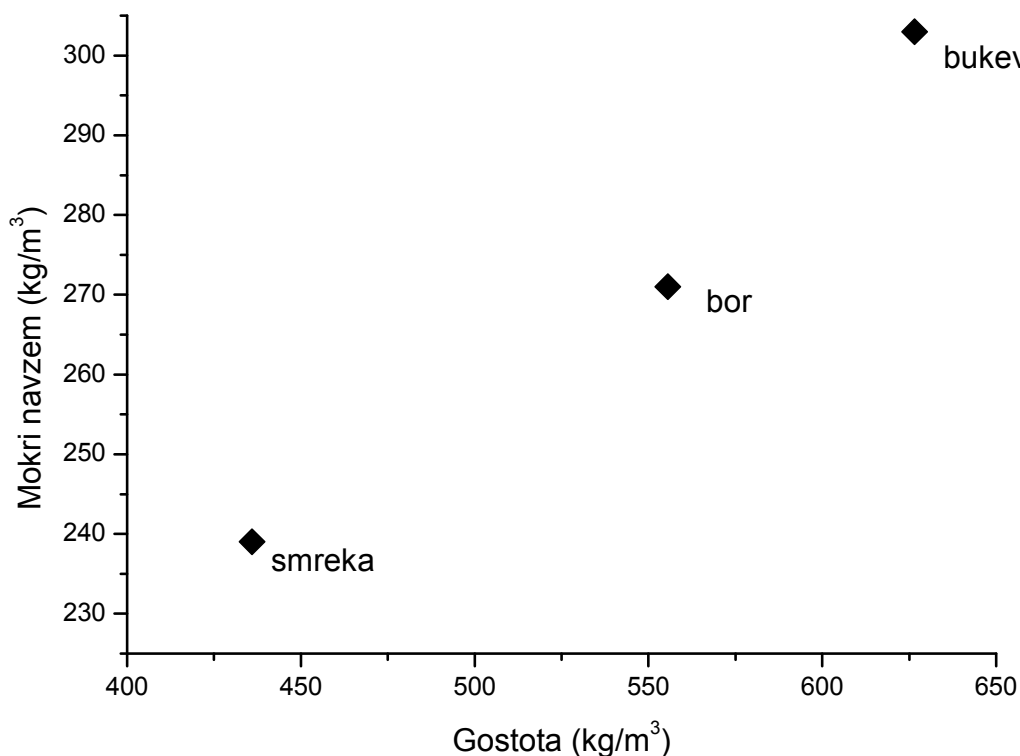
Med vakuumsko-tlačno impregnacijo so pripravki dobro prodrli v les, ne glede na drevesno vrsto. Najbolje so se prepojili borovi (571 kg/m^3), najslabše pa v smrekovi vzorci (516 kg/m^3) (Preglednica 2.2.11). Glavni razlog za to razliko je slabša Impregnabilnost smrekovega lesa v primerjavi z beljavo borovine (Richardson, 1993).

Preglednica 2.2.10: Mokri navzemi zaščitnih pripravkov na osnovi bakra in etanolamina pri smrekovih, borovih in bukovih vzorcih, impregniranih s postopkom potapljanja ali potapljanja v kombinaciji z nad in podtlakom.

Lesna vrsta	c _{Cu} [%]	Postopek zaščite	
		Potapljanje	Vakuumsko tlačna impregnacija
		Mokri navzem zaščitnega pripravka [kg/m ³]	
smreka	0,25	211 (12)	495 (16)
	1	258 (2)	518 (33)
bor	0,25	250 (5)	562 (11)
	1	284 (6)	578 (18)
bukev	0,25	298 (7)	544 (10)
	1	325 (12)	553 (9)

V oklepajih so navedeni standardni odkloni.

Po štiriindvajset urnem potapljanju so bili povprečni mokri navzemi (272 kg/m³) še enkrat nižji, kot pri vzorcih, ki smo jih impregnirali v vakuumu (544 kg/m³). Rezultat je pričakovan (Wilkinson, 1979), saj med potapljanjem ni delovala zunanja sila, ki bi izboljšala prodiranje zaščitnih pripravkov v les. Mokri navzem po potapljanju je najbolj odvisen od gostote vzorcev. To razmerje je še posebej dobro razvidno iz slike 2.2.1. Vpijanje zaščitnih pripravkov med potapljanjem je omejevala količina lesne mase. V gostejših vzorcih je bilo na voljo več lesne mase, ki je lahko vpila tudi več tekočine. Zato je navzem zaščitnih pripravkov v smrekove vzorce (239 kg/m³) po 24 urah potapljanja za petino manjši od navzema bukovih vzorcev (303 kg/m³) (preglednica, slika 2.2.1).



Slika 2.2.1: Razmerje med mokrim navzemom po 24 urah potapljanja in gostoto vzorcev izdelanih iz različnih lesnih vrst.

V vseh primerih so pripravki z nižjo koncentracijo aktivnih učinkovin nekoliko bolje prodrli v les, kot pripravki z višjo koncentracijo (preglednica 2.2.10). Razloga za to sta dva. Etanolamin zniža površinsko napetost zaščitnih pripravkov, zato pripravki z večjim deležem etanolamina lažje prodirajo v les kot tisti z nižjo. Poleg tega je smola topna v etanolaminu, zato se je v pripravkih, ki vsebujejo več etanolamina bolj stopila in s tem omogočila zaščitnemu pripravku, da je v les prodiral tudi preko sproščenih smolnih kanalov. Zadnja razlaga osvetli predvsem izboljšanje prodiranja biocidnih raztopin v vzorce, izdelane iz lesa iglavcev.

Glavni namen raziskave je bil določiti, kako sestava zaščitnega pripravka, koncentracija, postopek zaščite in drevesna vrsta vplivata na izpiranje bakrovih ionov iz lesa. Iz vzorcev zaščitnih s potapljanjem (5,1 %) se je v povprečju izpralo za petino manj bakrovih spojin, kot iz vzorcev zaščitnih z vakuumskim postopkom (6,2 %) (preglednica 2.2.11). Verjetno smo z vakuumiranje v vzorce vnesli preveč bakrovih učinkovin in v impregniranem lesu ni bilo na voljo dovolj mest za fiksacijo. Poleg tega je znano, da zaščitni pripravki na osnovi bakra in etanolamina za dobro vezavo v les potrebujejo vodno okolje (Cao in Kamdem, 2004b). Verjetno je lahko tudi to eden izmed razlogov za boljšo vezavo bakra v les, ki je med potapljanjem 24 ur bil v vodnem okolju, v primerjavi z vakuumsko impregniranim lesom, ki se je v zaščitnem pripravku namakal le dve uri, po tem pa se je površina vzorcev že pričela sušiti (preglednica 2.2.11).

Preglednica 2.2.11: Izpiranje bakrovih učinkovin iz smrekovih, borovih in bukovih vzorceh zaščitnih s pripravki na osnovi bakra in etanolamina s postopkom potapljanja ali potapljanja v kombinaciji z nadtlakom in podtlakom.

Lesna vrsta	c _{Cu} [%]	Postopek zaščite	
		Potapljanje	Vakuumsko tlačna impregnacija
		Delež izpranega Cu [%]	
smreka	0,25	2,7 (0,1)	2,8 (0,1)
	1	3,4 (0,2)	4,2 (0,2)
bor	0,25	5,6 (0,2)	4,0 (0,5)
	1	4,8 (0,2)	7,5 (0,3)
bukev	0,25	5,2 (1,0)	4,5 (0,3)
	1	7,1 (0,3)	14,1 (0,8)

V oklepajih so navedeni standardni odkloni.

Na splošno so se pripravki z nižjo koncentracijo aktivnih učinkovin bolje vezali v les, kot pripravki višje koncentracije, ne glede na uporabljen postopek zaščite ali uporabljeno lesno vrsto. Na vezavo baker-etanolaminskih pripravkov je močno vplivala vrsta lesa. V povprečju se je najmanj bakrovih učinkovin izpralo iz smrekovih vzorcev (3,4 %). Ta rezultat je spodbuden, saj je smrekovina v Sloveniji najpogostejše uporabljena vrsta za impregnacijo. Iz borovih vzorcev se je izpral večji delež bakra (5,8 %) kot iz smrekovine. Najslabšo fiksacijo pa smo določili pri bukovih vzorcih (7,6 %).

2.2.6 Odpornost impregniranega lesa na škodljivce na prostem

a) Metode dela

Zaščitni pripravki

Za testiranje smo uporabili vodotopni biocidni proizvod Silvanolin dveh različnih koncentracij, tako da smo med impregnacijo lahko dosegli dva različna ciljna navzema (preglednica 2.2.13). Suhi navzem označuje vse sestavine pripravka Silvanolin, ki so ostale v lesu po impregnaciji, z izjemo vode. V prvem primeru je bila koncentracija bakra v pripravku 0,36 %, v drugem primeru pa 0,09 %. Razmerja med ostalimi aktivnimi učinkovinami so bila v obeh primerih enaka, kot je navedeno v varnostnem listu proizvajalca. Za primerjavo smo vključili še neimpregnirane-kontrolne vzorce in vzorce impregnirane s komercialnim pripravkom Silvanol GBP (CCB) (Silvaprodukt).

Impregnacija vzorcev

Uporabili smo vzorce smrekovine (*Picea abies* Karst.), dimenzij 25 mm × 50 mm × 500 mm. Vzorce smo po treh tednih uravnovešanja pri 20 °C in 65 % relativni zračni vlažnosti impregnirali z biocidnimi proizvodi po vakuumsko tlačnem postopku (1 h vakuum, 2 h nadtlak 8 bar, 10 min vakuum). Po impregnaciji smo vzorcem gravimetrično določili mokri navzem. Za vsakega od uporabljenih biocidnih proizvodov smo uporabili 11 vzporednih vzorcev, 10 smo jih izpostavili na terenskem polju, enega pa smo shranili v laboratoriju za morebitne dodatne analize.

Izpostavitve vzorcev

Po štirih tednih sušenja pri sobnih pogojih smo impregnirane in neimpregnirane kontrolne vzorce izpostavili terenskemu testiranju. S testiranjem smo pričeli 7. 4. 2006. Testiranje je potekalo na Oddelku za lesarstvo v Rožni Dolini v Ljubljani na pretežno senčni in zatišni legi (300 m. n. m). Izpostavljeni so v tretjem razredu izpostavitve (nepokrito na prostem, pogosto močenje, voda zaradi konstrukcijske pasti ne more prosto odtekat) (EN 335-1/2 1992).

Skozi celotno obdobje trajanja raziskave je bila vsako uro spremljana temperatura in zračna vlažnost z vremensko postajo Davis, ki je bila postavljena na Gozdarskem inštitutu (približno 300 metrov oddaljena od testnega polja). Podatke o dnevni količini padavin smo pridobili od Agencije Republike Slovenije za okolje s klimatološke postaje Ljubljana Bežigrad. Klimatski podatki so prikazani kot povprečja tedenskih meritev.

Ocenjevanje vzorcev je potekalo vsako leto med petnajstim majem in petnajstim junijem. Vsak vzorec smo si natančno ogledali in ocenili stopnjo razkroja v skladu s standardoma EN 252 in SIST-TS CEN/TS 12037 (preglednica 2.2.12).

Preglednica 2.2.12: Ocene razkroja vzorcev (EN 252; SIST-TS CEN/TS 12037).

Ocena	Razvrstitev	Opis preizkušanca
0	Ni znakov razkroja	Na preizkušancu ni zaznavnih sprememb
1	Neznaten razkroj	Na vzorcu so vidni znaki razkroja, vendar razkroj ni intenziven in je zelo prostorsko omejen: - Spremembe, ki se pokažejo predvsem kot sprememba barve ali zelo površinski razkroj, mehčanje lesa je najpogostejši kazalnik, razkroj sega do 1 mm v globino.
2	Zmeren razkroj	Jasne spremembe v zmernem obsegu: - Spremembe, ki se kažejo kot mehčanje lesa 1 mm do 3 mm globoko na 1 cm² ali večjem delu vzorca
3	Močen razkroj	Velike spremembe: - Izrazit razkroj lesa 3 mm do 5 mm globoko na večjem delu površine (večje od 20 cm²), ali mehčanje lesa gobje kot 10 mm na površini večji od 1 cm²
4	Propadanje	Preizkušanec je močno razkrojen: - Ob padcu z višine 0,5 m se zlomi

b) Rezultati

Namen te raziskave je bil določiti trajnost zaščenega lesa v tretjem razredu izpostavitve. Vzorci, zloženi v spodnji vrsti, so bili ne glede na tip impregnacije bolj vlažni in bolj razkrojeni, kot vzorci v zgornji vrsti. Poleg tega se je pri vzorcih v spodnjem sloju razkroj pojavil prej. Na vseh vzorcih v zgornji plasti je bila zgornja površina bolj ali manj degradirana zaradi delovanja UV svetlobe ne glede na tip impregnacije. Površina je postala siva in vlaknasta zaradi razgradnje osnovnih komponent lesa.

Prvi znaki glivnega razkroja so se pojavili na smrekovih, neimpregniranih vzorcih že po prvem letu izpostavitve. V nadaljnjih letih je postajal razkroj vedno bolj izrazit, tako da smo vzorce iz smrekovine po petih letih testiranja na prostem ocenili s povprečno oceno 3,2, kar pomeni, da smo ocenili izrazit razkroj 3 mm do 5 mm globoko na velikem delu površine (večje od 20 cm²). Skoraj na vseh vzorcih je bil viden tudi micelij, za katerega menimo, da je

pripadal eni od vrst tramovk (*Gloeophyllum* sp.). To domnevo so po dveh letih potrdila tudi plodišča, ki so se pojavila na kontrolnih vzorcih. Po drugi strani pa na impregniranih vzorcih nismo opazili nobenih znakov glivnega razkroja. Tako vzorci impregnirani z nižjo koncentracijo, kot tudi vzorci impregnirani z višjo koncentracijo Silvanolina so bili povsem ohranjeni ne glede na to v kateri plasti so se nahajali. Tudi na vzorcih impregniranih s pripravkom Silvanol GBP, nismo zaznali nobenih znakov razkroja (preglednica 2.2.13).

Preglednica 2.2.13: Navzem pripravka Silvanolin in Silvanol GBP v smrekove vzorce in ocena razkroja v posameznih letih izpostavitve. Vzorci so bili izpostavljeni terenskemu testiranju od 7. 4. 2006 do 15. 6. 2011.

Biocidni pripravek	Ciljni suhi navzem (kg/m ³)	Mokri navzem (kg/m ³)	Dejanski suhi navzem (kg/m ³)	2007	2008	Ocena 2009	2010	2011
Silvanolin	4,9	397	4	0	0	0	0	0
	19,6	368	18,1	0	0	0	0	0
Silvanol GBP	4	409	4,1	0	0	0	0	0,1
kontrola	0	0	0	0,2	0,8	1,8	2,8	3,2

2.2.7 Terminologija

Aktivna(e) učinkovina(e); - Ena ali več kemikalij, sestavin zaščitnega biocidnega proizvoda, ki mu zagotavlja(jo) specifično aktivnost proti biološkim dejavnikom razkroja.

Biocidna učinkovine – aktivna učinkovina

Beljava - Del drevesa, ki je imel ob poseku žive parenhimske celice.

Globinski postopki zaščite - Procesi, ki vključujejo funkcije in postopke, ki omogočajo penetracijo pripravljenih zaščitnih pripravkov v les.

Globina prodora – globina, do katere so prodrle aktivne učinkovine med postopkom impregnacije.

Jedrovina – del dreves, ki je imel ob poseku mrtve parenhimske celice. Obarvano jedrovino imenujemo črnjava. Pri borovem lesu je jedrovina obarvana rdeče-rajavo, beljava pa je svetla. Pri smrekovem lesu s sprosim očesom ni mogoče ločiti beljave od jedrovine.

Retencija = Navzem – Mokri navzem označuje količino zaščitnega pripravka, ki ga je vpil les med procesom impregnacije. Suhi navzem označuje količino aktivnih učinkovin, ki so ostale v lesu po impregnaciji.

Vrezovanje - Postopek luknjanja/prebadanja vzdolžnih površin lesnih sortimentov, ki pripomore in zagotavlja globljo in enakomernjšo penetracijo zaščitnih pripravkov

Zahtevana penetracija – zahtevana globina prodora - Minimalna zahtevana globina penetracije/prodora do katere morajo prodreti aktivne učinkovine zaščitnega pripravka v les.

Zahtevana retencija - zahtevan navzem - Potreben navzem/retencija zaščitnega sredstva v delu za analizo. Zahtevana retencija je izražena v kilogramih na kubični meter pri globinskih postopkih zaščite.

peta droga – spodnji del droga

2.2.8 Literatura in viri

<http://www.uk.gov.si/fileadmin/uk.gov.si/pageuploads/pdf/RBP-februar10.pdf> Register biocidnih proizvodov

Biocidal Products Directive 98/8/EC, 1998. Official Journal of the European Communities L 123:1-63 Aneks I Direktive o biocidih 98/8/EC (2010)

http://ec.europa.eu/environment/biocides/annexi_and_ia.htm (24.10.2011)

Richardson BA. 1993. Wood Preservation. Second edition. E & FN Spon, London, 226

Wilkinson JG. 1979. Industrial timber preservation. Associated Business Press, London, 478

Cao J, Kamdem DP. 2004a. Moisture adsorption characteristics of copper-ethanolamine (Cu-EA) treated Southern yellow pine (*Pinus* spp.). *Holzforschung*; 58:32–38

Zavod za gozdove Slovenije. 2010. Poročilo zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2010.

http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/Porgozd10_Solc1.pdf

2.3 Ugotovitve in sklepi

Ugotavljamo, da bi ob sanaciji borove uvelosti po napadu borove ogorčice (*B.xylophilus*) prišlo do precejšnje gospodarske škode. Višina izgub je sicer precej odvisna od tržne cene za lesne sekance. V danih razmerah moramo za pokritje stroškov dela, ki nastanejo pri izdelavi sekancev na kamionski cesti, iztržiti najmanj 11 €/nm³. Pri prej omenjenih predpostavkah je dohodek v primeru napada borove ogorčice v prvem primeru za 66 % manjši, v drugem pa za kar 79 %. V kolikor bi sekance prodali za 16 €/nm³ gospodarske škode sploh ne bi zaznali, ampak bi izdelava sekancev prinašala celo večje donose, kot prodaja lesnih sortimentov. Pri tem je potrebno poudariti, da so to zeleni sekanci, z večjo vsebnostjo vode ter večjim deležem iglic, kar dejansko znižuje njihovo tržno vrednost. Poleg tega se postavlja vprašanje lokalnega trga zelenih lesnih sekancev in dejanske možnosti prodaje večje količine teh sekancev. Predvidevamo, da bi se cena sekancev na trgu zaradi nenadne velike ponudbe lahko še znižala, kar bi dejansko predstavljalo še večjo izgubo donosa. Ocene donosa oziroma zgube dohodka so sicer precej odvisne od deleža iglavcev v lesni zalogi, zato smo izračunane opravili na podlagi gozdov, ki so najbolj izpostavljeni problematiki borove ogorčice. V preglednici 2.1.2 smo prikazali podrobnejši izračun gospodarske škode, ki zajema tudi različne cene lesnih sekancev.

Izračunane modelne ekonomske izgube upoštevajo le vidik poseka, spravila, izdelave in prodaje. Poleg teh lahko nastopajo še izgube donosa zaradi predhodnega poseka celih sestojev ter stroški, povezani z novim osnovanjem gozda na površinah, kjer so bili posekani vsi iglavci. Le ti so odvisni še od širšega spektra dejavnikov (delež iglavcev v sestoji, starost sestojev, ...), ki niso zajeti v naših izračunih.

Pri uporabi predstavljenih izračunov se moramo zavedati, da so bili narejeni na podlagi različnih predpostavk, ki izhajajo iz podatkov objavljenih v Gozdnogospodarskih načrtih Enot Kras II (2008-2017), na podlagi trenutnih cen gozdno lesnih sortimentov (marec 2012) in na podlagi nekaterih obstoječih in splošno uporabljenih faktorjev. Dejanski donos ali izguba donosa ob napadu borove ogorčice se lahko bistveno razlikuje od naših izračunov.

V drugem sklopu tega dela se je razvijala ena od alternativnih možnosti ravnanja z lesom iglavcev, ki bi prihajal z območij, ki jih je prizadela borova ogrščica. Ena od možnosti je uporaba lesa za izdelavo telekomunikacijskih drogov oziroma impregniranega lesa. Zaradi dobro impregnabilne beljave, je za izdelavo telekomunikacijskih drogov, borovina (*Pinus sp.*) še posebej zaželena. Biocidni proizvod prepoji celotno beljavo in s tem zagotovo uniči vse potencialne lesne škodljivce v lesu. Postopek z impregnacijo po drugi strani dovoljuje tudi standard ISPM 15. Izkazalo se je, da biocidni proizvodi dobro prodirajo v les in lesu zagotavljajo ustrezno življenjsko dobo. Za impregnacijo se je še posebej izkazal biocidni proizvod Silvanolin, slovenskega proizvajalca Silvaproduct, kar omogoča večjo stopnjo prilagodljivosti v primerjavi z uvoženimi proizvodi. S postopkom impregnacije lesu bistveno zvišamo dodano vrednost. Ti postopki popolnoma preprečijo širjenje in uničijo vektorje borove ogorčice, kozličke rodu *Monochamus spp.* Za uničenje živih borovih ogorčic v lesu bi bile potrebne dodatne raziskave.

3. sklop: Proučevanje prenašalcev

3.1 Razširjenost vektorjev borove ogorčice (*Monochamus* spp.- žagovinarji)

3.1.1 Uvod

Bursaphelenchus xylophilus, borova ogorčica, je škodljiv organizem, ki je uvrščen na EPPO A2 listo. Ogorčica je naravno prisotna v Severni Ameriki (Kanada, ZDA, v Mehiki ni potrjena) in je bila verjetno zanesena z uvoženim lesom na Japonsko v začetku 20. stoletja. Na Japonskem je povzročala masovno odmiranje avtohtonih vrst borov, kot so *Pinus densiflora*, *P. thunbergii* in *P. luchuensis*, in predstavlja najnevarnejši škodljiv organizem za vrste roda *Pinus*. Razširila se je tudi na Kitajsko, Korejo, Portugalsko in Tajvan. V zadnjem času povzroča v toplejših južnejših predelih ZDA sušenje eksotičnih vrst borov, npr. *Pinus sylvestris*. Ne glede na to omejeno pojavljanje borovega venenja v Severni Ameriki je *B. xylophilus* široko razširjen v severnoameriških naravnih sestojih iglavcev in ne povzroča njihovega sušenja. Leta 1999 je bil *B. xylophilus* odkrit na obmorskem boru (*P. pinaster*) v kontinentalnem delu Portugalske, leta 2009 pa tudi na Madeiri. Omejeni izbruhi so se pojavili v Španiji v letih 2009, 2010 in 2012, kjer je bila borova ogorčica izkoreninjena.

Bori (*Pinus* spp.) so najbolj dovzetne gostiteljske rastline za borovo ogorčico, vendar so tudi drevesne vrste iz rodov *Abies*, *Chamaecyparis*, *Cedrus*, *Larix*, *Picea* in *Pseudotsuga* njeni možni gostitelji (Evans in sod., 1996).

V naravi se *B. xylophilus* širi z drevesa na drevo preko odraslih hroščev ksilofagnih kozličkov iz roda *Monochamus* (Coleoptera: Cerambycidae). Ti lahko prenesejo ogorčico bodisi v poganjke živih dreves pri zrelostnem prehranjevanju kozličkov obeh spolov, ali, v odvisnosti od vrste žagovinarja, v deblo, debelejšje veje, lesne ostanke oz. pred kratkim posušena drevesa pri ovipoziciji samic. Prenos *B. xylophilus* na živa drevesa pri zrelostnem žrtju kozličkov lahko povzroči venenje borov, vendar le v primeru, če je ogorčica prenesena na občutljivo vrsto bora ob ugodnih vremenskih in edafskih razmerah. Ni nujno, da vnos ogorčice v bore ali druge drevesne vrste povzroči razvoj venenja. Pri transmisiji preko ovipozicije mora biti gostiteljska rastlina primerna za ovipozicijo (oslabljen, sušeč ali pred kratkim odmrli iglavec), hkrati pa morajo biti zagotovljeni pogoji za nadaljevanje življenja ogorčic v živih rastlinskih celicah in hifah lesnih gliv. Ogorčica je lahko med ovipozicijo prenesena tudi na posekan les ali sečne ostanke. Izjeme so kleki (*Thuja* spp.) in tise (*Taxus* spp.), ki se štejejo za imune na napad žagovinarjev in vnos borove ogorčice.

Borova ogorčica se zlahka prenaša s trgovanjem z lesom, bodisi kot blago (žive rastline, hlodovina, žagan les itd.) ali kot lesena embalaža, ki se prevaža z drugim blagom (razen lesnega pakirnega materiala, kar je regulirano z ISPM No. 15 'Regulation of Wood Packaging Material in International Trade' (FAO, Rome, revised 2009). Več podrobnosti o njeni biologiji, razširjenosti in ekonomskem pomenu najdemo v objavi Smitha in sod. (1997).

3.1.2 Prenašalci borove ogorčice v Sloveniji

Pri ugotavljanju razširjenosti žagovinarjev v Sloveniji smo zbrali podatke starejših objav in jih dopolnili s podatki naših raziskav spremljanja vektorjev borove ogorčice v letih 2010-2012. Dodani so tudi doslej neobjavljeni podatki (lokacije) iz tekočih raziskav.

3.1.2.1 Metoda dela

Razširjenost vrst roda *Monochamus* je ugotovljena z zajemanjem podatkov iz različnih virov:
* podatki iz starejših objav (Müller, 1949-1952, Brelih in sod., 2006, Osrednja zbirka PMS, Ljubljana);

** podatki naših raziskav spremljanja vektorjev borove ogorčice (Koželj, 2010, Kokalj, 2011, Jurc in sod. 2012, Pavlin in sod., 2012, Križnar, 2012) ter

***neobjavljeni podatki iz tekoče raziskave CRP 1075 ter ManFor BC.

Areale in značilnosti drugih ksilofagnih vrst, ki so možni vektorji borove ogorčice, so pri nas raziskovali Titovšek (1973; 1983), Pavlin (1991) in Jurc (2001).

3.1.2.2 Rezultati

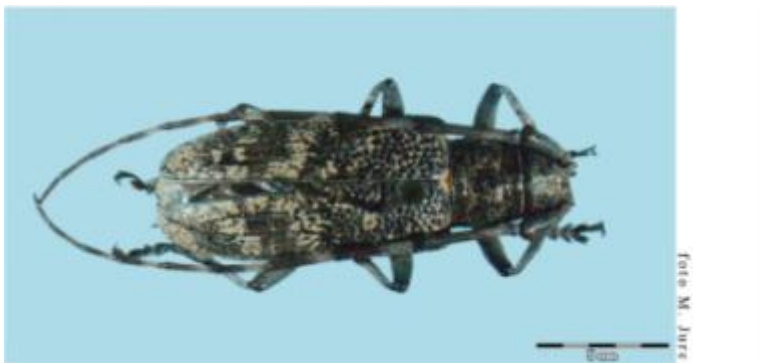
Potrjeni vektorji borove ogorčice so samo nekatere vrste roda *Monochamus* (Mamiya, 1975; Mamiya in Furukawa 1977; Smith in sod., 1997). Omejili smo se le na 4 vrste roda *Monochamus*, ki so bile ugotovljene v Sloveniji. Rod žagovinarjev (*Monochamus*) uvrščamo v družino kozličkov (Col.: Cerambycidae), ki obsega okoli 30.000 vrst, večinoma v tropskih območjih. V območjih z zmernih podnebjem je število opisanih vrst manjše in upada proti severu.

Rod *Monochamus* Dejean, 1821 obsega okoli 150 različnih vrst, ki so razširjeni v Aziji, Evropi, Severni Ameriki in Afriki, kjer se pojavlja večina vrst. Po Benseju (1995) se v Evropi pojavlja le pet endemičnih vrst: *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795), *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787), *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758), *Monochamus urussovii* (Fischer, 1805) in *Monochamus saltuarius* (Gebler, 1830). Sama (2002) navaja za severno in centralno Evropo šest vrst iz roda *Monochamus*, od katerih se ena vrsta deli v dve podvrsti: *M. sartor*; *Monochamus rosenmuelleri* (Cederhjelm, 1798), *Monochamus galloprovincialis galloprovincialis* (Olivier, 1795), *Monochamus galloprovincialis pistor* (Germar, 1818), *M. sutor*, *M. saltuarius*, *Monochamus impluviatus* Motschulsky, 1859.

V Sloveniji imamo štiri vrste tega rodu: *M. galloprovincialis* (določeno kot podvrsti *M. g. pistor* in *M. g. galloprovincialis* – en podatek v slovenski favni in sicer na uvoženem lesu) – borov žagovinar, *M. sartor* – krojaški žagovinar, *M. sutor* – čevljarski žagovinar in *M. saltuarius* – dimnikarski žagovinar.

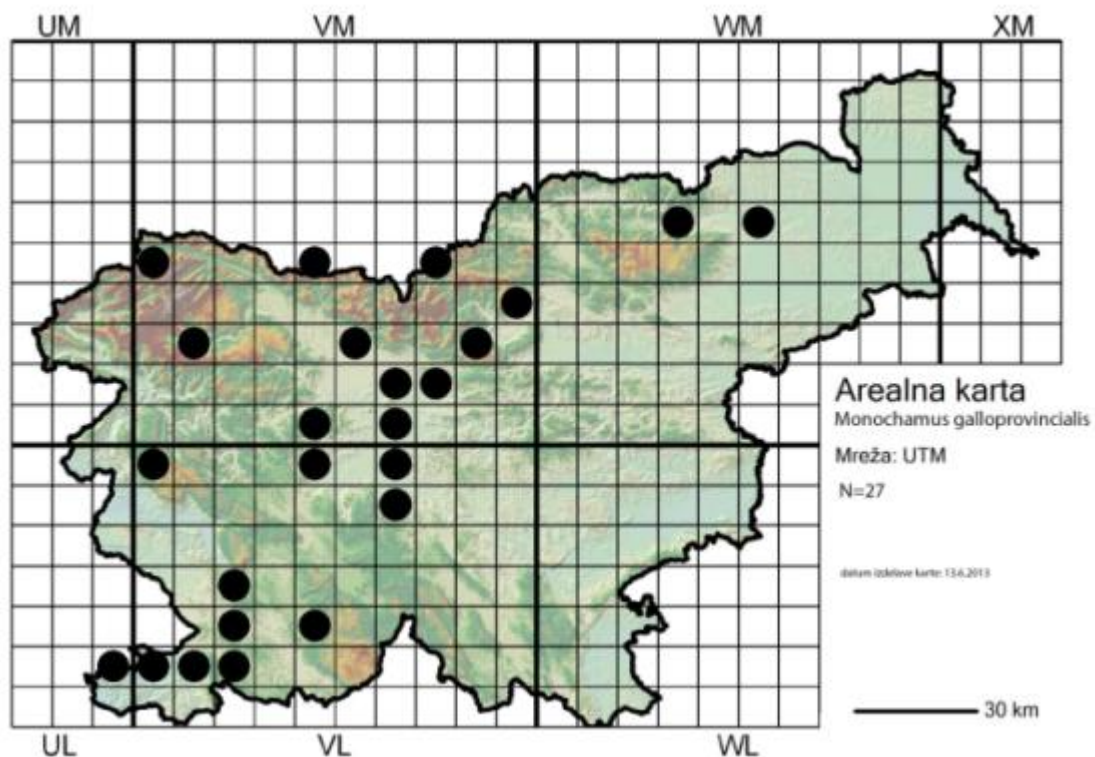
a) *M. galloprovincialis* – borov žagovinar

Elitri sta v sprednji tretjini enakomerno izbočeni, brez prečne vdrtine. Ščitek je porasel z rumeno belimi dlačicami, ki manjkajo na zgornjem delu ob srednji liniji. Pokrovki sta porasli z dlačicami podobno kot pri vrsti *M. sutor*, večinoma so dlačice okrasto rumene, lahko pa tudi belo sive ali rumenkaste. Pronotum je pri obeh spolih pokrit s številnimi majhnimi belo rumenimi dlakastimi madeži. Tipalke in noge so pri osnovni obliki (var. *galloprovincialis*) rdeče rjave, pri var. *pistor* Germ. pa črne, poleg tega so tipalke pri samicah belo prečno črtaste. Elitri sta po celotni dolžini močno punktirani (vidno že ob 10-kratni povečavi) v vzdolžnih linijah, proti koncu zadka razdalja med vdolbinicami narašča. Bazalni del pokrovk je zrnat. Velikost 12-25 mm (slika 3.1.1).



Slika 3.1.1: *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) – borov žagovinar.

V srednji Evropi prevladuje var. *pistor*, v zahodni in jugozahodni Evropi pa osnovna vrsta (Freude in sod., 1966). Podatki o razširjenosti *M. galloprovincialis* v Sloveniji so v arealni karti (slika 3.1.2).



Slika 3.1.2: Karta razširjenosti vrste *Monochamus galloprovincialis* v Sloveniji.

b) *Monochamus sartor* – krojaški žagovinar

Velikost osebkov je od 21 do 35 mm. V sprednji tretjini pokrovk je prisotna prečna vdrtna. Ščitek gosto in enakomerno porasel z rumeno belimi dlačicami, brez gole srednje linije. Osnovna barva je črna. Pokrovki sta pri samcih skoraj goli ali neizrazito poraščeni, pri samicah pa pokriti z večjim številom belkastih dlačic v obliki lis. Elitri se pri samcih proti zadnjemu delu razločno ožata, pri samicah pa skoraj nič (sliki 3.1.3, 3.1.4).

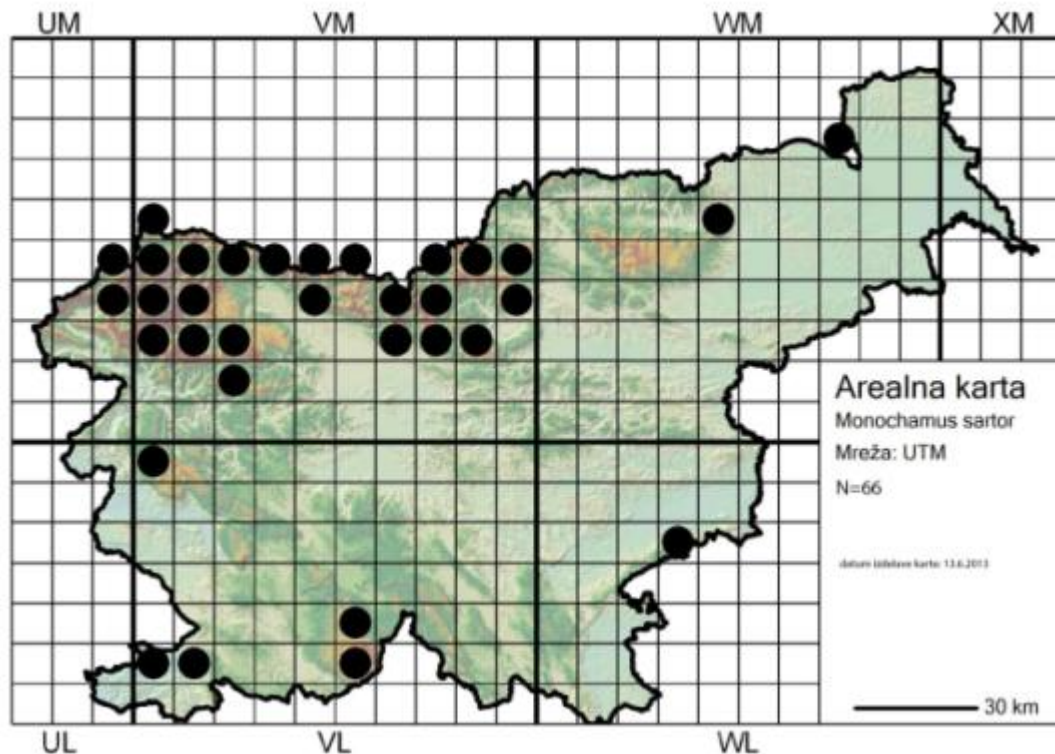


Slika 3.1.3: *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787) – krojaški žagovinar, samec.



Slika 3.1.4: *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787) – krojaški žagovinar, samica.

V srednji Evropi je razširjen zlasti v gorskih predelih (Freude in sod., 1966). Podatki o razširjenosti *M. sartor* v Sloveniji so v arealni karti (slika 3.1.5).



Slika 3.1.5: Karta razširjenosti vrste *Monochamus sartor* v Sloveniji.

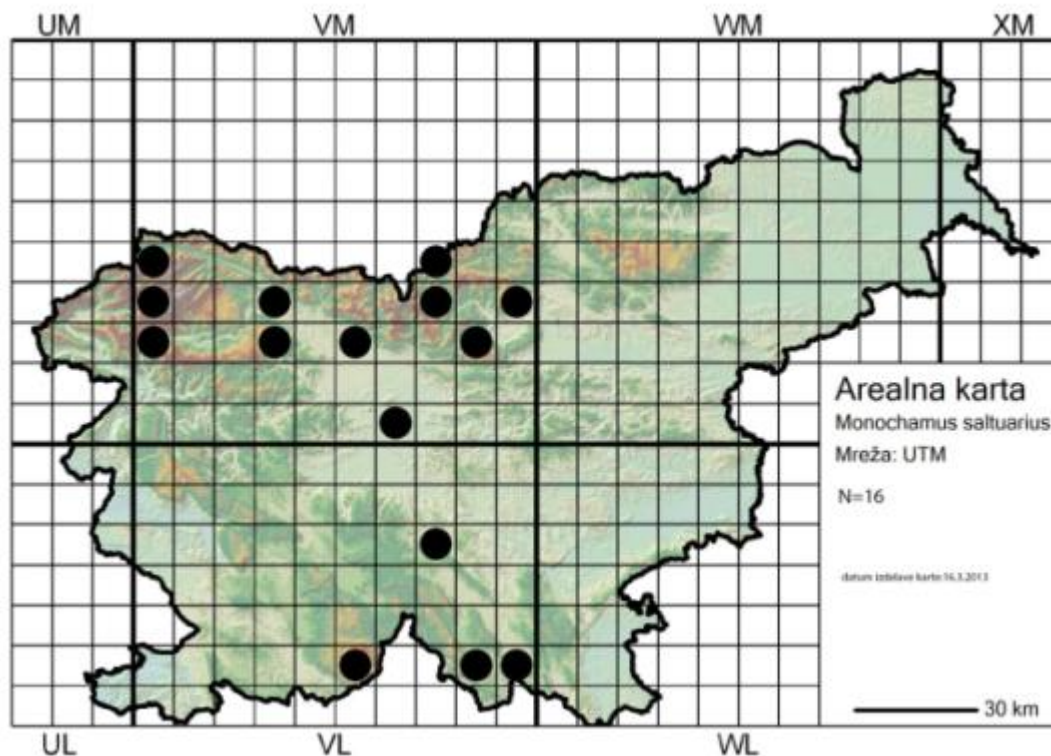
c) *M. saltuarius* – dimnikarski žagovinar

Elitri sta v sprednji tretjini enakomerno izbočeni, brez prečne vdrtnine. Srednja linija ščitka je v celoti ali samo do polovice brez svetlih dlačic. Elitri sta razločno punktirani samo na sprednjem delu (skoraj nič zrnato), proti zadku pa je nato punktacija zelo rahla in razpršena. Na elitrah in pronotumu se nahajajo številne lise rumenkastih dlačic, vmes pa je prisotna črna žametna osnovna poraščenost, ki je razvidna že s prostim očesom. Velikost 11-19 mm (slika 3.1.6).



Slika 3.1.6: *Monochamus saltuarius* (Gebler, 1830) – dimnikarski žagovinar.

Vrsta je v srednji Evropi redkejša, njeni areali so vzhodne Alpe, Češka, Slovaška, Karpati, proti vzhodu do Japonske (Freude in sod., 1966). Pri nas je *M. saltuarius* je redek, v zadnjem času njegova populacija narašča (Brelj in sod., 2006). Od naših palearktičnih vrst iz roda *Monochamus* se samo areal *M. saltuarius* prekriva z arealom *B. xylophilus*. Pri ostalih treh palearktičnih in naših vrstah (*M. galloprovincialis*, *M. sator* in *M. sutor*) se njihovi areali ne prekrivajo z arealom *B. xylophilus* (EPPO quarantine pest ...). Podatki o razširjenosti *M. saltuarius* v Sloveniji so v arealni karti (slika 3.1.7).



Slika 3.1.7: Karta razširjenosti vrste *Monochamus saltuarius* v Sloveniji.

d) *M. sutor* – čevljarski žagovinar

Elitri sta v sprednji tretjini enakomerno izbočeni, brez prečne vdrtine. Bazalni del pokrovk je zrnat, pokrovki sta po celotni dolžini močno in gosto punktirani, kar je vidno že ob 10-kratni povečavi. Svetle dlačice, s katerimi je porasel ščitek, so v celotni dolžini srednje linije prekinjene z gladko, neporaščeno črto. Osnovna barva je črna; pokrovki sta bolj ali manj porasli z belo rumenimi dlačicami v obliki lis, ki pa lahko (zlasti pri samcih) tudi manjkajo. Pronotum je pri samcih skoraj brez dlakastih lis, pri samicah pa se dve svetli dlakasti lisi nahajata pred sredino vratnega ščita. Tipalke in noge so črne, pri samicah so tipalke belo prečno črtaste. Velikost 15-24 mm (slika 3.1.8, 3.1.9).



Slika 3.1.8: *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) – čevljarski žagovinar, samec.



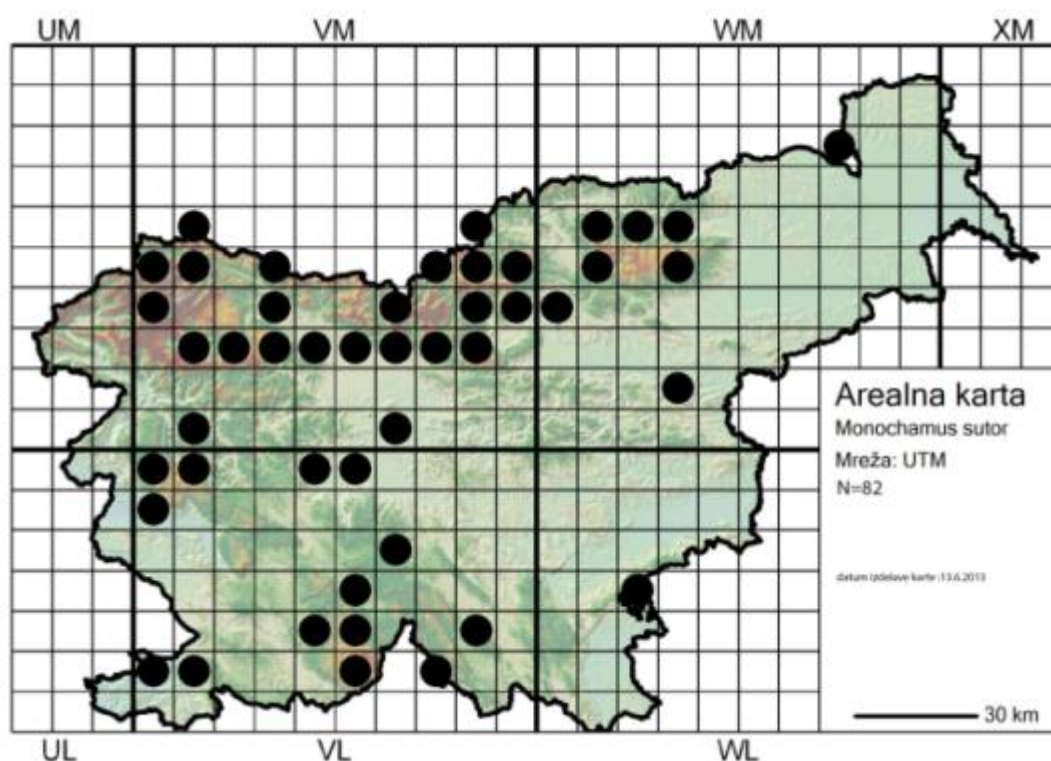
Slika 3.1.9: *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) – čevljarski žagovinar, samica.

V srednji Evropi predstavlja *M. sutor* najpogostejšo vrsto roda. V Nemčiji vrsta ni prisotna le v posameznih območjih, zlasti v nižinah (Freude in sod., 1966). Podatki o razširjenosti *M. sutor* v Sloveniji so v arealni karti (slika 3.1.10).

Rod *Monochamus* (neevropske vrste) je kot vektor borove ogorčice uvrščen kot karantenski v EU Direktivo 77/93, 29/00 EEC I-A-I.

Vrste rodu *Monochamus*, ki so potrjeni ali zelo verjetni vektorji borove ogorčice, so: *M. carolinensis* Olivier, *M. clamator* LeConte, *M. marmorator* Kirby, *M. mutator* LeConte, *M. notatus* (Drury), *M. obtusus* Casey, *M. rubigeneus* Bates, *M. scutellatus* subsp. *scutellatus* Say, *M. scutellatus* subsp. *oregonensis* LeConte, *M. titillator* (Fabricius), *M. alternatus* Hope., *M. nitens* Bates, *M. saltuarius* Eschscholz, *M. tesserula* White, *M. urussovii* (Fischer), *M. galloprovincialis* (Oliv.), *M. sator* Fabricius, *M. sutor* (L.). Najpomembnejši vektor *B. xylophilus* na Japonskem je vrsta *M. alternatus*, v ZDA so to vrste *M. carolinensis*, *M. scutellatus* subsp. *scutellatus* ter *M. scutellatus* subsp. *oregonensis*.

Gostitelji kozličkov rodu *Monochamus* so bori (*Pinus* spp.), jelke (*Abies* spp.), smreke (*Picea* spp.), čuge (*Pseudotsuga* spp.), macesni (*Larix* spp.) in cedre (*Cedrus* spp.).



Slika 3.1.10: Karta razširjenosti vrste *Monochamus sutor* v Sloveniji.

3.2 Biologija (fenologijo, posebej kemično komunikacijo) in ekologija žagovinarjev

3.2.1 Uvod

O biologiji vrst žagovinarjev ni veliko znanega. Več zanimanja za raziskave *Monochamus* spp. je povzročila potrditev teh kozličkov kot vektorjev borove ogorčice šele leta 1999, po pojavu nevarne ogorčice v sestojih obmorskega bora na Portugalskem (Suosa in sod., 2001). Največ je raziskav bioekologije *M. galloprovincialis*, o drugih naših vrstah je znanje nezadostno (Jurc in sod. 2003). Zato smo se ukvarjali z dopolnitvijo znanj o bioekologiji naših vrst žagovinarjev.

Za veliko podlubnikov in ostalih ksilofagnih žuželk je znano, da jih privlači vonj gostiteljskih dreves. Komercialni atraktanti velikokrat temeljijo na osnovi monoterpenov gostitelja (npr. α -pinen) in etanola (Fan in sod., 2007; Phillips in sod., 1988). V Severni Ameriki sta Billings in Cameron (1984) in Billings (1985) dokazala kairomski odziv vrste *Monochamus titillator* na mešanico feromonov podlubnikov, ki je delovala sinergistično s terpentinom gostiteljskega drevesa. Raziskave Allisona in sod. (2003) so pokazale, da ipsenol in ipsdienol, agregacijska feromona vrst iz roda *Ips* DeGeer, 1775, delujeta visoko sinergistično z α -pinenom in etanolom pri privabljanju vrst *Monochamus clamator* (LeConte, 1852) in *Monochamus scutellatus* (Say, 1824), medtem ko feromonske komponente podlubnikov iz roda *Dendroctonus* Erichson, 1836 pri tem niso učinkovite.

V Španiji so Pajeras in sod. (2004) raziskovali učinek feromonskih komponent podlubnikov iz roda *Ips* na ulov vrste *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795). Feromonske

komponente so testirali posamično (ipsenol) ali v mešanici (ipsenol, ipsdienol, *cis*-verbenol in metil-butenol), skupaj s hlapljivimi snovmi gostitelja (terpentin ali α -pinen in etanol). Mešanica štirih feromonskih komponent roda *Ips* skupaj s hlapljivimi snovmi gostitelja se je pokazala kot visoko učinkovita (Pajares in sod., 2004). Vloga ipsdienola, ipsenola, *cis*-verbenola, metil-butenola in kombinacije α -pinena z etanolom kot atraktantov za vrsto *M. galloprovincialis* je bila v Španiji testirana tudi na terenu, z namenom pridobiti ustrezni operativni kairomonski preparat za monitoring te vrste (Ibeas et al. 2007). Mešanica, sestavljena iz α -pinena, etanola, ipsenola, ipsdienola in metil-butenola je bila zelo uspešna pri lovljenju kozličkov *M. galloprovincialis*, *Acanthocinus griseus* in *Arhopalus syriacus*, kot tudi podlubnikov *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus erosus* and *Hylurgops ligniperda* (Francardi in sod. 2009).

V zadnjem času so bile opravljena tudi raziskave o spolnih atraktantih in paritvenem vedenju vrste *M. galloprovincialis* (Ibeas in sod., 2007; 2009), poleg tega je prišlo tudi do znatnega napredka pri proučevanju feromonov. Ugotovili so, da samčki vrste *M. galloprovincialis* proizvajajo agregacijski feromon 2-undecyloxy-1-etanol. Ta komponenta deluje na ulov skupaj s standardno kairomonsko mešanico α -pinena, ipsenola (2-metil-6-metilen-7-okten-4-ol), in 2-metil-3-buten-2-ola sinergistično, zato bi bila lahko v prihodnosti uporabna kot atraktant v pasteh, s katerimi bi opravljali monitoring vrste *M. galloprovincialis* kot vektorja borove ogorčice (Pajares in sod., 2004; Ibeas in sod., 2007; Pajares in sod., 2010).

3.2.2 Metode dela

Poiskali smo podatke v literaturi o biologiji naših vrst žagovinarjev (Suosa in sod., 2001, Brelih in sod., 2006, Bense, 1995, Hernández in sod., 2011).

V letih 2011 in 2012 smo raziskovali biologijo-fenologijo žagovinarjev (*Monochamus* spp.) na lokacijah Kastelec, Dekani, Brdo pri Kranju, Podpeč ter Prevalje z uporabo atraktantov GalloProtect 2D® in α -pinen+etanol. Podatki o lokacijah, kjer so bile opravljene raziskave, so podani v preglednici 1.

Na lokacijah Kastelec in Dekani je klima submediteranska: povprečna letna temperatura znaša 13,8 °C; povprečna temperatura med vegetacijsko dobo znaša 21,6 °C; maksimalna temperatura presega 27 °C; minimalna temperatura je pod 16 °C; padavin je 1031 mm. Na lokacijah Brdo in Prevalje je klima alpska: povprečna letna temperatura znaša 9,5 °C; povprečna temperatura med vegetacijsko dobo znaša 17,8 °C; maksimalna temperatura presega 24 °C; minimalna temperatura je pod 12 °C; padavin je 1336 mm, (Statistični letopis Republike Slovenije 2000 – 2010).

Lokacije so bile izbrane tako, da so (z izjemo macesna) na njih zastopane vse pomembnejše drevesne vrste iglavcev v Sloveniji. Na vseh petih lokacijah drevesne vrste, ki so vpisane v preglednici 3.2.1, prevladujejo v lesni zalogi.

Lokacija Kastelec s črnim borom je bila v preteklosti močno obremenjena s peščenimi delci zaradi transporta tovornjakov po makadamski cesti ob sestoju. Cesta je sedaj sanirana, v spodnjem sloju sestoja se vse bolj uveljavlja jesen (*Fraxinus* sp.). Sestoj v Dekanih z alepskim borom (*Pinus halepensis*) je edini, kjer je ta vrsta bora zastopana na večji površini. V sestoju je precejšen delež mrtvega lesa. Na lokaciji Brdo prevladuje rdeči bor (*Pinus sylvestris*). Pasti so nameščene znotraj raziskovalne ploskve GIS-a za intenzivni monitoring gozdnih sestojev, ki je pred divjadjo zaščiten z električnim vodnikom. Na lokaciji Podpeč na

rastišču *Abieti-Fagetum* prevladuje jelka (*Abies alba*), prisotne pa so tudi druge drevesne vrste, zlasti smreka (*Picea abies*) in bukev (*Fagus sylvatica*). Za sestoj smreke (*P. abies*) v Prevaljah je značilna visoka populacija zapredkaric (Hym.: Pamphiliidae).

Preglednica 3.2.1: Opisi petih lokacij monitoringa kozličkov iz roda *Monochamus* v letih 2011 in 2012.

Lokacija	1. Kastelec	2. Dekani	3. Brdo pri Kranju	4. Podpeč	5. Prevalje
Ekološka regija	submediteranska	submediteranska	predalpska	dinarska	alpska
Koordinate pasti	N 4557248, E 51386786	N 455450, E 51381759	N 4628704, E 5144005	N 4595923, E 5144353	N 4654175, E 5148978
Nadmorska višina	308 m	95 m	338 m	342 m	700 m
Kameninska osnova / tip tal	apnenec / evtrična rjava tla	karbonatni fliš / evtrična rjava tla	silikatni in karbonatni konglomerat, dolomit, apnenec / rjava tla	apnenec	nekarbonatna matična podlaga
Fitocenološka združba	<i>Seslerio autumnalis-Quercetum pubescentis</i>	<i>Seslerio autumnalis-Quercetum pubescentis</i>	<i>Hacquetio-Fagetum</i>	<i>Abieti-Fagetum</i>	<i>Blechno-Fagetum</i>
Prevladujoča drevesna vrsta	<i>Pinus nigra</i> – umetno osnovan sestoj	<i>Pinus halepensis</i> – umetno osnovan sestoj	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Abies alba</i>	<i>Picea abies</i> – umetno osnovan sestoj
Starost dreves	50–60 let	70–80 let	60–65 let	70-90 let	60-90 let

3.2.3 Rezultati

3.2.3.1 Biologija in ekologija

a) *M. galloprovincialis*

Razvoj poteka v različnih vrstah borov. Larva se prehranjuje pod skorjo in v lesu oslavljenih ali nedavno odmrlih tankih deblih ali vejah ter v krošnjah (običajno premera 3-8 cm). Razvojni krog poteka običajno 1 leto, zabubi se spomladi v lesu. Odrasli hrošči se pojavljajo od junija do septembra na lesu gostiteljskih rastlin in grmičevju, kjer se prehranjujejo s skorjo in iglicami (Bense, 1995).

Odrasli hrošči so prisotni od junija do septembra. Na drevesih obžirajo skorjo mladih poganjkov. Larve so večinoma v borih (Freude in sod., 1966). *M. g. pistar* je redek, vendar populacija narašča (Brelj in sod., 2006).

V letih 2009 in 2010 so v Španiji (pokrajina Aragon, blizu Teruela) opravili raziskavo o razdaljah, ki jih preleti vrsta *Monochamus galloprovincialis*. Namen raziskave je bil izboljšati poznavanje vedenja vrste *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae) v smislu njenih letalnih sposobnosti. Prvi rezultati iz leta 2009 so pokazali, da znaša maksimalna razdalja, ki jo preleti *M. galloprovincialis*, približno 1800 m. V letu 2010 so bile narejene izboljšave poskusnih metod (individualno označevanje žuželk, uporaba drugačnih lovnih pasti). Skupaj je bilo izpuščenih 1198 osebkov, od katerih so jih ponovno ujeli 81 (6,7 %). Maksimalna razdalja, ki so jo opravili ponovno ujeti osebkovi, je znašala 7100 m. Od skupaj 81 ponovno ujetih osebkov jih je 18 (22 %) preletelo razdaljo, daljšo od 1800 m in 11 (14 %) razdaljo, daljšo od 3000 m (Hernández in sod., 2011).

b) *M. sartor*

Razvoj poteka v iglavcih (zlasti smreki, občasno jelki ali borih). Larva se prehranjuje pod skorjo in v lesu nedavno odmrlih (posekanih) ali oslavljenih drevesih večjega premera. Razvojni krog poteka 1 leto, redkeje 2 leti, zabubi se meseca maja ali junija v lesu. Odrasli hrošči se pojavljajo od junija do septembra, na gostiteljskih rastlinah, kjer se prehranjujejo na vejicah in iglicah (Bense, 1995).

Imagi se pojavljajo julija in avgusta na neobeljeni hlodovini smreke. Larvalni stadij se na začetku razvoja nahaja pod skorjo, kasneje v lesu. Včasih gre na oslavljenе gostitelje (Freude in sod., 1966). *M. sartor* je pogost in njegova populacija je stabilna (Brelj in sod., 2006).

c) *M. saltuarius*

Razvoj poteka v iglavcih (pretežno smreki, občasno borih). Larva se prehranjuje pod skorjo in v lesu nižjih, nerazvitih vejah ali odmirajočih krošnjah, zlasti debeline 2-5 cm. Razvojni krog poteka 1 leto, zabubi se spomladi v lesu. Odrasli hrošči se pojavljajo od junija do septembra na gostiteljskih rastlinah, kjer se prehranjujejo na vejicah in iglicah (Bense, 1995). Pojavlja se od junija do avgusta na smreki in boru (Freude in sod., 1966).

d) *M. sutor*

Razvoj poteka v iglavcih (v centralni Evropi pretežno na smreki, v Skandinaviji pogosto na borih). Larva se prehranjuje pod skorjo in v lesu oslavljenih ali nedavno odmrlih stoječih ali podrtih debel (vej), zlasti debeline 8-14 cm. Razvojni krog poteka običajno 1 leto, zabubi se spomladi v lesu. Odrasli hrošči se pojavljajo od junija do septembra na lesu gostiteljskih rastlin in grmičevju, kjer se prehranjujejo s skorjo in iglicami (Bense, 1995).

Pojavljajo se predvsem v nižinah od julija do septembra na smrekah s skorjo. Larve se prehranjujejo na smreki, tudi na jelki (Freude in sod., 1966). *M. sutor* je pogost in od leta 1980 njegova populacija narašča (Brelj in sod., 2006).

3.2.3.2 Kemična ekologija kozličkov

Za veliko podlubnikov in ostalih ksilofagnih žuželk je znano, da jih privlači vonj gostiteljskih dreves. Komercialni atraktanti velikokrat temeljijo na osnovi monoterpenov gostitelja (npr. α -pinen) in etanola (Fan in sod., 2007; Phillips in sod., 1988). V Severni Ameriki sta Billings in Cameron (1984) in Billings (1985) dokazala kairomski odziv vrste *Monochamus titillator* na mešanico feromonov podlubnikov, ki je delovala sinergistično s terpentinom gostiteljskega drevesa. Raziskave Allisona in sod. (2003) so pokazale, da ipsenol in ipsdienol, agregacijska feromona vrst iz roda *Ips* DeGeer, 1775, delujeta visoko sinergistično z α -pinenom in etanolom pri privabljanju vrst *Monochamus clamator* (LeConte, 1852) in *Monochamus scutellatus* (Say, 1824), medtem ko feromonske komponente podlubnikov iz roda *Dendroctonus* Erichson, 1836 pri tem niso učinkovite.

V Španiji so Pajeras in sod. (2004) raziskovali učinek feromonskih komponent podlubnikov iz roda *Ips* na ulov vrste *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795). Feromonske komponente so testirali posamično (ipsenol) ali v mešanici (ipsenol, ipsdienol, *cis*-verbenol in metil-butenol), skupaj s hlapljivimi snovmi gostitelja (terpentin ali α -pinen in etanol). Mešanica štirih feromonskih komponent roda *Ips* skupaj s hlapljivimi snovmi gostitelja se je pokazala kot visoko učinkovita (Pajares in sod., 2004). Vloga ipsdienola, ipsenola, *cis*-verbenola, metil-butenola in kombinacije α -pinena z etanolom kot atraktantov za vrsto *M. galloprovincialis* je bila v Španiji testirana tudi na terenu, z namenom pridobiti ustrezni operativni kairomonski preparat za monitoring te vrste (Ibeas in sod. 2007). Mešanica, sestavljena iz α -pinena, etanola, ipsenola, ipsdienola in metil-butenola je bila zelo uspešna pri lovljenju kozličkov *M. galloprovincialis*, *Acanthocinus griseus* in *Arhopalus syriacus*, kot tudi podlubnikov *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus erosus* and *Hylurgops ligniperda* (Francardi in sod. 2009).

V zadnjem času so bile opravljena tudi raziskave o spolnih atraktantih in paritvenem vedenju vrste *M. galloprovincialis* (Ibeas in sod., 2007; 2009), poleg tega je prišlo tudi do znatnega napredka pri proučevanju feromonov. Ugotovili so, da samčki vrste *M. galloprovincialis* proizvajajo agregacijski feromon 2-undecyloxy-1-etanol. Ta komponenta deluje na ulov skupaj s standardno kairomonsko mešanico α -pinena, ipsenola (2-metil-6-metilen-7-okten-4-ol), in 2-metil-3-buten-2-ola sinergistično, zato bi bila lahko v prihodnosti uporabna kot atraktant v pasteh, s katerimi bi opravljali monitoring vrste *M. galloprovincialis* kot vektorja borove ogorčice (Pajares in sod., 2004; Ibeas in sod., 2007; Pajares in sod., 2010).

3.2.3.3 Ulov žagovinarjev (*Monochamus* spp) v Sloveniji v letih 2011 in 2012

V letih 2011 in 2012 smo na petih lokacijah s pomočjo atraktantov (GalloProtect 2D, α -pinen+etanol) ugotavljali prisotnost žagovinarjev (*Monochamus* spp.) v sestojih petih najpomembnejših vrst iglavcev pri nas. Rezultati ulova za leto 2011 so v preglednici 3.2.2, za 2012 pa v preglednici 3.2.3.

V letu 2011 je med žagovinarji absolutno prevladoval ulov vrste *Monochamus galloprovincialis*. Na obeh lokacijah v submediteranski geografski regiji (Dekani in Kastelec) smo determinirali samo to vrsto, obakrat smo največ osebkov ujeli v mesecu juniju. Vrsta *M. galloprovincialis* je prevladovala tudi na lokaciji Brdo pri Kranju, kjer je bil največji ulov zabeležen v avgustu in septembru. Na lokacijah Podpeč, Brdo in Prevalje so se v ulovu pojavljali tudi drugi žagovinarji (*M. saltuarius*, *M. sartor* in *M. sutor*), vendar v manjšem številu. Z izjemo dveh osebkov žagovinarjev, ki sta se ujela na kombinacijo α -pinena in

etanola oz. v kontrolno past, so se vsi ostali osebki ujeli v past z vstavljenim atraktantom GalloProtect 2D.

Preglednica 3.2. 2: Število ujetih žagovinarjev (*Monochamus spp.*) v letu 2011 po lokacijah, datumih lovljenja in atraktantih.

Lokacija	Datum lovljenja	GalloProtect 2D	n	α -pinen+etanol	n	Kontrola	n
DEKANI	23.05.2011 - 06.07.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	59				
	06.07.2011 - 03.08.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	26				
	03.08.2011 - 08.09.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	30				
	08.09.2011 - 19.10.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	2				
KASTELEC	23.05.2011 - 06.07.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	11				
	06.07.2011 - 03.08.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	6				
	06.07.2011 - 03.08.2011	<i>Monochamus sp.</i> ¹	1	<i>Monochamus sp.</i> ¹	1		
	03.08.2011 - 08.09.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	4				
PODPEČ	24.05.2011 - 11.07.2011	<i>M. saltuarius</i>	3				
BRDO PRI KRANJU	18.05.2011 - 06.07.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	6				
	18.05.2011 - 06.07.2011	<i>M. saltuarius</i>	3				
	06.07.2011 - 04.08.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	1				
	04.08.2011 - 21.09.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	19				
	04.08.2011 - 21.09.2011	<i>M. saltuarius</i>	1				
	04.08.2011 - 21.09.2011	<i>M. sutor</i>	1				
PREVALJE	21.09.2011 - 11.10.2011	<i>M. sutor</i>	1				
	26.05.2011 - 07.07.2011	<i>M. sartor</i>	1				
	26.05.2011 - 07.07.2011	<i>M. saltuarius</i>	2				
	26.05.2011 - 07.07.2011	<i>Monochamus sp.</i>	1				
	07.07.2011 - 10.08.2011	<i>M. saltuarius</i>	2			<i>M. saltuarius</i>	1
	07.07.2011 - 10.08.2011	<i>M. sartor</i>	2				
VSE LOKACIJE	18.05.2011 - 11.10.2011	<i>M. galloprovincialis</i>	164				
VSE LOKACIJE	18.05.2011 - 11.10.2011	<i>M. saltuarius</i>	11			<i>M. saltuarius</i>	1
VSE LOKACIJE	18.05.2011 - 11.10.2011	<i>M. sartor</i>	3				
VSE LOKACIJE	18.05.2011 - 11.10.2011	<i>M. sutor</i>	2				
VSE LOKACIJE	18.05.2011 - 11.10.2011	<i>Monochamus sp.</i> ¹	2	<i>Monochamus sp.</i> ¹	1		
VSE LOKACIJE	18.05.2011 - 11.10.2011	Skupaj	182	Skupaj	1	Skupaj	1

¹Poškodovani primerki, pri katerih bi bila determinacija do vrste vprašljiva.

Tudi v letu 2012 je med žagovinarji prevladoval ulov vrste *M. galloprovincialis*, vendar je celotni ulov (72 osebkov) predstavljal le 39,6 % ulova v letu 2011. Razlika je lahko posledica drugačnih vremenskih pogojev ali pa je zmanjšan ulov posledica večletnega lova žagovinarjev na istih lokacijah. Vrsta *M. galloprovincialis* je podobno kot v letu 2011 prevladovala na treh lokacijah (Dekani, Kastelec in Brdo pri Kranju). Na obeh submediteranskih lokacijah se je največ osebkov vrste *M. galloprovincialis* ujelo v juliju, na lokaciji Brdo pri Kranju pa v avgustu. Na lokaciji Podpeč v celotnem obdobju praznjenja pasti nismo našli niti enega primerka žagovinarjev. Med atraktanti se je kot najbolj učinkovit pokazal GalloProtect2D, na katerega se je ujelo 72 od skupaj 81 ujetih primerkov (88,9 %). Na submediteranskih

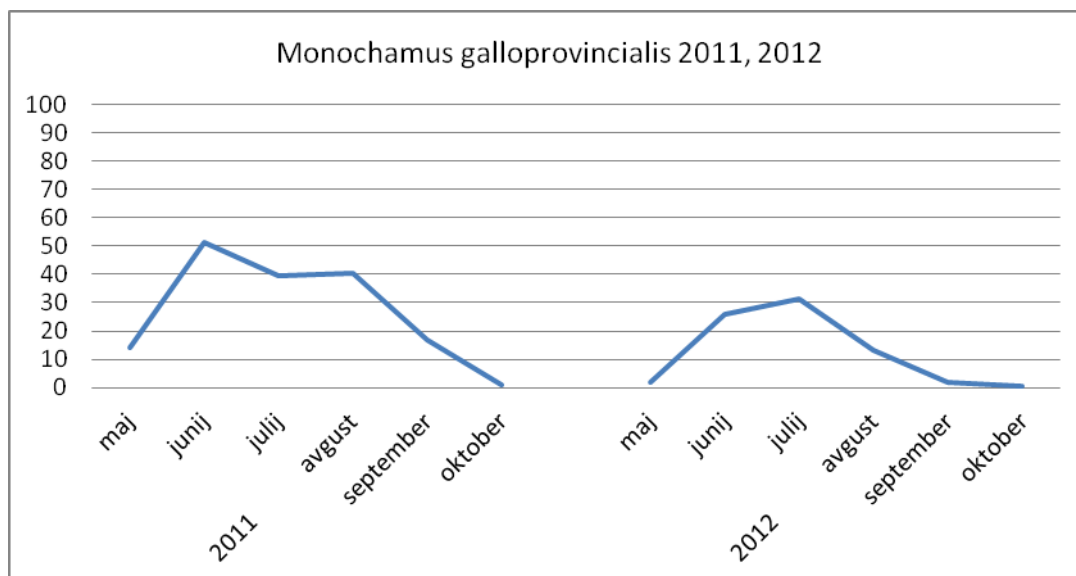
lokacijah se je v pasteh z α -pinenom in etanolom ujelo 9 osebkov vrste *M. galloprovincialis*. V kontrolnih pasteh na vseh petih lokacijah ulova žagovinarjev ni bilo.

Preglednica 3.2.3: Število ujetih žagovinarjev (*Monochamus spp.*) v letu 2012 po lokacijah, datumih lovljenja in atraktantih.

Lokacija	Datum lovljenja	GalloProtect 2D	n	α -pinen+etanol	n
DEKANI	29.05.2012 - 29.06.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	10	<i>M. galloprovincialis</i>	2
	29.06.2012 - 24.07.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	13	<i>M. galloprovincialis</i>	1
	24.07.2012 - 30.08.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	3		
KASTELEC	29.05.2012 - 29.06.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	3	<i>M. galloprovincialis</i>	6
	29.06.2012 - 24.07.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	11		
	24.07.2012 - 30.08.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	6		
BRDO PRI KRANJU	01.06.2012 - 28.06.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	4		
	01.06.2012 - 28.06.2012	<i>M. sutor</i>	1		
	28.06.2012 - 25.07.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	6		
	25.07.2012 - 29.08.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	7		
	29.08.2012 - 10.10.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	3		
PREVALJE	31.05.2012 - 28.06.2012	<i>M. sutor</i>	3		
	28.06.2012 - 29.07.2012	<i>M. sartor</i>	1		
	29.07.2012 - 23.08.2012	<i>M. sartor</i>	1		
VSE LOKACIJE	29.05.2012 - 10.10.2012	<i>M. galloprovincialis</i>	66	<i>M. galloprovincialis</i>	9
VSE LOKACIJE	29.05.2012 - 10.10.2012	<i>M. sutor</i>	4		
VSE LOKACIJE	29.05.2012 - 10.10.2012	<i>M. sartor</i>	2		
VSE LOKACIJE	29.05.2012 - 10.10.2012	Skupaj	72	Skupaj	9

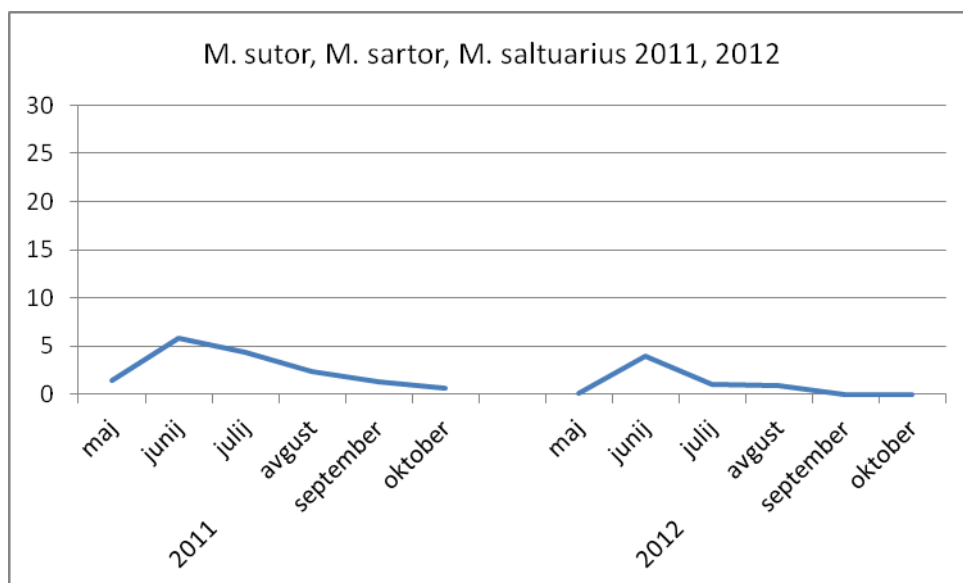
¹Lokacija Podpeč je iz tabele izpuščena, ker v letu 2012 na njej nismo našli žagovinarjev.

²Kontrolna past (brez atraktanta) je iz tabele izpuščena, ker v letu 2012 v kontrolnih pasteh nismo našli žagovinarjev.



Slika 3.2.1: Časovna dinamika ulova vrste *Monochamus galloprovincialis* na atraktant Galloprotect 2D¹ v letih 2011 in 2012.

¹V ulovu za leto 2012 je zajetih tudi 9 osebkov *M. galloprovincialis*, ki so se ujeli na kombinacijo α -pinena in etanola



Slika 3.2.2: Časovna dinamika ulova vrst *M. sutor*, *M. sartor* in *M. saltuarius* na atraktant Galloprotect 2D v letih 2011 in 2012.

V letu 2011 je bilo največ osebkov *M. galloprovincialis* ujetih v mesecu juniju, vendar je bil ulov visok tudi v juliju in avgustu. Delno lahko visok ulov pripišemo tudi vremenskim razmeram. Leto 2011 je bilo eno najtoplejših, odkar v Sloveniji merijo temperature. Najbolj je izstopal september, ko je po celi državi odklon presegal dolgoletno povprečje (1961-1990) za

3 °C. Nadpovprečno visoke temperature so se nadaljevale vse do sredine prve dekade oktobra (Poročilo o meteorološki dejavnosti v RS za leto 2011). V letu 2012 je bil na splošno ulov manjši, največ osebkov se je ulovilo v juliju. Za razliko od leta 2011 je bil ulov v letu 2012 od septembra naprej zanemarljiv. Devet osebkov *M. galloprovincialis*, ki so se ujeli na atraktant α -pinen in etanol, smo našli le na dveh submediteranskih lokacijah (sliki 3.2.1, 3.2.2).

Skupni ulov vrst *M. sutor*, *M. sartor* in *M. saltuarius* je v letih 2011 in 2012 dosegel le 9,6 % ulova vrste *M. galloprovincialis*. V obeh letih je bil najvišji ulov dosežen v mesecu juniju, v letu 2011 je prevladovala vrsta *M. saltuarius*, v letu 2012 pa *M. sutor*. Podrobnejši ulov po vrstah in lokacijah je predstavljen v preglednicah 3.2.2 in 3.2.3.

3.2.3.4 Ulov kozličkov (Cerambycidae) na lokaciji Brdo v letih 2010 in 2011

Poleg vrst iz roda *Monochamus* so se v pasti lovili tudi predstavniki drugih rodov kozličkov (Cerambycidae). Podrobneje je predstavljen ulov na lokaciji Brdo pri Kranju v letih 2010 in 2011, ko smo preizkušali ulov na 4 različne atraktante (α -pinen + etanol, Gallowit, Galloprotect 2D in Pheroprax) in dve poziciji pasti (pri tleh, v krošnji). Število ujetih kozličkov je prikazano v preglednici 3.2.4.

Preglednica 3.2.4: Število ujetih kozličkov (Cerambycidae) glede na poziciji pasti in vstavljene atraktante na lokaciji Brdo v letih 2010 in 2011.

Leto Namestitev pasti Atraktant Vrsta	2010				2011		
	Pri tleh				V krošnji		
	α -pinen + etanol	Gallowit [®]	Pheroprax [®]	Kontrola	α -pinen + etanol	Gallo- protect [®]	Kontrola
<i>Stictoleptura rubra</i>	1						
<i>Rhagium inquisitor</i>	2	45	2			3	
<i>Arhopalus rusticus</i>	3				4		
<i>Spondylis buprestoides</i>	25			1	8	2	
<i>Acanthocinus aedilis</i>	1						
<i>Acanthocinus reticulatus</i>						1	
<i>Leiopus nebulosus</i>		1					
<i>Monochamus galloprovincialis</i>						26	
<i>Monochamus saltuarius</i>						4	
<i>Monochamus sutor</i>						2	
SKUPAJ	32	46	2	1	12	38	

V preglednici 3.2.4 je prikazan ulov kozličkov (*Cerambycidae*) v pasteh na lokaciji Brdo v letih 2010 in 2011. Leta 2010 so bile vse pasti nameščene v lesene okvire, tako da se je sredina pasti nahajala približno 1,5 m od tal. V letu 2011 so bile pasti dvignjene pod drevesne krošnje na višino, kjer se nahajajo prve žive veje (8-10 m). Leta 2010 smo poleg kombinacije α -pinena in etanola in kontrole (brez feromona) uporabljali še kairomonsko mešanico Gallowit in komercialni feromon za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) Pheroprax. Slednjega smo zaradi slabega ulova kozličkov leta 2011 opustili, Gallowit pa smo nadomestili z novim kairomonskim pripravkom Galloprotect 2D, ki vsebuje tudi agregacijski feromon vrste *M. galloprovincialis*.

Zaradi zamenjave atraktantov je primerjava med ulovom v letih 2010 in 2011 glede na poziciji pasti (pri tleh, v krošnji) le posredna. Poudariti velja, da v letu 2010 ne glede na vstavljen atraktant nismo ujeli niti enega osebka ciljnih vrst iz roda *Monochamus*, leta 2011 pa smo na Galloprotect 2D ujeli 32 osebkov, ki so pripadali trem različnim vrstam, največ ulova (26 osebkov) pa je pripadalo vrsti *M. galloprovincialis* (rdeče izpisan ulov v preglednici 3.2.4). Iz tega lahko sklepamo, da Galloprotect 2D uspešneje privablja žagovinarje kot stara kairomonska mešanica Gallowit.

Vrsta *Spondylis buprestoides* se je na kombinacijo α -pinena in etanola lovila bolje pri tleh (25 osebkov) kot v krošnji (8 osebkov). Gallowit v pasti pri tleh je bil zelo učinkovit pri privabljanju vrste *Rhagium inquisitor* (45 osebkov). Na Galloprotect 2D v krošnji sta se v letu 2011 ujela le dva osebka *R. inquisitor*, vendar delni rezultati ulova v letu 2013 kažejo, da bo ulov te vrste v letošnjem letu bistveno večji. Dozdeva se, da je vrstna pestrost ulova ne-ciljnih kozličkov v krošnji manjša (4 osebki) kot pri tleh (6 osebkov). Bistveno manjša pestrost ulova v krošnji pa je bila značilna zlasti za ulov podlubnikov (Scolytinae). Verjetno je to posledica nižje višine leta roječih hroščev (Pavlin in sod., 2012).

Rezultati potrjujejo, da je najpomembnejši potencialni vektor borove ogorčice pri nas *Monochamus galloprovincialis*, predvsem pa so pomembna spoznanja o pogostnosti ostalih vrst iz roda *Monochamus* (*M. sartor*, *M. sutor* in *M. saltuarius*), ki povečujejo potencialno nevarnost ob vnosu borove ogorčice s tem, da bo omogočen prenos patogena ne le na bore ampak tudi na smreko, jelko in druge iglavce. Ugotovili smo, da je uporaba novega registriranega sredstva za privabljanje kozličkov GalloProtect 2D® bistveno uspešnejša kot uporaba do sedaj preizkušenih sredstev (Gallowit® in Pheroprax®) (Jurc in sod, 2012, 2013, Pavlin in sod. 2012).

3.2.3.5 Dodatni ulov ne-ciljnih vrst členonožcev (Arthropoda)

Ena od glavnih pomanjkljivosti uporabe atraktantov, ki temeljijo na kairomonskem učinku, je izjemno velik ulov ne-ciljnih vrst žuželk. V letih 2010 in 2011 smo podrobno analizirali celoten dodatni ulov na lokaciji Brdo (Pavlin in sod., 2012). Če običajno ne-ciljni ulov v pasteh računamo v odstotkih ali promilah, je pri ulovu žagovinarjev situacija drugačna. Pri najuspešnejši kombinaciji atraktanta in pozicije pasti (Galloprotect 2D / past v krošnji / 2011) glede na ciljni ulov smo ob vsakem ujetem osebkku iz roda *Monochamus* ujeli še 21,7 osebka dodatnega ulova različnih členonožcev (Arthropoda). 96 % dodatnega ulova je pripadalo žuželkam (Insecta). Med ujetimi žuželkami so bili v največjem številu zastopani hrošči (Coleoptera) s 64 % ujetih osebkov. 82 % vseh ujetih hroščev je pripadalo osmim družinam, katerih predstavniki so plenilci podlubnikov. Med plenilskimi družinami hroščev je bila številčno najbolj zastopana družina pisancev (Cleridae) s kar 97 % ujetih osebkov. Cleride so

bile zastopane z obema evropskima vrstama roda *Thanasimus*: *T. formicarius* (73 %) in *T. femoralis* (27 %). V celotnem ulovu so žagovinarji (*Monochamus* spp) zastopani s 4,4 %, obe ujeti plenilski vrsti iz roda *Thanasimus* pa s 46,2 %. Izjemno visoke vrednosti dodatnega ulova so tudi posledica razmeroma nizkega števila ujetih žagovinarjev.

Z atraktanti, ki vsebujejo feromonske komponente podlubnikov (Scolytinae) verjetno kljub izboljšavam ne bo mogoče bistveno znižati visokega ulova ne-ciljnih vrst žuželk. Zaradi izjemne pomembnosti žagovinarjev kot vektorjev borove ogorčice je potrebno še naprej raziskovalno spremljati učinek atraktantov, ki so trenutno na razpolago in tudi morebitne nove, izboljšane proizvode. Ob morebitni daljši uporabi v gozdu pa lahko na osnovi rezultatov raziskav pričakujemo na testnih območjih zmanjšanje populacij predatorskih hroščev, kar bi lahko pripeljalo do namnožitev populacij podlubnikov.

3.3 Prehranske značilnosti nekaterih vrst žagovinarjev

3.3.1 Prehranske značilnosti kozličkov (Cerambycidae)

Vsi kozlički (Cerambycidae) so fitofagni. V larvalnem stadiju živijo pod skorjo ali v lesu lesnatih rastlin – dreves ali grmov. Za svojo prehrano lahko uporabljajo les različnih debelin in stanj v smislu starosti, vlage in stopnje razkroja. Nekatere vrste živijo tudi v olesenelih delih zelišč. Imagi so običajno prisotni na svojih gostiteljskih rastlinah, kjer grizljajo liste, iglice ali cvetove. Odrasli hrošči se lahko prehranjujejo tudi s pelodnim prahom ali pa ližejo sok, ki izteka iz poškodovanih dreves. Prehranske značilnosti slovenskih vrst žagovinarjev (rod *Monochamus*) so povzete v preglednici 3.3.1.

Preglednica 3.3.1: Gostiteljske drevesne in prehranjevalne navade vrste kozličkov iz roda *Monochamus*.

Vrsta	Ekološki status, gostiteljske drevesne vrste in prehranjevalne navade
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	Oligofag na boru (<i>Pinus</i>), zlasti na rdečem in črnem boru (<i>P. sylvestris</i> in <i>P. nigra</i>), priložnostno na smreki (<i>Picea</i>). V deblu in vejah premera 3-8 cm v drevesni krošnji, tudi v posekanih drevesih in lesu za kurjavo. Odrasli osebki objedajo tudi skorjo mladih vej in poganjkov.
<i>Monochamus saltuarius</i>	Oligofag na smreki (<i>Picea</i>) in boru (<i>Pinus</i>). Zlasti pogost na spodnjih vejah (premer 2-5 cm) starejših dreves. Prehranjujejo se tudi na sveži vejevini, prekriti z lišaji.
<i>Monochamus sutor</i>	Oligofag na smreki (<i>Picea</i>), priložnostno v srednji Evropi tudi na jelki (<i>Abies</i>), v Skandinaviji pa na boru (<i>Pinus</i>). Na stoječih drevesih in sveži, neobeljeni hlodovini in debelejših vejah. Redkeje na sušecih mlajših drevesih in v gradbenem lesu.
<i>Monochamus sartor</i>	Oligofag na smreki (<i>Picea</i>), redkeje na jelki (<i>Abies</i>) in boru (<i>Pinus</i>). Larve se prehranjujejo zlasti pod skorjo sveže posekanih, še ne obeljenih dreves.
<i>Monochamus</i> spp.	Oligofagne vrste na iglavih. Larvalni stadij se sprva prehranjuje pod skorjo, nato se zavrti v les.

Ekološki opisi so povzeti po Brelihu s sod. (2006) in Kochu (1992).

3.3.2 Prehranske značilnosti ujetih vrst žagovinarjev (*Monochamus* sp.)

O prehranjevanju žagovinarjev v Sloveniji lahko sklepamo tudi na osnovi zastopanosti drevesnih vrst v gozdnih sestojih na lokacijah s postavljenimi pastmi oz. prevladujoče drevesne vrste. Nekaj ugotovitev lahko podamo na podlagi podatkov v preglednicah 3.2.1 (opis lokacij), 3.2.2, 3.2.3 (ulov žagovinarjev) in 3.3.1 (prehranjevalne navade).

Razmeroma veliko število ujetih osebkov vrste *M. galloprovincialis* na treh lokacijah (Dekani, Kastelec in Brdo pri Kranju) s skoraj čistimi sestoji treh različnih vrst borov (*Pinus nigra*, *P. halepensis* in *P. sylvestris*), potrjuje ugotovitve iz literature, da se ta vrsta prehranjuje z različnimi vrstami borov. Vrsto *M. saltuarius* smo našli na ploskvi v Prevaljah s prevladujočo smreko in na Brdu, kjer prevladuje rdeči bor. Tudi to potrjuje že znane ugotovitve v preglednici 3.3.1. Vrsto *M. sutor* smo (pričakovano) našli na lokaciji Podpeč s fitocenološko združbo *Abieti-Fagetum*, v kateri sta zastopani tako jelka kot smreka. Nekaj ujetih primerkov na lokaciji Brdo pa nakazuje, da se vrsta tudi pri nas morda prehranjuje na rdečem boru. Vrsto *M. sartor* smo v letih 2011 in 2012 našli le na lokaciji Prevalje, kjer prevladuje smreka, kar je skladno z ugotovitvami iz literature.

3.4 Navzočnosti vrst rodu *Bursaphelenchus* v prenašalcih

Navzočnosti vrst rodu *Bursaphelenchus* v prenašalcih smo preverjali v 5 vzorcih ličink žagovinarjev, ki so bili pobrani na lokaciji v bližini Volčjega potoka. Na tej lokaciji se je v letu 2013 pojavilo obširnejše sušenje borovih dreves vrste *P. sylvestris*, zato je bil tudi pojav žagovinarjev na tej lokaciji nekoliko večji. Vzorce ličink žagovinarjev smo nabrali po odstranitvi lubja propadajočih dreves. Posamezen vzorec, ki smo ga analizirali na prisotnost ogorčic, je bil sestavljen iz desetih živih ličink.

V laboratoriju smo vzorce živih ličink postavili na ekstrakcijo ogorčic s pomočjo metode Baermann-u (EPPO, 2013). Izločili smo celokupno populacijo ogorčic in jih pregledali s pomočjo mikroskopa.

Predstavnikov vrst rodu *Bursaphelenchus* v analiziranih vzorcih nismo ugotovili. V celokupni nematopopulaciji so bile prisotne le saprofitske vrste družine Rhabditidae, ki so načeloma navzoče v vsaki organski gmoti in so površinsko lahko prisotne tudi na ličinkah žuželk.

3.5 Ugotovitve in sklepi

V naravi se *B. xylophilus* širi z drevesa na drevo preko odraslih hroščev ksilofagnih kozličkov iz roda *Monochamus* (Coleoptera: Cerambycidae). V Sloveniji so zastopane štiri vrste tega rodu: *M. galloprovincialis* (določeno kot podvrsti *M. g. pistor* in *M. g. galloprovincialis*) – borov žagovinar, *M. sartor* – krojaški žagovinar, *M. sutor* – čevljarski žagovinar in *M. saltuarius* – dimnikarski žagovinar.

Najpomembnejši potencialni vektor borove ogorčice pri nas je *Monochamus galloprovincialis*, predvsem pa so pomembna spoznanja o pogostnosti ostalih vrst iz roda *Monochamus* (*M. sartor*, *M. sutor* in *M. saltuarius*), ki povečujejo potencialno nevarnost ob vnosu borove ogorčice s tem, da bo omogočen prenos patogena ne le na bore ampak tudi na smreko, jelko in druge iglavce. Ugotovili smo, da je uporaba novega registriranega sredstva

za privabljanje kozličkov GalloProtect 2D® bistveno uspešnejša, kot uporaba do sedaj preizkušenih sredstev (Gallowit® in Pheroprax®). Zaradi izjemne pomembnosti žagovinarjev kot vektorjev borove ogorčice je potrebno še naprej raziskovalno spremljati učinek atraktantov, ki so trenutno na razpolago in tudi morebitne nove, izboljšane proizvode. Ob morebitni daljši uporabi v gozdu pa lahko na osnovi rezultatov raziskav pričakujemo na testnih območjih zmanjšanje populacij predatorskih hroščev, kar bi lahko pripeljalo do namnožitve populacij podlubnikov.

O prehranjevanju žagovinarjev pri nas lahko sklepamo na osnovi zastopanosti drevesnih vrst v gozdnih sestojih na lokacijah s postavljenimi pastmi oz. prevladujoče drevesne vrste. Razmeroma veliko število ujetih osebkov vrste *M. galloprovincialis* na treh lokacijah (Dekani, Kastelec in Brdo pri Kranju) s skoraj čistimi sestoji treh različnih vrst borov (*Pinus nigra*, *P. halepensis* in *P. sylvestris*), potrjuje ugotovitve iz literature, da se ta vrsta prehranjuje z različnimi vrstami borov. Vrsta *M. saltuarius* se je našla na ploskvi v Prevaljah s prevladujočo smreko in na Brdu, kjer prevladuje rdeči bor. Vrsto *M. sutor* smo (pričakovano) našli na lokaciji Podpeč s fitocenološko združbo *Abieti-Fagetum*, v kateri sta zastopani tako jelka kot smreka. Nekaj ujetih primerkov na lokaciji Brdo pa nakazuje, da se vrsta tudi pri nas morda prehranjuje na rdečem boru. Vrsta *M. sartor* se je v letih 2011 in 2012 našla le na lokaciji Prevalje, kjer prevladuje smreka, kar je skladno z ugotovitvami iz literature.

Navzočnosti vrst rodu *Bursaphelenchus* v prenašalcih smo preverjali v 5 vzorcih ličink žagovinarjev, ki so bili pobrani na lokaciji v bližini Volčjega potoka. Ogorčic rodu *Bursaphelenchus* v analiziranih vzorcih nismo ugotovili. V celokupni nematopopulaciji so bile prisotne le saprofitske vrste družine Rhabditidae, ki so načeloma navzoče v vsaki organski gmoti in so površinsko lahko prisotne tudi na ličinkah žuželk.

4. sklop: Preučevanje navzočnosti *Bursaphelenchus* vrst v Sloveniji

Število opisanih vrst ogorčic v rodu *Bursaphelenchus* Fuchs v zadnjem času precej spreminja, saj se je zanimanje za ta rod močno povečalo zaradi borove ogorčice. Trenutno je v rod vključenih več kot 90 vrst, katerih skupna značilnost je ekološka povezava z različnimi žuželkami predvsem hrošči skupine podlubnikov (Coleoptera: Scolytidae). Poznavanje avtohtone nemato-populacije določenega območja je zelo pomembna predvsem zaradi tega, ker nam prisotnost določenih vrst poda dovolj dobro oceno o primernosti okolja za naselitev in širjenje borove ogorčice. Borovi ogorčici najbolj sorodna vrsta je *B. mucronatus*, ki izkorišča enake ekološke niše (prenašalci, življenjski prostor) kot borova ogorčica. Prisotnost te vrste na določenem območju nam veliko pove o ustreznosti ekosistema za njeno sorodnico, borovo ogorčico. Po drugi strani je poznavanje avtohtone nemato-populacije večjega pomena za primerno pripravljenost strokovnih služb v državi v primeru vnosa borove ogorčice npr. razvoj primernih metod detekcije in identifikacije itd.

Borova ogorčica *B. xylophilus* v Sloveniji še ni bila ugotovljena, od predstavnikov rodu *Bursaphelenchus* pa sta bili do sedaj ugotovljeni dve vrsti, *B. hofmanni* in *B. mucronatus* (Urek in Širca, 2005; Urek in sod., 2007). Na temelju nematoloških analiz so bile v večini vzorcev ugotovljene pretežno na saprofage ogorčice družin Rhabditidae in Cephalobidae. Nekaj ogorčic je bilo identificiranih do rodu, pri čemer je bilo v obravnavanih vzorcih ugotovljeno v glavnem zastopnost rodov *Aphelenchoides*, *Cryptaphelenchus*, *Anomyctus* in *Bursaphelenchus*. Vrste rodu *Bursaphelenchus* so pri nas sorazmerno redke in se v sklopu posebnega nadzora borove ogorčice v Sloveniji najdejo v 3 – 5 % analiziranih vzorcev (Gerič Stare in sod., 2010). Vrsta *B. mucronatus* je bila ugotovljena v vzorcih lesa propadajočih rdečih borov *Pinus sylvestris* iz okolice Brnika in Kidričevega, vrsta *B. hofmanni* pa je bila izolirana iz dreves črnega bora *Pinus nigra* na krasu v bližini Sežane (Urek in sod., 2007).

4.1 Navzočnost borove ogorčice in sorodnih vrst rodu *Bursaphelenchus* v sestojih iglavcev v Sloveniji

Na podlagi prostorskih podlag za izdelavo ocen tveganja smo identificirali območja večjega tveganja vnosa in širjenja borove ogorčice v Sloveniji, kjer smo opravili vzorčenje propadajočih in sumljivih dreves iglavcev. V sklopu projekta smo vzorčili in analizirali skupno 95 vzorcev lesa iglavcev iz rodov *Pinus* in *Abies*. Dvaintrideset (32) vzorcev smo pobrali na Primorskem, 57 v osrednji Sloveniji in na Gorenjskem ter 6 vzorcev na Koroškem.

4.1.2 Vzorčenje

Vzorčili smo s pomočjo ročne žage, sekire in vrtalnika (lesni sveder). Posamezen vzorec smo sestavili iz podvzorcev odvzetih na do 5-ih drevesih. V primeru uporabe lesnega svedra smo vzorčili naključno s 25 mest (25 zavrtin) s pomočjo lesnega svedra premera 12 mm, pri počasnem vrtanju, da smo preprečili pregrevanja vzorca. Vzorčenje s sekiro smo opravili do globine približno 5 cm. Vzorčili smo tudi na predelih debela ali debelejših vejah višje v krošnji. Odpadke, ki so nastali v teku vzorčenja (žaganje, oblanci, sekanci, itn.) smo zbrali in shranili v PVC vrečke.

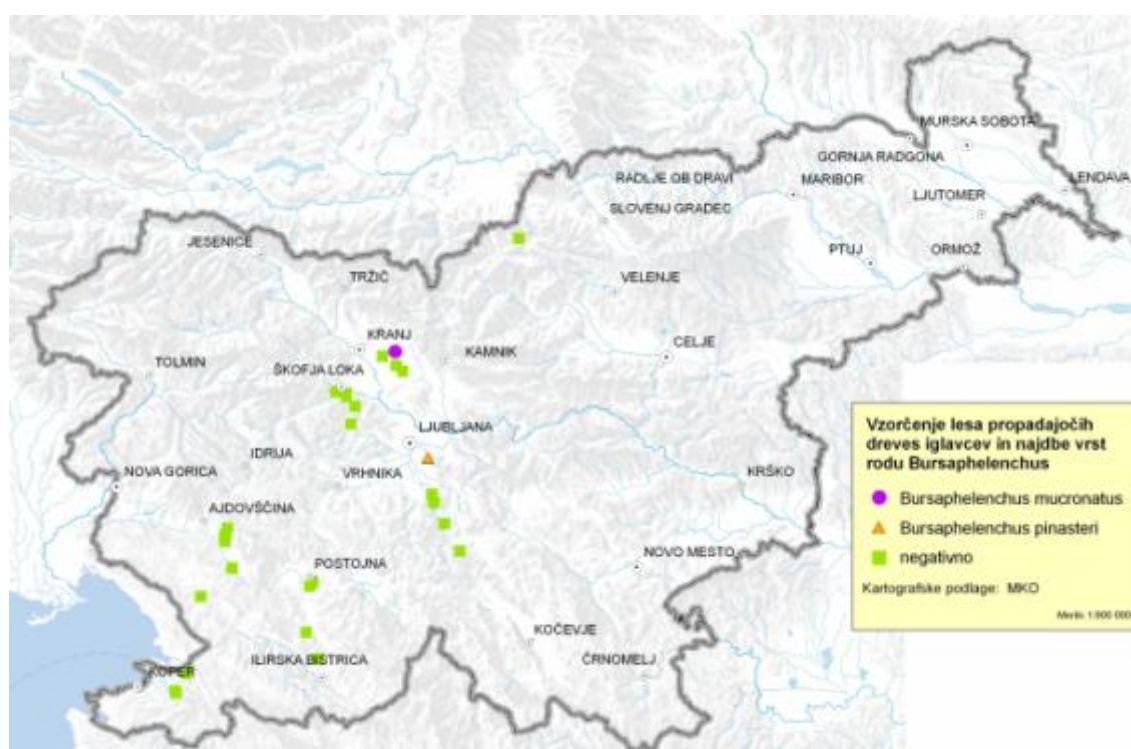
V sklopu projekta smo vzorčili in analizirali skupno 95 vzorcev lesa simptomatičnih in propadajočih dreves iglavcev (*Pinus* in *Abies*).

4.1.3 Laboratorijske analize

V laboratoriju smo vzorce lesa 14 dni inkubirali pri povišani zračni vlagi. Zatem smo iz vzorcev izločili celokupno populacijo ogorčic s pomočjo metode po Baermann-u (EPPO, 2013) in jih pregledali s pomočjo mikroskopa. Identifikacijo vrst rodu *Bursaphelenchus* smo potrjevali z molekularnimi metodami PCR-RFLP (Burgermeister et al., 2009) in določanjem nukleotidnega zaporedja (Gerič Stare in sod., 2009).

4.2 Rezultati

Na kritičnih točkah za vnos borove ogorčice v Slovenijo smo opravili vzorčenja lesa propadajočih borovih dreves ter jih analizirali na prisotnost borove ogorčice. V sklopu projekta smo nematološke analize opravili na skupno 100 vzorcih (Slika 4.2.1). Na ogorčice rodu *Bursaphelenchus* smo naleteli v 4 vzorcih lesa, ki so bili pobrani v okolici Ljubljane (lokacija Golovec) in okolici Brnika. V vzorcih iz lokacije Brnik smo ugotovili vrsto *B. mucronatus* (slika 4.2.1). Analiza ogorčic iz vzorca pobranega na lokaciji Golovec je razkrila navzočnost vrste *B. pinasteri* Baujard (Nematoda: Parasitaphelenchidae), ki je na ozemlju Slovenije pred tem še nismo zasledili. Vzorec ogorčic smo podrobno analizirali z morfometrijsko metodo (preglednica 4.2.1, slika 4.2.2, slika 4.2.3).



Slika 4.2.1: Vzorčenje lesa propadajočih dreves iglavcev in lokacije najdb ogorčic rodu *Bursaphelenchus* po Sloveniji.



Slika 4.2.2: Morfološke značilnosti samic ogorčic vrste *B. pinasteri* iz lokacije Golovec.

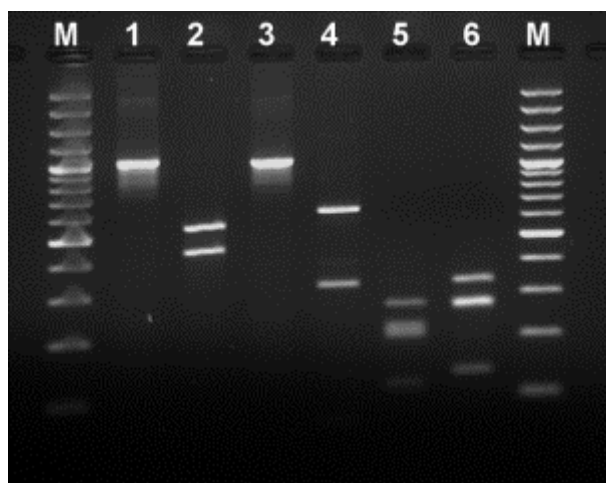


Slika 4.2.3: Morfološke značilnosti samcev ogorčic vrste *B. pinasteri* iz lokacije Golovec.

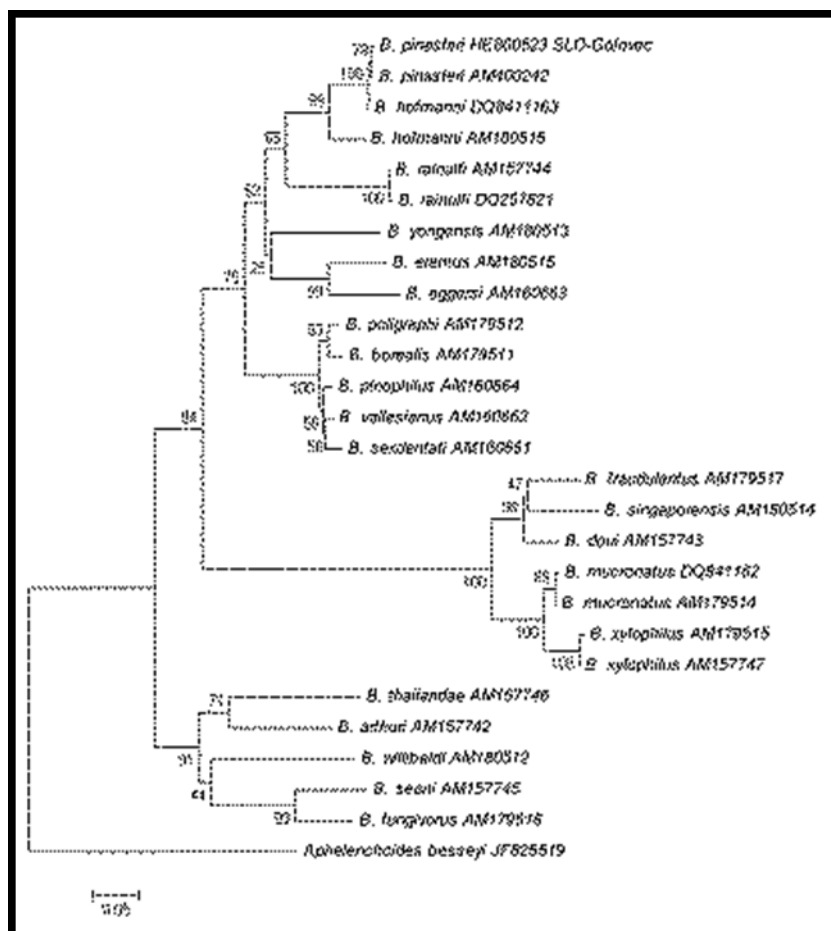
Preglednica 4.2.1: Morfometriške značilnosti ogorčic vrste *B. pinasteri* iz lokacije Golovec.

Karakteristika	Samice	Samci
n	20	15
L	651.8 ± 53.8 (580-721)	527.3±20.4 (511-555)
bodalo	13.7±0.9 (13-15)	12.5±0.4 (12-13)
širina lateralnega polja	2.3±0.6 (1.5-3.0)	2.3±0.4 (2.0-3.0)
PUS	80.8±9.4 (67-92)	-
spikule	-	13.7±1.0 (13-15)
rep	33.1±1.3 (31-34.5)	28.2±1.1 (27.0-29.5)
a	38.5±1.5 (36.1-40.0)	37.0±4.3 (32.8-42.7)
b	9.5±0.4 (9.3-10.2)	7.4±1.3 (5.9-9.0)
b'	4.7±0.4 (4.0-5.1)	3.9±0.4 (3.4-4.3)
c	19.7±1.9 (17.1-21.8)	18.7±0.4 (18.3-19.1)
c'	3.7±0.3 (3.2-4.0)	2.4±0.3 (1.9-2.7)
V%	70.6±0.6 (70-71)	-
PUS/VD	4.8±0.2 (4.6-4.9)	-
PUS/VA%	50±2 (48-52)	-

Vzorec ogorčic smo podrobneje analizirali z metodo PCR, kjer smo pomnoževali fragment rDNA (regije 28S, ITS1, 5.8S, ITS2 in 18S) s pomočjo začetnih oligonukleotidov: 5'-CGTAACAAGGTAGCTGTAG-3' in 5'-TTTCACTCGCCGTTACTAAGG-3'. Fragment smo nadalje analizirali s pomočjo 5 restrikcijskih encimov *RsaI*, *HaeIII*, *MspI*, *HinfI* in *AluI* (slika 4.2.4) ter določevanjem nukleotidnega zaporedja. Dobljeno DNA zaporedje, ki je v javni bazi nukleotidnih zaporedij GenBank shranjeno pod oznako HE800523, smo primerjali s zaporedji sorodnih vrst dostopnimi v javni bazi ter jih analizirali s pomočjo filogenetskih orodij (slika 4.2.5). Nukleotidno zaporedje ogorčic vrste *B. pinasteri* iz lokacije Golovec je bilo najbolj sorodno zaporedju AM400242 ogorčic vrste *B. pinasteri* iz Nemčije.



Slika 4.2.4: Restrikcijski profil rDNA ogorčic vrste *B. pinasteri* iz lokacije Golovec. Fotografija 1,8% agaroznega gela prikazuje kolone M - DNA lestvica 100 bp Plus (Fermentas), 1 - nerezan PCR ampikon, 2 - *RsaI*, 3 - *HaeIII*, 4 - *MspI*, 5 - *HinfI*, 6 - *AluI*.



Slika 4.2.5: Filogenetsko drevo nukleotidnih zaporedij ogorčic vrste *B. pinasteri* iz lokacije Golovec in sorodnih vrst.

4.3 Literatura in viri

Burgermeister W, Braasch H, Metge K, Gu J, Schröder T, Woldt E. (2009), ITS-RFLP analysis, an efficient tool for identification of *Bursaphelenchus* species. *Nematology* 11, 649–668.

Baujard, P. (1980). Three new species of Bursaphelenchus (Nematoda: Tylenchida) and observations on the genus. *Revue de Nematologie* 3, 167-177.

EPPO (2013). Diagnostic protocols for regulated pests: *Bursaphelenchus xylophilus* PM 7/4 (3). *EPPO Bulletin*, 43: 105–118. doi: 10.1111/epp.12024

Gerič Stare, B., Knapič, M., Mavrič Pleško, I., Modic, Š., Munda, A., Širca, S., Škerlavaj, V., Urek, G., Urbančič Zemljič, M., Viršček Marn, M., Zidarič, I., Žerjav, M. *Poročilo o strokovnih nalogah s področja varstva rastlin za leto 2009*, (KIS - Poročila o strokovnih nalogah, 125). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2010. 122 str.

Gerič Stare, B., Širca, S., Strajnar, P., Urek, G. (2009). Molekularna diagnostika rastlinsko-parazitskih ogorčic v Sloveniji = Molecular diagnostics of plant-parasitic nematodes in Slovenia. V: MAČEK, Jože (ur.). *Zbornik predavanj in referatov 9. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Nova Gorica, 4.-5. marec 2009*. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, str. 197-207.

Ryss A, Vieira P, Mota M & Kulinich O (2005) A synopsis of genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) with keys to species. *Nematology*, 7, 393–458.

Urek, G., Širca, S. (2005). First report of the East-Asian type of *Bursaphelenchus mucronatus* in *Pinus sylvestris* in Slovenia. *Plant disease* 89, 1015.

Urek, G., Širca, S., Gerič Stare, B. (2007). Morphometrical and molecular characterization of *Bursaphelenchus* species from Slovenia. *Helminthologia* 44, 37-42.

4.4 Ugotovitve in sklepi

Borova ogorčica *B. xylophilus* v Sloveniji še ni bila ugotovljena, od predstavnikov rodu *Bursaphelenchus* pa sta bili v preteklosti ugotovljeni dve vrsti, *B. hofmanni* in *B. mucronatus* (Urek in Širca, 2005; Urek in sod., 2007). Na temelju nematoloških analiz so bile v večini vzorcev ugotovljene pretežno na saprofage ogorčice družin Rhabditidae in Cephalobidae. Nekaj ogorčic je bilo identificiranih do rodu, pri čemer je bilo v obravnavanih vzorcih ugotovljeno v glavnem zastopnost rodov *Aphelenchoides*, *Cryptaphelenchus*, *Anomyctus* in *Bursaphelenchus*. Vrste rodu *Bursaphelenchus* so pri nas sorazmerno redke in se v sklopu posebnega nadzora borove ogorčice v Sloveniji najdejo v 3 – 5 % analiziranih vzorcev (Gerič Stare in sod., 2010). Vrsta *B. mucronatus*, je bila ugotovljena v vzorcih lesa propadajočih rdečih borov *Pinus sylvestris* iz okolice Brnika in Kidričevega, vrsta *B. hofmanni* pa je bila izolirana iz dreves črnega bora *Pinus nigra* na krasu v bližini Sežane (Urek in sod., 2007).

Na ogorčice rodu *Bursaphelenchus* smo naleteli v 4 vzorcih lesa, ki so bili pobrani v okolici Ljubljane (lokacija Golovec) in okolici Brnika. V vzorcih iz lokacije Brnik smo ugotovili vrsto *B. mucronatus*. Najdba *B. mucronatus* v Sloveniji je posebnega pomena saj je vrsta zelo podobna ogorčici *B. xylophilus*, hkrati pa je prilagojena tudi podnebnim razmeram, ki ustrezajo *B. xylophilus* (gostiteljske rastline, prenašalci, okoljski pogoj itn.). V enem vzorcu, ki smo ga pobrali na lokaciji Golovec smo ugotovili ogorčice rodu *Bursaphelenchus* ter jih analizirali z molekularno in morfometrijsko metodo. Podrobna analiza nukleotidnega zaporedja fragmenta rDNA je s pomočjo filogenetske analize razkrila, da ogorčice iz tega vzorca spadajo v skupino *B. hofmanni* in pripadajo vrsti *B. pinasteri*. Gre za prvo najdbo te vrste ogorčic na ozemlju Slovenije. Borove ogorčice v Sloveniji nismo ugotovili, vsi analizirani vzorci so bili negativni na vrsto *B. xylophilus*.

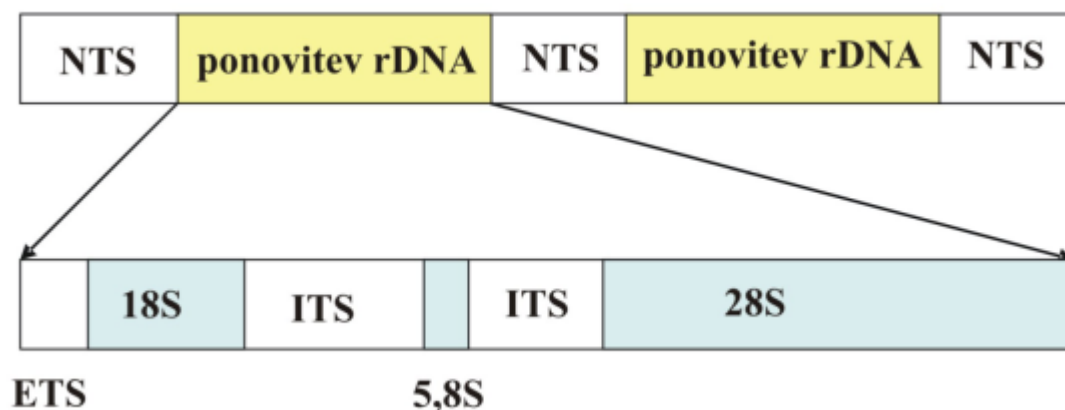
5. sklop: Izboljšanje diagnostike

5.1 Nadgradnja identifikacije borove ogorčice z metodo PCR v realnem času

V zadnjih letih se zaradi širjenja nevarne borove ogorčice diagnostika za vrsto *Bursaphelenchus xylophilus* intenzivno razvija. Velika pozornost je usmerjena v hitrost identifikacije, sočasno obdelavo velikega števila vzorcev, preprečevanje kontaminacije kot tudi v občutljivost metode. Za identifikacijo vrste *B. xylophilus* smo na KIS vpeljali novo molekularno biološko metodo, ki temelji na PCR v realnem času. Ta metoda je hitrejša, bolj občutljiva in omogoča lažjo sočasno analizo večjega števila vzorcev kot PCR-RFLP metoda (Burgemeister in sod., 2005, 2009), ki smo jo za identifikacijo borove ogorčice uporabljali pred tem. Po drugi strani omenjena PCR-RFLP metoda omogoča identifikacijo poleg omenjene vrste še za 43 drugih vrst rodu *Bursaphelenchus* in jo v ta namen še vedno uporabljamo.

Izmed v literaturi opisanih metod za identifikacijo borove ogorčice, ki temeljijo na PCR v realnem času, smo izbrali najustreznejšo metodo. Glavni kriterijev za izbor metode so bili cena, hitrost, specifičnost, občutljivost, primernost in praktičnost testa. Štiri razvite metode za identifikacijo *B. xylophilus* s PCR v realnem času detektirajo različne tarčne regije kot označevalce prisotnosti vrste *B. xylophilus* v testiranem vzorcu, poleg tega pa imajo posamezne metode še druge specifičnosti in prednosti (Cao in sod., 2005; Francois in sod., 2007; Leal in sod., 2007; Kang in sod., 2009). Tako npr. metoda, ki jo je razvila Leal s sod. (2007) dobro deluje tudi v prisotnosti potencialnih inhibitorjev PCR reakcije iz lesa, najnovejša metoda (Kang in sod., 2009) pa omogoča določitev sorazmernih deležev vrst *B. xylophilus* in sorodne in morfološko zelo podobne vrste *B. mucronatus* v mešanih vzorcih.

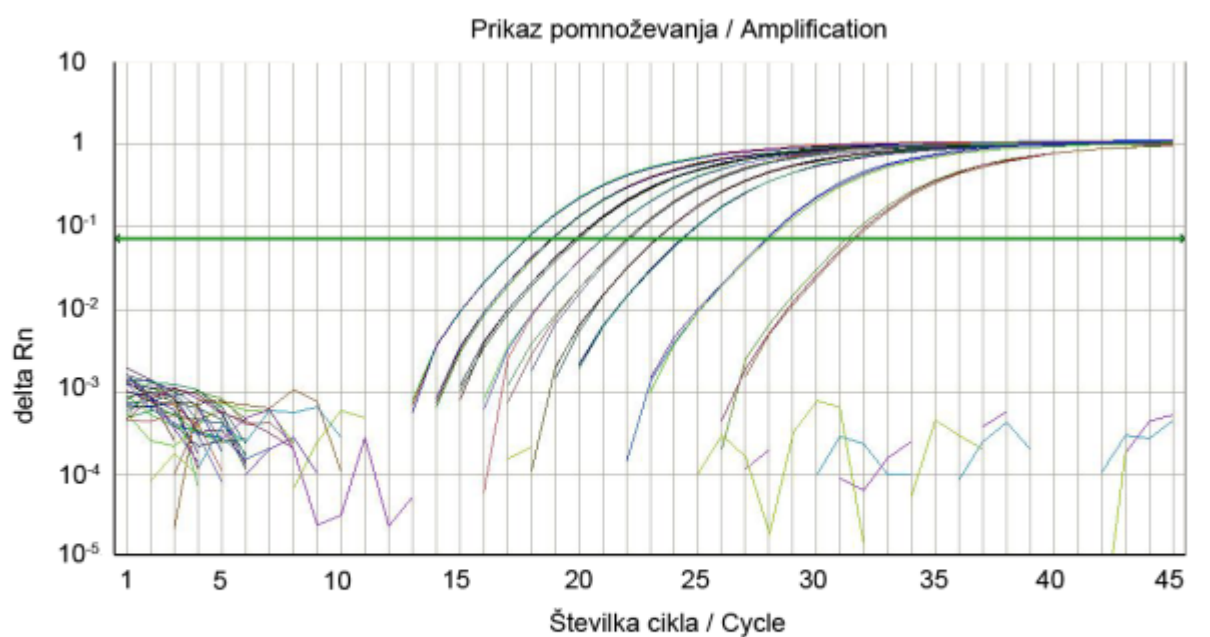
V naš laboratorij smo uvedli metodo, ki so jo kot prvo PCR metodo z detekcijo v realnem času za identifikacijo borove ogorčice opisali Cao in sod. (2005). Metoda temelji na TaqMan kemiji. S specifično sondo in začetnimi oligonukleotidi detektiramo prisotnost vrstno specifične rDNA regije, ki je v celicah organizirana kot niz 50-100 ponovitev (slika 5.1.1 in 5.1.2). Tandemska struktura molekularnega označevalca doprinese k veliki občutljivosti metode, zaznamo lahko prisotnost že ene same ličinke borove ogorčice v vzorcu. Referenčni material (borove ogorčice) za pozitivno kontrolo smo dobili od prof. dr. Manuela Mota-e (Universidade de Évora, Portugalska), s katerim smo že sodelovali v dveh projektih (BI-PT/08-09-001: Študij biogeografije in razširjenosti vrst rodu *Bursaphelenchus* v borovih gozdovih s poudarkom na borovi ogorčici *Bursaphelenchus xylophilus*, povzročiteljici propadanja borovih gozdov; COST872: Exploiting genomics to understand plant–nematode interactions).



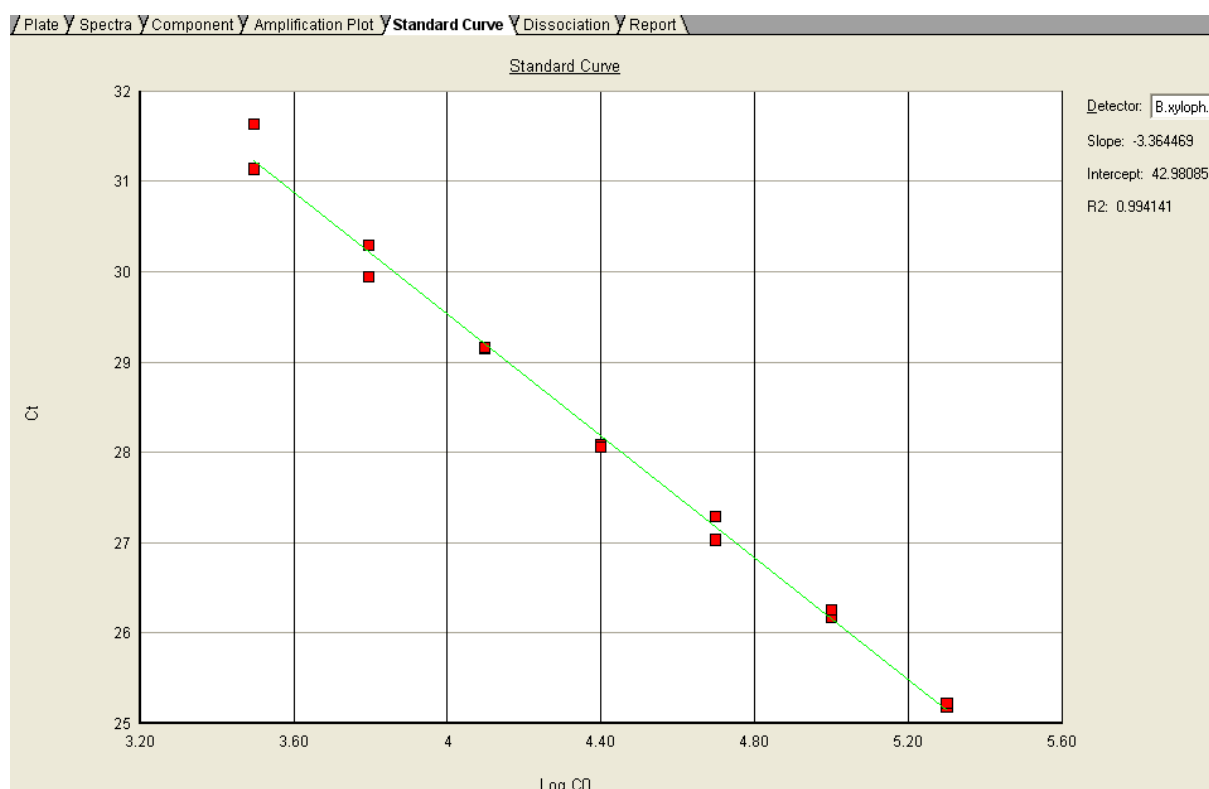
Slika 5.1.1: Shematski prikaz rDNA evkariontskih organizmov. Tandemsko se ponavlja predel, ki nosi zapis za 18S, 5,8S in 28S rRNA ter vmesna nekodirajoča zaporedja označena z ITS (notranji prepisani vmesnik), ETS (zunanj prepisani vmesnik) in NTS (ne-prepisani vmesnik). Nukleotidni začetniki za metodo PCR v realnem času, ki smo jo uvedli, prepoznajo predel ITS v rDNA.

5.2 Validacija v skladu s standardom kakovosti ISO 9001

Metodo smo validirali in pripravili ustrezno dokumentacijo v skladu s standardom kakovosti ISO 9001 (interni dokument »MET-NEM-011 Molekularna identifikacija *Bursaphelenchus xylophilus* s qPCR«). Z opisanim testom za identifikacijo *B. xylophilus* se genomska DNA sorodne in morfološko zelo podobne vrste *B. mucronatus* ne pomnoži, zato ne obstaja nevarnost lažno pozitivnih rezultatov. Meja detekcija je ena ličinka v vzorcu oz. 0,4 pg matrične DNA v reakciji. Izračunali smo standardne parametre, s katerimi se preverja učinkovitost pomnoževanja DNA v PCR reakciji ($E = 98,25\%$, $S = -3.3645$, $R^2 = 0,9941$). Vsi parametri so v sprejemljivih mejah (slika 5.1.3). Z novo metodo v laboratorijih KIS lahko hitro in zanesljivo analiziramo veliko število vzorcev na prisotnost borove ogorčice.



Slika 5.1.2: Grafični prikaz naraščanja fluorescence med reakcijo PCR v realnem času predstavlja pomnoževanje matrične molekula DNA pri vzorcih pozitivnih kontrol *B. xylophilus* z razredčeno genomsko DNA (1:20, 1:40, 1:80, 1:160, 1:320, 1:640, 1:1.280, 1:12.800 in 1:128.000), ki smo ga detektirali pri določanju občutljivosti metode.



Slika 5.1.3: Izračun standardne krivulje pri vzorcih s serijsko razredčeno DNA vrste *B. xylophilus*. Izračun standardnih parametrov, s katerimi se preverja učinkovitost pomnoževanja DNA v PCR reakciji z detekcijo v realnem času ($E = 98,25\%$, $S = -3.3645$, $R^2 = 0,9941$). Vsi parametri so v sprejemljivih mejah.

E = učinkovitost, teoretično 100%, praktično sprejemljive so vrednosti 90-110%

S = naklon standardne krivulje, sprejemljive so vrednosti -3,1 do -3,6

R^2 = korekcijski koeficient, teoretično 1, praktično sprejemljive vrednosti 0,990 in višje

5.3 Literatura in viri

Burgermeister W, Braasch H, Metge K, Gu J, Schröder T, Woldt E. 2009. ITS-RFLP analysis, an efficient tool for differentiation of *Bursaphelenchus* species. *Nematology*, 5, 649-668.

Burgermeister W, Metge K, Braasch H, Buchbach E. 2005 ITS-RFLP patterns for differentiation of 26 *Bursaphelenchus* species (Nematoda: Parasitaphelenchidae) and observations on their distribution. *Russian Journal of Nematology*, 13, 29-42.

Cao AX, Liu XZ, Zhu SF, Lu BS. 2005. Detection of pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, using a real-time polymerase chain reaction assay. *Phytopathology*, 95, 566-571.

Castagnone FC, Boonham N, Tomlinson J, Lawson R, Hockland S, Quoll J, Viera P, Mota M,

Castagnone-Sereno P. 2007. Satellite DNA as a target for TaqMan real-time PCR detection of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Molecular Plant Pathology*, 8, 803-809.

Leal I, Green M, Allen E, Humble L, Rott M. 2007. Application of a real-time PCR method for the detection of pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in wood samples from lodgepole pine. *Nematology*, 9, 351-362.

Kang JS, Moon IS, Lee SG, Shin SC, Lee SH. 2009. Rapid and accurate prediction of the frequencies of *Bursaphelenchus xylophilus* and *B. mucronatus* in mixed nematode samples using real-time species-specific PCR. *Nematology*, 11, 289-299.

5.4 Ugotovitve in sklepi

V naš laboratorij smo uvedli metodo, ki so jo kot prvo PCR metodo z detekcijo v realnem času za identifikacij borove ogorčice opisali Cao in sod. (2005). Metoda temelji na TaqMan kemiji. S specifično sondo in začetnimi oligonukleotidi detektiramo prisotnost vrstno specifične rDNA regije, ki je v celicah organizirana kot niz 50-100 ponovitev. Tandemska struktura molekularnega označevalca doprinese k veliki občutljivosti metode, zaznamo lahko prisotnost že ene same ličinke borove ogorčice v vzorcu.

Metodo smo validirali in pripravili ustrezno dokumentacijo v skladu s standardom kakovosti ISO 9001 (interni dokument »MET-NEM-011 Molekularna identifikacija *Bursaphelenchus xylophilus* s qPCR«). Z opisanim testom za identifikacijo *B. xylophilus* se genomska DNA sorodne in morfološko zelo podobne vrste *B. mucronatus* ne pomnoži, zato ne obstaja nevarnost lažno pozitivnih rezultatov. Meja detekcija je ena ličinka v vzorcu oz. 0,4 pg matrične DNA v reakciji. Izračunali smo standardne parametre, s katerimi se preverja učinkovitost pomnoževanja DNA v PCR reakciji ($E = 98,25\%$, $S = -3.3645$, $R^2 = 0,9941$). Vsi parametri so v sprejemljivih mejah. Z novo metodo v laboratorijih KIS lahko hitro in zanesljivo analiziramo veliko število vzorcev na prisotnost borove ogorčice.

6. sklop: Modeliranje

6.1 Modeliranje s CLIMEX programom

Climex program je v zadnjih letih postal standard za modeliranje odziva posamezne vrste (patogena) na klimatske dejavnike. Z njim lahko preverjamo vpliv posameznega dejavnika na uspešnost razvoja posameznega organizma ali njegovo razprostranjenost. Modeliranje temelji na oblikovanju ekoklimatskega indeksa (EI), ki odraža ustreznost okolja za rast in razvoj posameznega organizma. Kot je razvidno iz slike 6.1.1 je EI pogojen z rastnim indeksom (growth index – GI) ter indeksom stresnih pogojev (stress index – SI).



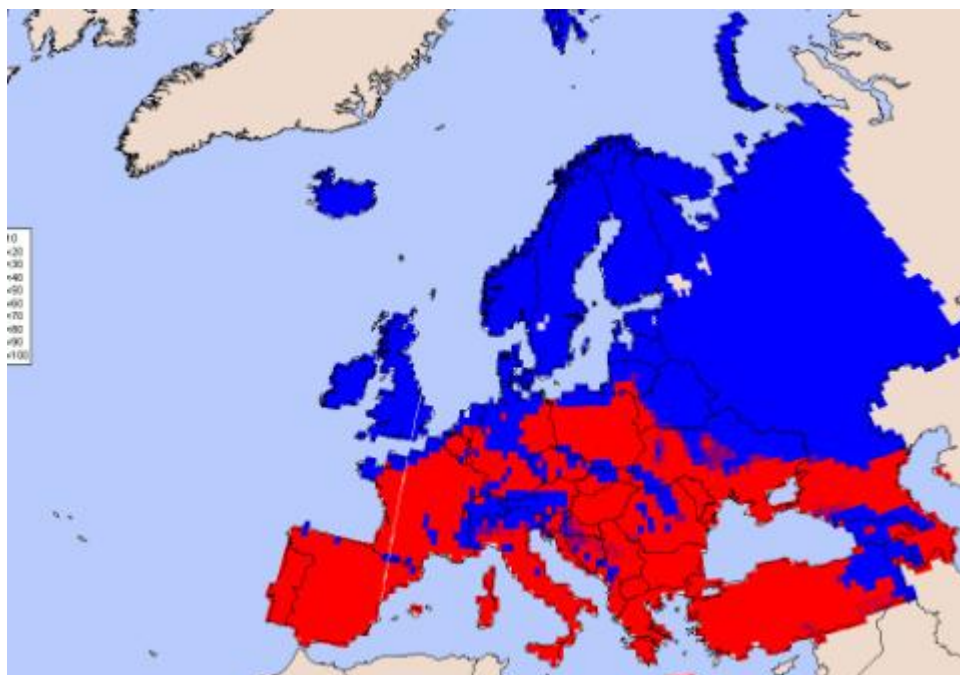
Slika 6.1.1: Shema osnovnega delovanja CLIMEX programa.

Rastni in stresni indeksi so računani tedensko in na letni ravni. Ekoklimatski indeks je določen na podlagi letnih rastnih in stresnih indeksov. Če akumulacija tedenskih stresnih indeksov preseže vrednost 100, pomeni, da organizem v takšnih klimatskih pogojih ne preživi. Ekoklimatski indeks je relativno merilo o primernosti okolja za razvoj organizma, ki ne pove zadovoljivo kako se organizem odzove na klimatske dejavnike. Podrobnejše informacije lahko razberemo iz posameznega rastnega in stresnega indeksa. S spreminjanjem posameznih stresnih in rastnih indeksov lahko simuliramo kako se bo organizem odzival na spremembe posameznih dejavnikov.

V našem primeru smo uporabili CLIMEX program za analizo primernosti lokacij za razvoj borove ogorčice v Evropi. CLIMEX uporablja nabor vremenskih podatkov za 2400 lokacij po svetu oziroma interpolirane vrednosti meteoroloških podatkov v mreži s pol stopinjski celicami.

Pri pregledu literature smo ugotovili, da ni zadovoljivih podatkov s katerimi bi lahko opisali dejavnike, ki vplivajo kako se izrazi bolezen borove uvelosti. Edini relevanten podatek, ki določa ali se bolezen izrazi ali ne, je prag 20 °C v trajanju vsaj mesec dni, ki omogoča popoln razvoj borove ogorčice ter hkrati takšno namnožitev, da se zamaši prevodni sistem borovcev oziroma drugih gostiteljskih rastlin. Obseg in hitrost propada gostiteljskih rastlin je sicer pogojena s sušnim stresom, kjer pa prav tako nismo zasledili konkretnih podatkov, ki bi pripomogli k dobremu in jasnemu oblikovanju sušnega stresa. Primernost lokacij za pojav bolezni borove uvelosti smo zato opredelili z rastnim indeksom. Le tega smo omejili s pragom 20 °C in temperaturno vsoto nad pragom 15 °C. Prav tako smo testirali vpliv klimatskih sprememb, kjer se temperatura zviša za 1 °C v poletnih mesecih.

Kot je razvidno iz slike 6.1.2, je v sedanjih klimatskih razmerah pojav bolezni borove uvelosti možen v večjem delu Evrope. Bolezen se ne more razviti le v skandinavskih državah, Angliji in Irski ter ponekod na severu Evrope ter seveda v večjih gorskih oziroma hribovitih predelih.

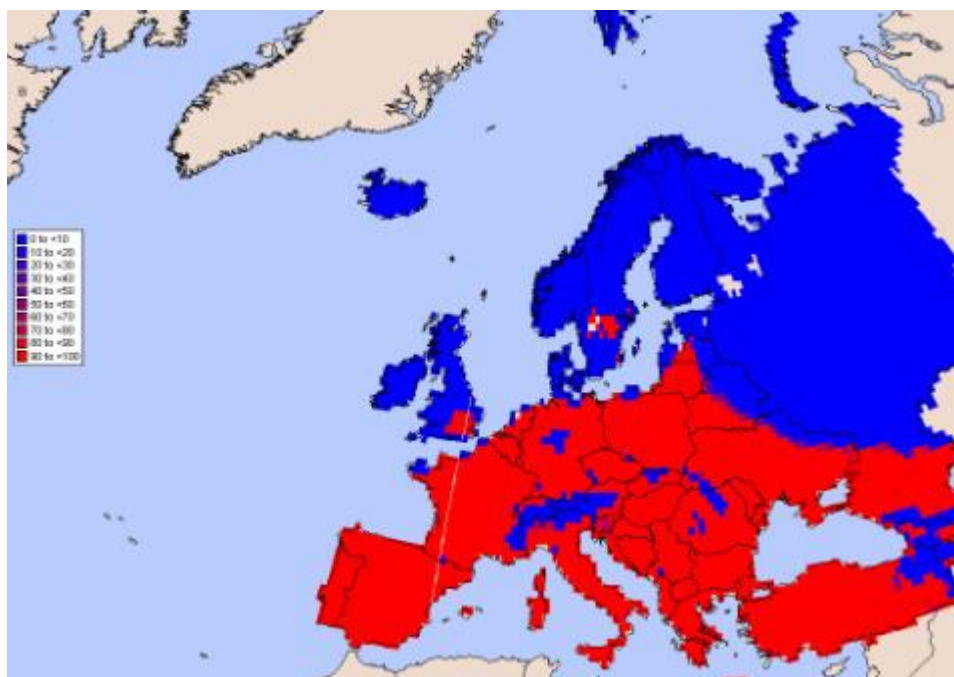


Slika 6.1.2: Ugodni pogoji za pojav bolezni borove uvelosti v Evropi (rdeče ugodno za razvoj bolezni, modro neugodno).

Slika 6.1.3 prikazuje kakšne spremembe bi povzročile klimatske spremembe, če bi bil dvig povprečne temperature v poletnih mesecih eno stopinjo Celzija. Ob takšni spremembi temperature bi se lahko bolezen razvila tudi v delu južne Anglije ter v manjšem delu na jugu Švedske.

Modeliranje s CLIMEX programom je zelo primerno za ugotavljanje primernosti območij za razvoj posameznega organizma v širši prostorski ločljivosti (kontinent ali svet), manj primeren pa program je za prostorsko modeliranje na nacionalnem nivoju. Če so na voljo podrobnejši podatki za določitev rastnih in stresnih pogojev, je CLIMEX zelo dobro orodje za proučevanje vpliva posameznega dejavnika na razvoj posameznega organizma.

S CLIMEX programom nismo opravili prostorsko modeliranje za slovenski prostor, ker smo z rastrskim modeliranjem bili neprimerno bolj natančni in uspešni.



Slika 6.1.3: Ugodni pogoji za pojav bolezni borove uvelosti v Evropi ob simulaciji klimatskih sprememb, kjer je dvig temperature v poletnih mesecih 1 °C (rdeče ugodno za razvoj bolezni, modro neugodno).

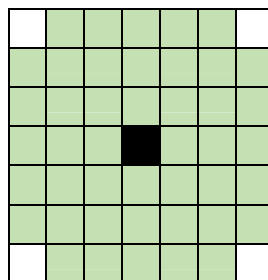
6.2 Simulacija širjenja borove ogorčice s celičnimi avtomati

6.2.1 Metode dela

Za vrsto modela smo izbrali stohastične celične avtomate (CA). Osnovne značilnosti CA so (Lichtenegger, 2005):

- prostor in čas sta diskretna, mrežo celic opazujemo v določenih časovnih korakih;
- pri vsakem časovnem koraku vsaka celica zavzame določeno stanje izmed končnega števila stanj;
- stanje celic se spreminja v skladu s predpisanimi determinističnimi pravili, ki veljajo za vse celice in vse časovne korake: stanje celice v določenem časovnem koraku je odvisno samo od njenega stanja in stanja sosednjih celic iz prejšnjega koraka ali korakov.

Vsak CA je definiran s štirimi med seboj odvisnimi elementi: geometrijo mreže celic, sosedstvom celice, številom stanj, ki jih posamezna celica lahko zavzame, in pravilom za določitev novega stanja celice (Hayes, 1984). V našem primeru smo za geometrijo mreže celic izbrali dvodimenzionalno mrežo kvadratne oblike, prostorska ločljivost $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$. Sosedstvo celice določuje, katere celice bodo vplivale na določitev naslednjega stanja posamezne celice. Za naš model smo izbrali razširjeno Moorovo sosedstvo (6.2.1). Vsaka celica lahko zavzame eno od dveh stanj, tj. borova ogorčica je v celici prisotna, borova ogorčica v celici ni prisotna. Celice na robovih nimajo definiranih vseh sosednjih celic, zato smo za mejne celice definirali pravila z manj sosedi. Časovna ločljivost modela je 1 leto.



Slika 6.2.1: Sosedstvo celice v celičnih avtomatih, razširjeno Moorovo sosedstvo

Pri dvodimenzionalni kvadratni mreži lahko pravilo določitve novega stanja zapišemo kot (Šemrov *et al.*, 1996):

$$a_{x,y}(t+1) = f(a_{x\pm i, y\pm j}(t-l))$$

kjer so vrednosti i in j odvisne od definirane sosedstva, $a_{x,y}$ je stanje celice na poziciji (x, y) , l pa vpliv prejšnjih generacij celic. Stanja prehajajo med seboj sinhrono, to je spreminjajo se sočasno v odvisnosti od stanj sosednjih celic v prejšnjem časovnem koraku. Za pravilo določitve novega stanja je značilno, da je deterministično, prostorsko lokalno (pravilo na posameznem mestu mreže celic je odvisno samo od stanja celic v lokalnem sosedstvu), časovno lokalno (odvisno samo od stanj v določenem številu predhodnih korakov, navadno samo enem ali dveh) in uniformo (enako za vse celice v mreži).

6.2.1.1 Pravila določitve stanja celic

Razdalja širjenja

Hitrost širjenja borove ogorčice je v modelu odvisna od gostote gostiteljev. Pravilo: večja je gostota gostiteljev, manjša je razdalja leta žagovinarja (preglednica 6.2.1). Pravilo: žagovinar preleti najmanjšo možno razdaljo.

Preglednica 6.2.1: Pravilo določitve razdalje širjenja borove ogorčice glede na gostoto gostiteljev

Razdalja širjenja (km)	Gostota gostiteljev (razred)*
1	4
2	≥ 3
3	≤ 2

*Opomba: razredi gostote gostiteljev so določeni v preglednici 6.2.3

Verjetnost naselitve

Stohastični celični avtomati vključujejo verjetnostno spremenljivko. V našem modelu smo verjetnost vključili z dvema spremenljivkama: povprečna mesečna temperatura julija in sušni stres (preglednica 6.2.2).

Preglednica 6.2.2: Verjetnost naselitve v celico v odvisnosti od temperature in sušnega stresa

Temperatura (°C)*	Verjetnost naselitve v celico (%)	Verjetnost naselitve v celico, ob prisotnosti sušnega stresa (%)
≥ 22	80	100
20–21	50	70
18–19	10	30

Opomba: *povprečna mesečna temperatura julija v 30 letnem obdobju

Preglednica 6.2.3: Mejne vrednosti razredov gostote gostiteljev (št. dreves/ha)

Skupina gostiteljev	Razred gostote			
	1	2	3	4
<i>Pinus</i> spp.	nad 0 do pod 7,6	od 7,6 do pod 27,0	od 27,0 do pod 83,3	od 83,3
vsi gostitelji	nad 0 do pod 64,5	od 64,5 do pod 160,6	od 160,6 do pod 290,7	od 290,7

Gostota populacije vektorjev

Pravilo upoštevanja gostote populacije vektorjev. Za Slovenijo nimamo na voljo dovolj podatkov o gostoti populacije vektorjev borove ogorčice, tj. kozličkov iz rodu *Monochamus* (žagovinarji), za namen simulacije širjenja borove ogorčice, katerega prostorska ločljivost je 1 km × 1 km. Zato smo se odločili, da bomo uporabili naslednjo predpostavko: žagovinarji so v Sloveniji splošno prisotni. Pojavijo se v povezavi z odmrliimi iglavci eno leto kasneje

upoštevajoč njihov razvojni krog. Zato smo pri simulaciji širjenja borove ogorčice uporabili pravilo +1 leto: gostitelj se posuši zaradi borove ogorčice, v posušenem drevesu se razvijejo žagovinarji, naslednje leto izletijo in širijo borovo uvelost do razdalje 3 km.

Žarišče, ukrepanje

Žarišče je definirano s krogom, katerega polmer je odvisen od gostote gostiteljev, središče pa s celico, kjer je prisotna borova ogorčica. To pravilo je identično pravilu za določitev razdalje širjenja borove ogorčice.

Predpostavka: verjetnost, da smo borovo ogorčico z ukrepom (posekom) zaustavili je 99,5 %. Zato je verjetnost, da se bo borova ogorčica širila naprej iz območja, kjer smo žarišče posekali, manjša kot 0,5 %. Iz posekanih žarišč se lahko širi borova ogorčica še tri leta po poseku zaradi npr. trajanja poseka, možnosti namnožitve v panjih, ostankih ipd. Predpostavka: vsa nova žarišča odkrijemo in jih posekamo.

Inkubacijska doba

Inkubacijska doba je tri leta. To je doba, katera mora preteči, da se iz začetne točke vnosa borova ogorčica začne širiti v okolico.

6.2.1.2 Različice izračunov modela

Izbrali smo tri lokacije, ki potencialno predstavljajo največ možnosti za vnos, in iz njih simulirali širjenje borove ogorčice:

1. Luka Koper, X: 402.980 m, Y: 46.592 m;
2. Letališče Brnik, X: 458.459 m, Y: 120.928 m;
3. Spodnje Hoče, uvoz okroglega lesa iz tujine, X: 551.096 m, Y: 151.211 m.

Z razvitim modelom lahko simuliramo širjenje borove ogorčice iz poljubne začetne lokacije in več lokacij na enkrat.

Različice izračunov modela se med seboj razlikujejo po tem, katere skupine gostiteljev upoštevajo, ali ukrepamo in po podnebnih razmerah:

- Upoštevanje gostiteljev: gostitelji so samo bori, upoštevamo vse gostitelje. Predpostavka: gostota in lesna zaloga gostiteljev je konstanta.
- Za vsak primer upoštevanja različnih gostiteljev smo izračunali model z ukrepi ali brez ukrepov. Simulacijo z ukrepi smo ponovili 300 krat, simulacijo brez ukrepov 30 krat. Pri simulaciji z ukrepi smo spremenili pravilo razdalje širjenja v žarišču (na površini ukrepa) tako, da smo domnevali, da bodo vektorji leteli do 3 km ne glede na gostoto gostiteljev.
- Model smo izračunali za tri različne podnebne razmere: sedanje razmere (obdobje 1971–2000), scenarij podnebnih sprememb 2021–2050, scenarij podnebnih sprememb 2061–2090. Pri tem smo predpostavljali, da so podnebne razmere med simulacijo konstantne.

Skupaj smo tako izračunali 36 različic, tj. 12 različic na izbrano izhodišče.

6.2.1.3 Izračun gospodarske škode

Izračun gospodarske škode smo izvedli po metodologiji, ki jo je pripravila delovna skupina 2: Ocena gospodarskih učinkov.

Za izračun tržne vrednosti lesnih sortimentov smo uporabili odkupne cene za les na kamionski cesti, ki smo jih pridobili na spletni strani podjetja Steza d.o.o. (marec 2012). Pri oceni sortimentne strukture smo predpostavili, da bo 80 % vsega poseka predstavljal celulozni les

(27 €/m³), preostalih 20 % pa hlodovina (41 €/m³). Preračun iz bruto količin v neto količine smo izvedli z veljavnim pretvorbenim faktorjem za iglavce (0,85). Skupni volumen nadzemne lesne mase smo izračunali z uporabo faktorja (1,12; na podlagi vrednosti iz Gozdarskega priročnika). V izračunu stroškov smo upoštevali stroške sečnje in spravila (20 €/m³), medtem ko smo pri izdelavi sekancev stroškom dodali še stroške sekalnika (3 €/nm³). Glede na to, da morajo biti vsi sekanci, na razmejenem območju za venenje borov, manjši kot 3 cm v vsaki od treh dimenzij, smo uporabili temu primeren pretvorbeni faktor za gostoto nasutja (2,5) za velikostni razred lesnih sekancev P16 (EN 14961-4:2011). Predvideli smo izpad dohodka, ki bi nastal v primeru, da sekance prodamo po ceni 11 €/nm³, in primer, da sekancev ne prodamo, ampak jih pustimo v gozdu oz. jih uničimo na samem mestu napada borove ogorčice. Gospodarsko škodo smo tukaj definirali kot razliko v dohodku med stroški izdelave lesnih sekancev in prodajo okroglega lesa na kamionski cesti.

6.2.2 Rezultati

6.2.2.1 Trajanje simulacije in potencialna hitrost širjenja borove ogorčice

Iz rezultatov simulacij lahko sklepamo, da je za čas trajanja širjenja borove ogorčice bistvenega pomena vstopna točka. Tako je čas trajanja najkrajši iz Brnika, tj. iz središča Slovenije, in najdaljši iz Kopra: naravno širjenje borove ogorčice iz Brnika ob ne ukrepanju z upoštevanjem sedanjih podnebnih razmer in vseh gostiteljev bi trajalo povprečno 200 let, iz Kopra 294 let, iz Hoč 233 let (preglednica 6.2.4).

Preglednica 6.2.4: Trajanje simulacij

Različica simulacije				Trajanje (let)			Št. pon.	St. odklon
Kraj	Podnebje	Ukrep	Gostitelji	Najmanj	Povprečno	Največ		
Brnik	1971–2000	Ne	bori	181	199,8	221	30	10,1
Brnik	1971–2000	Ne	vsi	189	200,6	223	30	8,2
Brnik	1971–2000	Da	bori	3	3,8	21	300	2,2
Brnik	1971–2000	Da	vsi	3	3,6	16	300	1,8
Brnik	2021–2050	Ne	bori	116	132,4	146	30	8,1
Brnik	2021–2050	Ne	vsi	138	147,5	164	30	6,2
Brnik	2021–2050	Da	bori	3	4	20	300	2,8
Brnik	2021–2050	Da	vsi	3	4	22	300	2,7
Brnik	2061–2090	Ne	bori	99	100,7	106	30	1,3
Brnik	2061–2090	Ne	vsi	108	108,5	113	30	1
Brnik	2061–2090	Da	bori	3	4,3	22	300	3,1
Brnik	2061–2090	Da	vsi	3	3,9	24	300	2,8
Hoče	1971–2000	Ne	bori	266	280,5	300	30	7,9
Hoče	1971–2000	Ne	vsi	213	233	247	30	8,4
Hoče	1971–2000	Da	bori	3	4	19	300	2,9
Hoče	1971–2000	Da	vsi	3	3,9	30	300	2,8
Hoče	2021–2050	Ne	bori	181	190,3	204	30	5,2
Hoče	2021–2050	Ne	vsi	168	199,4	234	30	12
Hoče	2021–2050	Da	bori	3	3,9	24	300	2,9
Hoče	2021–2050	Da	vsi	3	4,1	21	300	3
Hoče	2061–2090	Ne	bori	137	141,2	146	30	2,7
Hoče	2061–2090	Ne	vsi	143	150,1	163	30	4,7
Hoče	2061–2090	Da	bori	3	4,1	27	300	3
Hoče	2061–2090	Da	vsi	3	4,3	20	300	3,3
Koper	1971–2000	Ne	bori	276	291,5	307	30	8,3
Koper	1971–2000	Ne	vsi	268	294,2	337	30	12,5
Koper	1971–2000	Da	bori	3	4,7	17	300	3

Različica simulacije				Trajanje (let)			Št. pon.	St. odklon
Kraj	Podnebje	Ukrep	Gostitelji	Najmanj	Povprečno	Največ		
Koper	1971–2000	Da	vsi	3	4,8	21	300	3,3
Koper	2021–2050	Ne	bori	177	199,5	222	30	10,4
Koper	2021–2050	Ne	vsi	182	199,8	217	30	7,8
Koper	2021–2050	Da	bori	3	4,8	22	300	3,3
Koper	2021–2050	Da	vsi	3	4,8	24	300	3,4
Koper	2061–2090	Ne	bori	148	150,1	157	30	2,1
Koper	2061–2090	Ne	vsi	149	150,2	155	30	1,7
Koper	2061–2090	Da	bori	3	5	18	300	3,2
Koper	2061–2090	Da	vsi	3	5	17	300	3,2

Opomba: najmanjše in najdaljše trajanje je izraženo v absolutnih vrednostih

Podnebne razmere bi lahko zelo vplivale na trajanje in s tem na hitrost širjenja borove ogorčice. Trajanje se bi z upoštevanjem scenarija podnebnih sprememb 2061–2090 skrajšalo skoraj za polovico, na primeru vstopne točke Brnik iz 200 na 108 let, Koper iz 294 na 150 let, Hoče iz 233 na 150 let povprečno.

Preglednica 6.2.5: Potencialna hitrost širjenja borove ogorčice

Različica simulacije				Hitrost širjenja (km leto ⁻¹)		
Kraj	Podnebje	Ukrep	Gostitelji	Najmanj	Povprečno	Največ
Brnik	1971–2000	Ne	bori	0,65	0,72	0,79
Brnik	1971–2000	Ne	vsi	0,71	0,79	0,84
Brnik	1971–2000	Da	bori	0,00	0,26	0,92
Brnik	1971–2000	Da	vsi	0,00	0,22	1,41
Brnik	2021–2050	Ne	bori	0,98	1,08	1,24
Brnik	2021–2050	Ne	vsi	0,97	1,08	1,15
Brnik	2021–2050	Da	bori	0,00	0,31	0,98
Brnik	2021–2050	Da	vsi	0,00	0,32	0,93
Brnik	2061–2090	Ne	bori	1,36	1,43	1,45
Brnik	2061–2090	Ne	vsi	1,41	1,47	1,47
Brnik	2061–2090	Da	bori	0,00	0,40	1,00
Brnik	2061–2090	Da	vsi	0,00	0,34	1,10
Hoče	1971–2000	Ne	bori	0,66	0,70	0,74
Hoče	1971–2000	Ne	vsi	0,80	0,85	0,92
Hoče	1971–2000	Da	bori	0,00	0,30	1,17
Hoče	1971–2000	Da	vsi	0,00	0,30	0,95
Hoče	2021–2050	Ne	bori	0,96	1,03	1,08
Hoče	2021–2050	Ne	vsi	0,84	0,98	1,17
Hoče	2021–2050	Da	bori	0,00	0,29	1,04
Hoče	2021–2050	Da	vsi	0,00	0,35	1,30
Hoče	2061–2090	Ne	bori	1,34	1,39	1,43
Hoče	2061–2090	Ne	vsi	1,20	1,31	1,37
Hoče	2061–2090	Da	bori	0,00	0,34	0,83
Hoče	2061–2090	Da	vsi	0,00	0,40	1,31
Koper	1971–2000	Ne	bori	0,73	0,77	0,81
Koper	1971–2000	Ne	vsi	0,73	0,83	0,92
Koper	1971–2000	Da	bori	0,00	0,53	1,03
Koper	1971–2000	Da	vsi	0,00	0,56	0,80
Koper	2021–2050	Ne	bori	1,01	1,12	1,26
Koper	2021–2050	Ne	vsi	1,13	1,22	1,34
Koper	2021–2050	Da	bori	0,00	0,54	0,89
Koper	2021–2050	Da	vsi	0,00	0,56	1,17
Koper	2061–2090	Ne	bori	1,42	1,49	1,51

Različica simulacije				Hitrost širjenja (km leto ⁻¹)		
Kraj	Podnebje	Ukrep	Gostitelji	Najmanj	Povprečno	Največ
Koper	2061–2090	Ne	vsi	1,58	1,63	1,64
Koper	2061–2090	Da	bori	0,00	0,61	0,89
Koper	2061–2090	Da	vsi	0,00	0,64	0,98

Opomba: najpočasnejše in najhitreje širjenje je izraženo v povprečnih vrednostih

Simulacija je v primeru ukrepanja trajala največ 30 let. Simulacija je pri upoštevanju trenutnih podnebnih razmer in vseh gostiteljev iz vstopne točke Brnik povprečno trajala 3,6 let, Koper 4,8 let, Hoče 3,9 let. Toplejše podnebje je simulacijo v primeru ukrepanja podaljšalo zaradi ugodnejših pogojev za širjenje borove ogorčice: na primeru vstopne točke Brnik iz 3,6 na 3,9 let, Koper iz 4,8 na 5,0 let, Hoče iz 3,9 na 4,3 let.

Povprečna hitrost širjenja v primerih brez ukrepanja je bila 0,65–0,92 (0,78 povprečno) km leto⁻¹, v primeru toplejšega podnebja pa je bilo širjenje hitreje, tj. 0,84–1,64 km leto⁻¹ (preglednica 6.2.5). Ukrepanje je borovo ogorčico zaustavljalo, povprečna hitrost širjenja je bila v primeru ukrepanja 0,36 km leto⁻¹, v primeru toplejšega podnebja 0,42 km leto⁻¹.

Iz rezultatov simulacij lahko sklepamo, da bodo ukrepi potencialno zelo učinkoviti, saj bi večino vnosov borove ogorčice zatrli že po treh letih, tj. za primer vnosa v Brnik 83–85,3 %, v Hoče 81,3–84,7 %, v Koper 60,3–66,7 % (preglednica 6.2.6). V Kopru bi v prvih treh letih zatrli značilno manj primerov kot v primeru vnosa v Brnik ali Hoče. Razlog za to je predvsem v ugodnejših podnebnih razmerah za širjenje borove ogorčice v submediteranskem okolju (predvsem je prisoten sušni stres že v trenutnih podnebnih razmerah). V 10 letih od vnosa bi z ukrepi potencialno zatrli že skoraj vse primere, tj. v primeru Brnika 95,7–98,3 %, Hoč 91,3–94,0 % in Kopra 91,0–92 %. Dokončno bi najbolj pesimističnem scenariju z ukrepi zatrli borovo ogorčico v 30. letih.

Preglednica 6.2.6: Učinkovitost ukrepov v različnih podnebnih razmerah za primer simulacije z vsemi gostitelji (v %, n = 300)

Leto	Brnik			Hoče			Koper		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
3	85,3	83,0	85,0	84,7	83,3	81,3	66,7	65,3	60,3
10	98,3	96,0	95,7	96,0	94,0	91,3	91,3	92,0	91,0
20	100,0	99,7	99,7	99,7	99,7	100,0	99,7	99,7	100,0
30	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Opomba: podnebne razmere P1: 1971–2000, P2: 2021–2050, P3: 2061–2090

6.2.2.2 Potencialni obseg škode

Razlika v dohodku med prodajo izdelave lesnih sekancev po ceni 11 €/nm³ in prodajo okroglega lesa na kamionski cesti (»gospodarska škoda«) za sedanje podnebne razmere, vse gostitelje in primer ne ukrepanja se je gibala od –231 do –342 €/ha povprečno (preglednica 6.2.7). Zaznali smo velike razlike glede na mesto vstopa borove ogorčice v Slovenijo: najmanjša je bila v Kopru (–231 €/ha), v Hočah je bila razlika za 25 % večja, v Brniku za 48 %. V primeru, da bi sekance pustili v gozdu ali jih uničili, bi škoda bila 11,5 krat večja, tj. v simulaciji je znašala 2654–3932 €/ha povprečno. V primeru ukrepanja se je povprečna razlika povečala v primeru Brnika in Hoč, Kopra pa zmanjšala: v primeru, da bi lesne sekance prodali po ceni 11 €/nm³ je znašala za Brnik 557, €/ha, Hoče 320 €/ha, za primer Kopra pa se je zmanjšala in je znašala 63 €/ha. Razlog za zmanjšanje v primeru Kopra je v manjši količini

poškodovane lesne zaloge vseh gostiteljev (v okolici Kopra je predvsem bor). Če lesnih sekancev ne bi prodali in bi njihova proizvodnja pomenila izključno strošek, bi izguba v primeru ukrepanja znašala 3686 €/ha za primer Hoč, 6414 €/ha za Brnik in 729 €/ha na primeru Kopra.

V primeru toplejšega podnebja, ukrepanja in vseh gostiteljev ob ceni lesnih sekancev 11 €/nm³ je bilo zaznati trend upadanja škode, če vzamemo izhodiščni točki Brnik in Hoče, tj. pri Brniku je povprečna škoda padla iz 557 na 516 €/ha, pri Hočah pa iz 320 na 308 €/ha v podnebnih razmerah 2021–2050. Pri Kopru pa se je povprečna škoda povečala iz 63 na 79 €/ha. Če bi lesne sekance pustili v gozdu, bi pri Kopru strošek narasel iz 729 na 914 €/ha, v primeru Brnika bi padel iz 6414 na 5939 €/ha, v primeru Hoč bi padel iz 3686 na 3549 €/ha v podnebnih razmerah 2021–2050, v podnebnih razmerah 2061–2090 pa bi narasel na 3996 €/ha.

Preglednica 6.2.7: Potencialni obseg škode (€/ha)

Različica simulacije				Cena sekancev 11 €/nm ³			Cena sekancev 0 €/nm ³		
Kraj	Podnebje	Ukrep	Gostitelji	Min.	Povp.	Maks.	Min.	Povp.	Maks.
Brnik	1971–2000	Ne	bori	-110	-103	-96	-1266	-1185	-1106
Brnik	1971–2000	Ne	vsi	-357	-342	-329	-4112	-3932	-3790
Brnik	1971–2000	Da	bori	-222	-179	-118	-2553	-2063	-1359
Brnik	1971–2000	Da	vsi	-606	-557	-497	-6976	-6414	-5720
Brnik	2021–2050	Ne	bori	-101	-99	-96	-1163	-1135	-1102
Brnik	2021–2050	Ne	vsi	-372	-368	-365	-4279	-4237	-4196
Brnik	2021–2050	Da	bori	-201	-172	-132	-2319	-1975	-1515
Brnik	2021–2050	Da	vsi	-569	-522	-470	-6555	-6013	-5414
Brnik	2061–2090	Ne	bori	-99	-98	-97	-1136	-1129	-1121
Brnik	2061–2090	Ne	vsi	-421	-419	-418	-4850	-4829	-4810
Brnik	2061–2090	Da	bori	-197	-155	-98	-2266	-1786	-1124
Brnik	2061–2090	Da	vsi	-568	-516	-465	-6544	-5939	-5357
Hoče	1971–2000	Ne	bori	-101	-99	-97	-1165	-1141	-1120
Hoče	1971–2000	Ne	vsi	-293	-289	-284	-3370	-3322	-3273
Hoče	1971–2000	Da	bori	-317	-215	-110	-3653	-2476	-1268
Hoče	1971–	Da	vsi	-394	-320	-245	-4539	-3686	-2822

Različica simulacije				Cena sekancev 11 €/nm ³			Cena sekancev 0 €/nm ³		
Kraj	Podnebje	Ukrep	Gostitelji	Min.	Povp.	Maks.	Min.	Povp.	Maks.
	2000								
Hoče	2021–2050	Ne	bori	-101	-100	-99	-1160	-1147	-1134
Hoče	2021–2050	Ne	vsi	-338	-336	-333	-3888	-3864	-3839
Hoče	2021–2050	Da	bori	-191	-154	-107	-2199	-1775	-1226
Hoče	2021–2050	Da	vsi	-390	-308	-196	-4489	-3549	-2262
Hoče	2061–2090	Ne	bori	-102	-101	-101	-1174	-1165	-1157
Hoče	2061–2090	Ne	vsi	-380	-379	-378	-4378	-4363	-4347
Hoče	2061–2090	Da	bori	-195	-173	-150	-2240	-1995	-1731
Hoče	2061–2090	Da	vsi	-456	-347	-212	-5248	-3996	-2441
Koper	1971–2000	Ne	bori	-112	-108	-105	-1286	-1247	-1209
Koper	1971–2000	Ne	vsi	-237	-231	-224	-2728	-2654	-2579
Koper	1971–2000	Da	bori	-111	-75	-41	-1279	-858	-467
Koper	1971–2000	Da	vsi	-84	-63	-41	-972	-729	-470
Koper	2021–2050	Ne	bori	-105	-103	-100	-1210	-1183	-1157
Koper	2021–2050	Ne	vsi	-269	-265	-261	-3092	-3048	-3008
Koper	2021–2050	Da	bori	-123	-86	-44	-1414	-992	-509
Koper	2021–2050	Da	vsi	-140	-104	-69	-1611	-1193	-790
Koper	2061–2090	Ne	bori	-100	-100	-99	-1157	-1150	-1143
Koper	2061–2090	Ne	vsi	-290	-288	-287	-3338	-3319	-3301
Koper	2061–2090	Da	bori	-105	-74	-41	-1209	-855	-473
Koper	2061–2090	Da	vsi	-111	-79	-46	-1272	-914	-528

Opomba: vrednosti so povprečne tudi minimalne in maksimalne.

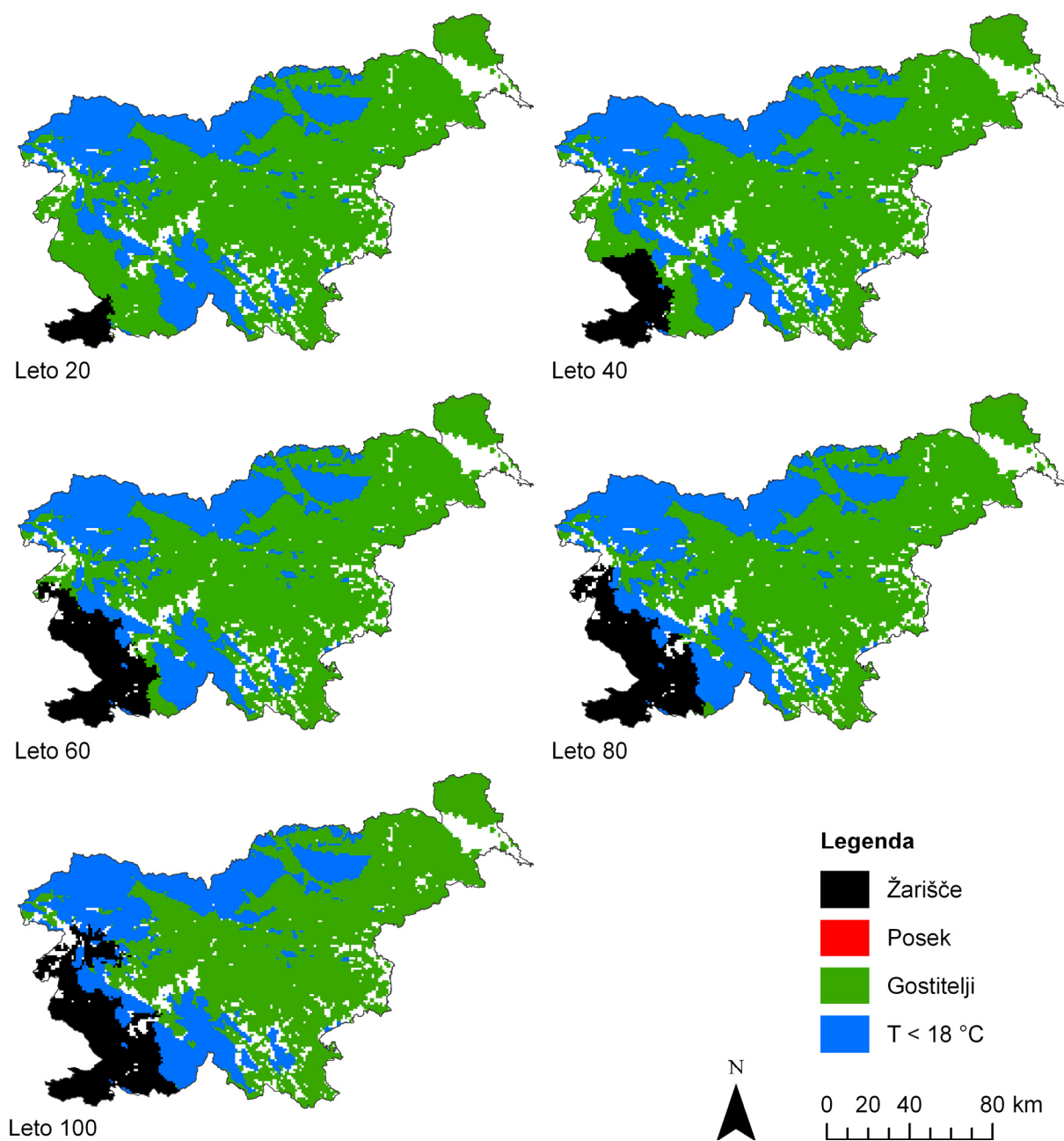
Koper

Slika 6.2.2: Koper - Karte potencialnega širjenja.

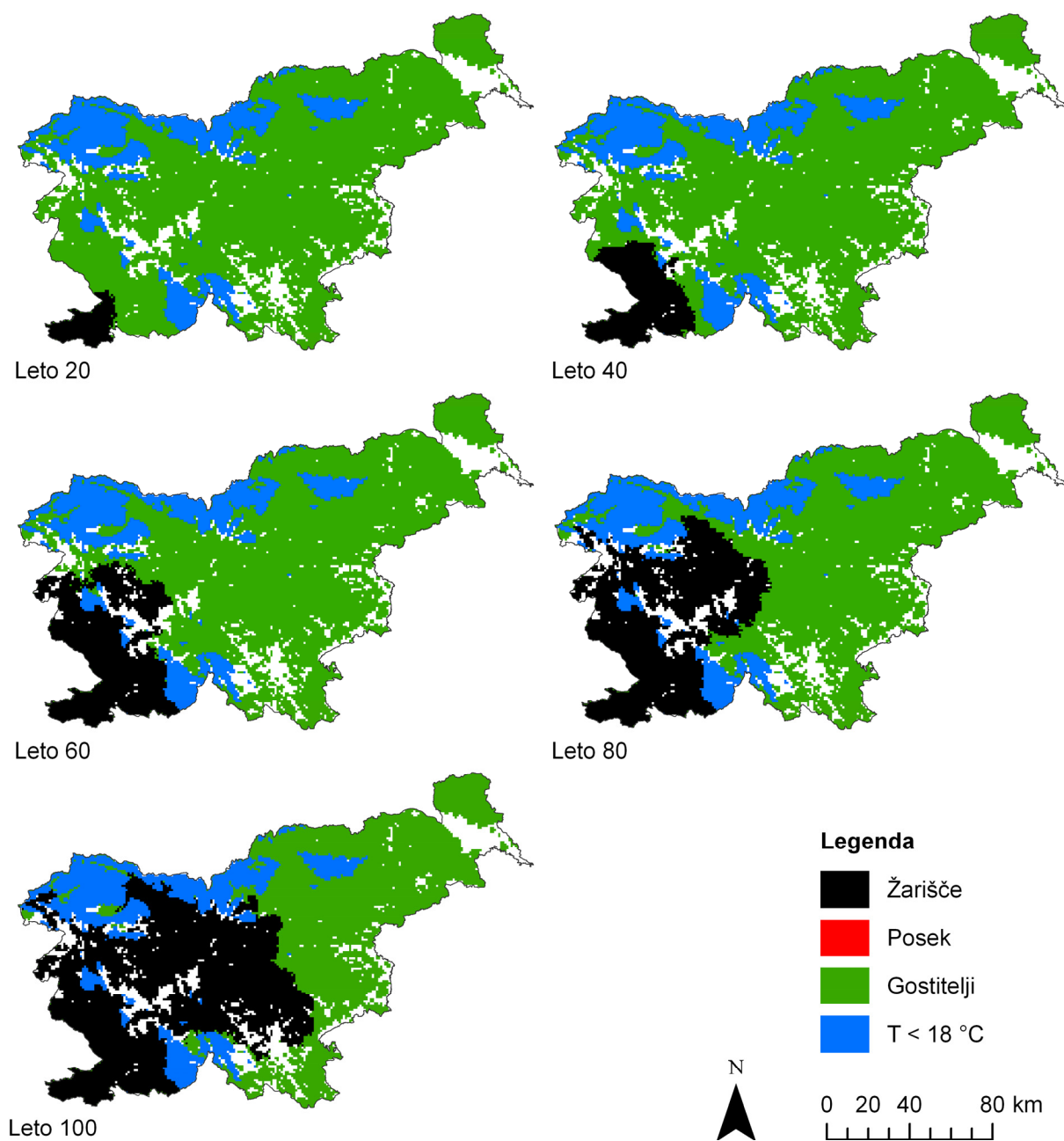
Tukaj predstavljamo karte potencialnega širjenja izbrane ponovitve simulacij za primer vstopne točke Koper. Pri vsaki karti je v glavi navedena različica simulacije. Pripravili smo karte za obdobje 20–100 let po vnosu, tj. 5 kart za leta 20, 40, 60, 80 in 100 po vnosu.

Iz kart lahko razberemo dve naravni oviri za borovo ogorčico. Prvo predstavlja temperaturna omejitev, ko je povprečna mesečna temperatura julija manjša kot 18 °C in se geografsko razteza v črti Snežnik – Javorniki – Hrušica – Trnovski gozd. Druga geografska ovira je vidna predvsem pri primeru, ko vzamemo za gostitelje samo bore in jo predstavlja dolina reke Mure, tj. Ravensko in Dolinsko, kjer skoraj ni primernih gostiteljev za borovo ogorčico. To sta dve naravni oviri, ki bi jih lahko uporabili za upočasnitev širjenja borove ogorčice iz obeh strani, tj. iz notranjosti Slovenije proti obali ali obratno in notranjosti proti Goričkem ali obratno. Naravno podnebno oviro Dinarskega gorstva bi lahko borova ogorčica predrila pri Postojna – Rakek in Tolmin – Idrija. Pri toplejšem podnebju, kot ga predvidevata scenarija podnebnih sprememb, bo ta naravna ovira skoraj v celoti izginila. Temperaturna ovira je prav tako podprta z gostitelji, saj na podobnem območju ni borov, gostiteljski most se sklada s temperaturnim mostom pri Postojni in Idriji.

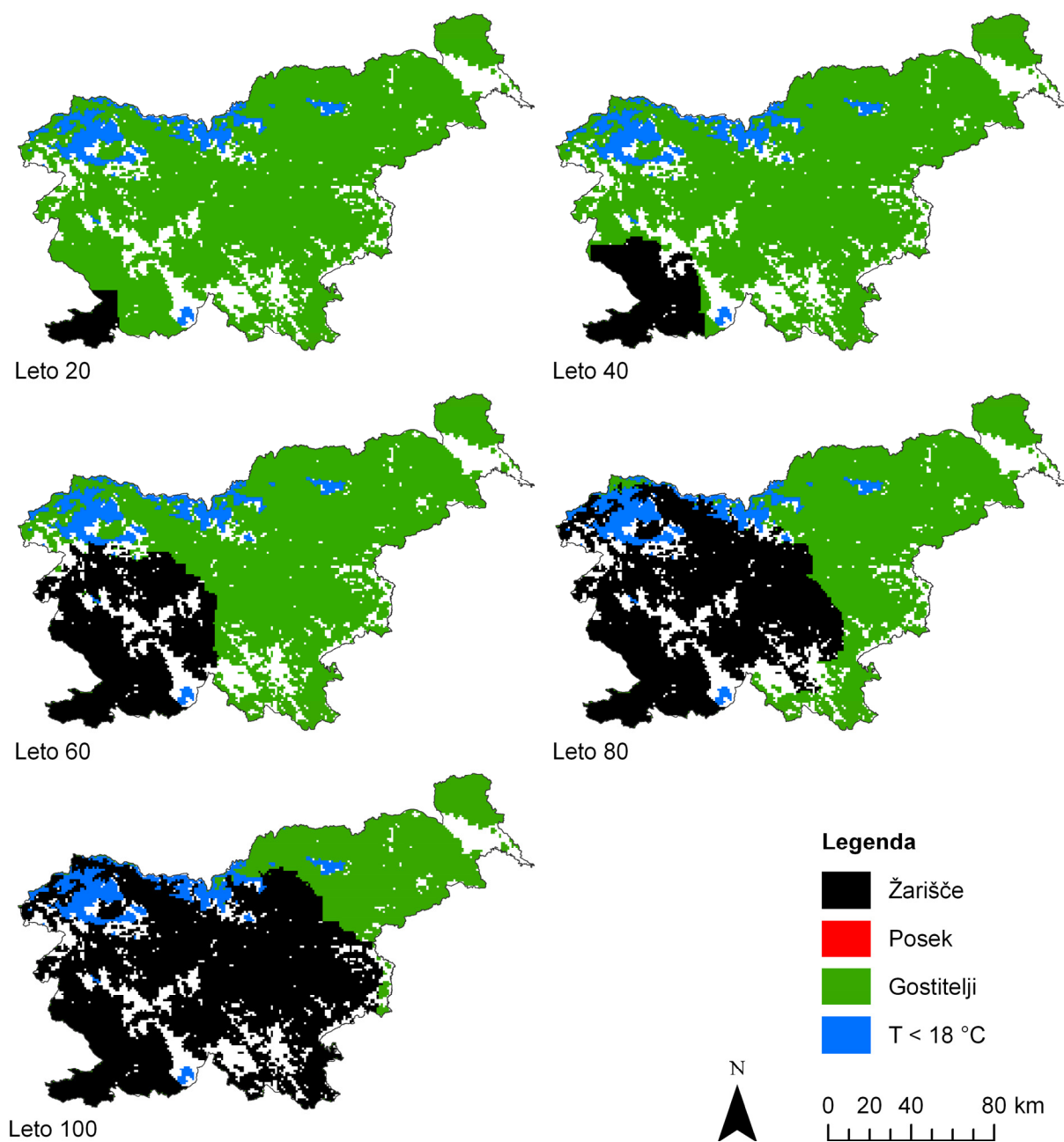
Koper, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: bori



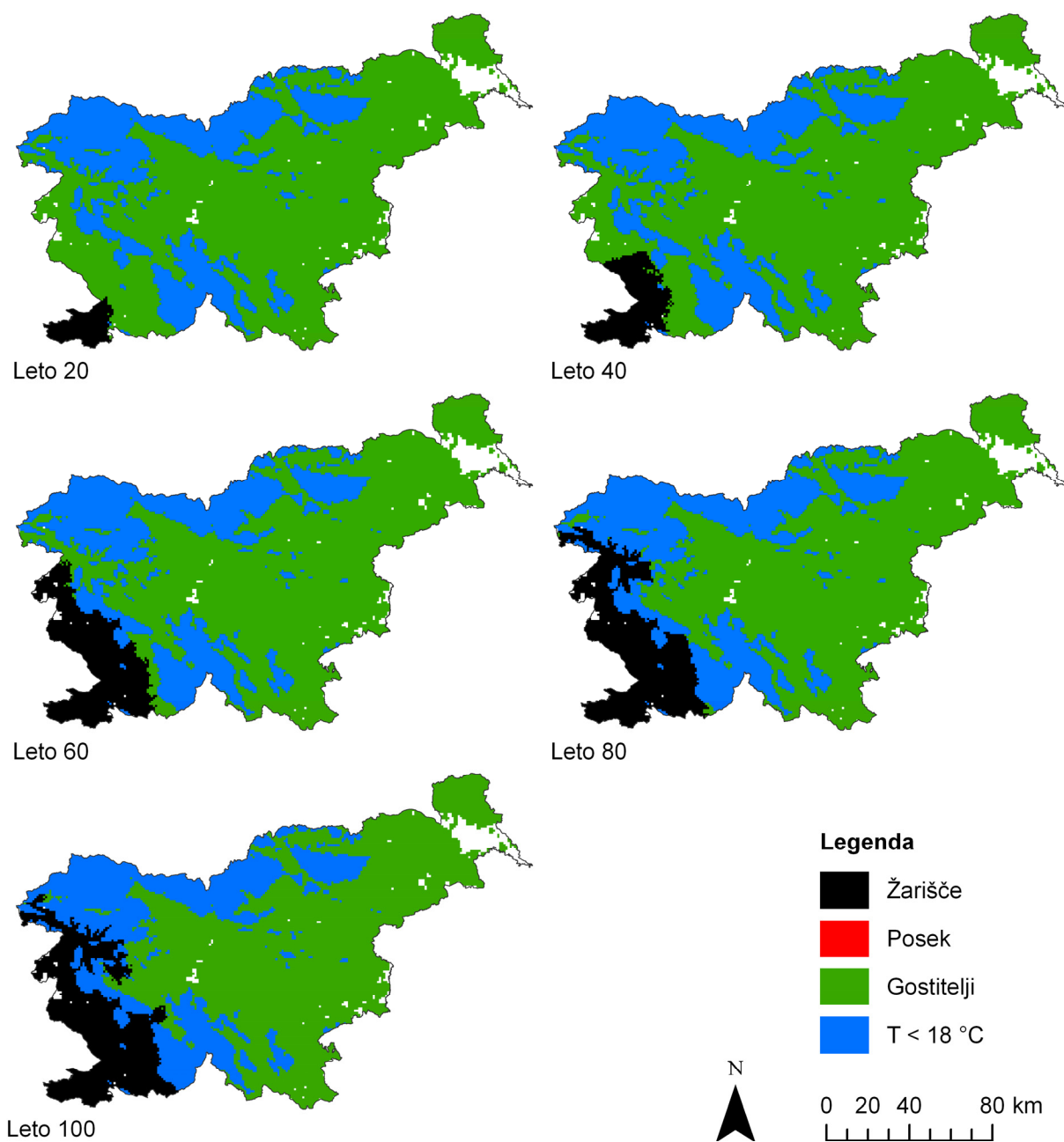
Koper, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: bori



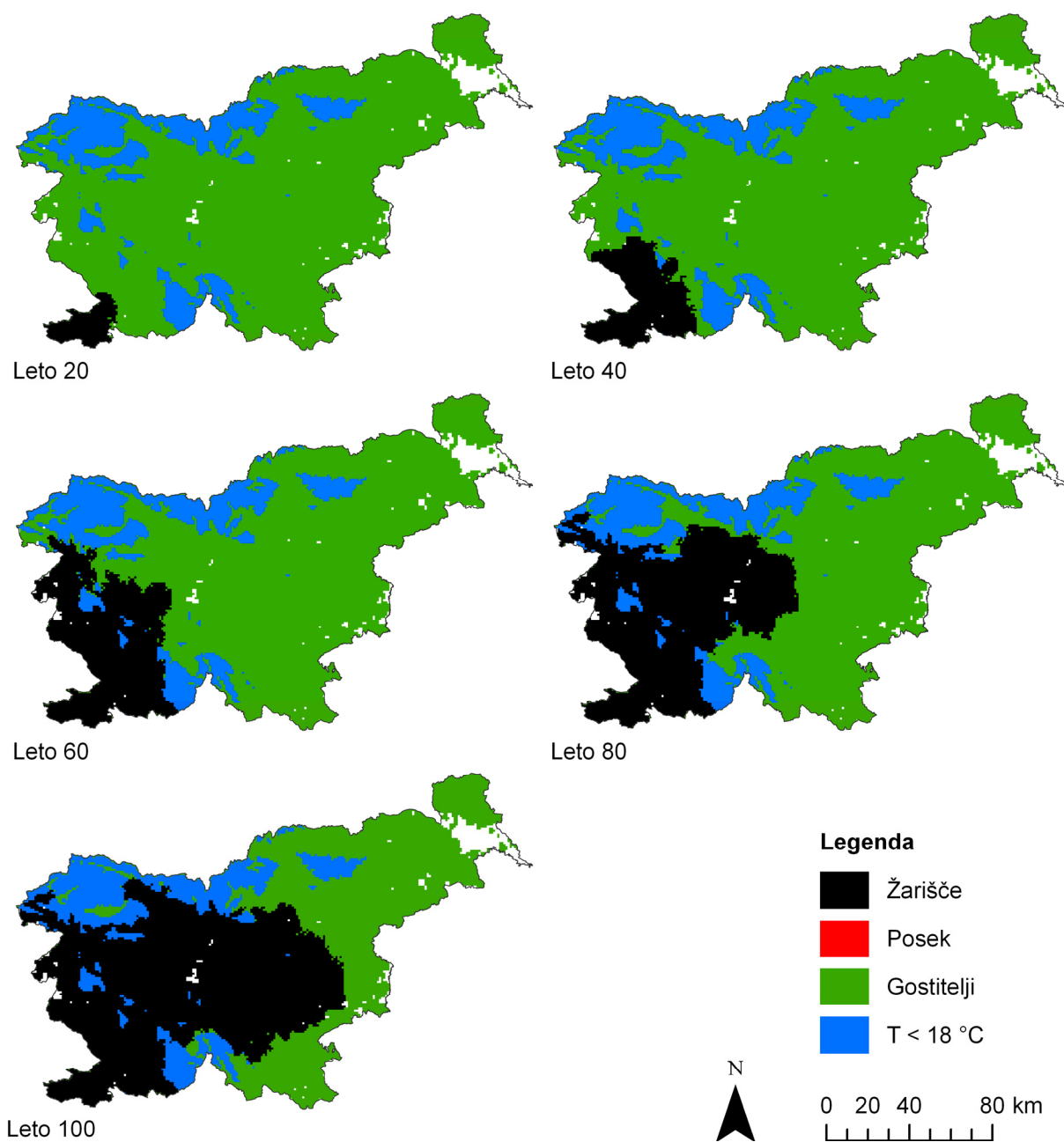
Koper, podnebje: 2061–2090, ukrep: ne, gostitelji: bori



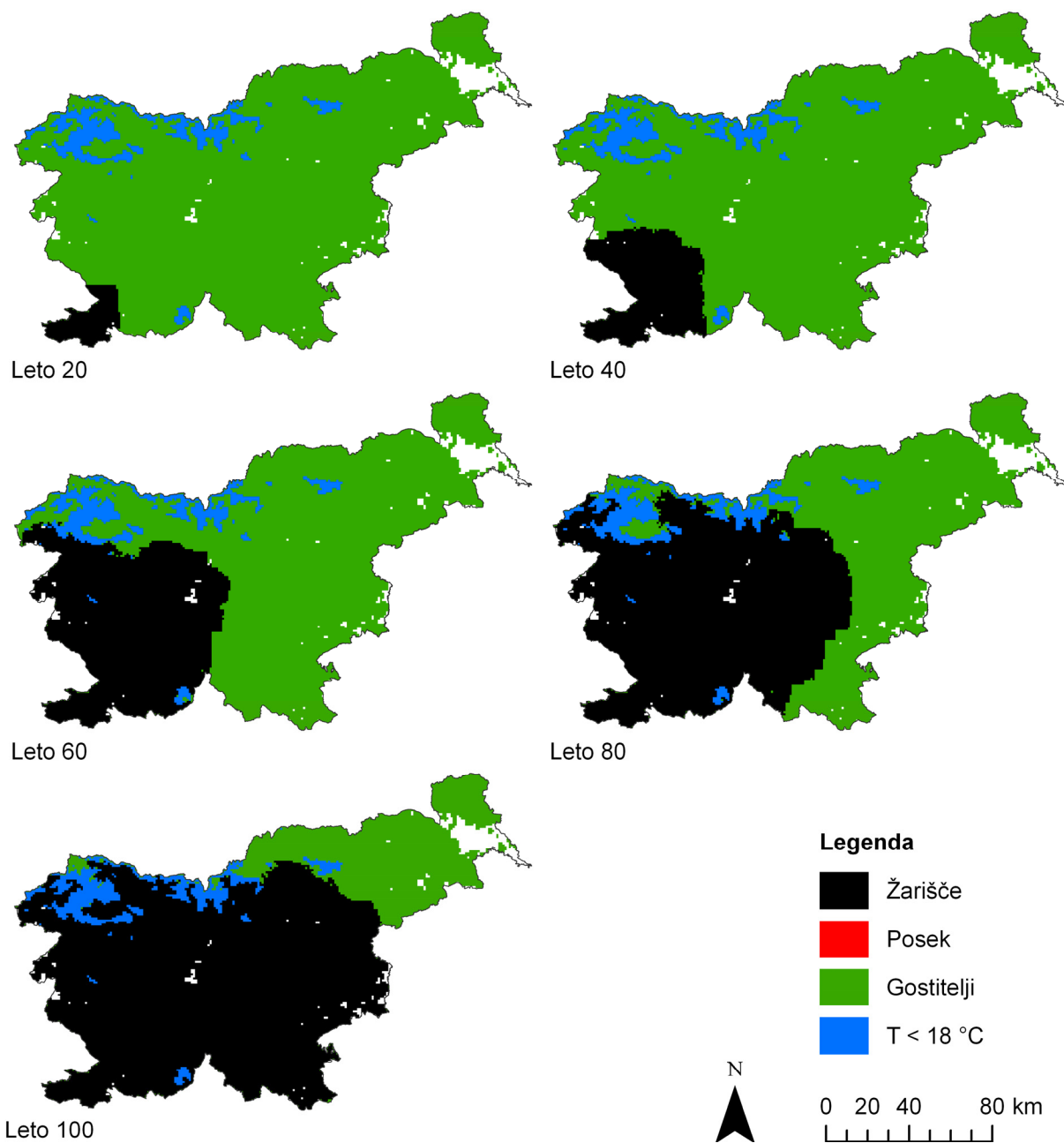
Koper, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: vsi



Koper, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: vsi

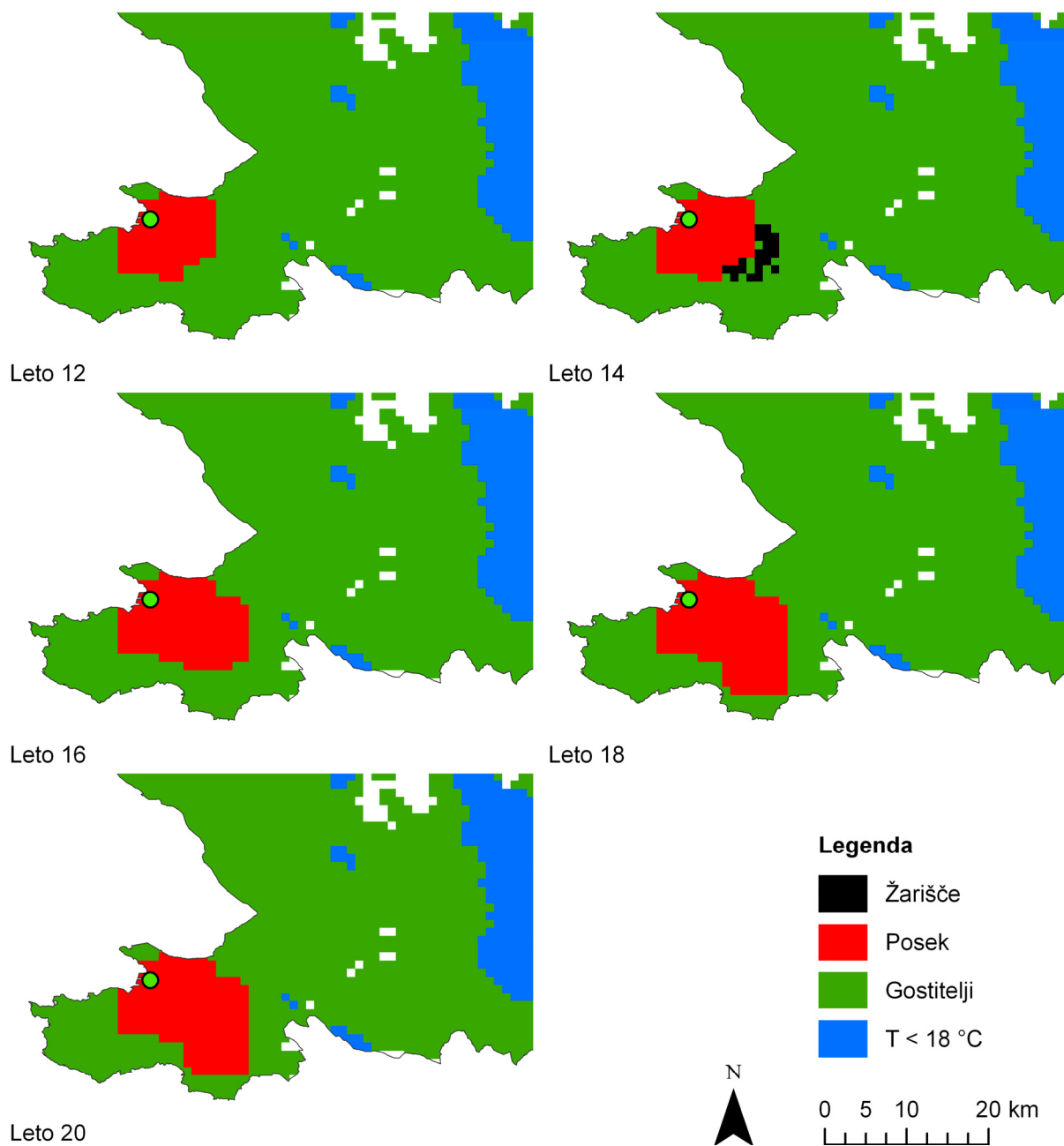


Koper, podnebje: 2061–2090, ukrep: ne, gostitelji: vsi

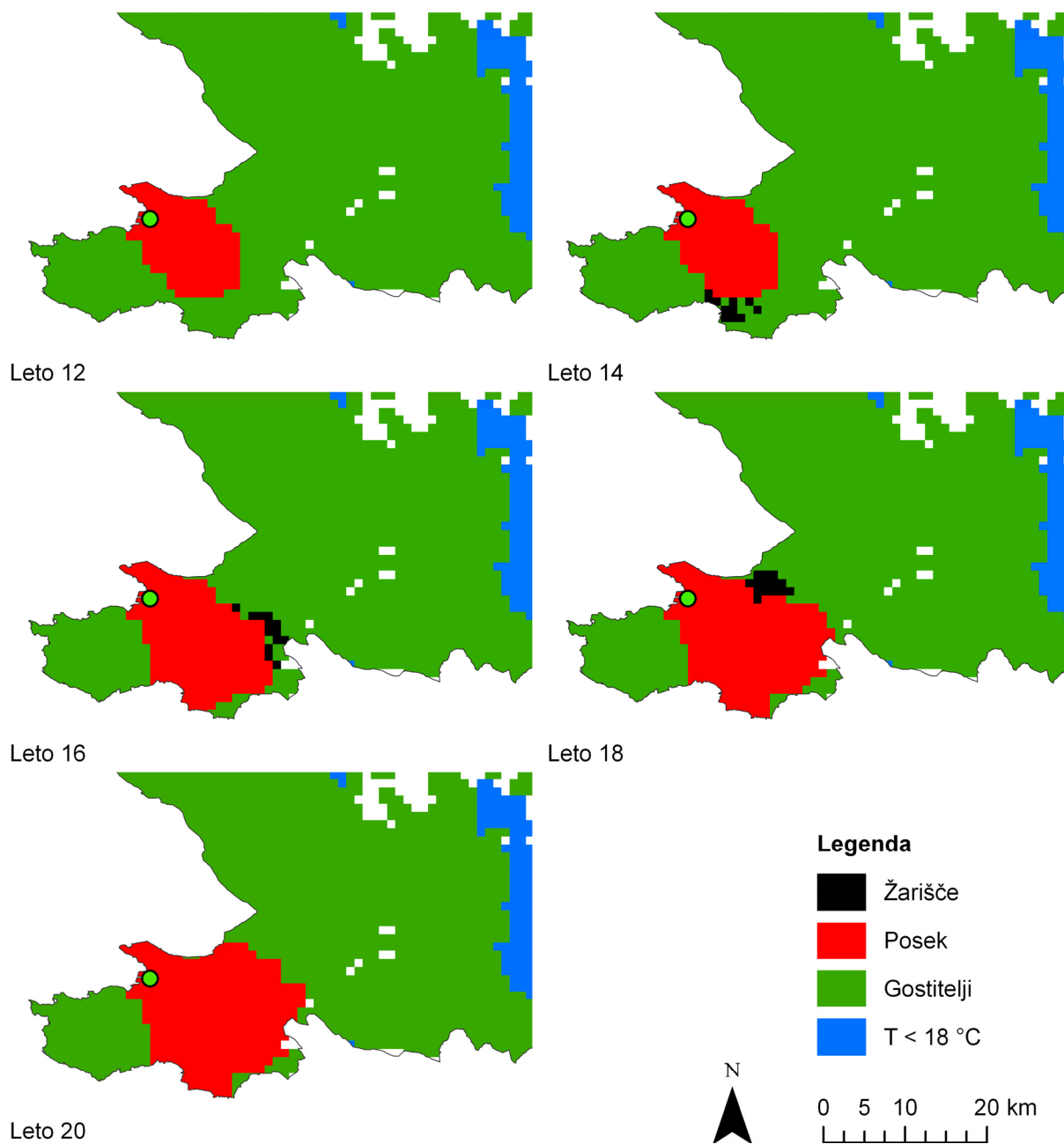


Pri kartah, kjer je simulacija upoštevala ukrepanje, smo izbrali ponovitev, kjer je širjenje borove ogorčice trajalo najdlje.

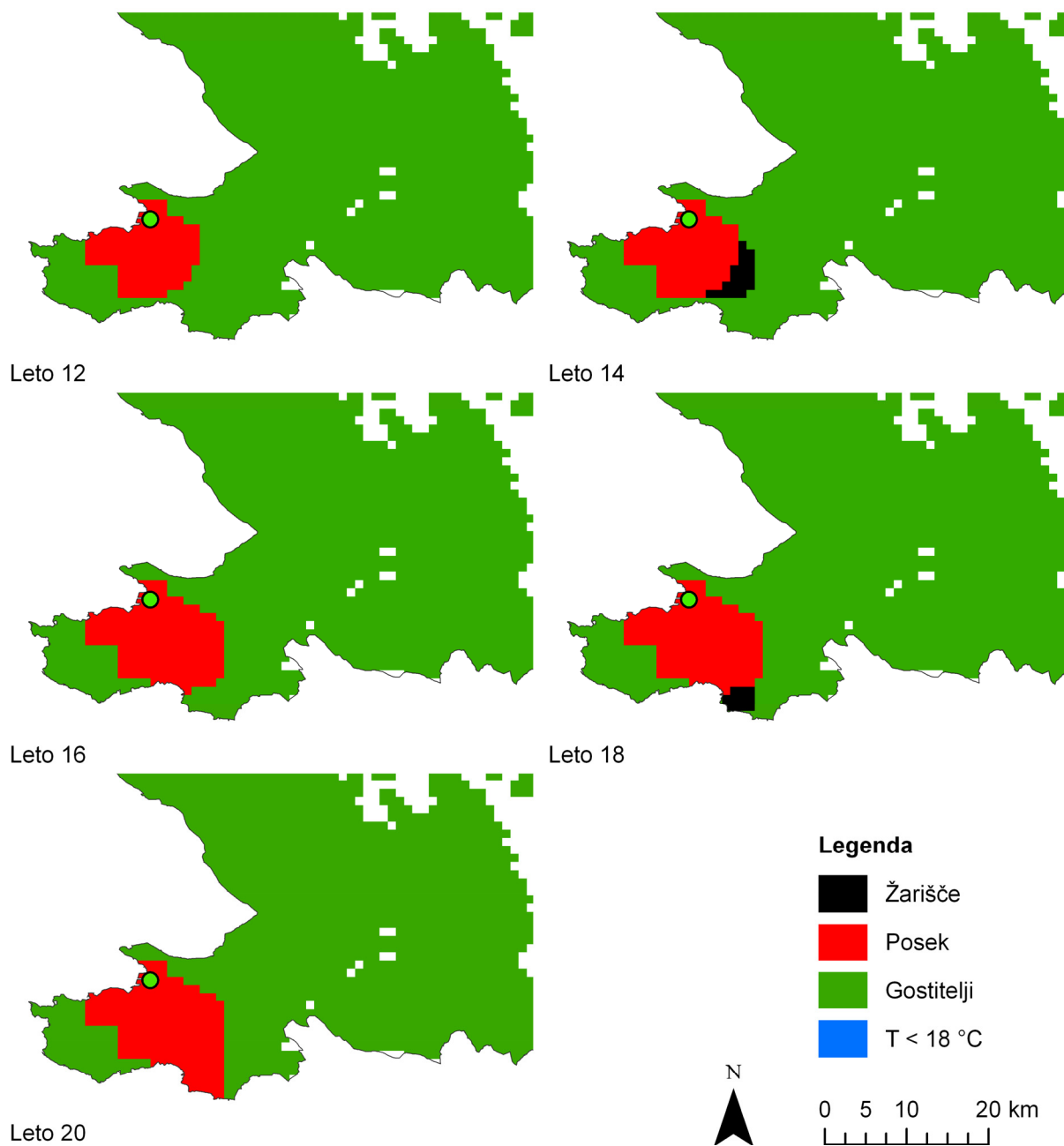
Koper, podnebje: 1971–2000, ukrep: da, gostitelji: bori



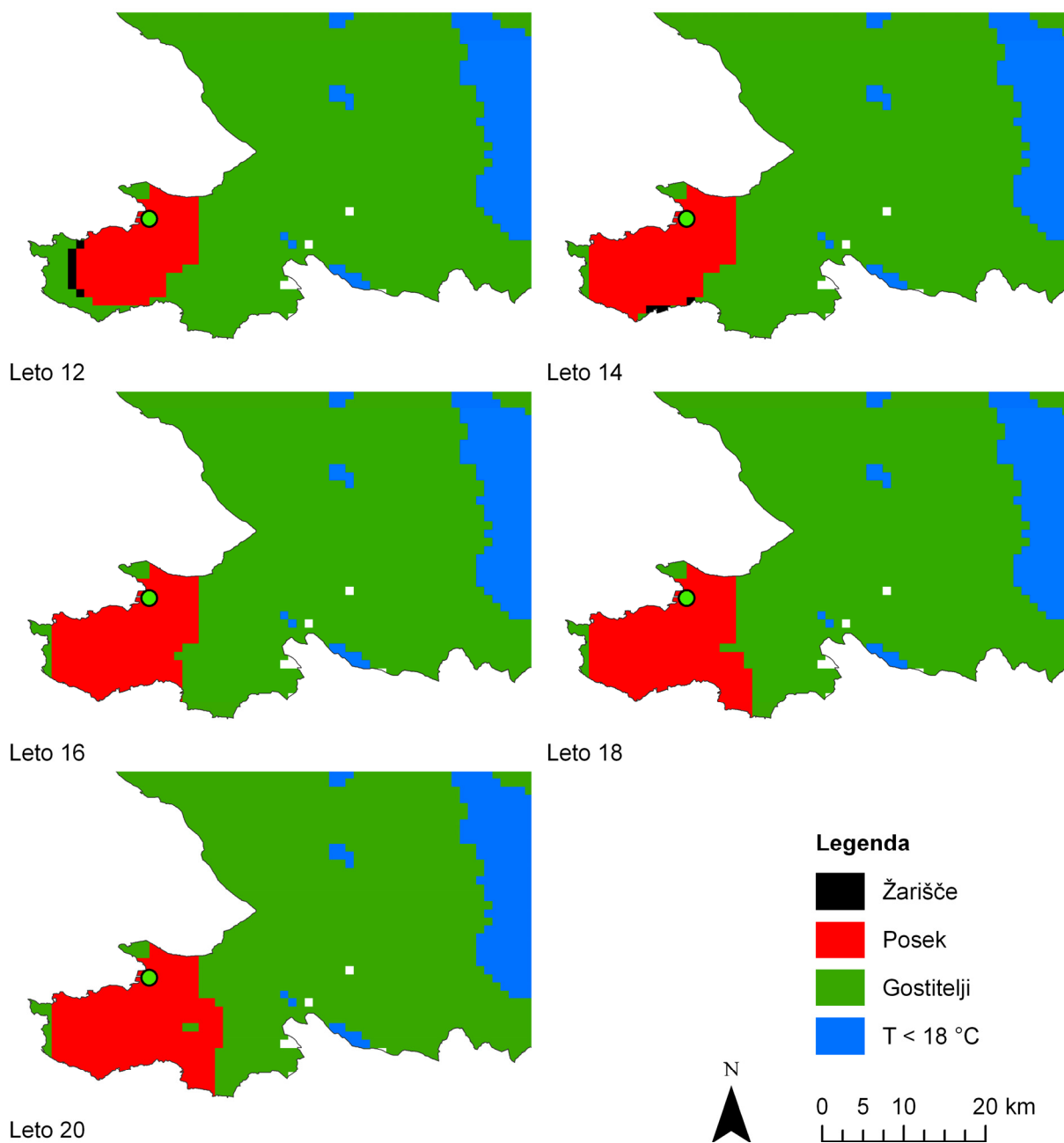
Koper, podnebje: 2021–2050, ukrep: da, gostitelji: bori



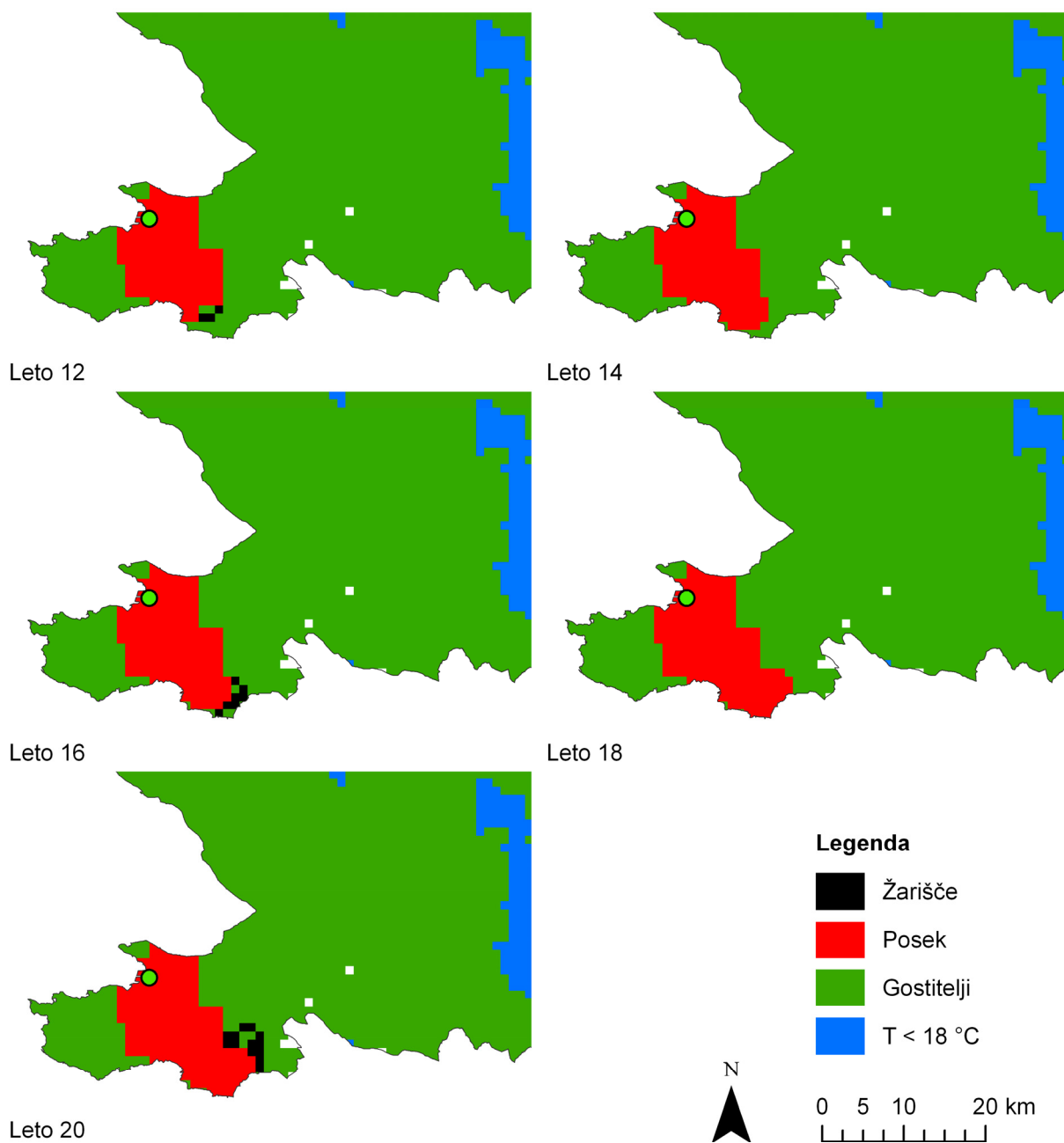
Koper, podnebje: 2061–2090, ukrep: da, gostitelji: bori



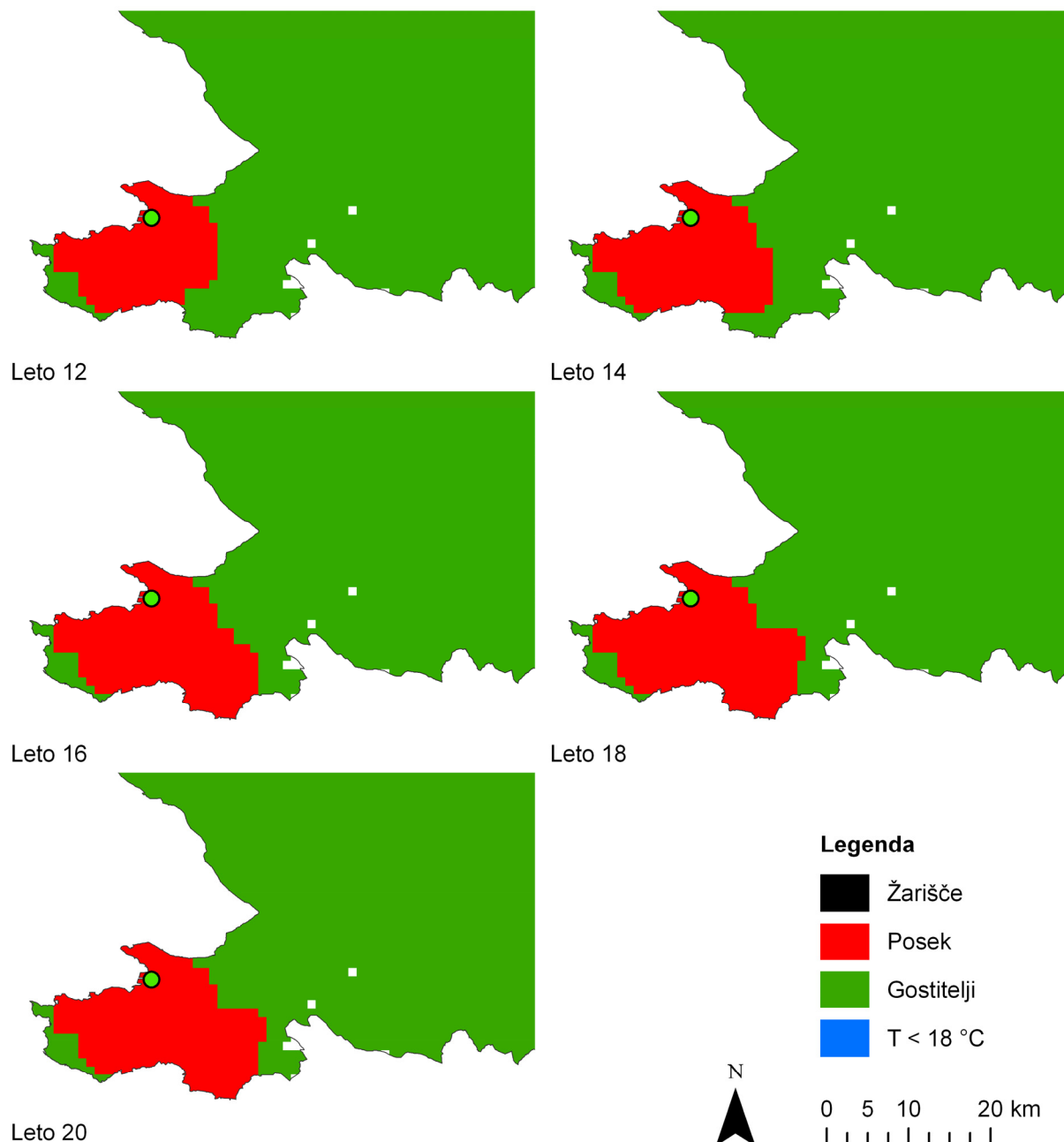
Koper, podnebje: 1971–2000, ukrep: da, gostitelji: vsi



Koper, podnebje: 2021–2050, ukrep: da, gostitelji: vsi



Koper, podnebje: 2061–2090, ukrep: da, gostitelji: vsi

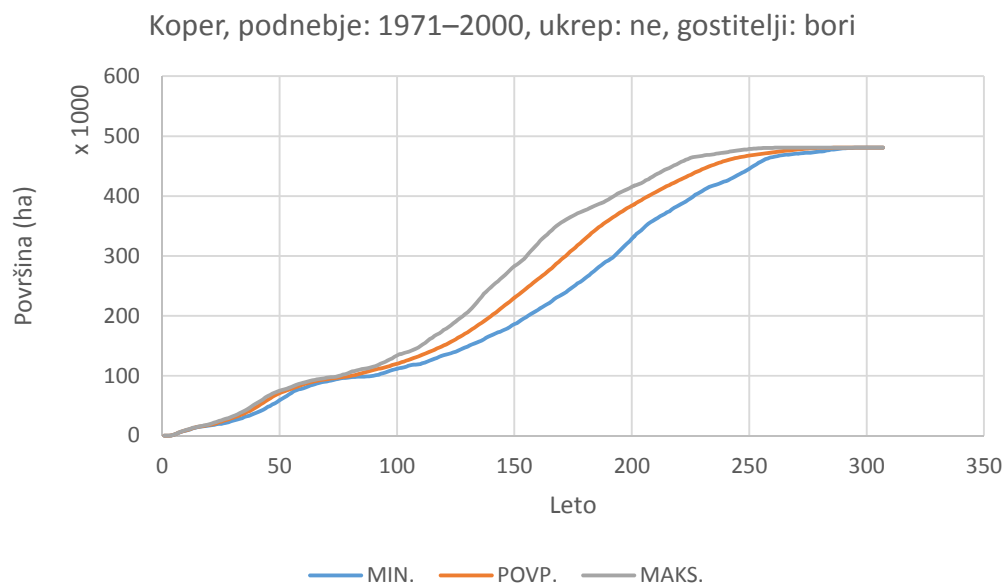
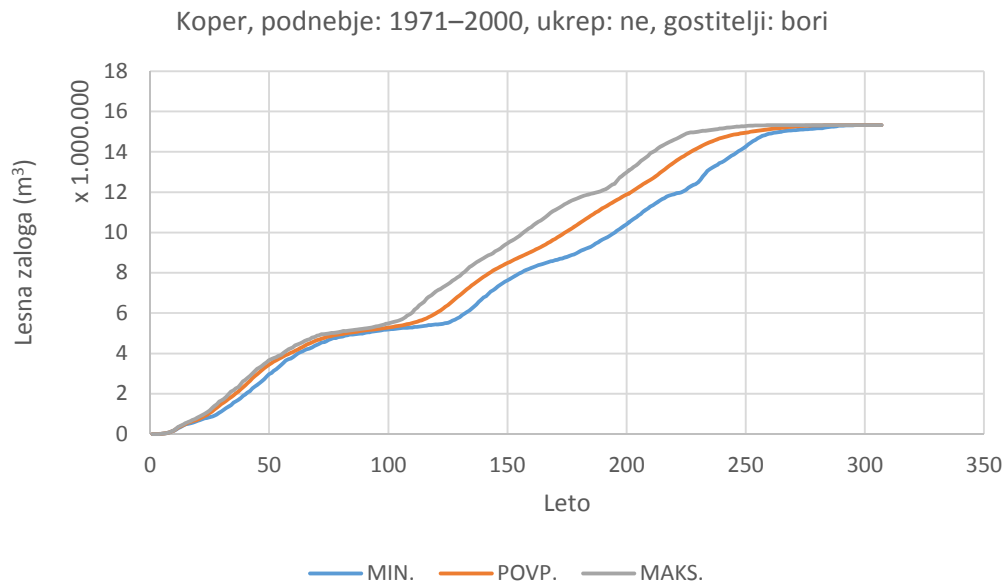


Poškodovana lesna zaloga in površina

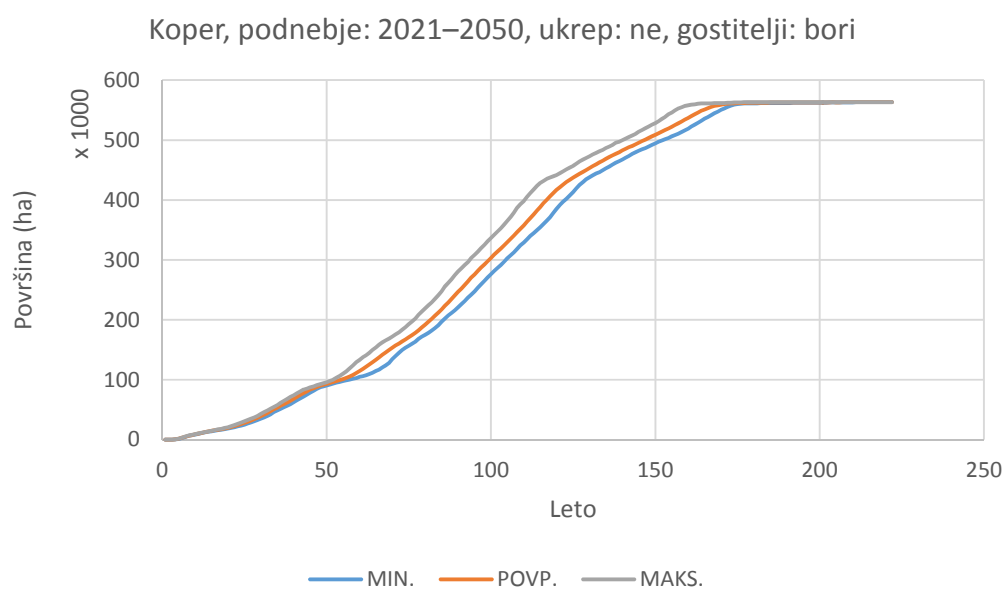
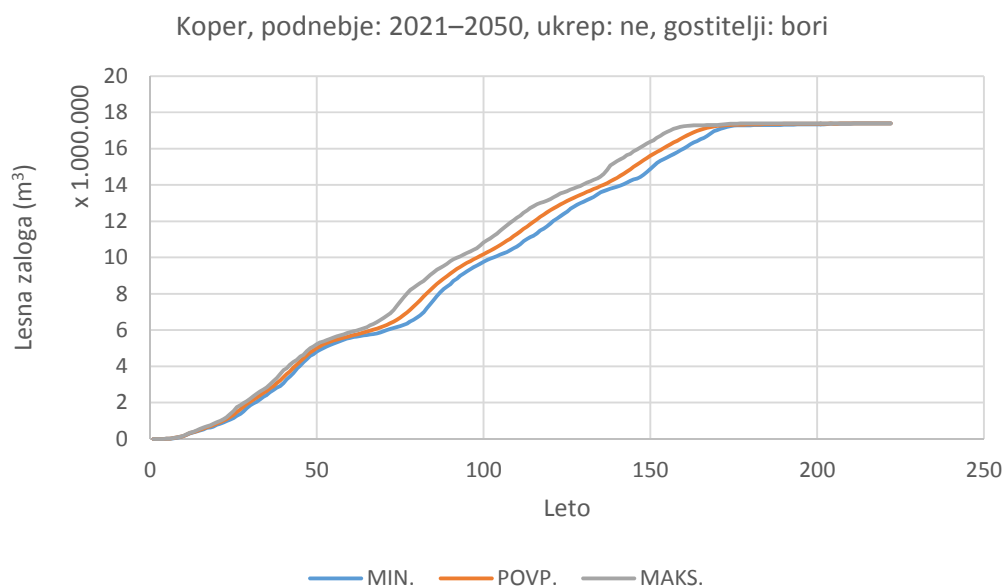
Slika 6.2.3: Koper- Poškodovana lesna zaloga in površina

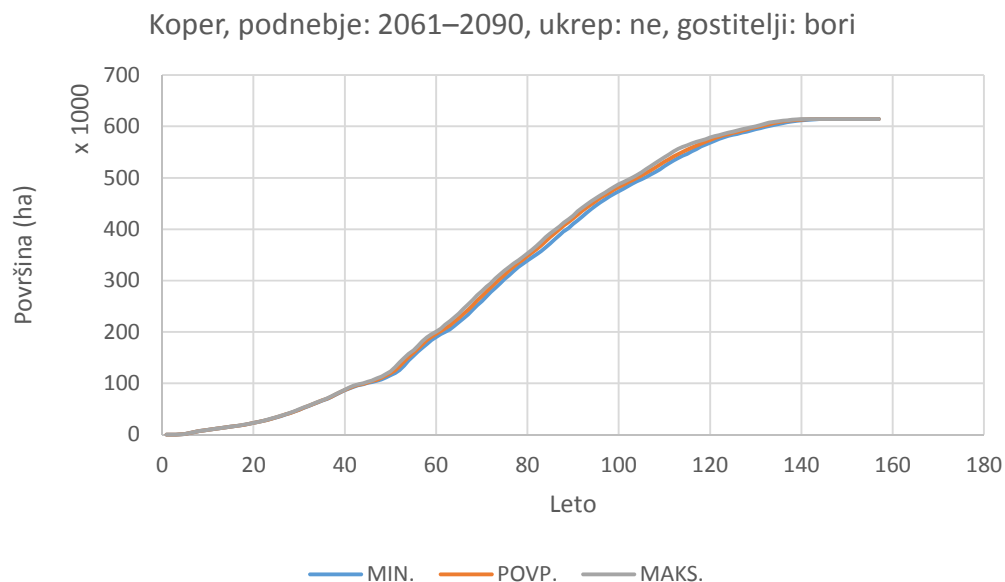
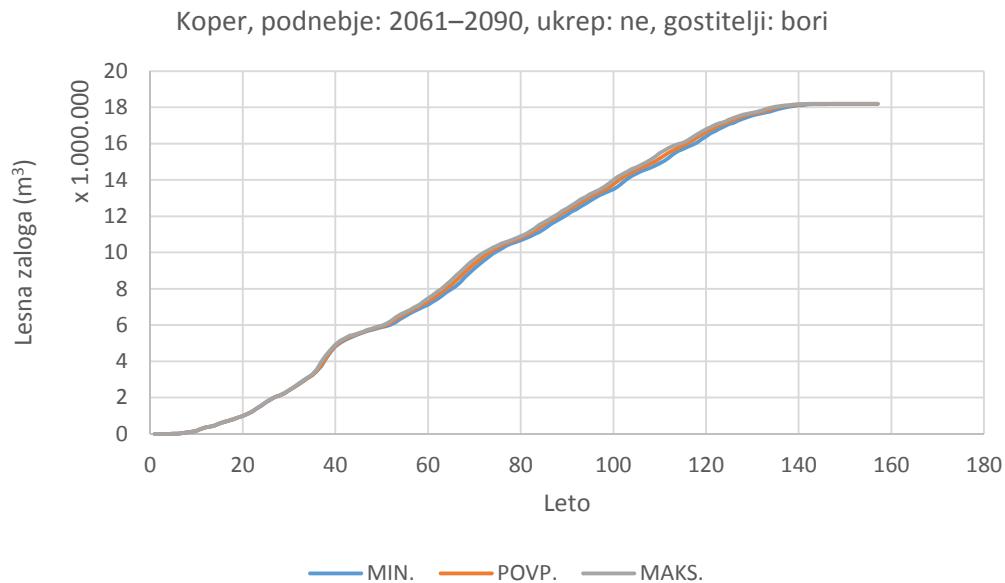
V tem poglavju predstavljamo grafikone potencialno poškodovane lesne zaloge in površine kumulativno zaradi borove ogorčice za vse različice simulacije iz vstopne točke Koper. Različica simulacija je navedena v glavi grafikona. Vsaka različica je bila izračunana z več ponovitvami (z ukrepi 300 krat, brez ukrepov 30 krat) in ker gre za stohastične celične avtomate, je vsaka ponovitev nekoliko drugačna, smo grafikone opremili s tremi črtami, ki prikazujejo minimalno, povprečno in maksimalno vrednost potencialno poškodovane lesne zaloge in površine glede na vse ponovitve v obravnavanem letu.

Pri vseh grafikonih primera simulacij za sedanje podnebne razmere se v začetku grafikona nekoliko upočasni zaradi naravne temperaturne ovire in pomanjkanja gostiteljev na črti Snežnik – Javorniki – Hrušica – Trnovski gozd. Nato se razpon možne poškodovane lesne zaloge in površine razširi, ko prehaja širjenje v osrednjo Slovenijo, in na koncu se ustali.

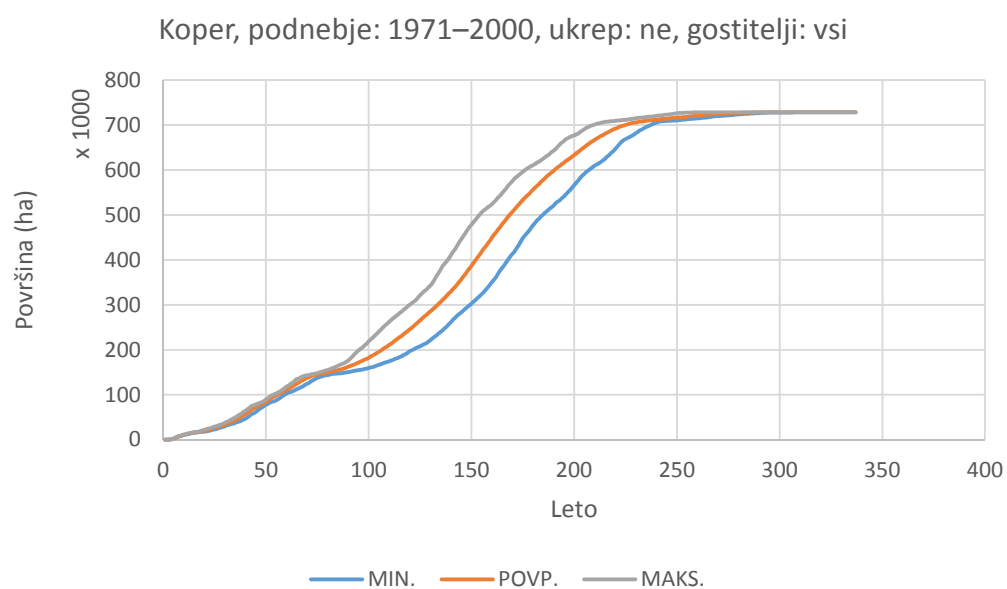
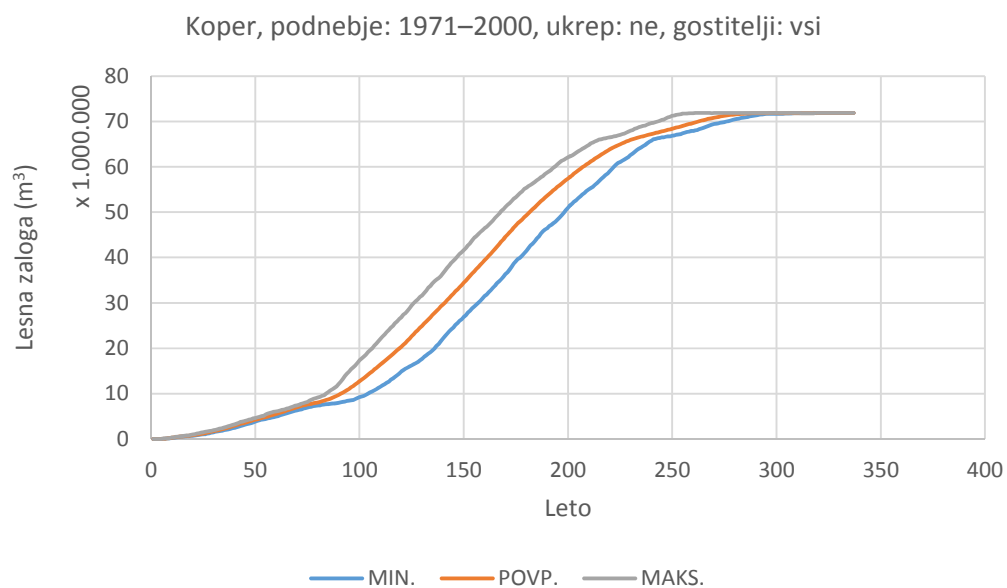


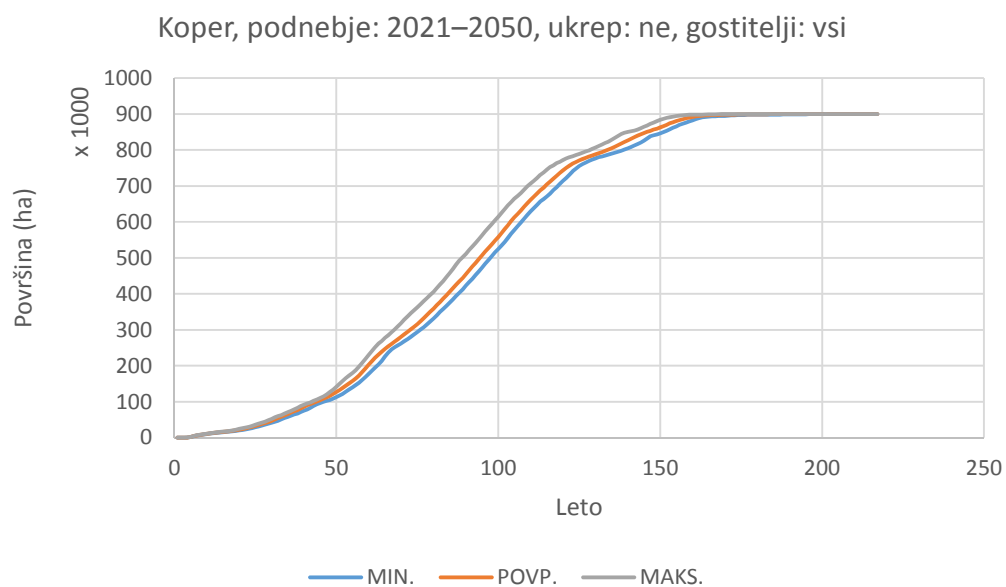
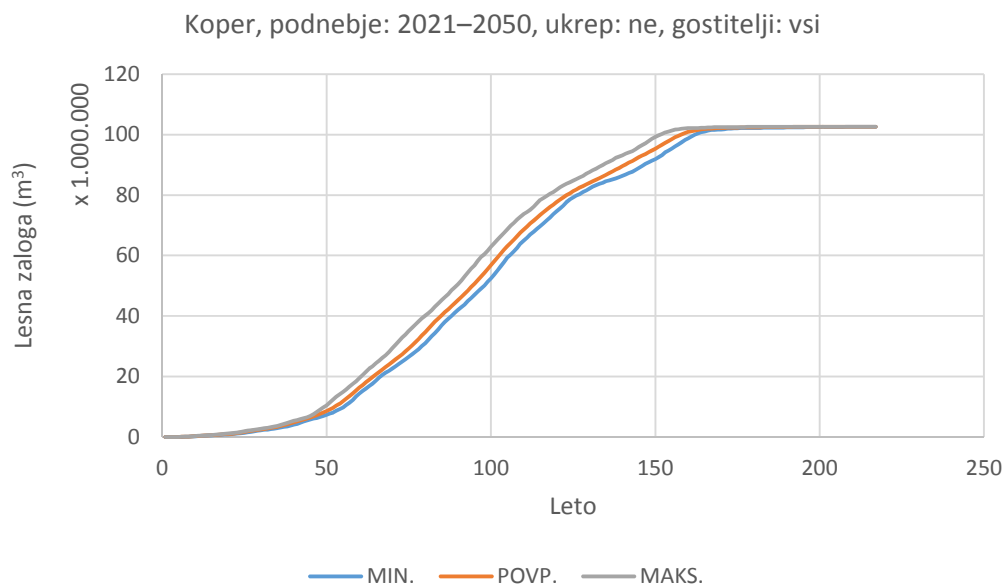
Pri toplejšem podnebju je razlika med minimalno in maksimalno krivuljo manjša, kar nakazuje manjšo variabilnost napovedi potencialne poškodovane lesne zaloge in površine ter izraža pravilo modela, da je verjetnost naselite borove ogorčice pri toplejšem podnebju večja. Krivulja je pri toplejšem podnebju nekoliko strmejša, kar nakazuje, da bo širjenje hitrejše.

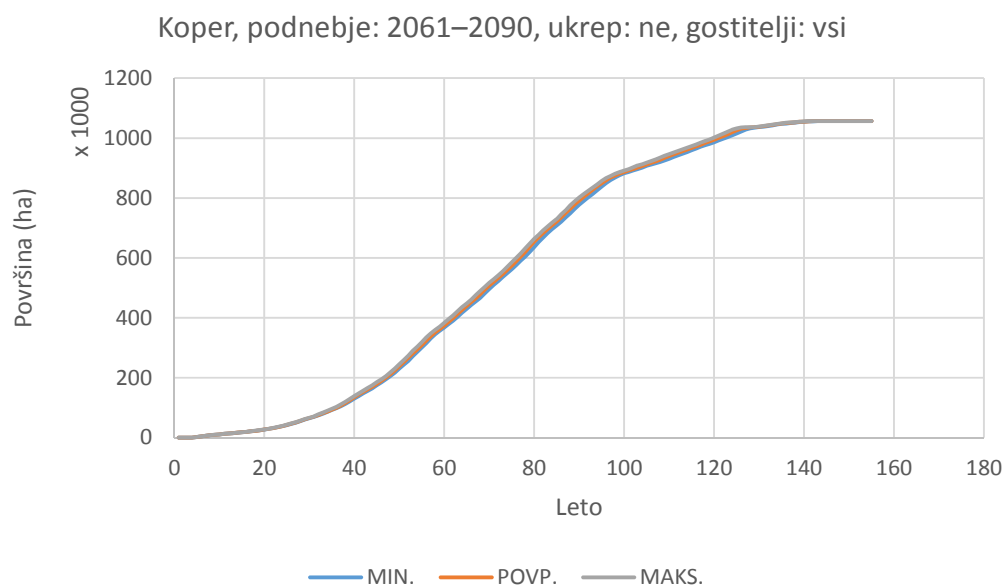
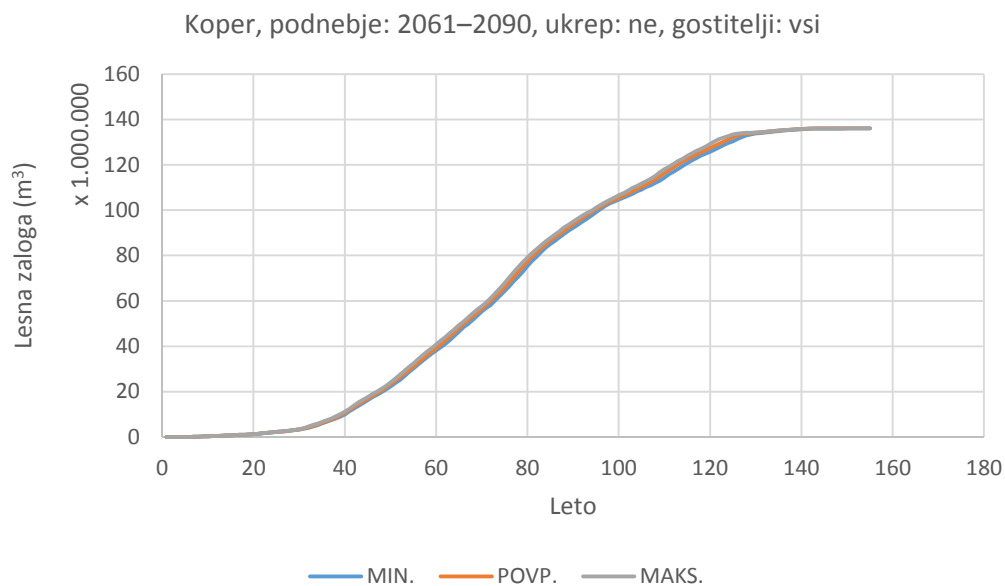




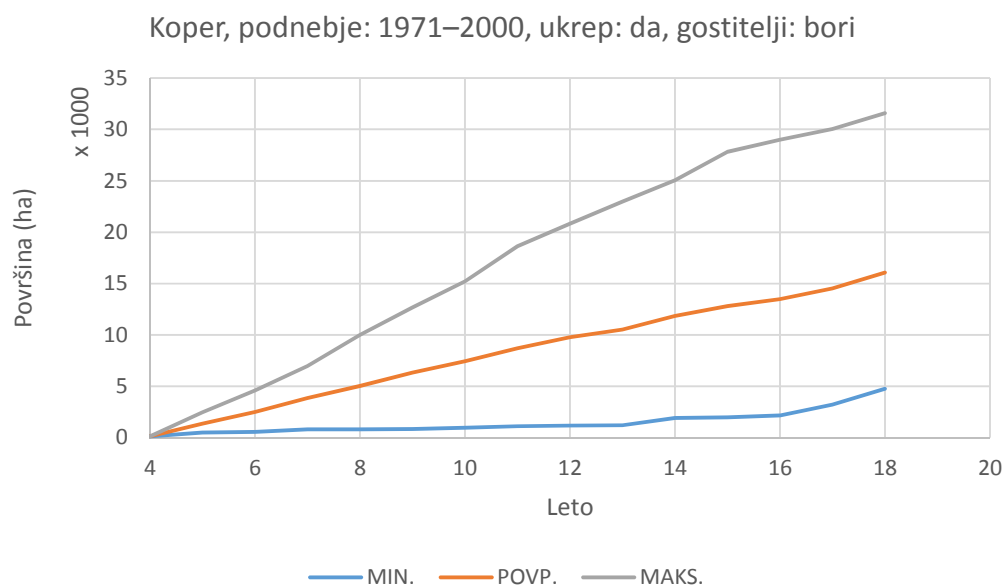
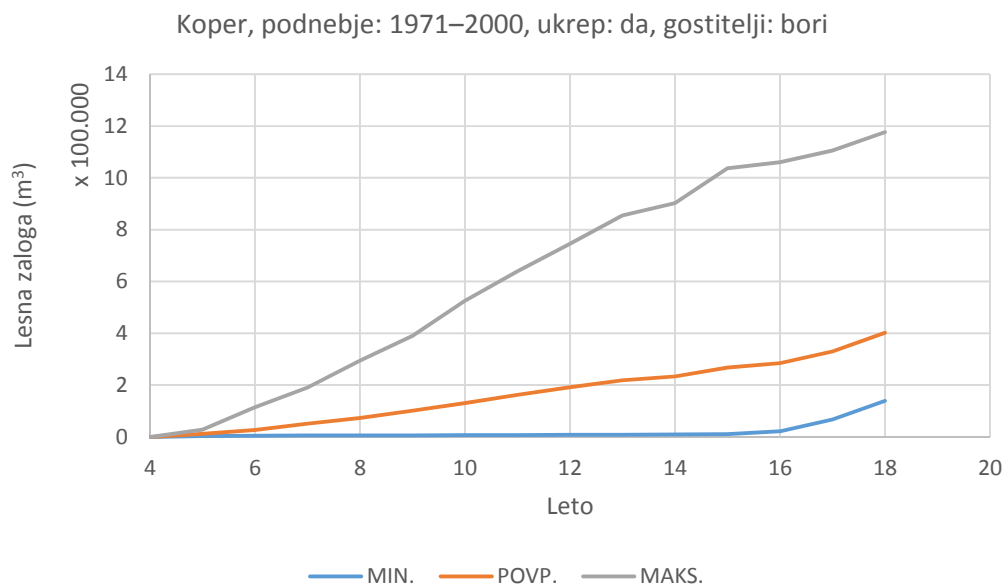
Pri različici simulacij, ki upoštevajo vse gostitelje, naravna temperaturna ovira Dinarskega gorstva ni bistveno upočasnila širjenje borove ogorčice. V tem primeru je bila v primerjavi s simulacijami, kjer upoštevamo samo bore kot gostitelje, potencialno poškodovana lesna zaloga mnogo večja, saj je vključena še smreka in jelka idr. iglavci, tj. 71,9 Mm³ pri vseh gostiteljih in 15,3 Mm³ pri borih. Potencialno poškodovana površina bi zajemala ob upoštevanju sedanjih podnebnih razmer skoraj vso površino, ki jo poraščajo gostitelji: pri upoštevanju vseh gostiteljev bi borova ogorčica potencialno poškodovala 728.165 ha od možnih 731.898 ha; pri upoštevanju samo borov, pa bi borova ogorčica potencialno poškodovala 480.765 ha od možnih 508.449 ha (Goričko ostane neposeljeno zaradi naravne ovire Ravensko – Dolinsko) ob upoštevanju sedanjih podnebnih razmer.

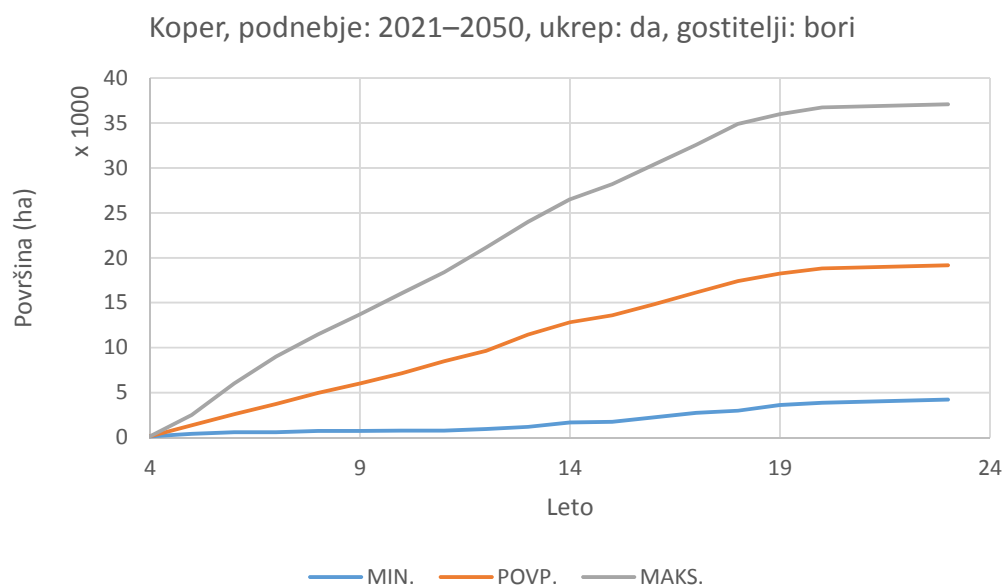
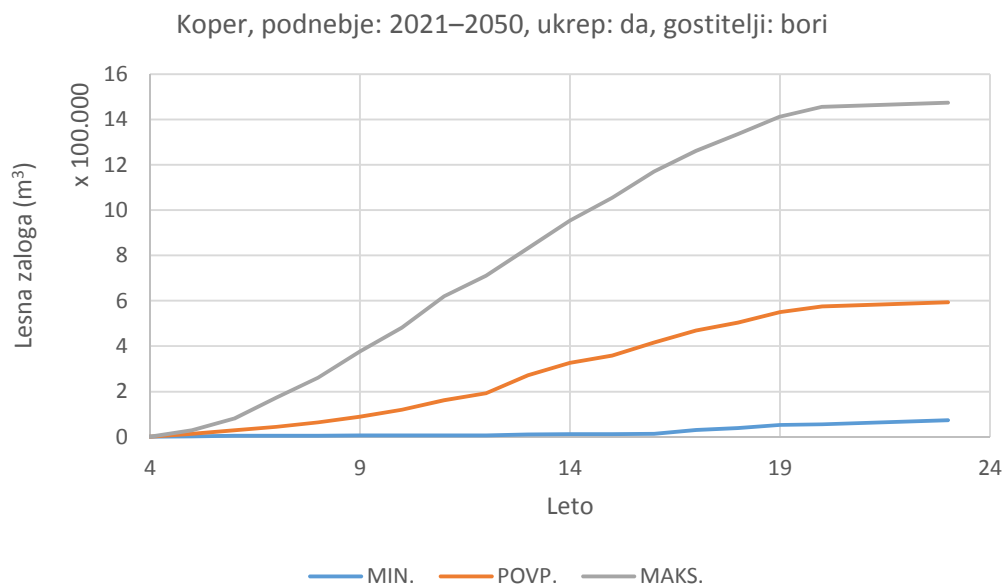


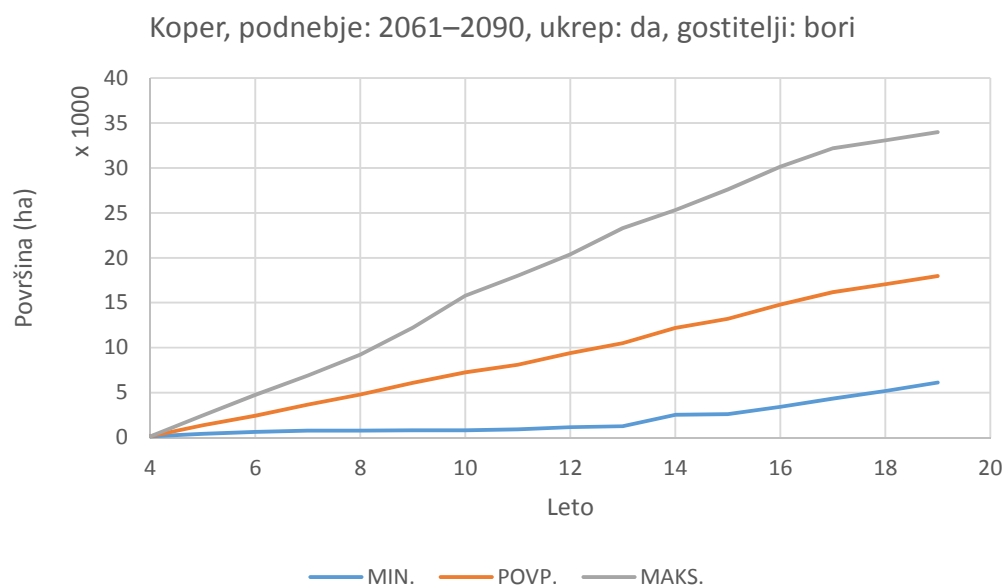
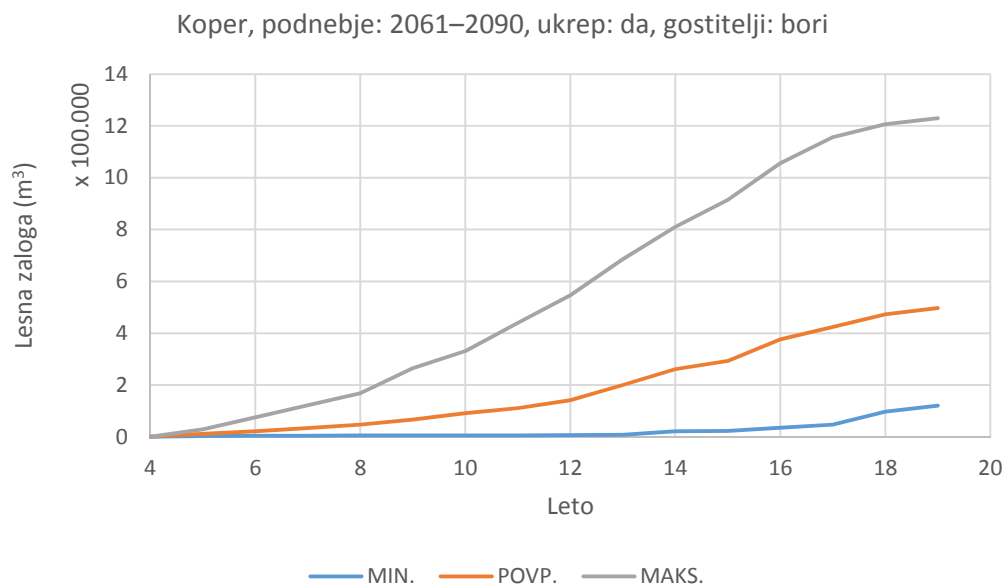




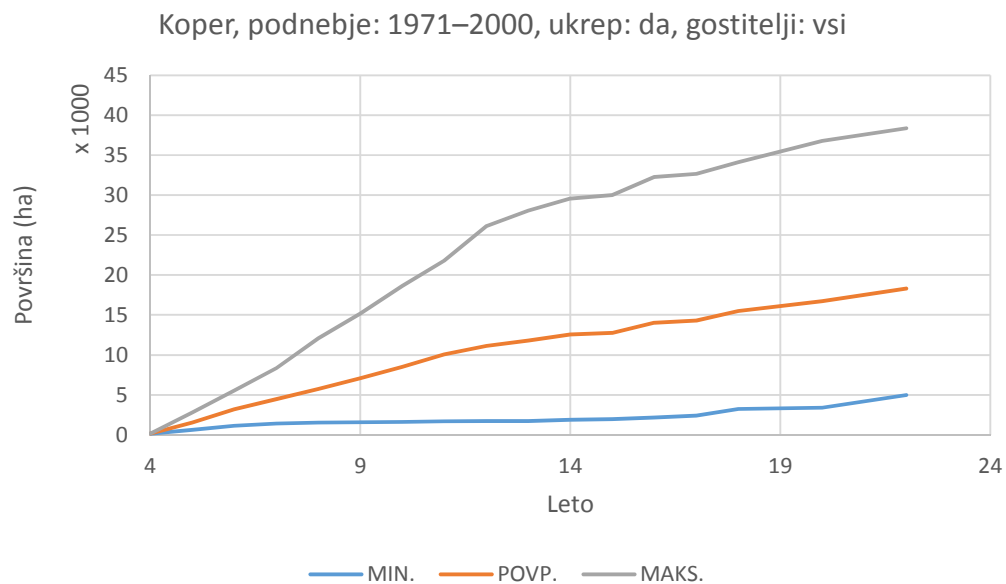
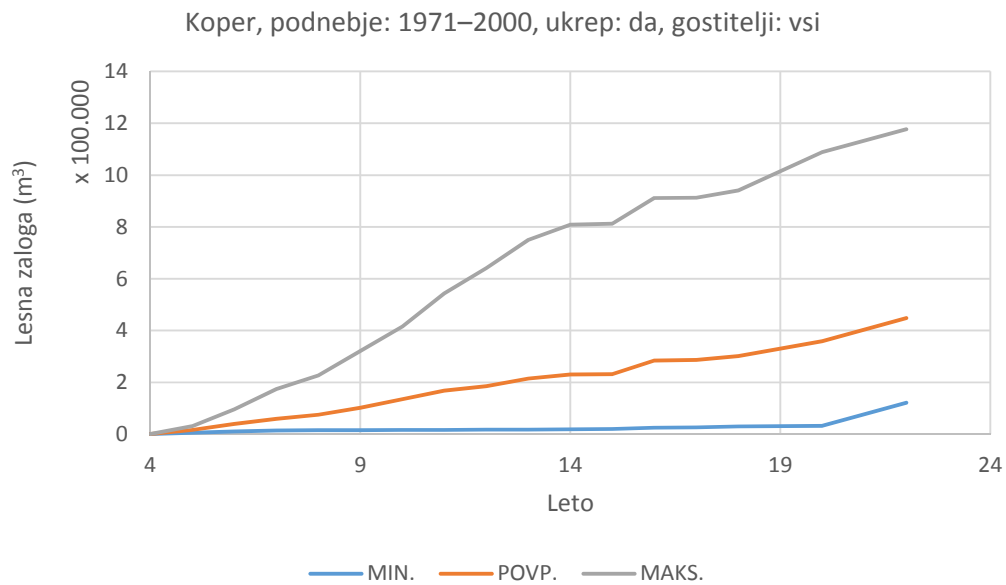
Pri grafikonih, kjer prikazujemo potencialno poškodovano lesno maso in površino v primeru ukrepanja, najprej opazimo, da je obdobje trajanje simulacije krajše, saj z ukrepanjem končno borovo ogorčico zaustavimo. Razpon med minimalno in maksimalno črto je relativno večji kot pri različici simulacije brez ukrepanja.

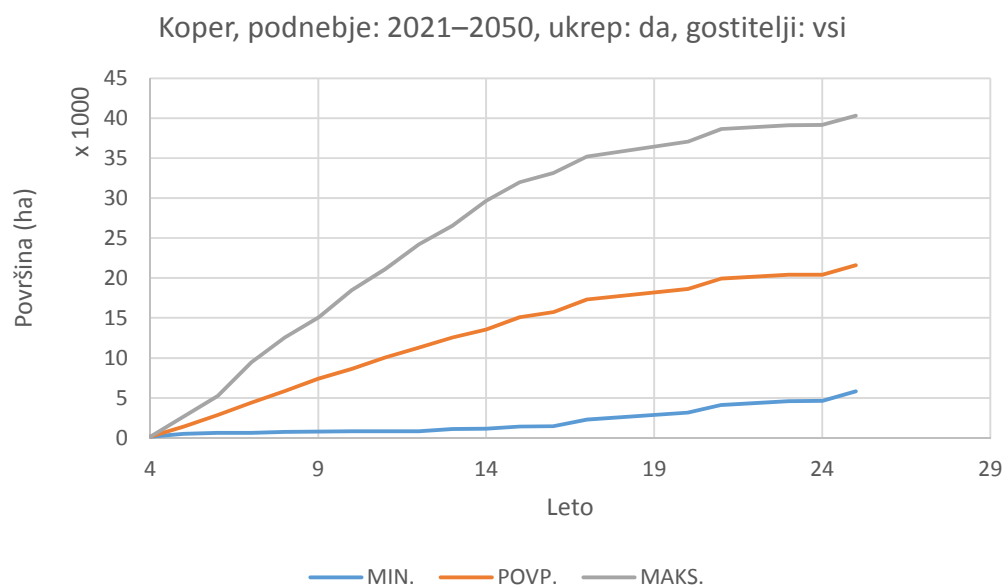
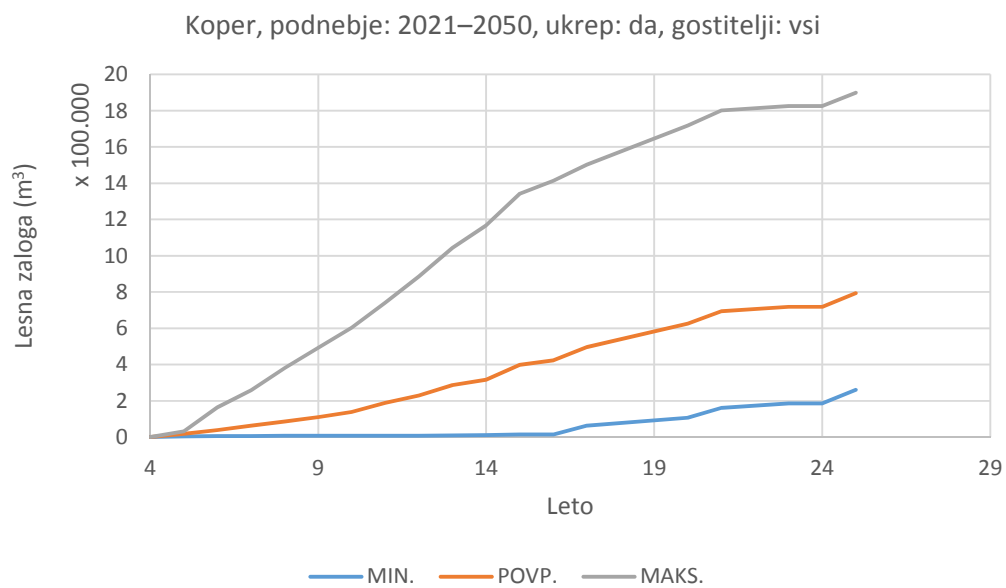


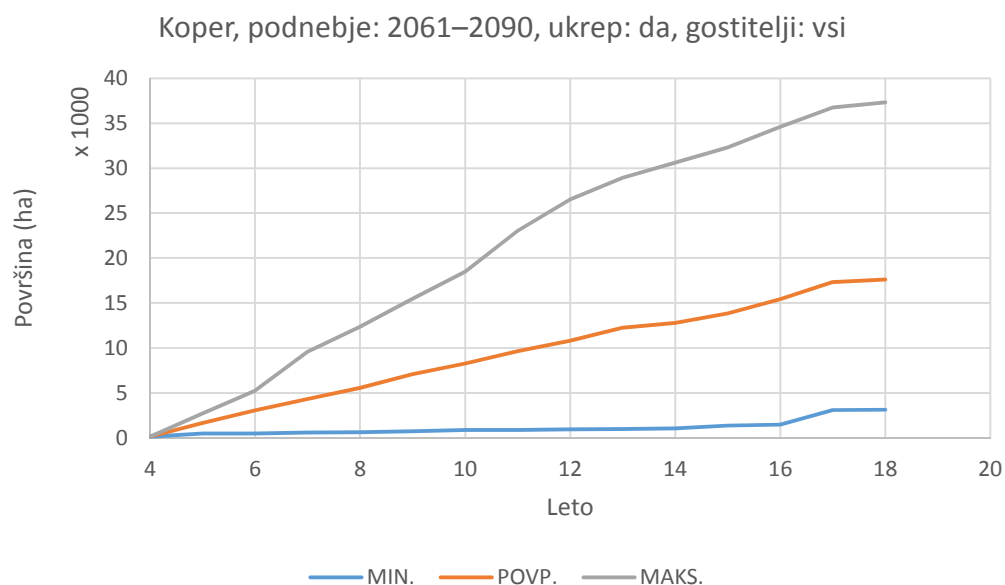
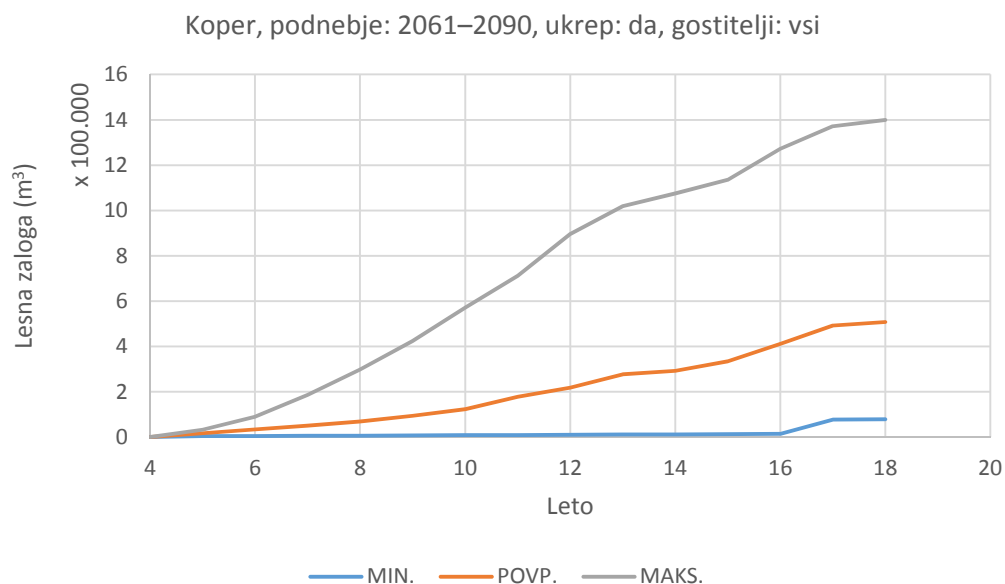




Ob upoštevanju vseh gostiteljev in trenutnih podnebnih razmer bi borova ogorčica potencialno poškodovala 447.980 m³ v 22 letih (na 18.322 ha), po pesimističnem scenariju pa tudi do 1,2 Mm³ lesne zaloge na površini 38.372 ha. Pri upoštevanju scenarija podnebnih sprememb za obdobje 2021–2050 se bi lahko potencialne poškodbe pojavile že na 793.644 m³ (21.603 ha) oz. po maksimalnem izidu simulacij tudi do 1,9 Mm³ (40.324 ha) v 25 letih. Zanimivo je, da bi bila po scenariju podnebnih sprememb 2061–2090 potencialno poškodovana lesna zaloga in površina manjša kot v primeru scenarija 2021–2050.







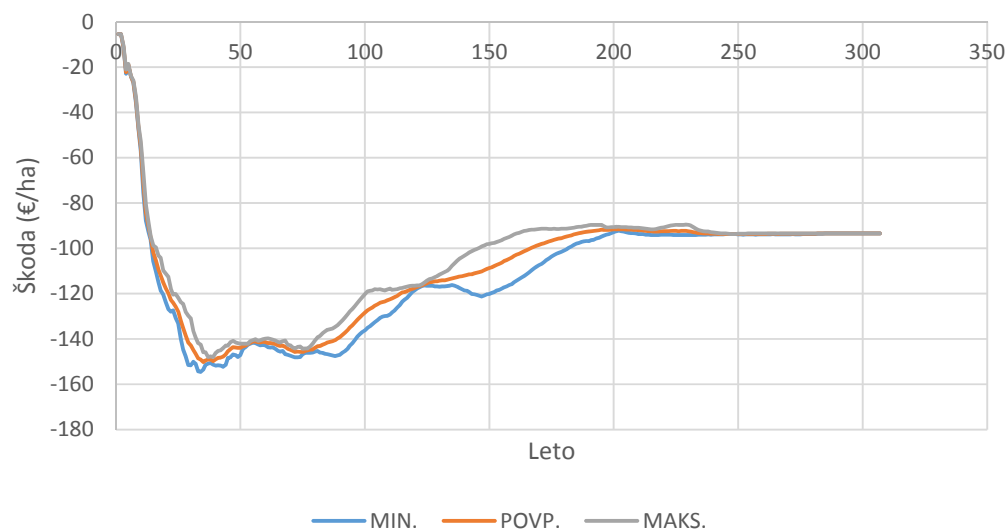
Potencialni obseg gospodarske škode

Slika 6.2.4: Koper - Potencialni obseg gospodarske škode.

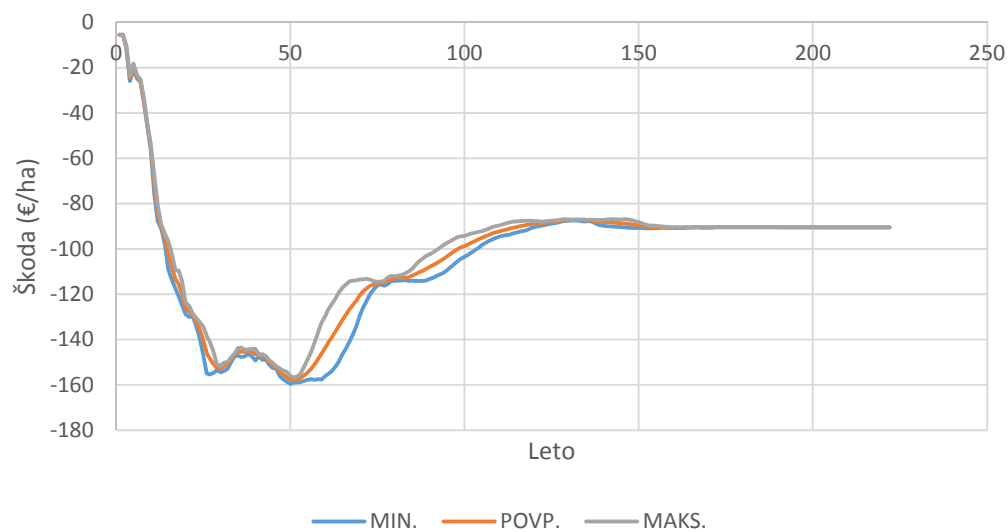
V tem poglavju prikazujemo razliko v dohodku med prodajo lesnih sekancev po ceni 11 €/nm³ in prodajo okroglega lesa na kamionski cesti za vse različice simulacij iz vstopne točke Koper (»gospodarska škoda«). V vsaki različici simulacije je prišlo do gospodarske škode. Če vzamemo različice simulacij, kjer upoštevamo za gostitelje samo bore in brez ukrepanja, ugotovimo, da se gospodarska škoda do 50 leta naglo povečuje na 150–163 €/ha, potem pa se začne spuščati na 86–83 €/ha. Hitremu povečevanju gospodarske škode v prvih letih lahko

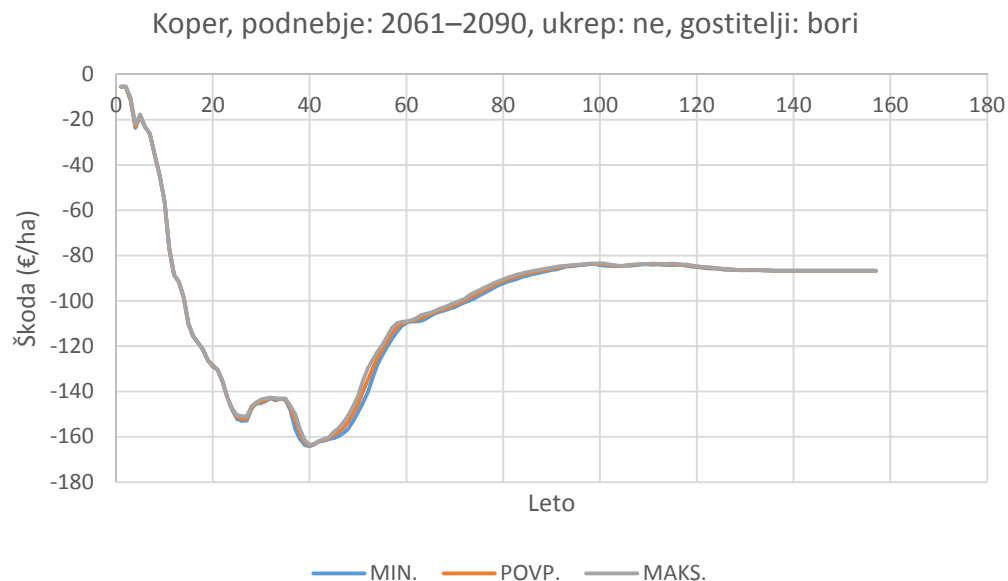
pripišemo visoki gostoti borov v jugozahodni Sloveniji. Hitremu dvigu gospodarske škode sledi njena ustalitev in majhen upad zaradi temperaturne ovire na Dinarskem gorstvu.

Koper, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: bori

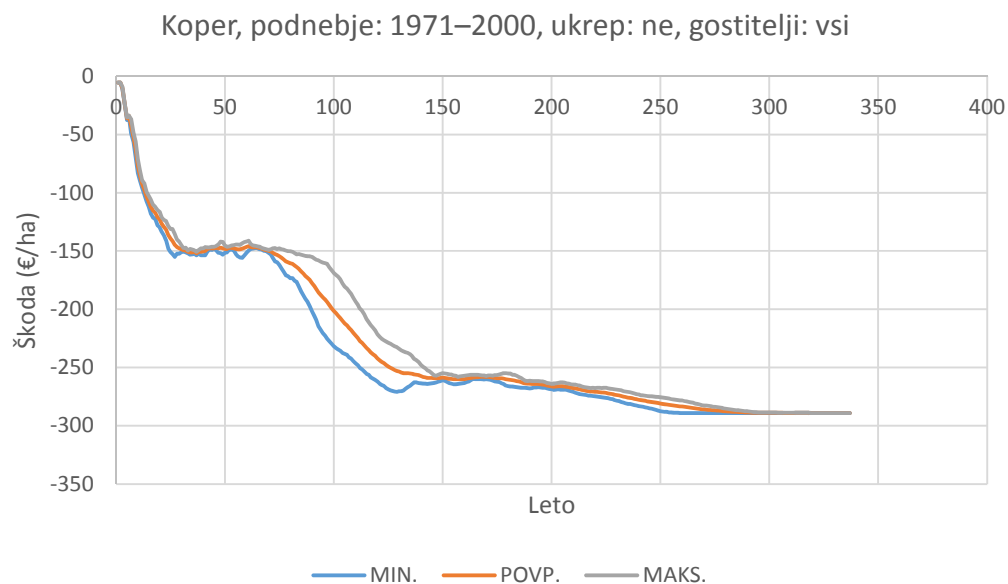


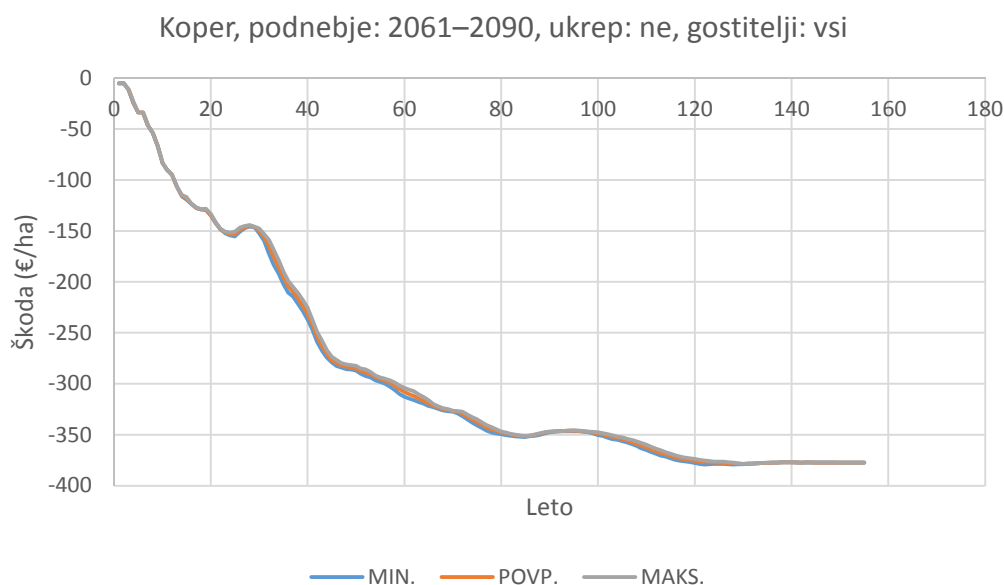
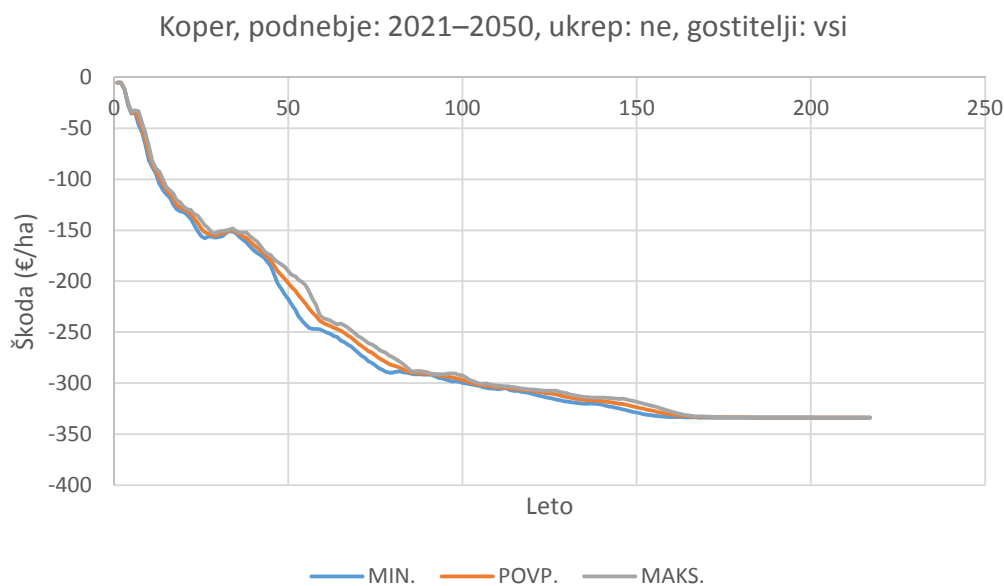
Koper, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: bori



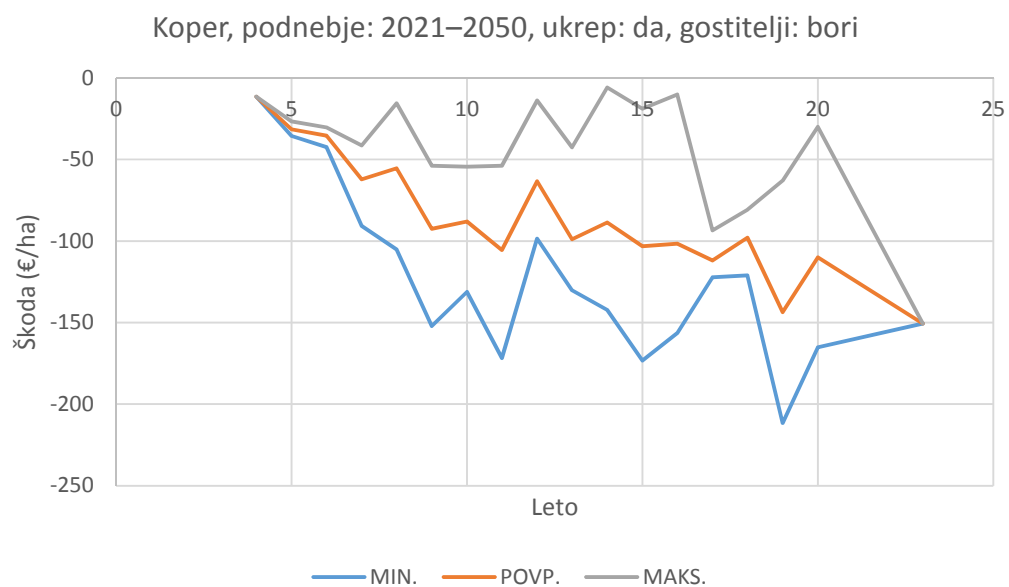
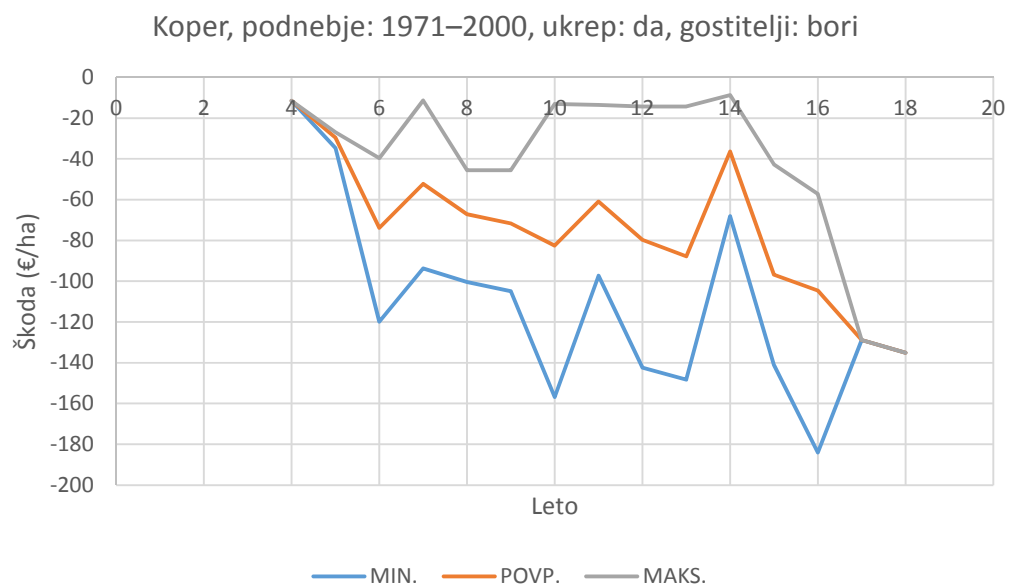


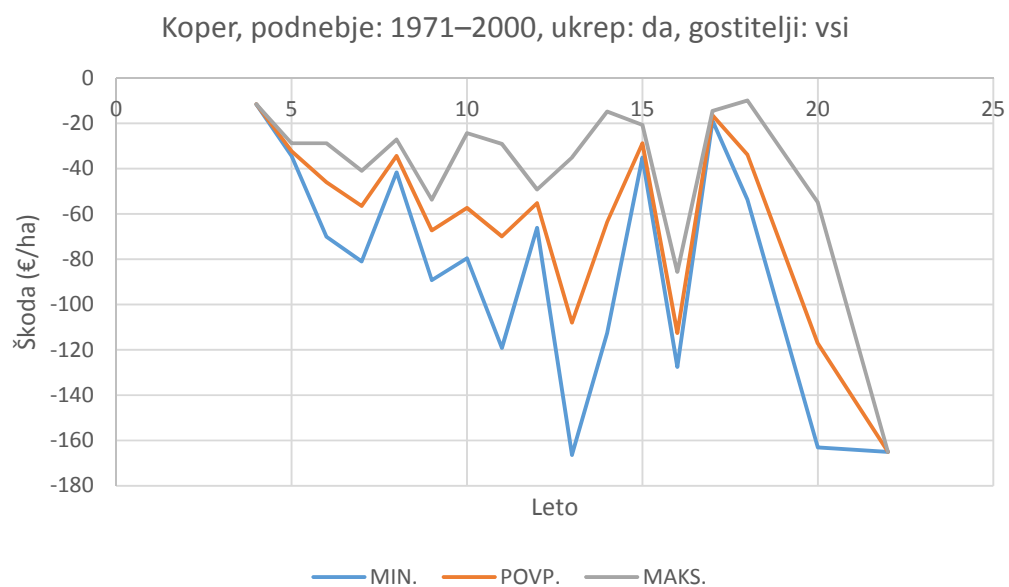
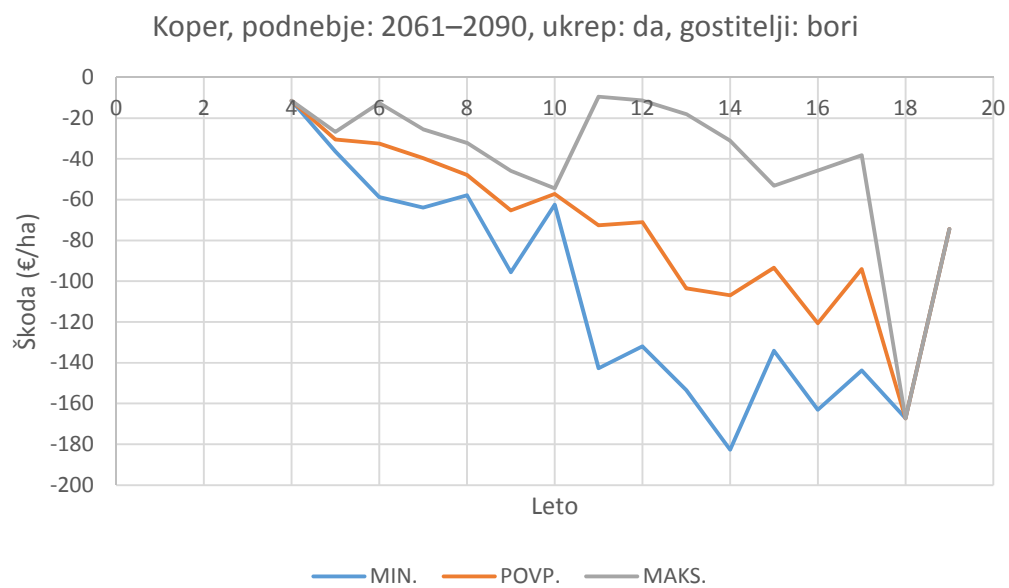
V primeru različice simulacije, kjer upoštevamo vse gostiteljev in brez ukrepov, gospodarska škoda narašča v celi časovni vrsti. Po 30. letih se gospodarska škoda za nekaj let ustali na ok. 150 €/ha zaradi temperaturne ovire Dinarskega gorstva. Potem do konca simulacije gospodarska škoda narašča do 289 €/ha ob upoštevanju sedanjih podnebnih razmer, 334 €/ha povprečno v scenariju podnebnih sprememb 2021–2050 in 377 €/ha povprečno v scenariju podnebnih sprememb 2061–2090.

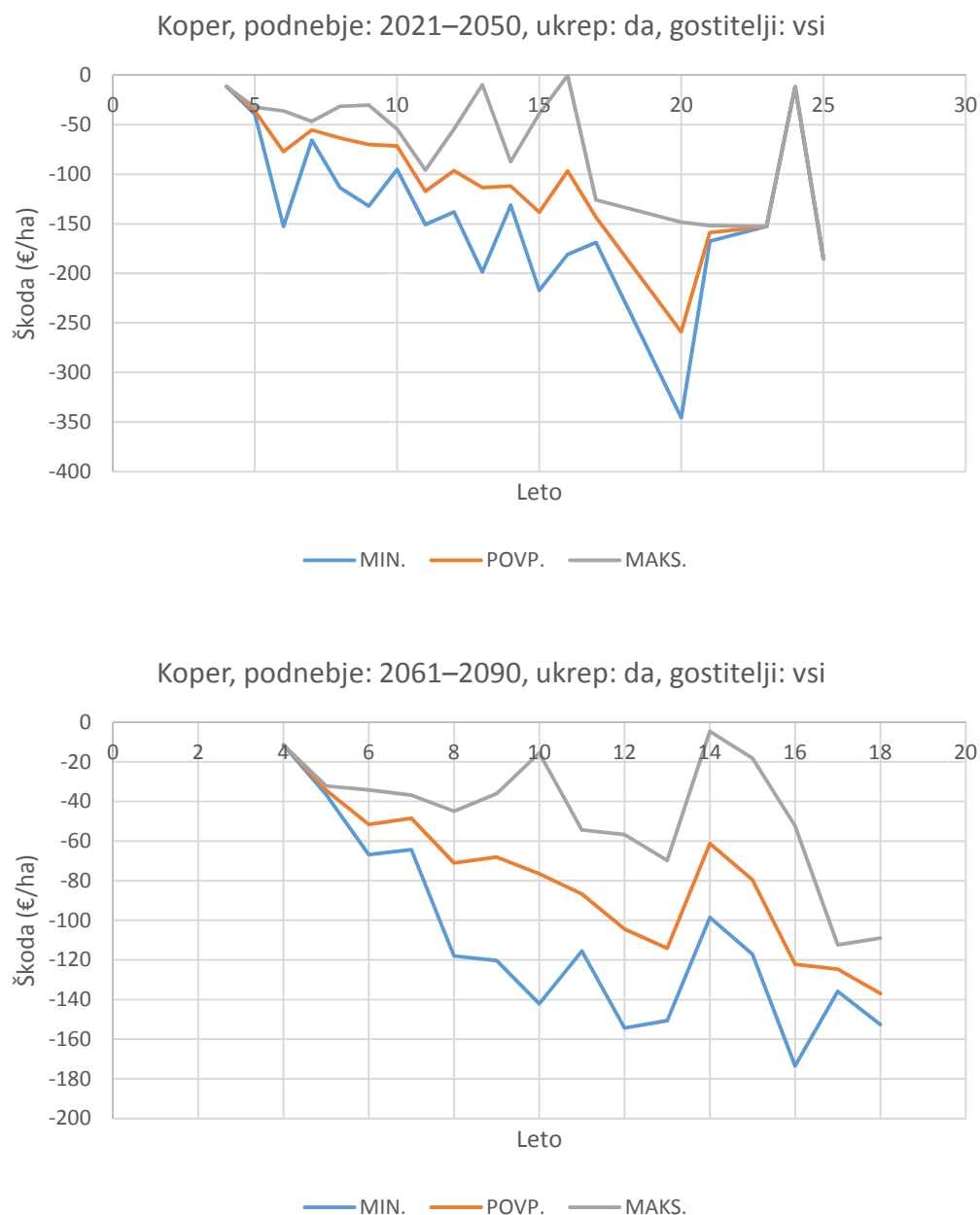




V primeru ukrepanja gospodarska škoda skoraj enakomerno narašča do iztrebljenja borove ogorčice, ki v najslabšem primeru traja 25 let ob upoštevanju visoke učinkovitosti ukrepov in vseh drugih predpostavk modela. Za izračun simulacij, kjer upoštevamo ukrepe, je značilno, da obstaja velika variabilnost v nastali gospodarski škodi, ki se s trajanjem še povečuje. Tako je npr. v primeru upoštevanja vseh gostiteljev in sedanjih podnebnih razmer po 10 letih razpon 24–79 €/ha, po 20 letih 55–163 €/ha. Velika variabilnost možnih izidov simulacije pri upoštevanju ukrepov kljub velikim številom ponovitev ($n = 300$), je tudi poglobitveni razlog za izjeme v rezultatih, kot je npr. povprečna škoda v primeru scenarija podnebnih sprememb 2021–2051 je večja kot v scenariju podnebnih sprememb 2061–2090.







Brnik

Slika 6.2.5: Brnik - Karte potencialnega širjenja.

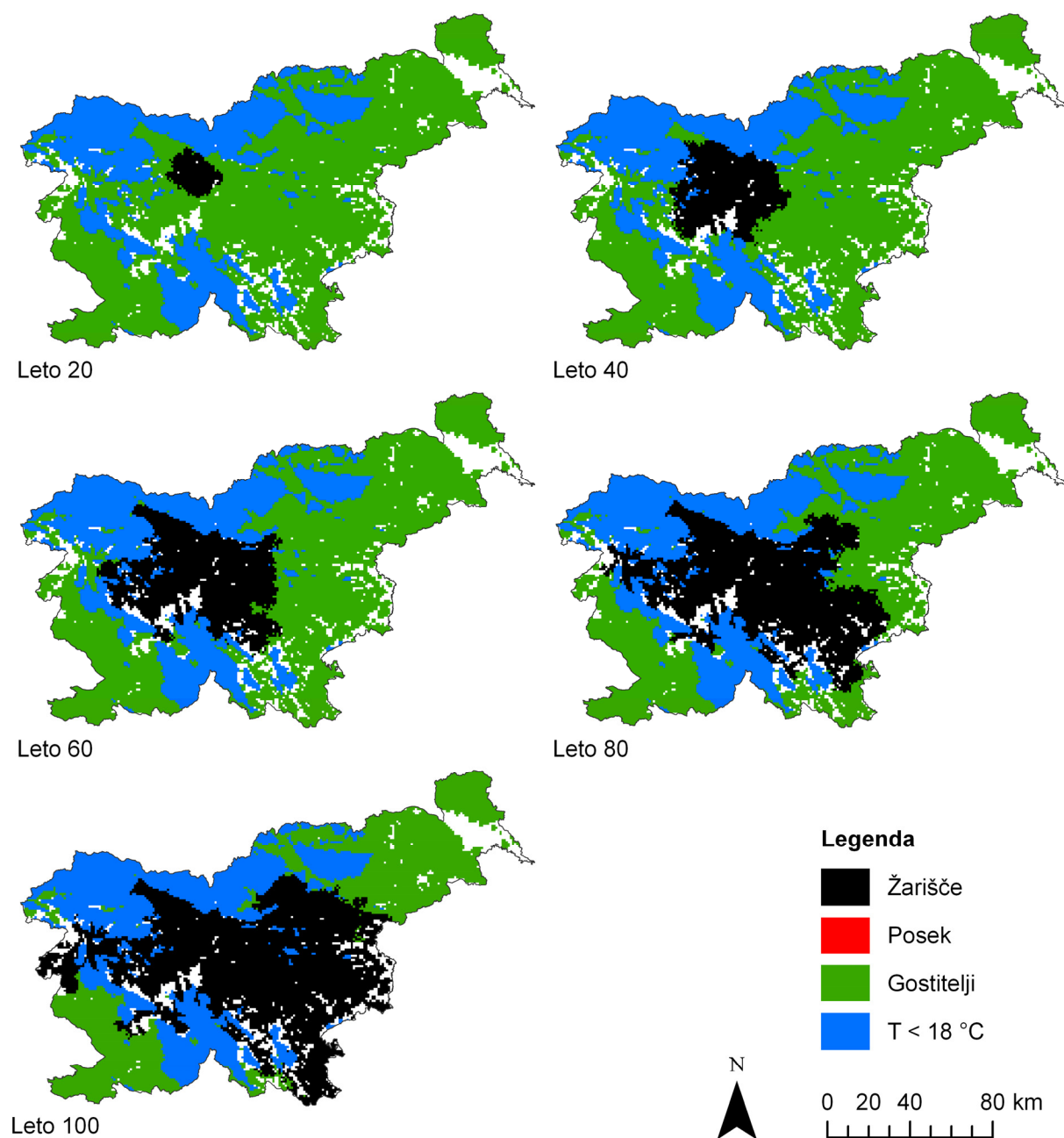
Tukaj predstavljamo karte potencialnega širjenja izbrane ponovitve simulacij za primer vstopne točke Brnik. Pri vsaki karti je v glavi navedena različica simulacije. Pripravili smo karte za obdobje 20–100 let po vnosu (5 kart za leta 20, 40, 60, 80 in 100).

Pri naravnem širjenju (brez ukrepanja) borove ogorčice iz Brnika je v primerjavi širjenja iz Hoč in Brnika najhitrejše, saj se vstopna točka nahaja v središču Slovenije. Širjenje zaustavljajo naravne razmere: prenizka temperatura in pomanjkanje gostiteljev. Temperaturna ovira za borovo ogorčico predstavlja Dinarsko gorstvo na črti Snežnik – Javorniki – Hrušica – Trnovski gozd, Alpe, Karavanke, Kamniško-Savinjske Alpe in Pohorje. Gostitelji (bori) imajo neskljenjen areal predvsem na Dinarskem gorstvu in dolini Mure Ravensko – Dolinsko. Če

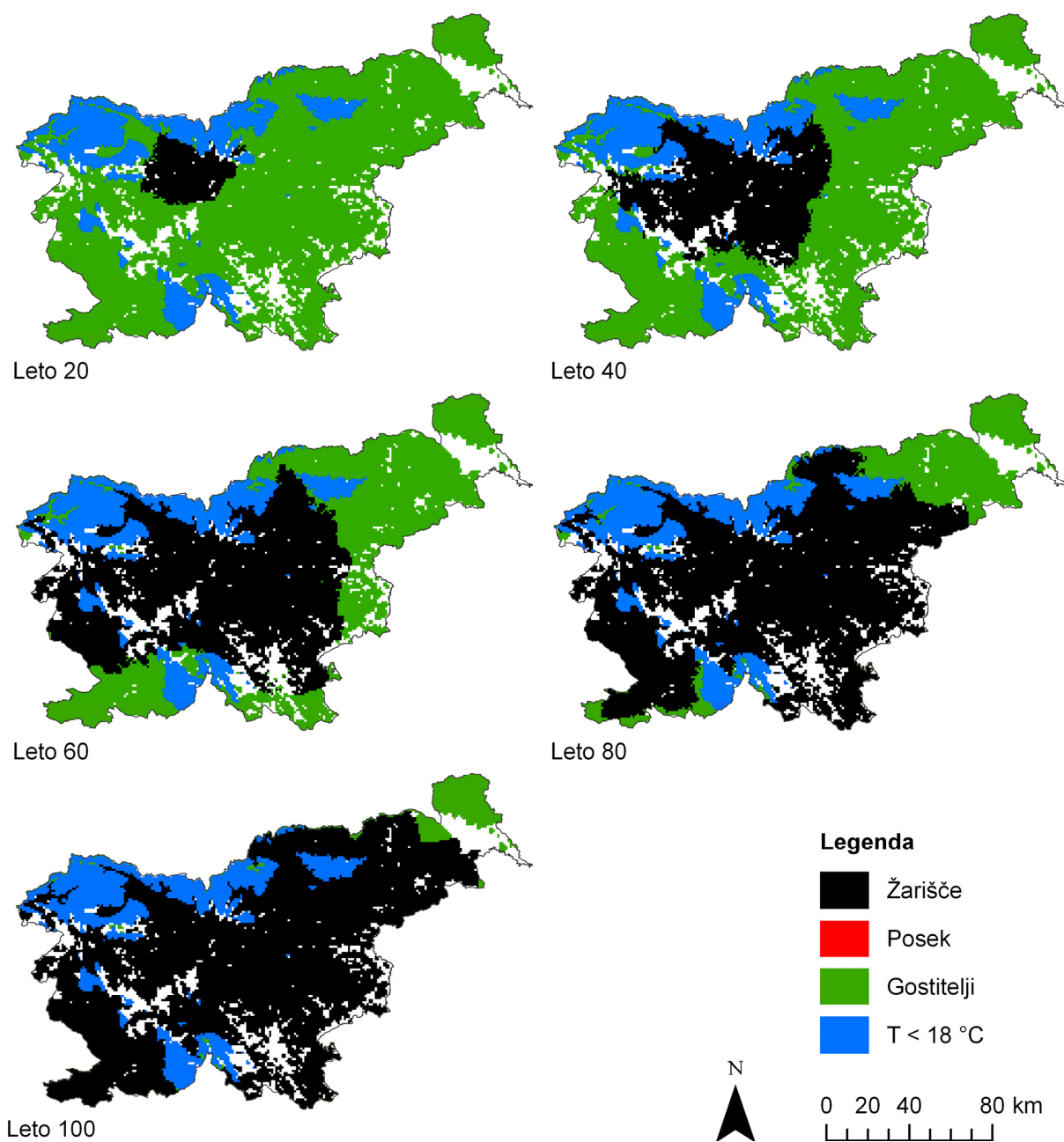
upoštevamo vse gostitelje, je njihov areal sklenjen skoraj po vsej površini Slovenije z izjemo Ravensko – Dolinsko, predela Ljubljanske kotline, predel Ptujkega polja in posamezni predeli okolice Brežic.

Primerjava kart različnih podnebnih razmer v enaki časovni točki je pokazala, da bo širjenje borove ogorčice v toplejšem podnebju hitrejše. Če se osredotočimo na napredujoči rob širjenja, je le ta pri toplejšem podnebju ostrejši in bolj gladek. Razlog za to je v pravilu modela, ki predvideva, da je verjetnost naselitve borove ogorčice pri višji temperaturi večja.

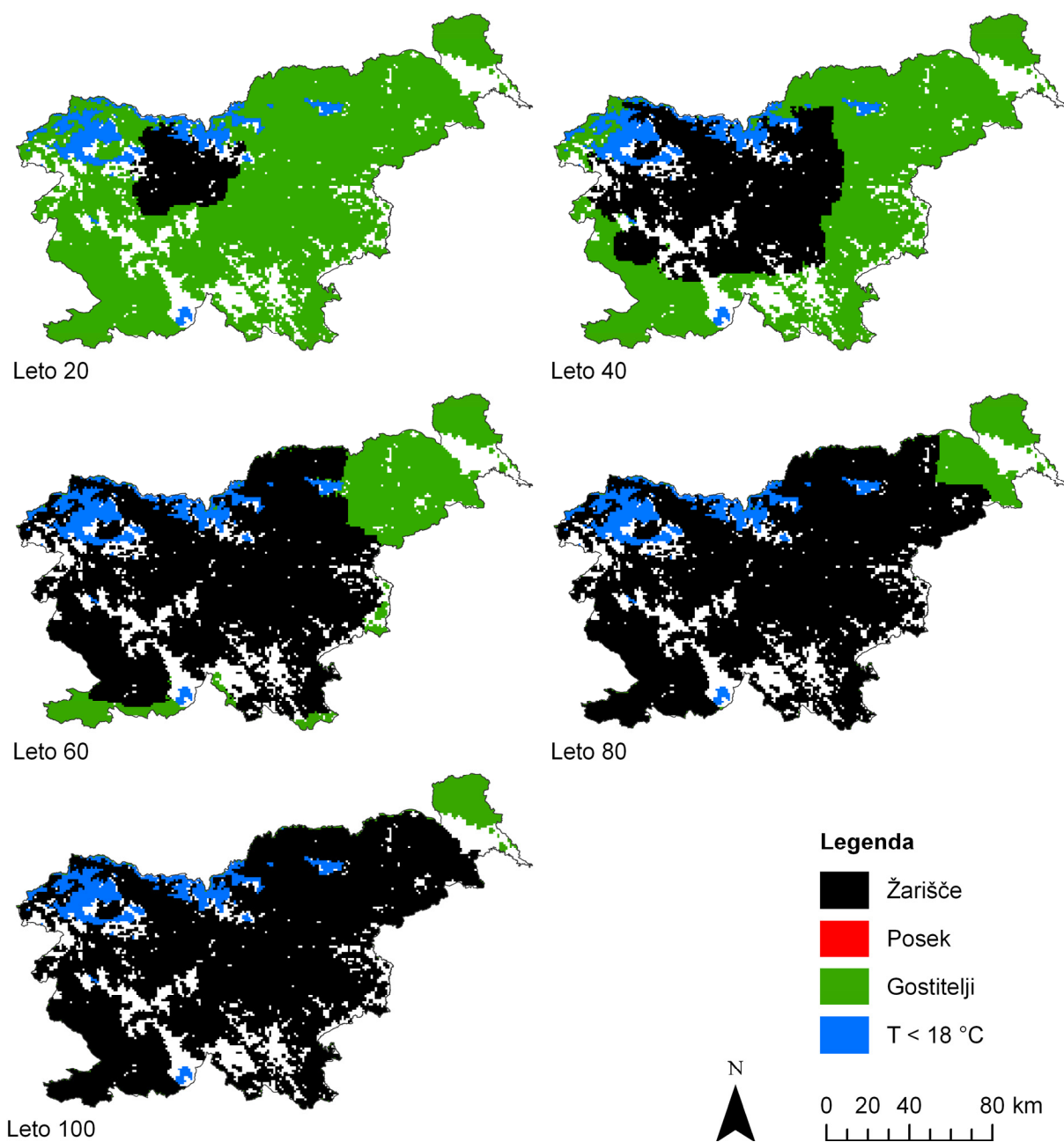
Brnik, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: bori



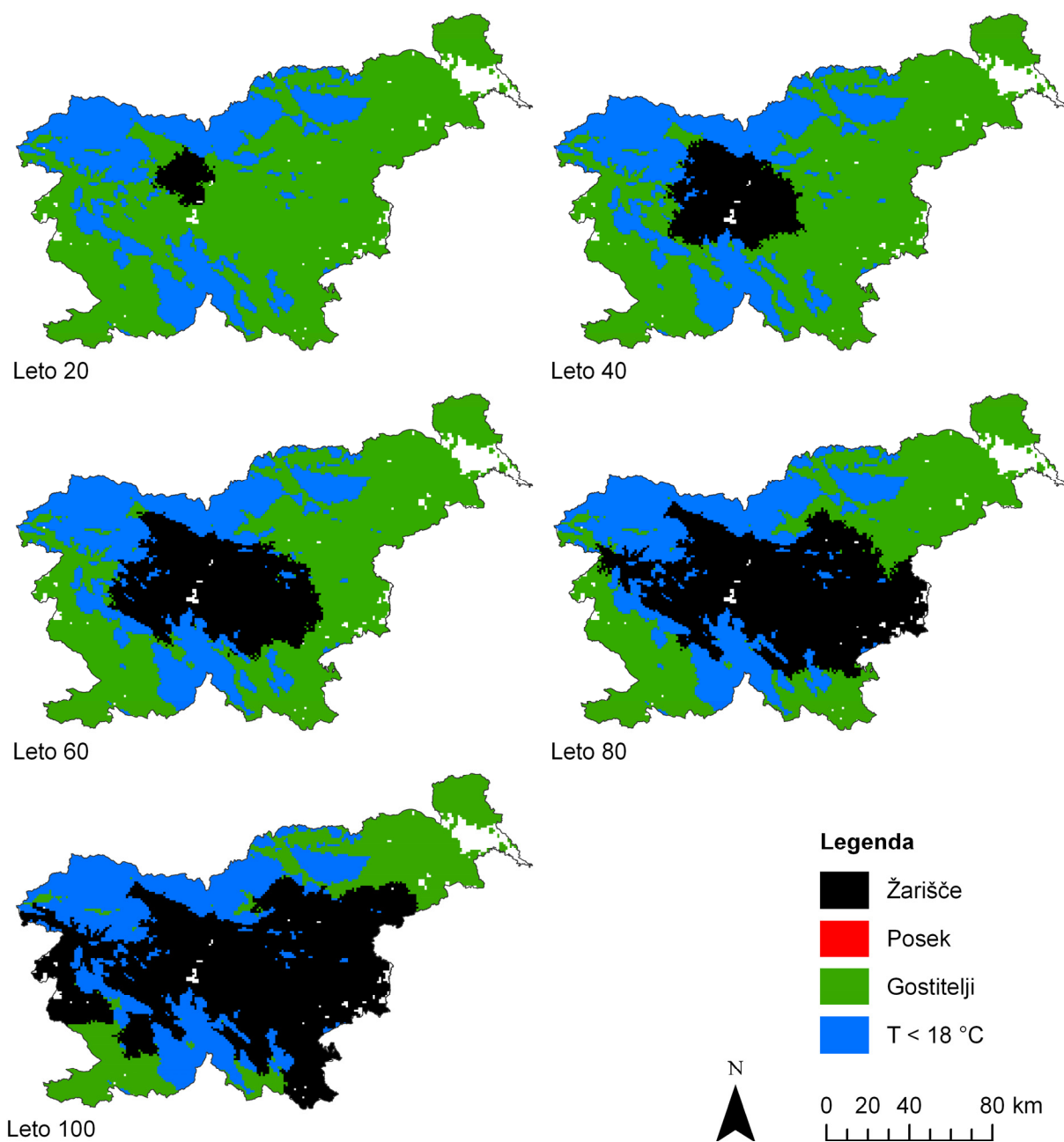
Brnik, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: bori



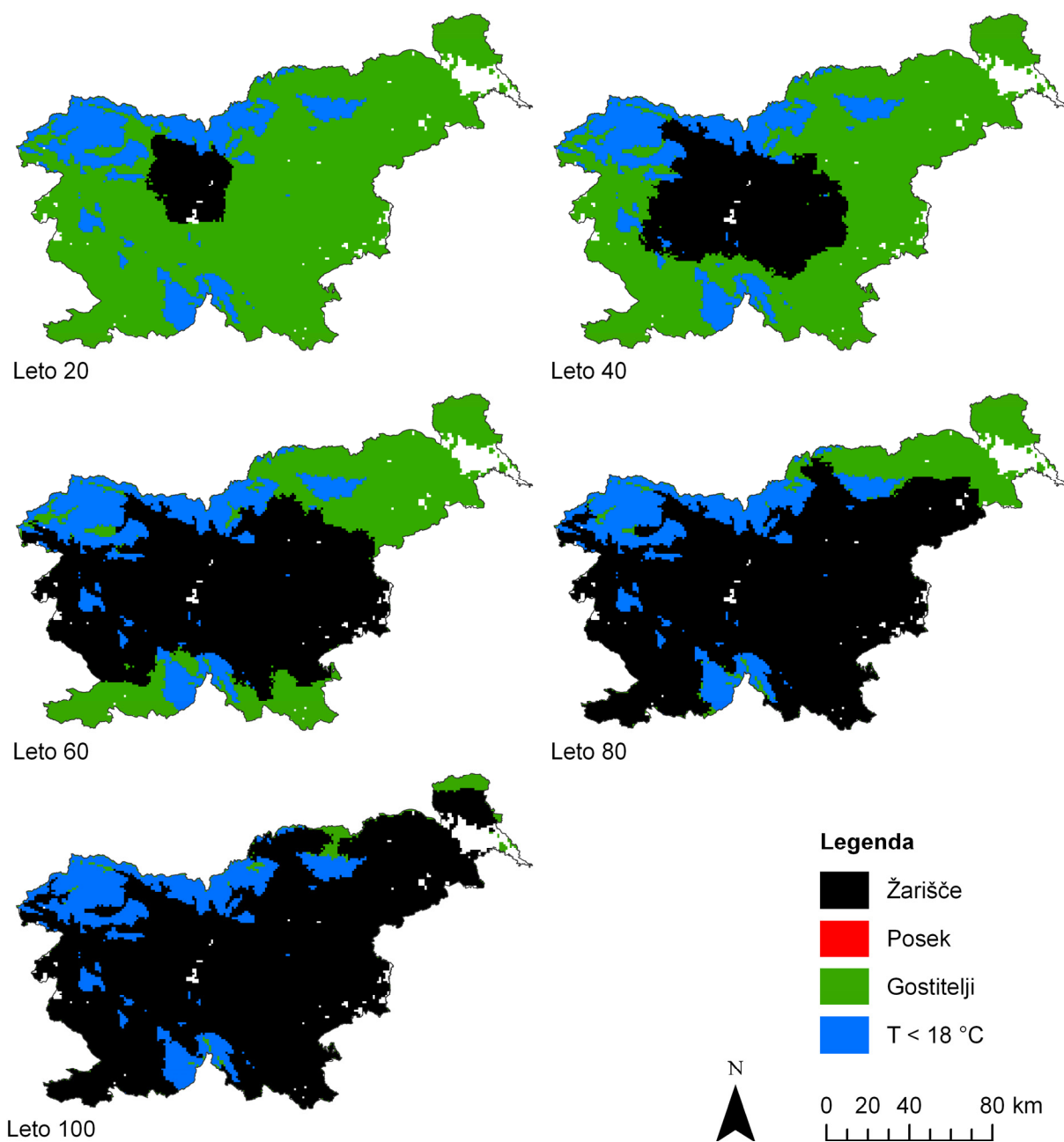
Brnik, podnebje: 2061–2090, ukrep: ne, gostitelji: bori



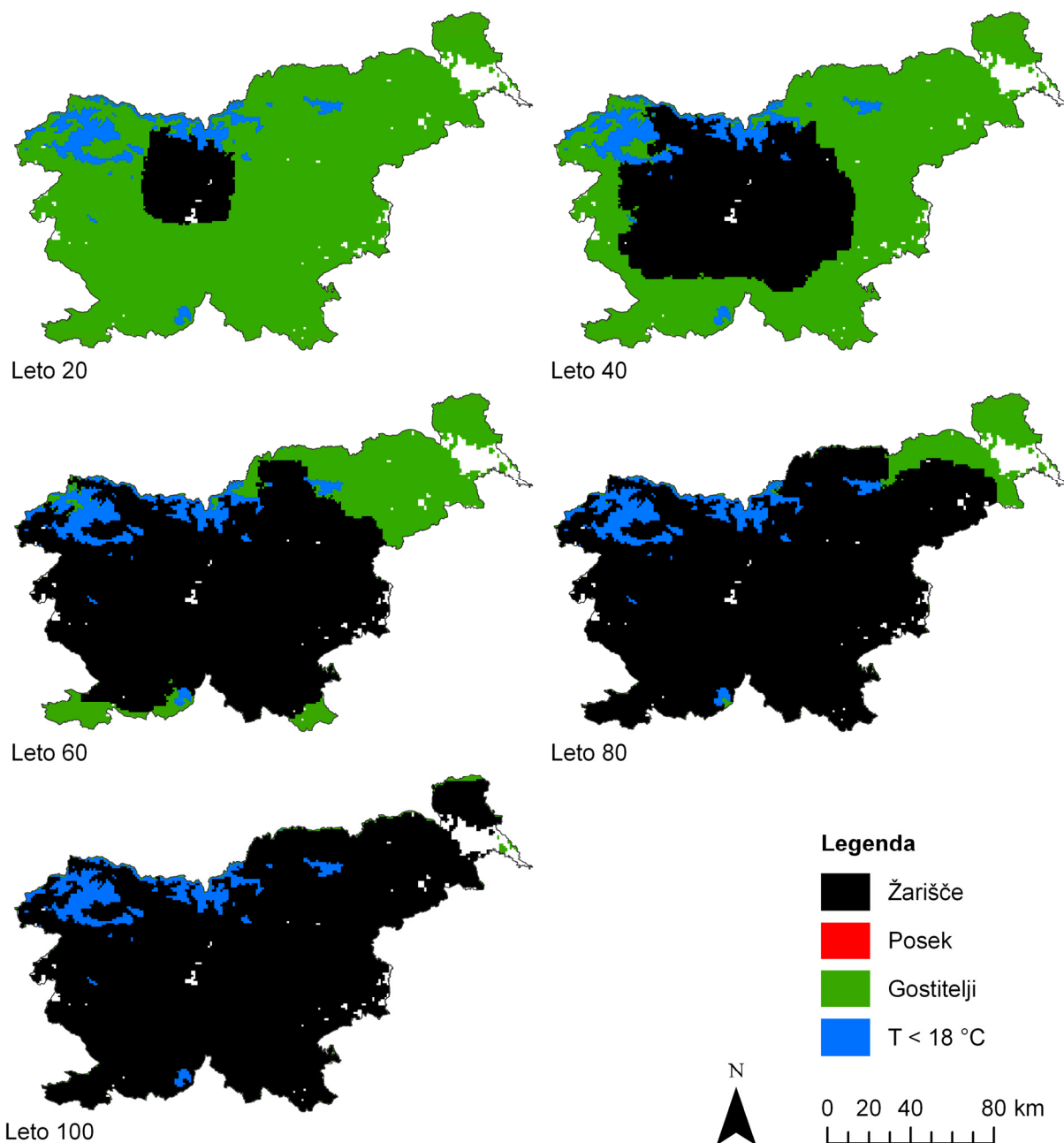
Brnik, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: vsi



Brnik, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: vsi

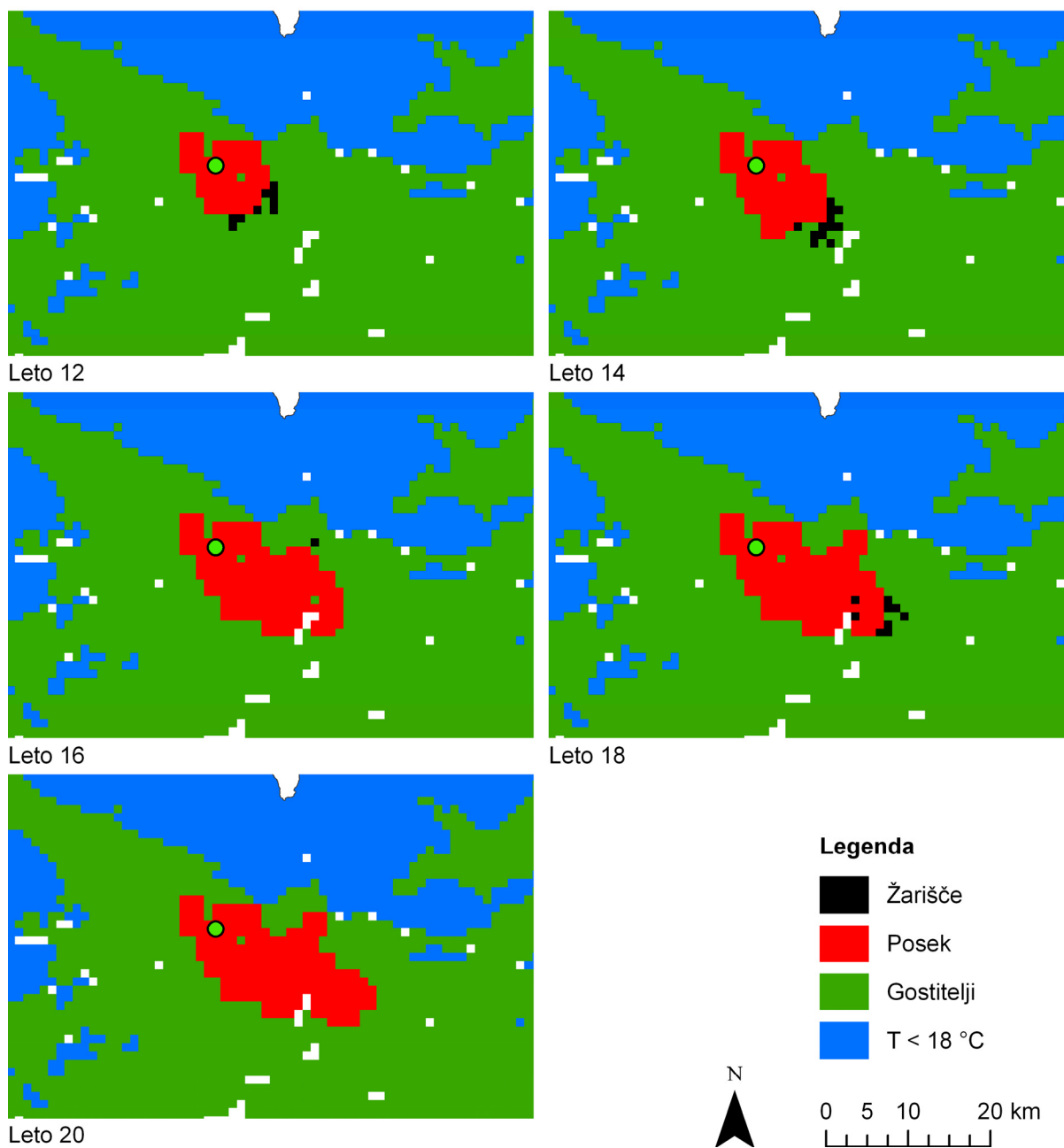


Brnik, podnebje: 2061–2090, ukrep: ne, gostitelji: vsi

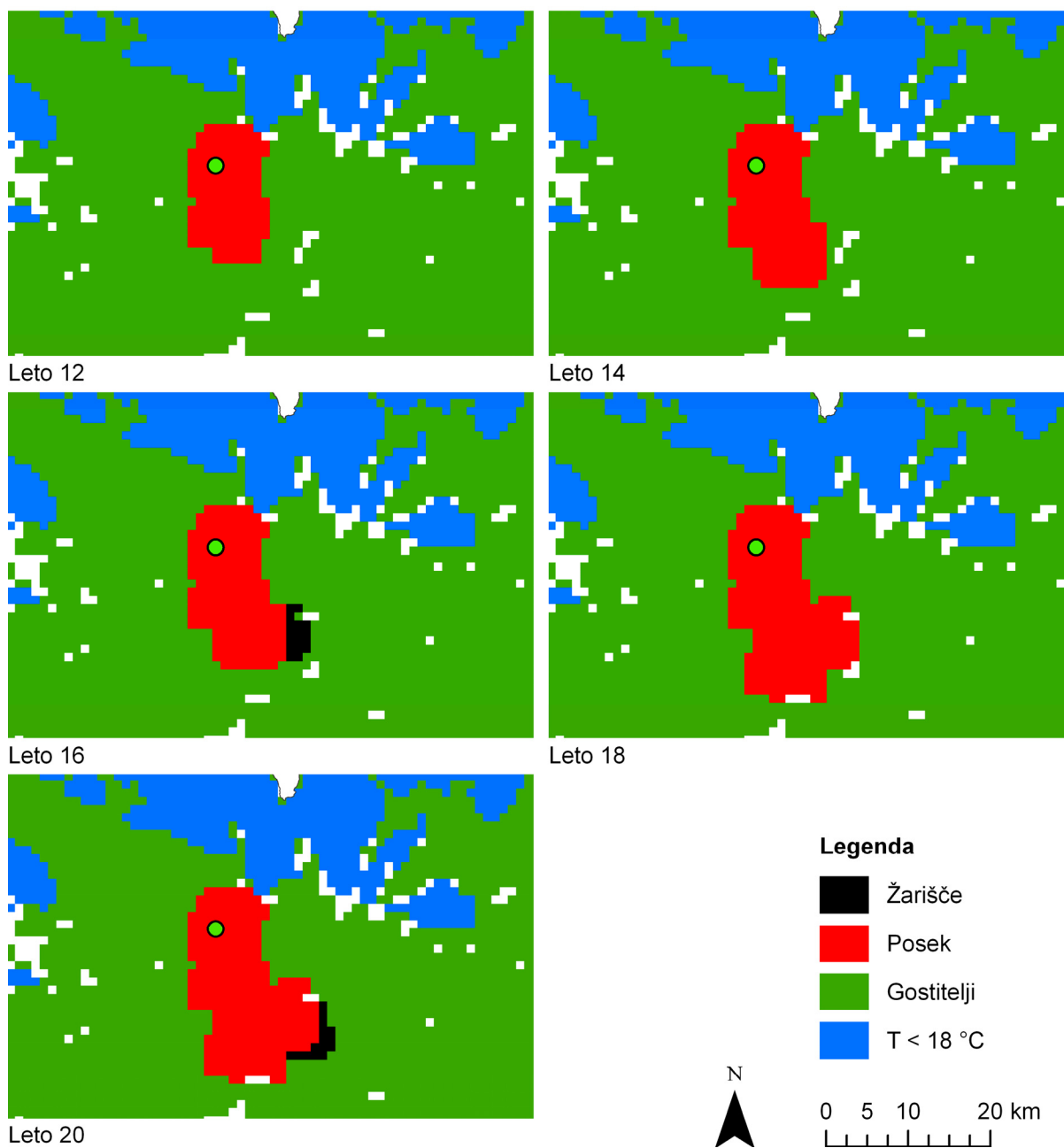


Pri kartah, kjer je simulacija upoštevala ukrepanje, smo izbrali ponovitev, kjer je širjenje borove ogorčice trajalo najdlje. V primeru, kjer upoštevamo za gostitelje samo bore, se je borova ogorčica širila raje proti jugu in jugozahodu, pri upoštevanju vseh gostiteljev pa proti severozahodu in zahodu. Pri toplejšem podnebju obstaja večja verjetnost, da se razširi na večje območje zaradi ugodnejših pogojev za razmnoževanje borove ogorčice in njenih vektorjev.

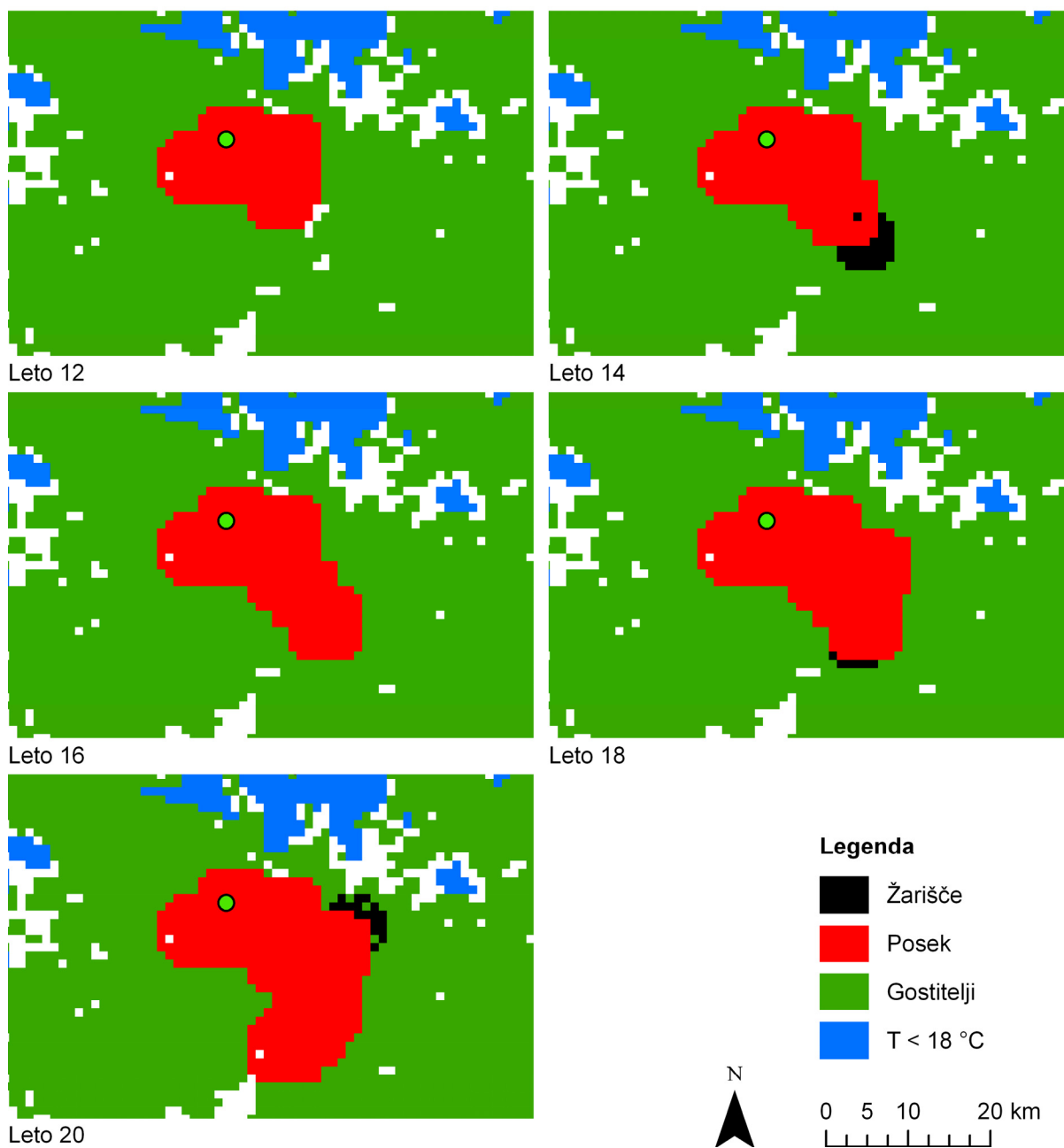
Brnik, podnebje: 1971–2000, ukrep: da, gostitelji: bori



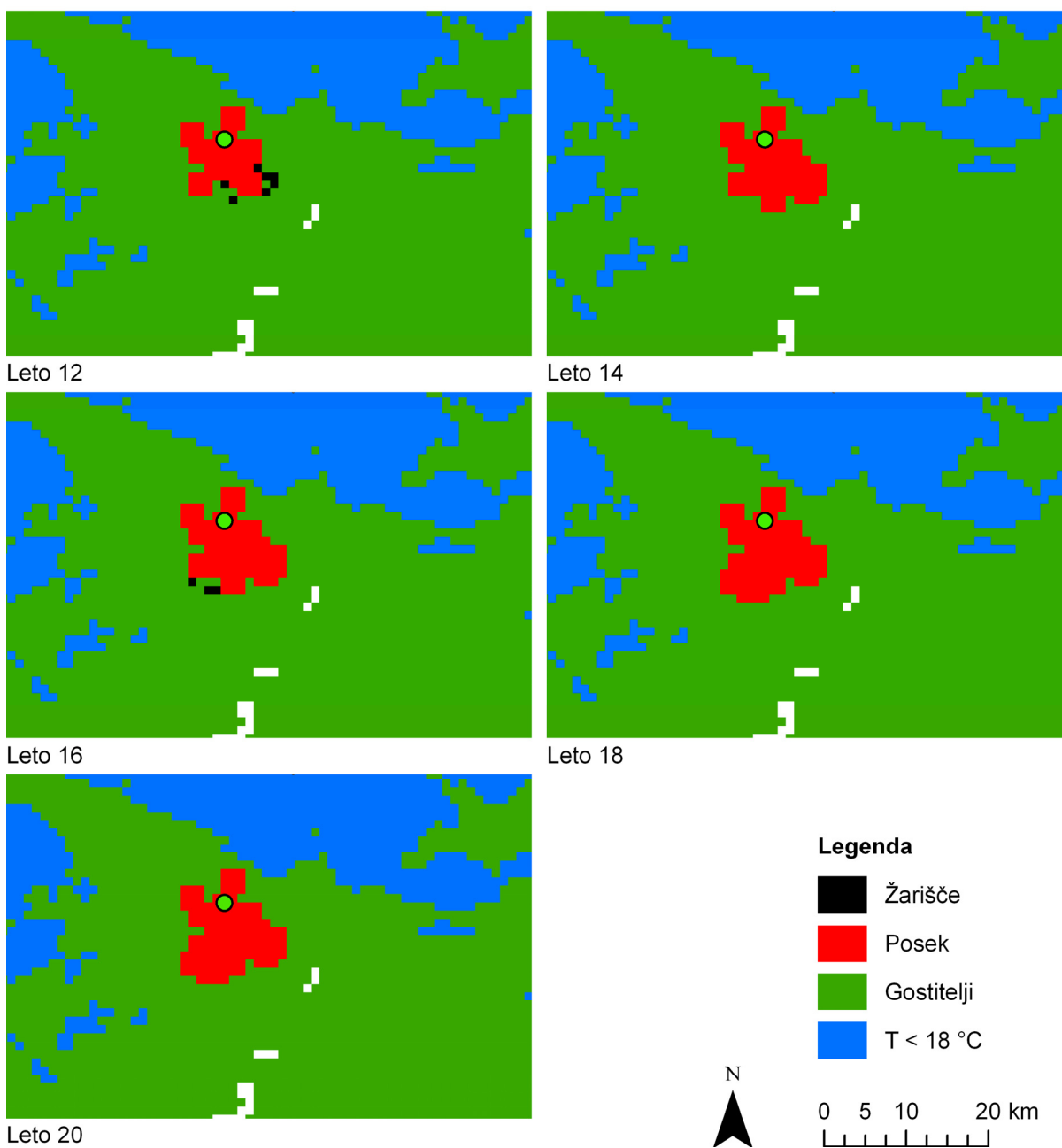
Brnik, podnebje: 2021–2050, ukrep: da, gostitelji: bori



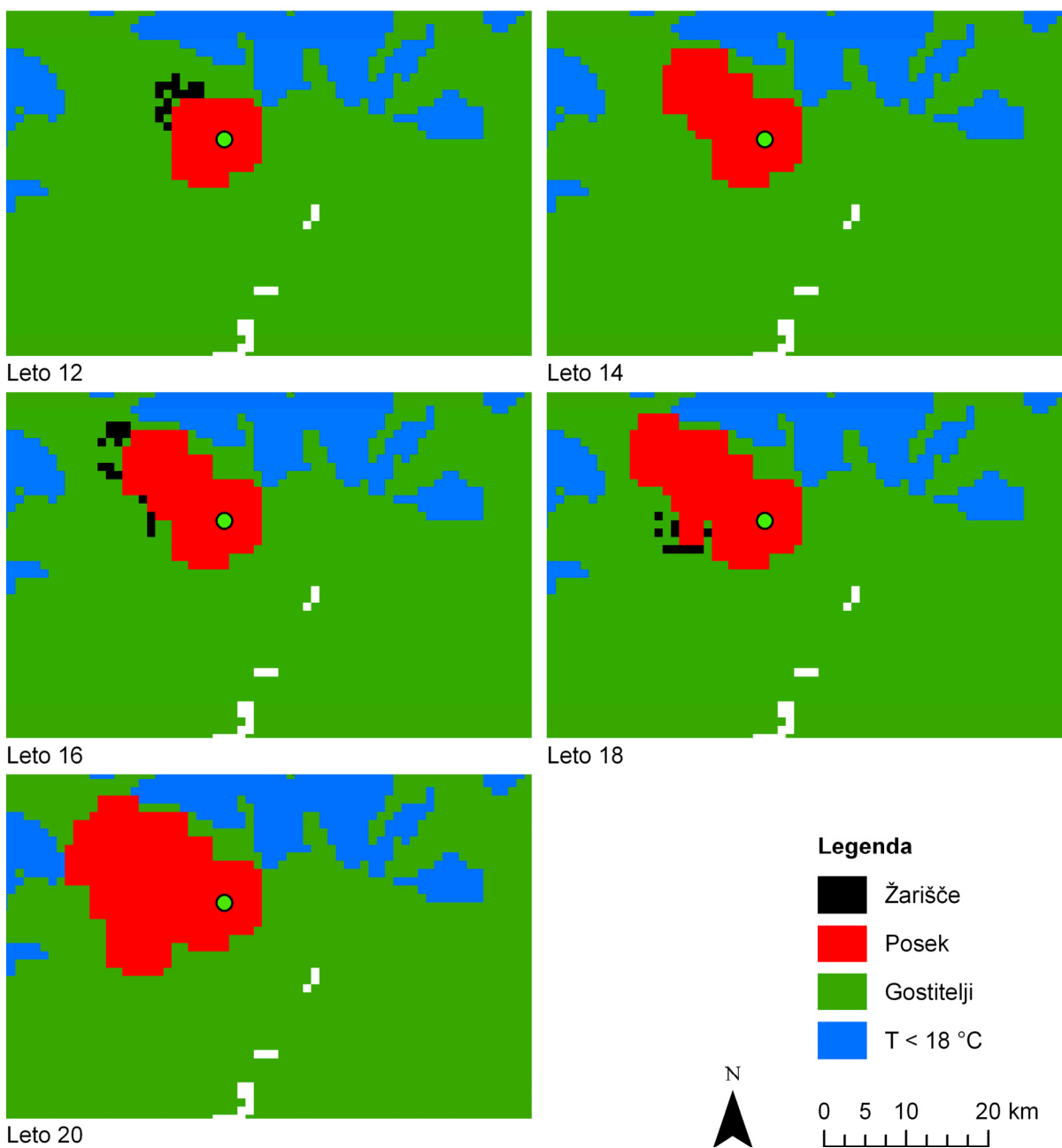
Brnik, podnebje: 2061–2090, ukrep: da, gostitelji: bori



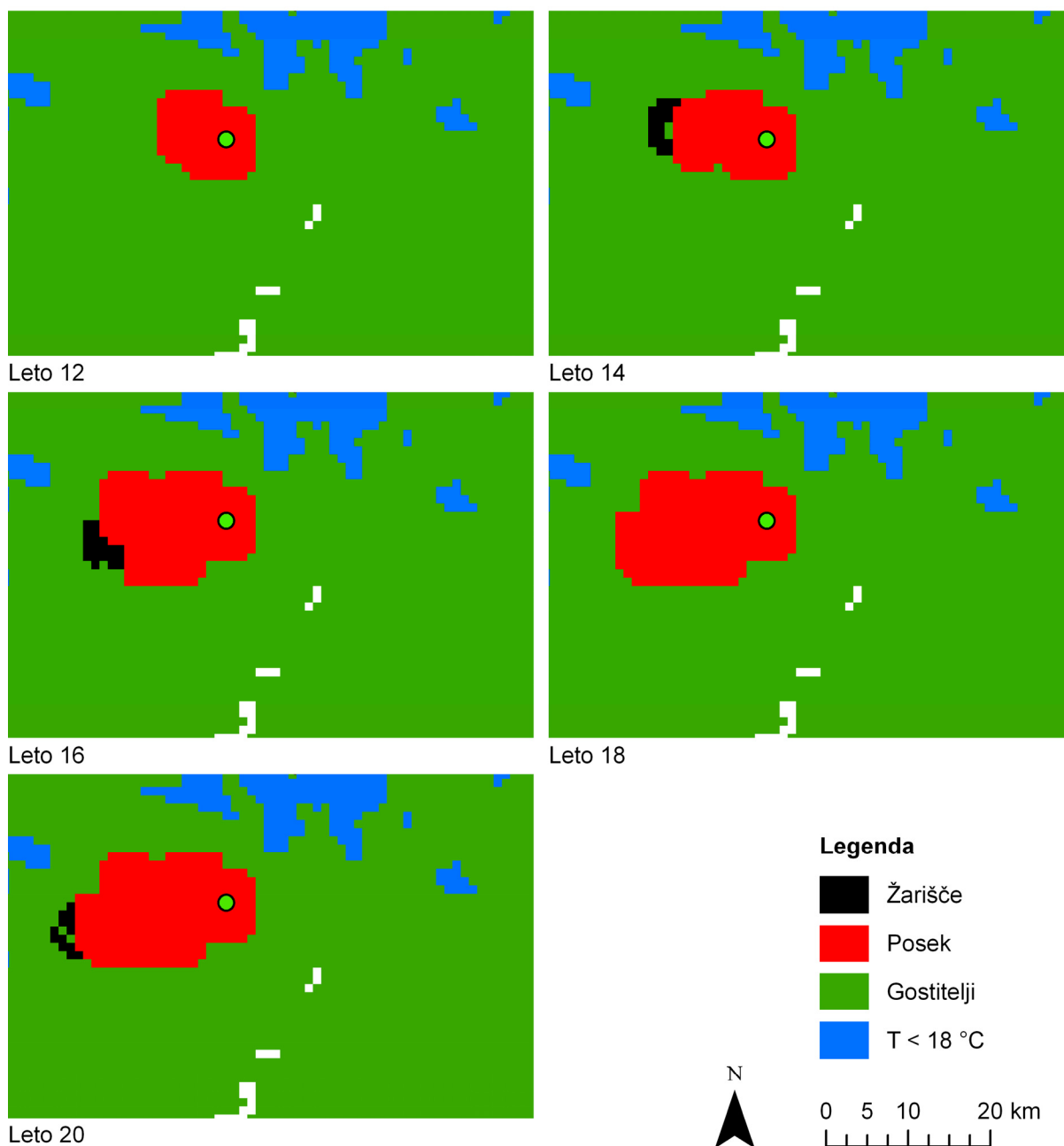
Brnik, podnebje: 1971–2000, ukrep: da, gostitelji: vsi



Brnik, podnebje: 2021–2050, ukrep: da, gostitelji: vsi



Brnik, podnebje: 2061–2090, ukrep: da, gostitelji: vsi

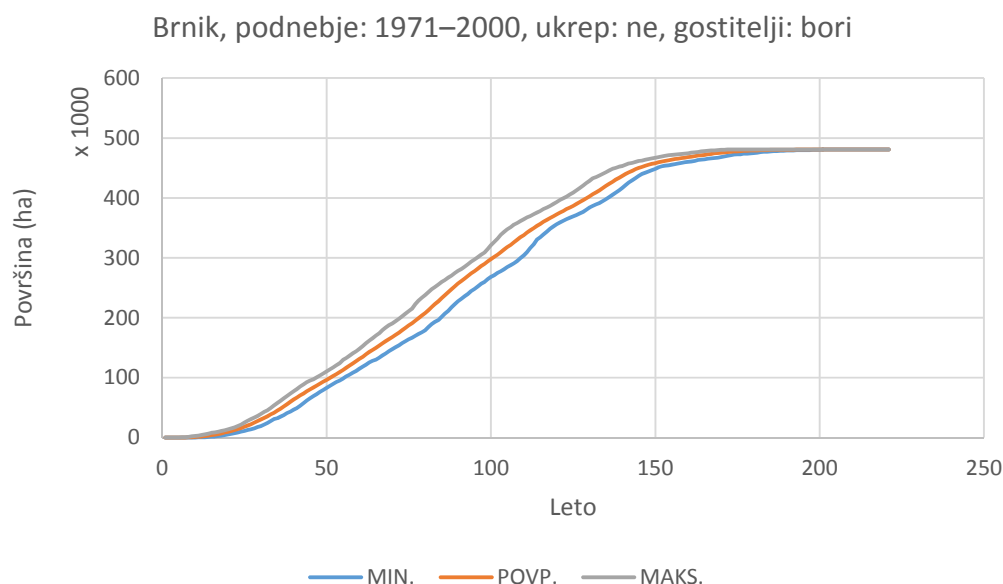
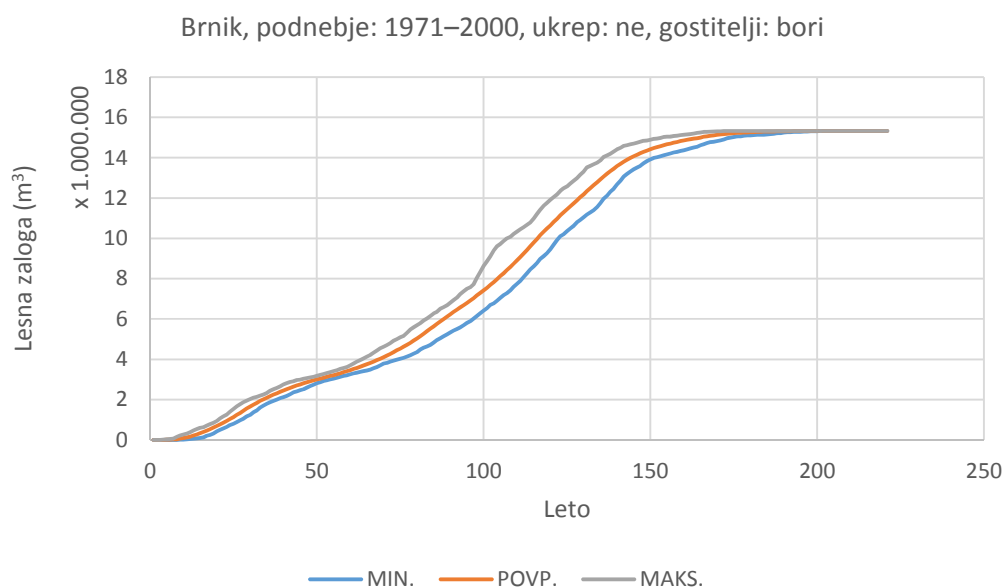


Poškodovana lesna zaloga in površina

Slika 6.2.6: Brnik - Poškodovana lesna zaloga in površina.

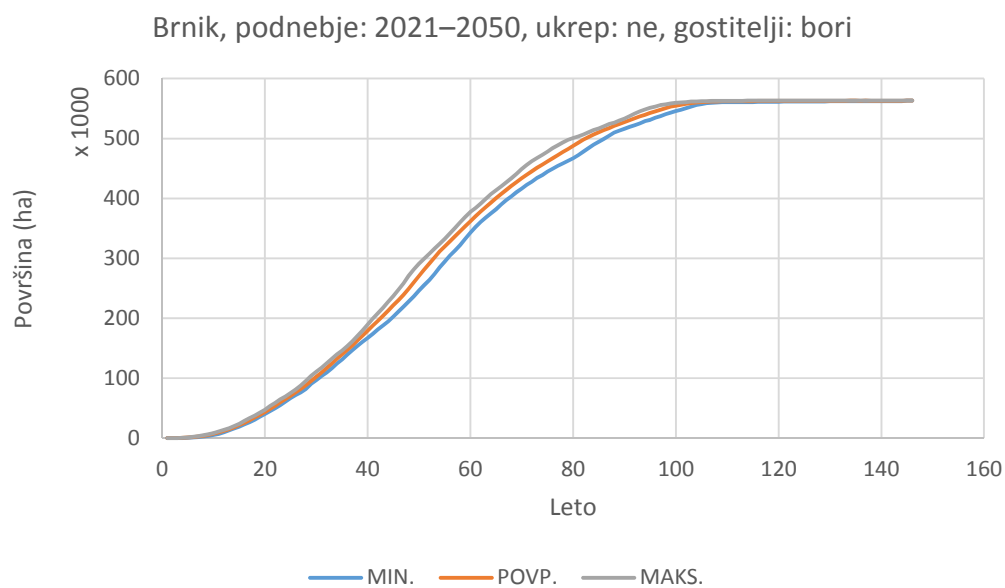
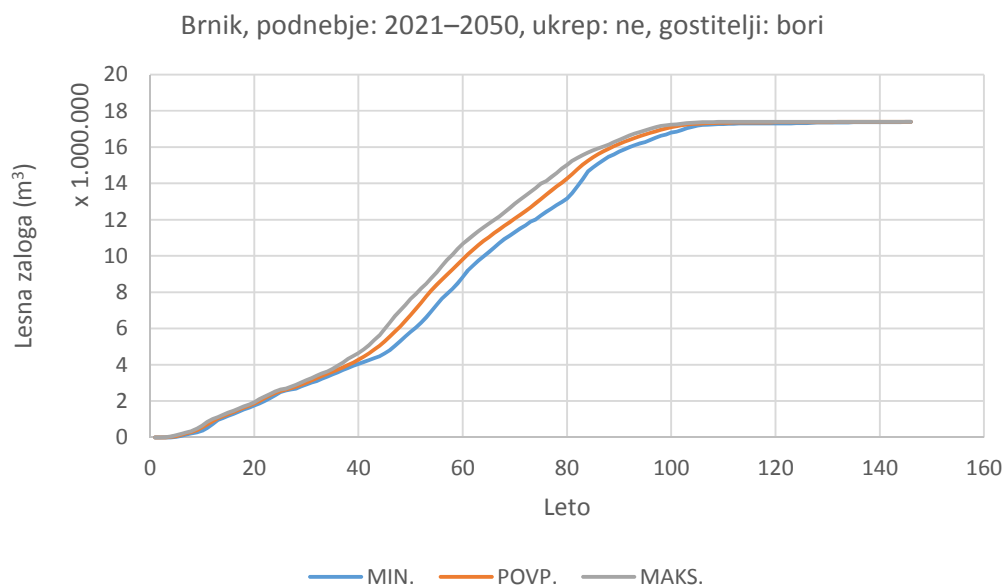
V tem poglavju predstavljamo grafikone potencialno poškodovane lesne zaloge in površine kumulativno zaradi borove ogorčice za vse različice simulacije, ki imajo za vstopno mesto Brnik. Različica simulacija je navedena v glavi grafikona. Vsaka različica je bila izračunana z več ponovitvami (z ukrepi 300 krat, brez ukrepov 30 krat) in ker gre za stohastične celične avtomate, je vsaka ponovitev nekoliko drugačna, smo grafikone opremili s tremi črtami, ki prikazujejo minimalno, povprečno in maksimalno vrednost potencialno poškodovane lesne zaloge in površine glede na vse ponovitve v obravnavanem letu.

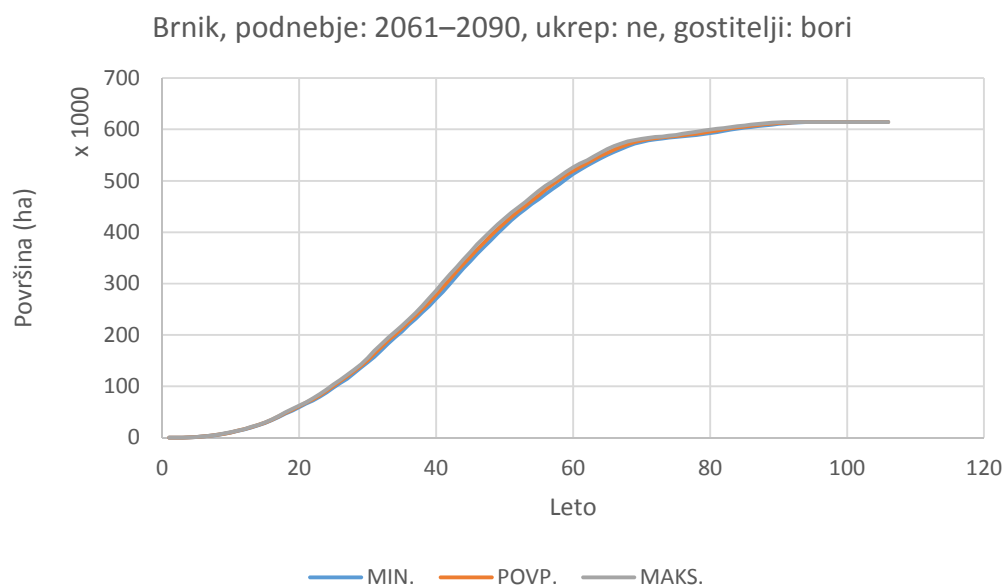
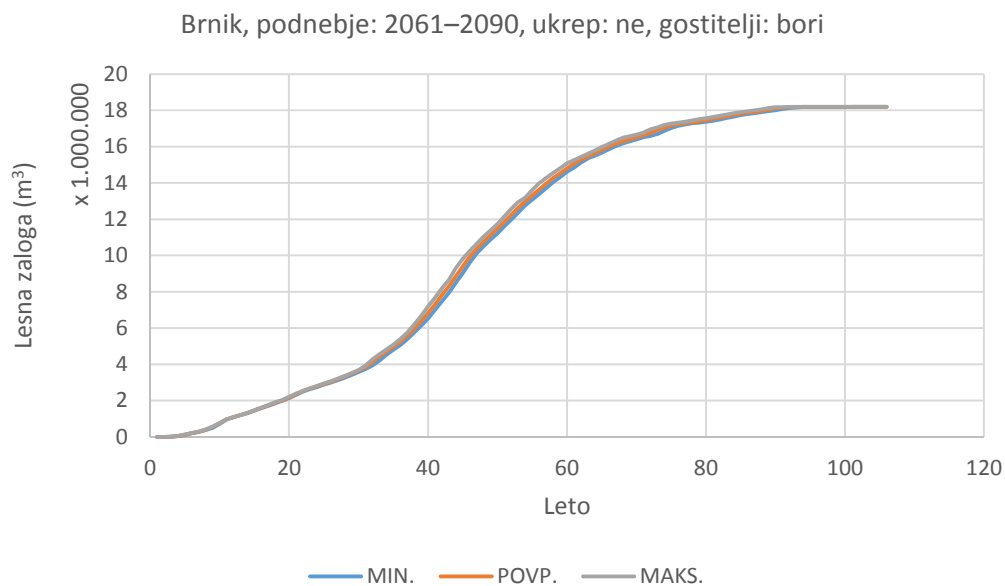
Pri različici simulacij brez ukrepov in gostitelji so samo bori, do 40 leta potencialno poškodovana lesna zaloga narašča enakomerno, potem se za približno 10 let krivulja za nekoliko položi zaradi manjše gostote in lesne zaloge borov, nato začne potencialno poškodovana lesna zaloga pospešeno naraščati, končno se upočasni in ustali na 15,3 Mm³ na površini 480.756 ha. Pri toplejšem podnebju bo borova ogorčica potencialno poškodovala večjo površino in količino lesne zaloge: v scenariju podnebnih sprememb 2021–2051, 17,4 Mm³ borov na 563.009 ha; v scenariju podnebnih sprememb 2061–2090, 18,2 Mm³ borov na 614.624 ha. Iz zgoraj navedenih vrednosti lahko vidimo, da v simulacijah borova ogorčica ni zasedla vse možne površine – razlog je v nesklenjenem arealu borov, kjer določene površine borova ogorčica ne napade, kljub ugodnim podnebnim razmeram.



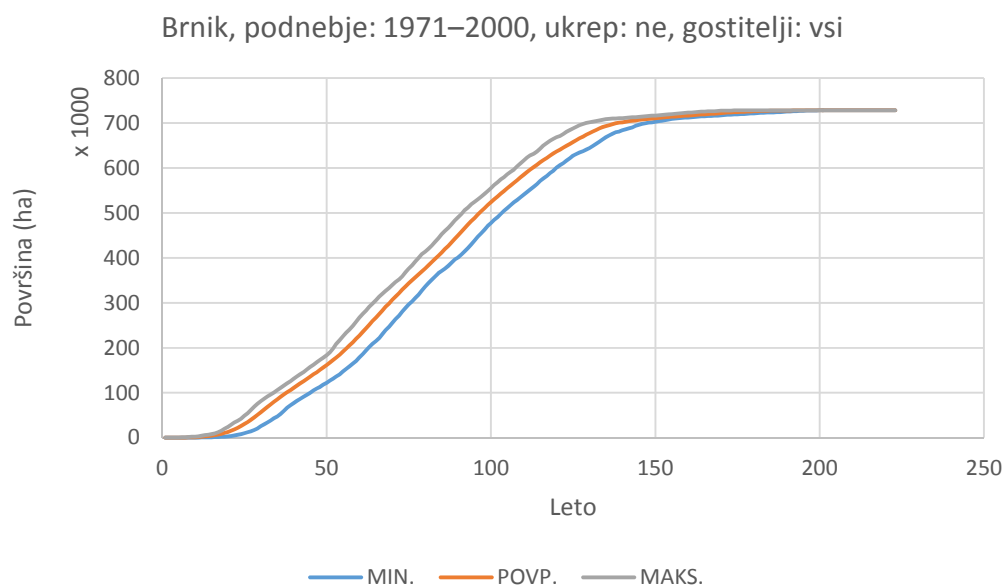
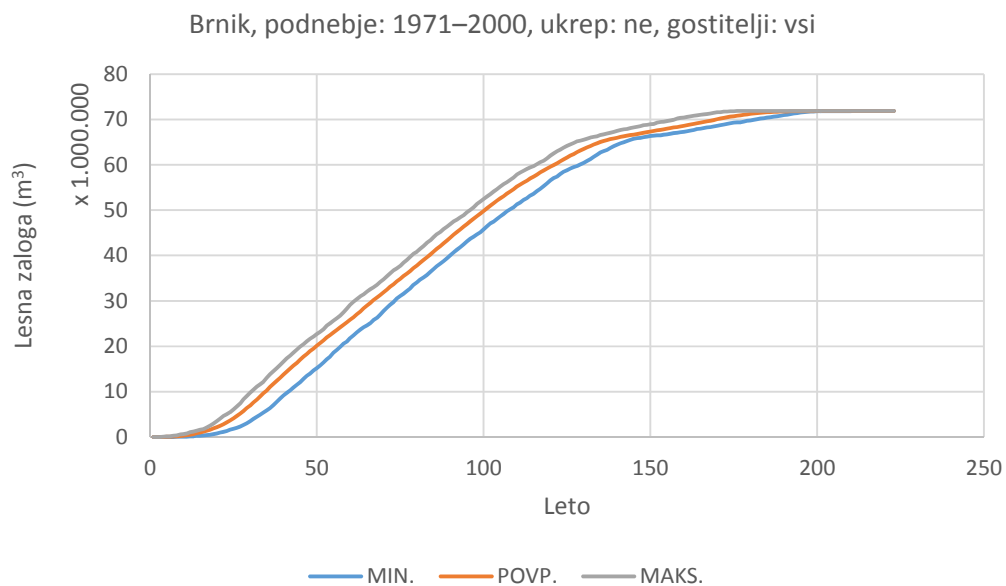
Pri toplejšem podnebju je razlika med minimalno in maksimalno krivuljo manjša, kar nakazuje manjšo variabilnost napovedi potencialne poškodovane lesne zaloge in površine ter

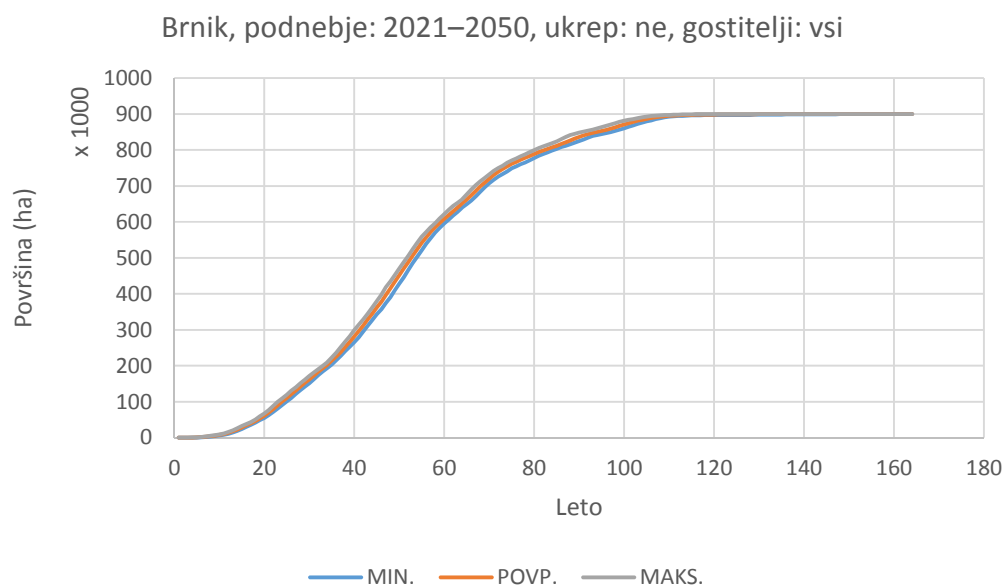
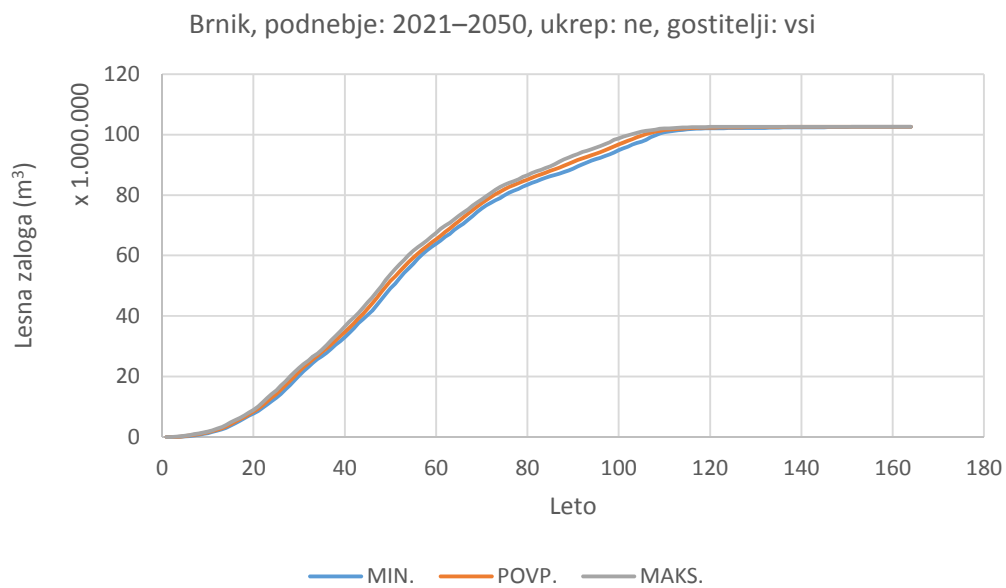
izraža pravilo modela, da je verjetnost naselite borove ogorčice pri toplejšem podnebju večja. Krivulja je pri toplejšem podnebju nekoliko strmejša, kar nakazuje, da bo širjenje hitrejše.

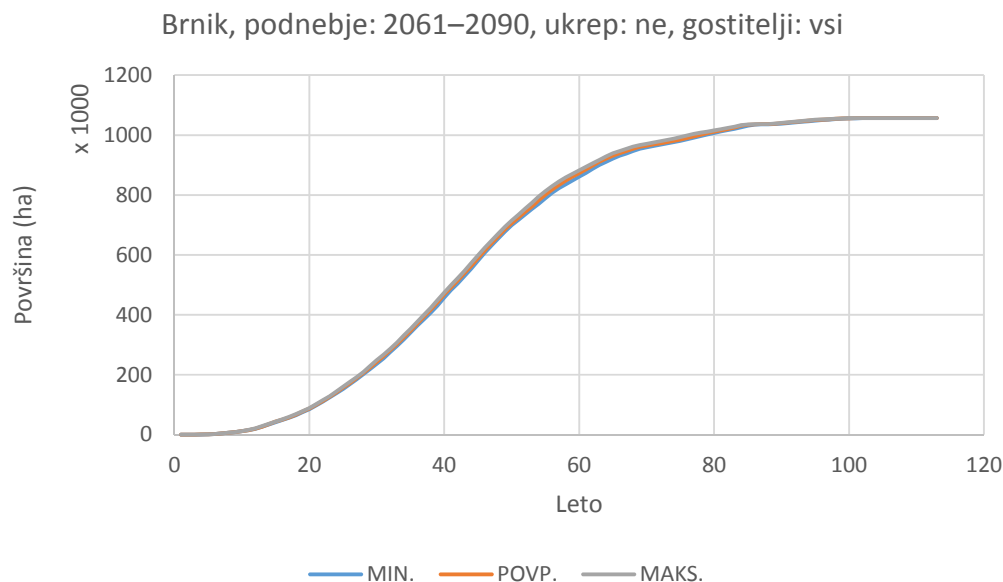
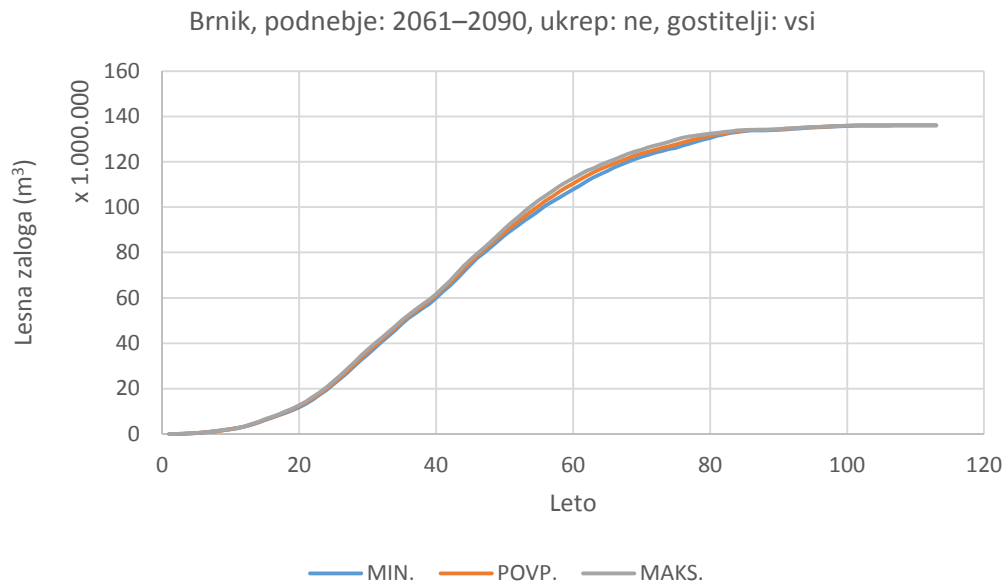




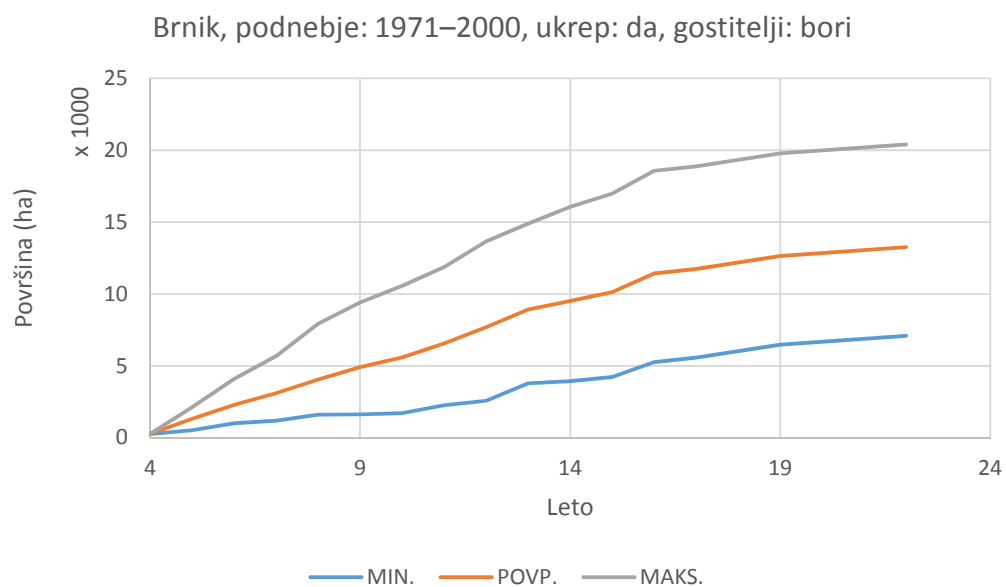
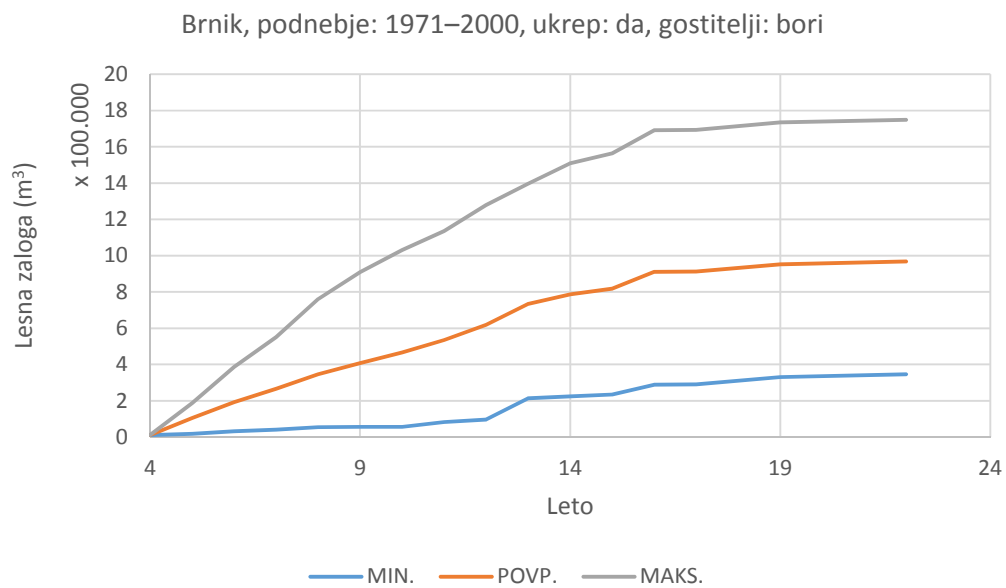
Pri upoštevanju vseh gostiteljev je krivulja rasti potencialno poškodovane lesne zaloge in površine tipična S krivulja, ki je značilna za naravno širjenje. Pri upoštevanju podnebnih razmer 1971–2000 bi lahko borova ogorčica končno poškodovala 71,9 Mm³ na 728.366 ha, pri scenariju podnebnih razmer 2021–2050, 102,6 Mm³ na 900.290 ha, pri scenariju podnebnih razmer 2061–2090, 136 Mm³ na 1,0 mio ha.

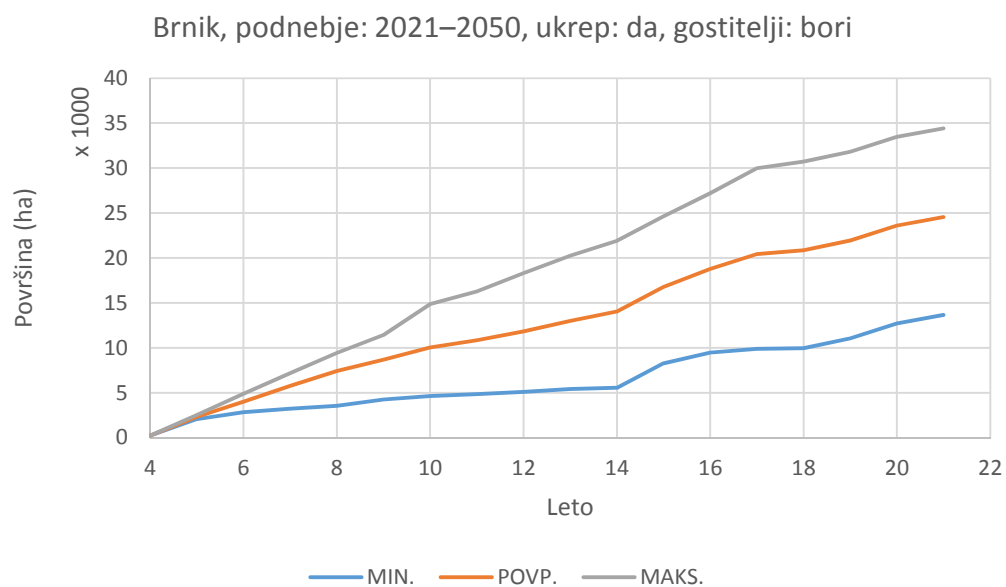
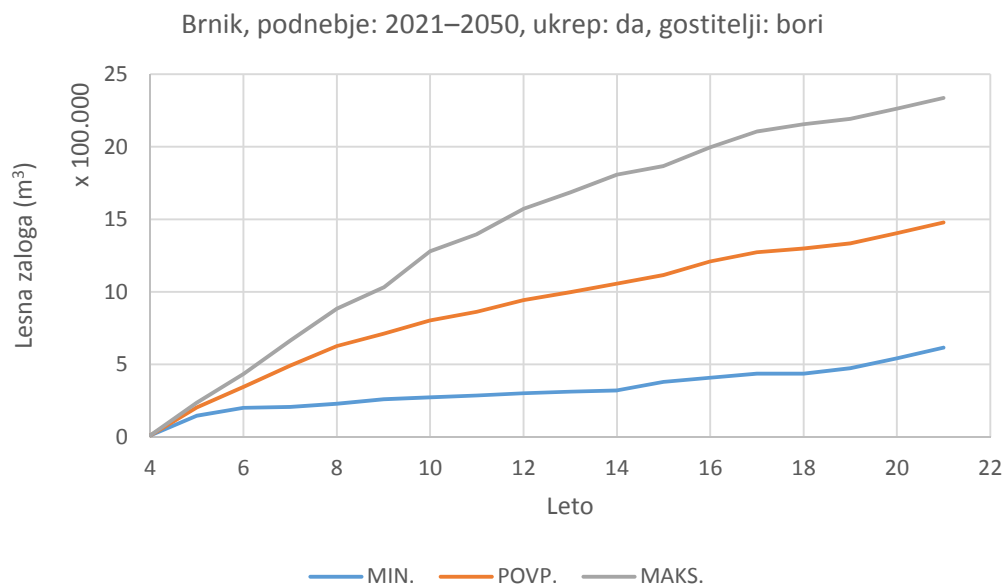


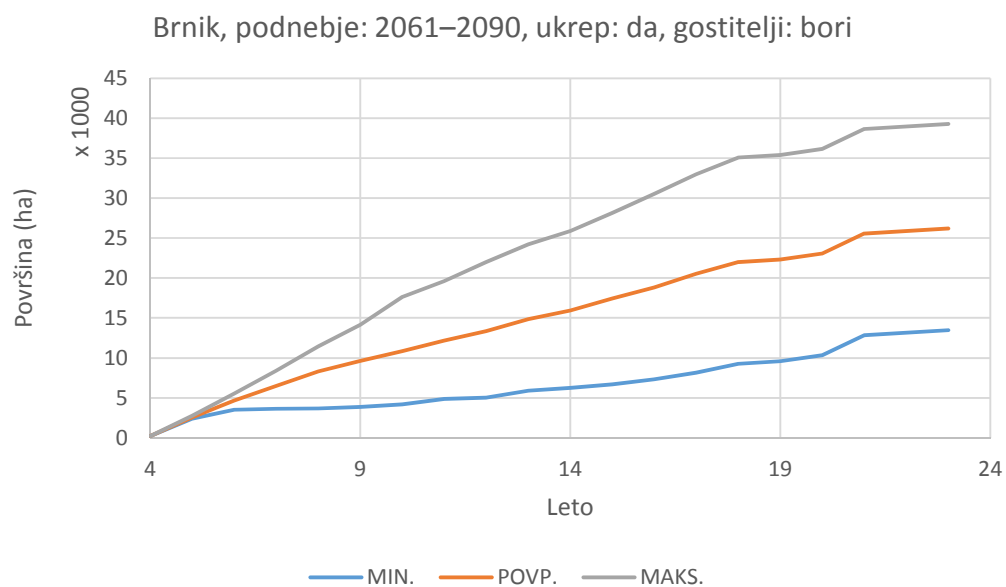
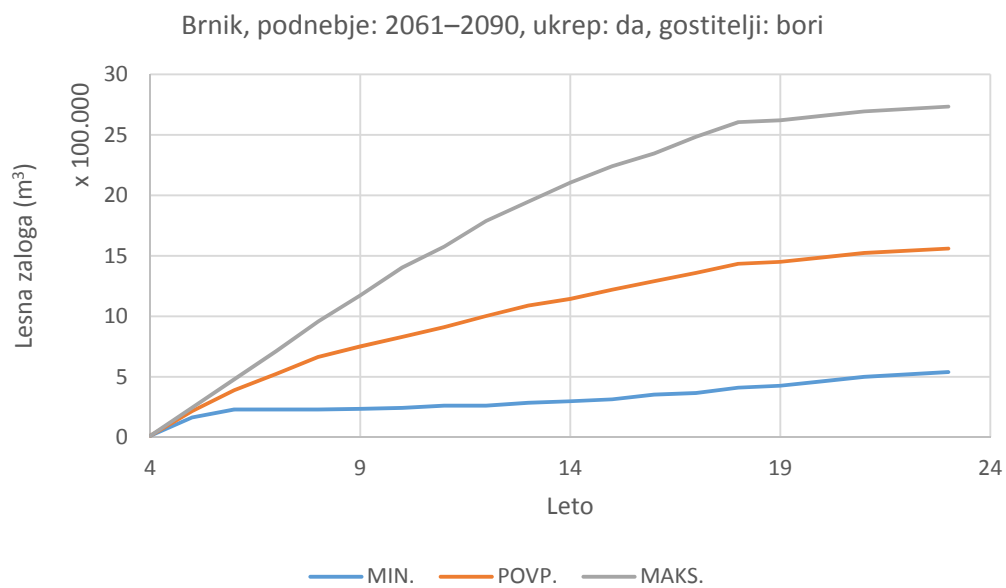


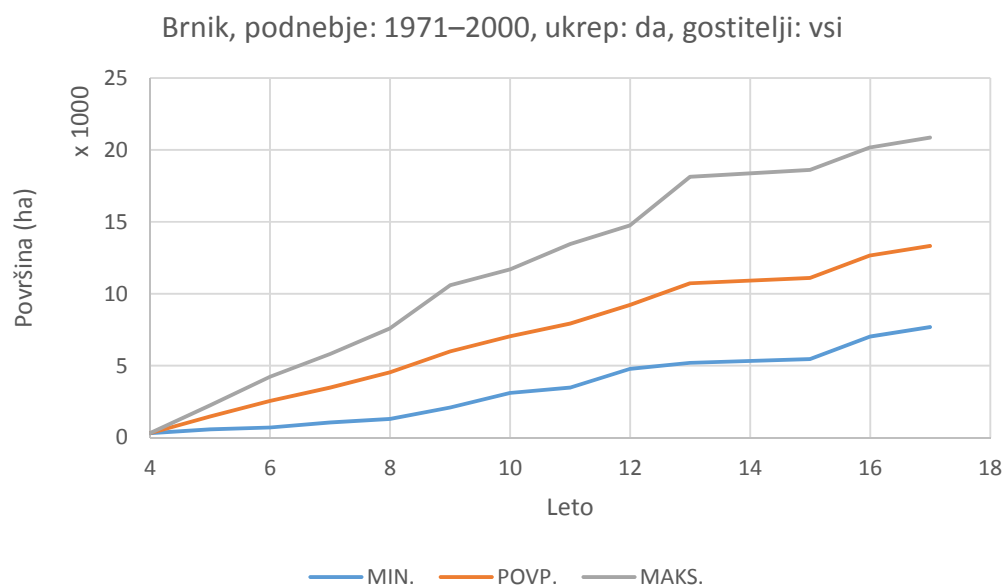
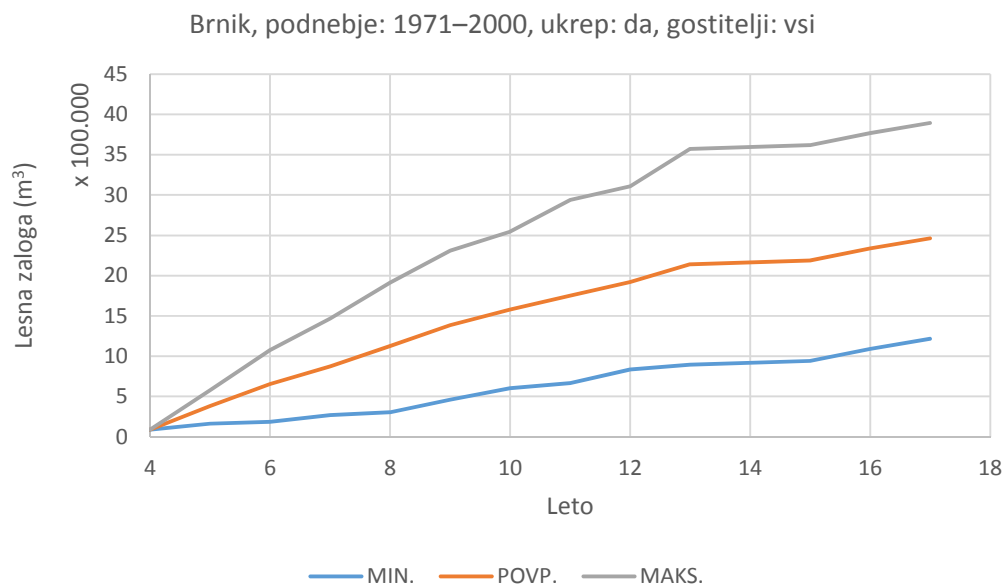


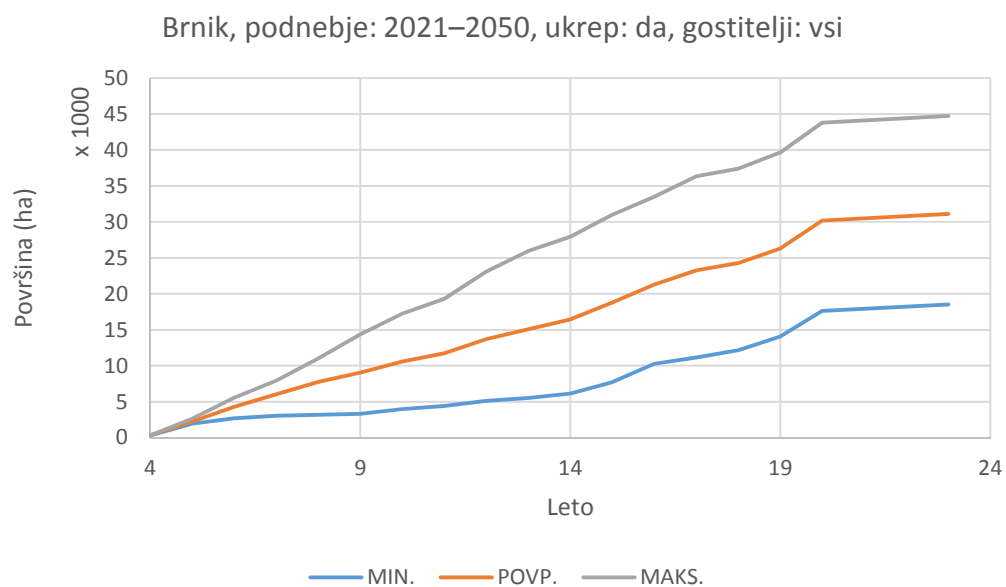
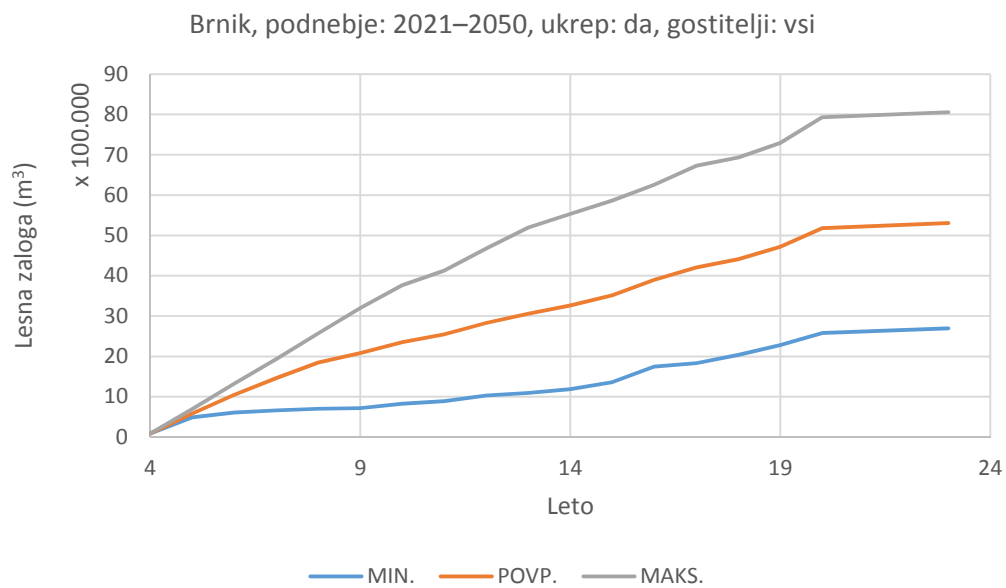
Pri simulacijah kjer upoštevamo zaustavljanje širjenja borove ogorčice z ukrepanjem, smo borovo ogorčico zatrli v najbolj pesimističnem primeru v 25 letih. Količina potencialno poškodovanih borov bi ob upoštevanju podnebnih razmer 1971–2000 znašala povprečno 967 km³ na 13.250 ha v 17 letih. Pri toplejšem podnebju bi bila potencialno poškodovana količina večja in sicer pri scenariju podnebnih sprememb 2021–2050, 1,5 Mm³ na 24.548 ha v 21 letih, pri scenariju podnebnih sprememb 2061–2090, 1,6 Mm³ na 26.194 ha v 23 letih. Pri upoštevanju vseh gostiteljev in ukrepanja bi bila potencialno poškodovana količina bistveno večja. V podnebnih razmerah 1971–2000 bi lahko končno bilo poškodovanih povprečno 2,5 Mm³ na 13.329 ha v 17 letih, v scenariju podnebnih sprememb 2021–2050, 5,3 Mm³ na 31.098 ha v 23 letih, v scenariju podnebnih sprememb 2061–2090, 7,3 Mm³ na 40.703 ha v 25 letih.

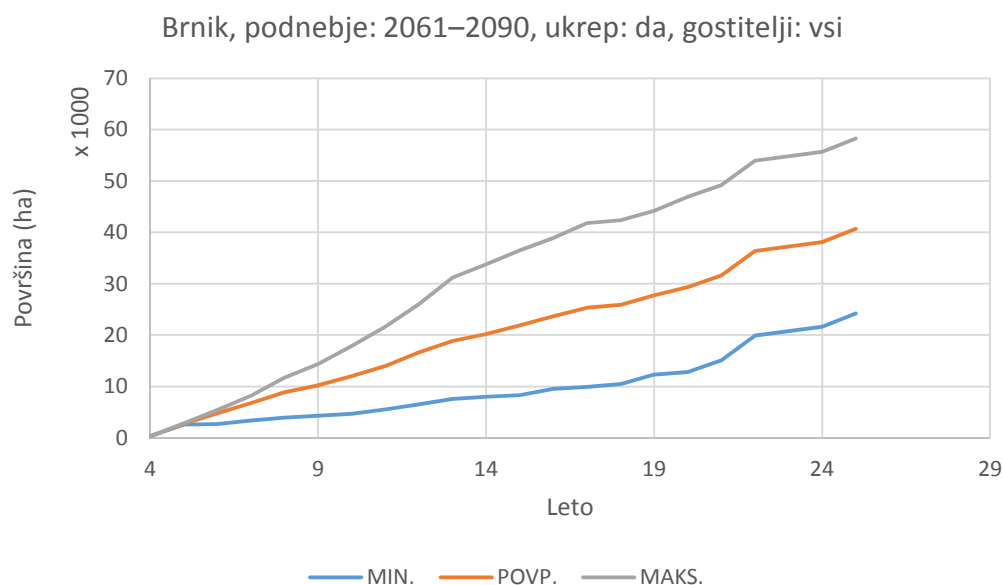
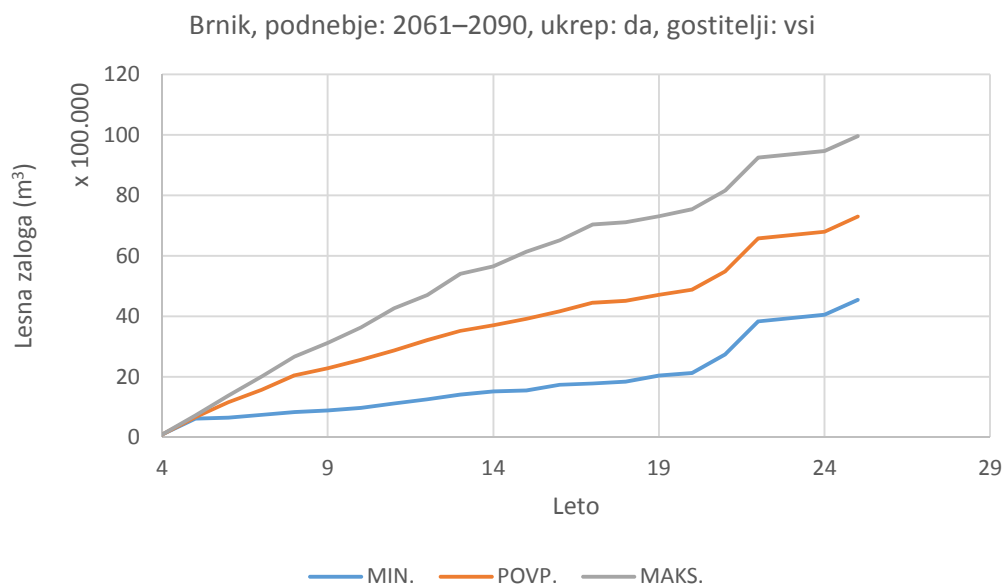












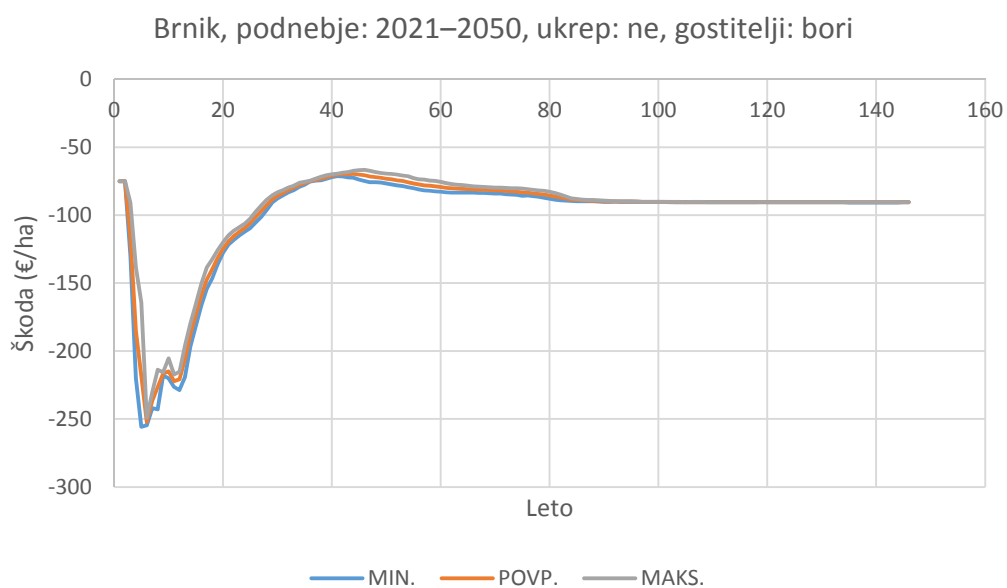
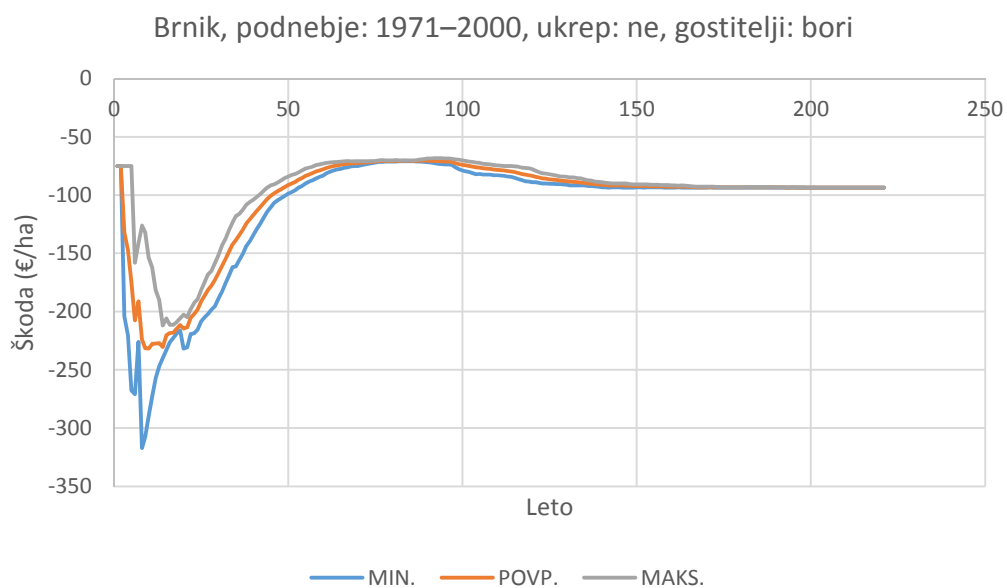
Potencialni obseg gospodarske škode

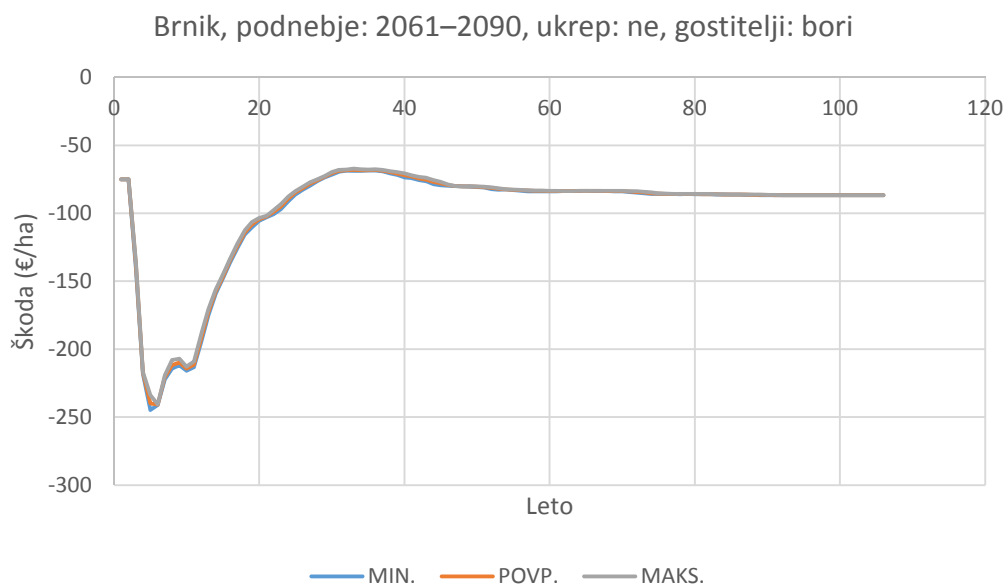
Slika 6.2. 7: Brnik - Potencialni obseg gospodarske škode.

V tem poglavju prikazujemo razliko v dohodku med prodajo lesnih sekancev po ceni 11 €/nm³ in prodajo okroglega lesa na kamionski cesti za vse različice simulacij iz vstopne točke Brnik (»gospodarska škoda«). V vsaki različici simulacije je prišlo do gospodarske škode.

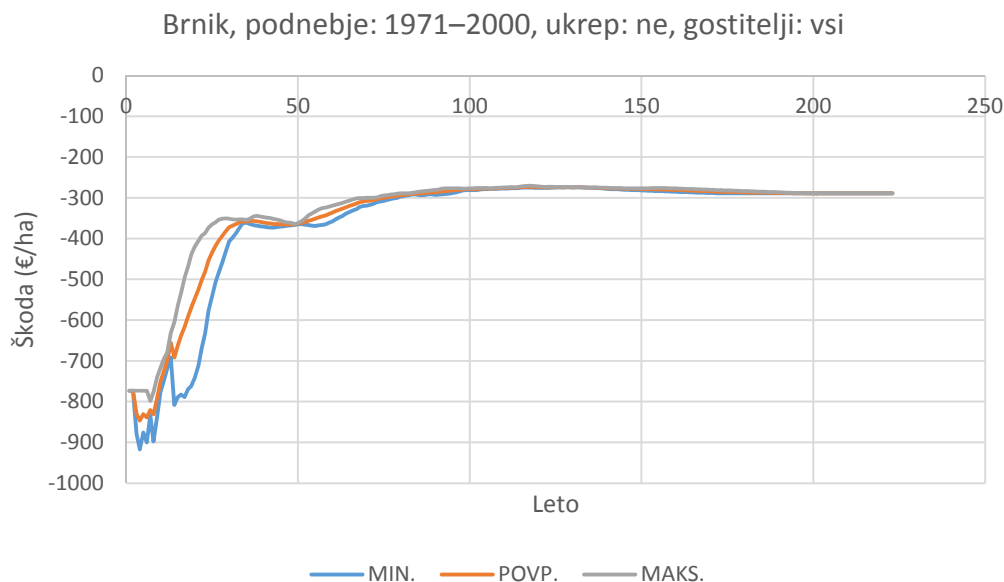
Ob upoštevanju, da so gostitelji samo bori in ne ukrepanja, bi v prvem letu gospodarska škoda znašala 75 €/ha, potem bi zelo hitro narasla do največje vrednosti, tj. v podnebnih razmerah 1971–2000, na povprečno 231 €/ha v 9 letih, po scenariju podnebnih sprememb 2021–2060, na povprečno 251 €/ha v 6 letih, po scenariju podnebnih sprememb 2061–2090, na povprečno 240 €/ha v 6 letih. Po kulminaciji gospodarske škode začne le ta naglo padati in sicer v

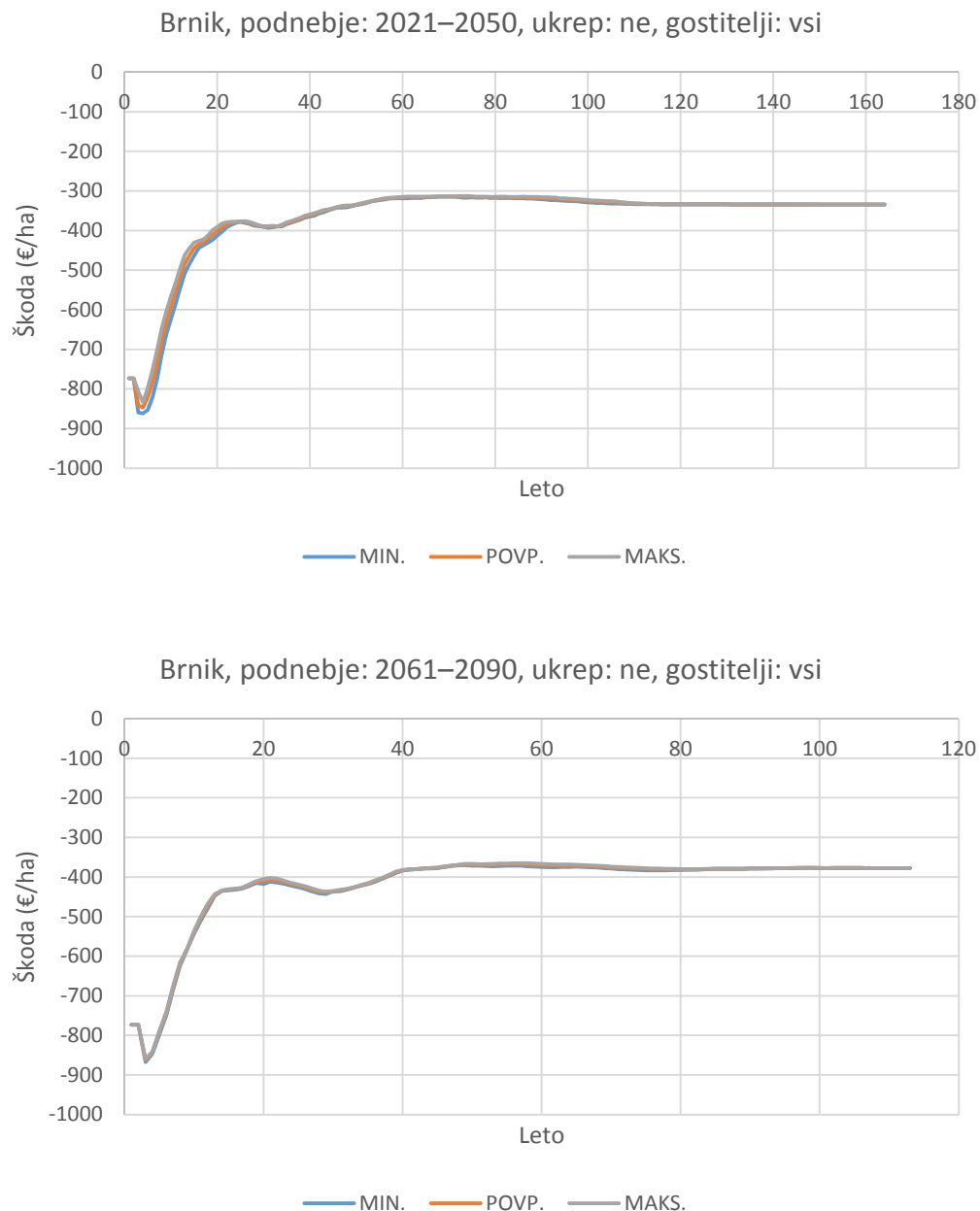
toplejšem podnebju bi padla na minimum po 31 letih na 68 €/ha, ob upoštevanju sedanjih podnebnih razmer pa po 74 letih na 71 €/ha. Po tem obdobju bi škoda spet nekoliko narasla in se ustalila na 86–93 €/ha.





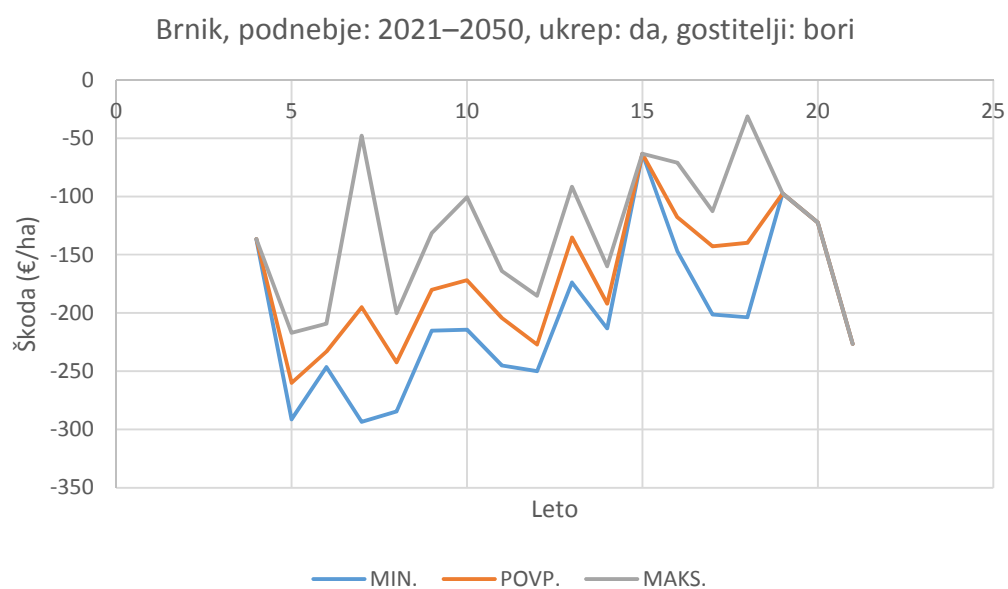
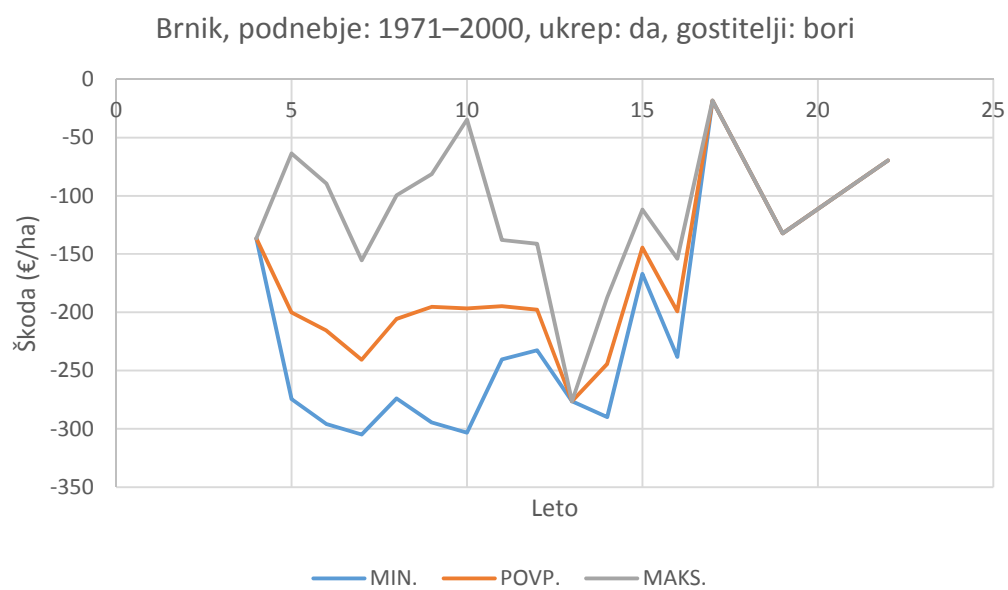
Ob upoštevanju vseh gostiteljev in ne ukrepanja je časovni potek potencialne gospodarske škode precej drugačen, saj v simulaciji že sam začetek prinaša največ gospodarske škode, tj. 773 €/ha povprečno. V naslednjih petih letih doseže sam vrh in sicer 793–831 €/ha povprečno v odvisnosti od upoštevanja podnebnih razmer. Nato začne naglo padati in v sedanjih podnebnih razmerah po 35 letih pade skoraj na minimum, v toplejšem podnebju pa po 20 letih. Gospodarska škoda se končno ustali na 289–377 €/ha povprečno v odvisnosti od upoštevanja podnebnih razmer.

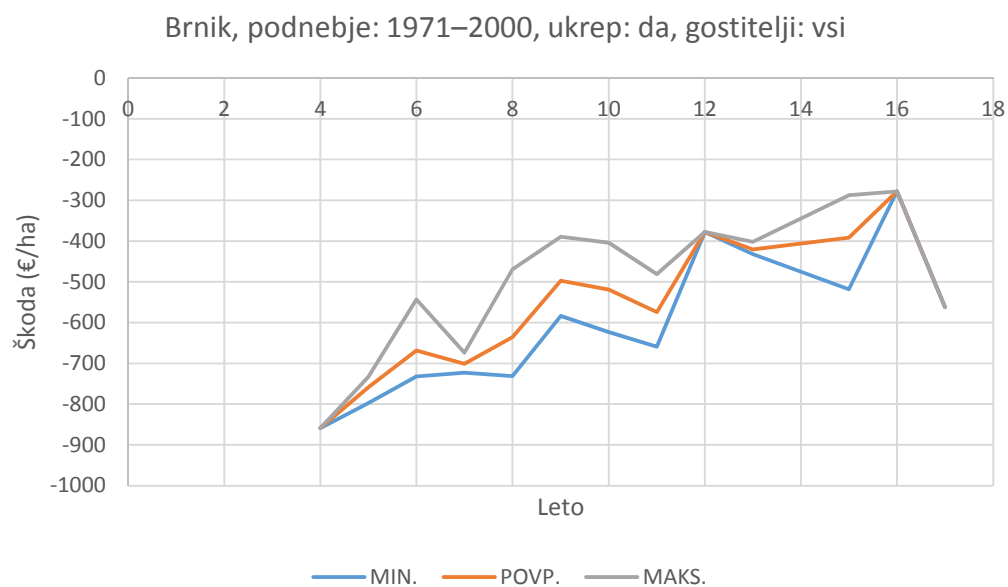
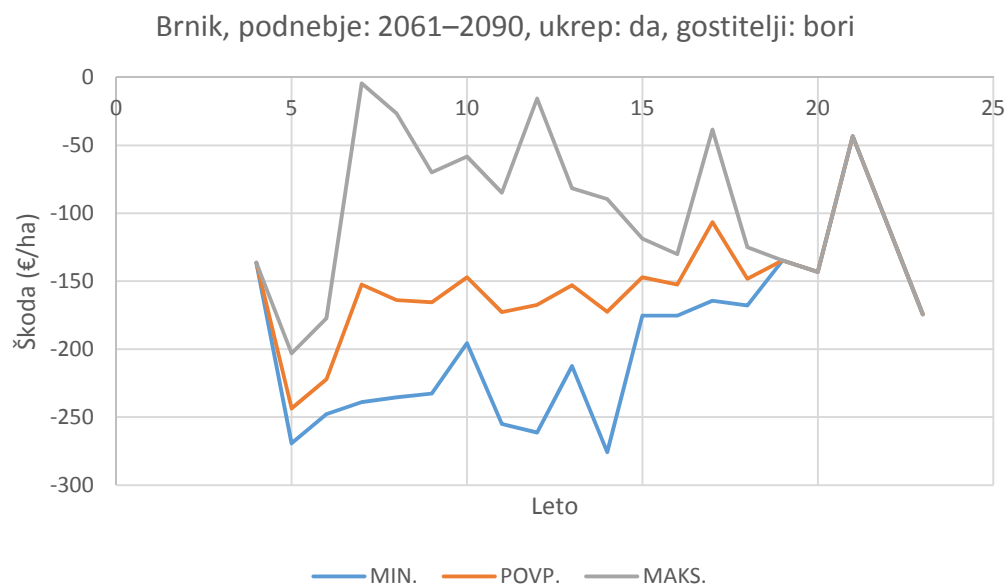


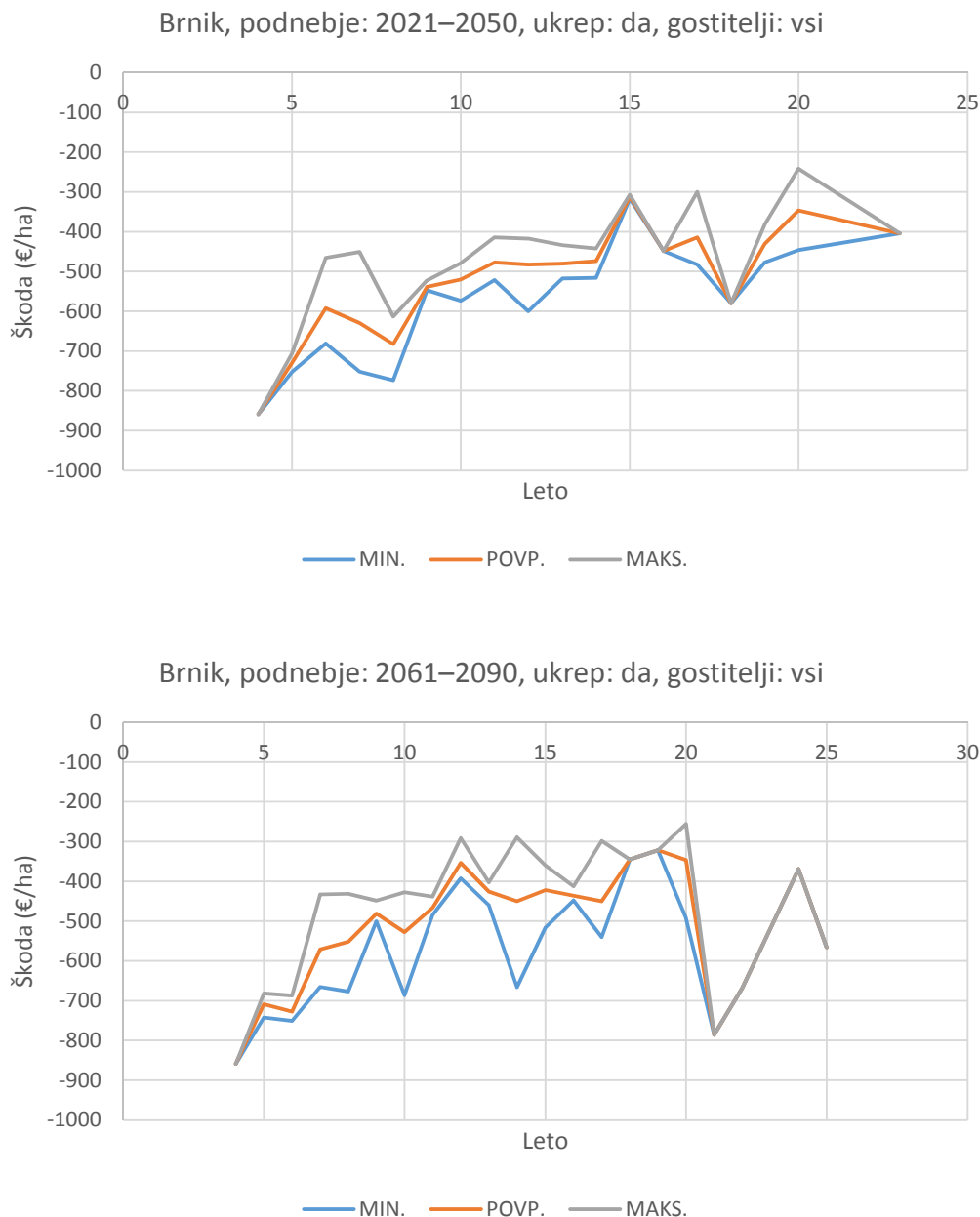


Ob upoštevanju ukrepov in da so gostitelji samo bori se je gospodarska škoda pričela z vrednostjo 136 €/ha povprečno. Potem se v naslednjih 2–3 letih gospodarska škoda povzpne na maksimum, tj. 240–260 €/ha povprečno. Nato je gospodarska škoda načeloma upadala in se je končala pri 69–266 €/ha povprečno v odvisnosti od upoštevanja podnebnih razmer.

Ob upoštevanju vseh gostiteljev in ukrepanja je bila gospodarska škoda največja prvo leto ukrepanja in je znašala 859 €/ha povprečno. Potem gospodarska škoda upada in v 17–25 letih znaša še 278–321 €/ha povprečno v odvisnosti od upoštevanja podnebnih razmer.







Hoče

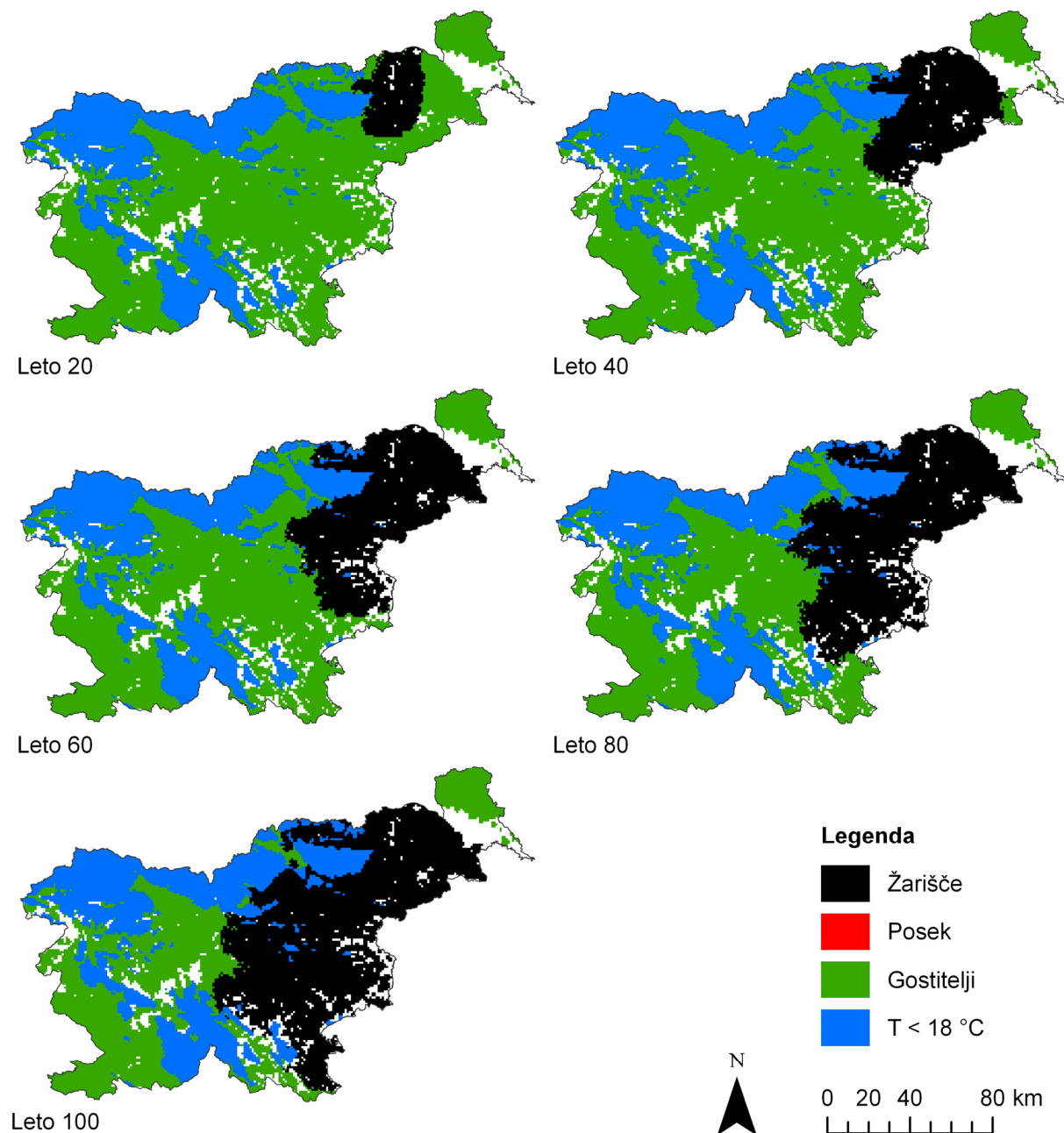
Slika 6.2.8: Hoče - Karte potencialnega širjenja

Tukaj predstavljamo karte potencialnega širjenja izbrane ponovitve simulacij za primer vstopne točke Hoče. Pri vsaki karti je v glavi navedena različica simulacije. Pripravili smo karte za obdobje 20–100 let po vnosu, tj. 5 kart za leta 20, 40, 60, 80 in 100.

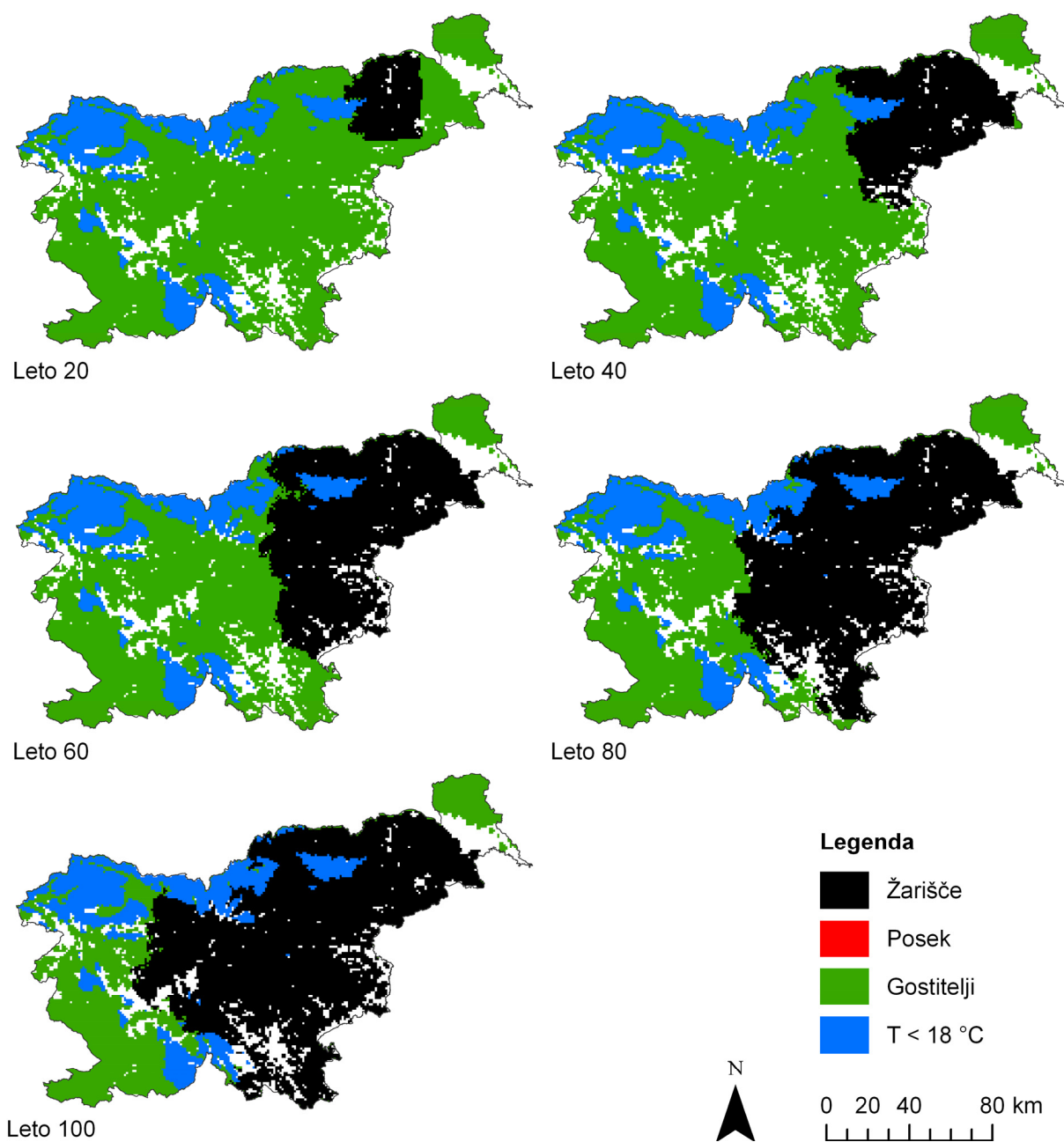
Širjenje borove ogorčice je potencialno hitrejše kot iz Kopra in počasnejše kot iz Brnika. Tudi v tem primeru širjenje borove ogorčice naleti na naravne ovire, tj. temperaturna omejitvev in nesklenjen areal gostiteljev. Pri upoštevanju, da so gostitelji samo bori, se širjenje borove ogorčice zaustavi proti vzhodu po 39–43 letu v odvisnosti od upoštevanja podnebnih razmer (pri toplejšem podnebju je to prej) zaradi nesklenjenega areala borov na Ravensko - Dolinsko. Zato v tem primeru Goričko ostane nepoškodovano. Obstaja pa verjetnost, da se borova

ogorčica razširi po Avstrijski strani na Goričko vendar tega v simulacijah nismo predvideli. Ob upoštevanju vseh gostiteljev se borova ogorčica potencialno razširi tudi na Goričko po naravnem mostu gostiteljev na zahodnem delu Ravenskega. V tem primeru (ob upoštevanju podnebnih razmer 1971–2000) je širjenje hitrejše, npr. v 100 letih se bi brez ukrepanja borova ogorčica razširila do Vrhnike, v primeru upoštevanja samo borov, pa se bi razširila do Domžal in Pijave Gorice.

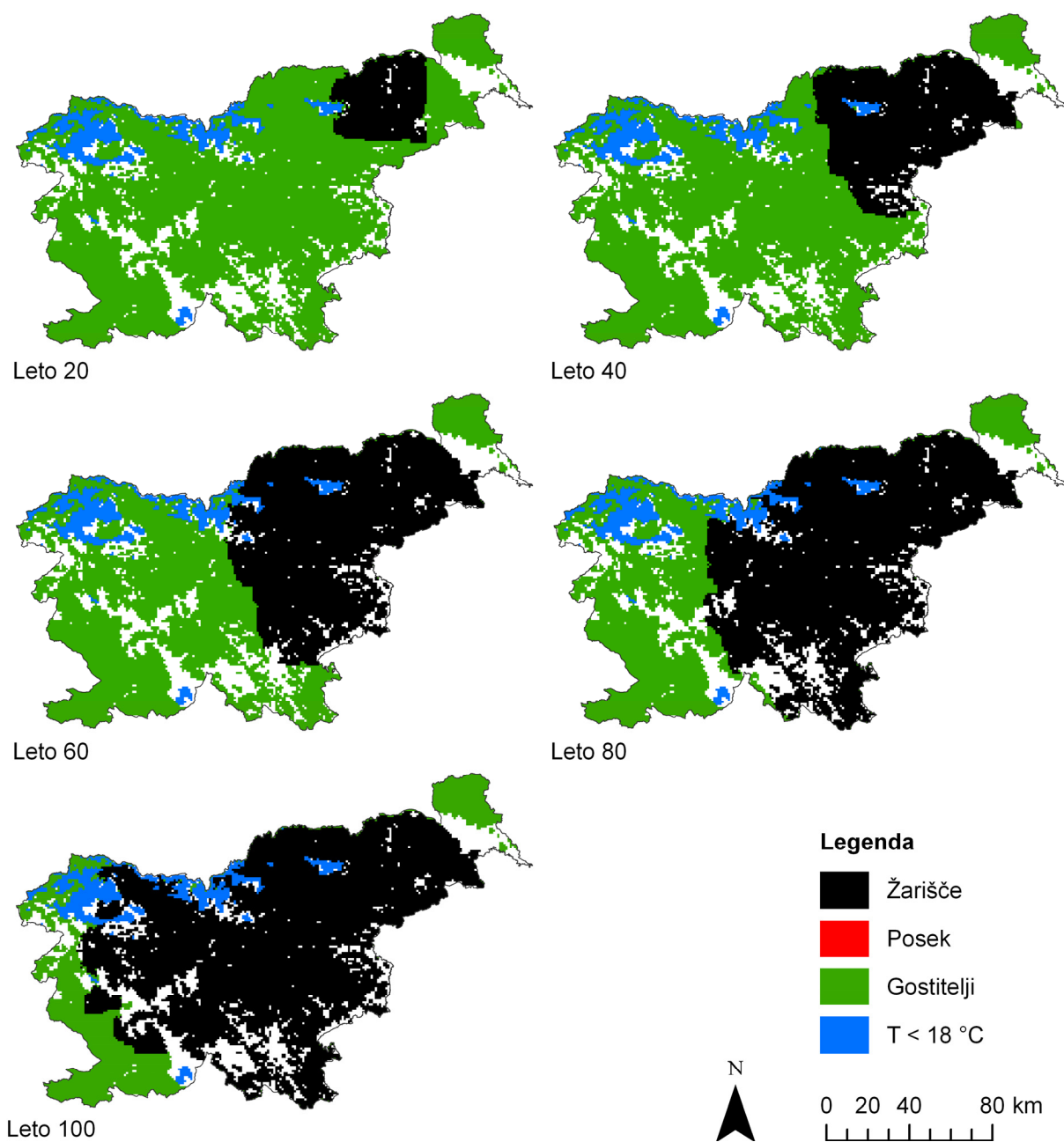
Hoče, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: bori



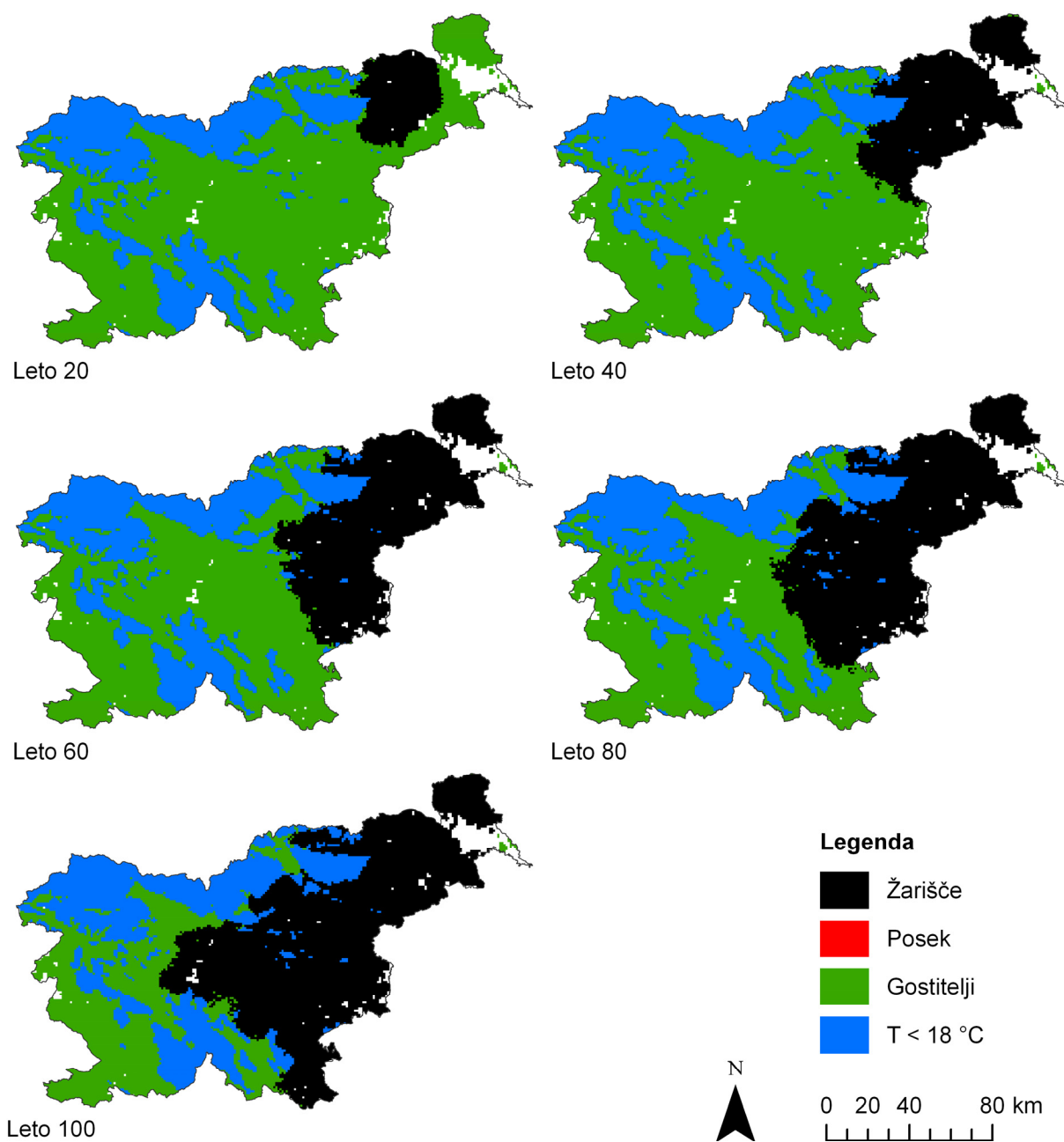
Hoče, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: bori



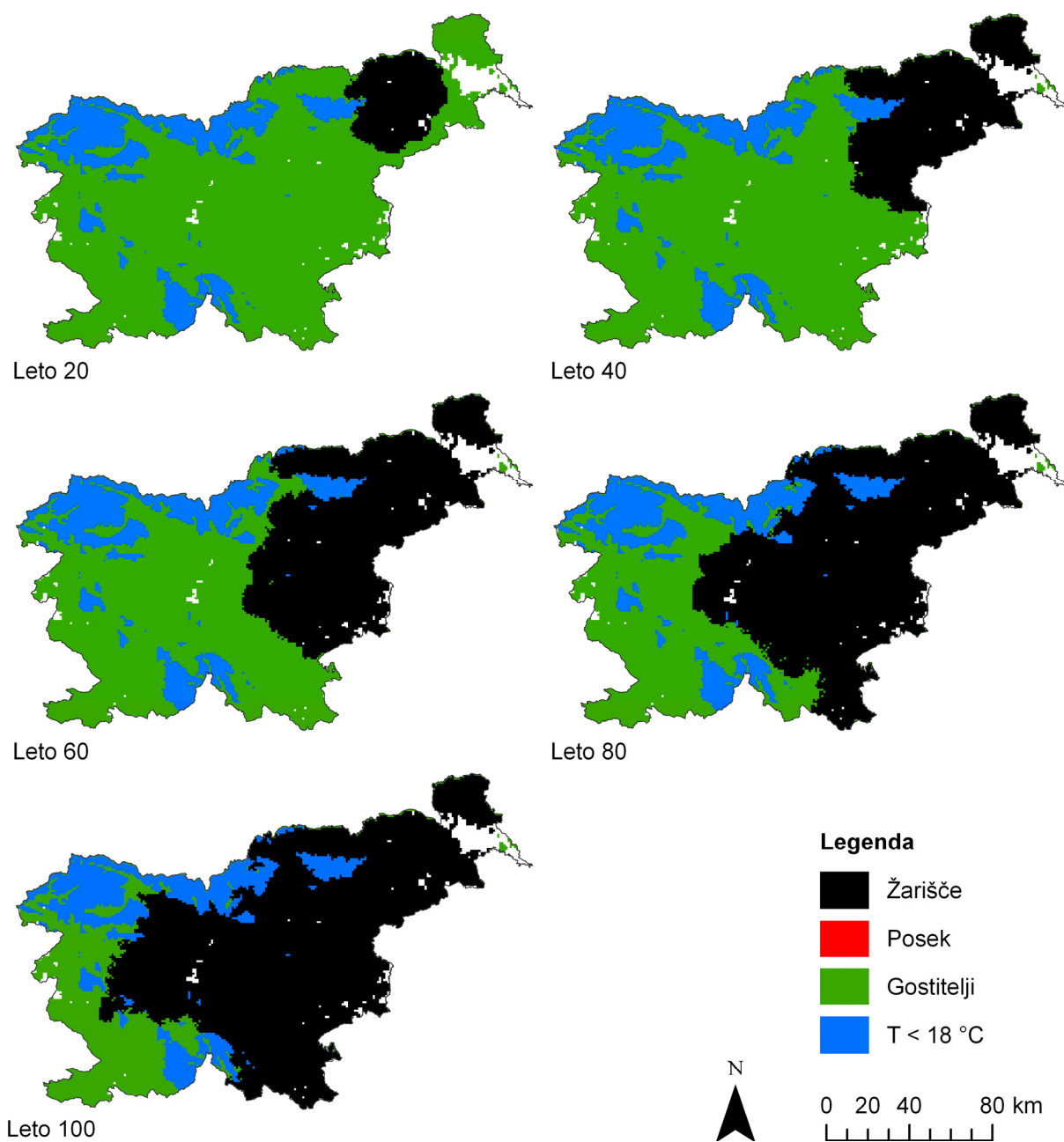
Hoče, podnebje: 2061–2090, ukrep: ne, gostitelji: bori



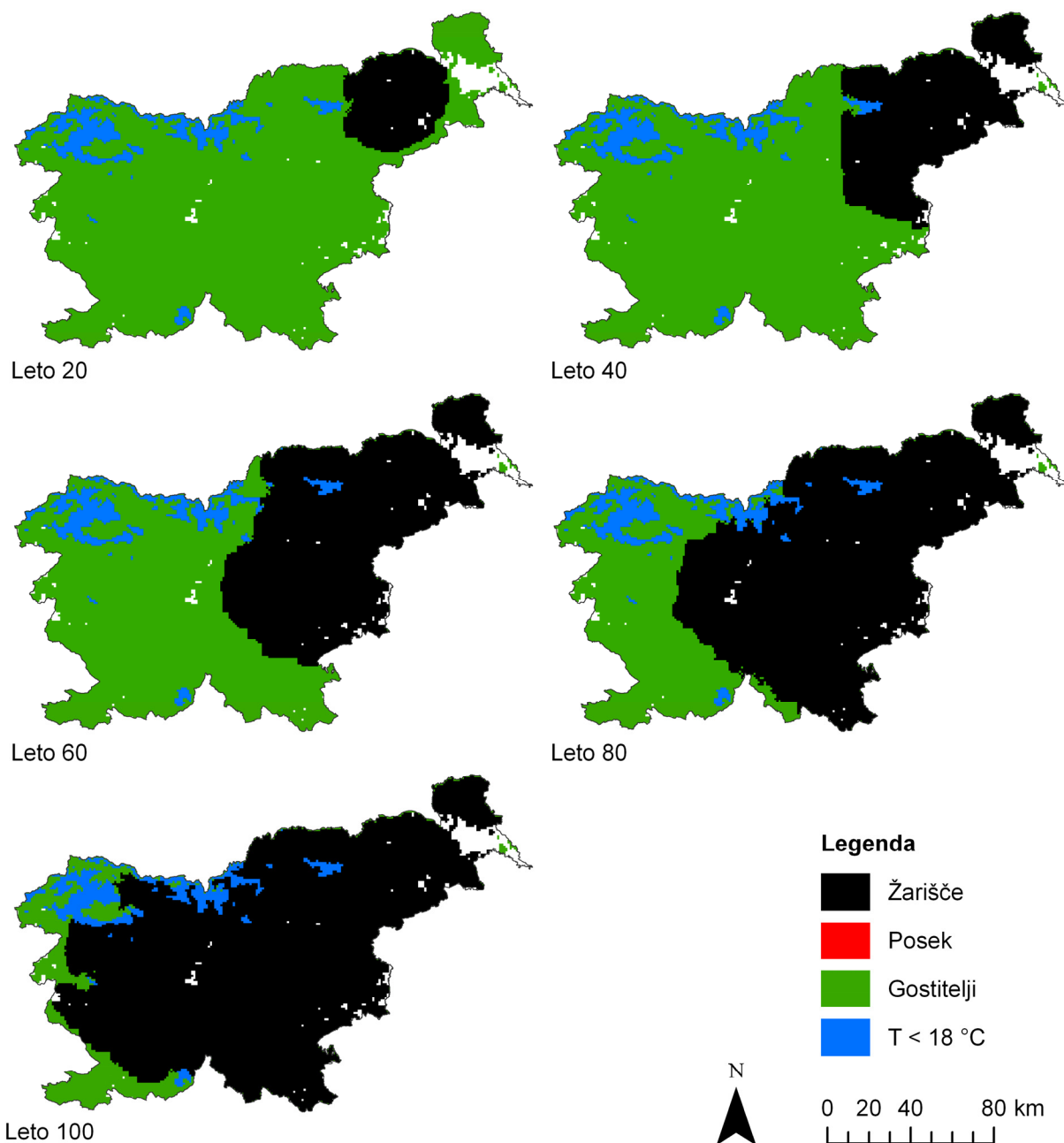
Hoče, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: vsi



Hoče, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: vsi

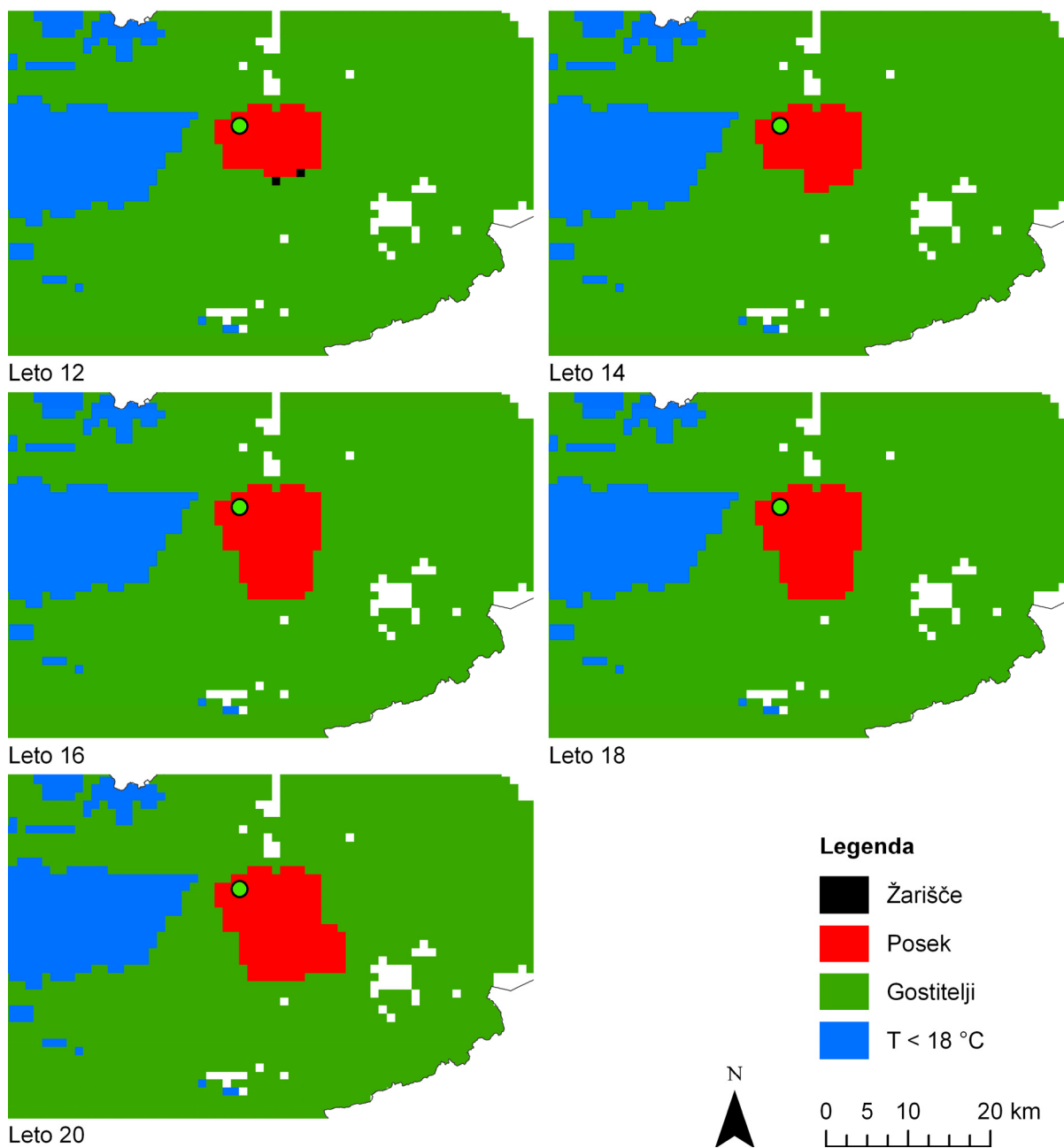


Hoče, podnebje: 2061–2090, ukrep: ne, gostitelji: vsi

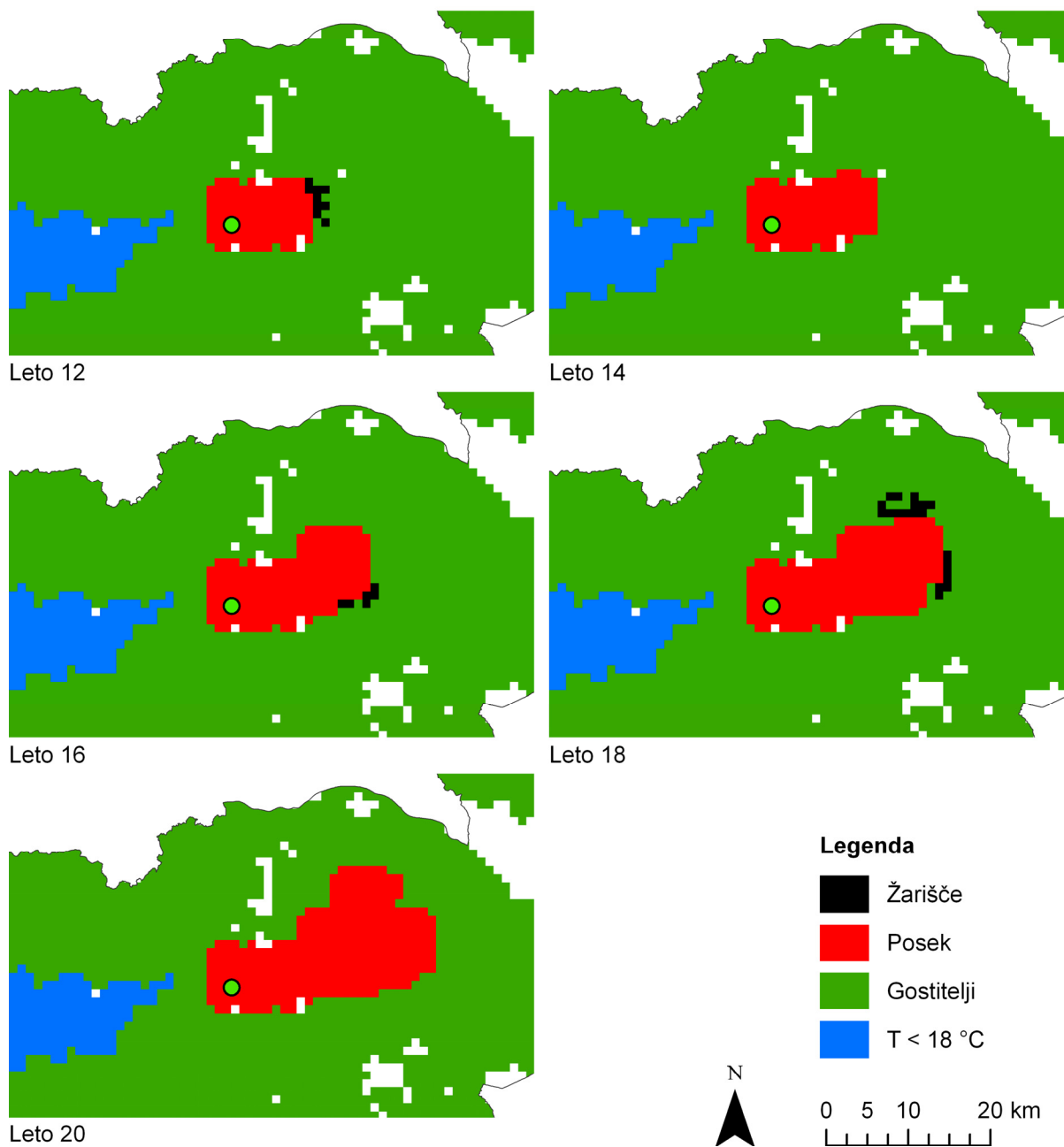


Pri kartah, kjer smo pri simulaciji upoštevali ukrepanje, smo izbrali ponovitev, kjer je širjenje borove ogorčice trajalo najdlje (vseh ponovitev je bilo 300 za vsako različico simulacije). Primerjava kart med vsemi gostitelji in samo bori pokaže, da pri upoštevanju vseh gostiteljev obstaja večja verjetnost ponovnega pojava žarišča po pojavu, kar se končno pozna pri skupni površini, ki smo jo z ukrepanjem izkrčili, ta je pri vseh gostiteljev večja za ok. 7.000 ha povprečno.

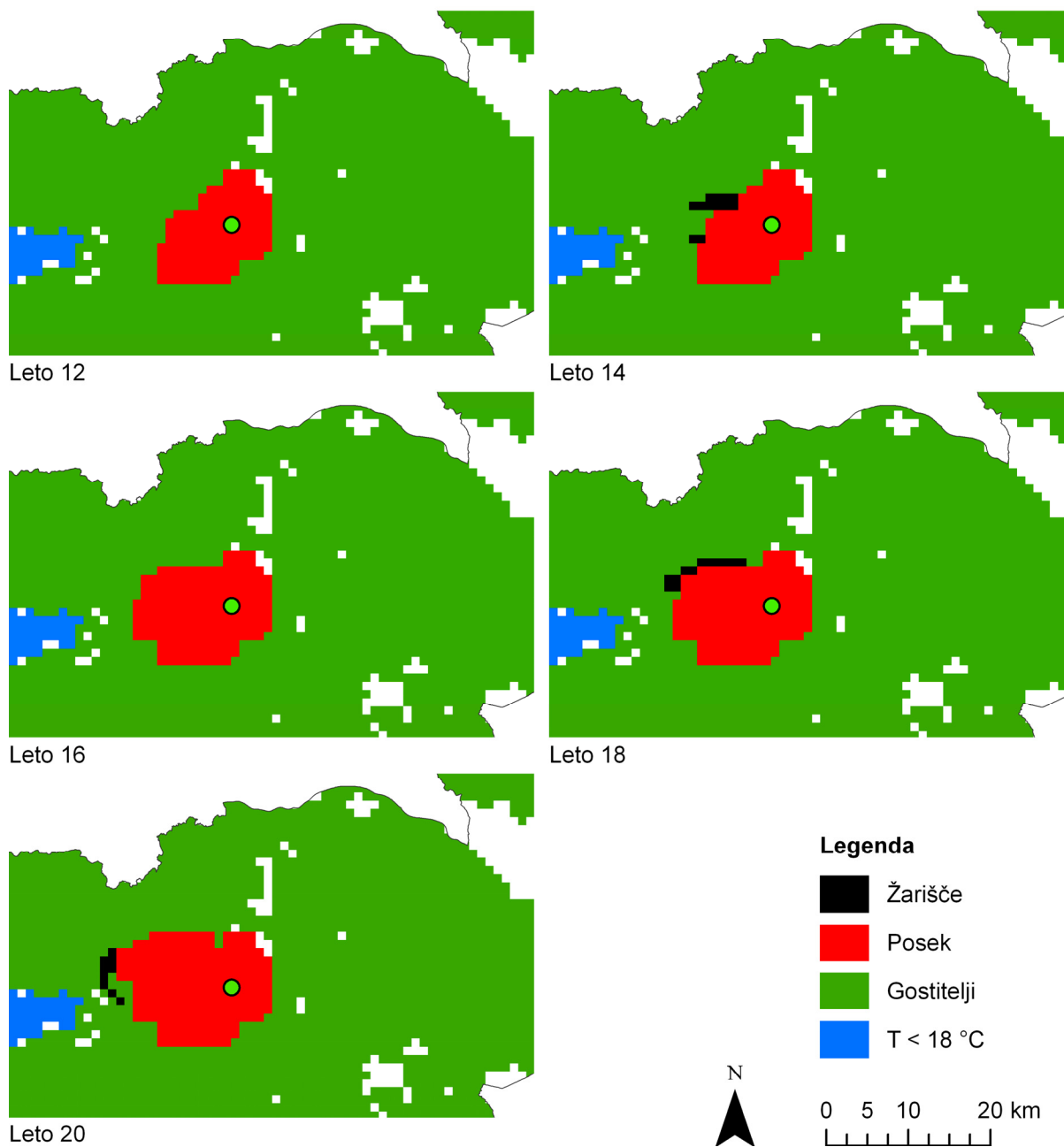
Hoče, podnebje: 1971–2000, ukrep: da, gostitelji: bori



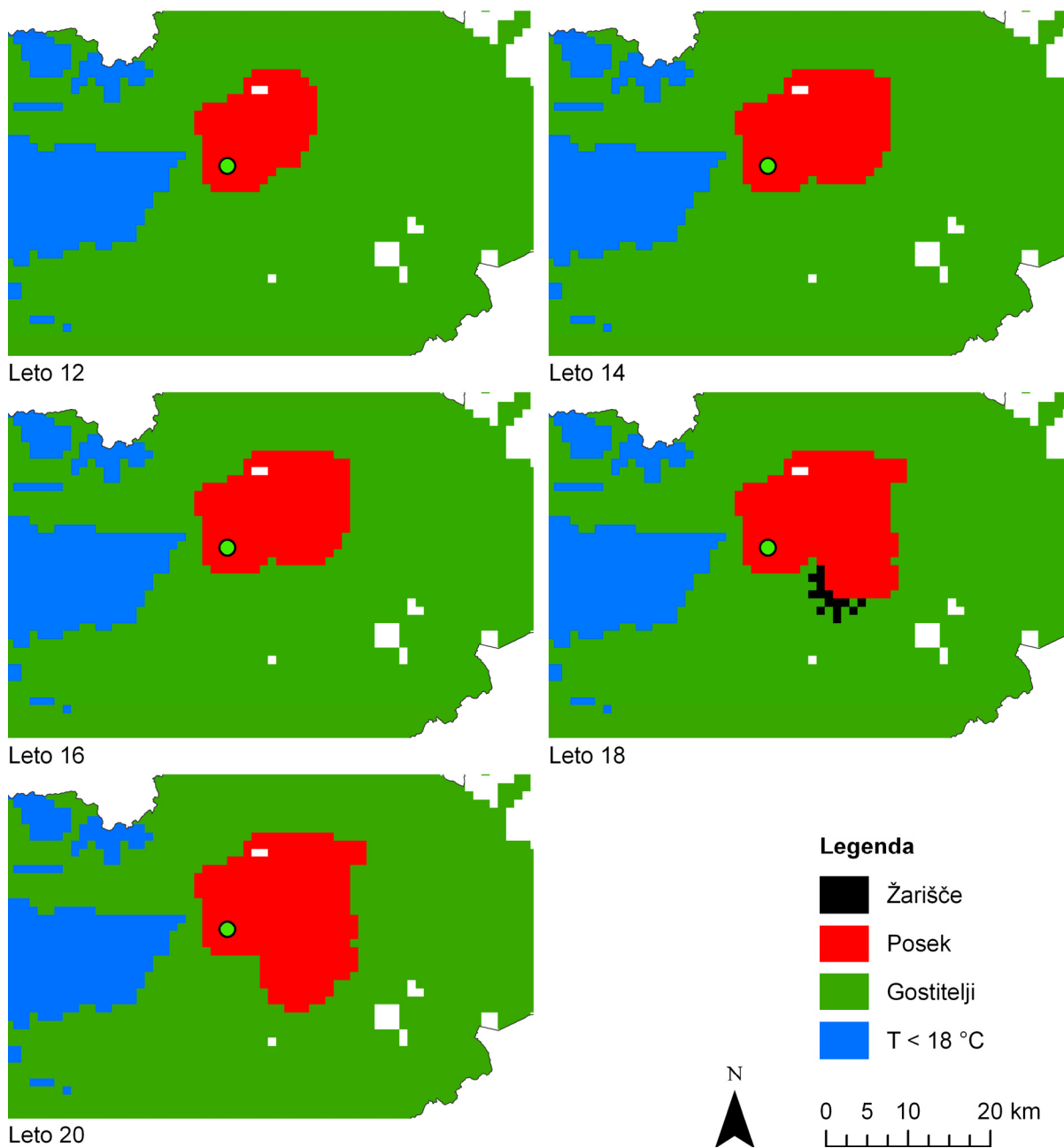
Hoče, podnebje: 2021–2050, ukrep: da, gostitelji: bori



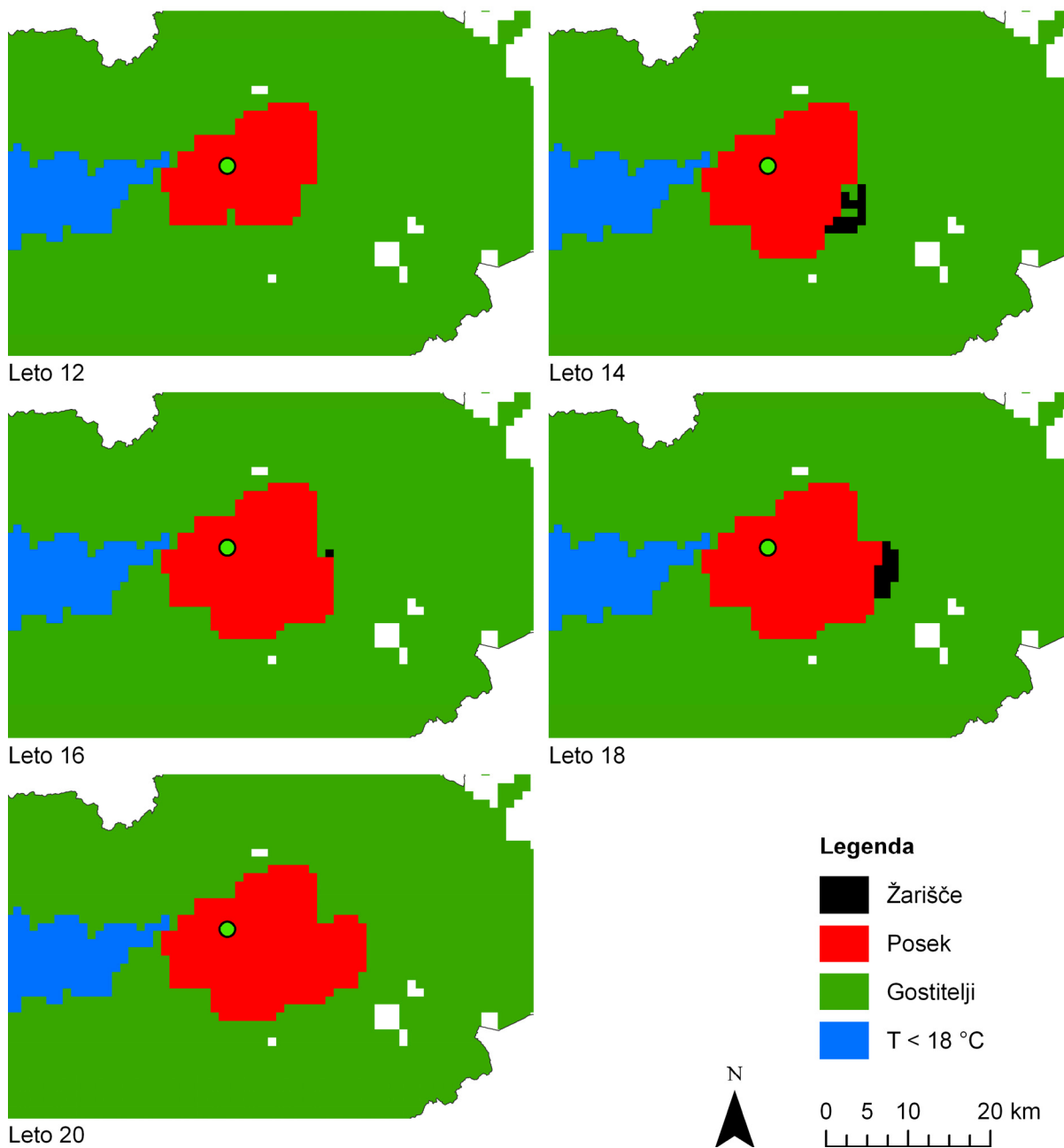
Hoče, podnebje: 2061–2090, ukrep: da, gostitelji: bori



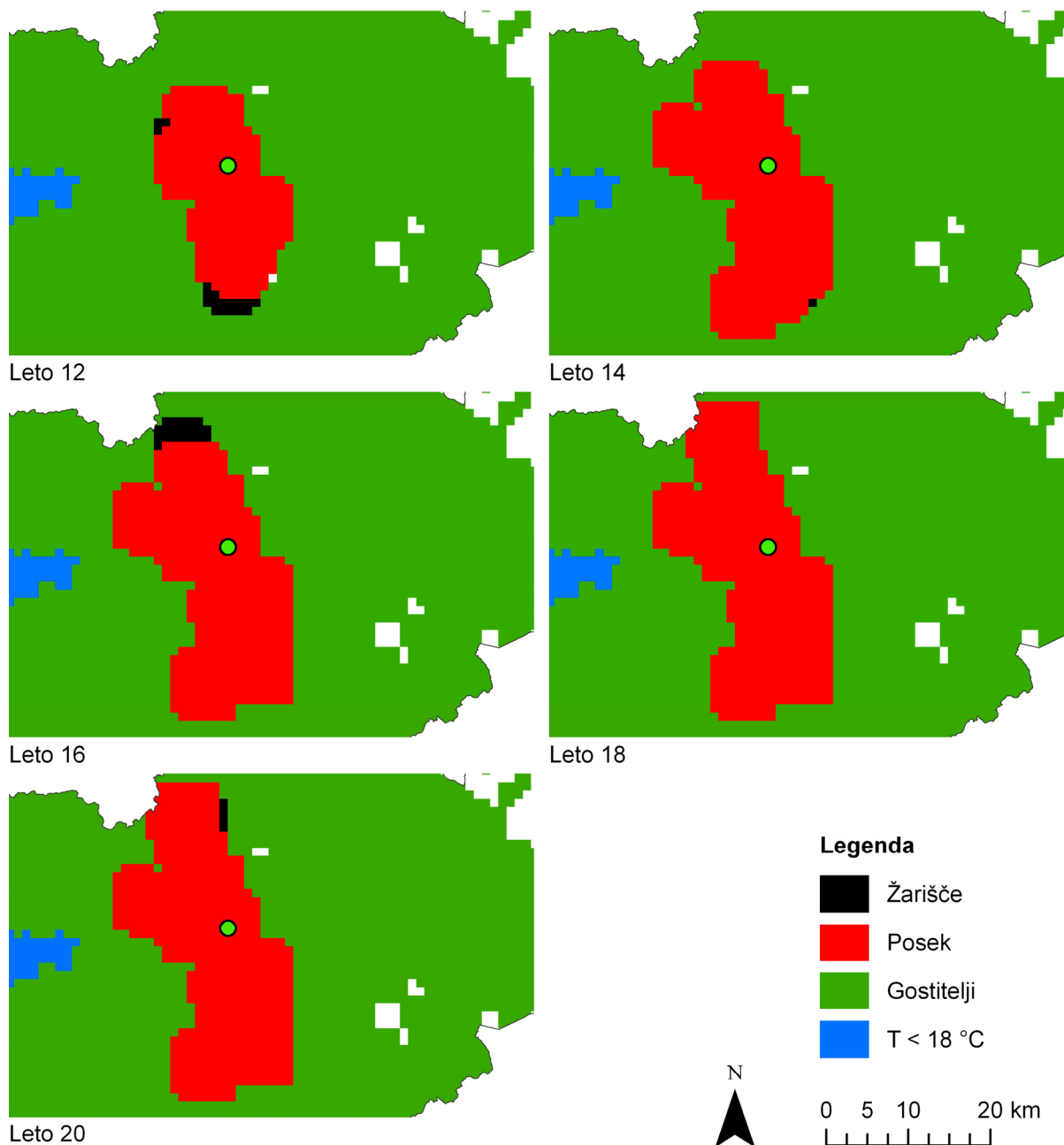
Hoče, podnebje: 1971–2000, ukrep: da, gostitelji: vsi



Hoče, podnebje: 2021–2050, ukrep: da, gostitelji: vsi



Hoče, podnebje: 2061–2090, ukrep: da, gostitelji: vsi

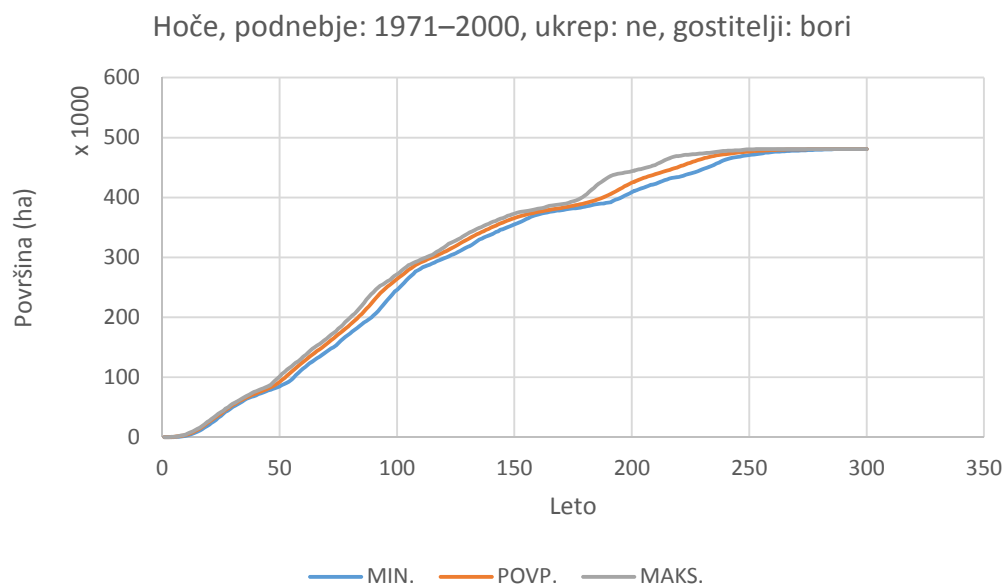
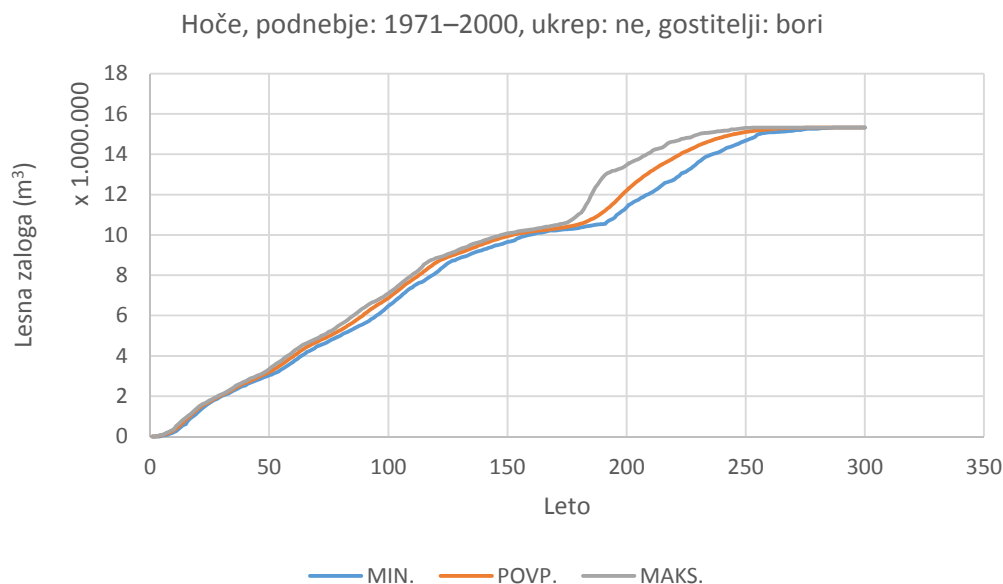


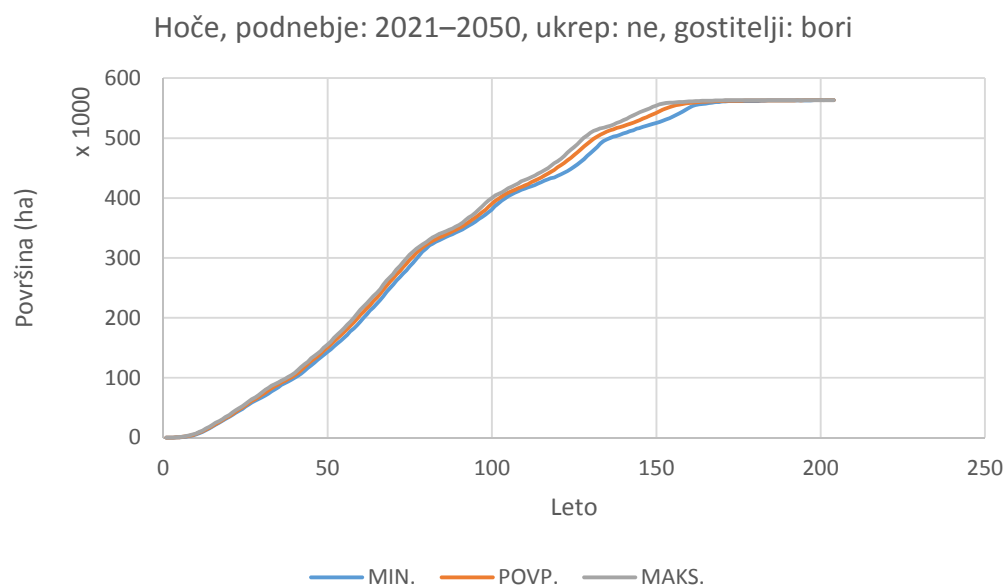
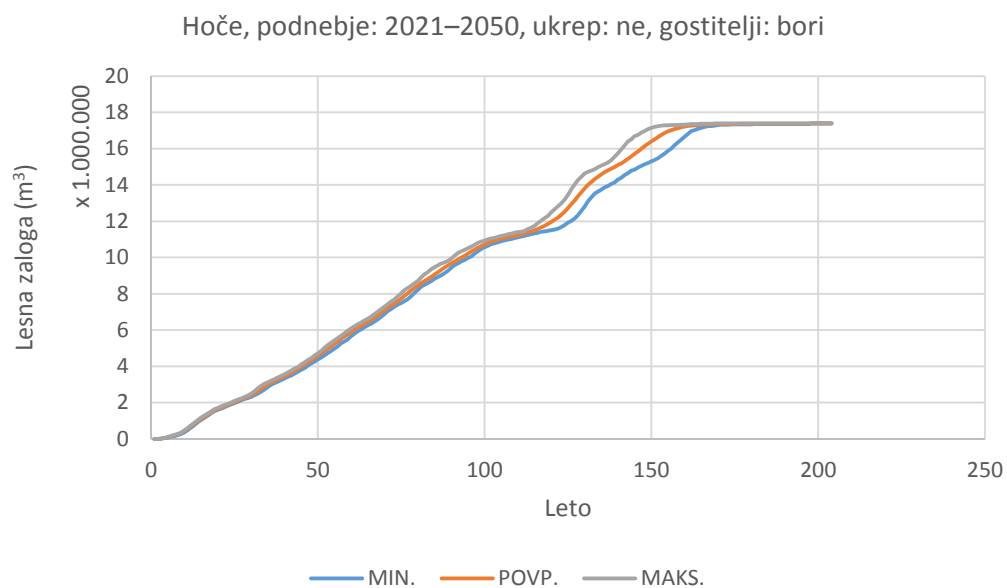
Poškodovana lesna zaloga in površina

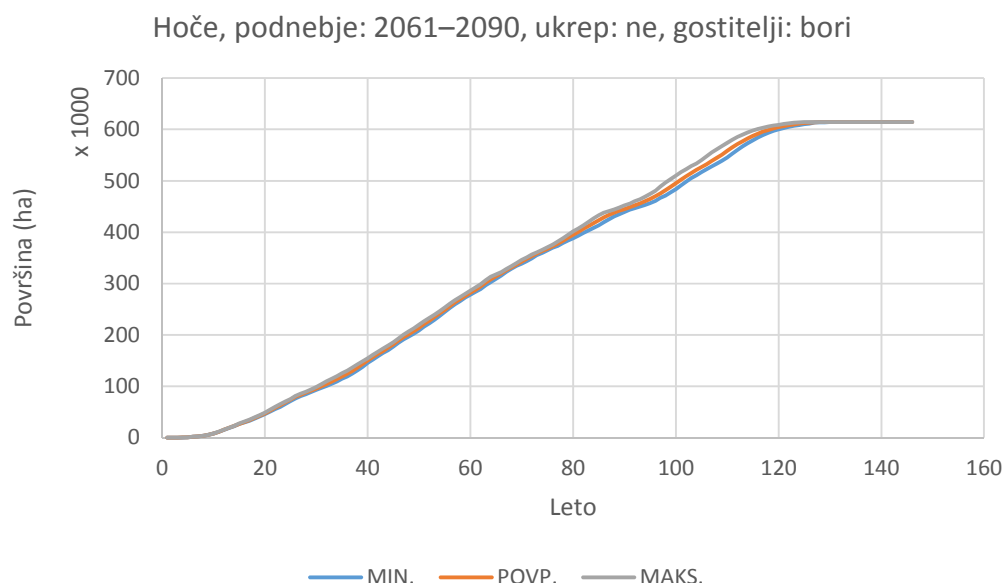
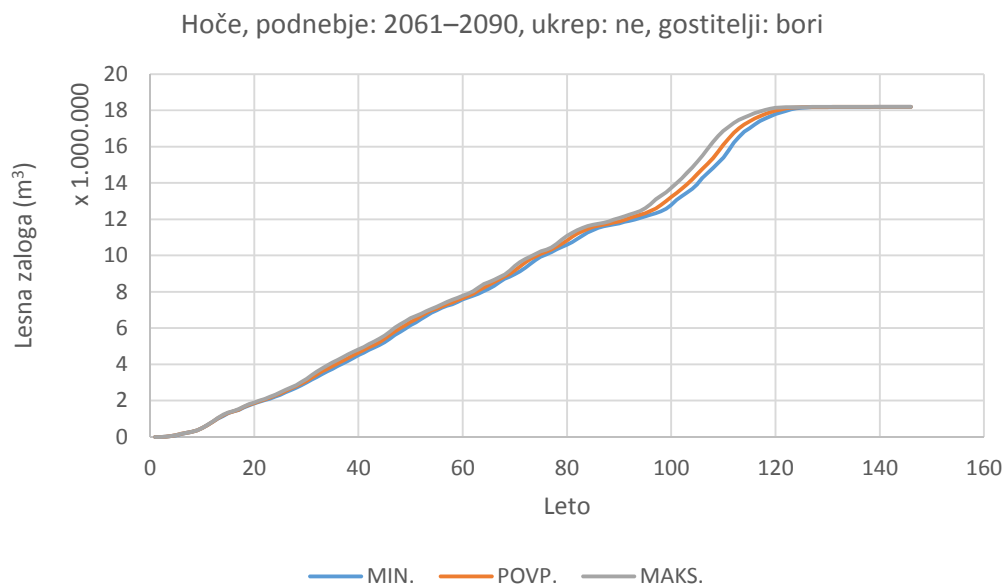
Slika 6.2.9: Hoče - Poškodovana lesna zaloga in površina.

V tem poglavju predstavljamo grafikone potencialno poškodovane lesne zaloge in površine kumulativno zaradi borove ogorčice za vse različice simulacije iz vstopne točke Hoče. Različica simulacija je navedena v glavi grafikona. Vsaka različica je bila izračunana z več ponovitvami (z ukrepi 300 krat, brez ukrepov 30 krat) in ker gre za stohastične celične avtomate, je vsaka ponovitev nekoliko drugačna, smo grafikone opremili s tremi črtami, ki prikazujejo minimalno, povprečno in maksimalno vrednost potencialno poškodovane lesne zaloge in površine glede na vse ponovitve v obravnavanem letu.

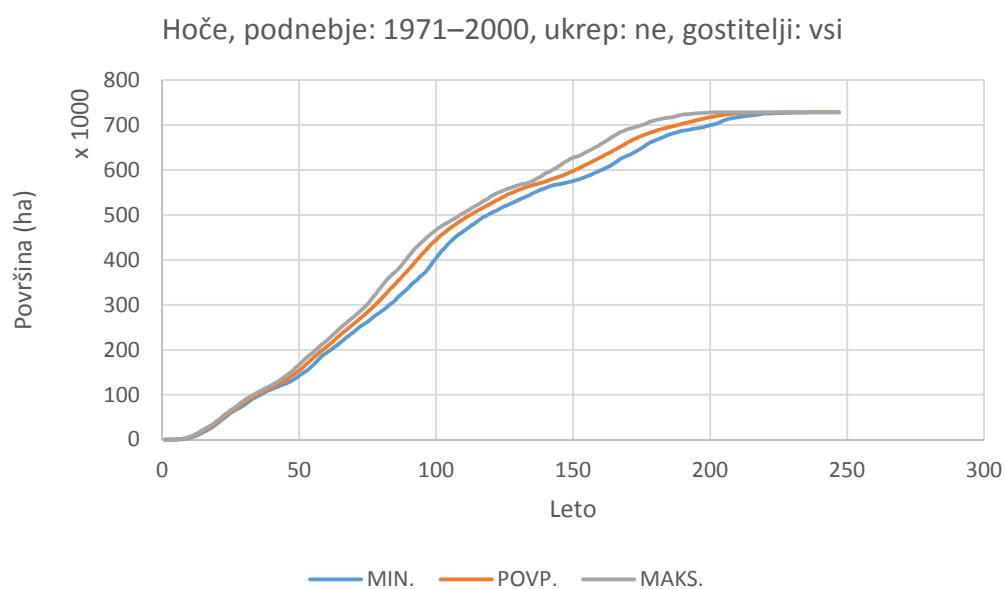
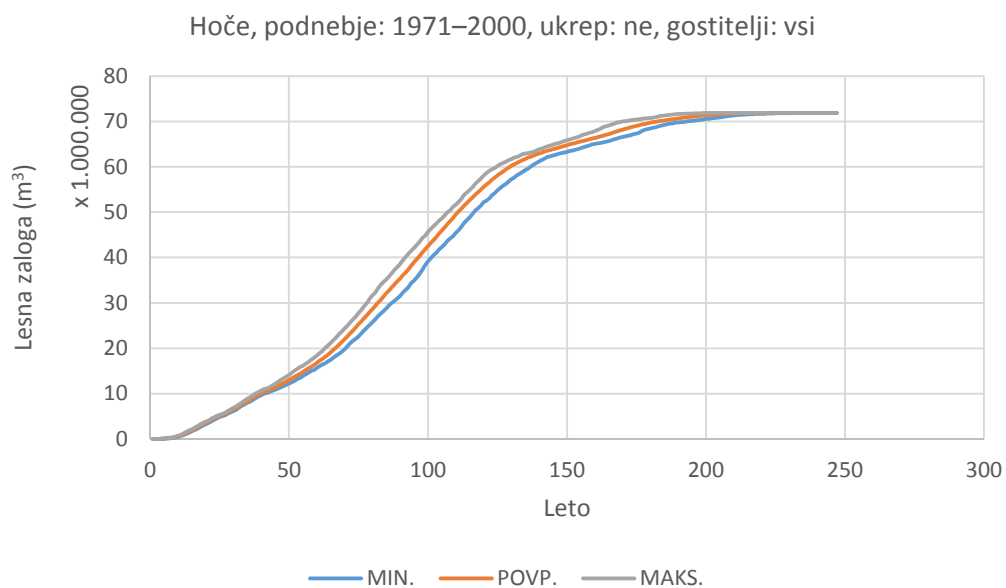
V primerih simulacij širjenja borove ogorčice z upoštevanjem samo borov in brez ukrepov se v zadnji polovici rast potencialno poškodovane lesne zaloge nekoliko ustali potem pa ponovno prične rasti. Razlog za to je naravna ovira (Dinarsko gorstvo), ob katero trči širjenje borova ogorčica. V primeru širjenja iz Kopra in Brnika, se ta pojav zgodi prej. Kočno ob podnebnih razmerah 1971–2000 bi bila potencialno poškodovana lesna zaloga 15,3 Mm³ na 480.756 ha povprečno, ob upoštevanju scenarija podnebnih sprememb 2021–2050, 17,3 Mm³ na 563.085 ha, v scenariju podnebnih sprememb 2061–2090, 18,2 Mm³ na 614.624 ha.

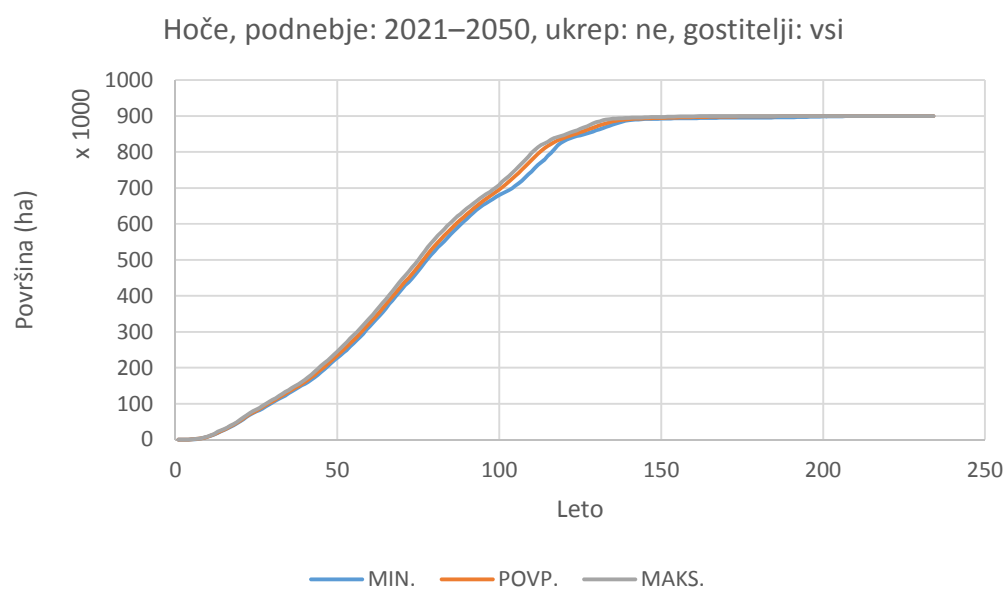
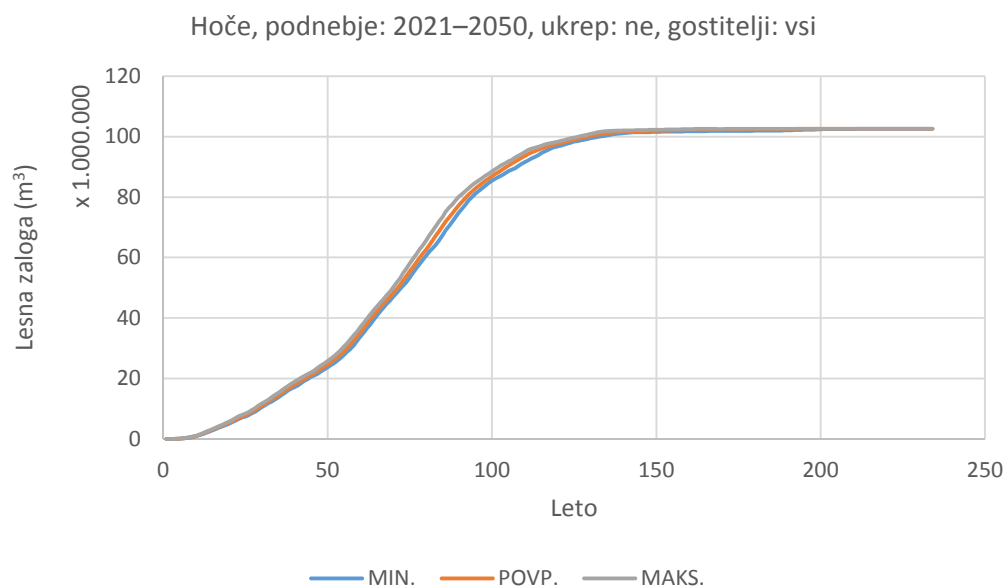


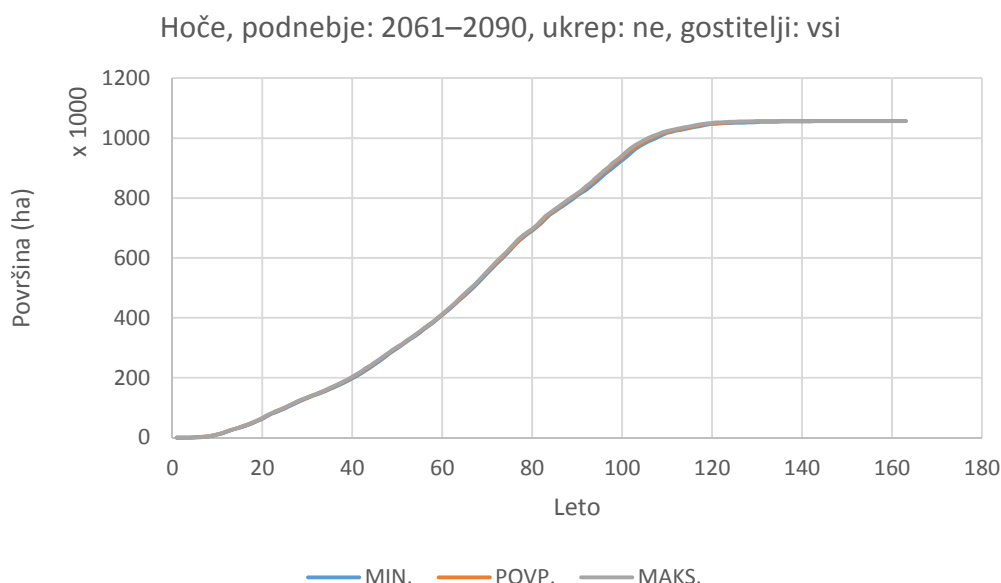
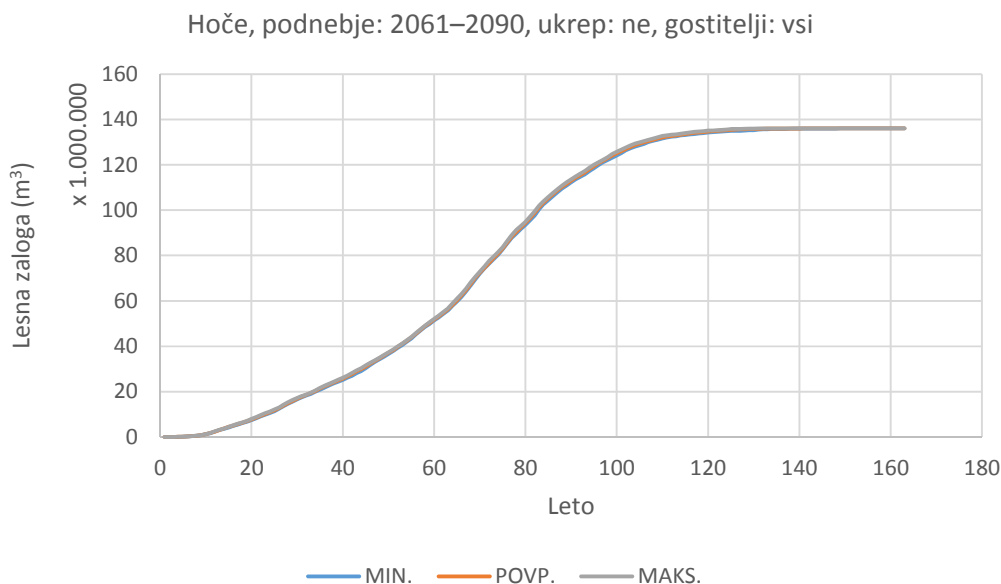




Ob upoštevanju vseh gostiteljev in brez ukrepanja je potencialno poškodovan volumen lesa bistveno večji od različice simulacije, kjer so upoštevani samo bori. Ob upoštevanju podnebnih razmer 1971–2000, bi lahko borova ogorčica potencialno poškodovala 71,9 Mm³ na 728.000 ha, v scenariju podnebnih sprememb 2021–2050, 102,6 Mm³ na 900.000 ha, v scenariju podnebnih sprememb 2061–2090, 136,0 Mm³ na 105,6 Ma. Za različice simulacij, kjer upoštevamo vse gostitelje in brez ukrepanja, je značilno, da ima krivulja obliko v črki S, kjer je zadnji konec zelo podaljšan, kar pomeni, da se maksimalni vrednosti približa mnogo prej. Tako se pri sedanjih podnebnih razmerah končni potencialno poškodovani lesni zalogi in površini približa leta 200, maksimalno pa v letu 247. Pri upoštevanju scenarija podnebnih sprememb 2021–2050 je ta razlika še večja, maksimalni vrednosti se približa že leta 135 po vnosu, cela simulacija pa traja 234 let.



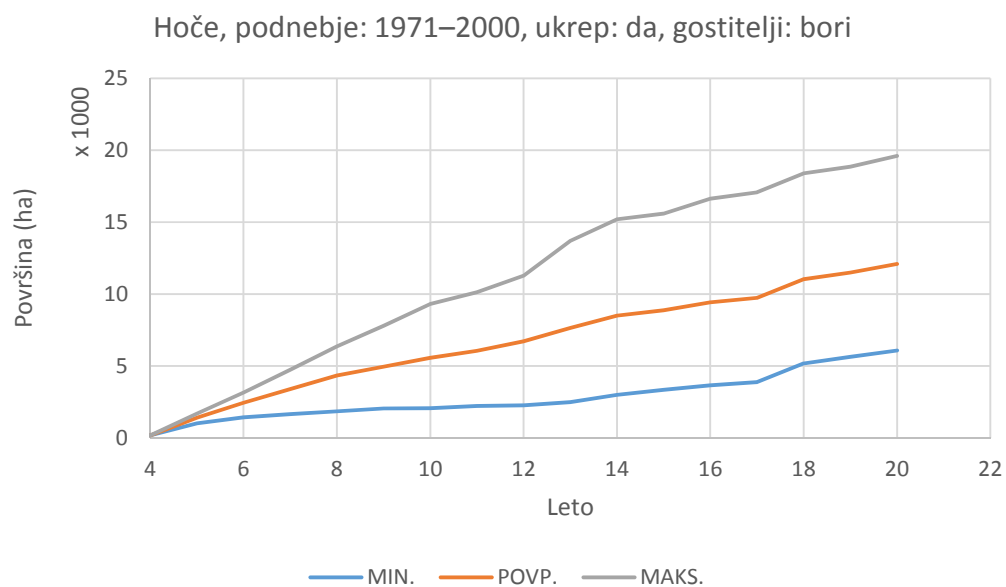
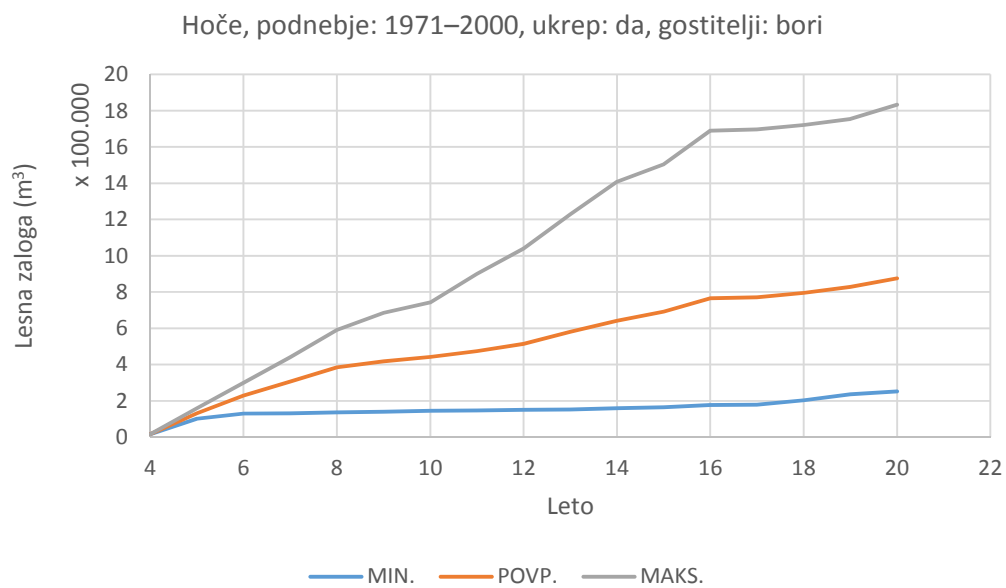


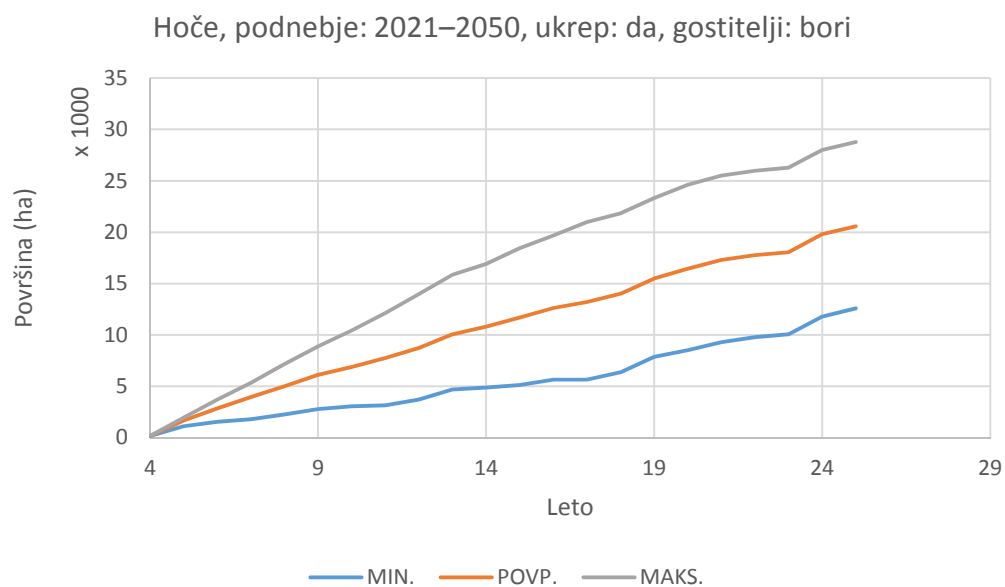
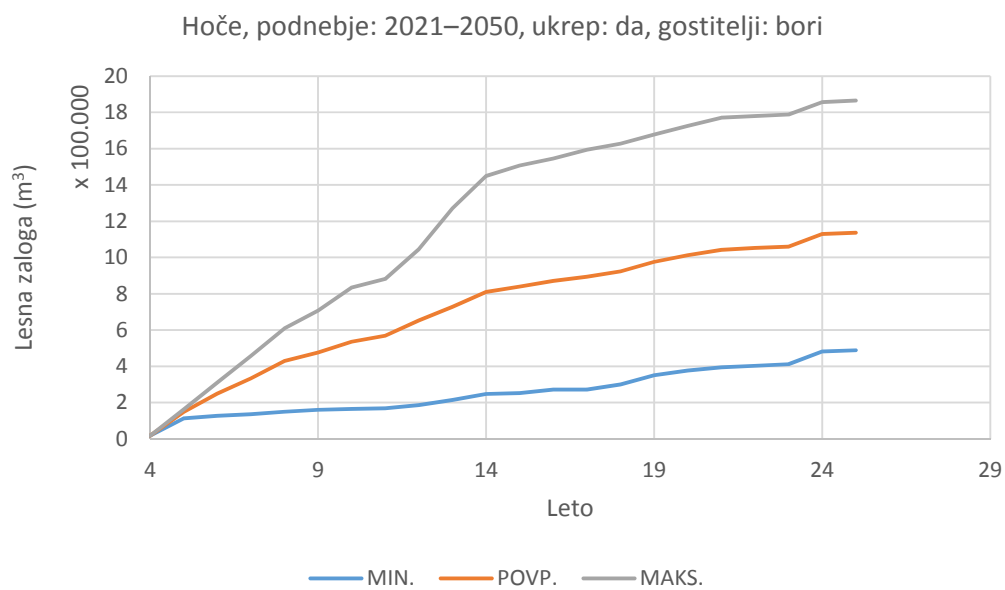


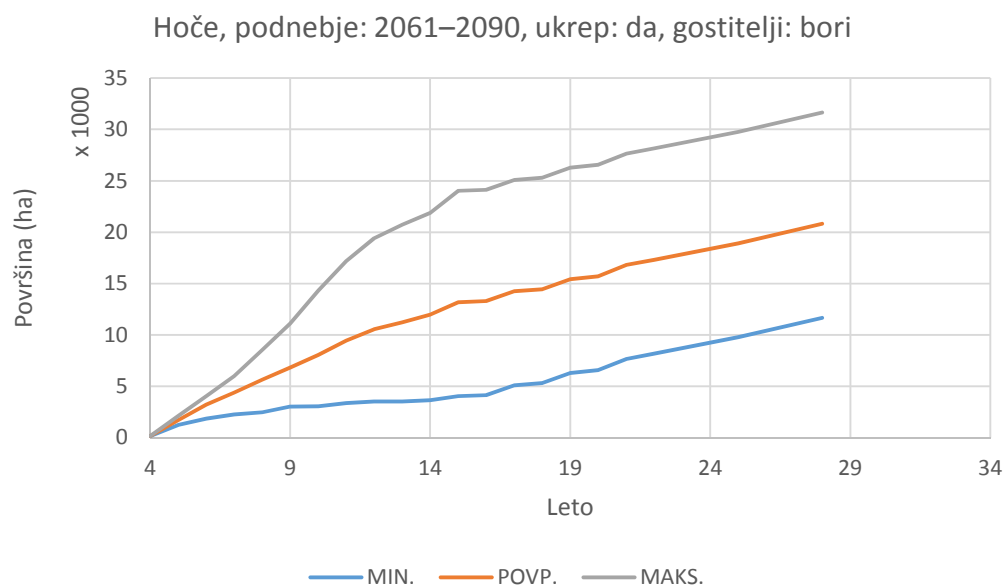
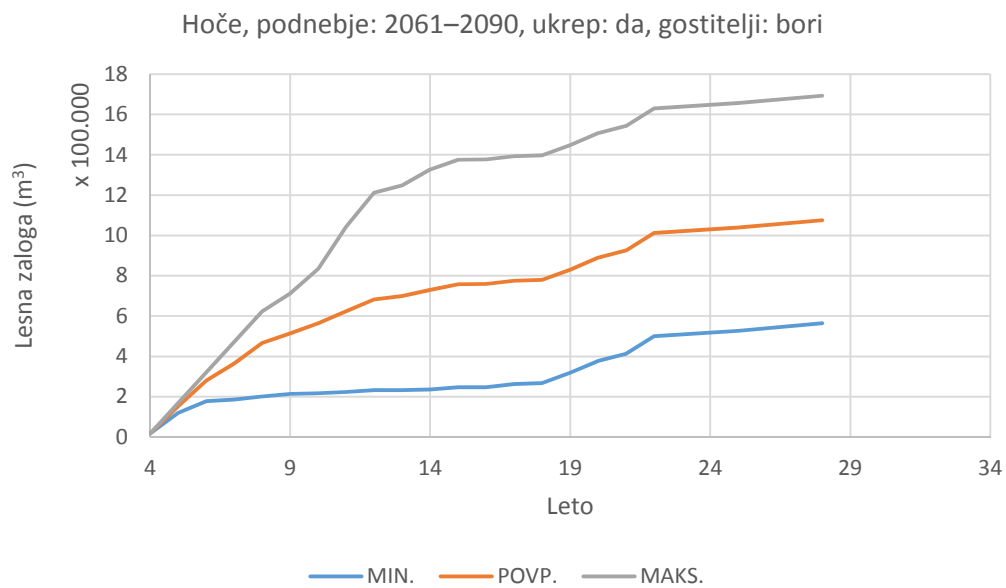
Ob upoštevanju ukrepov se trajanje simulacije zelo zmanjša, tj. vsega na 20–31 let, kar nakazuje uspešnost zatiranih ukrepov (poseka), kakor jih definira pravilo modela.

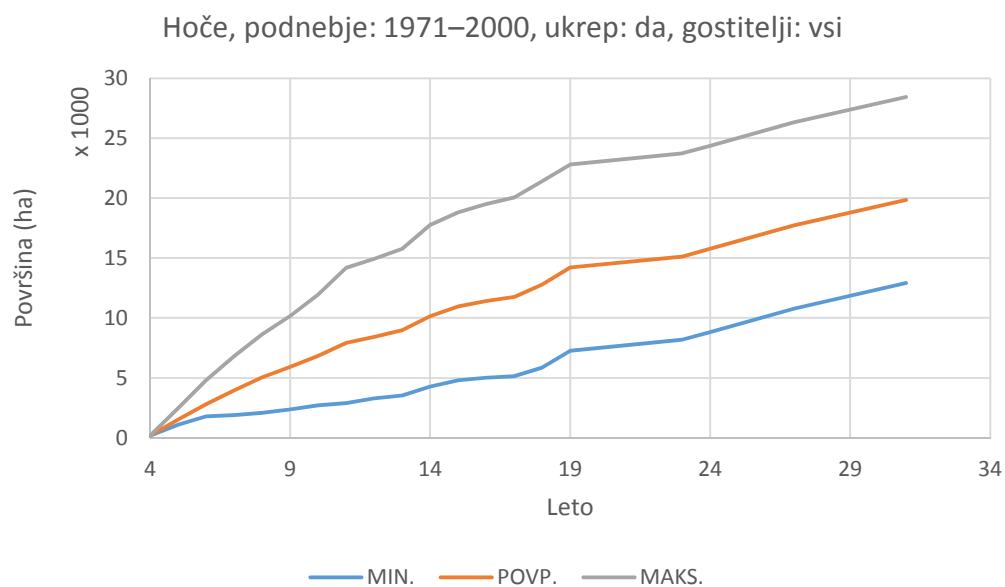
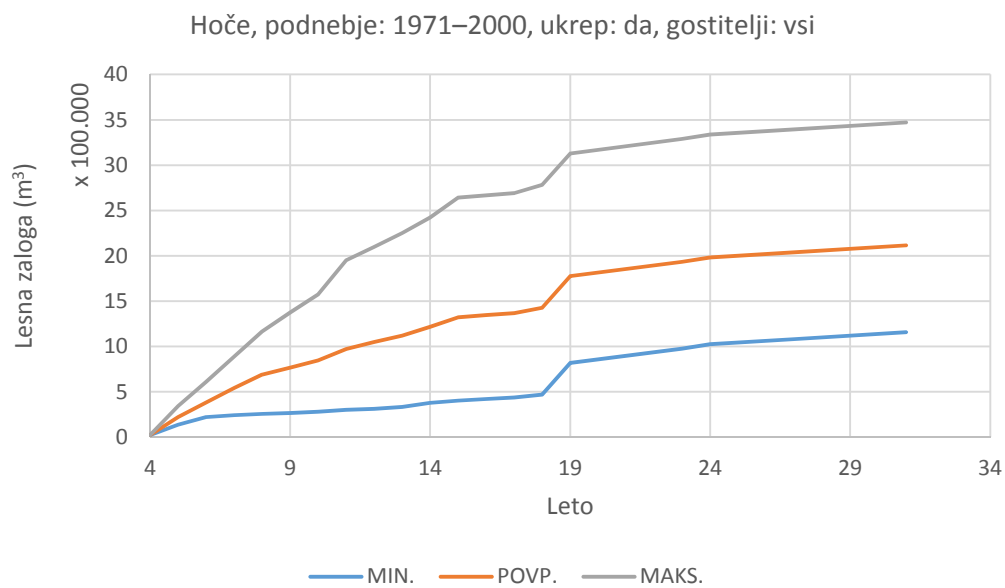
V različicah simulacij, kjer smo upoštevali samo bore, je kumulativno potencialno borova ogorčica poškodovala 0,8–1,1 Mm³ na 20.000–21.000 ha površine povprečno v odvisnosti od upoštevanih podnebnih razmer. Razpon med minimalno in maksimalno krivuljo je še mnogo večji in je obsegal 0,3–1,9 Mm³ na 12.000–39.000 ha povprečno v odvisnosti od upoštevanih podnebnih razmer.

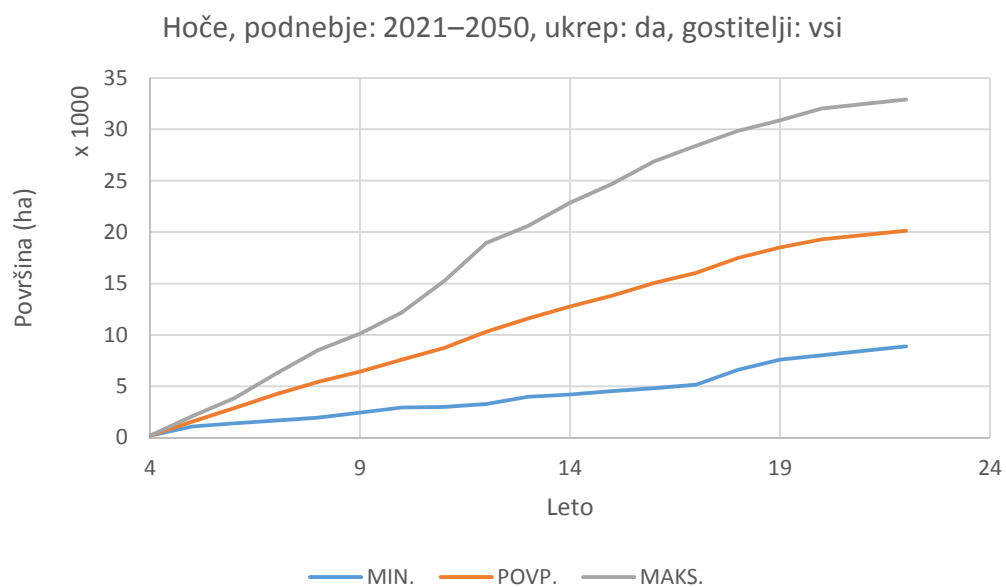
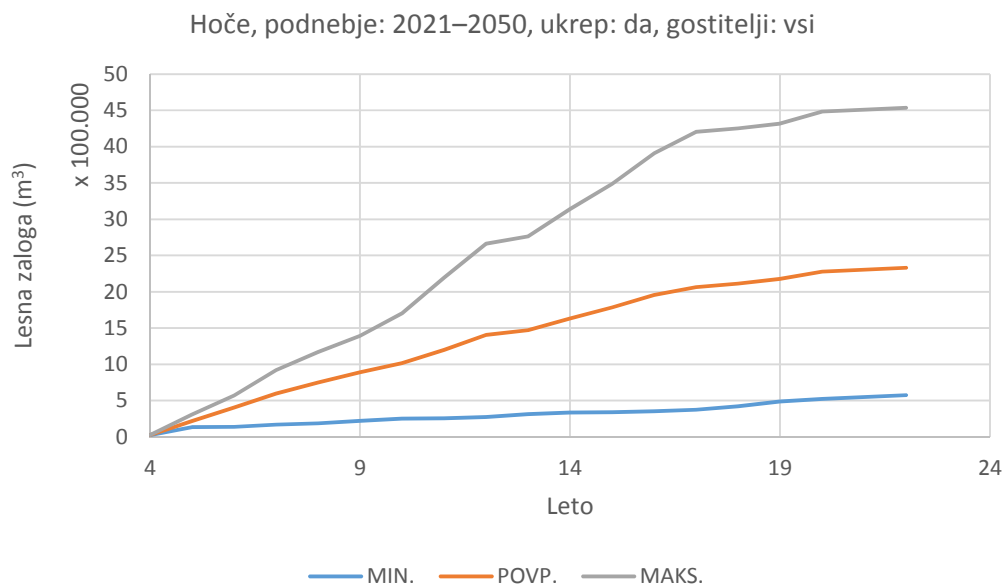
Če upoštevamo vse gostitelje in ukrepanje, je količina potencialno poškodovane lesene zaloge in površine bistveno večja. Ob upoštevanju podnebnih razmer 1971–2000, je bila potencialno poškodovanih 2,1 Mm³ na 20.000 ha povprečno, v scenariju podnebnih sprememb 2021–2050, 2,3 Mm³ na 20.000 ha povprečno, v scenariju podnebnih sprememb 2061–2090, 2,6 Mm³ na 20.000 ha. Razpon med minimalno in maksimalno krivuljo je večji in je znašal 0,5–6,1 Mm³ na 6.000–39.000 ha površine povprečno v odvisnosti od upoštevanih podnebnih razmer.

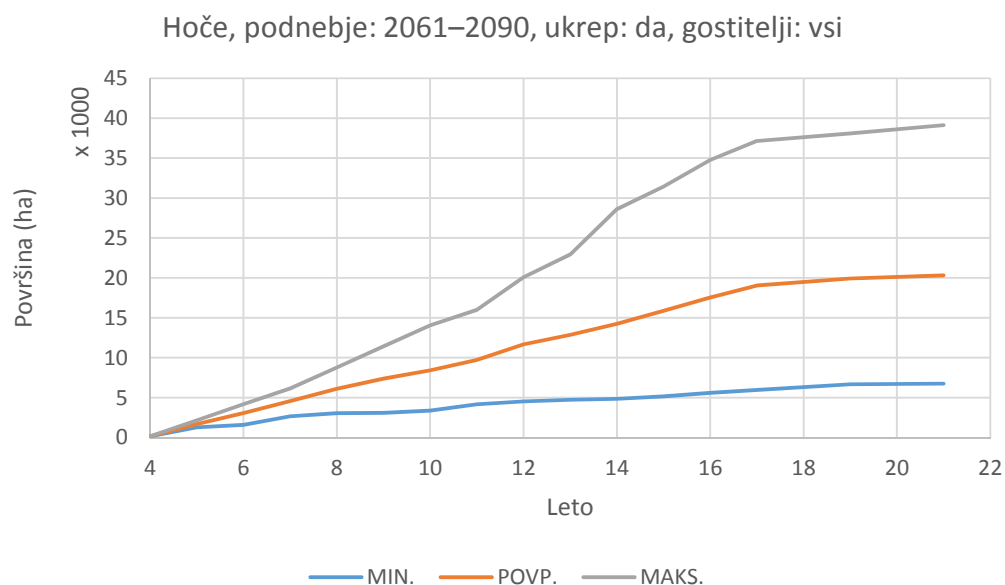
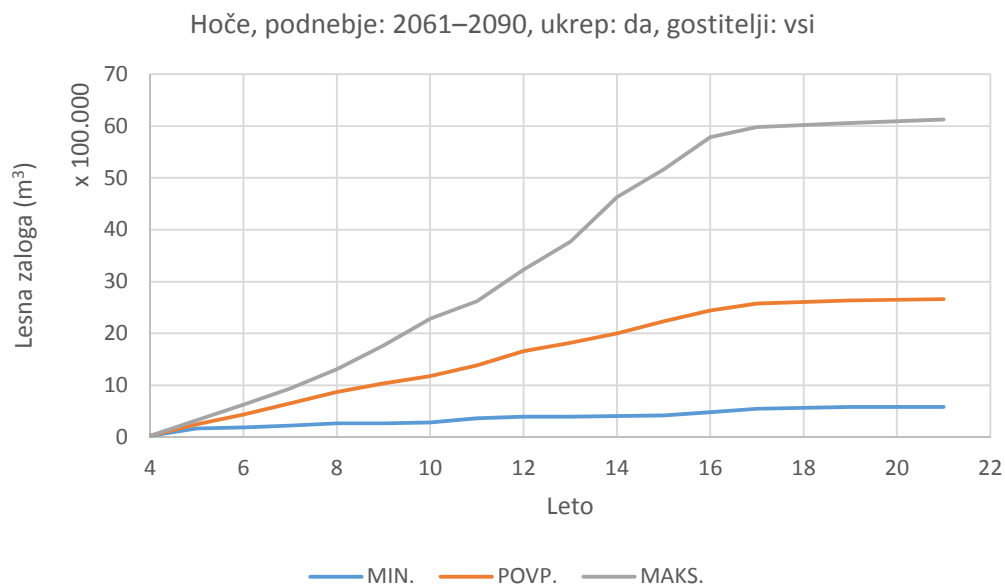










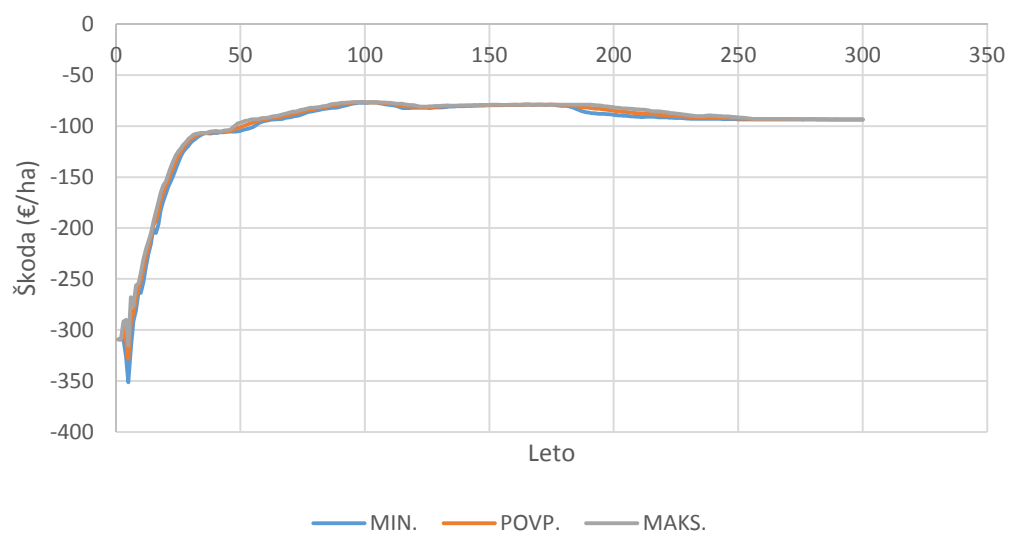


Potencialni obseg gospodarske škode

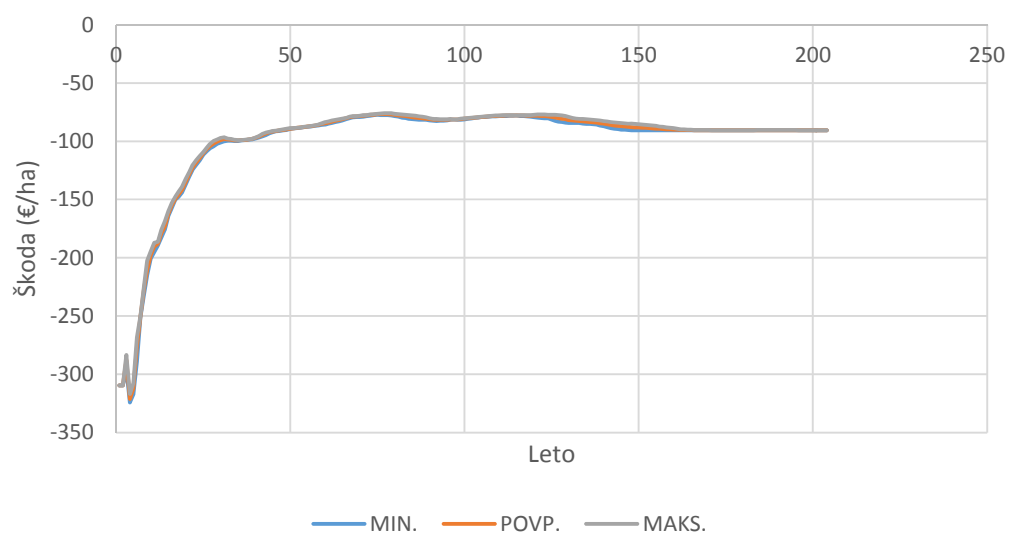
Slika 6.2.10: Hoče - Potencialni obseg gospodarske škode

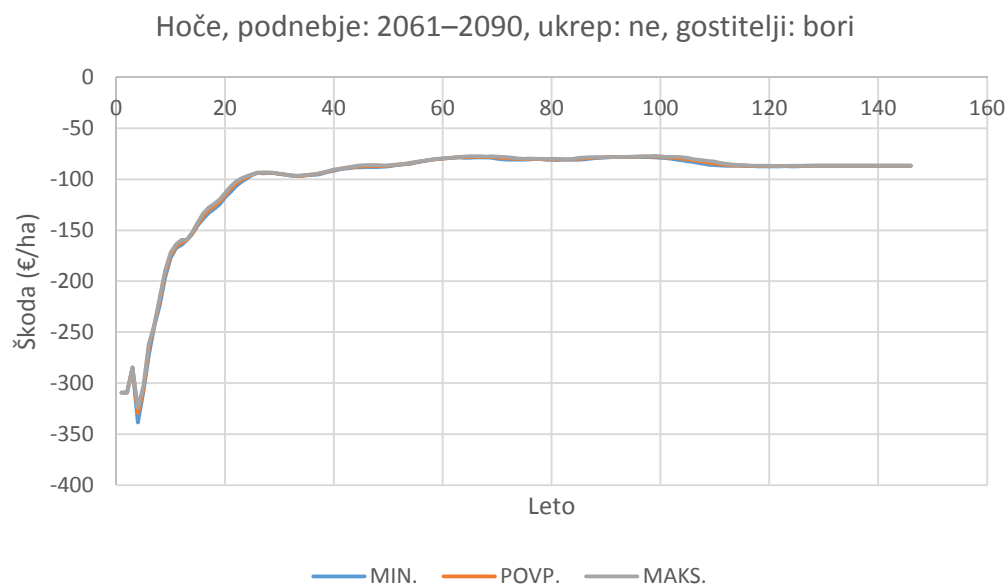
V tem poglavju prikazujemo razliko v dohodku med prodajo lesnih sekancev po ceni 11 €/nm³ in prodajo okroglega lesa na kamionski cesti za vse različice simulacij iz vstopne točke Hoče (»gospodarska škoda«). V vsaki različici simulacije je prišlo do gospodarske škode. Ob upoštevanju različice simulacije, kjer smo za gostitelje vzeli samo bore in da ni bilo ukrepanja, je gospodarska škoda narasla do maksimalne vrednosti v 4–5 letih in je znašala 321–329 €/ha povprečno v odvisnosti od upoštevanih podnebnih razmer. Nato v 27–32 letih škoda naglo upade na 93–107 €/ha povprečno in potem zelo dolgo in počasi upada na minimum 86–93 €/ha povprečno.

Hoče, podnebje: 1971–2000, ukrep: ne, gostitelji: bori

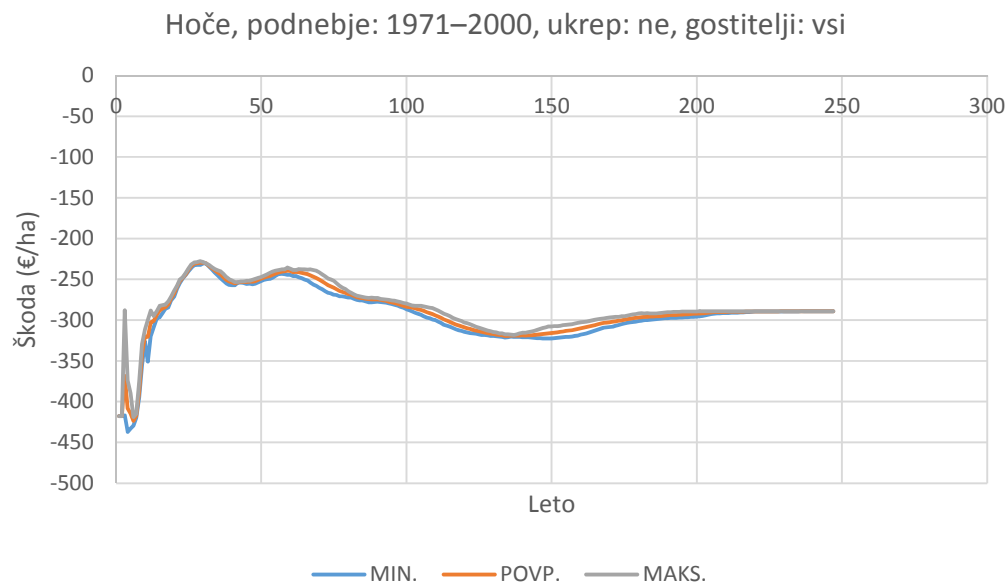


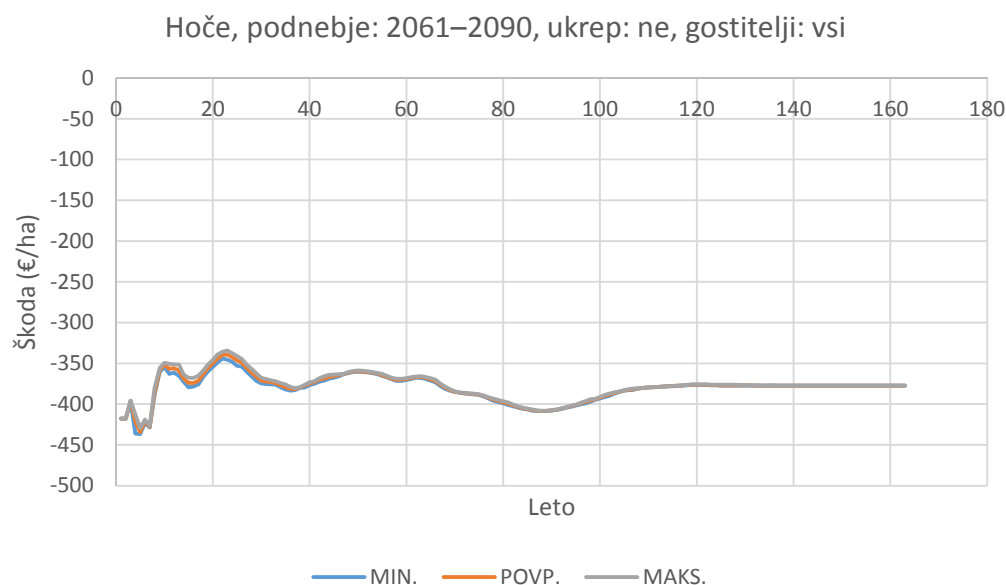
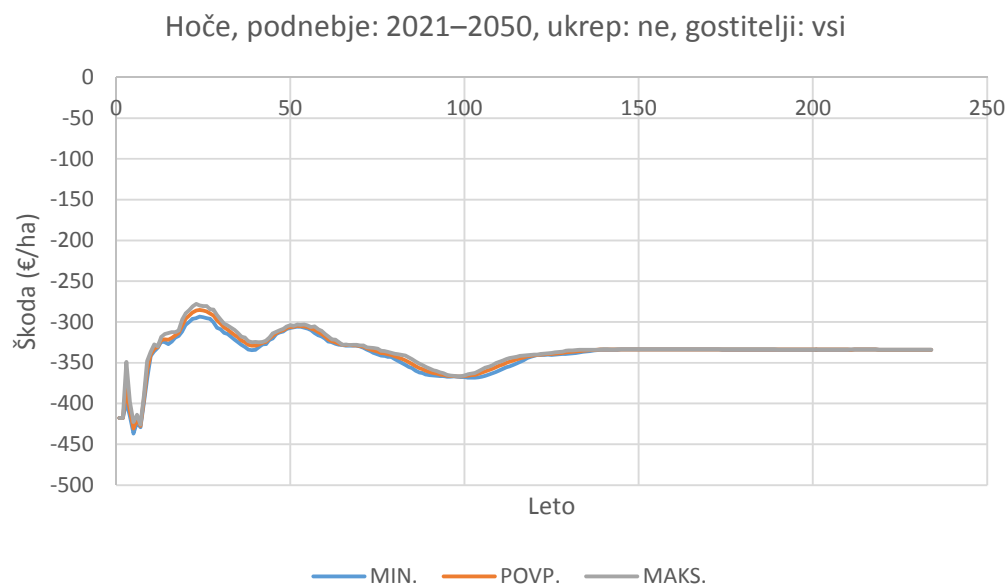
Hoče, podnebje: 2021–2050, ukrep: ne, gostitelji: bori



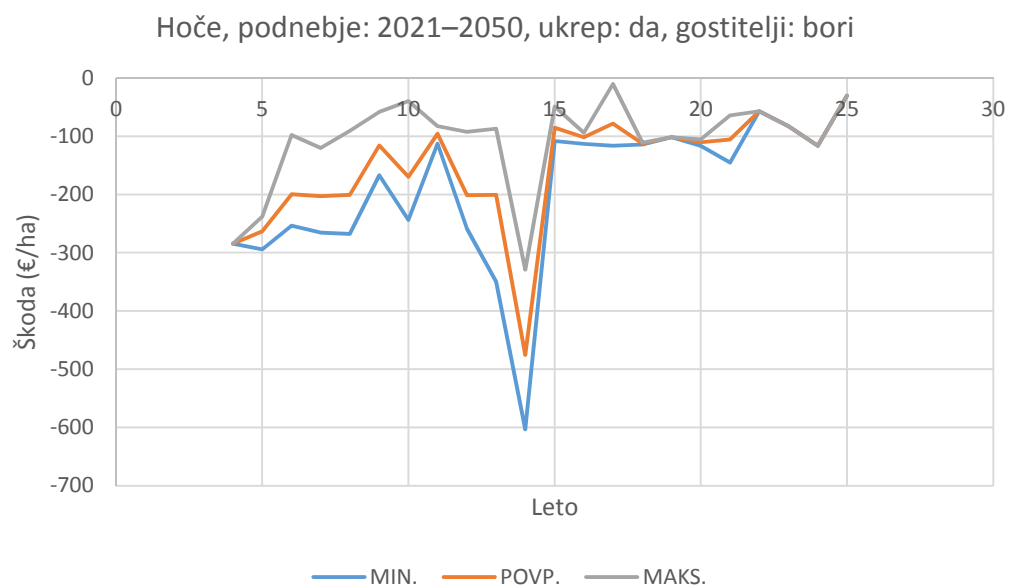
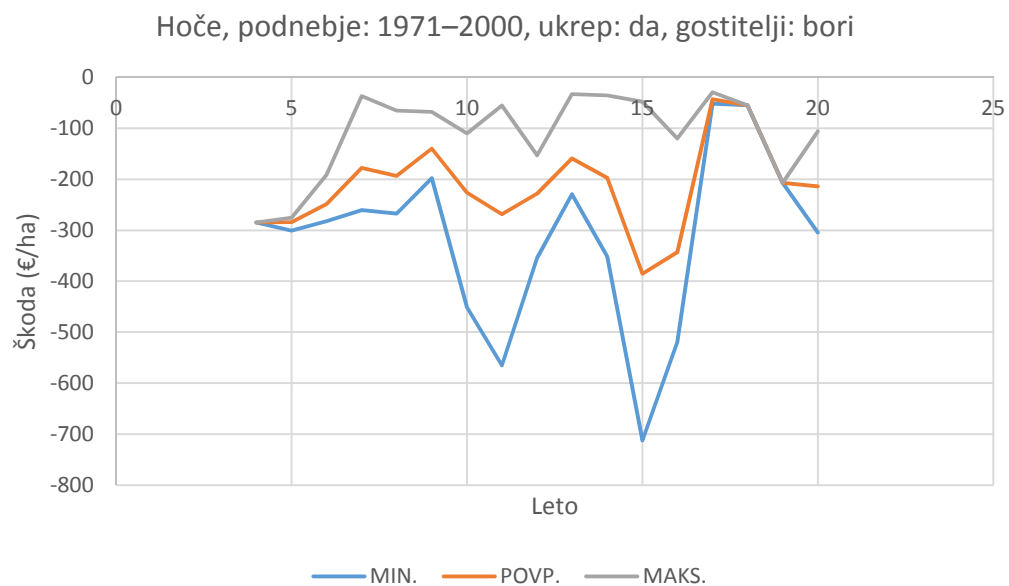


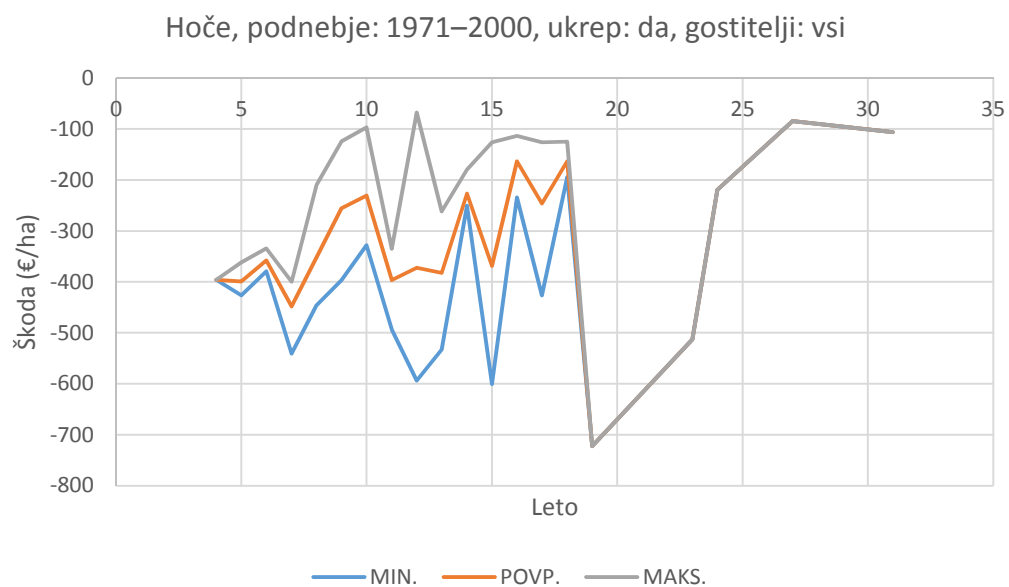
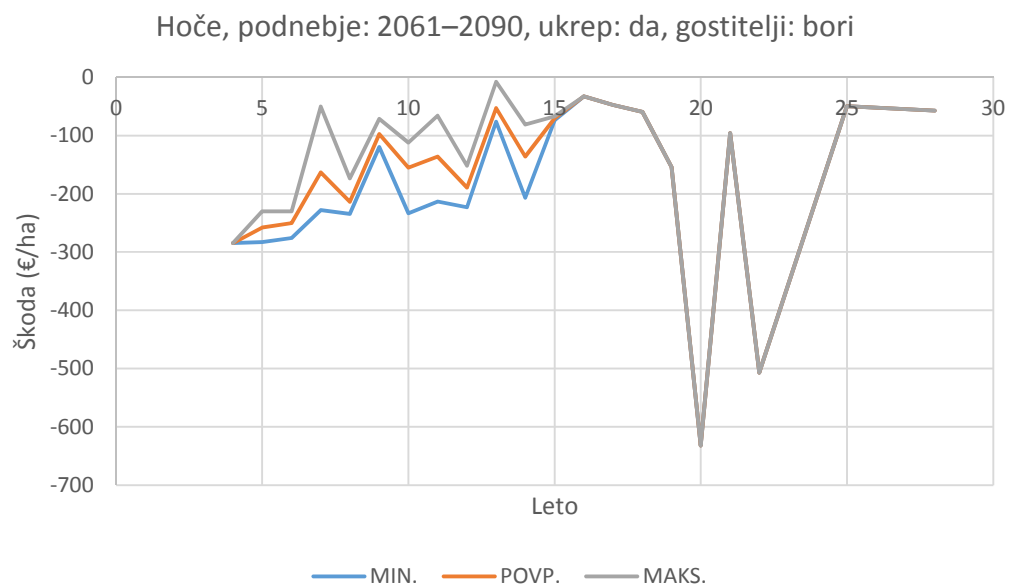
V simulacijah, kjer smo upoštevali vse gostitelje in naravno širjenje borove ogorčice brez ukrepanja, je gospodarska škoda narasla v 5–6 letih na 423–434 €/ha povprečno v odvisnosti od upoštevanih podnebnih razmer. Nato v 23–29 letih je gospodarska škoda padla na minimum na 229–339 €/ha povprečno. Potem do konca trajanja simulacije gospodarska škoda ponovno nekoliko naraste na 289–377 €/ha povprečno v odvisnosti od upoštevanja podnebnih razmer.

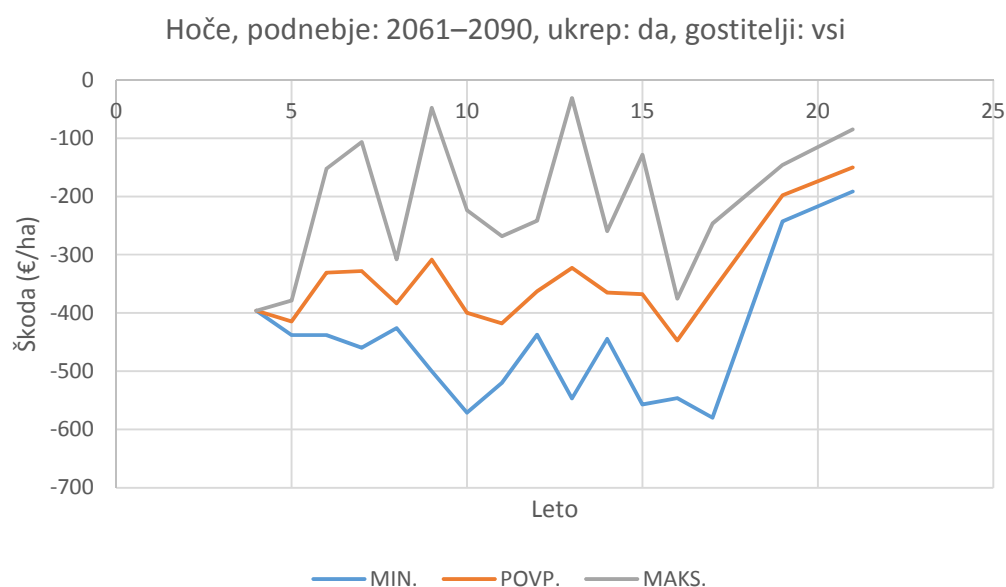
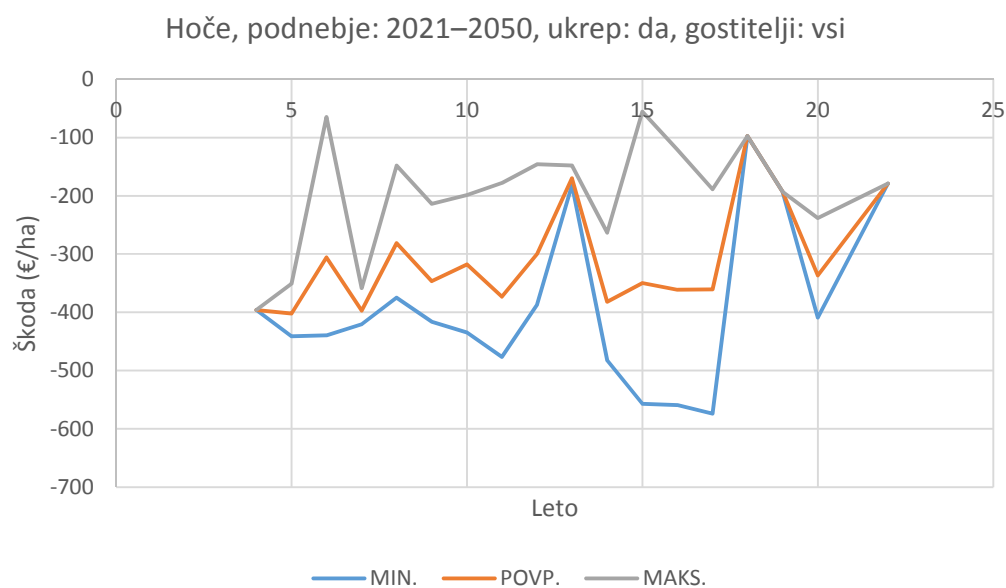




Ob ukrepanju in upoštevanju samo borov, je bil začetna gospodarska škoda 284 €/ha. Nato je gibanje gospodarske škode zelo raznoliko in razpon je velik, tj. ob upoštevanju podnebnih razmer 1971–2000 je bil 42–385 €/ha povprečno, v scenariju podnebnih sprememb 2021–2050 je bil 30–475 €/ha povprečno, v scenariju podnebnih sprememb 2061–209 je znašal 32–631 €/ha povprečno. Ob upoštevanju vseh gostiteljev je bil razpon gospodarske škode še večji in sicer je v podnebnih razmerah 1971–2000 obsegal 84–722 €/ha povprečno, v scenariju podnebnih sprememb 2021–2050 je znašal 97–402 €/ha povprečno, v scenariju podnebnih sprememb 2060–2090 je bil 150–447 €/ha povprečno.







6.2.3 Literatura in viri

Hayes B, 1984. Computer recreations: the cellular automaton offers a model of the world and a world unto itself. *Scientific American* **250**, 12–21.

Lichtenegger K, 2005. *Stochastic cellular automata models in disease spreading and ecology*. Graz: Karl-Franzens Universität Graz Diploma thesis.

Packard NH, Wolfram S, 1985. Two-dimensional cellular automata. *Journal of Statistical Physics* **38**, 901–46.

Šemrov D, Kotnik T, Miklavčič D, 1996. Modeliranje bioloških in kemijskih sistemov s celičnimi avtomati. *Elektrotehniški vestnik* **63**, 241–8.

6.2.4 Ugotovitve in sklepi

Modeliranje širjenja oziroma določitve območij, ki so primerne za razvoj borove ogorčice, smo izvedli z dvema različnima pristopoma. Naprej smo uporabili programski paket CLIMEX, ki predstavlja standardno orodje za modeliranje odziva posameznega organizma na klimatske dejavnike. Zaradi manj natančnih podatkov, ki so potrebni za učinkovito modeliranje in preizkus vpliva klimatskih dejavnikov na razvoj borove ogorčice, smo s programom CLIMEX naredili le primerjavo primernosti območij v Evropi za razvoj borove ogorčice oziroma pojav bolezni borove uvelosti. Rezultat kaže, da je zaradi borove ogorčice ogrožen večji del Evrope. Bolezen se ne more razviti le v skandinavskih državah, Angliji in Irski ter ponekod na severu Evrope ter seveda v večjih gorskih oziroma hribovitih predelih. Ob klimatskih spremembah, ki bi povzročile dvig povprečne temperature za 1 °C, bi se bolezen lahko razvila tudi na delu južne Anglije in v manjši meri tudi na jugu Švedske. Zelo bi se zmanjšala tudi območja na severu Nemčije in Poljske ter državah Benelux-a in Francije, ki so za razvoj bolezni neprimerna.

Modeliranje s CLIMEX programom je zelo primerno za ugotavljanje primernosti območij za razvoj posameznega organizma v širši prostorski ločljivosti (kontinent ali svet), manj primeren pa je program za prostorsko modeliranje na nacionalnem nivoju.

Modeliranje naravnega načina širjenja bolezni borove uvelosti v Sloveniji, ogroženosti lesnih zalog ter vpliva klimatskih sprememb na širjenje borove ogorčice, smo izvedli s stohastičnimi celičnimi avtomati. Modeliranje smo izvedli v 1 km x 1 km mreži. Hitrost in obseg širjenja borove ogorčice smo opredelili s štirimi spremenljivkami in sicer vrsto in gostoto gostiteljskih rastlin, temperaturo in sušnim stresom. Ob tem smo predpostavili, da so vektorji prisotni v vseh okoljih, vendar se populacija namnoži do mere, ko učinkovito sodeluje v prenosu borove ogorčice, z enoletno zakasnitvijo. Prav tako smo upoštevali dobo 3 letne inkubacije od prvega vnosa borove ogorčice do širjenja v sosednje celice. Modeliranje smo izvedli v več različicah. Določili smo 3 potencialna vstopna mesta za borovo ogorčico in sicer luko Koper, mednarodno letališče Brnik in žago z lesom mednarodne trgovine v bližini Maribora. Prav tako smo simulirali izvedbo ukrepov t. j. poseka v 3 km pasu okoli najdbe borove ogorčice. Vse simulacije smo izvedli za 3 obdobja podnebnih razmer; sedanje razmere (obdobje 1971–2000), scenarij podnebnih sprememb 2021–2050 in scenarij podnebnih sprememb 2061–2090 in to v 30 ali 300 ponovitvah.

Izračun gospodarske škode smo izvedli po metodologiji, ki je podrobno predstavljena v poglavju »Ocena gospodarskih učinkov«.

Rezultati modeliranja naravnega širjenja kažejo, da je hitrost naravnega širjenja počasna. Čas širjenja do končne točke širjenja je pogojen z lokacijo vstopne točke. Najhitreje se bolezen razširi iz vstopne točke Brnik, kjer traja povprečna doba širjenja v sedanjih klimatskih razmerah 200 let, medtem ko je ta doba iz luke Koper najdaljša in traja več kot 291 let. Klimatske spremembe sicer povečajo hitrost širjenja, vendar jo tudi najbolj neugodne klimatske spremembe (obdobje 2061–2090) skrajšajo le za približno polovico. V tem primeru bi se borova ogorčica razširila po Sloveniji iz vstopne točke Brnika v približno 100 letih. Kot je razvidno je hitrost naravnega širjenja počasna in potrjuje dejstvo, da je človeški faktor tisti, ki najhitreje razširi borovo ogorčico oziroma z drugimi besedami, rezultati poudarjajo pomen uveljavljanja strogih fitosanitarnih ukrepov, ki preprečujejo hitro širjenje ogorčice po vstopu v državo. Simulacije učinkovitosti izvajanja fitosanitarnih ukrepov za preprečevanje širjenja

borove ogorčice kažejo na uspešnost preprečevanja širjenja. Ob predpostavki, da obstaja 99,5 % verjetnost, da s posekom gostiteljskih rastlin preprečimo nadaljnje širjenje ogorčice iz žarišča, povprečna doba popolne eradikacije ogorčice ni presegla 5 let ob različnih klimatskih scenarijih. Pri najmanj ugodni ponovitvi je bila najdaljša doba za popolno eradikacijo 30 let. Hkrati s širjenjem smo naredili izračun količin ogrožene oziroma poškodovane lesne zaloge ter ocenili obseg gospodarske škode. Čeprav je z leti širjenja trend naraščanja ogroženega območja skoraj premo sorazmeren, je v sedanjih klimatskih razmerah moč opaziti počasnejše naraščanja ogroženih površin oziroma količin lesnih zalog ob manj ugodnih razmerah za širjenje (naravne ovire, prisotnost gostiteljskih rastlin ipd.). Klimatske razmere zmanjšujejo vpliv negativnih dejavnikov na širjenje borove ogorčice in ohranjajo ogroženost površin oziroma lesnih zalog skoraj premo sorazmerno z leti širjenja. S klimatskimi spremembami naraščajo količine potencialno ogroženih lesnih zalog. Iz prvotno ogroženih 8.954.000 m³ lesnih zalog borovcev, se ogroženost lesnih zalog ob klimatskih spremembah poveča na 14.464.000 m³ v obdobju 2021–2050 ter na 18.577.000 m³ v obdobju 2061–2093. Obseg gospodarske škode v prvih letih narašča, z dolžino dobe navzočnosti borove ogorčice pa pade in se kasneje ustali. Višina in dinamika škode je odvisna od vstopne točke kot tudi od klimatskih sprememb.