

# **ZAKLJUČNO POROČILO**

## **O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA**

### **NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA**

#### **PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«**

#### **I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta**

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0494

3. Naslov projekta:

Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam glede na pričakovane spremembe značilnosti in prostorske razporeditve gozdov

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam glede na pričakovane spremembe značilnosti in prostorske razporeditve gozdov

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Adaptation of forest management to climate changes in relation to expected changes of forest traits and forest spatial changes

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

klimatske spremembe, napovedi razvoja gozdov, smernice za gospodarjenje, prilagajanje napovedanim scenarijem sprememb, parametri gozda, gozdne funkcije, gozdna vegetacija, premik zgornje gozdne meje, premik gozdnega roba, klimatski model

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

climate changes, forecast of forest development, guidelines for forest management, adaptation to predicted scenarios of changes, forest parameters, forest functions, forest vegetation, upper tree-line shift, relocation of forest edge, climate model

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

0404 - Gozdarski inštitut Slovenije

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

/

6. Sofinancer/sofinancerji:

MKGP, ARRS

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

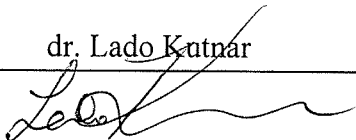
15108

Lado Kutnar

Datum: 15. sept. 2011

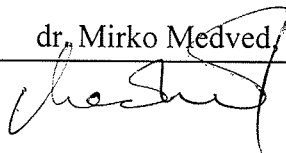
Podpis vodje projekta:

dr. Lado Kutnar



Podpis in žig izvajalca:

dr. Mirko Medved, direktor GIS



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

### 1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- ☒ a) v celoti  
☐ b) delno  
☐ c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

/

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

☐ a) da

☒ b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

Cilji projekta se niso spremenili med raziskavo!

Spremenili pa so se glede na prijavo projekta in sicer takoj na začetku poteka projekta. Zaradi močne redukcije sredstev, od prvotno planiranih 109.263 EUR na le 50.000 EUR, smo bili primorani prilagoditi vsebine in obseg dela na projektu. Vsebina, dinamika in cilji projekta so bili ustrezno modificirani in prilagojeni v skladu z odobrenimi sredstvi in trajanjem projekta v začetku septembra 2008. Podrobna prilagoditev vsebine in dinamike projekta glede na razpoložljiva sredstva je bila predstavljena v modificiranem programu, ki je bila posredovan naročniku na začetku trajanja projekta (9. september 2008).

## 2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela<sup>1</sup>:

Poročilo o realizaciji je prikazano v naslednjih poglavjih:

### KAZALO VSEBINE:

- 1. UVOD
  - 1.1. IZHODIŠČA RAZISKAVE
  - 1.2. NAMEN PROJEKTA
- 2. METODE
  - 2.1. PRIPRAVA PODATKOV  
PROSTORSKO-RASTIŠČNI NIVO  
VRSTNI NIVO
  - 2.2. OBLIKOVANJE SCENARIJEV PODNEBNIH SPREMEMB
  - 2.3. MODELIRANJE
- 3. REZULTATI RAZISKAV
  - 3.1. NAPOVEDI SPREMEMB GOZDOV NA PROSTORSKO-RASTIŠČNEM NIVOJU
  - 3.2. NAPOVEDI SPREMEMB GOZDOV NA NIVOJU DREVESNIH VRST
  - 3.3. GOZDNO-GOSPODARSKI IN POLITIČNI VIDIKI SPREMEMB GOZDOV
- 4. DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI

### KAZALO PRILOG:

#### PRILOGE K POGLAVJU 3.1.

- PRILOGA 3.1.1: MODELNO STANJE VEGETACIJSKIH TIPOV IN NAPOVEDI ZA LETO 2070
- PRILOGA 3.1.2: EVKLIDSKE RAZDALJE - VEGETACIJSKI TIPI

#### PRILOGE K POGLAVJU 3.2.:

- PRILOGA 3.2.1: MODELNO STANJE DREVESNIH VRST IN NAPOVEDI ZA LETO 2070 PO SREDNJEM SCENARIJU
- PRILOGA 3.2.2: NAPOVEDI RAZŠIRJENOSTI BUKVE V LETU 2100 PO SREDNJEM SCENARIJU
- PRILOGA 3.2.3: SEDANJA IN NAPOVEDANA POVPREČNA LESNA ZALOGA PO DREVESNIH VRSTAH ZNOTRAJ NJIHOVEGA AREALA RAZŠIRJENOSTI V SLOVENIJI
- PRILOGA 3.2.4: PRIKAZ NAPOVEDANIH RELATIVNIH SPREMEMB LESNIH ZALOG DREVESNIH VRST
- PRILOGA 3.2.5: NAPOVEDI SPREMEMB LESNE ZALOGE BUKVE V SLOVENIJI PO TREH SCENARIJIH
- PRILOGA 3.2.6: EVKLIDSKE RAZDALJE - DREVESNE VRSTE

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



### PRILOGE K POGLAVJU 3.3.

- PRILOGA 3.3.1: STRUKTURA GOZDNIH LESNIH SORTIMENTOV

- PRILOGA 3.3.2: GIBANJE ODKUPNIH CEN LESA

### POSEBNA PRILOGA (na CD-ju):

Na priloženem CD-ju so vsi kartni prikazi, ki so nastali v okviru tega projekta.

### VSEBINA POROČILA:

#### 1. UVOD

##### 1.1. IZHODIŠČA RAZISKAVE

V uvodnem poglavju so predstavljena določena izhodišča, na kateri temelji raziskava v okviru CRP projekta »Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam glede na pričakovane spremembe značilnosti in prostorske razporeditve gozdov

Človek v zadnjih 200 letih s svojimi aktivnostmi usodno posega v podnebje in vpliva na procese podnebnih sprememb. Številna območja na svetu se že danes spopadajo z negativnimi posledicami zvišanja povprečne temperature.

Podnebni scenariji za naslednja desetletja napovedujejo segrevanje podnebja, ki bo na severu Evrope izrazitejše v zimskem času, na jugu in osrednjem delu Evrope pa v poletnem času. V južnem delu napovedujejo tudi zmanjšanje količine padavin (IPCC 2001, 2007). Brez učinkovite politike blažitve podnebnih sprememb se najboljše ocene globalnega segrevanja v Četrtem ocenjevalnem poročilu Medvladnega foruma o podnebnih spremembah (IPCC 2007) gibljejo med 1,8 °C in 4 °C do leta 2100 v primerjavi z vrednostmi iz leta 1990.

Posledice podnebnih sprememb so tudi pri nas že precejšnje in izmerljive (Bergant, 2007, Kajfež-Bogataj et al. 2008). Slovenija se je v zadnjih 50 letih ogrela za več kot 1 °C, kar je hitreje od svetovnega in evropskega povprečja. Opazno je upadanje količine padavin v prvi polovici leta in naraščanje v drugi polovici. Take spremembe tudi v Sloveniji vplivajo na zmanjšano razpoložljivost vode ter pogostejše in dlje časa trajajoče pomladne in poletne suše.

Projekcije podnebnih sprememb (npr. na podlagi modelov splošne cirkulacije (angl. General Circulation Model)) za Slovenijo kažejo, da se bo ob predvidenem povečanju vsebnosti TGP in sulfatnih aerosolov temperatura zraka na celotnem območju Slovenije dvignila. Temperature zraka naj bi se v obdobju od leta 2001 do 2030 povečale za 0,5 do 2,5 stopinje Celzija, od leta 2031 do 2060 za 1 do 3,5 stopinje Celzija in v obdobju od leta 2061 do 2090 1,5 do 6,5 stopinj Celzija (Kajfež-Bogataj & Bergant 2005, Bergant, 2003, 2007). Količina padavin poleti se bi lahko zmanjšala za do 20 odstotkov (Kajfež-Bogataj et al. 2008).

Spremembe podnebja, ki smo jim že priča v zadnjih desetletjih predstavljajo resno grožnjo naravnim ekosistemom kot je gozd (npr. Shaver in sod., 2000; Lexer in sod., 2002; Askeev in sod., 2005; Freeman in sod., 2005; Maracchi in sod., 2005; Kellomäki, Leinonen, 2005; Koca in sod., 2006; IPCC 2007). Pri spremembi podnebja sinergistično delujejo različni dejavniki, ki vplivajo na stabilnost gozdov in s tem na trajnostni razvoj gozdov. IPCC svari, da bi ob zaostritvi podnebnih razmer s pogostejšim pojavljanjem različnih ujm, vodnega stresa, s širjenjem novih bolezni in škodljivcev, požarov in

podobno, nastopil premik vegetacijskih pasov in s tem odmiranje gozdov, kakršne poznamo sedaj. V zadnjem času se teh potencialnih nevarnosti za gozdne ekosisteme vse bolj zavedamo tudi pri nas (Simončič et al. 2001, Kajfež-Bogataj 2001, ARSO 2003, Cimperšek 2004, Jurc 2007, Kajfež-Bogataj et al. 2008).

Prostorske spremembe gozdov imajo neposreden vpliv na gospodarjenje z gozdovi in s celotnim prostorom. Prostorski vidiki sprememb, kot so spremembe površine gozdov, spremembe razporeditve tipov gozdov, premik gozdnega roba in spremembe prostorskega vzorca gozda, se odražajo v vseh funkcijah gozdov in posledično tudi v spremembah drugih parametrov gozda, kot so lesna zaloga, drevesna sestava, sklep in drugih.

Z napovedovanjem prostorskih sprememb (premikov) gozdov zaradi vplivov podnebnih sprememb so se intenzivno ukvarjali tako v evropskem prostoru (npr. Kienast 1991, Brzeziecki et al. 1993, 1995, Kienast et al. 1994, Körner 1998, Grace et al. 2002, Dullinger et al. 2004) kot tudi pri nas (Kutnar & Kobler 2007). Študije so dokazale, da se bo razporeditev različnih tipov gozdov značilno spreminjala s spreminjanjem parametrov podnebja. V dosedanjih raziskavah pri nas (Kutnar & Kobler 2007, CRP projekt Rastiščni, gozdno-gospodarski in politični vidiki odzivanja gozdov na pričakovane podnebne spremembe) smo ugotovili, da bi lahko prišlo do zmanjšanja nekaterih gospodarsko, ekološko in naravovarstveno pomembnih gozdov (npr. jelovo-bukovi gozdovi) na račun povečanje deleža gospodarsko manj zanimivih in hkrati požarno bolj ogroženih gozdov (npr. termofilni gozdovi). V tej študiji smo uporabili razpoložljive scenarije podnebnih sprememb, ki so bili izdelani za Slovenijo (Bergant 2007).

Po dosedanjih ocenah bi bili na območju Slovenije med najbolj prizadetimi gozdnimi ekosistemi predvsem prevladujoči bukovi gozdovi (Kutnar, Kobler, 2007; Ogris in sod., 2008; Kutnar in sod., 2009). Zaradi tega smo posebno pozornost v obstoječi raziskavi namenil bukvi (*Fagus sylvatica*), ki je najbolj razširjena in prevladujoča drevesna vrsta potencialne naravne vegetacije v srednji Evropi (Ellenberg 1996), hkrati pa je ena izmed ekološko in ekonomsko najpomembnejših drevesnih vrst (Gessler et al. 2007). Bukev je ključna drevesna vrsta številnih gozdnih združb tudi v Sloveniji (Lesnik / Matijašič 2006, Dakskobler 2008, Ficko et al. 2008). V Sloveniji uspeva in oblikuje svoje združbe v vseh fitogeografskih in ekoloških območjih (Wraber 1969, Kutnar et al. 2002), tako na karbonatni kot na silikatni in mešani karbonatno-silikatni podlagi, na zelo različnih talnih tipih (Urbančič et al. 2005), od kolinskega (150 m nm. v.) do subalpinskega pasu (1650 m nm. v.) (Dakskobler 2008). Kot pomembna graditeljica gozdnih sestojev pa se bukev pojavlja v pasu med 200 in 1400 m nm. v. (Ficko et al. 2008). Perko (2007) navaja, da 70 % gozdov v Sloveniji na bukovih (44%), jelovo-bukovih (15%) in bukovno-hrastovih (11%) rastiščih. Po ugotovitvah Ficka in sodelavcev (2008) pa bukev najdemo na skoraj 89 % površine slovenskih gozdov.

Povprečna hektarska lesna zaloga bukke v Sloveniji znaša 85,2 m<sup>3</sup>/ha. To povprečje velja za vse slovenske gozdove in za leto 2002, izračunano pa je na podlagi podatkov sestojne karte ZGS (ZGS 2008). Znotraj areala bukke je lesna zaloga seveda večja, odvisna pa je od definicije areala. Če rangiramo vse gozdne površine po lesni zalogi bukke in kot areal bukke vzamemo tistih 50 % gozdnih površin, ki izkazujejo največjo lesno zalogo bukke, potem povprečna zaloga znaša 147,2 m<sup>3</sup>/ha.

## 1.2. NAMEN PROJEKTA

Prvotno je bil planirani projekt mnogo širše zasnovan, vendar realizacija teh vsebin ni bila mogoča, saj je bil projekt sprejet z manj kot 50 % prvotno planiranih sredstev. Od prvotno planiranih 109.263 EUR je bil projekt odobren le v vrednosti 50.000 EUR, zato smo

morali vsebine že pred začetkom izvajanje projekta ustrezno zreducirati in prilagoditi razpoložljivim sredstvom. Podrobna prilagoditev vsebine in dinamike projekta glede na razpoložljiva sredstva je bila predstavljena v modificiranem programu (9. september 2008).

V skladu s prilagojenim programom dela je bil namen tega projekta na osnovi prikaza napovedi sprememb gozdov na različnih nivojih izdelati okvirne smernice za gospodarjenje z gozdovi v spremenjenih klimatskih razmerah. Glavni namen je bil predvsem prikazati sliko pričakovanih sprememb na osnovi čim bolj realističnih empiričnih kvantitativnih modelov, ki prikazujejo možne oz. verjetne prostorske, ekosistemske in sestojne spremembe gozdov. Poleg potencialnih prostorsko-rastiščnih oz. prostorsko-vegetacijskih sprememb smo z razliko od predhodnih raziskav v tem projektu obravnavali tudi spremembe značilnih sestojnih parametrov gozdov (npr. drevesna vrstna sestava, lesna zaloga).

Podali smo prostorski prikaz projekcije razvoja gozdov na različnih nivojih ob različnih scenarijih podnebnih sprememb. Pomemben del projekta je tudi napoved potencialno najbolj prizadetih gozdnih površine in območij v Sloveniji v primeru uresničitve podnebnih sprememb. S tem smo prispevali pomembne informacije in izhodišča za načrtovanje strategije prilagajanja gozdarstva podnebnih spremembam.

Na podlagi obstoječih scenarijev podnebnih sprememb in ob uporabi novih metodoloških pristopov smo v tej raziskavi simulirali razporeditev vegetacijskih tipov in glavnih drevesnih vrst v Sloveniji v prihodnosti. Pri tem smo dali poseben poudarek prevladujočim bukovim gozdovom in prevladujoči drevesni vrsti - bukvi.

Z rezultati raziskave smo prispevali informacije, ki so pomembna podlaga za blaženje podnebnih sprememb ter prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam. Pri tem smo se ukvarjali tudi z vlogo in pomenom gozdov za biotsko raznovrstnost na ekosistemski in vrstni ravni.

## 2. METODE

Spremembe gozda smo zasledovali skozi dva kazalca: delež vegetacijskih tipov (skupine podobnih rastišč) in višina lesne zaloge glavnih drevesnih vrst.

### 2.1. PRIPRAVA PODATKOV

#### PROSTORSKO-RASTIŠČNI NIVO

Na prostorsko-rastiščnem nivoju je bila predmet raziskave oz. ciljna spremenljivka modela potencialna gozdna vegetacije, ki je bila opredeljena na osnovi predhodnih študij gozdnih združb (Košir et al. 1974, 2003, Zorn 1975) in je opisana na nivoju odseka (najnižji hierarhični nivo gozdnogospodarskega sistema) v podatkovni bazi Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS 2008). Na osnovi podobnosti rastiščnih razmer, s posebnim poudarkom na podnebnih dejavnikih, in ob upoštevanju hierarhičnih klasifikacij habitatnih tipov (Devillers / Devillers-Teschuren 1996, Jogan et al. 2004) smo potencialne gozdne združbe, opredeljene v bazi Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS 2008), združili v 13 skupin oz. vegetacijskih tipov:

1. Acidofilna bukovja
2. Acidofilna rdečeborovja

3. Predgorska bukovja
4. Gorska bukovja
5. (Visoko)gorska bukovja v (pred)alpskem območju
6. (Visoko)gorska bukovja v (pred)dinarskem območju
7. Termofilna bukovja
8. Kolinska hrastova-belogabrovja
9. Nižinska vrbovja, jelševja in dobovja
10. Termofilna črnogabrovja, hrastovja, rdečeborovja in črnoborovja
11. Jelovja
12. Smrekovja
13. Ruševja

V tej raziskavi dejanske površine in deleža vegetacijskih tipov ne ocenjujemo direktno, saj smo uporabili drugačni metodološki pristop kot v predhodni študiji. Po predhodni raziskavi smo ugotavljali površine združb na osnovi kriterija prevladovanja določne združbe na posameznem hektarskem kvadrantu. V aktualni študiji je ločljivost kart, ki prikazuje vegetacijske tipe oz. skupine združb, kilometrska (enaka ločljivost kot klimatski podatki). Prehod na ločljivost 1 km<sup>2</sup> prinaša pomembno metodološko razliko. Na ravni ločljivosti 1 km<sup>2</sup> ni mogoče predpostavljati homogenosti površine, kot smo jo na ravni hektarja, zato analiziramo in napovedujemo deleže posameznih vegetacijskih tipov (tipov rastišč). To pomeni, da na ravni posameznega kilometrskega kvadranta napovedujemo namesto le ene spremenljivke (na primer določenega vegetacijskega tipa) celo vrsto spremenljivk (deleže vsakega vegetacijskega tipa posebej). To nalaga drugačen pristop k interpretaciji rezultatov, hkrati pa ponuja nove možnosti razumevanja relacij med združbami, drevesnimi vrstami in rabami tal znotraj iste prostorske celice: na primer izračun indikatorjev in razmerij med združbami ali drevesnimi vrstami znotraj celice, ne le znotraj regije.

V Sloveniji prevladujejo bukovi vegetacijski tipi, zato smo v raziskavi posvetili več pozornost prav njim. Tako smo se še posebej osredotočili na naslednje vegetacijske tipe: vegetacijski tip 1 – acidofilna bukovja; vegetacijski tip 3 – podgorska bukovja; vegetacijski tip 6 – (visoko)gorska bukovja v (pred)dinarskem območju. Po predhodni raziskavi (objavljeno v Kutnar et al. 2009), v kateri smo ugotavljali površine združb na osnovi kriterija prevladovanja določne združbe na posameznem hektarskem kvadrantu, so površinsko najbolj zastopana acidofilna bukovja (vegetacijski tip 1). V skupini acidofilnih bukovij smo zajeli predvsem edafsko pogojene acidofilne bukove združbe (npr. Blechno-Fagetum, Luzulo-Fagetum, Castaneo-Fagetum in podobne), ki jih najdemo na različnih distričnih tleh na nekarbonatnih matičnih podlagah. V vegetacijskem tipu 3 (podgorska bukovja), ki je po predhodnih raziskavah druga najbolj razširjena skupina, prevladujeta združbi Hacquetio-Fagetum in Hedero-Fagetum. Med (visoko)gorskimi bukovji v (pred)dinarskem območju (vegetacijski tip 6), ki so tretja najbolj razširjena skupine gozdnih združb, prevladujejo različni dinarski jelovo-bukovi gozdovi (Abieti-Fagetum dinaricum, sin. Omphalodo-Fagetum). Razmeroma velik delež v tej skupini pa predstavljajo tudi preddinarski visokogorski bukovi gozdovi (Cardamini savensi-Fagetum), ki so bili kartirani kot potencialna združba tako na dolomitu in apnencu v preddinarskem območju, kot tudi na silikatnih kamninah na precejšnjem delu Pohorja.

## VRSTNI NIVO

Poleg napovedi spreminjanje rastiščnih razmer oz. pogojev za uspevanje določenega tipa vegetacije smo simulirali tudi spreminjanje deležev lesne zaloge drevesnih vrst ob različnih scenarijih podnebnih sprememb v prihodnosti. Med vsemi drevesnimi vrstami, ki so zajete v bazi Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS 2008), smo analizirali tiste, ki so zastopane vsaj z 0,5 % od skupne lesne zaloge v Sloveniji. Med 57 avtohtonimi in alohtonimi drevesnimi vrstami (ali skupinami vrst) smo po tem kriteriju izbrali 16 drevesnih vrst. Med drevesnimi vrstami z večjim deležem (nad 1 % v lesni zalogi) so: navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karsten; 31,98 % od celotne lesne zaloge), bukev (*Fagus sylvatica* L.; 31,73 %), bela ali navadna jelka (*Abies alba* Miller; 7,46 %), graden (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.; 6,40 %), rdeči bor (*Pinus sylvestris* L.; 4,34 %), gorski ali beli javor (*Acer pseudoplatanus* L.; 2,79 %), beli ali navadni gaber (*Carpinus betulus* L.; 2,64 %), pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.; 1,77 %), črni bor (*Pinus nigra* Arnold; 1,46 %), črni gaber (*Ostrya carpinifolia* Scop.; 1,38 %), evropski macesen (*Larix decidua* Mill.; 1,18 %) in cer (*Quercus cerris* L.; 1,03 %).

V skupini nekoliko manj zastopanih drevesnih vrst (od 0,5 do 1 % v lesni zalogi) so naslednje vrste: veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.; 0,88 %), črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.; 0,73 %), dob (*Quercus robur* L.; 0,66 %), robinija (*Robinia pseudacacia* L.; 0,58 %), lipa in lipovec (*Tilia* L.; 0,52 %).

## 2.2. OBLIKOVANJE SCENARIJEV PODNEBNIH SPREMEMB

Za simulacije sprememb gozdov smo uporabili obstoječe napovedi podnebnih sprememb (Bergant, 2003, 2007), ki temeljijo na različnih modelih splošne cirkulacije zraka in so podane v obliki intervalnih vrednosti za posamezno podnebno spremenljivko. Iz podanih intervalnih napovedi temperatur, padavin in evapotranspiracije smo oblikovali tri scenarije: srednji scenarij (srednja temperatura T, srednje padavine R, srednja evapotranspiracija E), pesimistični scenarij (maksimalni T, minimalni R, maksimalni E) in optimistični scenarij (minimalni T, maksimalni R, minimalni E).

## 2.3. MODELIRANJE

Simulacije prihodnje porazdelitve vegetacijskih tipov (skupin podobnih rastišč) ter lesnih zalog temeljijo na (1) empiričnem modelu, ki za vsak z gozdom pokrit kilometrski kvadrant v Sloveniji napoveduje delež posameznega vegetacijskega tipa oziroma višino lesne zaloge posamezne drevesne vrste in na (2) scenarijih možnih podnebnih sprememb v prihodnosti. Uporabili smo empirični model, ki izraža leta 2000 veljavno prostorsko razporeditev vegetacijskih tipov pri tedaj veljavnih vrednostih ekoloških parametrov, ne upošteva pa drugega splošnega vedenja o združbah in tudi ne sekundarnih učinkov podnebnih sprememb.

Ciljne spremenljivke so bile deleži vegetacijskih tipov (rastišč) ter višine lesne zaloge glavnih drevesnih vrst. Predmet modeliranja in simulacij je prostor znotraj gozdnega roba (po stanju leta 2000), torej nismo se ukvarjali z spremembami obsega gozda, ampak le z spremembami njegove sestave. Spremembe obsega gozda so namreč predvsem antropogene (način upravljanja s prostorom, ki je odvisen od vsakokratnega zakonskega okvira, finančnih in družbenih okoliščin, kar pa bi bilo izjemno težko modelirati z

zadovoljivo stopnjo zanesljivosti).

Uporabili smo dve skupini pojasnjevalnih spremenljivk (podnebne in pomožne), s katerimi model pojasnjuje vrednosti ciljne spremenljivke. Podnebne spremenljivke prikazujejo mesečna in letna povprečja temperatur, padavin in evapotranspiracije za 30-letno obdobje med 1971 in 2000 (ARSO, 2005, 2006a, 2006b). Ločljivost vseh podnebnih kart je 1 km × 1 km. Pomožne spremenljivke so: nadmorska višina digitalnega modela reliefa DMR v ločljivosti 100 m × 100 m (GURS, 2006), iz DMR izpeljano karto naklonov in ekspozicij ter FAO-talni tip (razred) tal, tudi ločljivosti 100 m × 100 m (CPVO, 1999).

Empirični model v obliki ansambla regresijskih dreves imenovanega random forest (Breiman, 2001) je bil zgrajen iz učnih podatkov z metodo Top-Down Induction of Decision Trees (TDIDT) z orodjem CLUS (Kocev, 2011; Kocev in sod., 2007; Struyf in Džeroski, 2006; Blockeel in Struyf 2002). Algoritem TDIDT se začne z izbiro testa za korensko vozlišče (angl. root node). Glede na izid testa se učna množica razdeli na podmnožice. V primeru binarnih dreves se razdeli v dve podmnožici: ena vsebuje zapise, za katere je test uspel, druga pa zapise, za katere test ni uspel. Ta postopek se med konstrukcijo drevesa rekurzivno ponavlja. Deljenje se ustavi, ko je zadovoljen ustavitveni kriterij (na primer število zapisov v podmnožicah pade pod določen prag; dolžina poti od korena do tekoče podmnožice preseže nek prag in podobno). Točnost modela smo ocenili z 10-kratnim prečnim preverjanjem veljavnosti (cross-validation).

Napovedi prihodnjega stanja smo po modelu izračunali z upoštevanjem treh podnebnih scenarijev. Simulacije prihodnjega stanja smo primerjali z modelnim današnjim stanjem (izračunanim z modelom iz danes veljavnih podnebnih vrednosti), ne z dejanskim. Tako razlika med modelnim današnjim in prihodnjim stanjem ne vključuje napak modela. Za vsako skupino ciljnih spremenljivk (delež vegetacijskih tipov ter višina lesne zaloge glavnih drevesnih vrst) smo izračunali agregatno razliko med današnjim in napovedanim prihodnjim stanjem po metodi evklidskih razdalj in rezultate prikazali v obliki kart.

### 3. REZULTATI RAZISKAV

#### 3.1. NAPOVEDI SPREMENB GOZDOV NA PROSTORSKO-RASTIŠČNEM NIVOJU

Na prostorsko-rastiščnem nivoju smo analizirali deleže 13 vegetacijskih tipov (1. acidofilna bukovja; 2. acidofilna rdečeborovja; 3. predgorska bukovja; 4. gorska bukovja; 5. (visoko)gorska bukovja v (pred)alpskem območju; 6. (visoko)gorska bukovja v (pred)dinarskem območju; 7. termofilna bukovja; 8. kolinska hrastova-belogabrovja; 9. nižinska vrbovja, jelševja in dobovja; 10. termofilna črnogabrovja, hrastovja, rdečeborovja in črnoborovja; 11. jelovja; 12. smrekovja; 13. ruševja) na ravni ločljivosti 1 km<sup>2</sup>. Na podlagi sedanjega stanja smo za 13 vegetacijskih tipov izdelali modele sedanjega stanja (PRILOGA 3.1.1).

Napovedi spreminjanja deležev posameznih vegetacijskih tipov smo izdelali za tri obdobja (leto 2040, leto 2070 in leto 2100). Pri tem smo uporabili tri scenarije podnebnih sprememb (optimistični scenarij, srednji scenarij, pesimistični scenarij). Napovedi spreminjanja deležev vegetacijskih sprememb zaradi spreminjanja podnebja v prihodnosti

smo prikazali na 117 kartah. V raziskavi je bilo tako za prostorsko-rastišni nivo generiranih 143 kart, ki prikazujejo intervalne razrede deležev vegetacijskih tipov po kilometrskih kvadrantih. Na kartah smo 10 razredov površinske zastopanosti (0-10 %, 11-20%, 21-30%, 31-40%, 41-50%, 51-60%, 61-70%, 71-80%, 81-90%, 91-100%) prikazali z različnimi barvnimi toni. Večja zastopanost (večji delež) vegetacijskega tipa je prikazana s toplejšimi toni. Bolj ko je posamezni kvadrant (območje) obarvano rumeno-oranžno ali rdeče, bolj je določeni vegetacijski tip prevladujoč v posameznem kvadratnem kilometru. Temnejša rdeča pa nakazuje več kot 90 % zastopanost oz. napoved zastopanja določenega vegetacijskega tipa. Rdeče-oranžna barva prikazuje 81 do 90 % delež. Na območjih (kilometrskih kvadrantih), kjer se pojavljajo intenzivno modri odtenki, je manjši delež določenega vegetacijskega tipa. Najbolj temno-modra barva pomeni, da se vegetacijski tip v kilometrskem kvadrantu pojavlja na manj kot 10 % površine. V PRILOGI 3.1.1 so za 13 vegetacijskih tipov prikazane napovedi spreminjanja njihovih deležev do leta 2070 po treh scenarijih (optimistični scenarij, srednji scenarij, pesimistični scenarij).

Na osnovi uporabljenih podnebnih scenarijev, ki vsi predvidevajo segrevanje podnebja ob različnem padavinskem režimu, napovedi nakazujejo splošen trend upadanja deleža danes prevladujočih bukovih gozdov, ki rastejo v bolj mezofilnih razmerah. V raziskavi smo ugotovili, da bi se po vseh treh scenarijih lahko zmanjševal delež acidofilnih bukovij (vegetacijski tip 1), predgorskih bukovij (vegetacijski tip 3), gorskih bukovij (vegetacijski tip 4), (visoko)gorskih bukovij v (pred)alpskem območju (vegetacijski tip 5) in (visoko)gorska bukovij v (pred)dinarskem območju (vegetacijski tip 6). Intenziteta upadanja deležev mezofilnih bukovih gozdov je najmanjša po optimističnem scenariju, po katerem predvidevamo manj izrazito povečanje temperatur ob hkratnem povečanju količine padavin. Upad deležev teh gozdov je največji po pesimističnem scenariju, ki napoveduje mnogo bolj toplo in sušno podnebje v prihodnosti.

Posebej smo analizirali trend upadanja deleža prevladujočih bukovih gozdov do leta 2070. Acidofilna bukovja (so v sedanjem modelnem stanju z največjim deležem zastopana predvsem v osrednjem in vzhodnem delu Slovenije. Večinoma se pojavljajo v predalpskem, preddinarskem in subpanonskem območju (Wraber 1969). Zasledimo pa jih tudi v nekoliko višjih legah v alpskem območju (vzhodne Karavanke in Pohorje) in na nekaterih predelih v submediteranskem območju. Po napovedih modela bi se delež acidofilnih bukovij do leta 2070 povsod zmanjšal. Celo po optimističnem scenariju bi bil njihov delež v vseh kilometrskih kvadrantih pod 60 %. Še posebej izrazito bi se zmanjšal delež acidofilnega bukovja v predalpskem in preddinarskem območju, kjer se v nekoliko nižjih nadmorskih višinah pojavlja predvsem združba bukve z rebrenjačo (*Blechno-Fagetum*). Nekoliko večji površinski delež tega vegetacijskega tipa pa bi se lahko obdržal na Pohorju in Karavankah (*Luzulo-Fagetum*).

Podgorska bukovja, ki poraščajo pas gričevja in hribovja, od nižin do nadmorske višine okoli 600 metrov (izjemoma tudi do 800 metrov), so najpogostejše prisotna v preddinarskem območju, deloma pa tudi v subpanonskem in predalpskem območju. S povečanjem temperatur, ki ga predvidevajo vsi trije scenariji, bi se lahko do leta 2070 delež podgorskih bukovij na celotnem območju zmanjšal (povsod pod 40 %, večinoma pa celo pod 20 % zastopanosti). Podgorska bukovja bi po simulaciji verjetno zgubila največji delež površine prav v današnjem osrednjem delu in sicer v preddinarskem območju. Model napoveduje izrazito zmanjšanje tudi v subpanonskem območju. Nekoliko večji delež gozdov, ki bi lahko bila podobna današnjim podgorskim bukovjem, pa lahko pričakujemo na nekaterih območjih, kjer danes prevladujejo acidofilna bukovja.

Visokogorska in gorska bukovja v preddinarskem in dinarskem območju (vegetacijski tip 6) povsem prevladujejo v kvadrantih dinarskega sveta. Razmeroma velika površina gozdov je v ta vegetacijski tip uvrščena tudi na Pohorju (po Koširju spada večji del v preddinarsko območje), manjše otoke pa najdemo v preddinarskem območju. Napovedi deleža tega vegetacijskega tipa je precej različna v primeru optimističnega in pesimističnega scenarija. Čeprav tudi optimistični scenarij (naraščanje temperature ob hkratnem povečanju količine padavin) napoveduje močno zmanjšanje deleža tega vegetacijskega tipa do leta 2070 na celotnem sedanjem arealu, pa bi se lahko obdržal na celotnem dinarskem območju, še posebej v višjih legah, na območju notranjskega in goteniškega Snežnika. Prav tako bi se lahko z razmeroma velik deležem še vedno pojavljal na Pohorju. Podobna vegetacija, ko smo jo zajeli v tip (visoko)gorska bukovja v (pred)dinarskem območju, bi se po predvidevanjih modela oblikovala tudi na drugih planotastih območjih Alp. Ob uresničitvi pesimističnega scenarija (naraščanje temperature ob hkratnem padanju količine padavin) pa lahko podoben vegetacijski tip pričakujemo le še v posameznih kvadrantih v Dinaridih in Alpah in sicer z razmeroma majhno zastopanostjo (npr. max. 30-40 %). Na veliki večini sedanjega areala tega gozda pa lahko pričakujemo drugačno vegetacijo z drugimi dominantnimi drevesnimi vrstami.

Na območje današnjih mezofilnih bukovih gozdov bi verjetno najprej lahko prišla različna termofilna bukovja (vegetacijski tipa 7). Termofilna bukovja so z večjim deležem prisotna na obrobju submediteranskega območja (npr. primorski bukov gozd (*Seslerio-Fagetum*)) in na toplejših, južno eksponiranih legah v notranjosti države (npr. gozd bukve in črnega gabra (*Ostryo-Fagetum*)). Po naši simulaciji bi se delež termofilnih bukovih gozdov povečeval predvsem na prehodu med submediteranskim in dinarskim območjem ter iz smeri submediteranskega območja proti alpskemu območju. Značilno večji delež teh gozdov pa napovedujemo tudi v predalpskem območju.

Na večini ozemlja pa bi ob uresničitvi scenarijev podnebnih sprememb povsem prevladali drugi termofilni gozdovi. Vse simulacije na ravni posameznega kilometra kažejo, da bi ob uresničitvi predvidevanj podnebnih sprememb prišlo do razširitve termofilne gozdne vegetacije, ki je prilagojena na rast v toplejših razmerah z daljšimi obdobji suše. Po predvidevanjih modela bi se izrazito razširil vegetacijski tip 10 (termofilna črnogabrovja, hrastovja, rdečeborovja in črnoborovja). Ta vegetacijski tip je razmeroma raznolik, saj vključuje tako različne gozdove in grmišča, v katerih prevladujejo listavci (npr. črni gaber (*Ostrya carpinifolia* Scop.), mali jesen (*Fraxinus ornus* L.), navadni mokovec (*Sorbus aria* (L.) Cr.), puhasti hrast (*Quercus pubescens* Willd.), cer (*Quercus cerris* L.), črničevje (*Quercus ilex* L.) in graden (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) ali iglavci (rdeči bor (*Pinus sylvestris* L.) in črni bor (*Pinus nigra* Arnold)). Na toplih, sušnih legah pa bi se ob pomikanju vegetacijskih pasov od juga proti severu lahko z večjim deležem pojavila tudi vednozelen mediteranska gozdna vegetacija, ki jo uvrščamo v red *Quercetalia ilicis*. Vegetacijski tip 10, ki vključuje različne termofilne gozdove, bi po pesimističnem scenariju lahko do konca stoletja povsem prevladal na večini območja Slovenije.

Poleg teh pa bi s segrevanjem klime prišlo do razširitve vegetacijskega tipa 8 (kolinska hrastova-belogabrovja), ki je značilen za nižje nadmorske lege in ima prav tako poudarjen toplejši značaj. Ta vegetacijski tip, ki vključuje različne združbe s prevladujočima gradnom (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in belim gabrom (*Carpinus betulus* L.), porašča gričevje in njegovo vznožje od submediteranskega do predpanonskega območja. Po napovedih modela bi se lahko ta vegetacijski tip pomikal v višje nadmorske lege, v pas današnjih predgorskih bukovih gozdov. Delež kolinskih hrastovo-belogabrovij na splošno



ne bi presegel 30 do 40 % deleža po kvadrantih, vendar pa bi se razširil na večje območje v subpanonskem, predalpskem in predinarskem območju. Zaradi razmeroma ugodnih razmer se v tem vegetacijskem tipu, ki je bil v preteklosti označen kot združba *Quercus-Carpinetum* s. lat., poleg nosilnih dveh drevesnih vrst pojavljajo v primesi še številne druge vrste, kot na primer češnja (*Prunus avium* L.), maklen (*Acer campestre* L.), beli javor (*Acer pseudoplatanus* L.), navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.), lipovec (*Tilia cordata* Mill.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), bela jelka (*Abies alba* Miller), navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karsten). Na toplejših legah, v bolj odprtih sestojih pa so lahko primešane tudi vrste z bolj termofilnim značajem (npr. črni gaber, mali jesen, cer, puhasti hrast).

Gospodarsko zanimivi iglavci, kot sta navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karsten) in navadna ali bela jelka (*Abies alba* Miller), so prisotni z razmeroma velikim deležem v lesni zalogi zelo različnih gozdnih združb. Vendar pa je površinski delež potencialnih združb, v katerih so ti iglavci dominantni, razmeroma majhen. Po simulaciji, ki je bila izvedena na osnovi napovedi sprememb podnebja, bi se delež primernih rastišč za rast smrekovja (vegetacijski tip 12) in jelovja (vegetacijski tip 11) še dodatno zreduciral.

Primerjave sedanjih rastišč (vegetacijskih tipov) z napovedanimi vegetacijskimi tipi po metodi evklidskih razdalj sumarno nakazujejo potencialna območja največjega tveganja (PRILOGA 3.1.2). Večje spremembe v strukturi in deležih vegetacijskih tipov so na kartah prikazane z rdečo barvo. Napovedna intenzivnost sprememb je manjša na območjih, ki so obarvana oranžno-rdeče do rumene barve. Na območjih, ki so obarvana z zelenimi toni, pa ne pričakujemo večjih sprememb v rastiščnih razmerah in posledično tudi ne v sliki gozda.

Po tej analizi bi že v kratkem času (do leta 2040) in pri najmanj ekstremnih spremembah podnebja (optimistični scenarij) lahko prišlo do precejšnjih sprememb rastiščnih razmer predvsem v vzhodni Sloveniji. Večje spremembe bi se po tem scenariju odvijale predvsem v hribovitih predelih subpanonskega območja in Bele Krajine. Prav tako pa na vzhodni strani preddinarskega in predalpskega območja ter v nekaterih nižinskih predelih osrednje Slovenije.

Proti koncu stoletja pa bi se po optimističnem scenariju spremenili vegetacijski tipi v celotnem subpanonskem območju. Poleg tega pa bi po napovedih lahko zaznali večje spremembe predvsem v preddinarskem, deloma pa tudi dinarskem in predalpskem območju. Manjše spremembe pa bi lahko zaznali tudi v alpskem območju. Z metodo evklidskih razdalj ocenjujemo, da v submediteranskem območju ne bo prihajalo do večjih sprememb (razen na območju pretežno bukovih gozdov na obrobju tega območja), saj bi se tu predvidoma obdržal vegetacijski tip 10 (termofilna črnogabrovja, hrastovja, rdečeborovja in črnoborovja). Čeprav ta vegetacijski tip vključuje termofilne gozdove, pa je tako v pogledu dominantnih drevesnih vrst kot tudi v ekološkem razponu zelo široko definiran. Vegetacijski tip vključuje tako listopadne gozdove kot tudi gozdove nekaterih zimzelenih mediteranskih drevesnih vrst (npr. gozdovi hrasta črnike). Uporabljeni modeli sicer ne napovedujejo sprememb znotraj posameznih vegetacijskih tipov, vendar lahko pričakujemo, da bi lahko prišlo do povečanja deleža gozdov pravih mediteranskih vrst. Dejstvo, da naše napovedi ne predvidevajo večjih sprememb ravno pri termofilnih gozdovih vegetacijskega tipa 10, kaže na eno od objektivnih metodoloških omejitev naše raziskave. Z empiričnim modeliranjem v okviru Slovenije je mogoče namreč zajeti le tiste vegetacijske tipe, ki so tu že prisotni. Vegetacijskega tipa, ki bi bil bolj termofilan (prava mediteranska vegetacija) od tipa 10, v Sloveniji še ni, zato ga tudi modelne napovedi ne prikazujejo, čeprav se sčasoma utegne pojaviti z robno širitvijo iz jugovzhoda ali z

introduciranimi novimi vrstami.

Po srednjem in pesimističnem scenariju bodo spremembe vegetacijskih tipov oz. rastiščnih razmer potekale po podobnem vzorcu kot po optimističnem scenariju, le da bo intenziteta mnogo večja. Še posebej po pesimističnem scenariju, ki predvideva zelo izrazito segrevanje ozračja ob hkratnem zmanjšanju količine padavin, bi prišlo do očitnih sprememb v zelo kratkem času (npr. do leta 2040) na območju dinarskih jelovo bukovih gozdov. Do očitnih sprememb bi lahko prišlo tudi v preddinarskem in subapanonskem območju. Do konca stoletja pa bi po pesimističnem scenariju prišlo do spremembe rastiščnih razmer na večini ozemlja Slovenije (izjema je le jugozahodna in deloma zahodna Slovenija) (PRILOGA 3.1.2). Glede te izjeme spet velja zgornja pripomba o objektivni metodološki omejitvi naših napovedi.

### 3.2. NAPOVEDI SPREMEMB GOZDOV NA NIVOJU DREVESNIH VRST

Za 16 pogostejših drevesnih vrst pri nas smo simulirali spreminjanje njihovega deležev v lesni zalogi ob različnih scenarijih podnebnih sprememb v prihodnosti. Med drevesnimi vrstami smo analizirali naslednje drevesne vrste: navadna smreka (*Picea abies*), bukev (*Fagus sylvatica*), bela ali navadna jelka (*Abies alba*), graden (*Quercus petraea*), rdeči bor (*Pinus sylvestris*), gorski ali beli javor (*Acer pseudoplatanus*), beli ali navadni gaber (*Carpinus betulus*), črni bor (*Pinus nigra*), črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), evropski macesen (*Larix decidua*), cer (*Quercus cerris* L.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), črna jelša (*Alnus glutinosa*), dob (*Quercus robur*), robinija (*Robinia pseudacacia*), lipa in lipovec (*Tilia* L.).

Na osnovi sedanjega stanja lesne zaloge po izbranih prevladujočih vrstah v povezavi z istimi pojasnjevalnimi spremenljivkami kot pri vegetacijskih tipih (klima, relief, tla) smo izdelali model sedanjega stanja, ki smo ga uporabili za simulacijo sprememb v prihodnosti (PRILOGA 3.2.1 prikazuje modelno stanje in napoved za leto 2070 po srednjem scenariju). Napovedi spreminjanja deležev lesne zaloge za posamezne drevesne vrste smo izdelali za tri obdobja (leto 2040, leto 2070 in leto 2100). Pri tem smo uporabili tri scenarije podnebnih sprememb (optimistični scenarij, srednji scenarij, pesimistični scenarij). Napovedi spreminjanja lesne zaloge drevesnih vrst zaradi spreminjanja podnebja v prihodnosti smo prikazali na 144 kartah. Na vseh 176 kartah, ki prikazujejo sedanje stanje, modelno stanje in napovedi višine hektarske lesne zaloge po drevesnih vrstah, smo uporabili enoten prikaz z različnimi barvnimi toni. Hektarske lesne zaloge smo na kartah prikazali po 8, različno širokih intervalih (razredih): 0-5 m<sup>3</sup>/ha; 6-10 m<sup>3</sup>/ha; 11-20 m<sup>3</sup>/ha; 21-40 m<sup>3</sup>/ha; 41-80 m<sup>3</sup>/ha; 81-160 m<sup>3</sup>/ha; 161-320 m<sup>3</sup>/ha; 321-640 m<sup>3</sup>/ha; nad 640 m<sup>3</sup>/ha. Toplejši barvni toni (npr. rdeča, oranžno-rdeča, oranžna) na kartah nakazujejo večje lesne zaloge drevesnih vrst. Hladnejši barvni toni (od temno modre do zelene) pa nakazujejo lesne zaloge drevesnih vrst pod 80 m<sup>3</sup>/ha. Ločljivost vseh kart je 1 km<sup>2</sup>.

Za prevladujoče drevesne vrste v lesni zalogi smo simulirali spremembe lesne zaloge in njihovo razporeditev. Celo ob uresničitvi optimističnega scenarija modeli nakazujejo izmenjavo vrst na celotnem območju Slovenije. Ob koncu stoletja bo areal treh strukturno najbolj pomembnih drevesnih vrst, smreka (*Picea abies*), bukke (*Fagus sylvatica*) in jelke (*Abies alba*), omejen predvsem na gorski pas. Ob realizaciji pesimističnega scenarija pa simulacija kaže na skorajda na popolno odsotnost smreke in jelke, medtem ko bi bila

primerna rastišča za bukev le še alpskih predelih severozahodne Slovenije.

Opozorilo: vse modelne napovedi v tej raziskavi temeljijo na empiričnih podatkih sedanje sestave gozdov in zato ne odražajo možne plastičnosti ekoloških niš posameznih drevesnih vrst in vegetacijskih tipov. Upoštevajoč ta vidik je možno, da so naše napovedi preveč pesimistične. Po drugi strani naši modeli predvidevajo časovno zvezne spremembe, ker ne upoštevajo sekundarnih učinkov (bolezni, škodljivci, požari, spremenjena raba tal ipd), ki pa bi lahko pripeljali do nenadnih katastrofalnih sprememb na prizadetih površinah.

Posebej smo obravnavali pričakovane spremembe lesne zaloge bukve, ki je po zadnjih podatkih iz osnutkov gozdnogospodarskih načrtov GG območij že prevladujoče drevesna vrsta v lesni zalogi (ZGS 2011). Simulacija prostorske razporeditve bukve in njene lesne zaloge v spremenjenih podnebnih razmerah je pokazala, da se bo delež lesne zaloge bukve ob uresničitvi vseh uporabljenih scenarijev podnebnih sprememb postopoma zmanjševal na večini dosedanjega območja bukve. Do konca stoletja bi lahko bukev izraziteje zgubljala delež v lesni zalogi predvsem v gozdovih vzhodne Slovenije, deloma pa tudi na jugu in jugozahodu. Ob koncu tega stoletja lahko po srednjem scenariju pričakujemo večjo koncentracijo bukve le še v gorskem in zgornje gorskem pasu Alp, Pohorja in deloma Dinaridov (PRILOGA 3.2.2 prikazuje napoved razširjenosti bukve v letu 2100 po srednjem scenariju).

Za izbrane drevesne vrste smo izračunali povprečno lesno zalogo znotraj njihovega areala razširjenosti. V areal razširjenosti posamezne vrste smo vključili tistih 50 % gozdnih površin, kjer ima danes ta vrsta največje lesne zaloge. Napovedi sprememb lesnih zalog, ki so prikazane v PRILOGI 3.2.3, se nanašajo na te površine. Za teh 50 % površin z največjo lesno zalogo smo izračunali povprečno hektarsko lesno zalogo. Na tako definiranem območju razširjenosti ima največjo povprečno modelirano lesno zalogo smreka (149,6 m<sup>3</sup>/ha), sledi ji bukev (139,1 m<sup>3</sup>/ha), graden (40,1 m<sup>3</sup>/ha), jelka (37,6 m<sup>3</sup>/ha), rdeči bor (26,9 m<sup>3</sup>/ha).

Znotraj tako definiranega areala razširjenosti napovedujemo največja zmanjšanja lesnih zalog gospodarsko zanimivih iglavcev. Do konca stoletja bi se lesna zaloga smreke v njenem arealu lahko zmanjšala med 67 % (optimistični scenarij) in 97 % (pesimistični scenarij). Lesna zaloga jelke bi po napovedih modela bila manjša za 63 % (optimistični scenarij) in 97 % (pesimistični scenarij). Prav tako bi se precej zmanjšal tudi delež rdečega bora in macesna. Od izbranih iglavcev lahko pričakujemo povečanje lesne zaloge le črnega bora (za 34 % do 75 %) (PRILOGA 3.2.4).

Od listavcev lahko pričakujemo največji relativni padec lesne zaloge bukve (od -54 % do -82 %), gorskega javora (od -49 % do -88 %), belega gabra (od -46 % do -55 %) in gradna (od -18 % do -56 %). Glede na absolutno vrednost lesne zaloge bukve bi napovedano zmanjšanje lesne zaloge te drevesne vrste imelo mnogo večje negativne posledice. Zmanjšanje deleža belega gabra in gradna na dosedanjem arealu verjetno ne pomeni večje izgube za ti dve vrsti, saj naj bi se s spremembo podnebja odprle nove možnosti za uspevanje gozdov gradna in belega gabra v višjih nadmorskih višinah (npr. submonatski pas).

Posebej velik vpliv na gospodarjenje z gozdovi bi lahko imel napovedan podvojitev lesne zaloge robinije (povečanje za +97 % pri optimističnem scenariju do +139 % pri pesimističnem scenariju). Robinija je invazivna tuja drevesna vrsta, ki je zelo konkurenčna v primerjavi z domačimi drevesnimi vrstami in v določenih območjih (npr.

GGO Murska Sobota, Kraško GGO) že ovira normalno gospodarjenje z gozdov. Simulacije sprememb napovedujejo tudi povečanje lesne zaloge črnega gabra. Lesna zaloga te termofilne vrste naj bi narasla za 20 % do 103 % znotraj sedanjega areala prevladujoče razširjenosti vrste. Ob uresničitvi pesimističnega podnebne scenarija pa se bo območje gozdov te drevesne vrste močno povečalo.

Pri optimističnem scenariju napovedujemo spremembo lesne zaloge za več kot 50 % pri 5 drevesnih vrstah od 16. Pri tem scenariju za nobeno drevesno vrsto ne napovedujemo padec lesne zaloge za več kot 75 %. Pri srednjem scenariju se naj bi lesna zaloga spremenila za več kot 50 % pri 7 vrstah od 16 vrst. Po pesimističnem scenariju smo napovedali spremembo lesne zaloge za več kot 50 % pri 8 drevesnih vrstah od skupaj 16 vrst. Pri tem scenariju smo napovedali zmanjšanje lesne zaloge za več kot 75 % za smreko, jelko, macesen, gorski javor in bukev.

Poleg zmanjševanja areala bukve v Sloveniji je model napovedal tudi izrazito zmanjševanje povprečne hektarske lesne zaloge bukve v prihodnosti ob uresničitvi vseh treh scenarijev (PRILOGA 3.2.5). Ob teh predpostavkah bi se lahko povprečna lesna zaloga bukve celo po optimističnem scenariju ob koncu stoletja zmanjšala pod polovico današnje lesne zaloge.

Izračun evklidskih razdalj med sedanjo strukturo deležev drevesnih vrst (lesna zaloga) in napovedanimi strukturami deležev drevesnih vrst in njihovih lesnih zalog pod vplivom spreminjanja podnebja nakazujejo območja, kjer bi potencialno lahko prihajalo do največjih sprememb v deležih in strukturi drevesnih vrst (PRILOGA 3.2.6). Na kartah so večja območja tveganja obarvana z rdečo barvo. Manjše tveganje za spremembe drevesne sestave pričakujemo v območjih, obarvanih z oranžno in rumeno barvo barve. Na območjih, ki so obarvana z zelenimi toni, pa ne pričakujemo večjih sprememb v tem pogledu.

Po optimističnem scenariju lahko do konca stoletja pričakujemo občutnejše spremembe drevesne sestave predvsem na območju Pokljuške planote in Jelovice ter posameznih predelih subanonskega, predalpskega in preddinarskega območja. Večje spremembe drevesnih vrst lahko po tem scenariju pričakujemo tudi v kompleksih spremenjenih gozdov (npr. zasmrečenih gozdov) v dinarskem območju.

Po pesimističnem scenariju, ki napoveduje mnogo višje temperature in manjšo količino padavin, pa se naj bi drevesna sestava močno spremenila predvsem na večjih alpskih planotah ter na celotnem Pohorskem masivu s sosednjim koroškimi hribi. Do izmenjave vrst bi ob uresničitvi teh scenarijev prihajalo tudi na večini dinarskega območja.

### 3.3. GOZDNO-GOSPODARSKI IN POLITIČNI VIDIKI SPREMOMB GOZDOV

Naše modelne napovedi, ki vključujejo tri različne scenarije podnebnih sprememb, kažejo na to, da bi v prihodnosti lahko prišlo do sprememb potencialnih rastiščnih razmer, kar bi vplivalo na uspevanje gozdne vegetacije, to pa za seboj potegne tudi nujne spremembe v oblikovanju gozdnogospodarskih ciljev in iz tega izhajajočih gozdnogospodarskih ukrepov.

Rezultati kažejo, da bi ob uresničitvi katerega koli od treh scenarijev podnebnih sprememb, predvidoma prišlo do značilnih sprememb v prostorski razporeditvi vegetacijskih tipov. Podrobno napovedovanje nujnih ukrepov in gospodarskih posledic

sprememb vegetacijskih tipov ni mogoče, saj napovedi omogočajo le ocene velikoprostorskih trendov sprememb zastopanosti vegetacijskih tipov in sprememb lesnih zalog po posameznih drevesnih vrstah. Zato lahko samo predvidevamo zmanjševanje kakovosti gozdnih lesnih sortimentov. Dejansko pa predvidene spremembe nakazujejo relativno velike spremembe razmerja med iglavci in listavci.

Po podatkih Zavoda za gozdove se v zadnjih 11 letih (1998 – 2010) nadaljuje trend zmanjševanja deleža iglavcev in naraščanja deleža listavcev (v letu 2010 je bilo to razmerje 46 : 54 v prid listavcev). Zmanjšanje deleža je največje pri jelki – njen delež se je v enajstih letih zmanjšal z 9,1 % na 7,6 %, torej za 16,5 %. Po predstavljenem modelu pa bi se lahko v prihodnosti ta delež še bistveno zmanjšal. Zmanjševanje deleža iglavcev in povečevanje deleža listavcev bo imelo lahko za posledico tudi nujno prestrukturiranje lesnopredelovalne industrije. V bilanci rabe industrijskega lesa (Piškur & Krajnc 2009) ocenjujemo, da se je največ okroglega lesa porabilo pri proizvodnji žaganega lesa, ki večinoma izvira iz slovenskih gozdov. Na podlagi izračunov in zbranih podatkov avtorji ocenjujejo, da se v Sloveniji letno razžaga 1.700.000 m<sup>3</sup> okroglega lesa, večinoma lesa iglavcev. Podatki iz bilance okroglega lesa za Slovenijo nakazujejo relativno velik pomen hlodovine iglavcev za slovensko lesnopredelovalno industrijo.

Predvideno spreminjanje klimatskih razmer, ki naj bi posledično vplivalo na dolgoročno spreminjanje vegetacijskih tipov, bo po različnih napovedih vplivalo tudi na pogostost pojavljanja naravnih nesreč, kalamitet ter na požarno ogroženost posameznih gozdov. Po podatkih Zavoda za gozdove je sanitarni posek, skupaj s posekom oslabelega drevja med rednimi sečnjami, v letu 2010 znašal 698.402 m<sup>3</sup>, od tega je bil prevladoval delež iglavcev (77 %), delež listavcev je bil 23 %. Skupaj je sanitarni posek v letu 2010 obsegal 21 % celotnega poseka, kar je manj kot je v letih med 2006 in 2009 ko je sanitarni posek predstavljal več kot 30 % celotnega poseka. Pri iglavcih so glavni vzrok sanitarnega poseka insekti (42 % sanitarnega poseka iglavcev), pri listavcih so glavni vzrok (36 %) sanitarnega poseka bolezni in glive. Poleg omenjenih biotskih vzrokov sanitarnega poseka sta bila pomembni vzrok sanitarnega poseka tako pri listavcih kot tudi pri iglavcih veter in snega (25 % celotnega sanitarnega poseka). Med iglavci je najbolj ogrožena smreka, kjer je v letu 2010 sanitarni posek predstavljal 32 % od celotnega poseka. Podatki predstavljenega modela nakazujejo, da naj bi se v prihodnosti zaradi višjih temperatur in sprememb količin padavin pogoji za iglavce, predvsem jelko in smreko še poslabšali, kar pa posledično dolgoročno predstavlja tudi večjo verjetnost povečevanja sanitarnega poseka. Vse naštetu pa bo zahtevalo tudi večja vlaganja v gozdove, predvsem v sanacijo poškodovanih površin. Po podatkih Zavoda za gozdove v letu 2010 za varstvo gozdov ter sanacijo požarišč in ujm porabljeni več kot 1.500.000 €. Napovedovanje obsega sanitarnega poseka je težavno, saj se le ta iz leto v leto spreminja in v zadnjih 10 letih ne nakazuje nekega skupnega trenda, ki bi ga lahko prevzeli kot osnovo za napovedovanje prihodnjega razvoja in obsega tovrstnih sečenj. Pomembno pa je poudariti, da rezultati tega projekta potrjujejo nujno po vzpostavitvi enotnega sistema opozarjanja na velike poškodbe v gozdovih in učinkovit sistem spremljanja, ukrepanja in sanacije takih poškodb.

Po napovedih Zavoda za gozdove (Veselič 2011) naj bi se posek v gozdovih v prihodnosti povečeval, vendar pa naj ne bi presegel 75 % letnega prirastka. Višina skupnega poseka pa bo odvisna tako od tržnih razmer (cena lesa na trgu), tehnoloških možnosti za izkoriščanje gozdov, lastništva gozdov, sanitarnega poseka ter ostalih gozdnogospodarskih ukrepov.

Pri analiziranju različni gozdnogospodarskih in političnih vplivov napovedanih sprememb vegetacijskih tipov je potrebno opozoriti še na en vidik in sicer povečevanje deleža termofilnih gozdnih združb kar ima lahko pomembne gozdno-gospodarske posledice, saj so ti gozdovi praviloma gospodarsko manj zanimivi. Gospodarsko manj zanimivi pa so predvsem zaradi manj ugodne sortimentne strukture, saj prevladujejo manj kakovostni sortimenti primerni predvsem za proizvodnjo celuloze in lesnih plošč ter za energetske namene. Po uradnih podatkih (Krajnc, SURS) so v letu 2009 pri iglavcih prevladovali hlodi za žago in furnir (več kot 76 % celotnega neto poseka), med listavci pa je prevladoval les za kurjavo z več kot 70 % deležem (PRILOGA 3.3.1). S napovedanim povečevanjem deleža listavcev, predvidoma slabše kakovosti se bodo ta razmerja spremenila. Glede na trenutno politiko povečevanja deleža obnovljivih virov energije (na 25 % do leta 2020) med katere spada tudi lesna biomasa, je povečevanje potenciala lesne biomase uporabne v energetske namene sicer zaželeno, vendar pa ima negativne ekonomske vplive, saj zmanjšuje predvidene donose iz gozdov oziroma zmanjšuje predvideno rento lastnikom gozdov.

Odkupne cene lesa so v zadnjih petih letih relativno stabilne in se kljub ekonomski krizi, ki je prizadela tudi gozdarstvo in lesno industrijo, niso bistveno znižale (PRILOGA 3.3.2). Celo obratno, v zadnjem letu je opazen dvig cen nekaterih sortimentov. Pri analizi možnih posledic, ki jih napovedujemo z predstavljenim modelom, je pomembno opozoriti na velike razlike v odkupnih cenah kakovostnejših sortimentov (hlodov) in sortimentov slabše kakovosti (celulozni les, drugi industrijski les, les za kurjavo). Tako je bila razlika v odkupni ceni hlodov iglavcev in celuloznega lesa iglavcev skoraj 40 €/m<sup>3</sup>. Ob predpostavki, da bi se struktura gozdnih lesnih sortimentov spremenila za 10 % v prid celuloznega lesa bi to pomenilo zmanjšanje tržne vrednosti v višini več kot 5 milijonov €.

Predvideno spreminjanje drevesne in sortimentne sestave ter povečana nevarnost ujm in kalamitet bo verjetno vplivalo tudi na uvajanje novih tehnologij sečnje in spravila ter na gradnjo in vzdrževanje gozdnih prometnic. Zaključimo lahko, da bodo predvidne spremembe vplivale posredno in neposredno na celotno gozdno lesno proizvodnjo verigo od gozdne proizvodnje do predelave lesa in končne rabe. Za uspešno prilagajanje novo nastalim razmeram bodo potrebni ustrezni ukrepi politike, ki bodo zmanjševali potencialno negativne vplive na gozdarstvo, lesarstvo ter vse ostale sektorje povezane z lesom. Za sanacije nastalih škod v gozdovih in na gozdni infrastrukturi bo potrebno bistveno več sredstev. Za učinkovito in ekonomsko ustrezno sanacijo pa potrebujemo učinkovit sistem ukrepanja. V naslednjih letih bi bistveno več sredstev morali nameniti razvoju novih tehnologij za proizvodnjo lesnih kompozitov in biogoriv, pri katerih se uporablja predvsem les slabše kakovosti ter razvoju tehnologij za predelavo kakovostnejšega lesa listavcev, kajti le z novimi tehnologijami lahko zmanjšamo predvidene izgube vrednosti zaradi sprememb drevesnih vrst in sortimentne strukture.

#### 4. DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI

Simulacije po treh različnih scenarijih podnebnih sprememb (srednji scenarij, pesimistični scenarij, optimistični scenarij) so nakazale spremembe razporeditve gozdnih vegetacijskih tipov in drevesnih vrst v prihodnosti. Na večini gozdnih površin v Sloveniji naj bi po predvidevanjih modela prišlo do sprememb rastiščnih razmer in posledično do drugačne

podobe gozda z drugačnim razmerjem drevesnih vrst.

Tako kot dosedanje napovedi sprememb gozdov zaradi podnebnih sprememb (Kutnar, Kobler, 2007; Ogris in sod., 2008; Kutnar in sod., 2009) je tudi aktualna študija pokazala, da bo verjetno prišlo do največjih sprememb v bukovih gozdovih. Močno bi se zmanjšale možnosti za uspevanje dosedanjih mezofilnih bukovih gozdov in same bukve. Poleg izgubljanja rastišč, ki so ustrezna za uspevanje sedanjih bukovih gozdov, bi se po naših napovedih vzporedno s tem močno zmanjševal tudi delež bukve v sestojih in njena povprečna lesna zaloga. Nekatere raziskave ugotavljajo, da se predvsem zaradi spremembe načina gospodarjenja delež bukve v zadnjih desetletjih povečuje (Ficko et al. 2008, Poljanec et al. 2010), vendar pa napovedi kažejo na izrazito zmanjševanje deleža bukovih gozdov ob spreminjanju podnebja tako pri nas (Kutnar / Kobler 2007, Kutnar et al. 2009, Kobler / Kutnar 2010) kot tudi v srednji Evropi (Brzeziecki et al. 1993, 1995, Fotelli et al. 2002, Gessler et al. 2007).

V toplejših razmerah ob večji količini padavin, ki jih predvideva optimistični scenarij, bodo spremembe prostorske razporeditve gozdne vegetacije precej manj drastične kot v še bolj toplem in izrazito sušnem podnebju (pesimistični scenarij). Bukev bi lahko bila ogrožena zaradi svoje občutljivosti na nizko dostopnost vode (Ellenberg 1996) in na daljša obdobja suše (Fotelli et al. 2002); poleg tega pa bi spremenjene podnebne razmere lahko vplivale na fiziološke značilnosti, rast in konkurenčno sposobnost bukve (Peuke et al. 2002, Gessler et al. 2007). V Sloveniji bi lahko bilo stanje še dodatno poslabšano, saj bukov gozdovi poraščajo mnoga rastišča s plitvimi tlemi na dolomitu in apnencu, ki imajo nizko kapaciteto za vodo. Poleg abiotskih dejavnikov pa bo bukev po ocenah strokovnjakov močno ogrožena tudi zaradi številnih biotskih dejavnikov, kot npr. namnožitev žuželk in pojavi bolezni, ki jih povzročajo glive ali drugi patogeni organizmi (Ogris et al. 2008).

Potrdili smo ugotovitve predhodnih raziskav (Kutnar / Kobler 2007, Kutnar in sod., 2009), da bo prišlo do izrazitega zmanjšanja dinarskih jelovo-bukovih gozdov (*Omphalodo-Fagetum*), ki prevladujejo v vegetacijskem tipu 6 ((visoko)gorska bukovij v (pred)dinarskem območju). Tovrstni gozdovi, ki so med najbolj razširjenimi pri nas (Dakskobler 2008), bodo po predvidevanjih različnih scenarijev med najbolj ogroženimi. Dinarski jelovo-bukovi gozdovi, ki imajo pomembno gozdnogospodarsko vlogo, so bogat vir lesne mase, imajo pomembno vlogo tudi iz ekološkega in naravovarstvenega vidika. Območje teh gozdov predstavlja osrednji del habitata treh velikih evropskih zveri, rjavega medveda (*Ursus arctos* L.), risa (*Lynx lynx* L.), in volka (*Canis lupus* L.). Poleg tega so habitat številnih gozdnih ptic in rastišče mnogih ogroženih rastlinskih vrst (npr. Ódor / van Doort 2002). Dinarski jelovo bukov gozdovi prevladujejo v habitatnem tipu 91K0 Ilirski bukov gozdovi (*Aremonio-Fagion*). Zaradi tega je bila velika večina teh gozdov zajeta v omrežje območij Nature 2000 (Habitatna direktiva 1992, Skoberne 2004). Potencialna izguba habitata dinarskih jelovo-bukovih gozdov bi lahko posledično pomenila tudi izginjanje določenih ključnih vrst, pretežno vezanih na te gozdove. Tako kot ugotavljajo tudi za druga območja (npr. Lasch et al. 2002), lahko tudi pri nas pričakujemo, da podnebne spremembe ne bodo vplivale samo na vegetacijsko sliko gozdov in vrstno sestavo, temveč bodo verjetno povzročile tudi zmanjšanje števila vrst in degradacijo habitatov. Podnebne spremembe so v zadnjih 50 letih že povzročile številne spremembe v obilju oz. številčnosti vrst in njihovi razporeditvi (Parmesan / Yohe 2003), in kot predvidevajo bodo v prihodnosti tudi glavni vzrok za izumiranje vrst (Thomas et al. 2004).

Po simulacijah, ki smo jih izvedli v raziskavi, se bo močno zmanjšal delež primernih rastišč za rast naravnih smrekovih in jelovih gozdov. Po napovedih pa naj bi se

zmanjševal tudi delež teh dveh vrst. Podobno kot ugotavljajo za zahodno in srednjo Evropo (Kienast et al. 1998, Lexer et al. 2002, Maracchi et al. 2005, Koca et al. 2006) lahko tudi pri nas pričakujemo, da bo prišlo do izrazite zamenjave tako primarnih kot sekundarnih gozdov iglavcev z gozdovi listavcev. Po pesimističnem klimatskem scenariju, ki predvideva izrazit porast temperature in zmanjšanje količine padavin, bi gozdovi iglavcev, ki sicer uspevajo pretežno v razmerah z nekoliko nižjimi temperaturami in višjo stopnjo vlažnosti, lahko celo povsem izginili.

Različni termofilni gozdovi, ki so manj gospodarsko zanimivi in hkrati bolj požarno ogroženi, bodo po napovedih uporabljenega modela postopoma zamenjali danes prevladujoče mezofilne gozdove. Že v nekaj desetletjih bi lahko prišlo do zamenjave velikega dela razmeroma dobro ohranjenih, sonaravno gospodarjenjih gozdov, ki pripadajo redu *Fagetalia sylvaticae*, z bolj presvetljenimi gozdovi in grmišči, ki jih uvrščamo v redova *Quercetalia pubescentis* in *Erico-Pinetalia*, ali pa z vednozeleno mediteransko gozdno vegetacijo reda *Quercetalia ilicis*. Podobno kot v Sredozemlju (Santos et al. 2002, Pausas 2004, Pereira et al. 2005, Moriondo et al. 2006) lahko v prihodnosti pričakujemo, da se bo s toplejšo klimo in sušami povečala pogostost in trajanje gozdnih požarov. Že sedaj pa so slovenski gozdovi, še posebej v submediteranskem območju, precej požarno ogroženi (Jakša 2006, 2007).

Potencialna razširitev termofilnih gozdov na območju celotne države na račun sedanjih gozdov bi imela dramatične posledice, saj bi to neposredno vplivalo na gospodarjenje z gozdom, povečala bi se potreba po aktivnosti gozdnega varstva. Poleg tega pa bi se spremenila celotna strategija in gozdnogospodarska politika, saj bi bile poleg spremenjene lesno-sortimetre strukture močno prizadete tudi mnoge splošne koristne funkcije, kar bi imelo pomemben vpliv na celotno okolje in družbo.

Treba je opozoriti, da so naše napovedi vpliva podnebnih sprememb na gozdno vegetacijo in drevesne vrste še vedno precej nezanesljive, kar je povezano z nepopolnim razumevanjem podnebja kot sistema in nezadostnim poznavanjem kompleksnih interakcij med podnebjem in biosfero. V raziskavi smo uporabili poenostavljene modele na podlagi empiričnih podatkov o dosednji razširjenosti vrst v povezavi z klimatskimi in drugimi ekološkimi parametri. V naših empiričnih modelih ni bilo mogoče upoštevati potencialnih sprememb ekološke niše gozdnih združb in plastičnosti drevesnih vrst. Prav tako z modelom ni mogoče predvideti možnosti in omejitve za disperzijo rastlinskih vrst (npr. s semeni) v nova okolja, na nova rastišča. V model nismo vključili različnih možnosti za sukcesijski razvoj posameznih tipov vegetacije in potencialne omejitve pri tem. Poleg tega pa nismo predvideli vpliva različnih sekundarnih učinkov (npr. pojavljanje in širjenje novih bolezni in škodljivcev, povečanje pogostosti gozdnih požarov, spremembe rabe prostora), ki bi lahko odločilno sooblikovali vegetacijsko podobo in vplivali na razporeditev drevesnih v prihodnosti.



## STRATEGIJE PRILAGAJANJE NA PODNEBNE SPREMEMBE IN BLAŽENJE NJIHOVIH UČINKOV:

Na osnovi rezultatov tega projekta in izkušenj drugih raziskav predlagamo naslednje generalne strategije za prilagajanje na podnebne spremembe in tudi za blaženje njihovih potencialnih učinkov:

- Ne glede na prevladujoče črnooglede napovedi za prihodnost, ki nakazujejo korenite spremembe razporeditve in strukture gozdov, je smiselno nadaljevati s strategijo sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Ob tem je potrebno vzdrževati naravno biotsko pestrost na čim višji ravni. Čim širši možni nabor drevesnih in drugih vrst je pomemben predpogoj za razmeroma nemoten razvoj gozdov tudi po morebitnih drugačnih razvojnih poteh, ki bi jih lahko narekovale podnebne spremembe.
- Kljub močno spremenjenim in neugodnim pogojem za rast bukve in bukovih gozdov, ki jih prikazujejo obstoječi modeli, pa lahko v bodoče še vedno pri gospodarjenju računamo tudi na to našo ključno vrsto. Za bukove gozdove in bukev je značilna široka ekološka in geografska amplituda. Pri vztrajanju pri bukvi se lahko naslanjamo predvsem na njeno fenotipsko plastičnost in evolucijsko prilagoditveno sposobnost, ki se izraža v zelo različnih evropskih populacijah in proveniencah, odpornih tudi na sušo in zmrzal (Bolte et al. 2007).
- Z gozdnogospodarskimi usmeritvami in s konkretnimi gozdnogojitvenimi ukrepi je potrebno zmanjševati tveganja za destruktivno delovanje podnebnih sprememb. Pri tem je potrebno čim bolj minimizirati učinke motenj v gozdovih. Na sušnejših, južno eksponiranih rastiščih morajo biti vsi gozdnogojitveni ukrepi čim bolj malopovršinski, da zagotavljajo razmeroma ugodno mikroklimo tudi ob segrevanju ozračja.
- Ohranjati in razvijati je potrebno čim bolj razgibano, raznomerno strukturo gozdov, ki zmanjšuje potencialne učinke delovanja abiotских dejavnikov (npr. vetrolom). Zaradi nevarnosti delovanja različnih biotskih dejavnikov (npr. podlubniki) je potrebno vzdrževati čim bolj raznovrstne gozdove. Še posebej v rizičnih območjih, kjer je že do sedaj prihajalo do pogostejših motenj, je potrebno monokulture iglavcev (npr. smreka, jelka, rdeči bor) s postopno spremeno pretvoriti v ugodnejše in manj tvegane oblike gozdov z raznomerno strukturo in raznovrstno drevesno sestavo.
- Ob napovedi intenzivne širitve robinije in drugih invazivnih vrst je potrebno večjo pozornost nameniti gozdovom, kjer bi lahko prihajalo do motenj zaradi teh vrst. V gozdovih, kjer ob spremembah podnebja obstaja večja nevarnost za širitev invazivnih vrst, morajo biti vsi gozdnogospodarski in gozdnogojitveni ukrepi zelo postopni in naravnani tako, da stimulirajo naravno obnovo in nadaljnji razvoj avtohtonih drevesnih vrst ter poskušajo lokalizirati učinke invazivnih vrst.
- Ob zaznanih spremembah zaradi podnebnih sprememb bomo vzpodbujali drevesne vrste, ki so v spremenjenem podnebju perspektivne iz ekološkega, gozdnogospodarskega in ekonomskega vidika. Temu se bo prilagajal tudi koncept gozdnogospodarskega načrtovanja in ukrepanja.
- Z razgibano vertikalno in horizontalno strukturo gozdov ter čim večjo rastlinsko vrstno pestrostjo poskušamo tudi v manj ugodnejših podnebnih razmerah zagotavljati ugodne habitatne pogoje za najrazličnejše živalske vrste. Pri tem je potrebno poskrbeti tudi za ohranjanje in vzdrževanje najrazličnejših mikro-habitatov (npr. mlake, studenci, mokrišča, stoječe in ležeče odmrlo drevje, ostenja).
- Spremenjena drevesna sestava in posledično tudi sortimentna sestava lesa ter povečano tveganje zaradi naravnih ujm in kalamitet bo po vsej verjetnosti zahtevalo tudi uvajanje prilagojenih tehnologij sečnje in spravila ter gradnje in vzdrževanja gozdnih prometnic.
- Napovedane spremembe bodo posredno in neposredno vplivale na celotno gozdno lesno

proizvodnjo verigo, od gozdne proizvodnje do predelave lesa in končne rabe. Za uspešno prilagajanje novo nastalim razmeram bodo potrebni tudi ustrezni ukrepi politike, ki bodo zmanjševali potencialno negativne vplive na gozdarstvo, lesarstvo ter vse ostale sektorje povezane z lesom. Lahko pričakujemo, da bo za sanacije nastalih škod v gozdovih in na gozdni infrastrukturi potrebno bistveno več sredstev kot do sedaj. Za učinkovite in ekonomsko ustrezne sanacije pa potrebujemo učinkovit sistem ukrepanja.

- Na podlagi napovedi sprememb pod vplivom podnebnih sprememb bi v naslednjih letih morali nameniti bistveno več sredstev za razvoju novih tehnologij za proizvodnjo lesnih kompozitov in biogoriv, pri katerih se uporablja predvsem les slabše kakovosti ter razvoju tehnologij za predelavo kakovostnejšega lesa listavcev. Z novimi, prilagojenimi tehnologijami lahko zmanjšamo predvidene izgube vrednosti zaradi sprememb drevesnih vrst in sortimentne strukture.

- Za učinkovito prilagojeno gospodarjenje v spremenjenih podnebnih razmerah je potrebno vzpostaviti organiziran sistem spremljanja stanja in razvoja gozdov (monitoring učinkov podnebnih sprememb v gozdu), ki bo podkrepjen s številnimi meritvami in opazovanji ekoloških ter sestojnih parametrov omogočal zanesljivejše in argumentirane napovedi prihodnje dinamike gozdov. Potrebno je nadaljevati s poglobljenimi študijami in monitoringi stanja gozdov, ki bodo tudi na eksperimentalnem nivoju preverjali odzivanje gozdov na spreminjanje podnebja.

- Na podlagi bolj točnih podatkov o podnebj, rastiščih dejavnikih in sestojno-vegetacijskih parametrih gozda je potrebno oblikovati ažurne in zanesljivejše napovedi o spremembah gozdov v prihodnosti. V simulacijah je potrebno uporabljati dinamične modele, ki bodo upoštevali tudi spreminjanje ključnih dejavnikov (npr. možnosti širitve vrst in omejujoče dejavnike, spreminjanje ekoloških niš vrst, dinamiko sukcesijskega razvoja gozdov, pojavljanje in širjenje novih bolezni in škodljivcev ter njihov vpliv na gozdove, vpliv gozdnih požarov ter antropogeno pogojene spremembe rabe prostora).

### 3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen<sup>2</sup> rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

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

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

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

---

<sup>2</sup> Označite lahko več odgovorov.

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

V raziskavi smo razvili lastni empirični model, ki pomeni nadgradnjo predhodnih raziskav na tem področju. Aktualna raziskava pomeni premik ne samo v metodološkem pogledu, saj smo uporabili nov pristop k napovedovanju razporeditve vegetacijskih tipov (gozdnih rastišč) v prihodnosti, temveč tudi v vsebinskem smislu, saj smo poleg rastiščno-vegetacijskega nivoja s simulacijo napovedali tudi pojavljanje trenutno prevladujočih drevesnih vrst v prihodnjem obdobju.

Naše modelne napovedi kažejo, da v primeru uresničitve scenarijev podnebnih sprememb lahko poleg spreminjanja vrstne in sortimentne strukture gozdov pričakujemo tudi spremembo vloge gozda v prostoru (spremenjene funkcije gozda). Vsi ti vidiki sprememb gozdov zaradi sprememb podnebja imajo pomembne ekološko-naravovarstvene, gozdno-gospodarske in tudi širše družbeno-politične posledice. Na podlagi različnih podatkovnih baz in obstoječih scenarijev podnebnih sprememb, ki trenutno veljajo za območje Slovenije, smo simulirali spremembe gozdov v prihodnosti, ki bodo imele za posledico značilne spremembe na prostorskem, ekološkem (rastiščnem) in sestojnem nivoju.

Analiza s simulacijami podnebnih sprememb se je v svetu že izkazala kot učinkovit pripomoček za izdelavo strategij prilaganja na spremembe in preventivno ukrepanje. Na osnovi pridobljenih informacij o pričakovanih spremembah značilnosti gozdov in njihove prostorske razporeditve smo nakazali nekatere strateške usmeritve za blaženje učinkov podnebnih sprememb in prilagajanje na spremenjeno okolje. Smernice predstavljajo neposredna izhodišča za konkretizacijo v gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih.

Poleg tega so rezultati raziskave neposredno uporabni za preventivno prilagoditev tistih prostorskih politik, za katere so gozdovi pomembni, kot npr. zaščita vodnih virov, zaščita pred plazovi in usadi, NATURA 2000, turizem in rekreacija, širjenje naselij in infrastrukture, zazidalni načrti, strateško-obrambni vidiki, ....

Raziskava je nakazala tudi potencialna območja največjega tveganja iz vidika spreminjanja rastiščnih razmer in drevesne sestave. Prikaz območij največjega tveganja je uporaben pripomoček ter vodilo za usmerjanje trajnostnega razvoja gozdov tudi v spremenjenih podnebnih razmerah.

Med potencialno bolj ogroženimi območji je kompleks dinarskih jelovo-bukovih gozdov, ki so najbolj razširjena gozdna združba v Sloveniji. Zanje je značilno prevladovanje gospodarsko zanimivih vrst (bukev, jelka, smreka, gorski javor) in visoka povprečna lesna zaloga sestojev. Poleg tega, da se kompleks nahaja na ekološko občutljivem visokem krasu, pa ti gozdovi predstavljajo tudi habitat številnih organizmov (npr. vrste iz Aneksov Habitatne direktive) in so praktično v celoti umeščeni v naravovarstveno omrežje Nature 2000. Na račun sprememb rastiščno-ekoloških razmer ter zmanjšanja deleža gozdnogospodarsko in ekonomsko pomembnih drevesnih vrst bi se močno povečal delež termofilnih gozdov, ki jih gradijo gospodarsko manj zanimive drevesne vrste, in so hkrati potencialno mnogo bolj požarno ogroženi od ostalih gozdov. Zato je na osnovi ugotovitev projekta potrebno upoštevati tudi večje tveganje zaradi požarne ogroženosti in potrebe po večjih aktivnostih gozdnega varstva.

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

Raziskovalni projekt je izrazito dolgoročno naravnan, saj napoveduje možno dinamiko spreminjanja rastiščnih razmer (vegetacijskih tipov) in deleža drevesnih vrst zaradi spreminjanja podnebnih razmer v prihodnosti. Časovni horizonti, ki jih obravnava ta projekt, predstavljajo leto 2040, leto 2070 in leto 2100.

Naše napovedi vpliva podnebnih sprememb na gozdno vegetacijo in drevesne vrste temeljijo na razmeroma poenostavljenih predpostavkah, in so zato uporabne predvsem za zožitev polja negotovosti pri odločanju o prihodnjem gospodarjenju z gozdovi. Napovedi raziskave o spreminjanju gozdov zaradi segrevanja ozračja je potrebno na tej dolgoročni časovni skali sprotno preverjati in na tej osnovi oblikovati strategije adaptivnega ukrepanja in gospodarjenje z gozdovi v prihodnosti. Spremembe gozdov zaradi klimatsko-okoljskih sprememb, ki jih naše simulacije prikazujejo, imajo izrazito dolgoročen značaj in bodo pomembno vplivale tudi na strateški položaj Slovenije v prihodnosti. Gozd ima na tem prostoru izjemno multifunkcionalno vlogo, zato odločilno vpliva na celotno okolje/prostor in še posebej na sfero človekovega življenja.

Dolgoročni vpliv podnebnih sprememb na gozd se bo odrazil tudi na nivoju funkcij gozdov. Napovedane spremembe gozdov bodo zagotovo vplivale na razporeditev in pomen ekoloških funkcij gozdov (npr. hidrološka funkcija, klimatska funkcija, funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev, funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti). Prav tako se bo v drugačnih razmerah spreminjal odnos do socialnih funkcij (npr. obrambna funkcija, ki vključuje tudi varovanje strateških vodnih virov; rekreacijska in turistična funkcija, funkcija varovanja kulturne dediščine).

Naši rezultati še posebej nakazujejo spreminjanje proizvodnih funkcij gozdov, saj se bo v daljšem obdobju drastično spremenila struktura gozdov. Lesne zaloge danes ekonomsko zanimivih drevesnih vrste se bi v prihodnosti lahko močno zmanjšale. Predvideno spreminjanje drevesne in sortimentne sestave ter povečana nevarnost ujm in kalamitet bo vplivalo na lesnoproizvodno funkcijo naših gozdov v prihodnosti. Temu se bo morala prilagajati tudi celotna tehnologija gozdne proizvodnje in tudi lesno-predelovalna industrija.

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

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

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

- gozdarska stroka (npr. Zavod za gozdove Slovenije: prilagoditve gozdnogospodarskega in gozdnogojitvenega načrtovanja)
- klimatologi/meteorologi (npr. Urad za meteorologijo ARSO in drugi: aplikacija modelov podnebnih sprememb v gozdnem prostoru)
- biološke vede (npr. projekt Neobiota, BF Odd. za biologijo in parnerji: napoved širitve invazivnih vrst ob spreminjanju podnebja)
- naravovarstvo (npr. Zavod za varstvo narave RS : napoved ogrožanja habitatnih tipov)

Nature 2000 in kvalifikacijskih vrst)

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

/

#### 4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

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

\* Skupina sodeluje z zelo različnimi tujimi raziskovalnimi institucijami. V neposredni povezavi s problematiko raziskovalne naloge člani skupine sodelujejo v mednarodnih programih, ki se ukvarjajo s problematiko sprememb gozdov zaradi podnebnih in drugih okoljskih sprememb kot so npr.:

a) Konvencije UNFCCC (Okvirna konvencija Združenih narodov o podnebnih spremembah) in kjotski protokol ter Konvenciji o biološki raznovrstnosti (CBD) in Konvencije Združenih narodov o boju proti dezertifikaciji (UNCCD);

b) Konvencija o daljinskem transportu onesnaženega zraka (LRTAP) in mednarodni program sodelovanja ICP Forest s svojimi strokovnimi telesi (<http://icp-forests.net/page/bodies-structure>); v preteklosti Uredba (ES) Uredba (ES) št. 2152/2003 Evropskega parlamenta in Sveta Forest Focus o spremljanju gozdov in medsebojnih okoljskih vplivih v Skupnosti (Forest Focus, 2003-2008);

c) MCPFE, FOREST EUROPE (The Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe);

d) COST akcije;

e) EFI, IUFRO, FAO / ECE

f) IAVS itd.

\* V času trajanja tega projekta so člani projektne skupine sodelovali tudi pri različnih drugih mednarodnih projektih:

- Projekt ManFor C.BD LIFE09 ENV/IT/000078 (Managing forests for multiple purposes: carbon, biodiversity and socio-economic wellbeing; 2010-2015);

- Projekt FutMon LIFE07ENV/D/000218 (Further Development and Implementation of an EU-Level Forest Monitoring System; 2009-2011);

- Projekt EUMON (EU-wide monitoring methods and systems of surveillance for species and habitats of Community interest), EU 6th Framework programme (2006-2008);

- Demonstracijski projekt BioSoil - Modul Biodiversity; projekt je bil del EU programa Forest Focus (program 2005-2008);

- Demonstracijski projekt BioSoil – Modul Soil in Biodiversity; projekta sta bila vključena v program EU (Forest Focus 2005-2008) itd.

\* V okviru spremljanja vpliva podnebnih sprememb na gozd se posredno navezuje tudi na

izvajanje obvez, ki za Slovenijo izhajajo iz Kjotskega protokola in Konvencije UNFCCC. Sodelovali smo v strokovni skupini LULUCF pri WP IEI EU/ UNFCCC ter s strokovnjaki JRC, Ispra, Italija, odgovornimi za izvajanje poročanja UNFCCC in KP za države članice EU. Od l. 2009 sodelujemo v delovni skupini MKGP za podnebne spremembe.

\* Vključeni smo bili v proučevanja ombrotrofni barij, šotni mahov iz rodu Sphagnum (neformalno projektno sodelovanje: raziskovalci iz 11 inštitucij iz različnih evropskih držav (Italija, Finska, UK, Švedska, Nizozemska, Češka, Švica, Slovenija). Sodelovanje se nadaljuje z raziskavami visokih barij v okviru projekta PEATBOG - Pollution, Precipitation and Temperature Impacts on Peatland Biodiversity and Biogeochemistry, EU 6th Framework Programme. V okviru naloge poteka intenzivno sodelovanje z Univerzo v Ferrari v Italiji in Univerzo v Utrechtu na Nizozemskem.

\* Na področju gozdne tehnike in ekonomike smo v času trajanja projekta aktivno sodelovali z Kmetijsko gozdarsko zbornico v Gradcu, Združenjem za biomaso iz Padove (AIEL), Tehničnim raziskovalnim centrom iz Finske (Technical Research Centre of Finland), hrvaško gozdarsko svetovalno službo in Gozdarsko fakulteto v Zagrebu, Tehnično univerzo iz Munchna – TUM in Centrom za obnovljive vire energije iz Grčije – CRES.

#### 4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Rezultati sodelovanja z zelo različnimi tujimi partnerji se kažejo pri pripravi skupnih strateških programov na nacionalni ravni (primer: sodelujemo v delovni skupini MKGP za podnebne spremembe) in na ravni EU (FutMon, Life+: predlog metodoloških sprememb pri spremljanju stanja gozdov v EU v luči okoljskih, katerih pomembni del so posredno podnebne spremembe; pripravljen predlog spremljanja stanja gozdov v Sloveniji) in prijavi ter izvajanju skupnih projektov (npr. Life+ projektni prijave in pridobljeni nalogi ManFor CB.D., EMoNFUr, predlog EnForMon idr)).

Na področju širšem področju gozdne tehnike in ekonomike se rezultati dosedanjega sodelovanja kažejo v prijavi skupnih raziskovalnih projektov. Tako smo samo v obdobju trajanja projekta skupaj s tujimi partnerji prijavili sedem mednarodnih projektov. S partnerji iz Hrvaške smo prijavili čezmejni projekt. Z predstavniki Gozdarske fakultete iz Beograda pa smo se dogovorili o skupnem projektu, s katerim bomo prispevali k usposabljanju strokovnjakov za pripravo nacionalnih izračunov emisij in ponorov za sektor LULUCF. Del projektne skupine sodeluje v dveh COST akcijah: COST ACTION FP 0703: ECHOES Expected Climate Change and Options for European Silviculture in v COST ACTION FP0902: Development and Harmonisation of New Operational Research and Assessment Procedures for Sustainable Forest Biomass Supply, ter v akcijah BurnOut, COST 639, FP0903, FP0803, ...)

Kot rezultat intenzivnejših tovrstnih sodelovanj smo skupaj s tujimi partnerji pripravili tudi različne objave v tujih znanstvenih revijah (revije z Impact Factor) in v različnih domačih revijah ter prispevke v drugih publikacijah.

## **5. Bibliografski rezultati<sup>3</sup> :**

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

---

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



**6. Druge reference<sup>4</sup> vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:**

- \* Rezultati raziskave vplivom podnebnih sprememb na gozd so služile kot pomembno vsebinsko izhodišče v okviru COST akcije E52: Genetic resources of beech in Europe - current state. Napovedi spreminjanja razširjenosti bukovih gozdov in spreminjanja deleža bukve smo implementirali v presojo stanja genetskih virov bukve v kontekstu sonaravnega gozdarstva v Evropi.
- \* Rezultate raziskave spreminjanja rastiščnih razmer in razmerja drevesnih vrst v prihodnosti smo predstavljali tudi na IUFRO posvetu z naslovom 'Small Scale Forestry in a Changing World: Opportunities and Challenges and the Role of Extension and Technology Transfer', ki je potekala od 6. do 12. junij 2010 na Bledu.
- \* Za objavo v pregledni znanstveni dvojezični monografiji z naslovom »Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje« (organizator in založnik Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) smo konec leta 2010 prispevali samostojno poglavje z naslovom »Napovedi spreminjanja deleža bukovih gozdov in obilja bukve v spremenjenih okoljskih razmerah«. Monografija še ni bila objavljena.
- \* Za objavo v mednarodni publikaciji z naslovom »Forests of world, climate change and Amazon« (kordinacija Hernando Bernal Zamudio, Univerisity of the Basque Country in Carlos Hugo Sierra, Keele University) smo prispevali poglavje z naslovom »What might be the effects of climate change on the forest vegetation pattern in Slovenia?«. Monografija bo predvidoma izdan na koncu leta 2011 ali začetku 2012.
- \* Na mednarodni delavnici »Analysis of Environmental Data with Machine Learning Methods«, Jožef Stefan Institute, May 4-8, 2009 smo pripravili predavanje z naslovom »Machine Learning Applications in Forestry« (A. Kobler).
- \* 17. junija 2011 je na Svetovni dan boja proti dezertifikaciji in degradaciji tal in v Mednarodnem letu gozdov na ARSO potekala novinarska konferenca posvečena predstavitev gozdov na sušnih območjih sveta, kjer je zaradi navzkrižnih interesov izkoriščanja gozdov in vpliva okoljskih sprememb degradacija gozdov hitrejša kot kadarkoli v preteklosti. V okviru tega srečanja smo se udeležili s predstavitvijo "Vlogo gozdov pri kroženju vode" (P. Simončič, GIS).
- \* Za naročnika je bila 15. oktobra 2010 na Gozdarskem inštitutu Slovenije pripravljena predstavitev raziskovalnih projektov programa "Konkurenčnost Slovenije 2006-2013" in aplikativnih raziskovalnih projektov v letu 2010. V okviru te predstavitve je bil v obliki kratkega predavanja predstavljen tudi CRP projekt V4-0494 (Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam glede na pričakovane spremembe značilnosti in prostorske razporeditve gozdov). Predstavitve so bile posredovane naročniku v obliki zapisa na CD-ju.

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

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

- \* Vodja in člani projektne skupine so vključeni tudi v različne ekspertne skupine in posvetovalna telesa, ki delujejo v okviru različnih vladnih organov:
- Delovna skupina za pripravo Pravilnika o gozdnogospodarskem in lovsko upravljavskem načrtu območij pri MKGP v obdobju 2009-2010 (L. Kutnar);
  - Strokovna skupina za dopolnitev tipologije habitatnih tipov Slovenije pri MOP od 2010 naprej (L. Kutnar,);
  - Skupina za presojo gozdnogospodarskih načrtov GG območij pri MKGP v letu 2011 (L. Kutnar);
  - Predstavnik Slovenije v EU ekspertni skupini: ICP-Forest: Expert Panel on Biodiversity and Ground Vegetation (L. Kutnar);
  - Delovna skupina za podnebne spremembe pri MKGP v letu 2009 (P. Simončič).
  - EU Strokovna skupina LULUCF WP IEI EU/ UNFCCC v obdobju 2006-2008 (P. Simončič);
  - Koordinator EU LULUCF skupine in član skupine »Predsedovanje Slovenije EU na področju podnebnih sprememb« pri MOP v letu 2008 (P. Simončič);
  - Delovna skupina za pripravo Pravilnika o varstvu gozdov pri MKGP v letu 2009 (P. Simončič) - Aktivno sodelovanje z MOP pri pripravi Pravilnika o monitoringu ponorov in emisij toplogrednih plinov zaradi rabe tal, spremembe rabe tal in gozdarstva (Uradni list RS, št. 50/2010 z dne 24. 6. 2010) (N. Krajnc);
  - Aktivno sodelovanje pri izdelavi Akcijskega načrta za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020. Za omenjen akcijski načrt smo pripravili nekatere vsebine in podatke za poglavje 4.6 Posebni ukrepi za spodbujanje uporabe energije iz biomase. (N. Krajnc);
  - Aktivno sodelovanje pri pripravi izhodišč Zakona o podnebnih spremembah – s Službo vlade za podnebne spremembe smo sodelovali pri oblikovanju osnutka Zakona o podnebnih spremembah in s predlogi sodelovali pri javni obravnavi (N. Krajnc);
  - Oblikovanje stališč in pripomb na Peto nacionalno poročilo Slovenije Konferenci pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja (februar 2010) (N. Krajnc);
  - Priprava strokovnega mnenja o ocenah ponorov CO<sub>2</sub> za sektor gozdarstvo za Službo vlade za podnebne spremembe (1.3.2010) (N. Krajnc);
  - Priprava samostojnega poglavja: Trajnostno gospodarjenje z gozdovi in ponori CO<sub>2</sub> (poglavje 5.21) v Operativnem programu zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012 (OP TGP-1). (Vlada RS, Dokument Št.: 35405-2/2009/9, Ljubljana, dne 30. julija 2009) (N. Krajnc);
  - Priprava Kazalcev za spremljanje izvajanja OP TGP-1 za sektor Raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo, ki jih mora vsebovati poročilo o izvajanju OP TGP-1. (N. Krajnc).

Pripravila dr. A. Kobler in dr. L. Kutnar  
Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana  
15. september 2011

## **KARTNE PRILOGE K CRP PROJEKTU**

**»Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam glede  
na pričakovane spremembe značilnosti in  
prostorske razporeditve gozdov (V4-0494)«**

**(vodja projekta: dr. Lado Kutnar)**

V nadaljevanju so vsi kartni prikazi po treh sklopih, ki so bili izdelani v okviru CRP projekta (V4-0494):

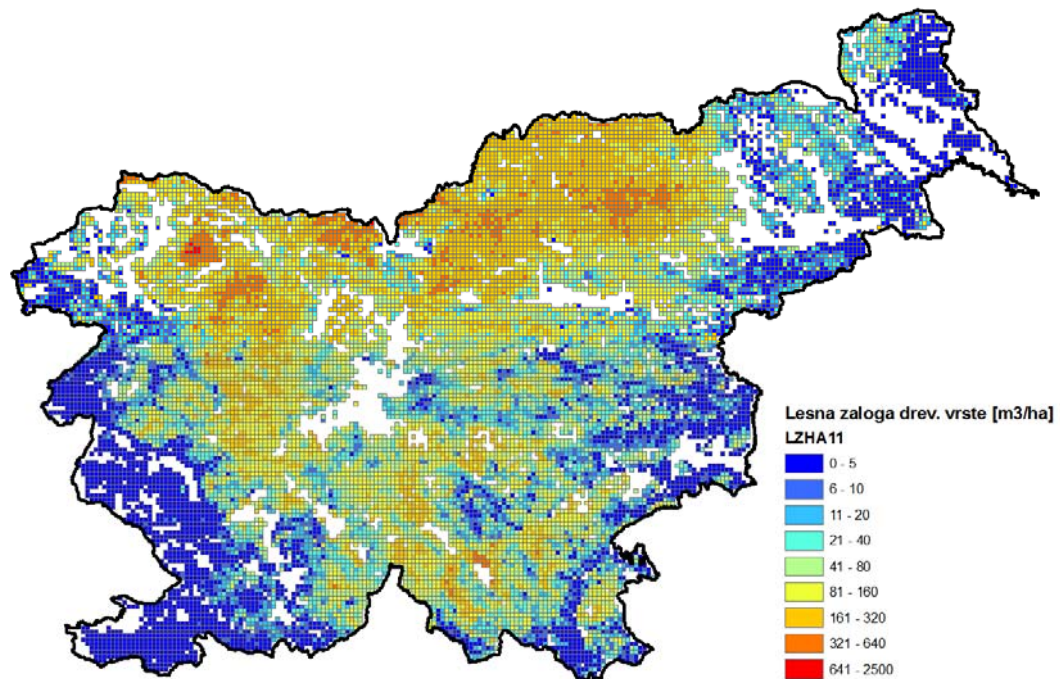
- 1) Drevesne vrste
- 2) Vegetacijski tipi
- 3) Evklidske razdalje

## 1 Drevesne vrste

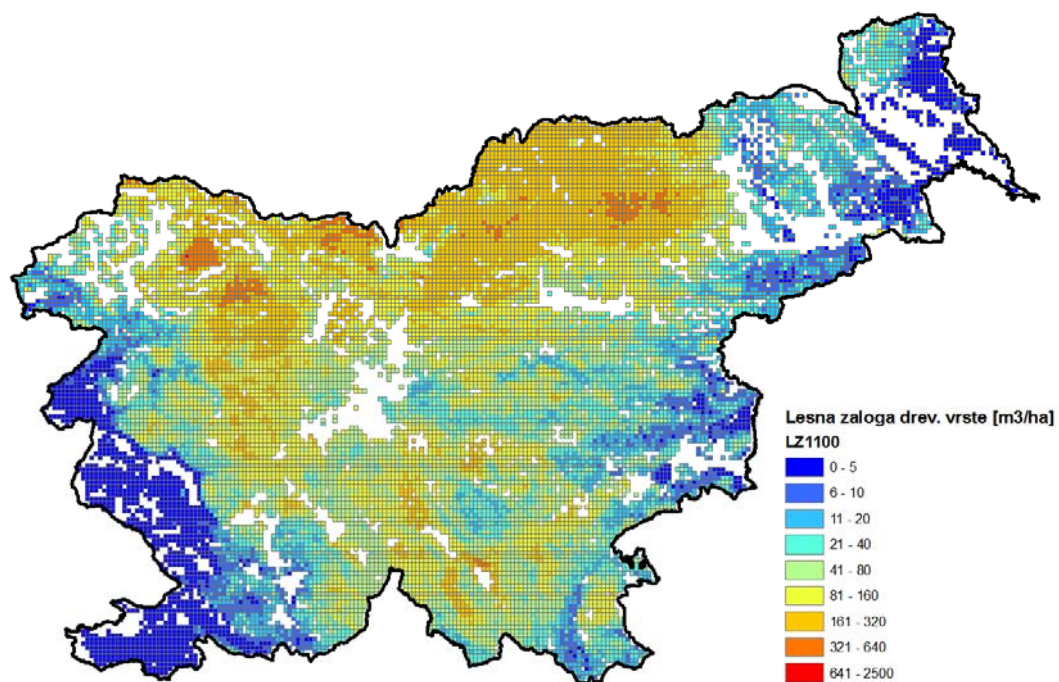
### 1.1 DV11 – Smreka

#### 1.1.1 Stanje leta 2000

##### 1.1.1.1 Dejansko stanje

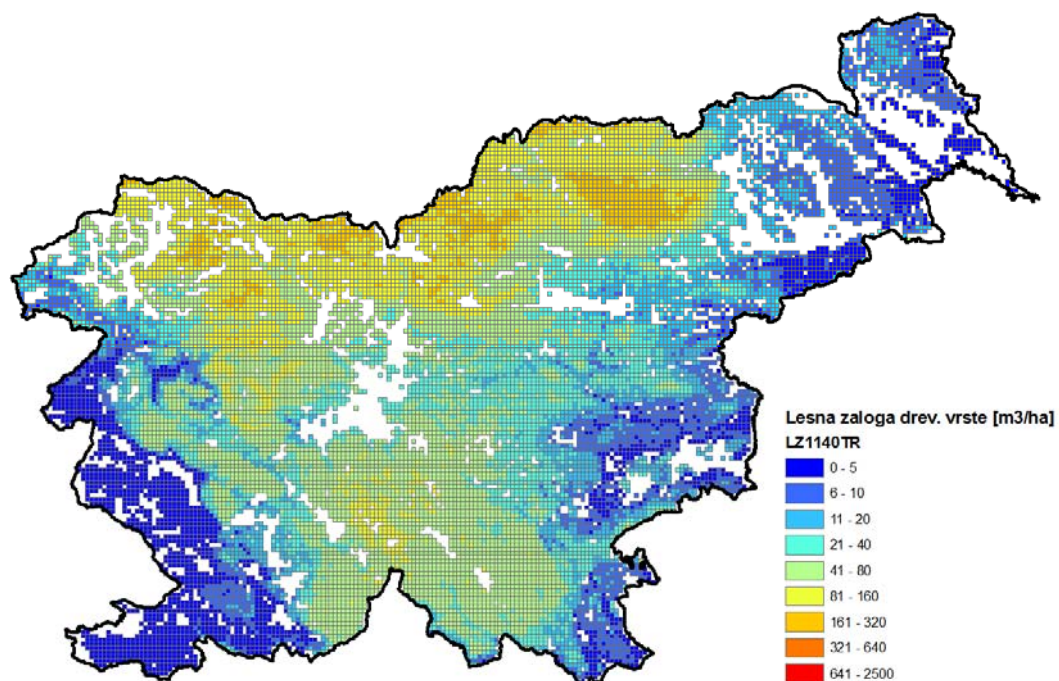


### 1.1.1.2 Modelno stanje



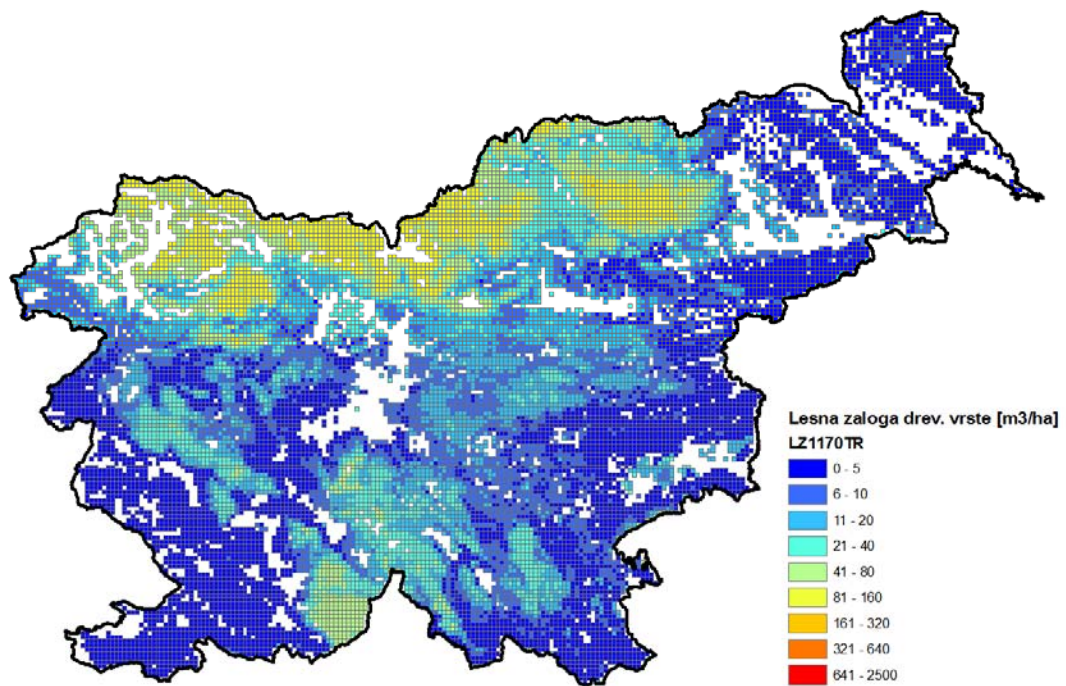
### 1.1.2 Napovedi po srednjem scenariju

#### 1.1.2.1 Za leto 2040

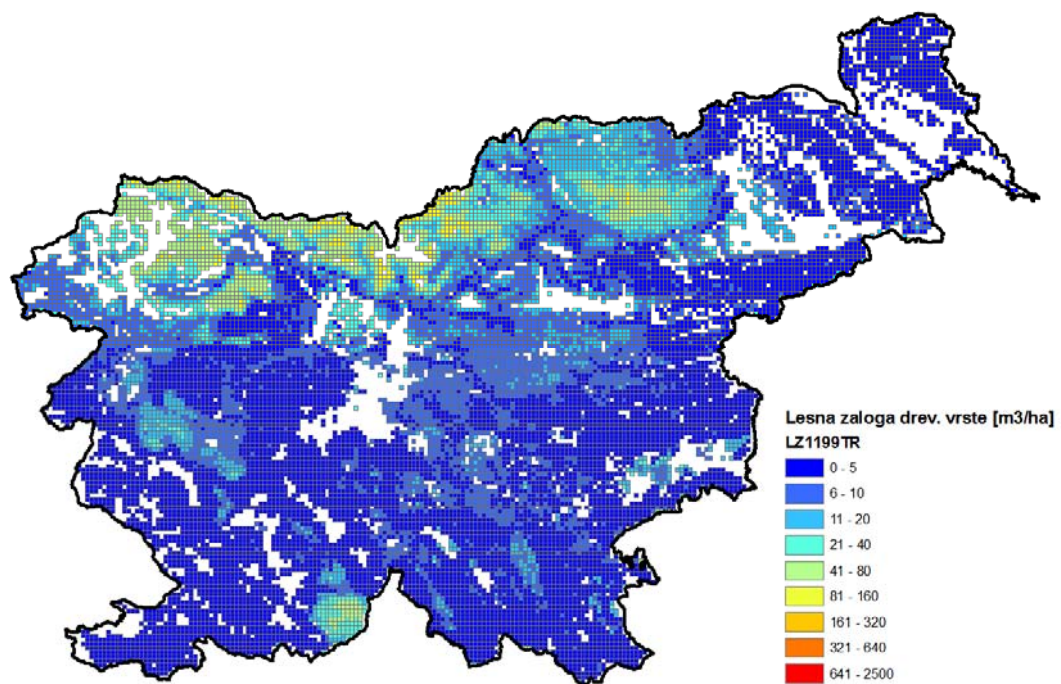




### 1.1.2.2 Za leto 2070

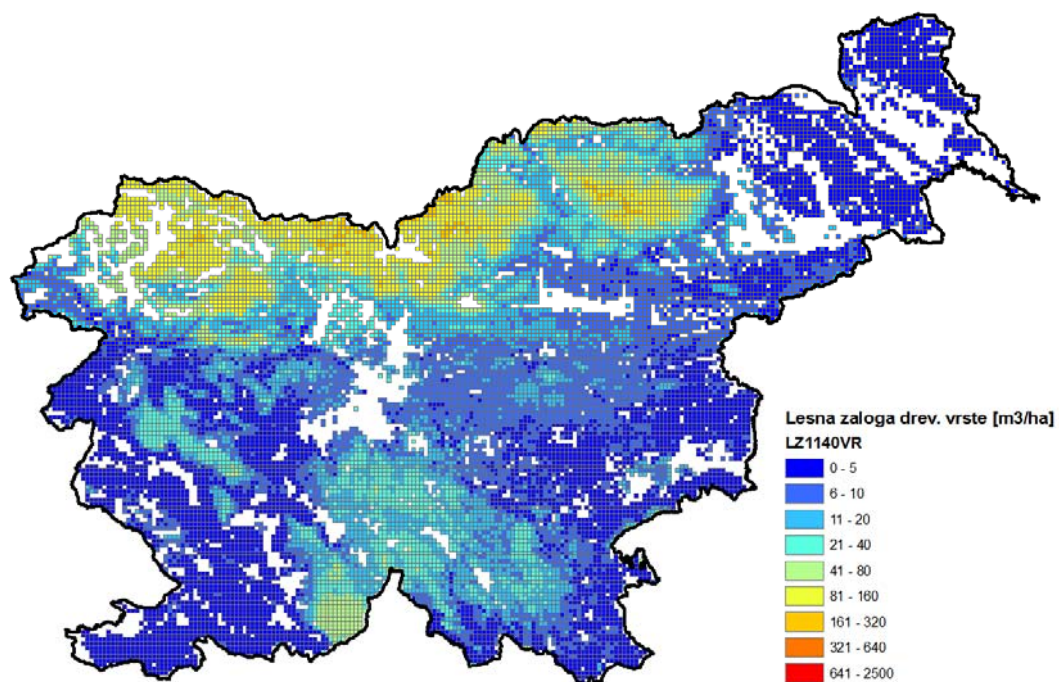


### 1.1.2.3 Za leto 2100

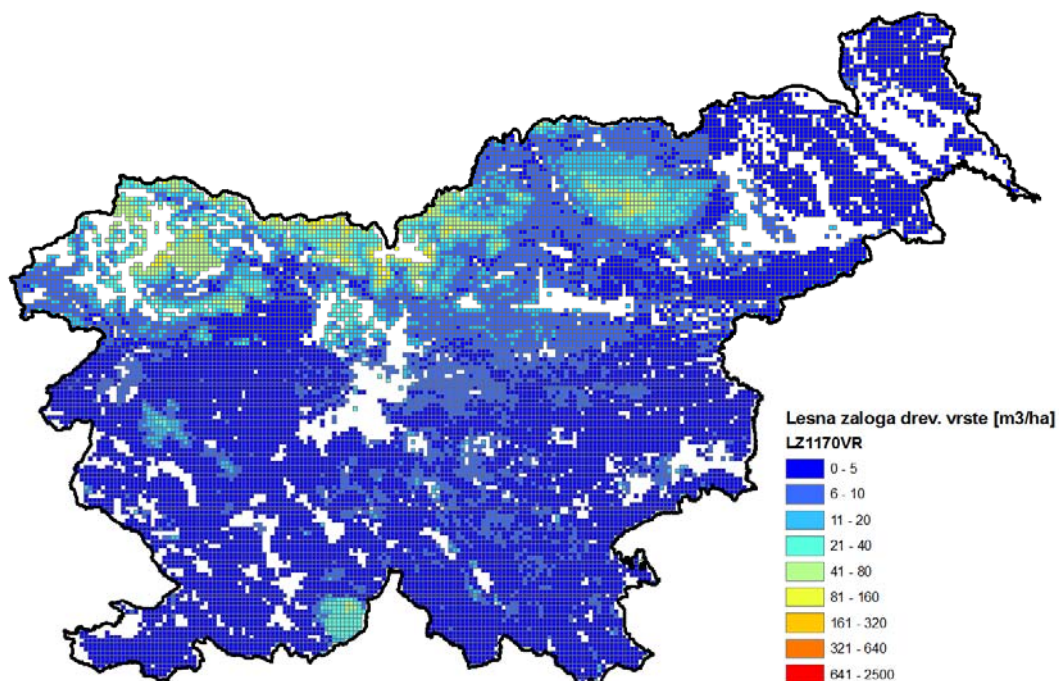


### 1.1.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.1.3.1 Za leto 2040

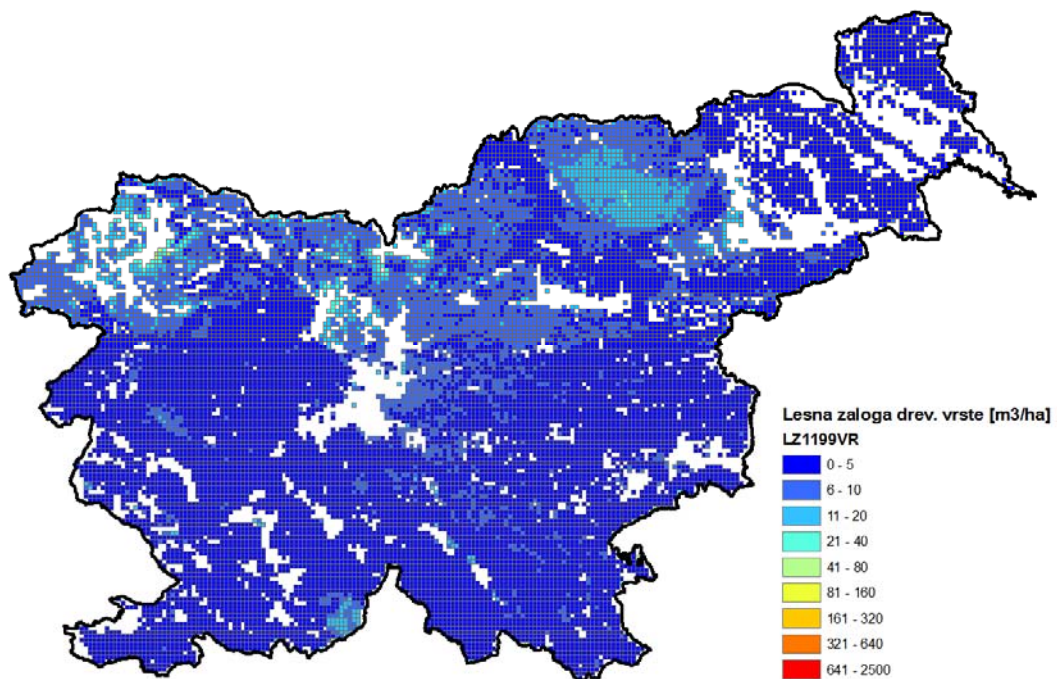


#### 1.1.3.2 Za leto 2070



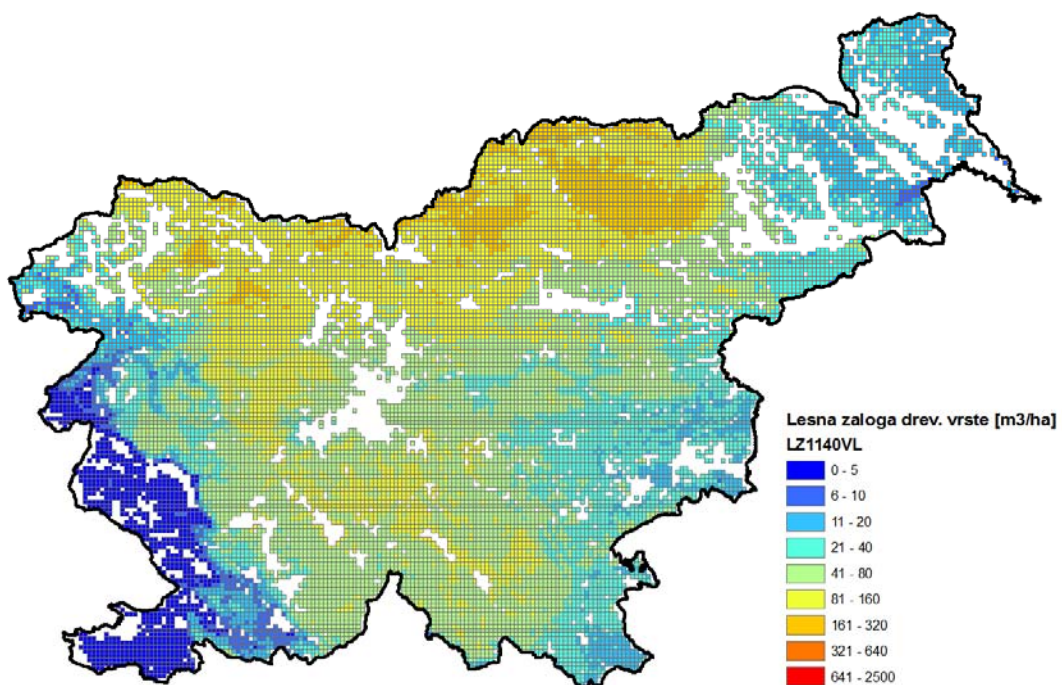


### 1.1.3.3 Za leto 2100



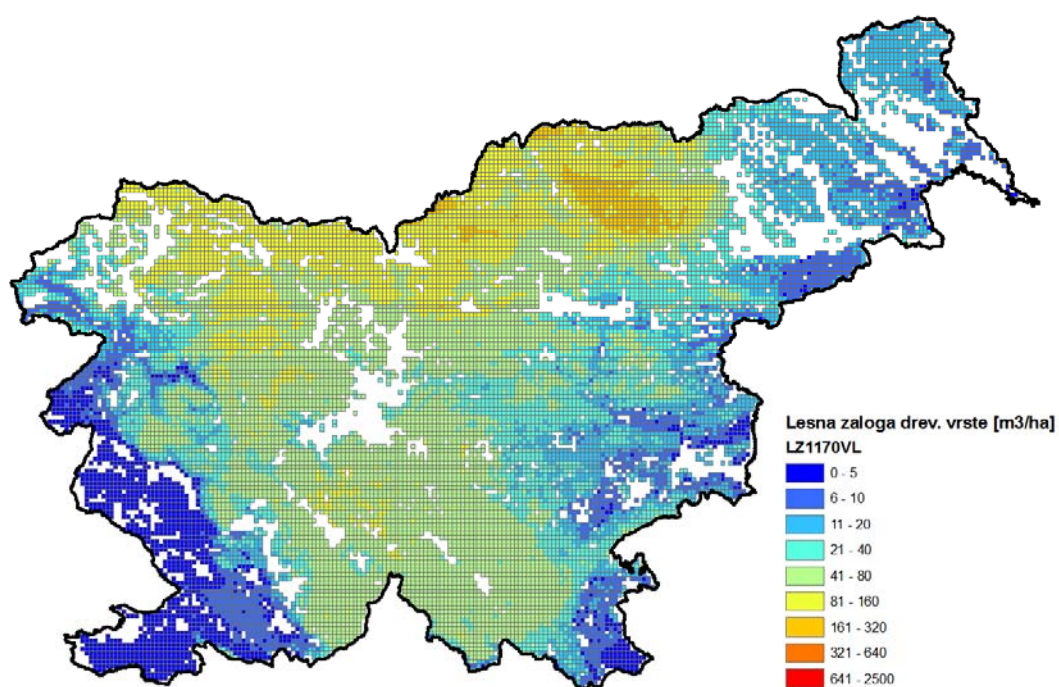
### 1.1.4 Napovedi po optimističnem scenariju

#### 1.1.4.1 Za leto 2040

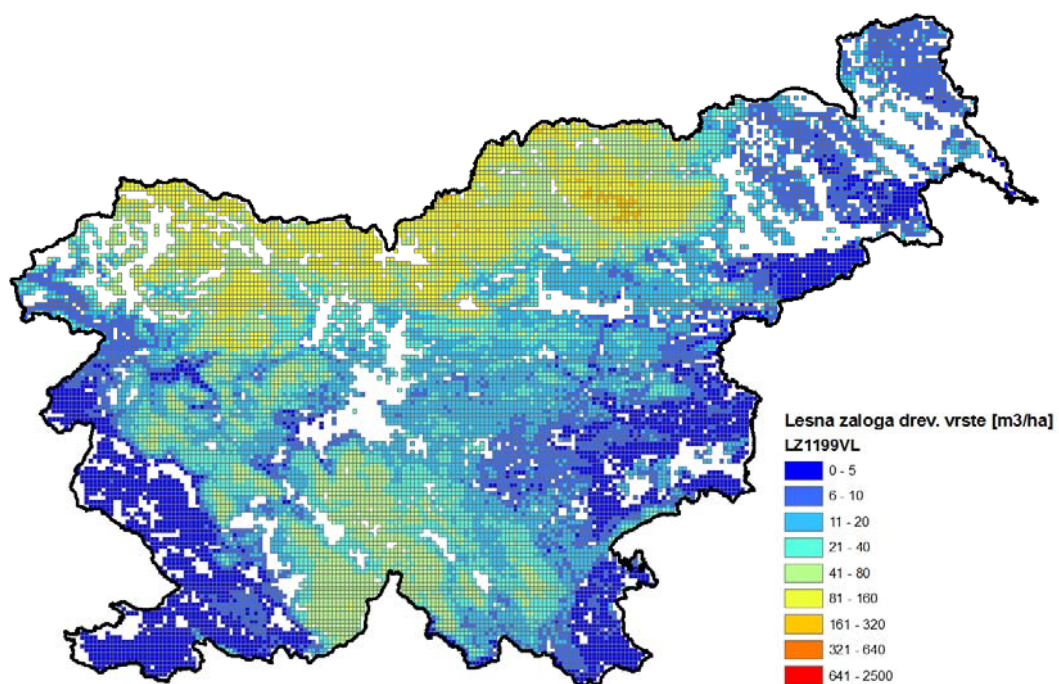




#### 1.1.4.2 Za leto 2070



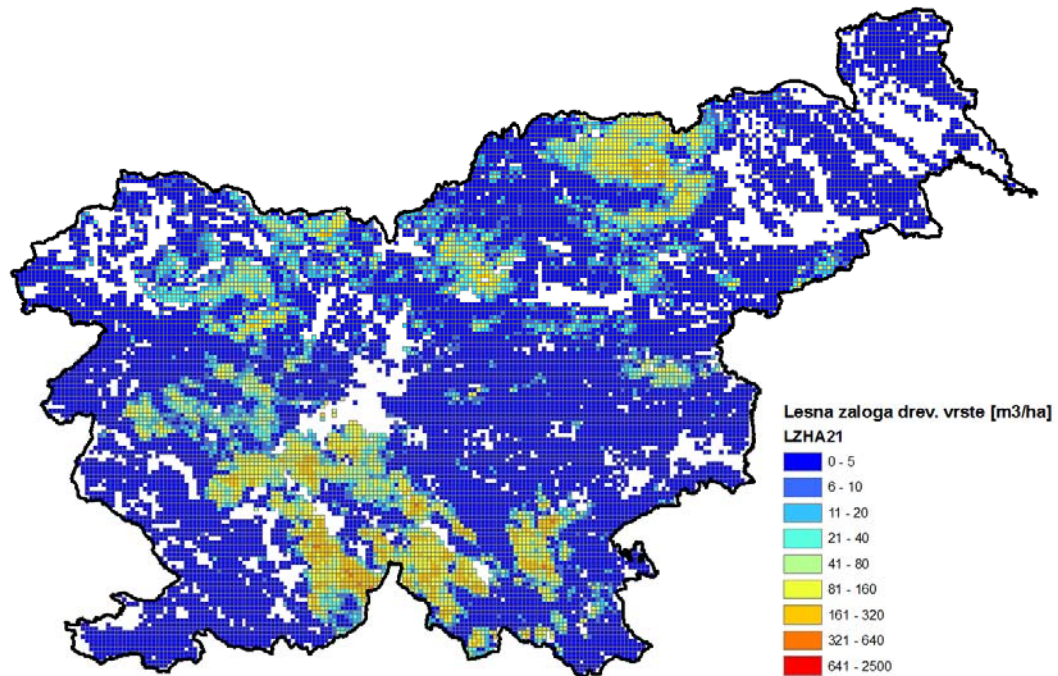
#### 1.1.4.3 Za leto 2100



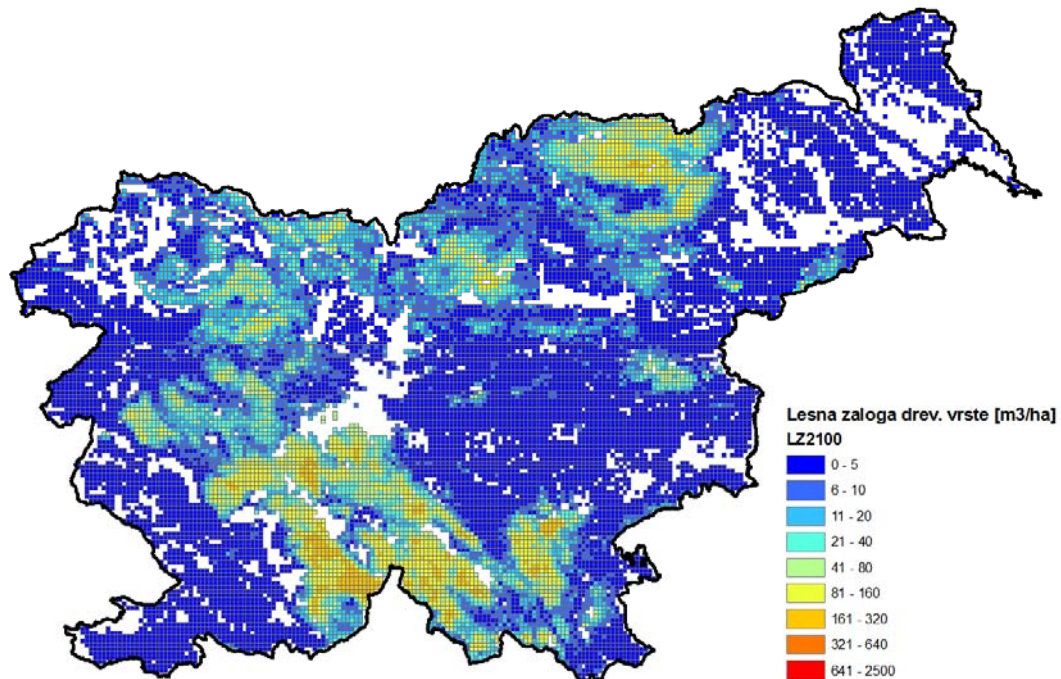
## 1.2 DV 21 – Jelka

### 1.2.1 Stanje leta 2000

#### 1.2.1.1 Dejansko stanje



#### 1.2.1.2 Modelno stanje

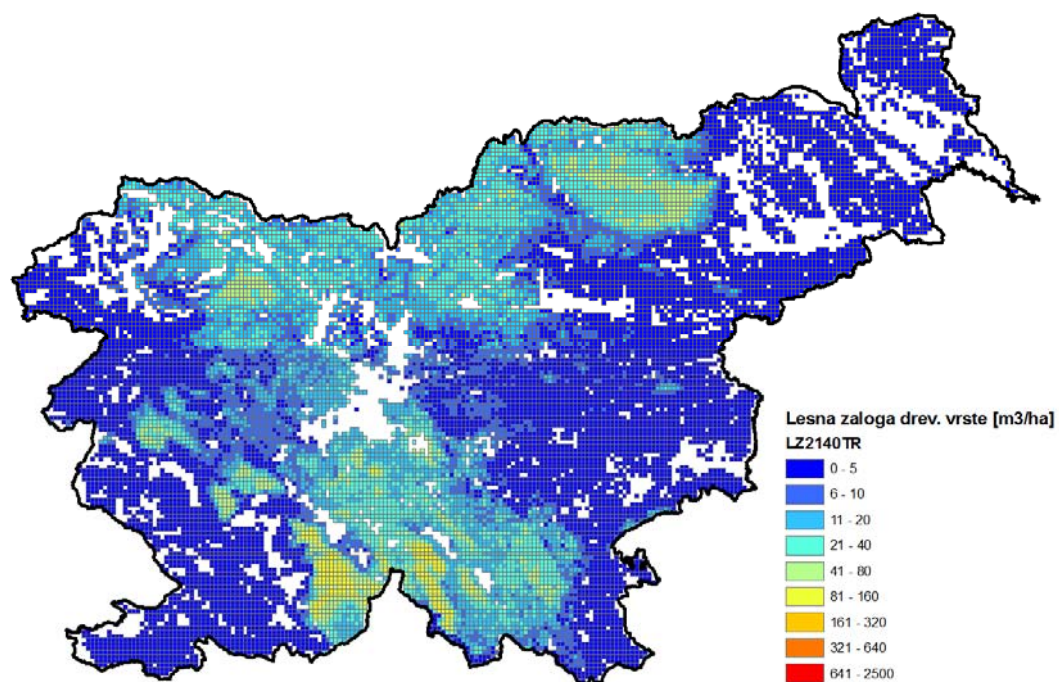




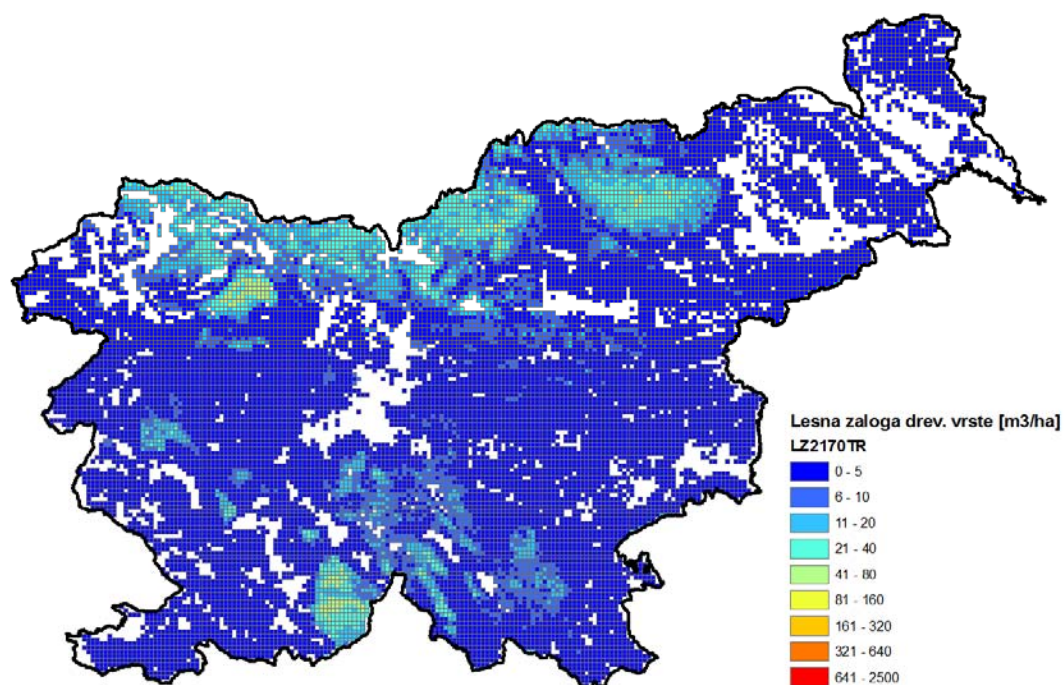
## 1.2.2 Napovedi po srednjem scenariju

### 1.2.2.1 Za leto 2040

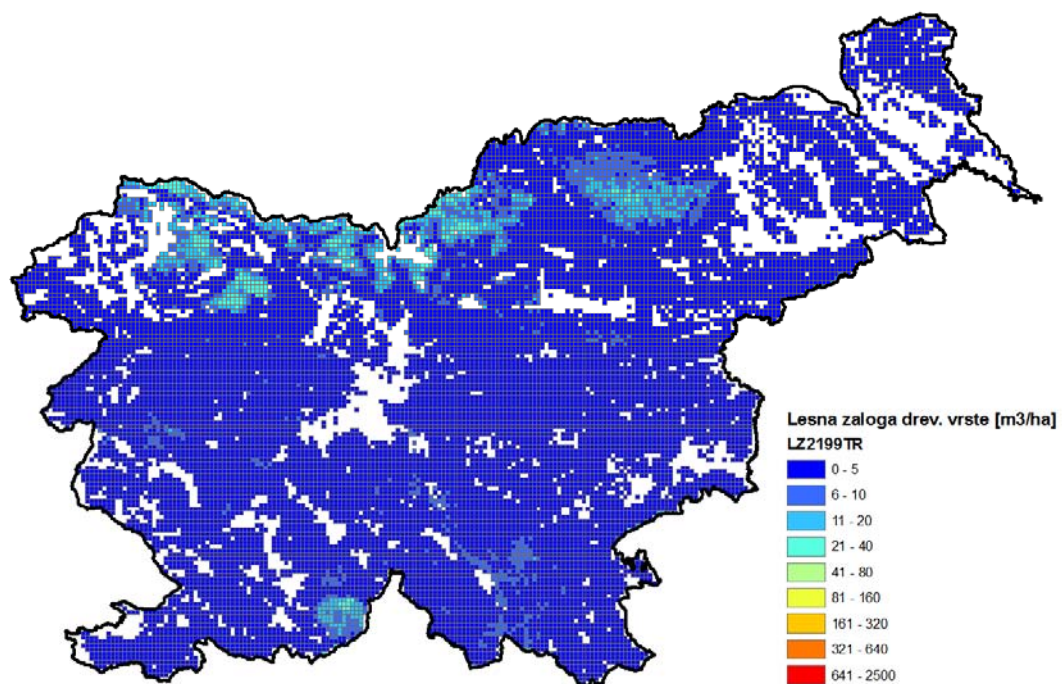
---



### 1.2.2.2 Za leto 2070

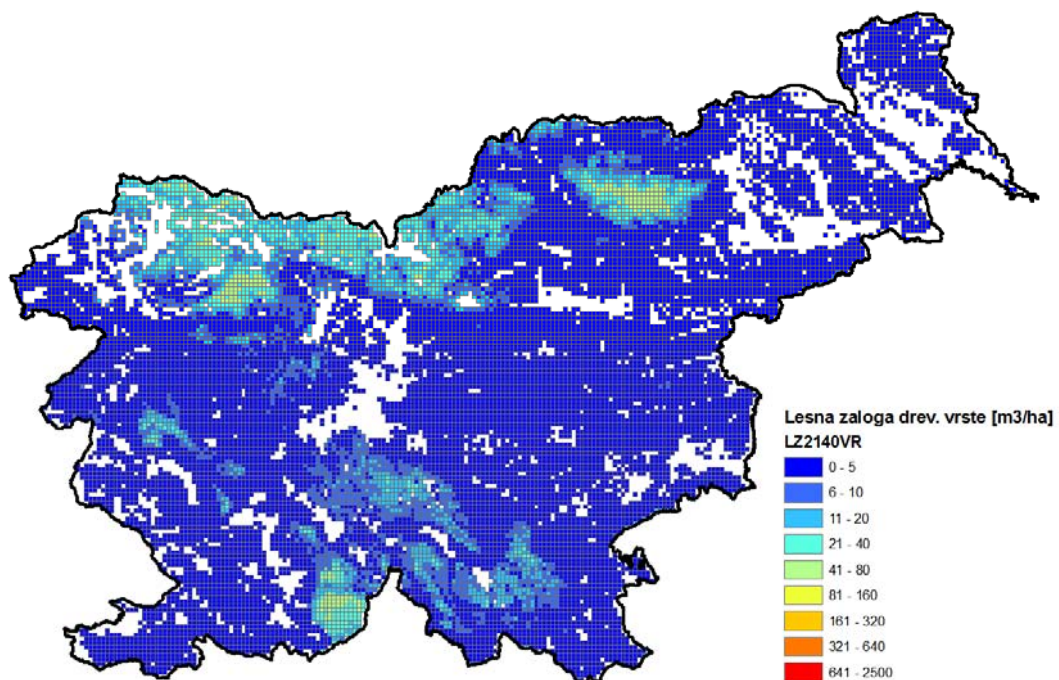


### 1.2.2.3 Za leto 2100



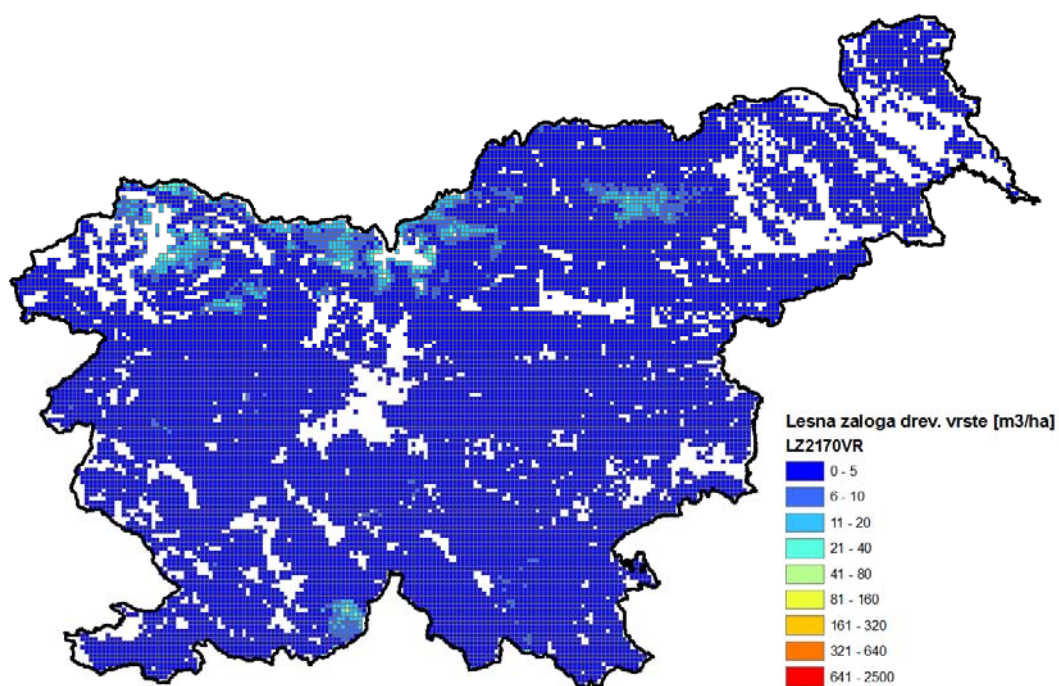
## 1.2.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

### 1.2.3.1 Za leto 2040

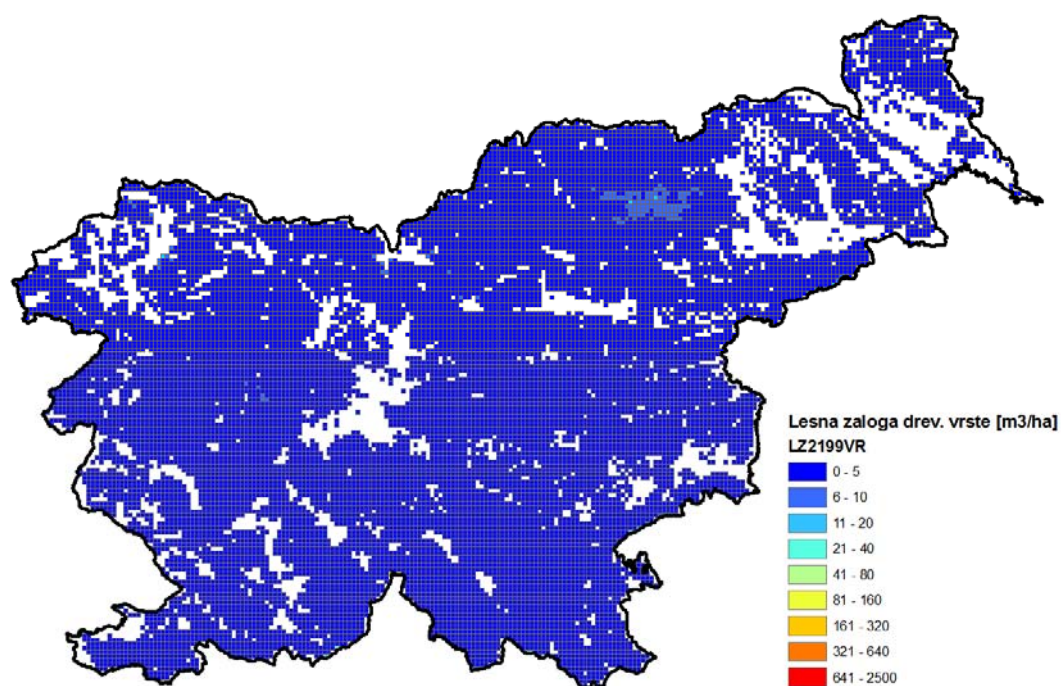




### 1.2.3.2 Za leto 2070

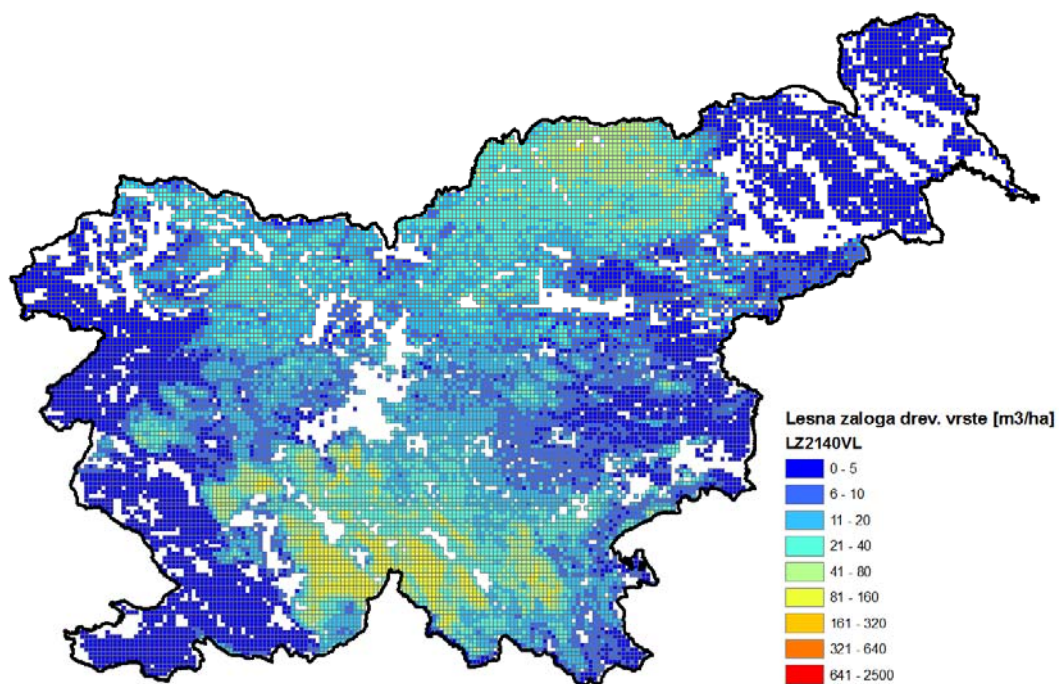


### 1.2.3.3 Za leto 2100

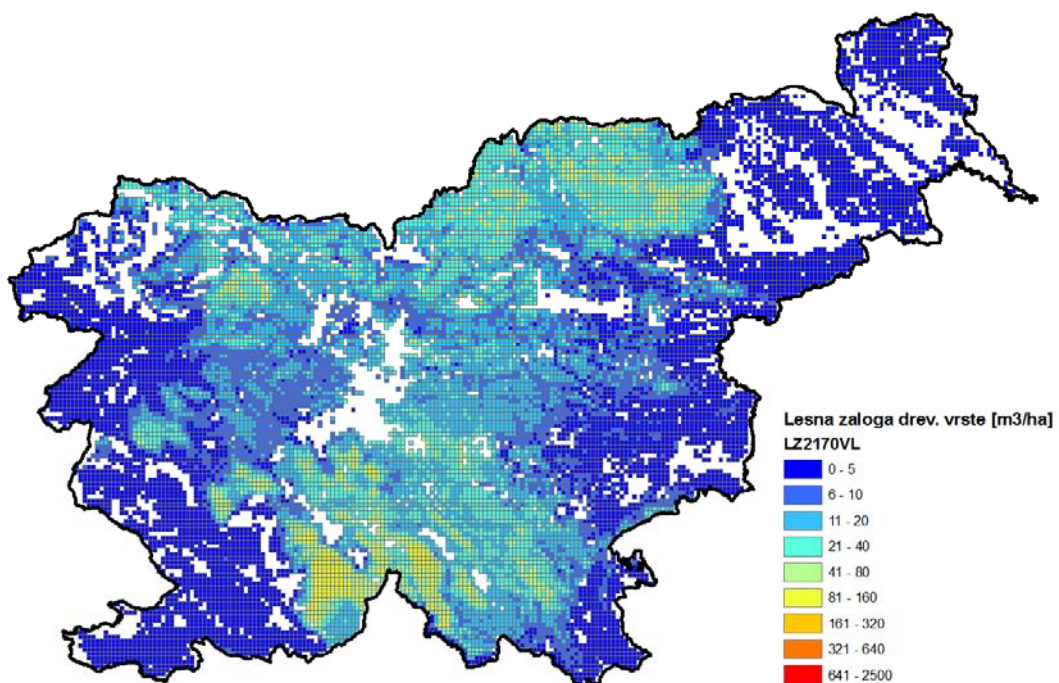


## 1.2.4 Napovedi po optimističnem scenariju

### 1.2.4.1 Za leto 2040

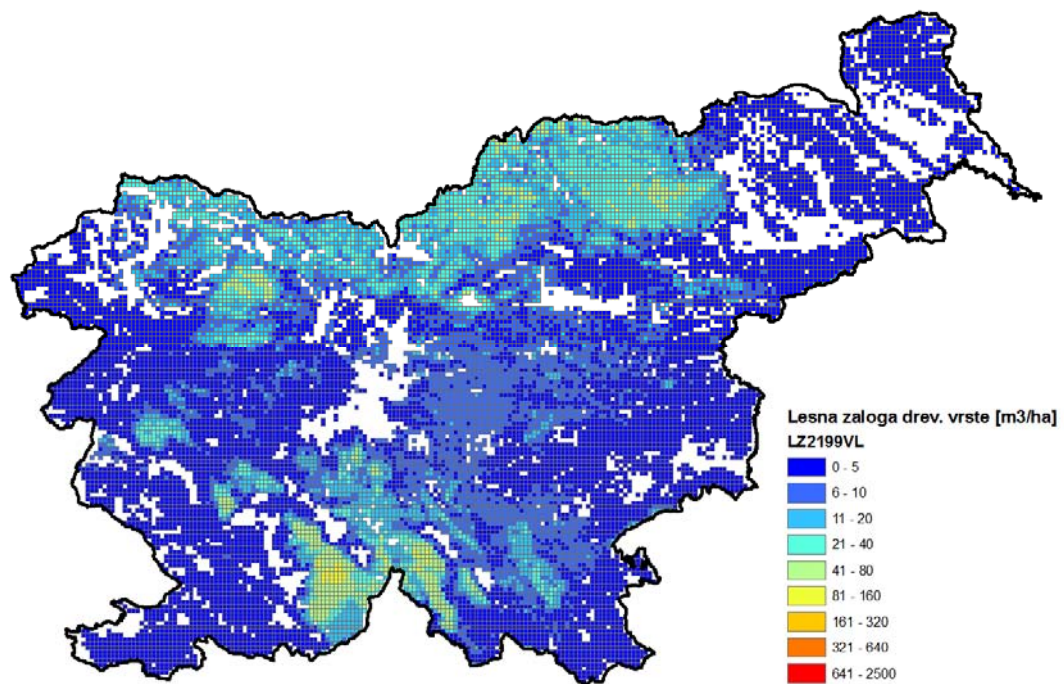


### 1.2.4.2 Za leto 2070





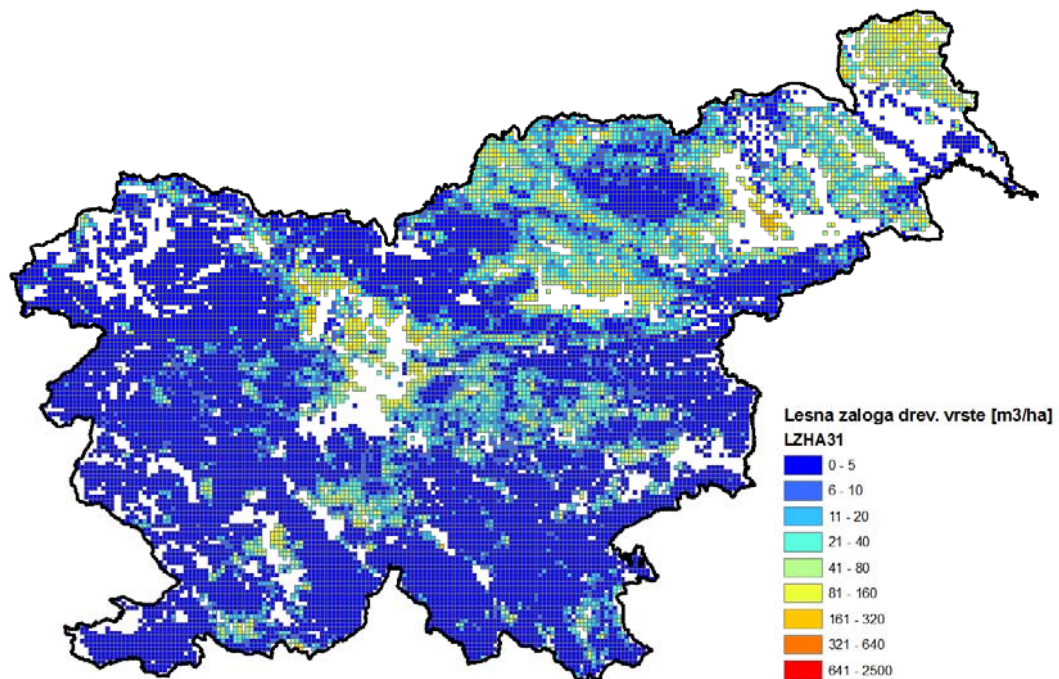
#### 1.2.4.3 Za leto 2100



### 1.3 DV 31 – Rdeči bor

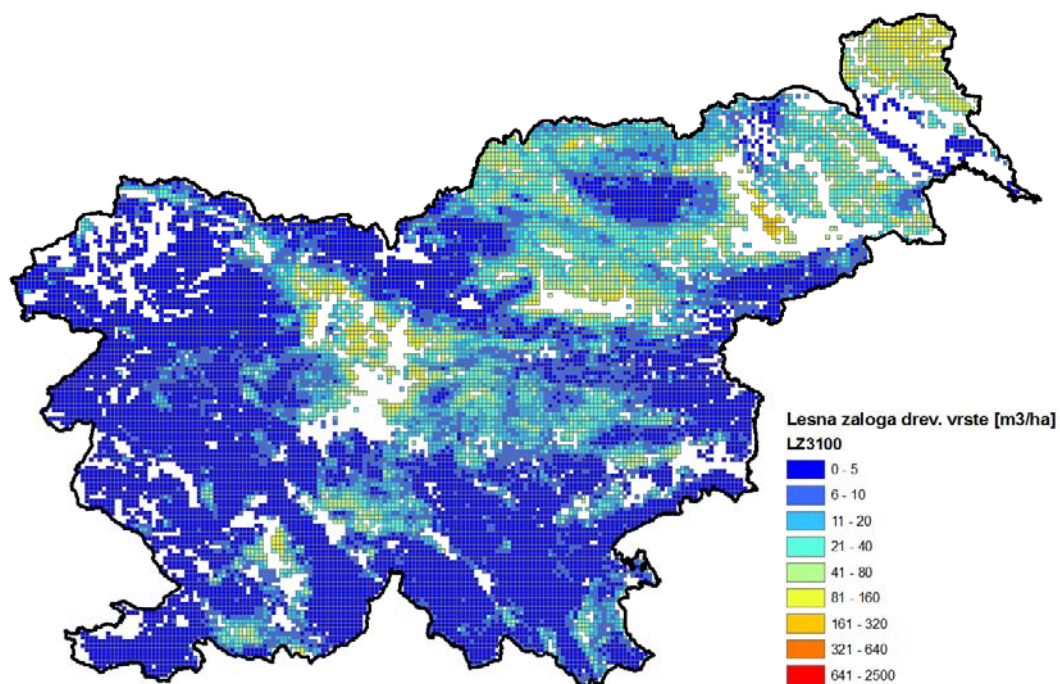
#### 1.3.1 Stanje leta 2000

##### 1.3.1.1 Dejansko stanje



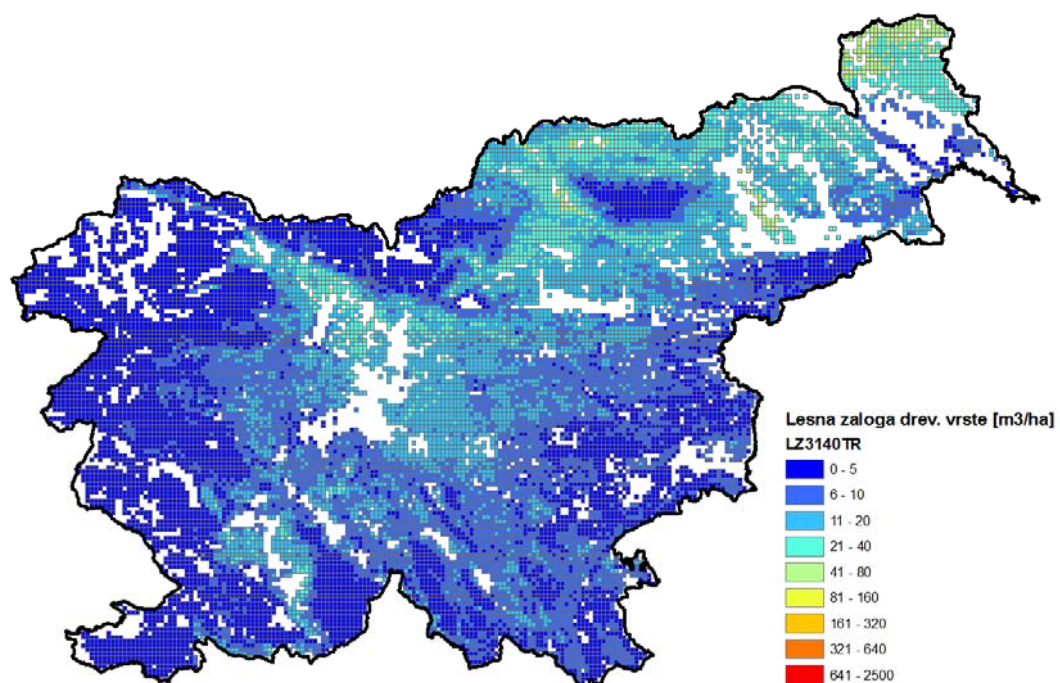


### 1.3.1.2 Modelno stanje

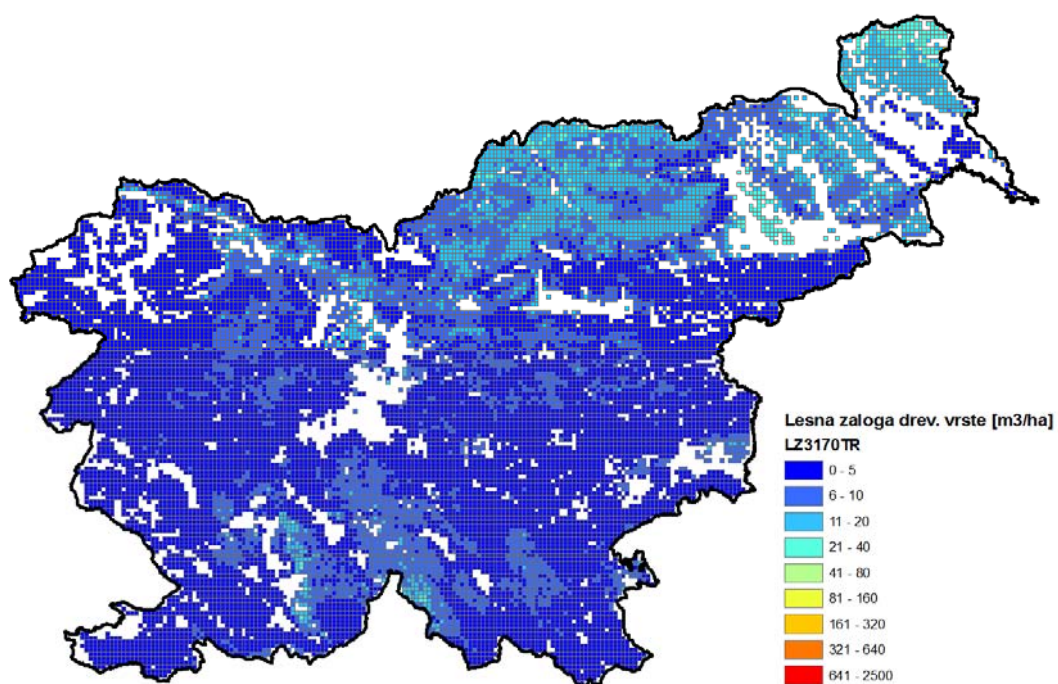


### 1.3.2 Napovedi po srednjem scenariju

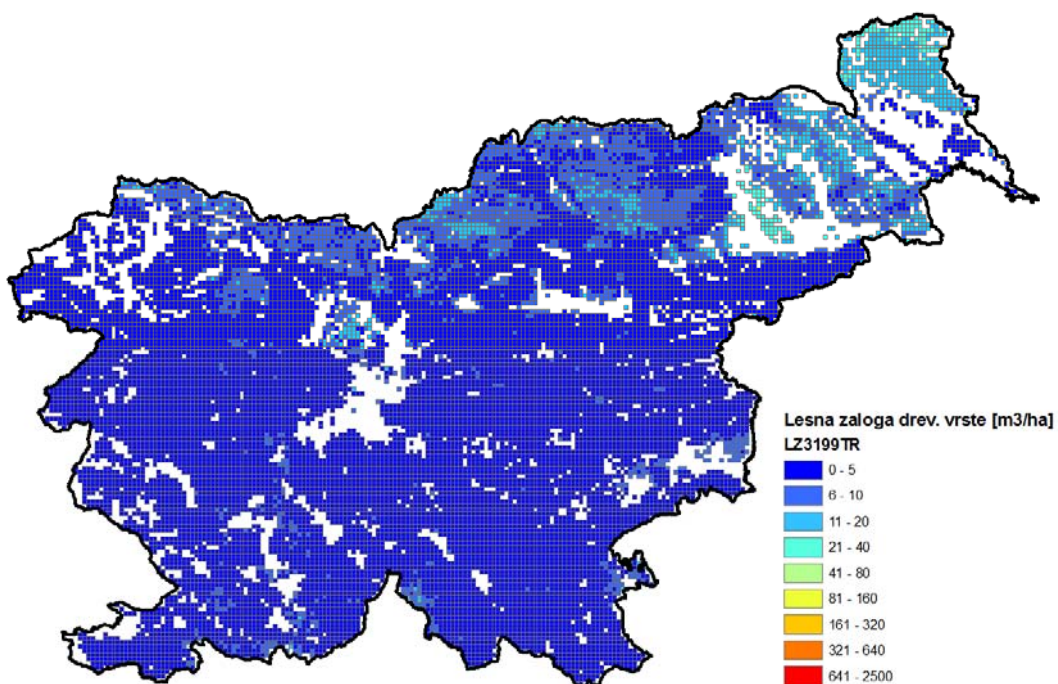
#### 1.3.2.1 Za leto 2040



### 1.3.2.2 Za leto 2070



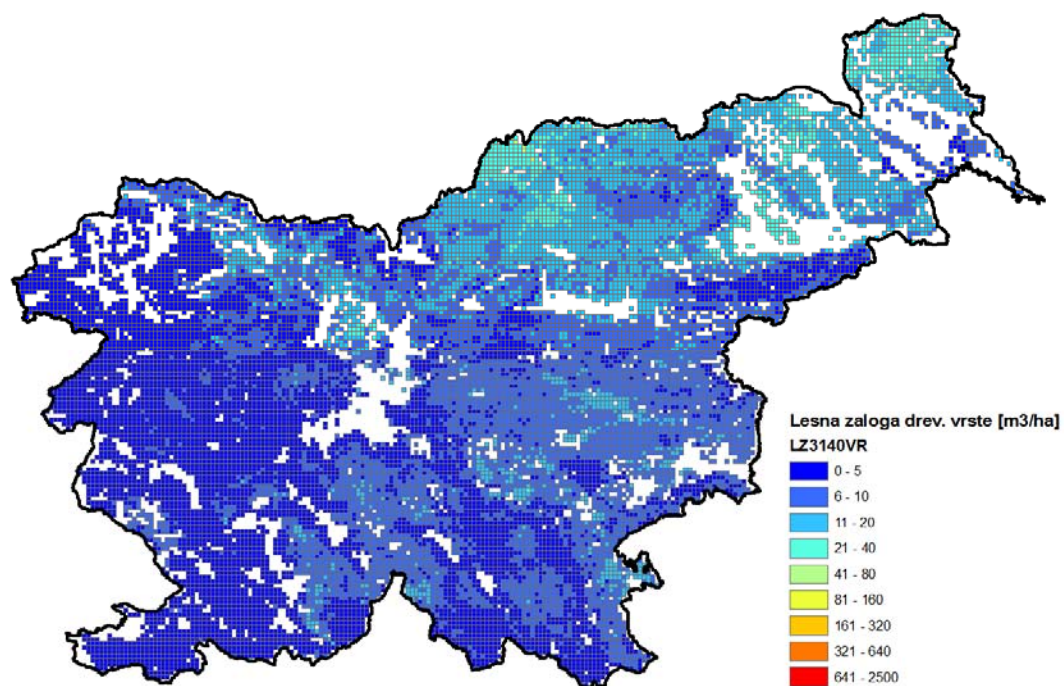
### 1.3.2.3 Za leto 2100



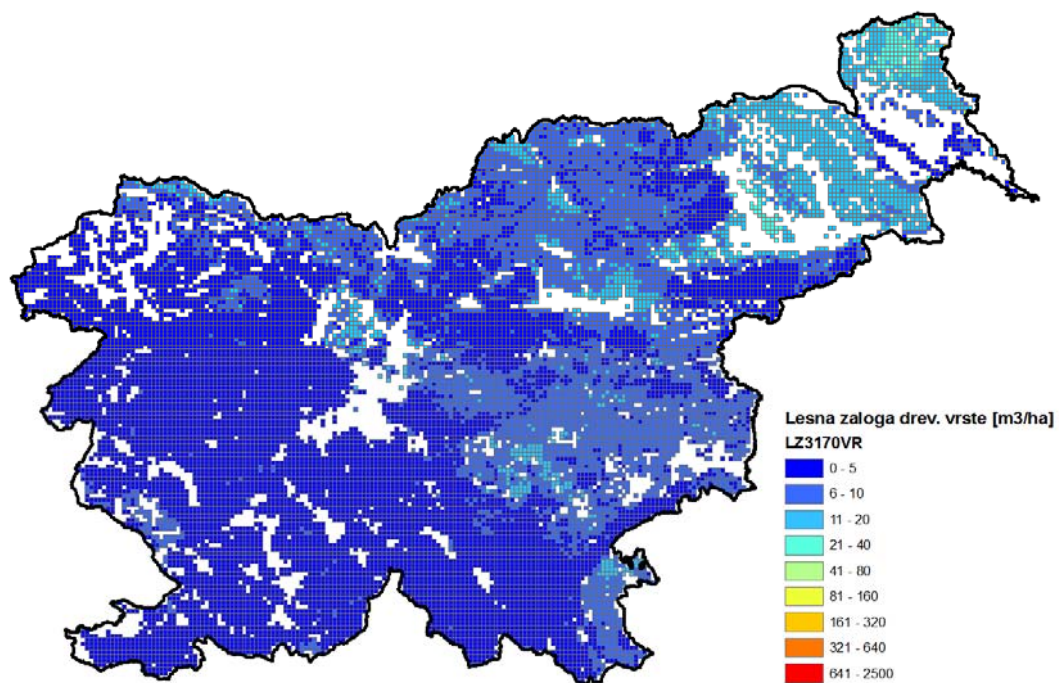


### 1.3.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

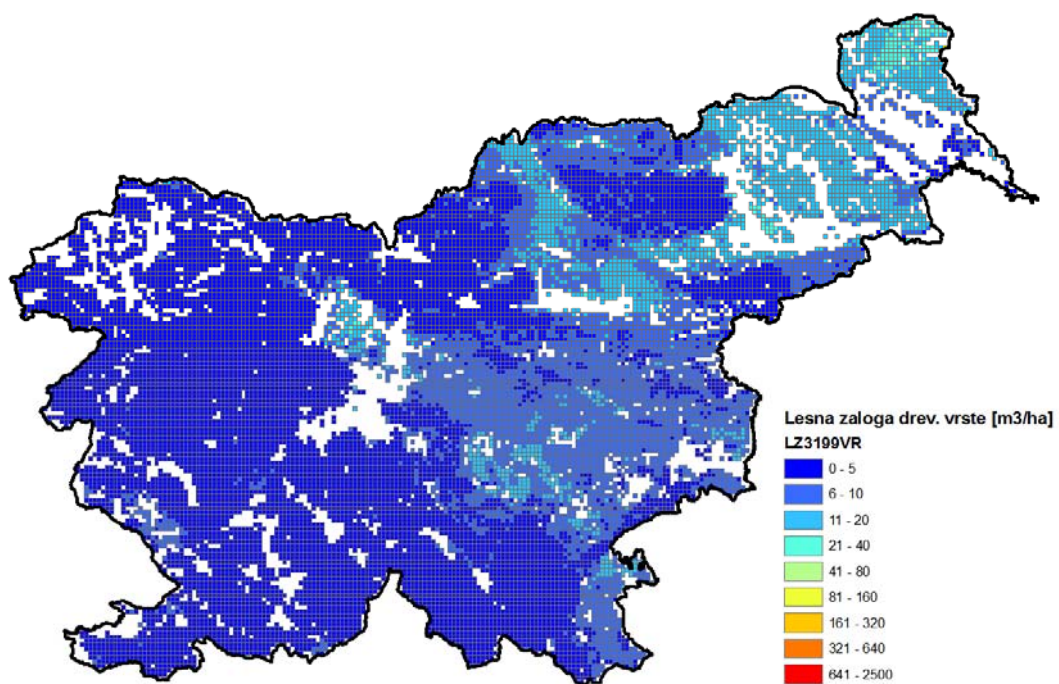
#### 1.3.3.1 Za leto 2040



#### 1.3.3.2 Za leto 2070

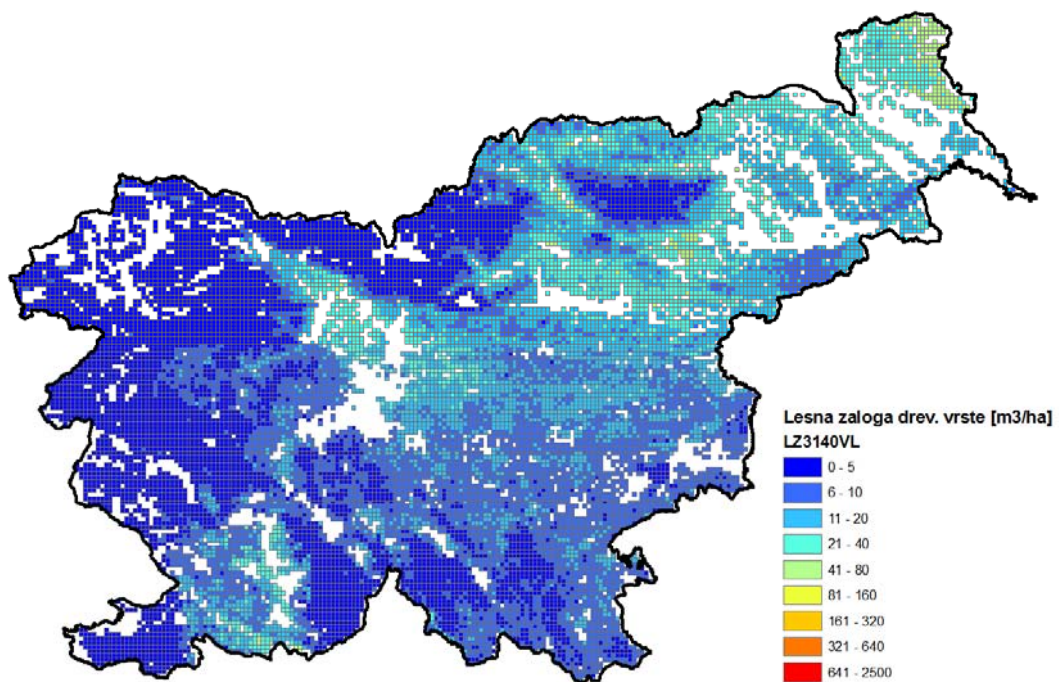


### 1.3.3.3 Za leto 2100



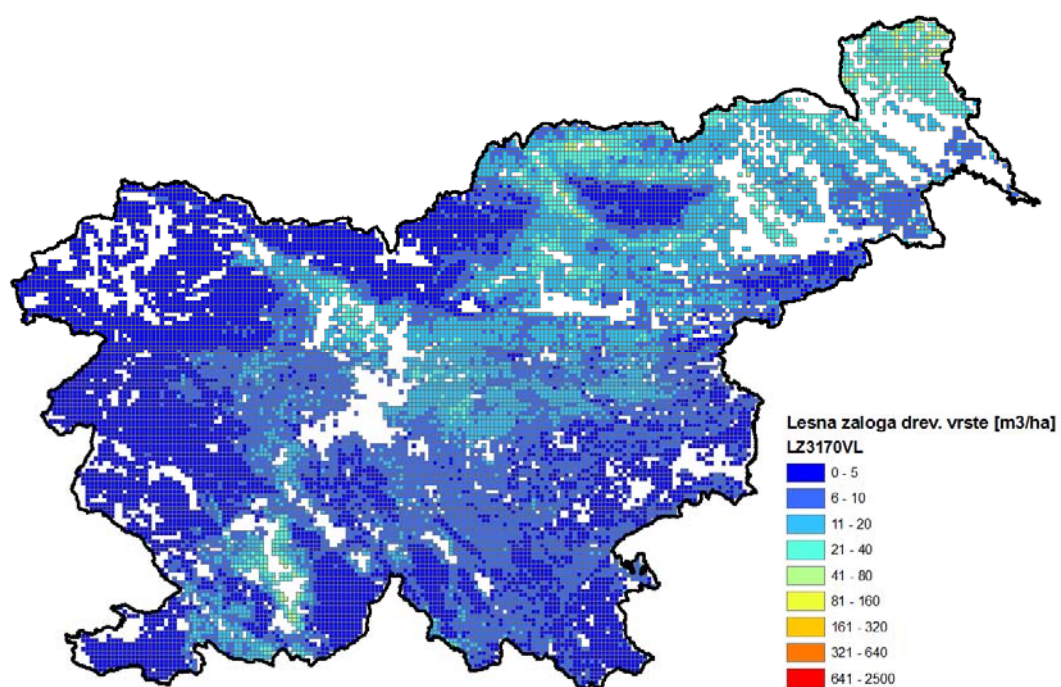
### 1.3.4 Napovedi po optimističnem scenariju

#### 1.3.4.1 Za leto 2040

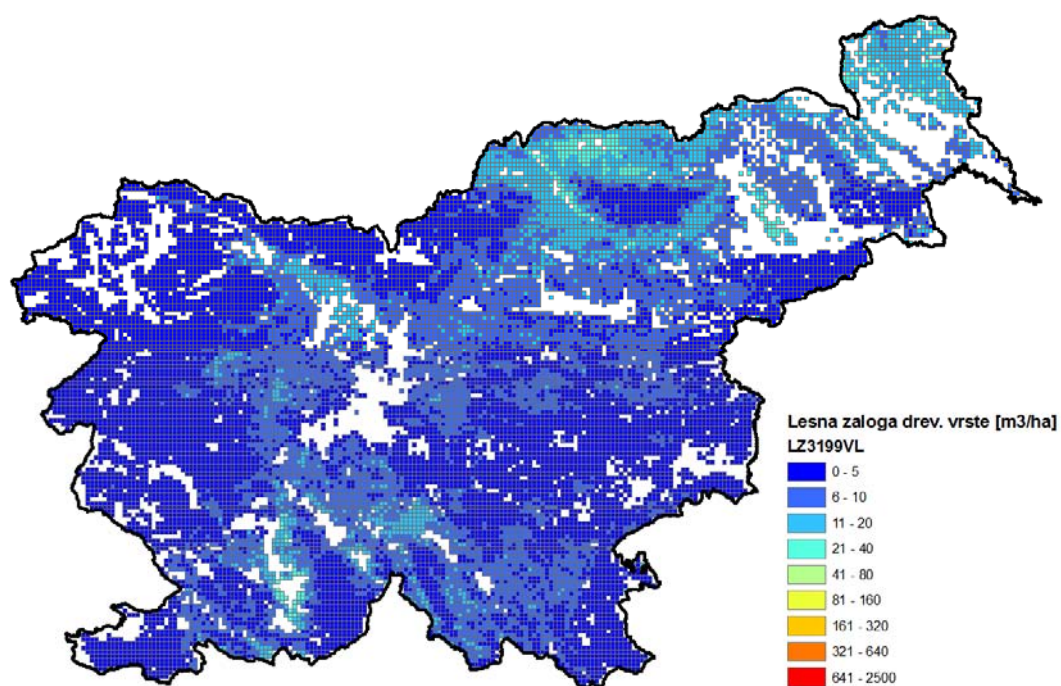




#### 1.3.4.2 Za leto 2070



#### 1.3.4.3 Za leto 2100

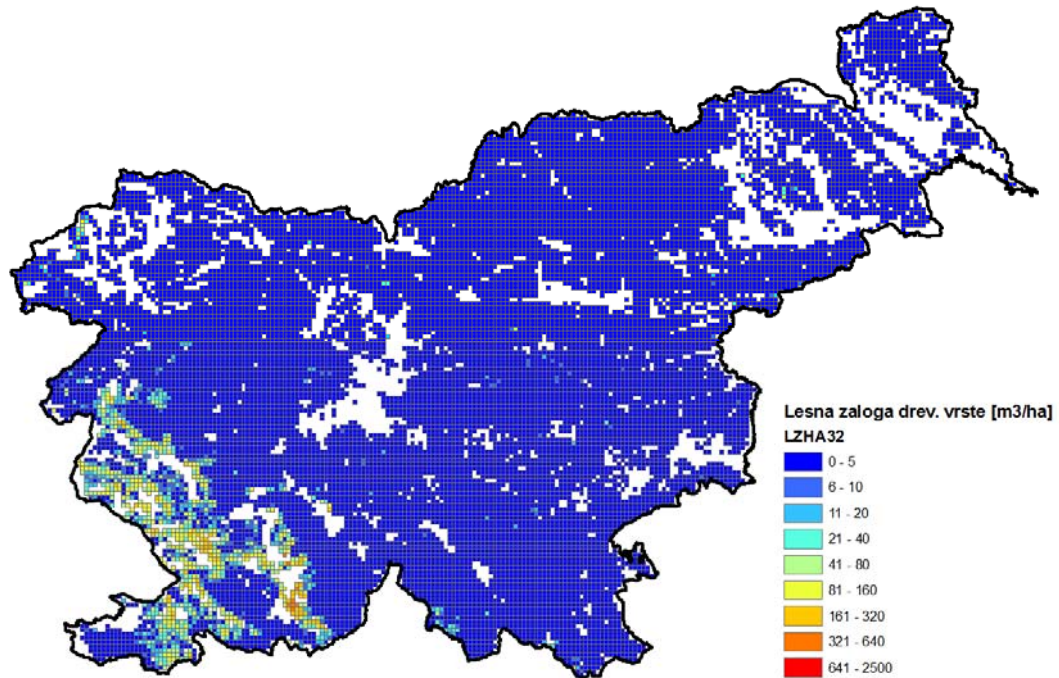




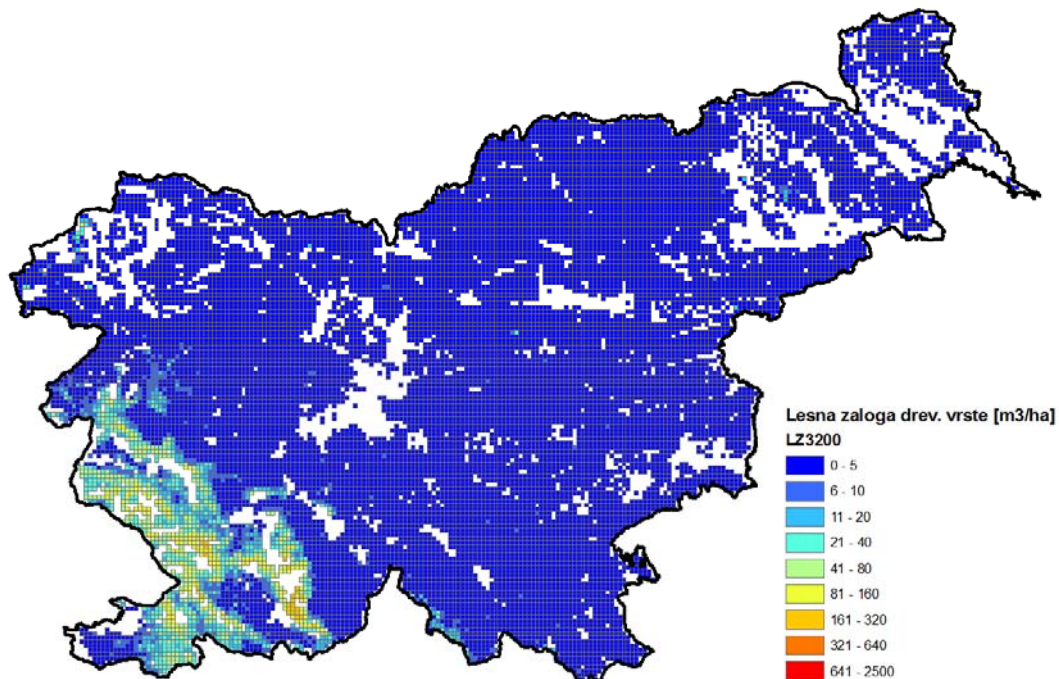
## 1.4 DV 32 – Črni bor

### 1.4.1 Stanje leta 2000

#### 1.4.1.1 Dejansko stanje

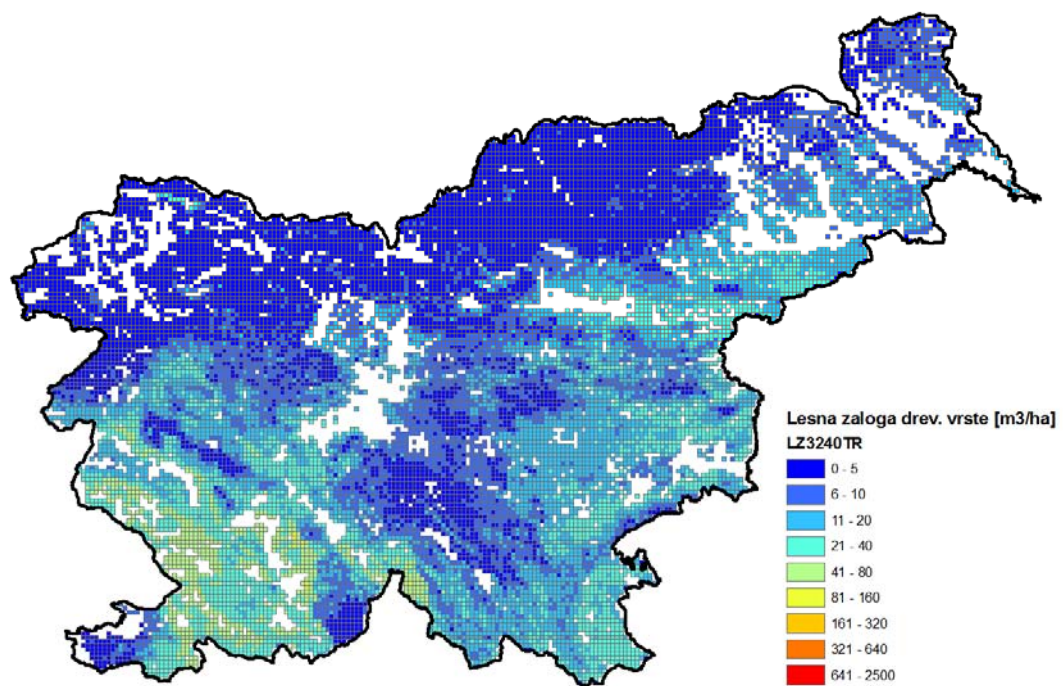


#### 1.4.1.2 Modelno stanje

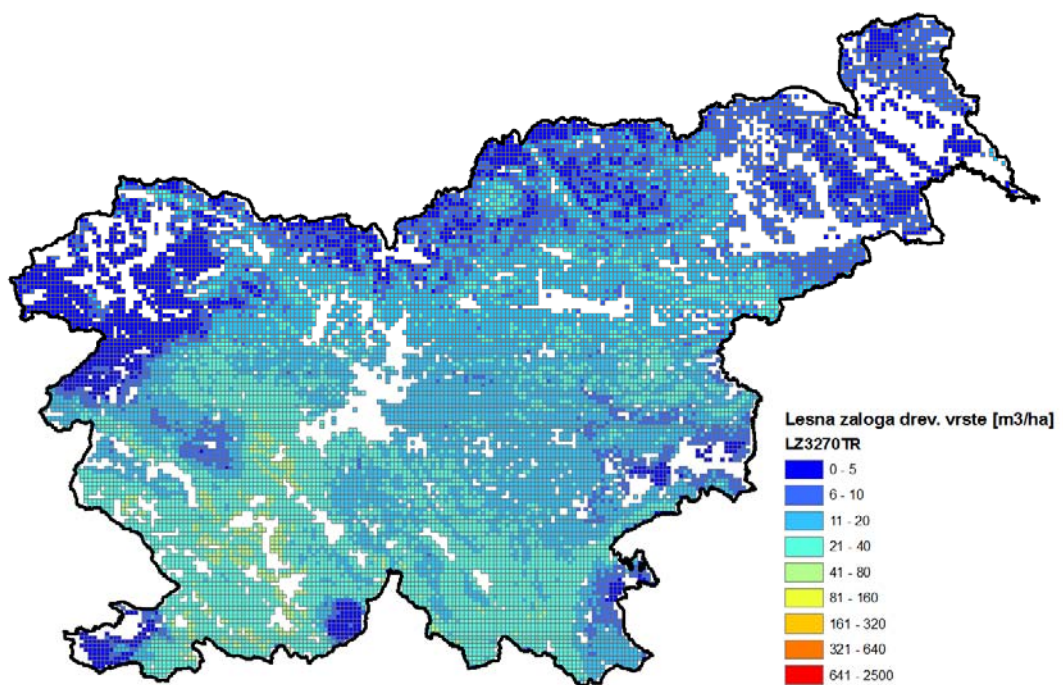


## 1.4.2 Napovedi po srednjem scenariju

### 1.4.2.1 Za leto 2040

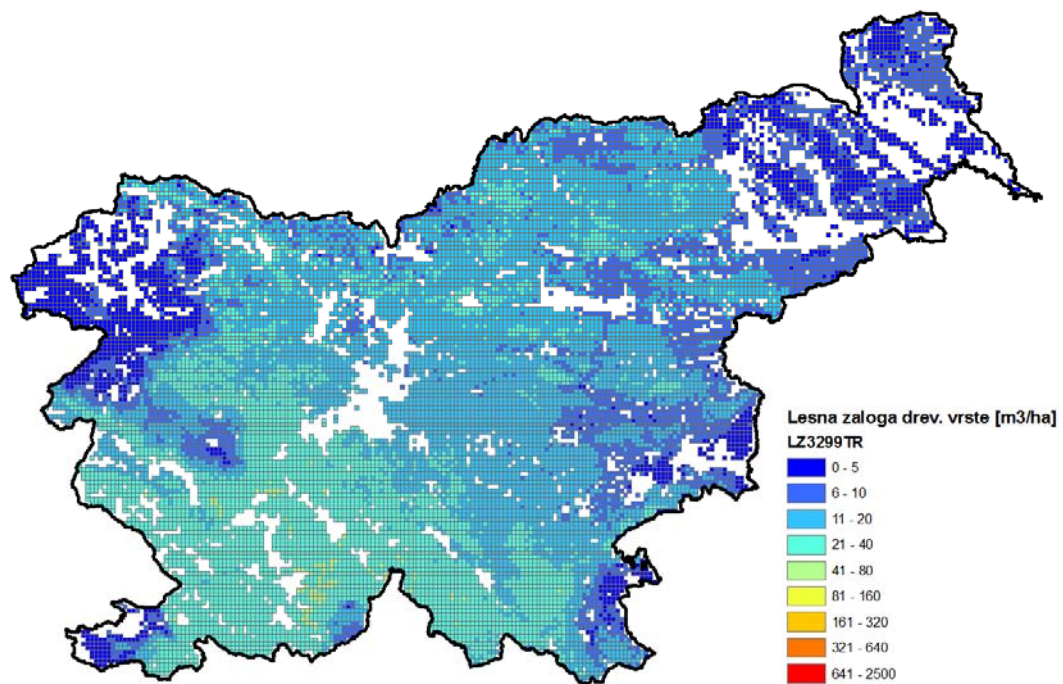


### 1.4.2.2 Za leto 2070



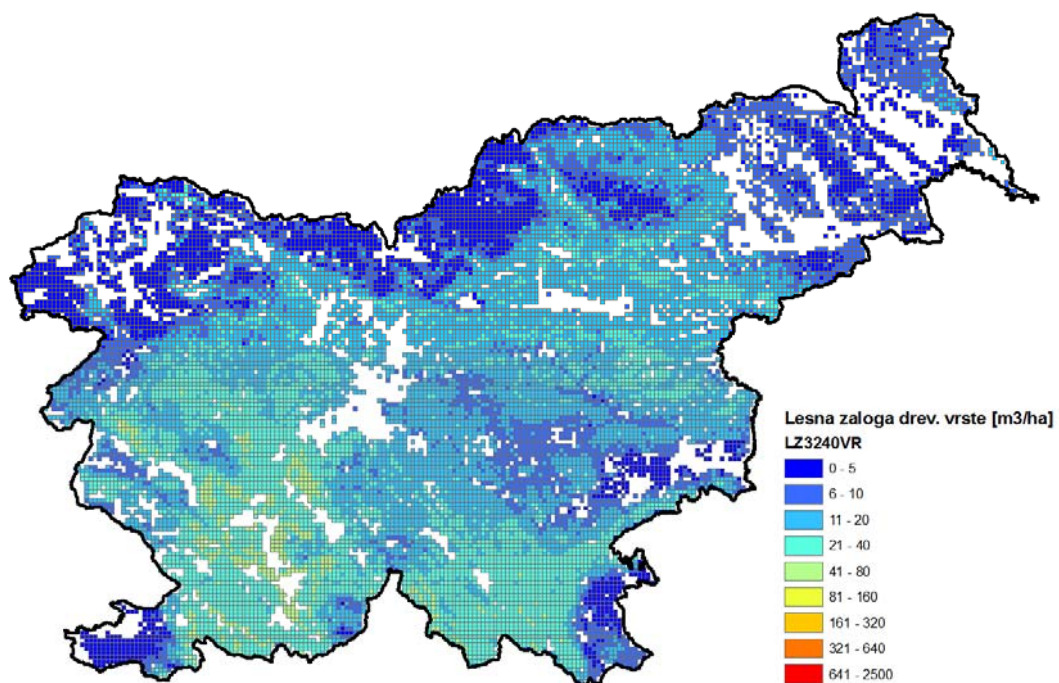


#### 1.4.2.3 Za leto 2100

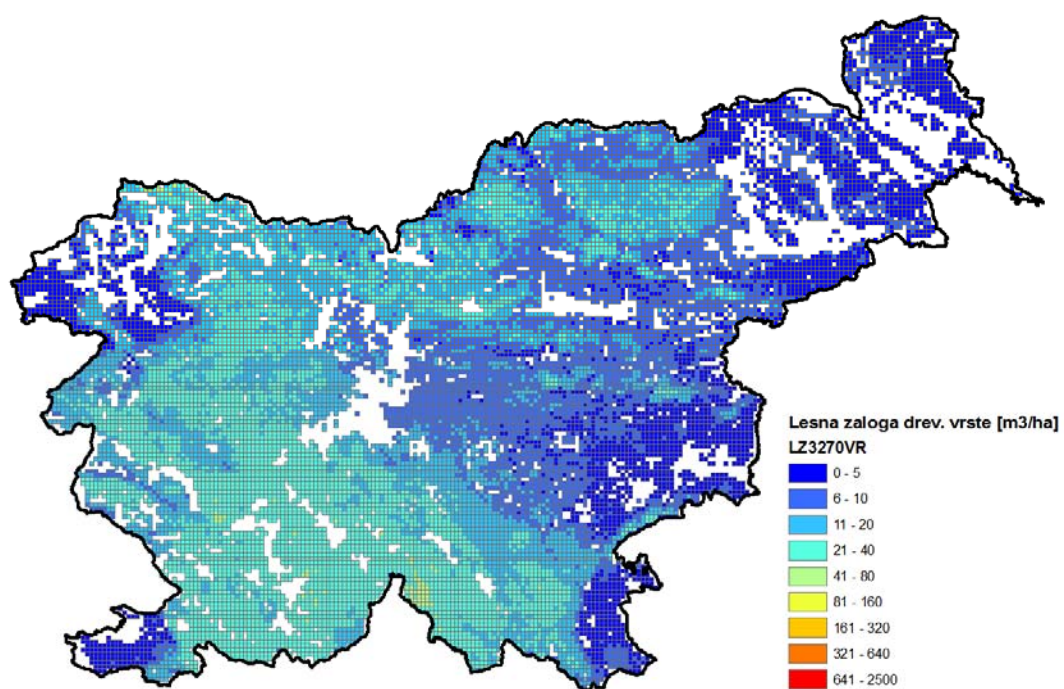


#### 1.4.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

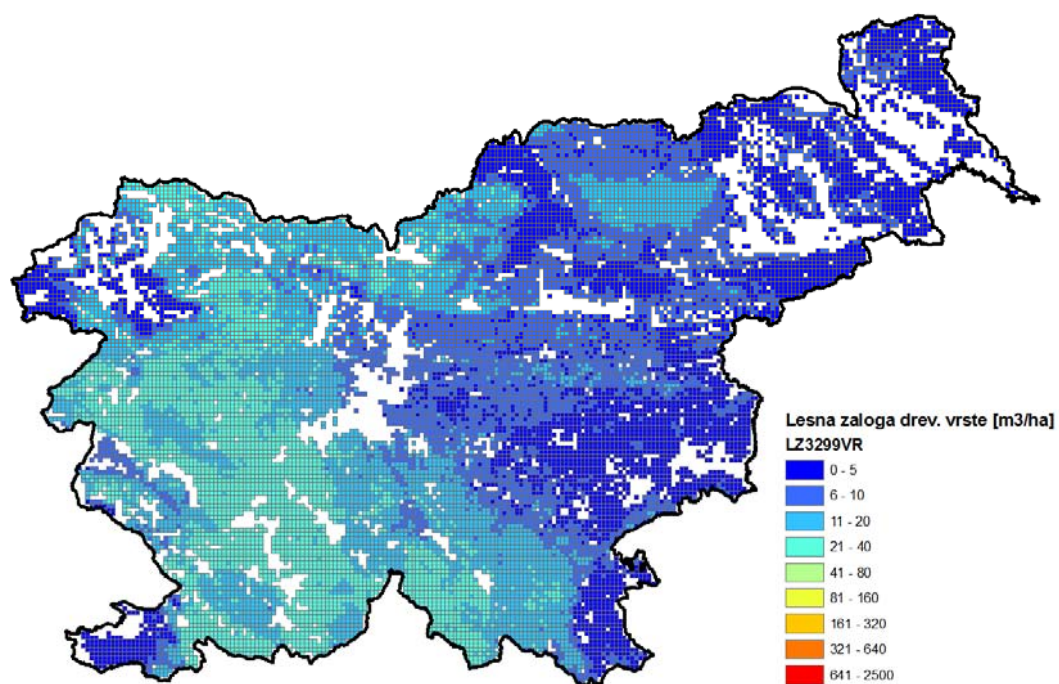
##### 1.4.3.1 Za leto 2040



#### 1.4.3.2 Za leto 2070



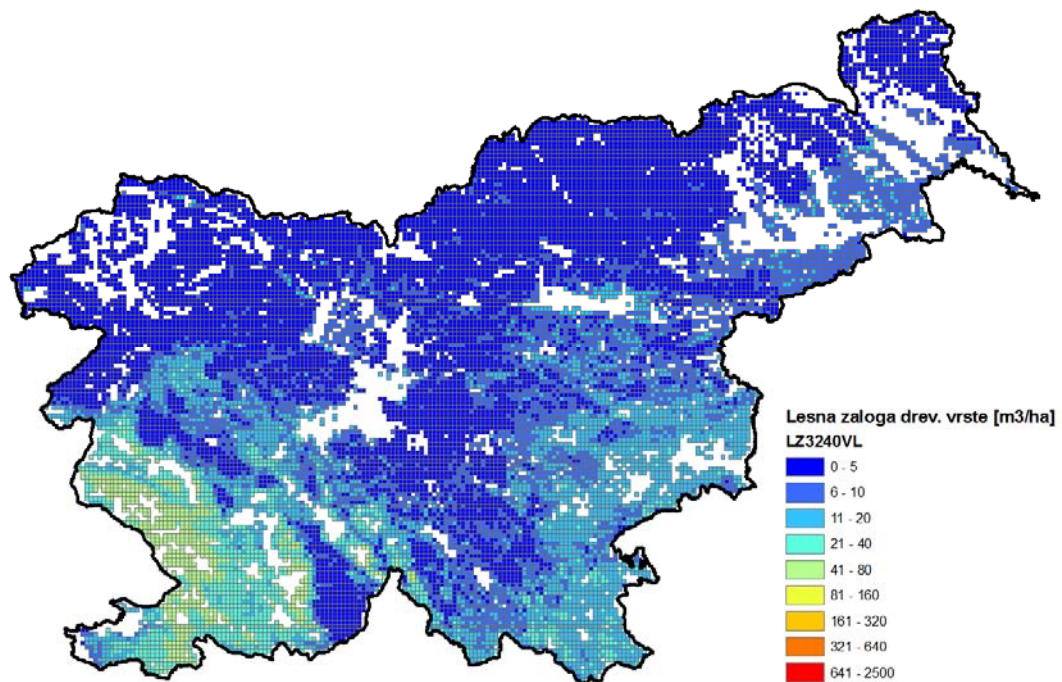
#### 1.4.3.3 Za leto 2100



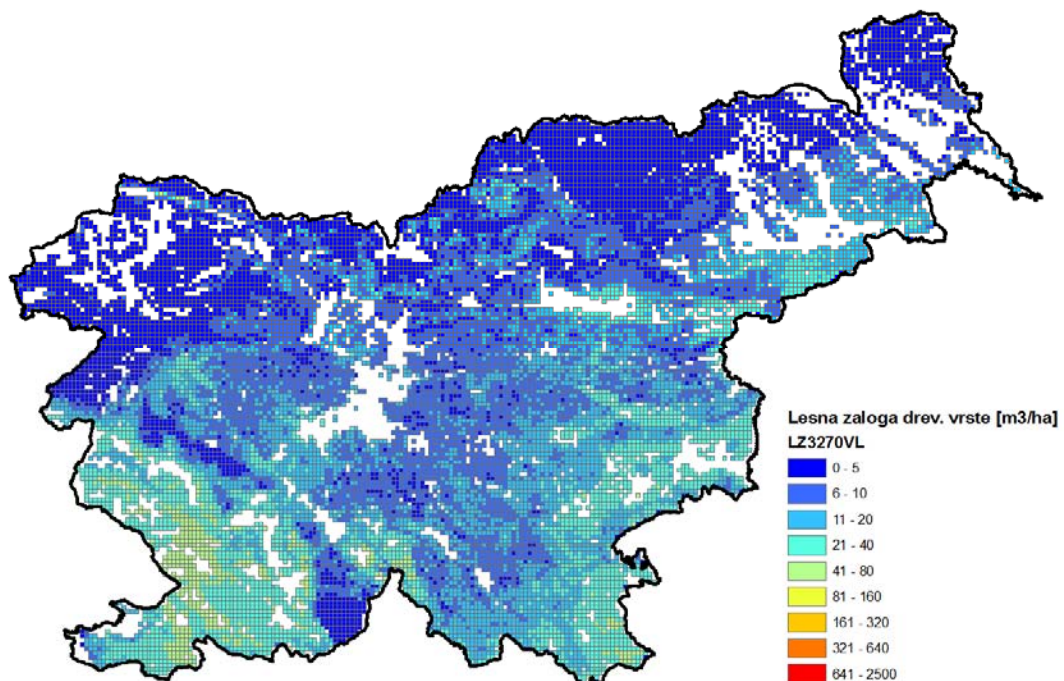


#### 1.4.4 Napovedi po optimističnem scenariju

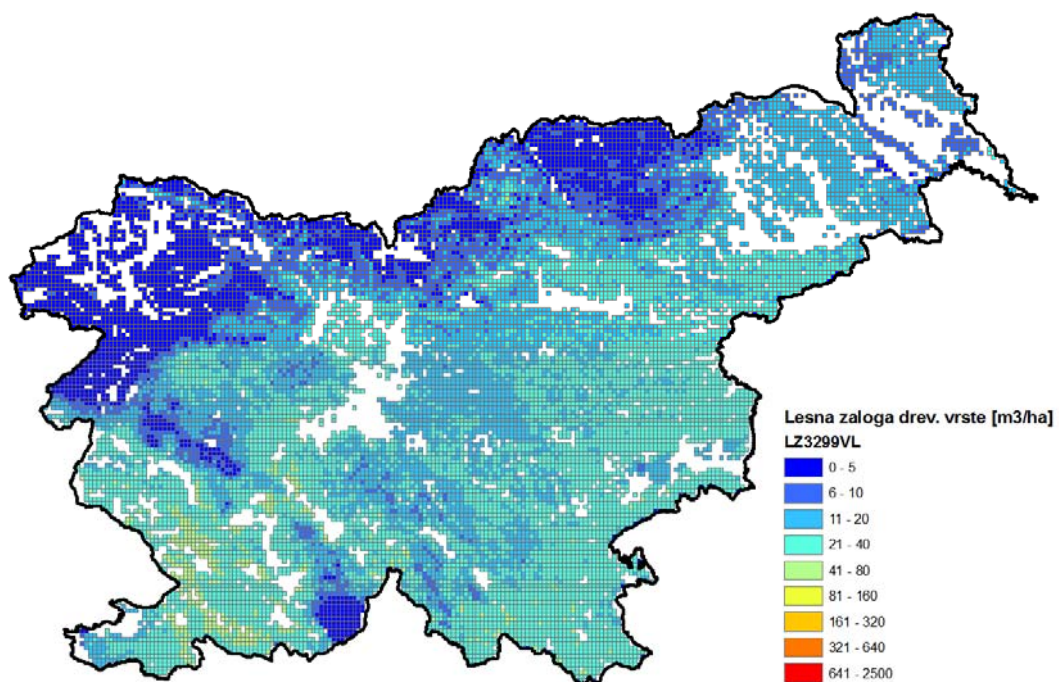
##### 1.4.4.1 Za leto 2040



##### 1.4.4.2 Za leto 2070



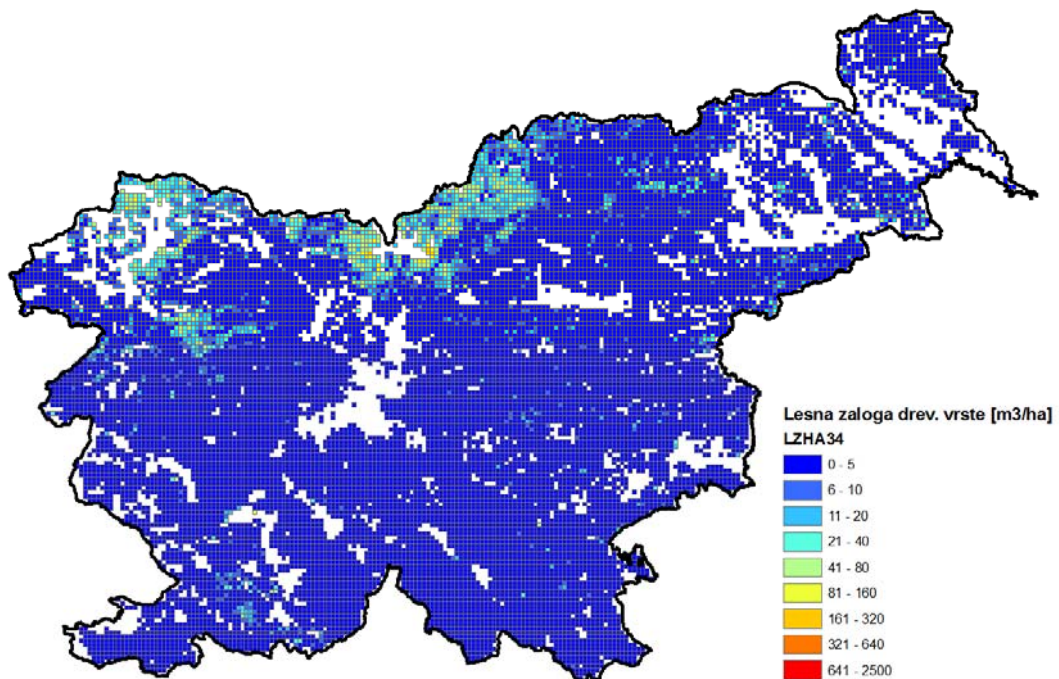
#### 1.4.4.3 Za leto 2100



### 1.5 DV 34 – Macesen

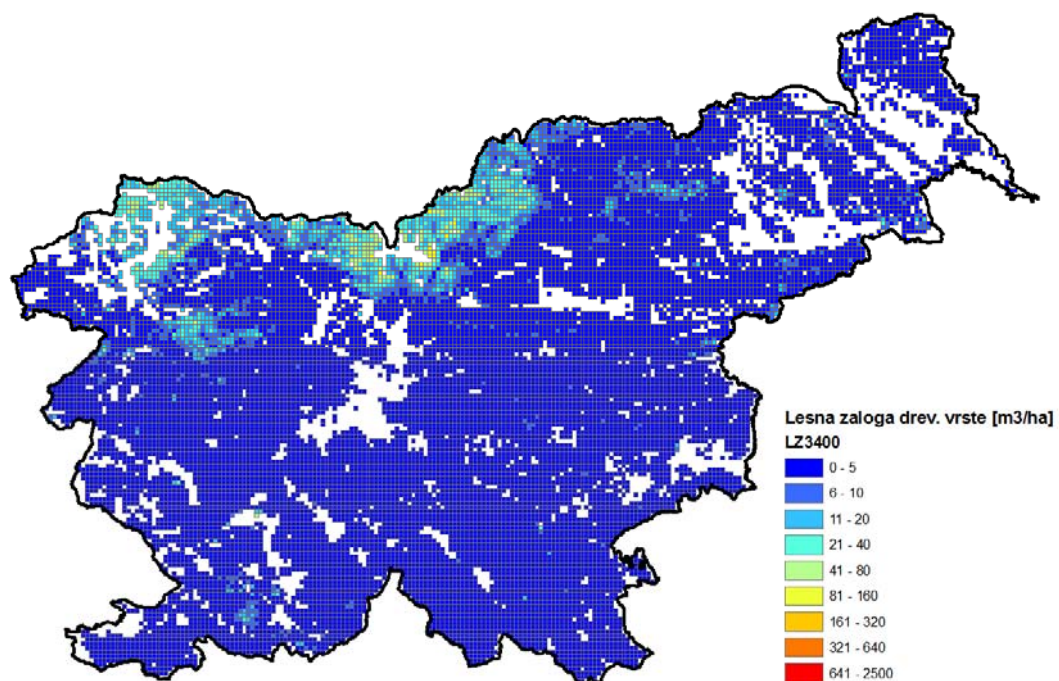
#### 1.5.1 Stanje leta 2000

##### 1.5.1.1 Dejansko stanje



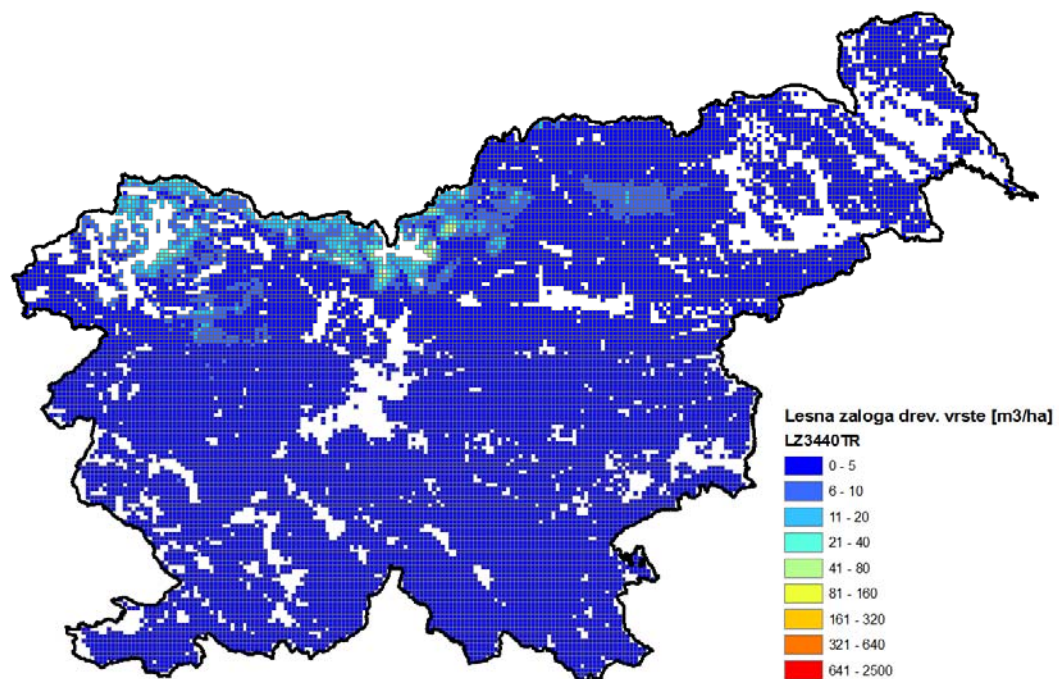


### 1.5.1.2 Modelno stanje

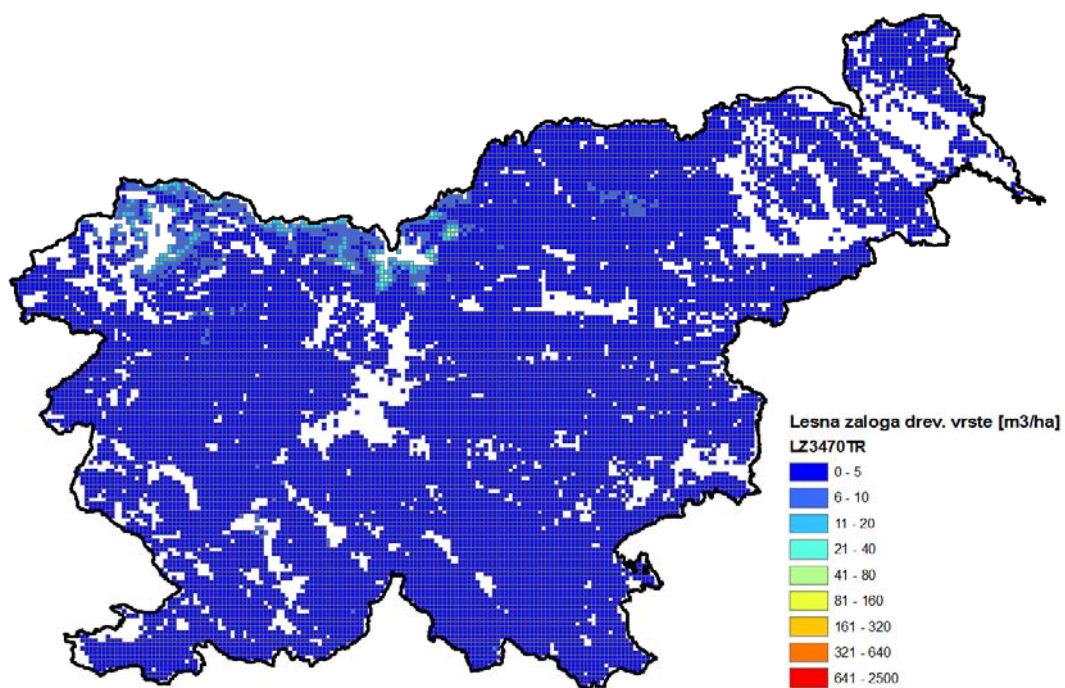


## 1.5.2 Napovedi po srednjem scenariju

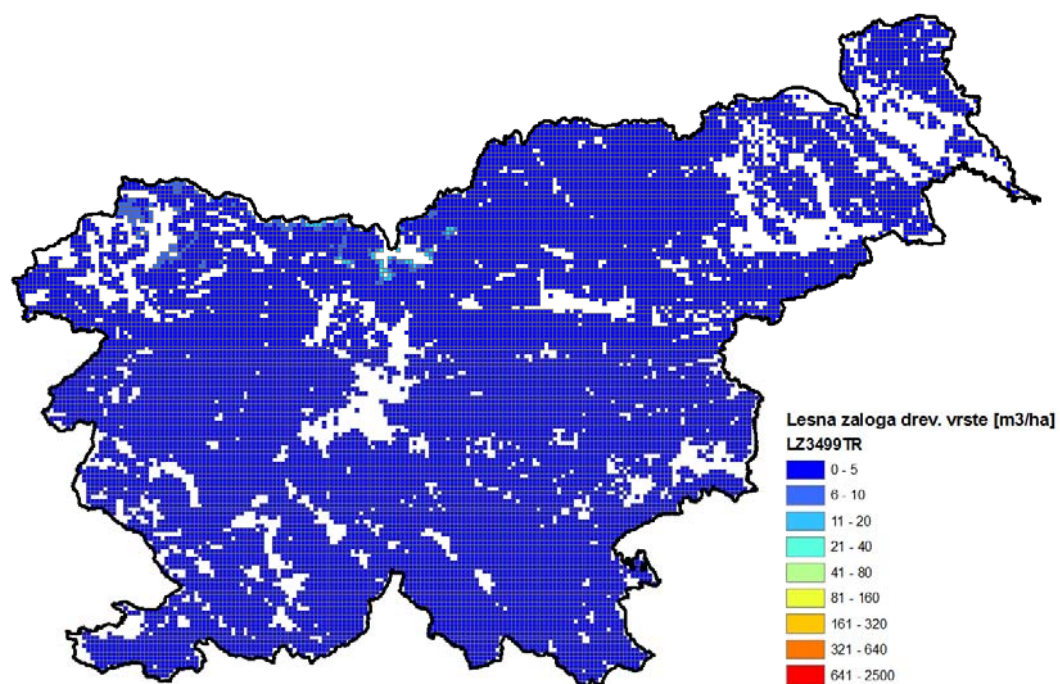
### 1.5.2.1 Za leto 2040



### 1.5.2.2 Za leto 2070



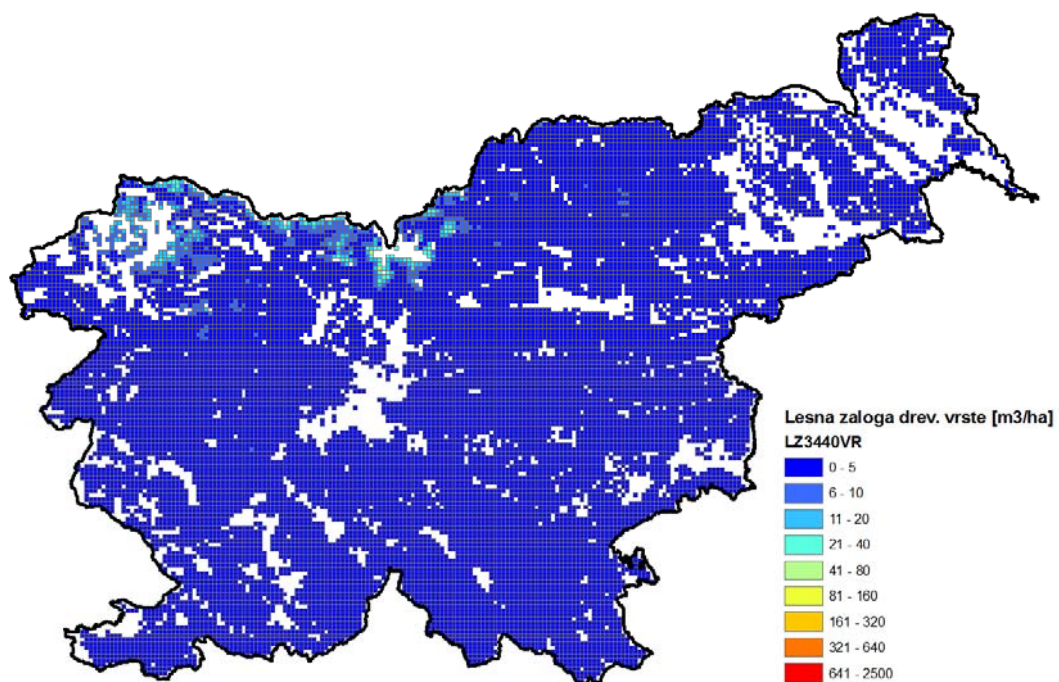
### 1.5.2.3 Za leto 2100



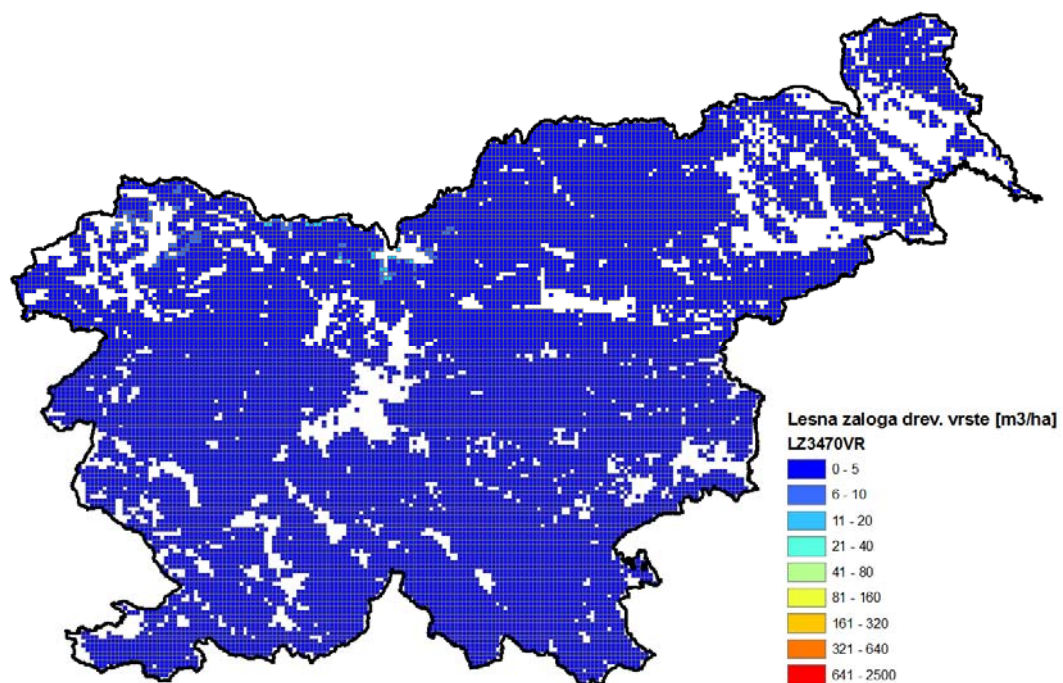


### 1.5.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

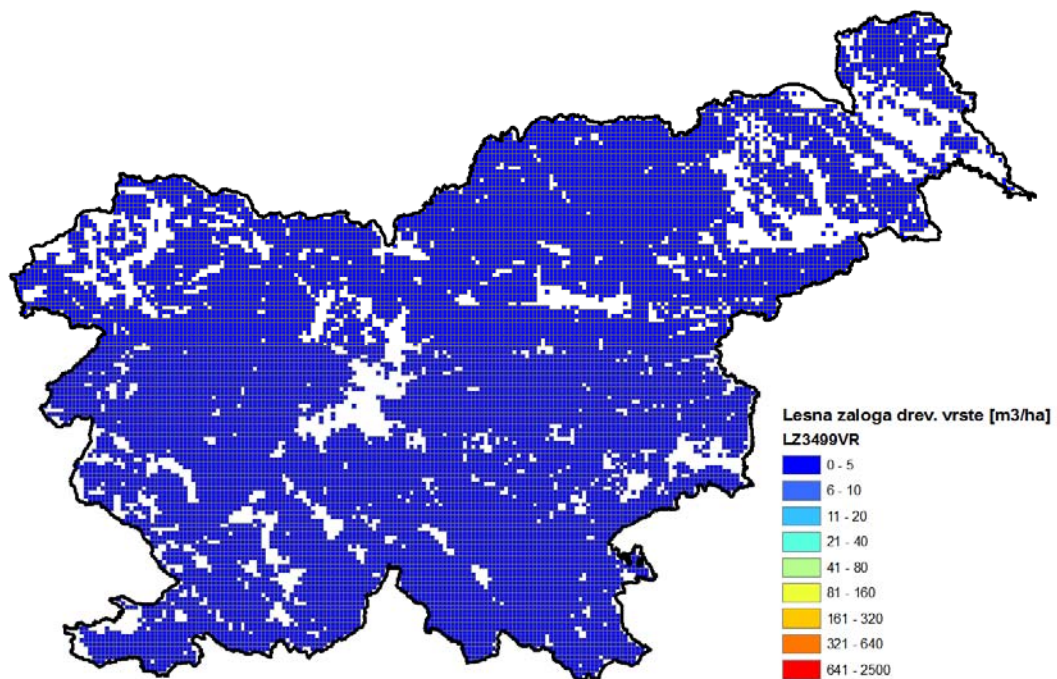
#### 1.5.3.1 Za leto 2040



#### 1.5.3.2 Za leto 2070

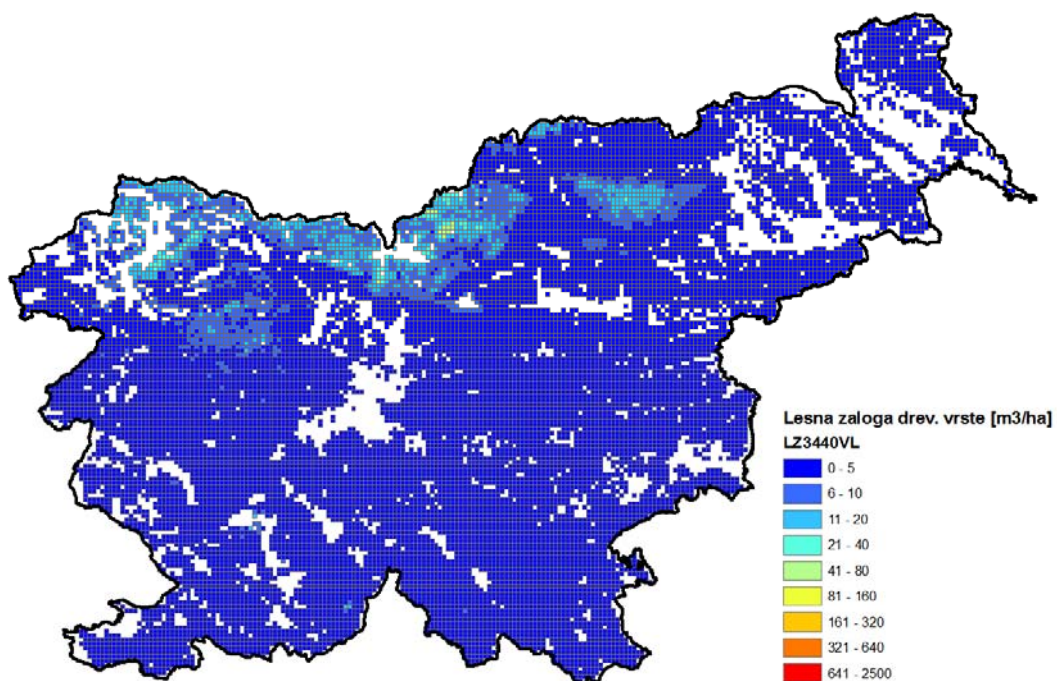


### 1.5.3.3 Za leto 2100



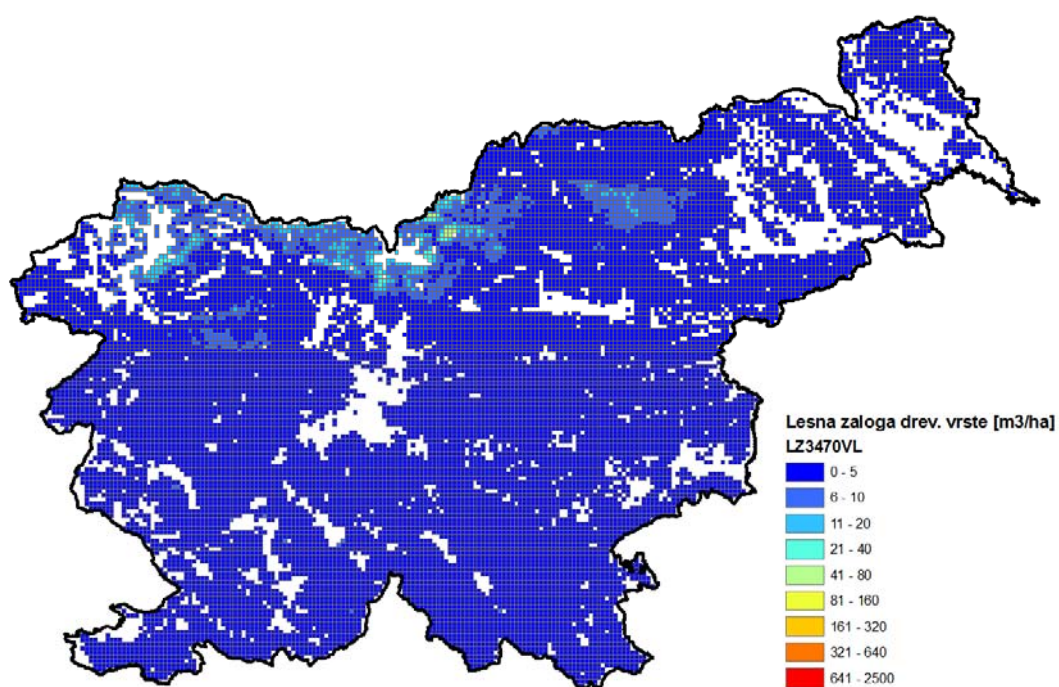
### 1.5.4 Napovedi po optimističnem scenariju

#### 1.5.4.1 Za leto 2040

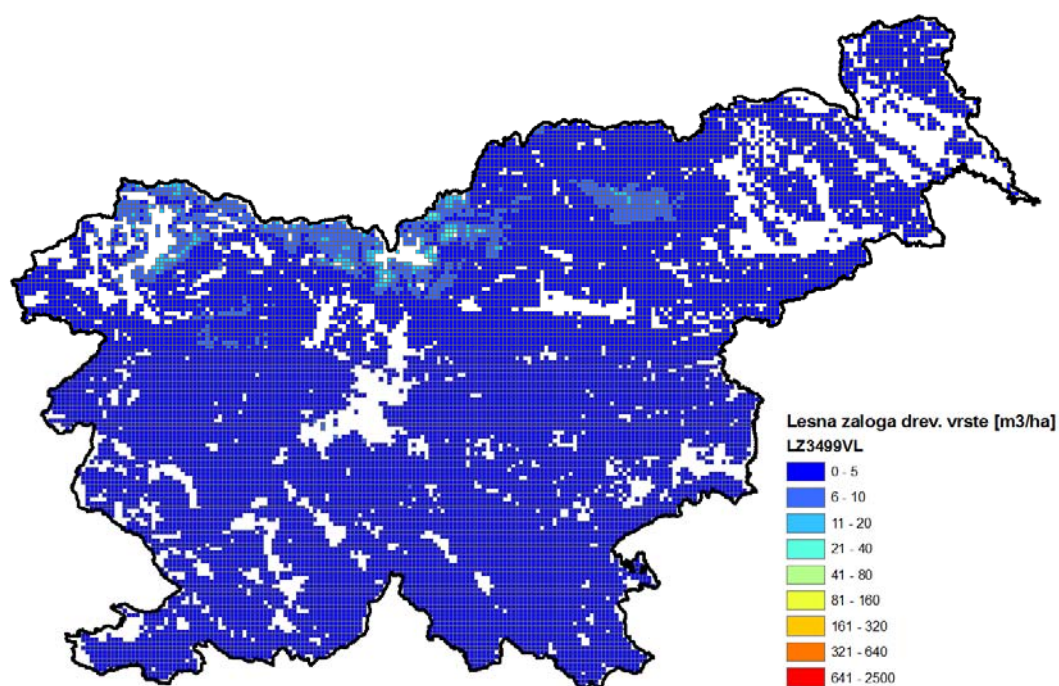




#### 1.5.4.2 Za leto 2070



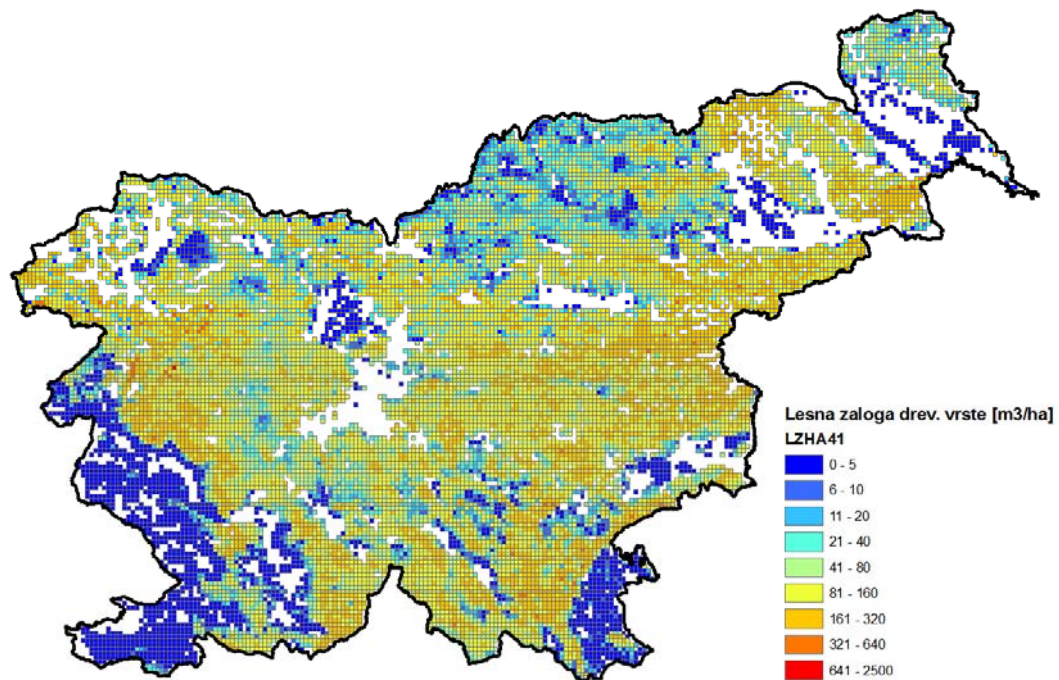
#### 1.5.4.3 Za leto 2100



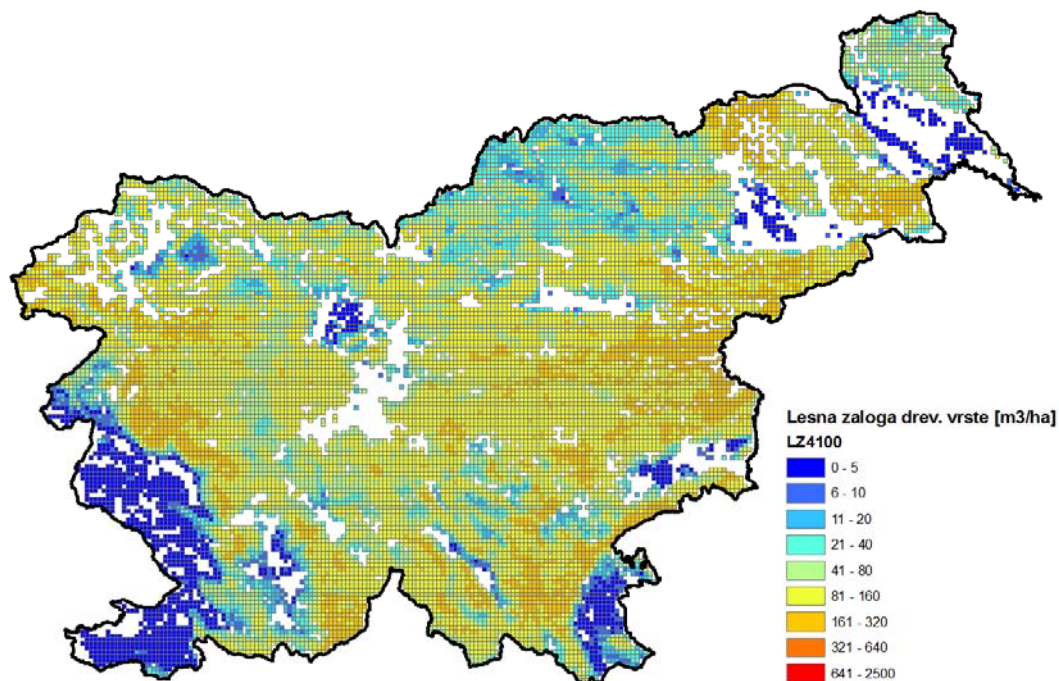
## 1.6 DV 41 – Bukev

### 1.6.1 Stanje leta 2000

#### 1.6.1.1 Dejansko stanje



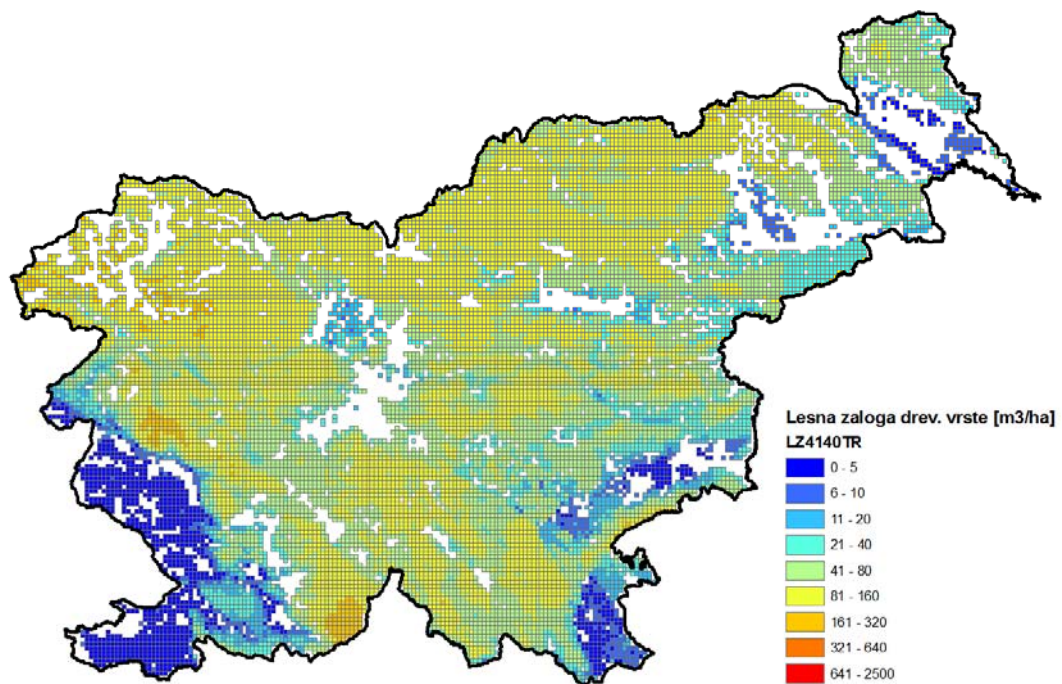
#### 1.6.1.2 Modelno stanje



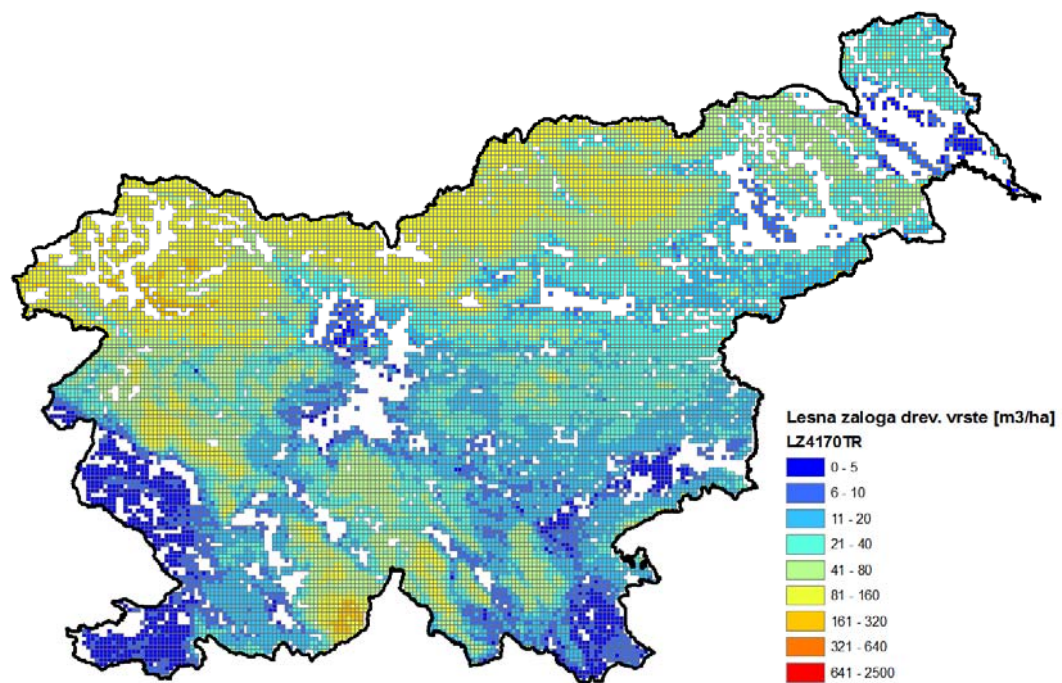


## 1.6.2 Napovedi po srednjem scenariju

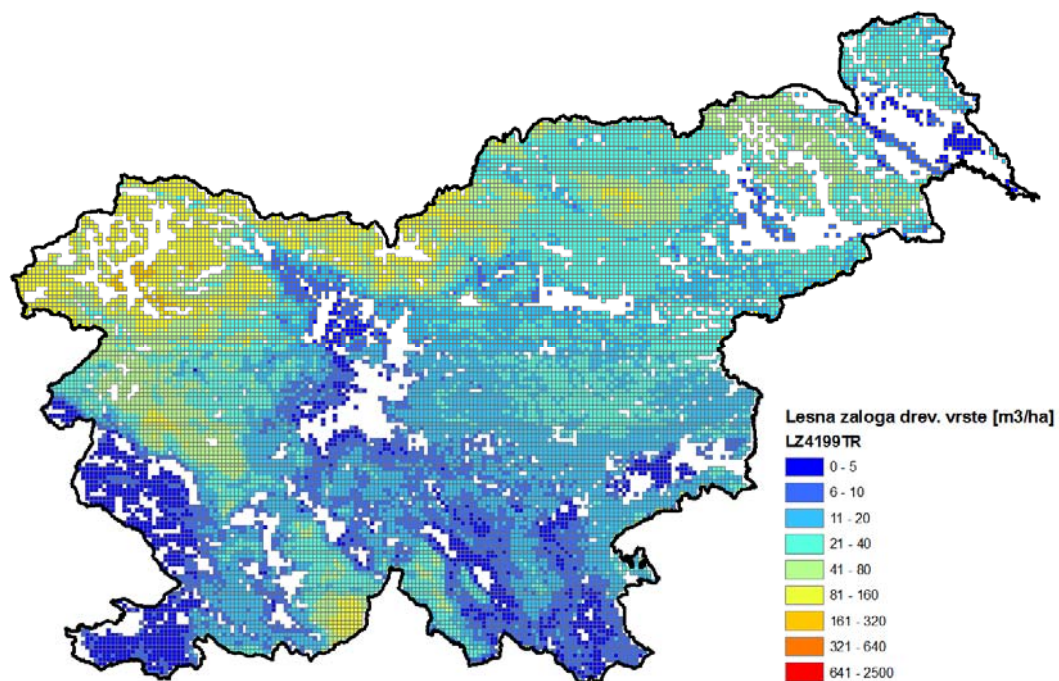
### 1.6.2.1 Za leto 2040



### 1.6.2.2 Za leto 2070

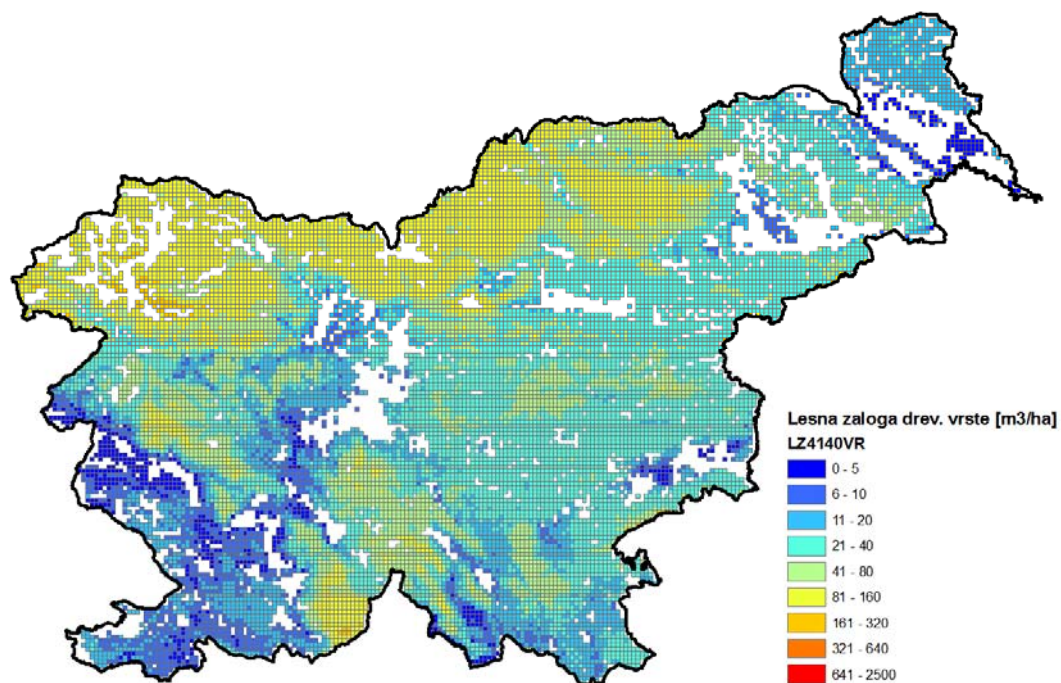


### 1.6.2.3 Za leto 2100



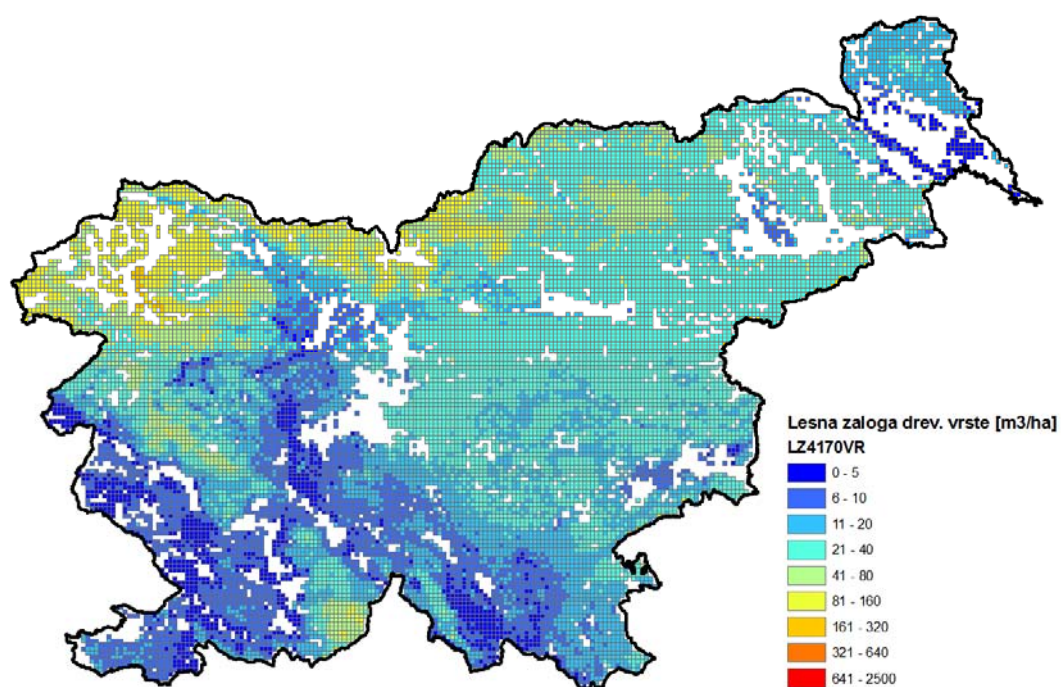
### 1.6.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.6.3.1 Za leto 2040

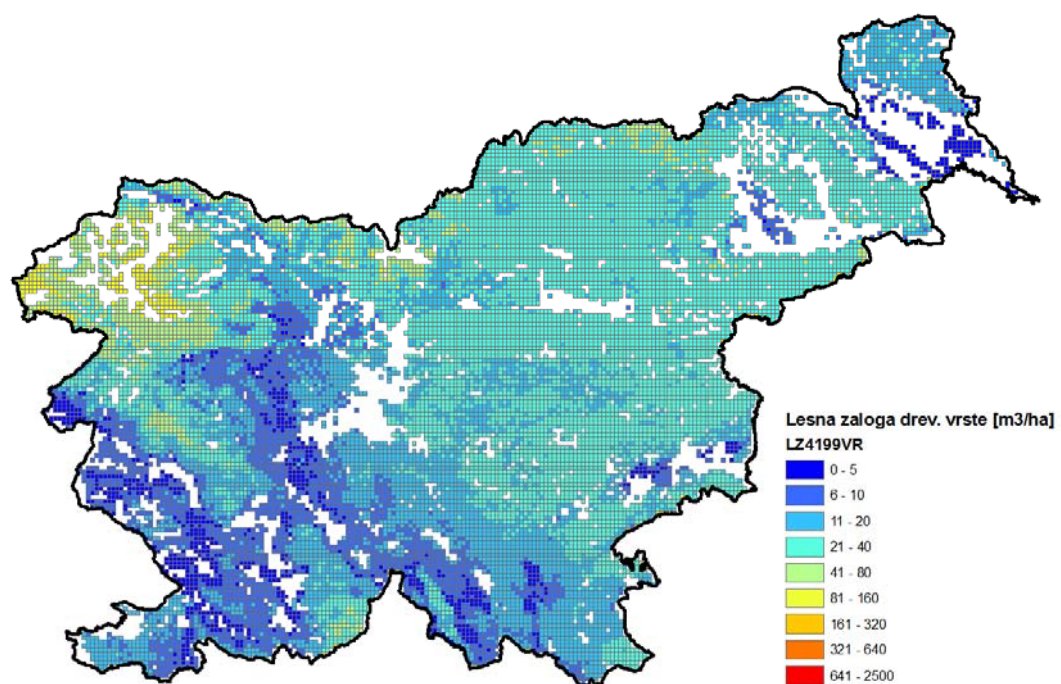




### 1.6.3.2 Za leto 2070

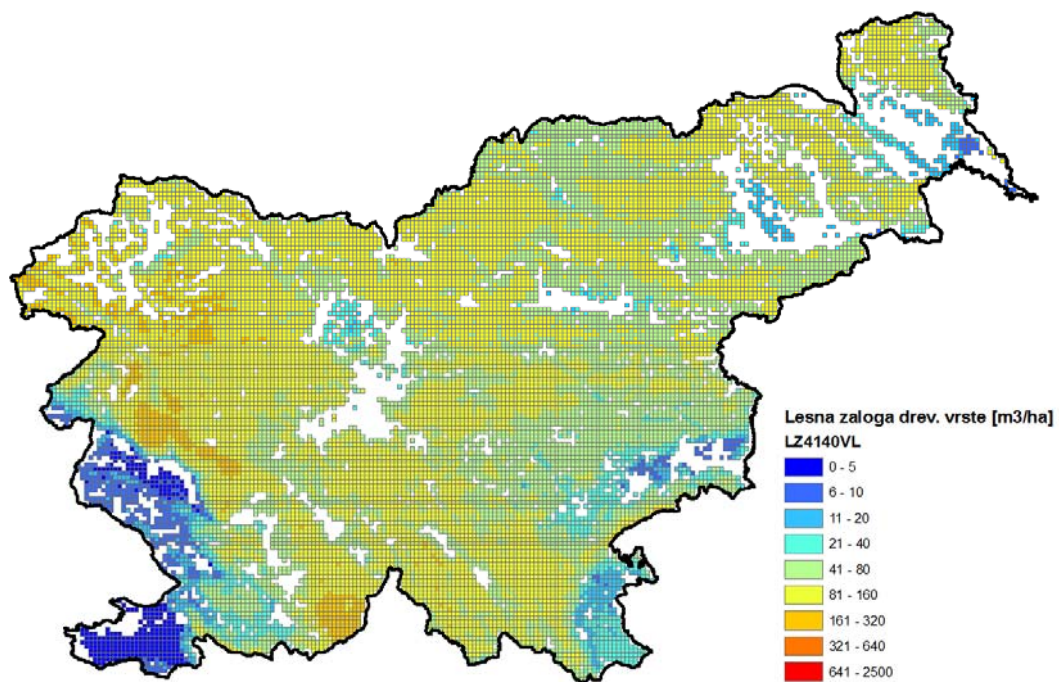


### 1.6.3.3 Za leto 2100

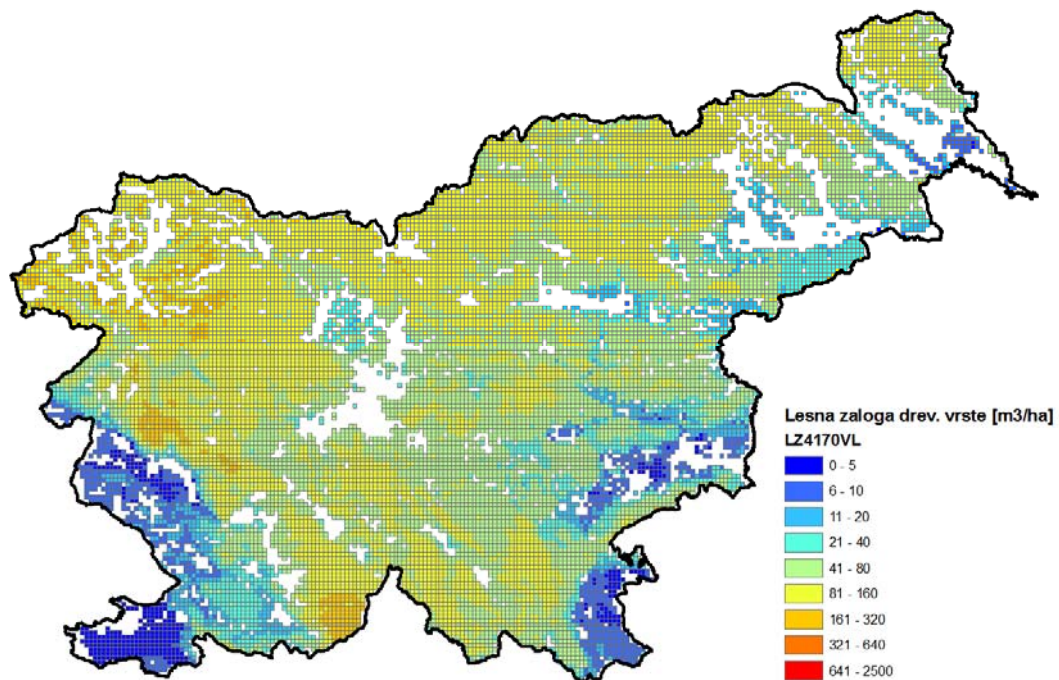


#### 1.6.4 Napovedi po optimističnem scenariju

##### 1.6.4.1 Za leto 2040

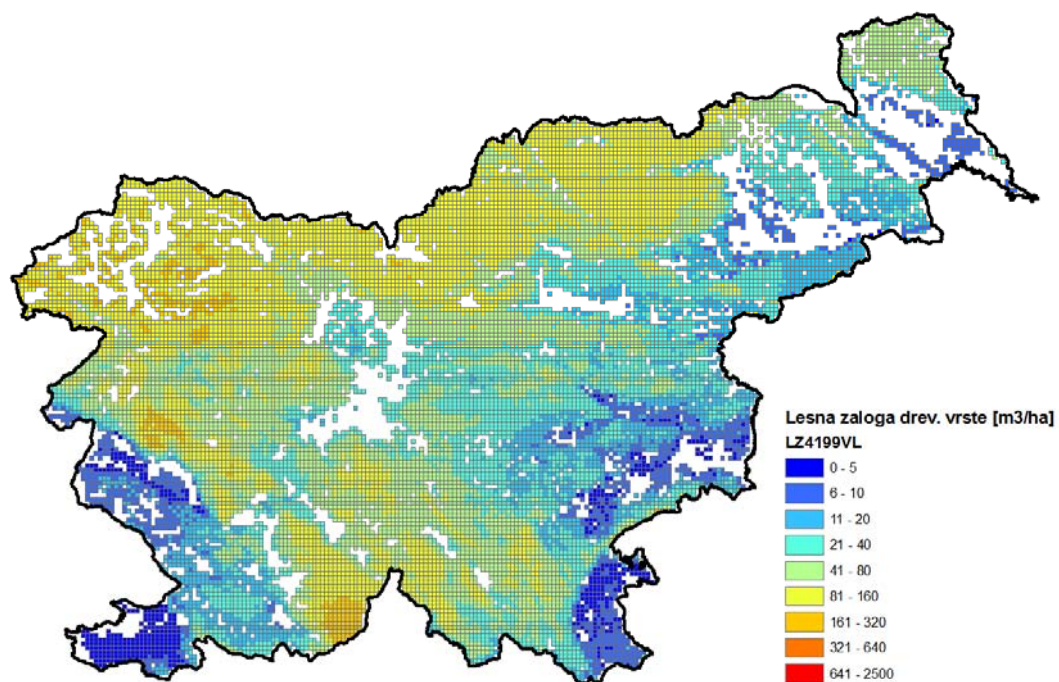


##### 1.6.4.2 Za leto 2070





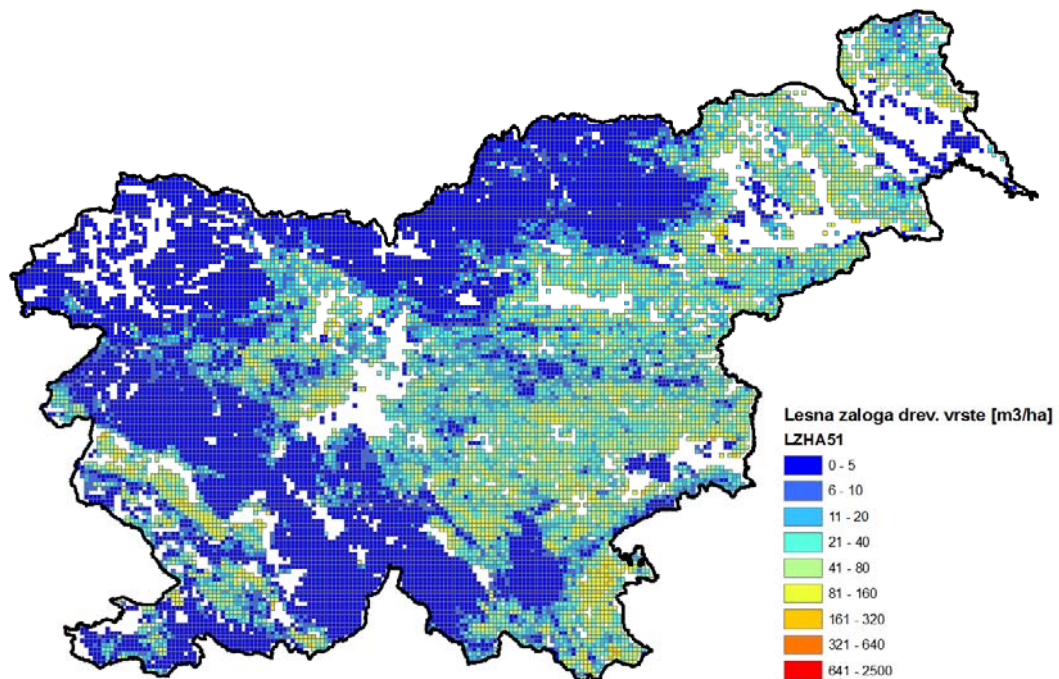
#### 1.6.4.3 Za leto 2100



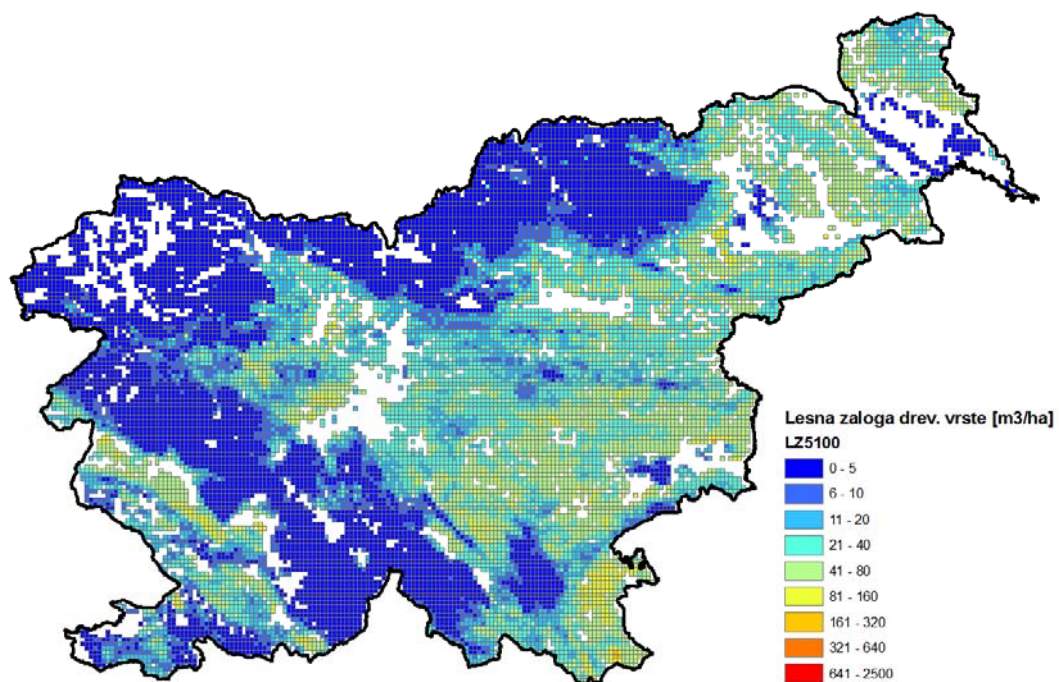
### 1.7 DV 51 – Graden

#### 1.7.1 Stanje leta 2000

##### 1.7.1.1 Dejansko stanje

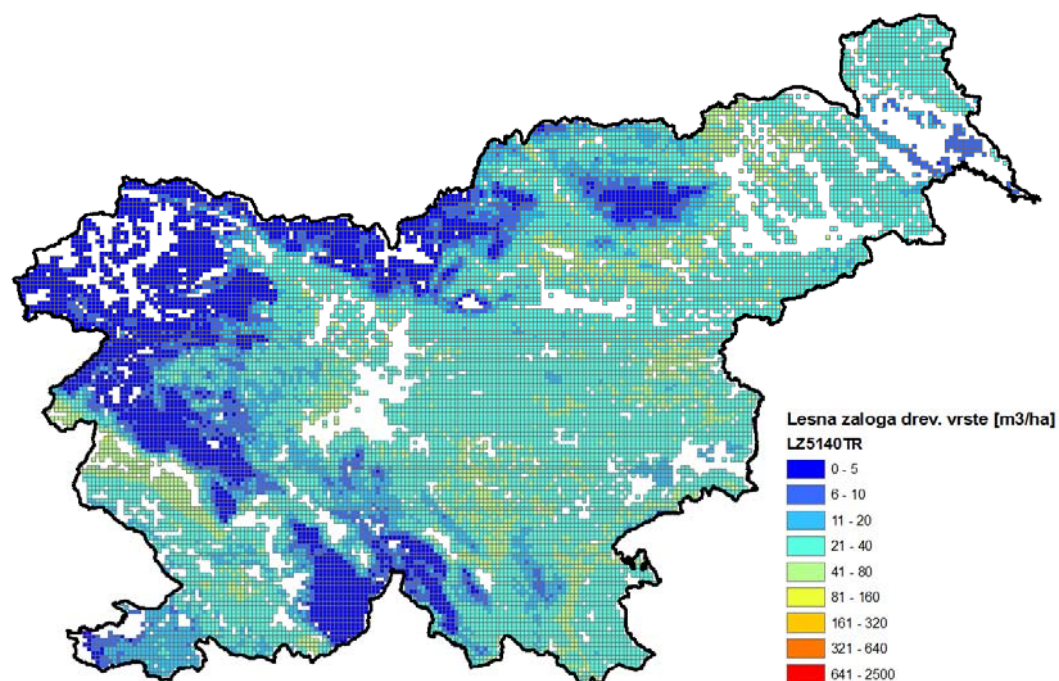


### 1.7.1.2 Modelno stanje



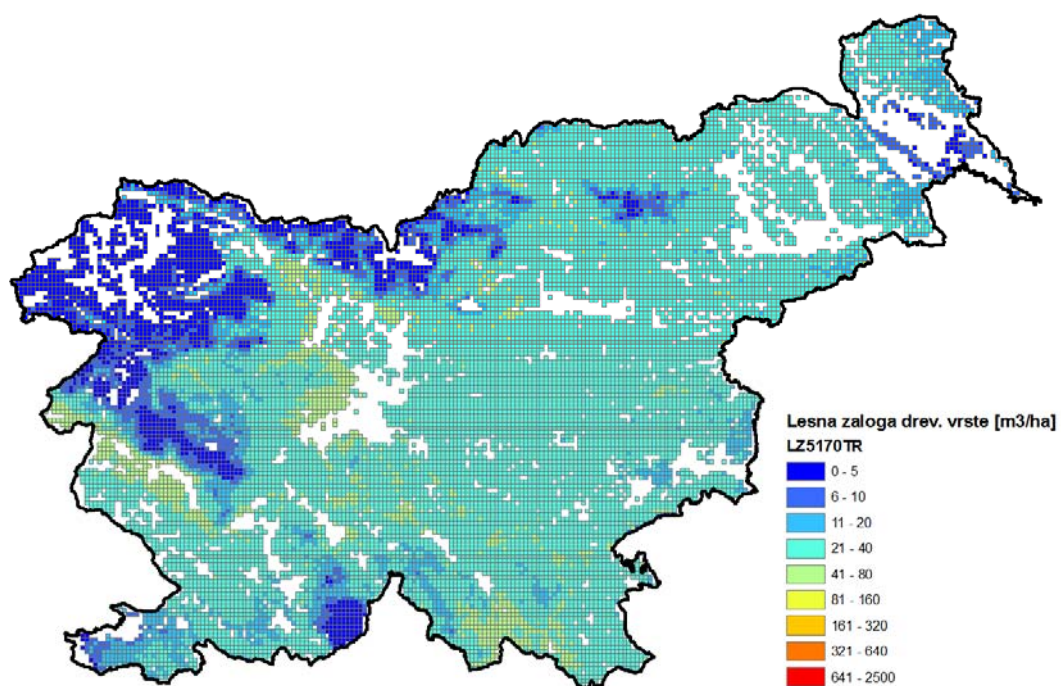
### 1.7.2 Napovedi po srednjem scenariju

#### 1.7.2.1 Za leto 2040

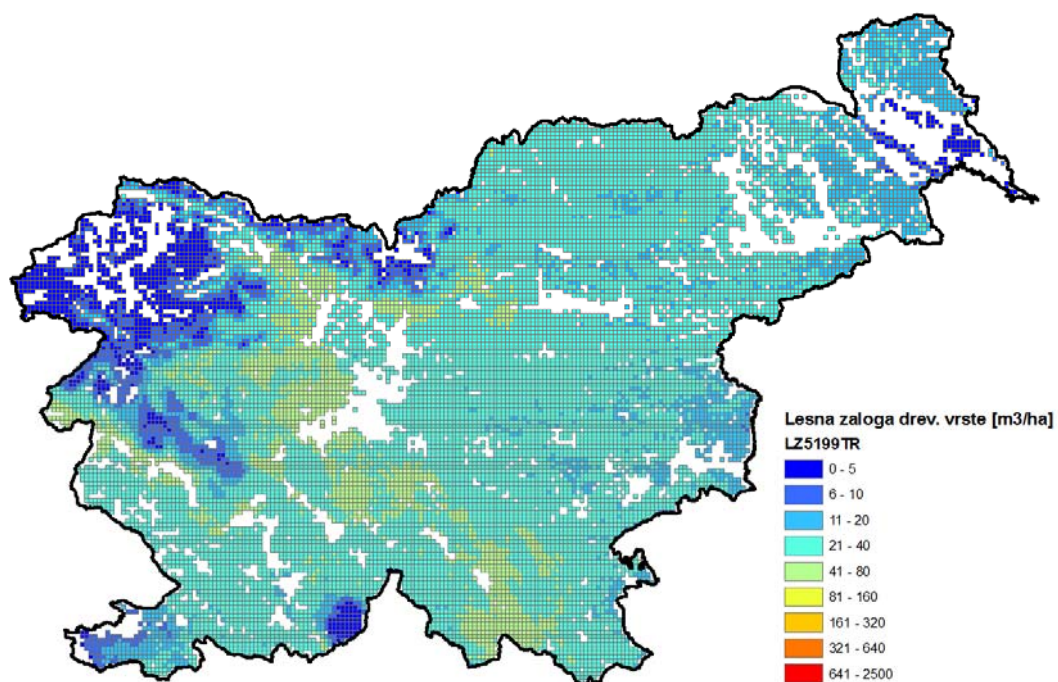




### 1.7.2.2 Za leto 2070

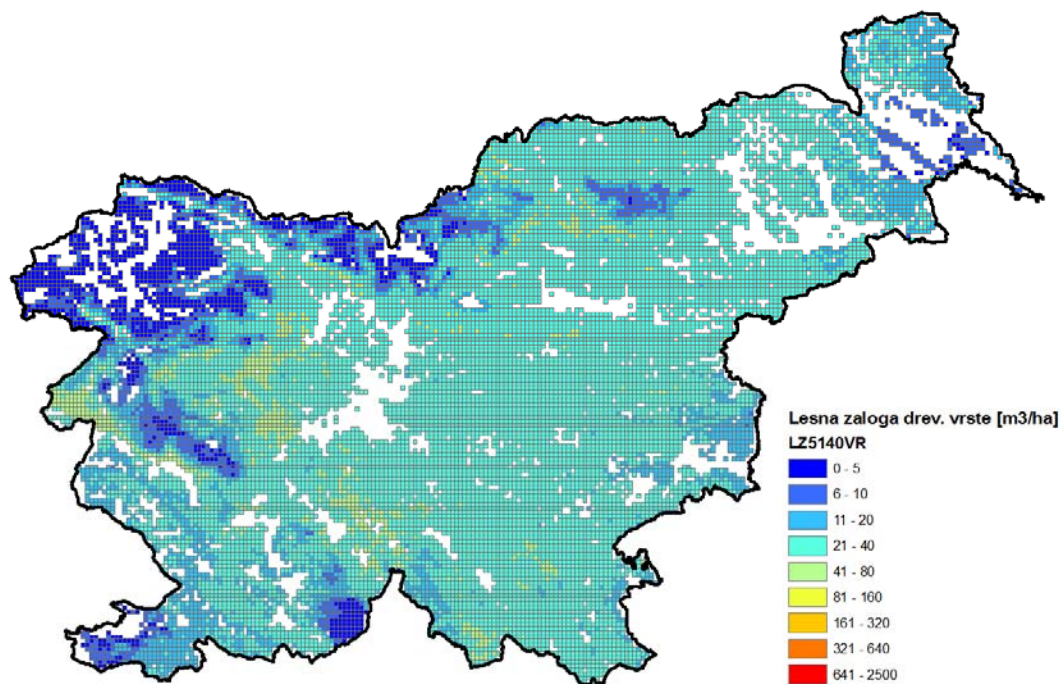


### 1.7.2.3 Za leto 2100

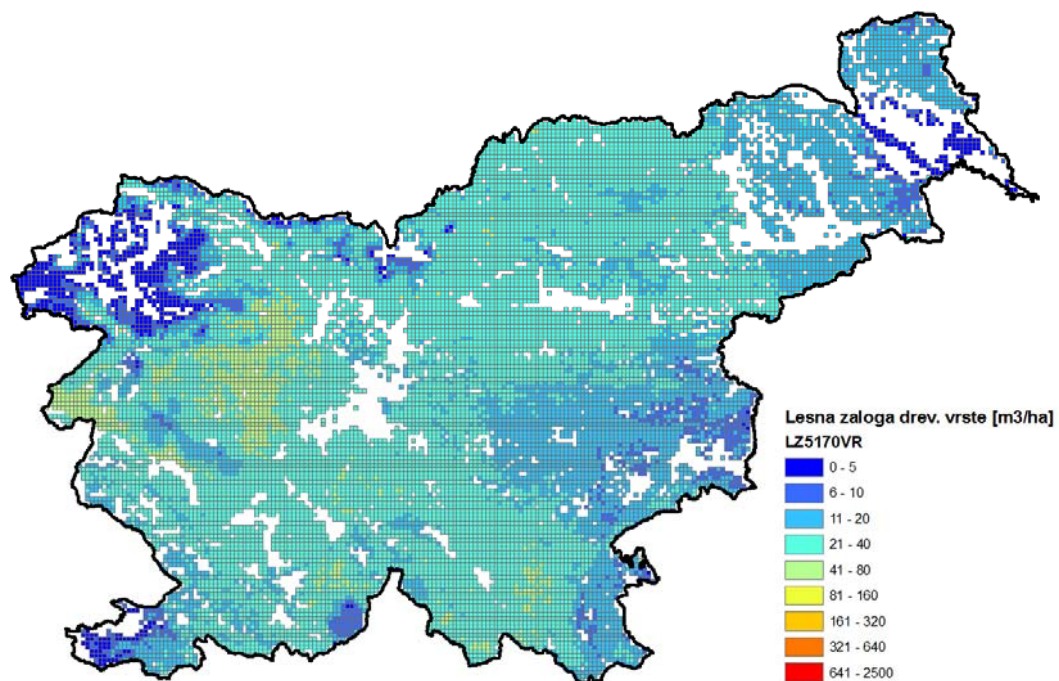


### 1.7.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.7.3.1 Za leto 2040

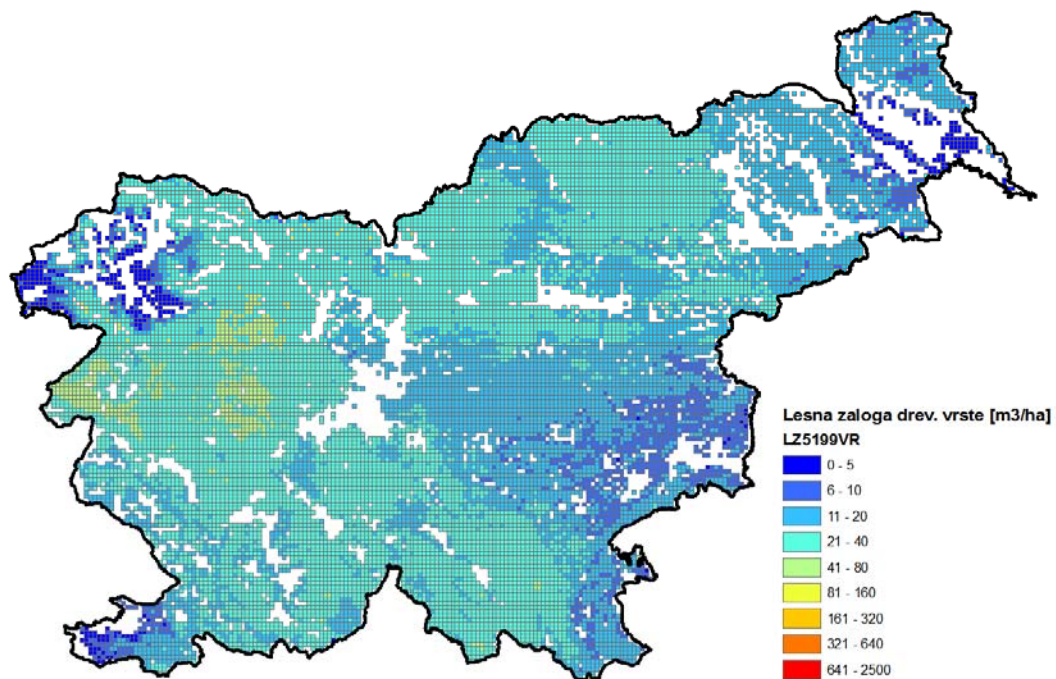


#### 1.7.3.2 Za leto 2070



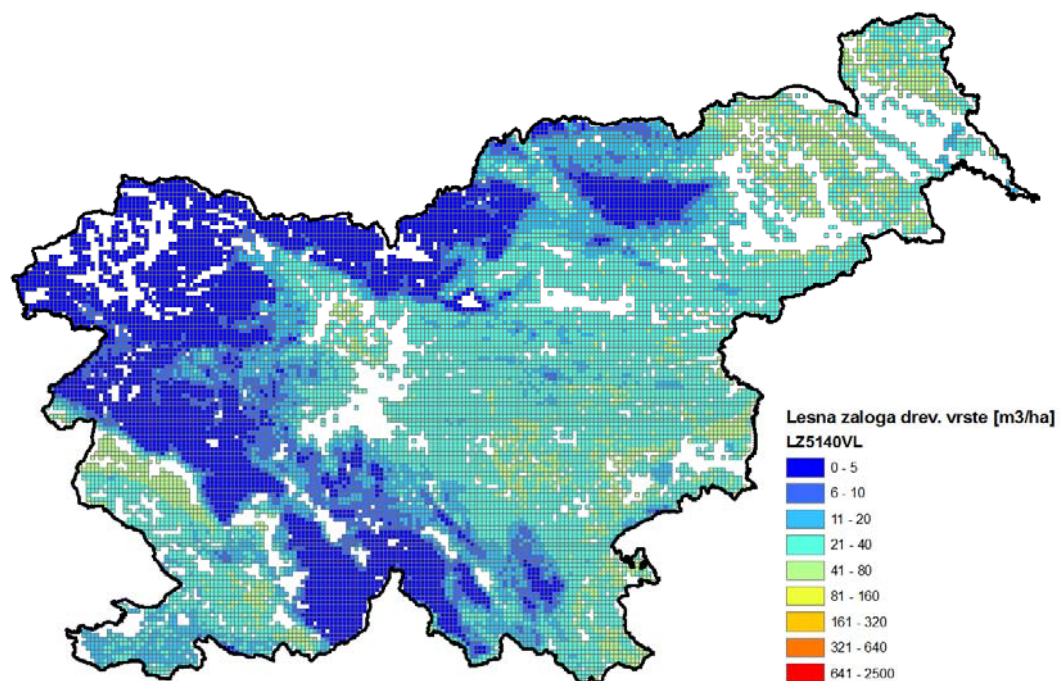


### 1.7.3.3 Za leto 2100

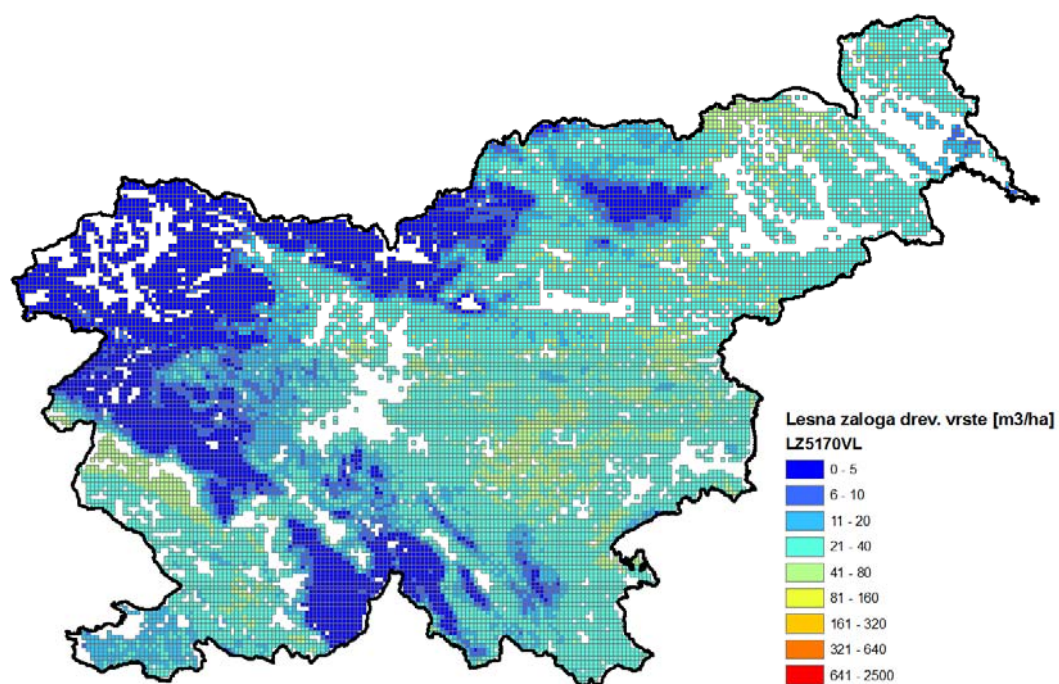


### 1.7.4 Napovedi po optimističnem scenariju

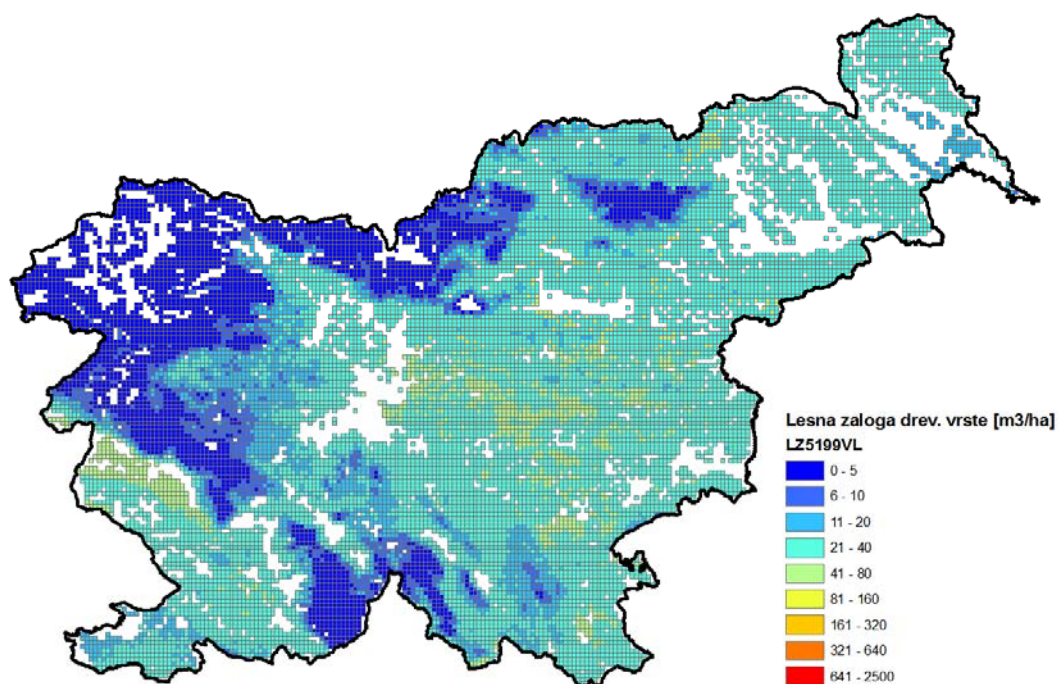
#### 1.7.4.1 Za leto 2040



#### 1.7.4.2 Za leto 2070



#### 1.7.4.3 Za leto 2100

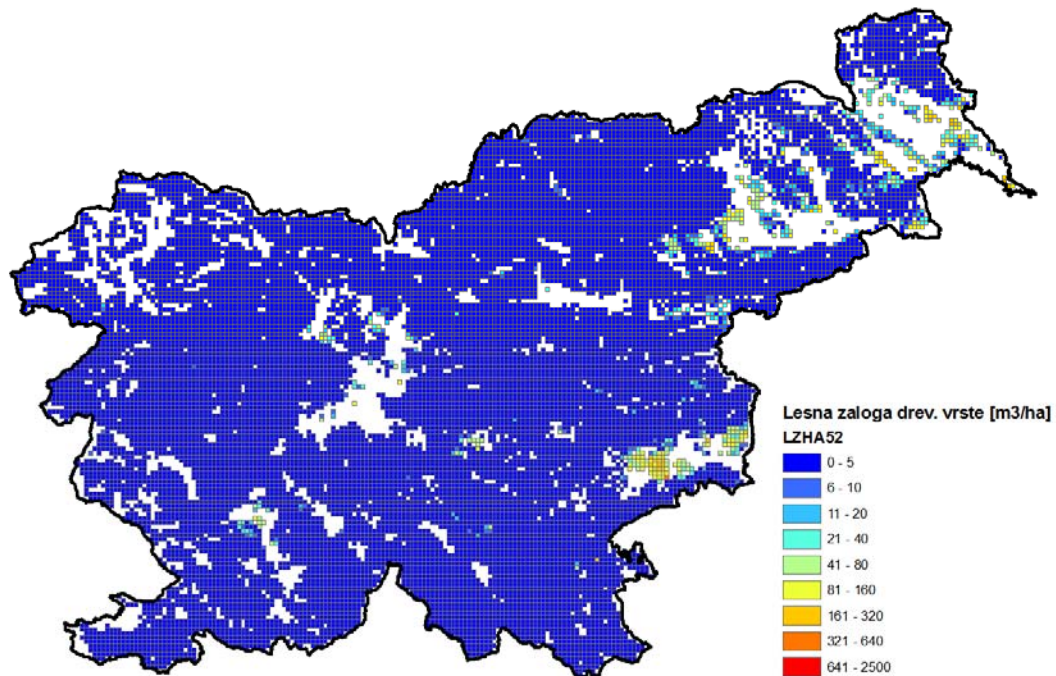




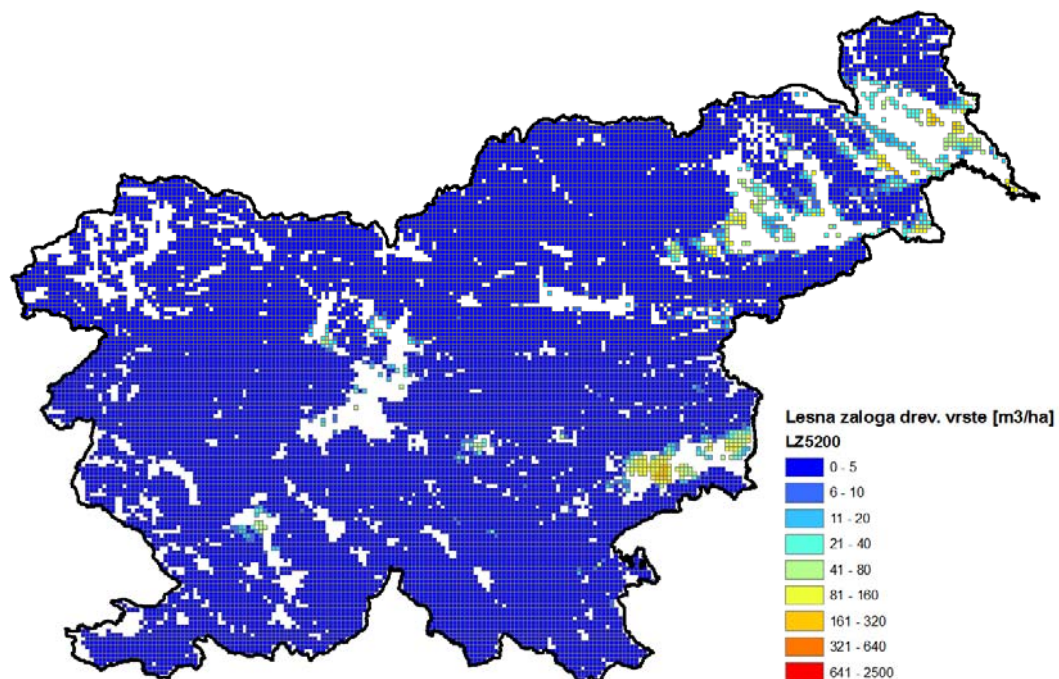
## 1.8 DV 52 – Dob

### 1.8.1 Stanje leta 2000

#### 1.8.1.1 Dejansko stanje



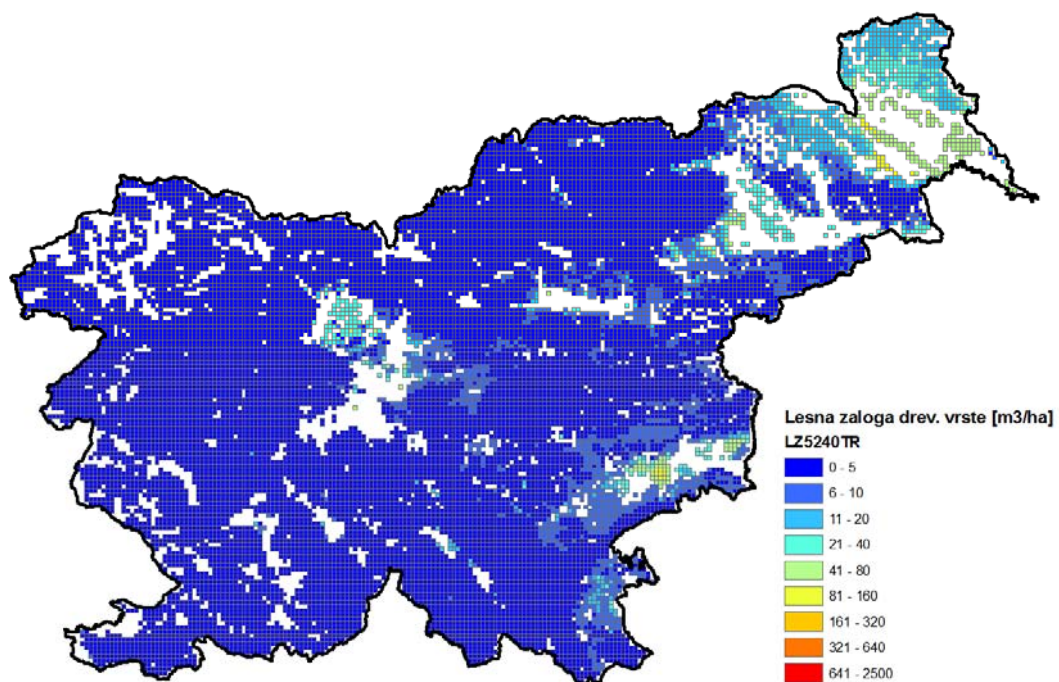
#### 1.8.1.2 Modelno stanje



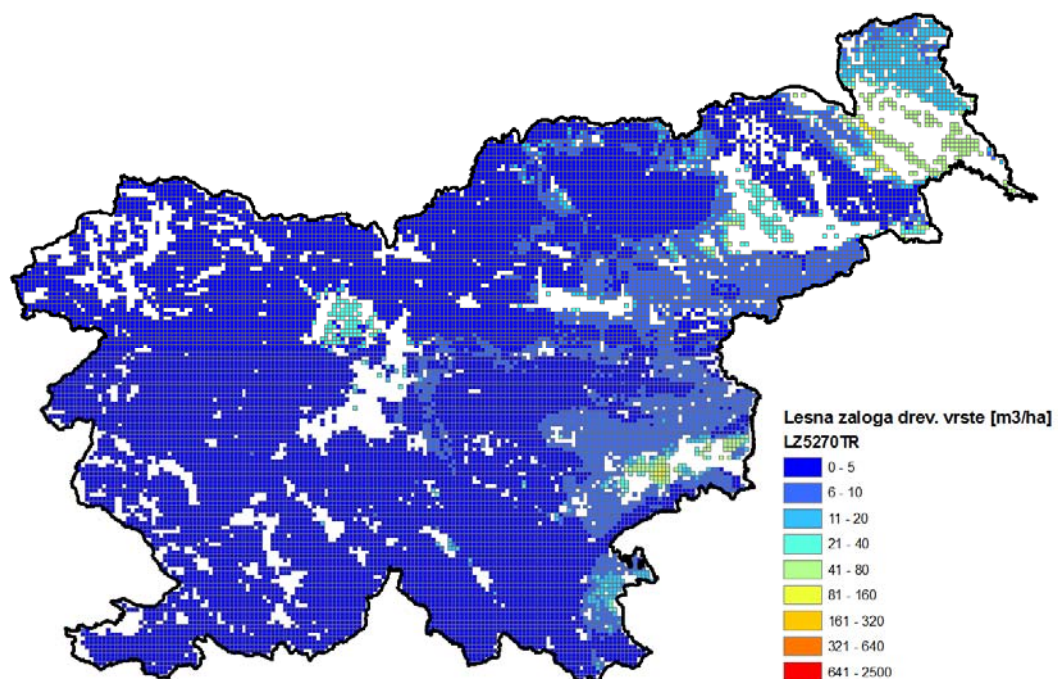


## 1.8.2 Napovedi po srednjem scenariju

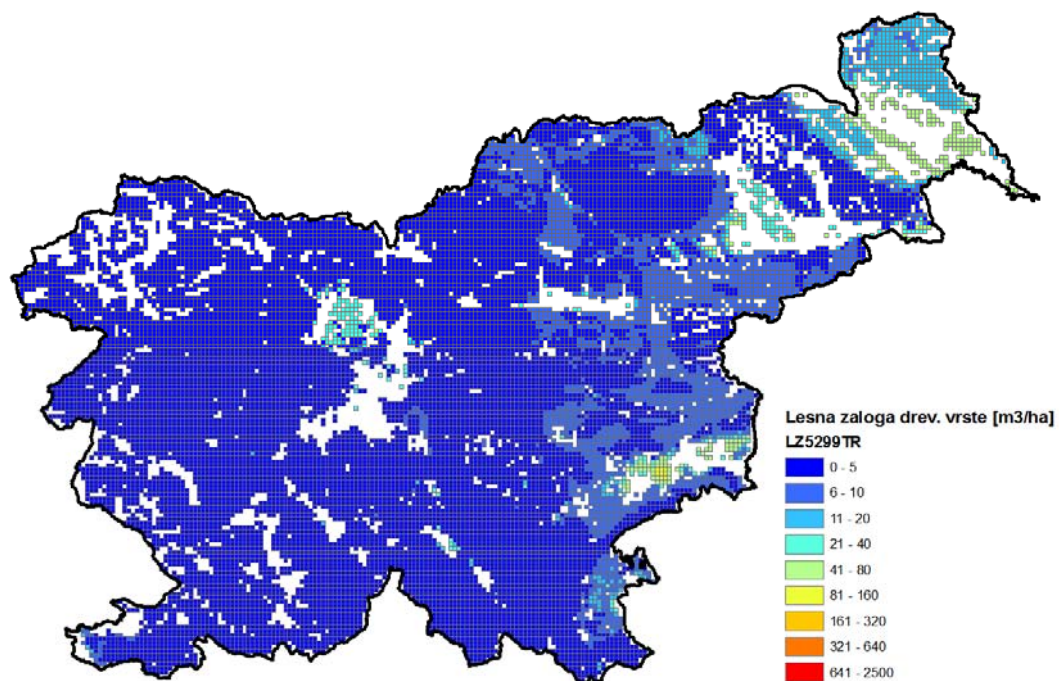
### 1.8.2.1 Za leto 2040



### 1.8.2.2 Za leto 2070

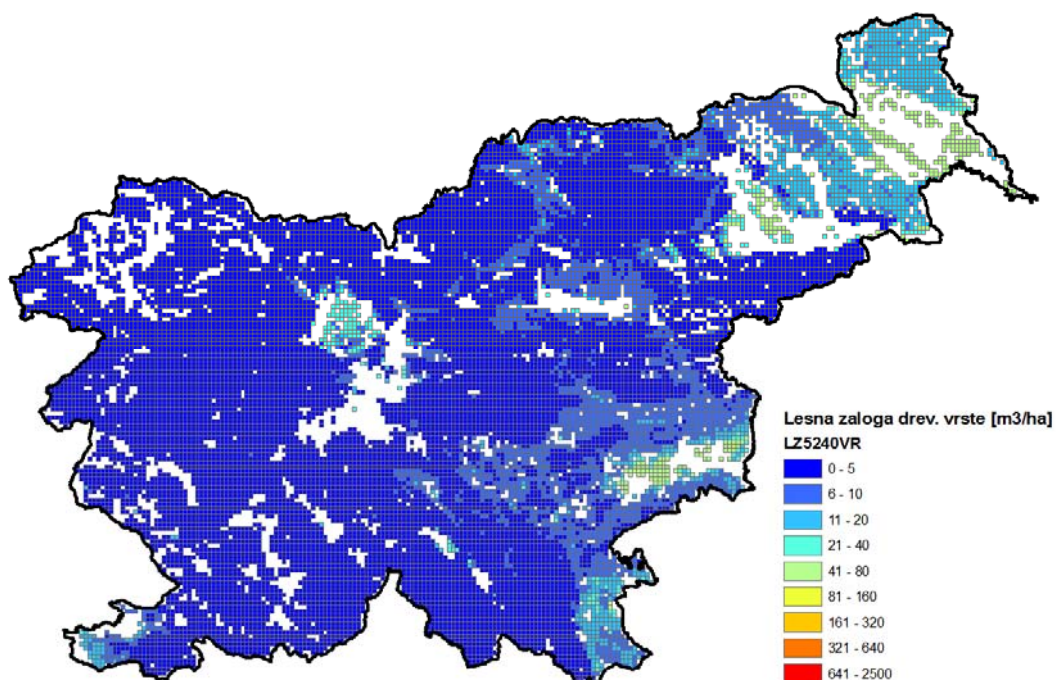


### 1.8.2.3 Za leto 2100



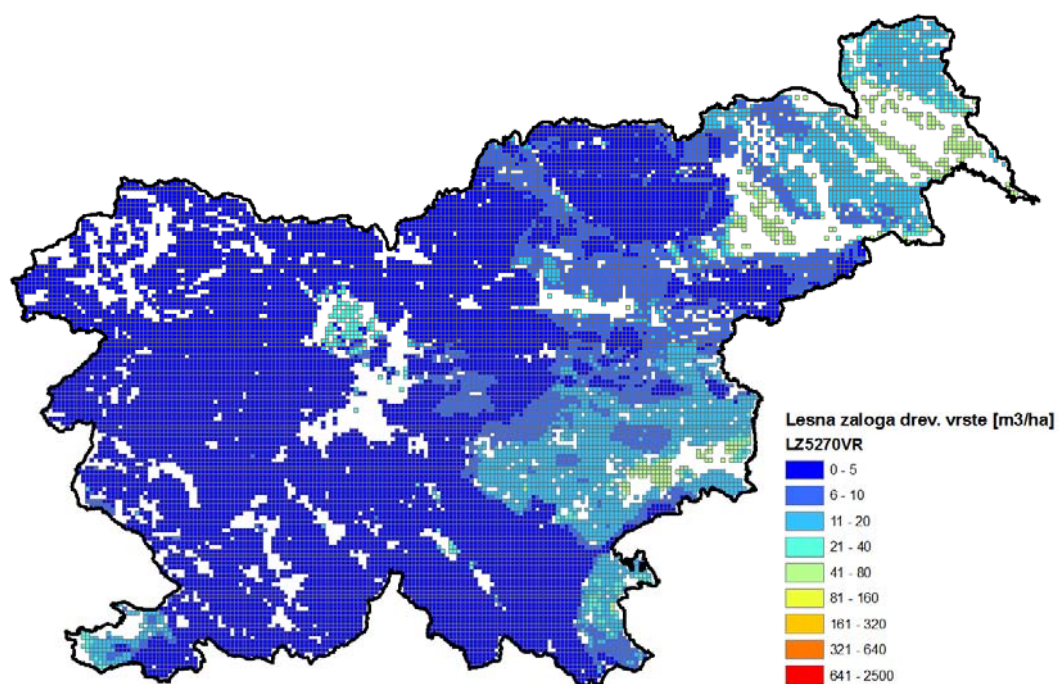
## 1.8.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

### 1.8.3.1 Za leto 2040

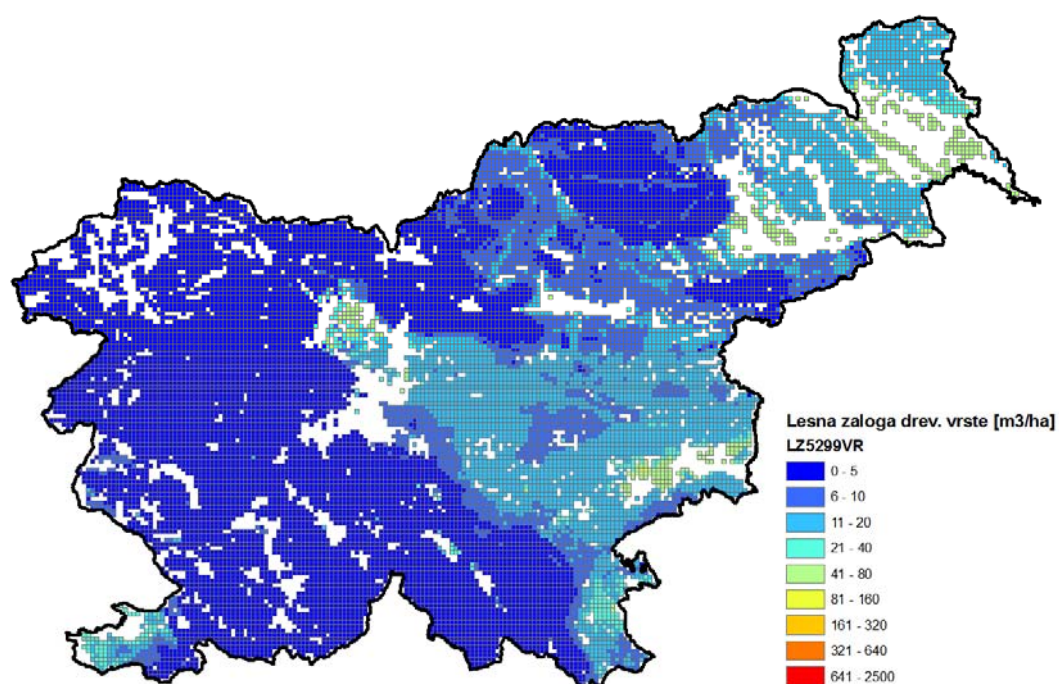




### 1.8.3.2 Za leto 2070



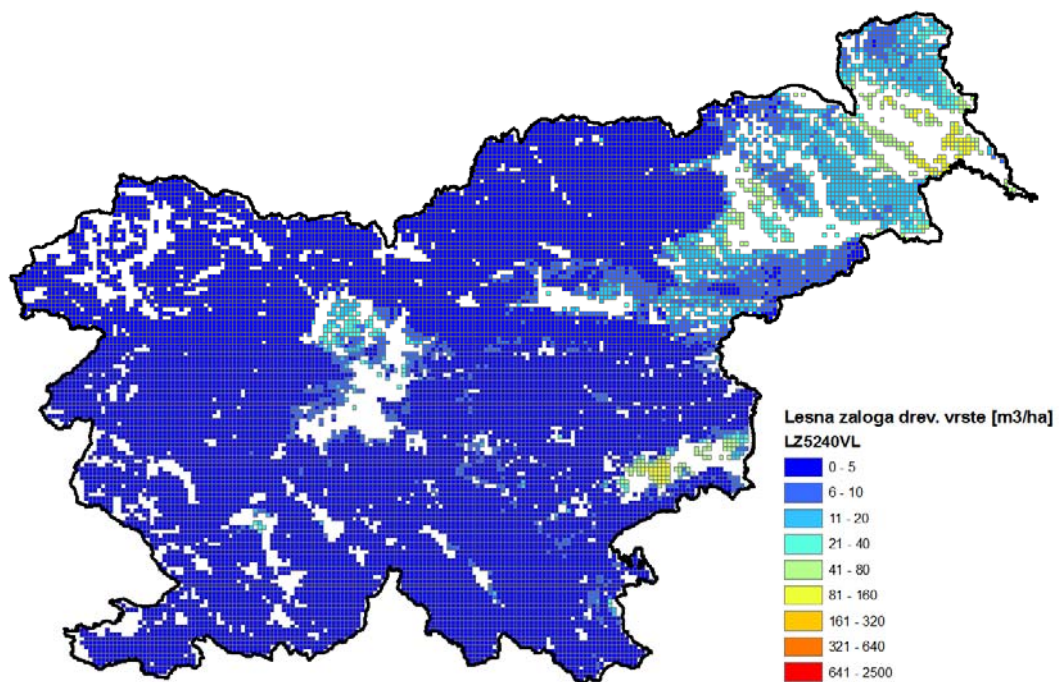
### 1.8.3.3 Za leto 2100



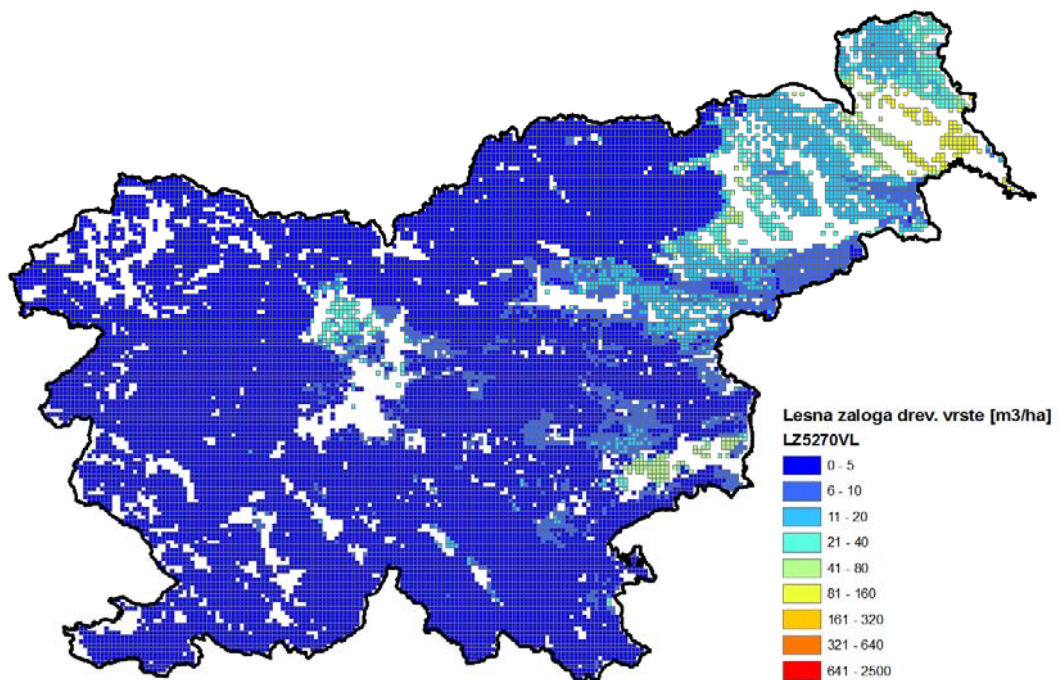


#### 1.8.4 Napovedi po optimističnem scenariju

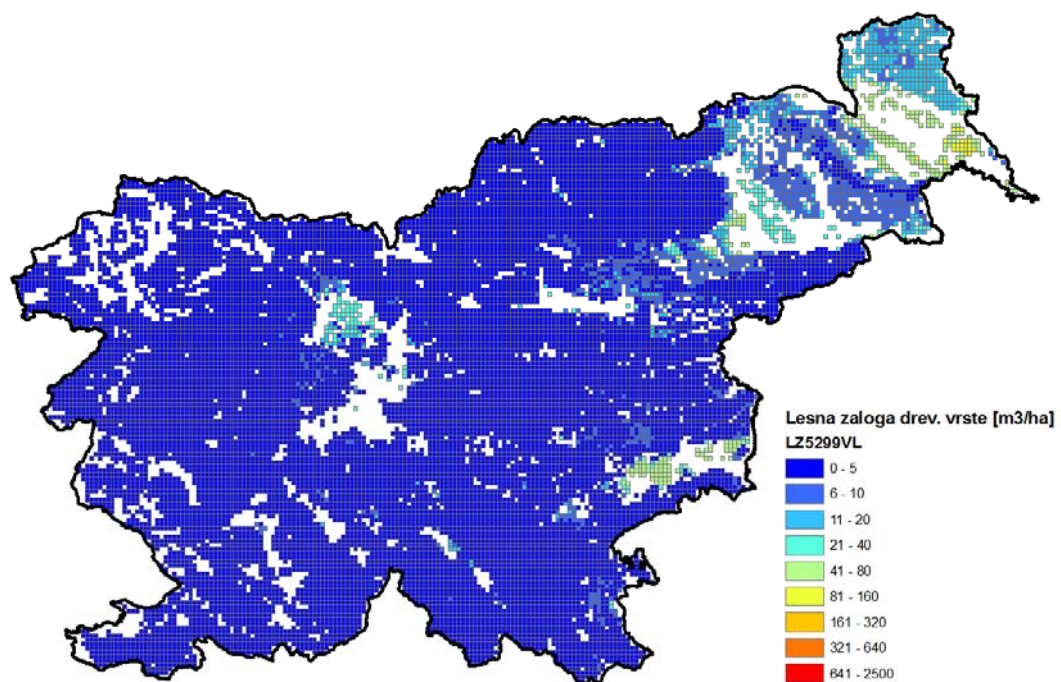
##### 1.8.4.1 Za leto 2040



##### 1.8.4.2 Za leto 2070



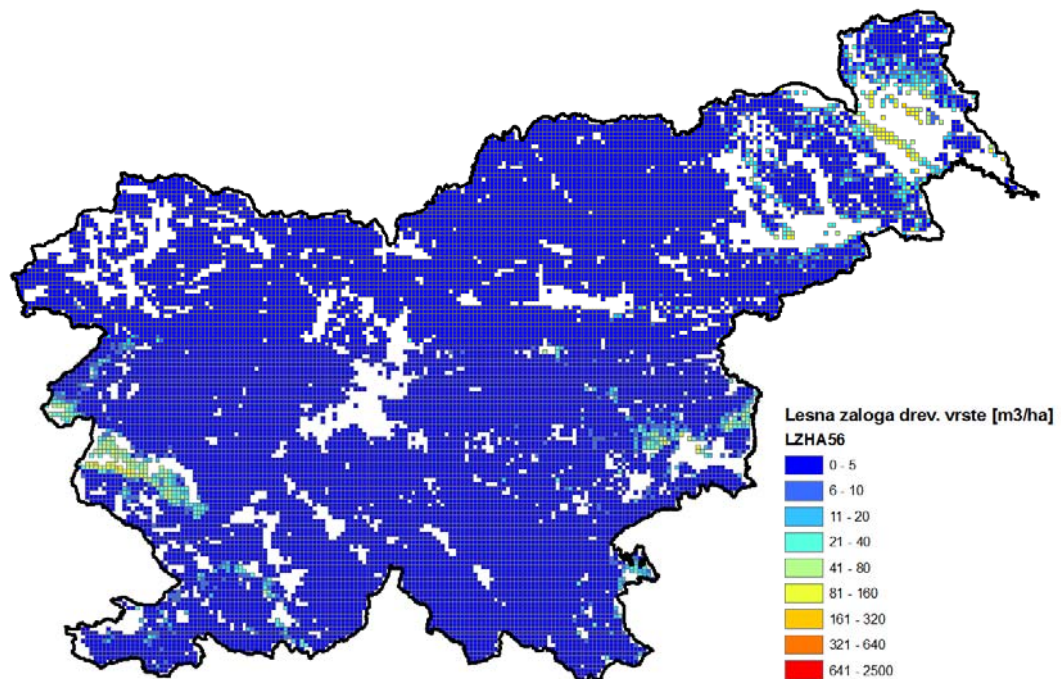
#### 1.8.4.3 Za leto 2100



### 1.9 DV 56 – Robinija

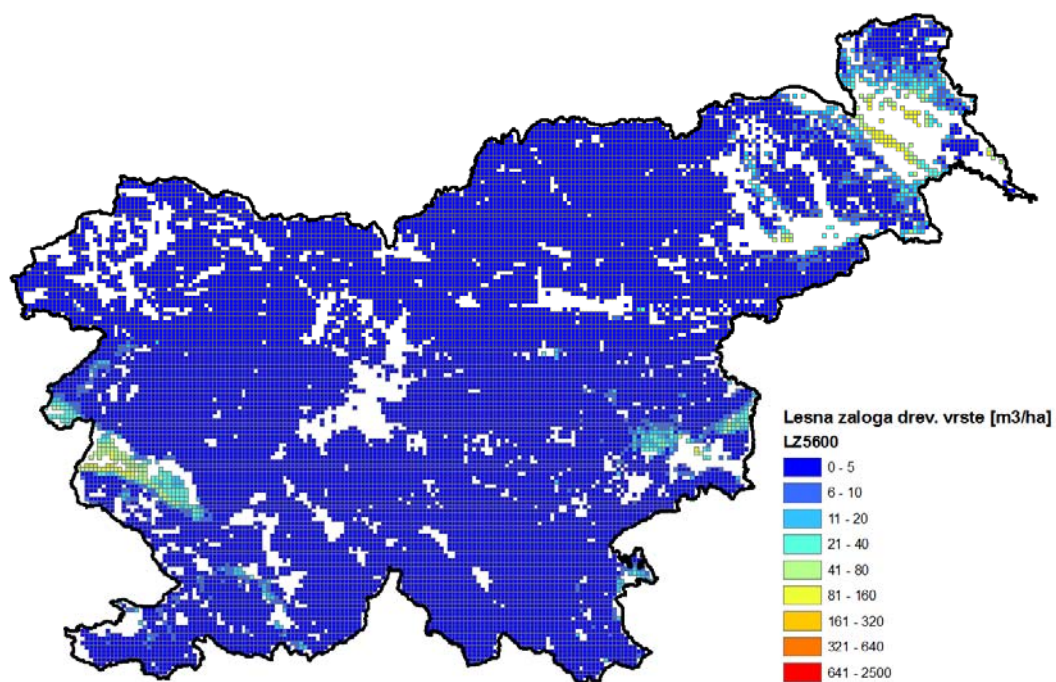
#### 1.9.1 Stanje leta 2000

##### 1.9.1.1 Dejansko stanje



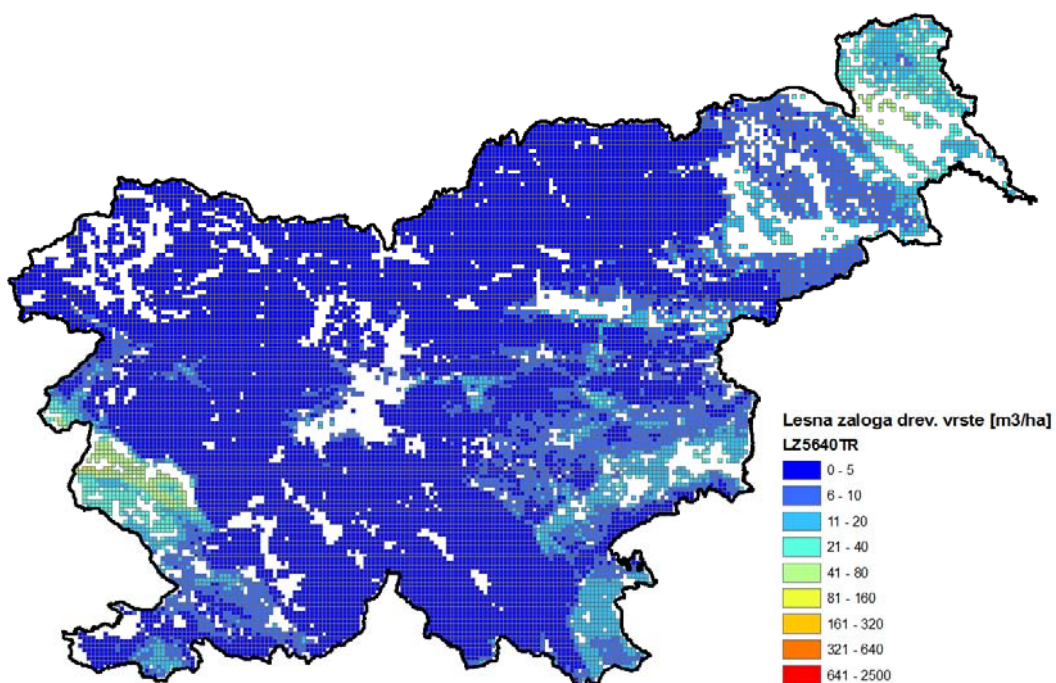


### 1.9.1.2 Modelno stanje



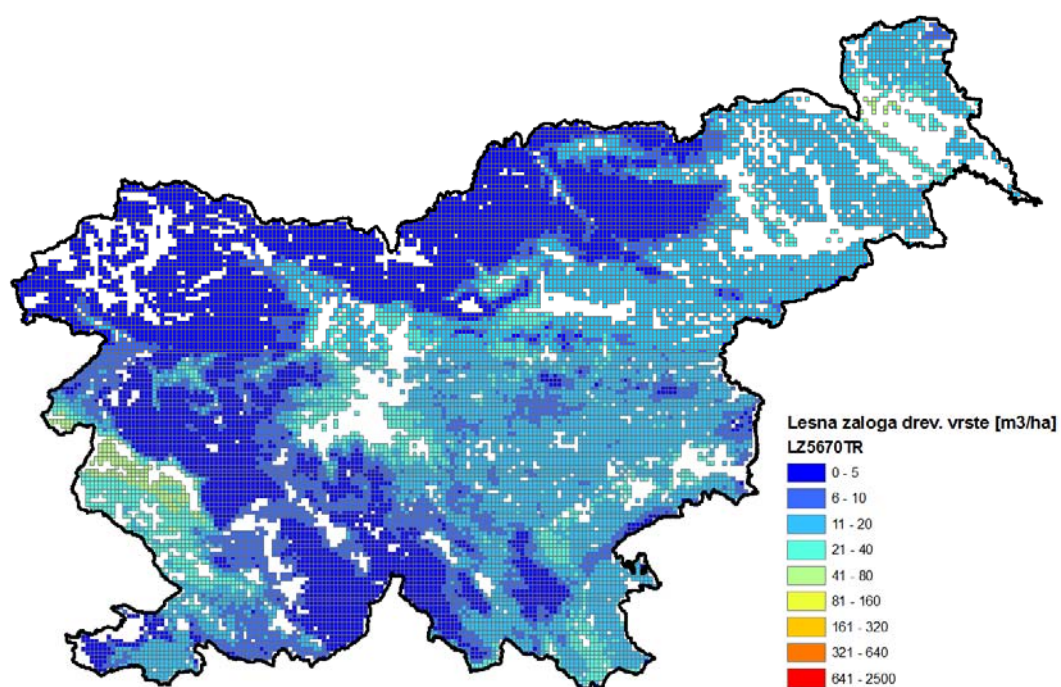
### 1.9.2 Napovedi po srednjem scenariju

#### 1.9.2.1 Za leto 2040

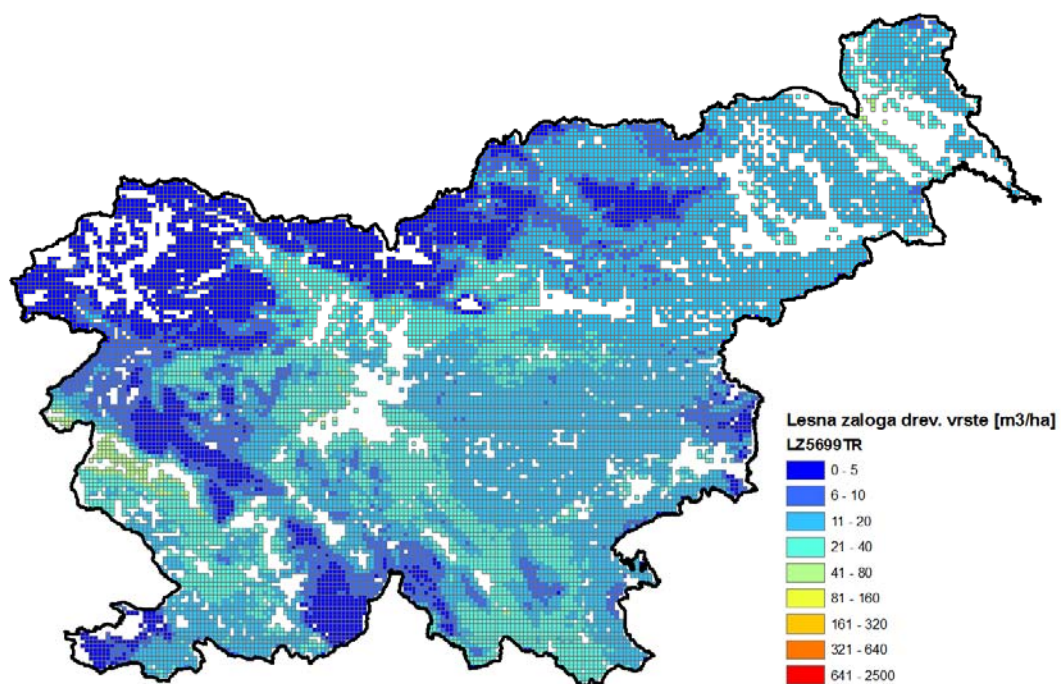




### 1.9.2.2 Za leto 2070

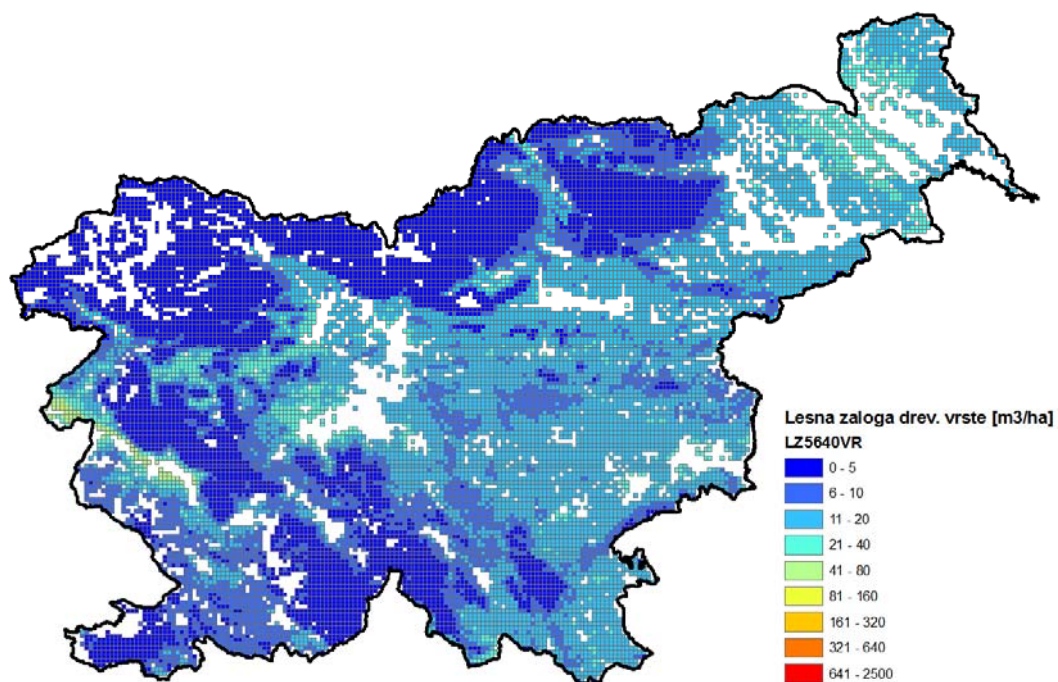


### 1.9.2.3 Za leto 2100

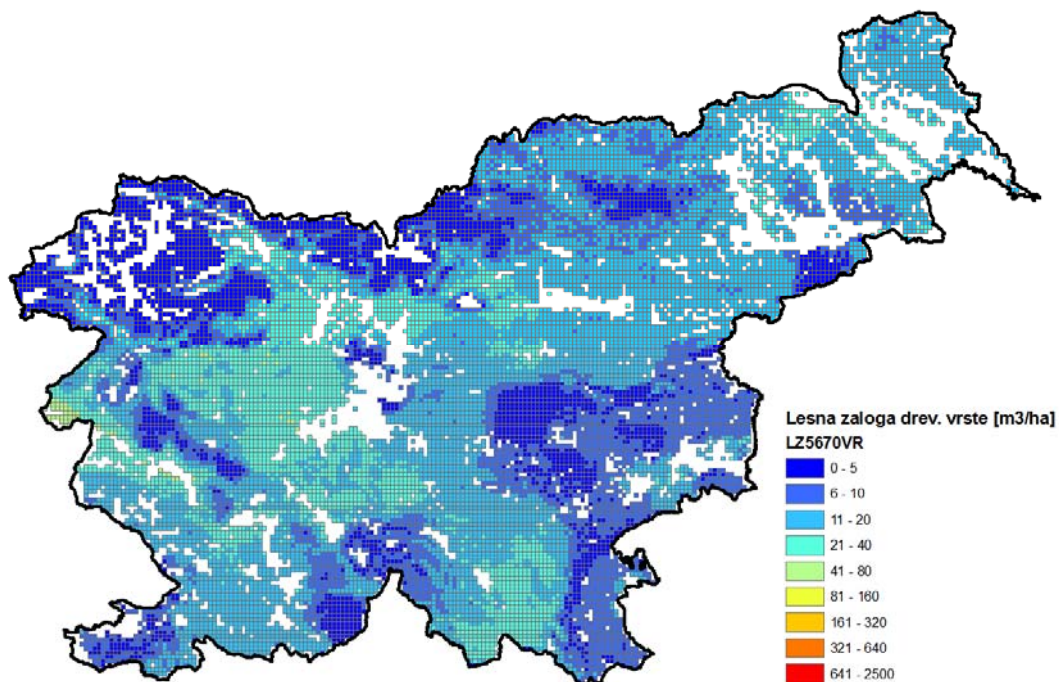


### 1.9.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.9.3.1 Za leto 2040

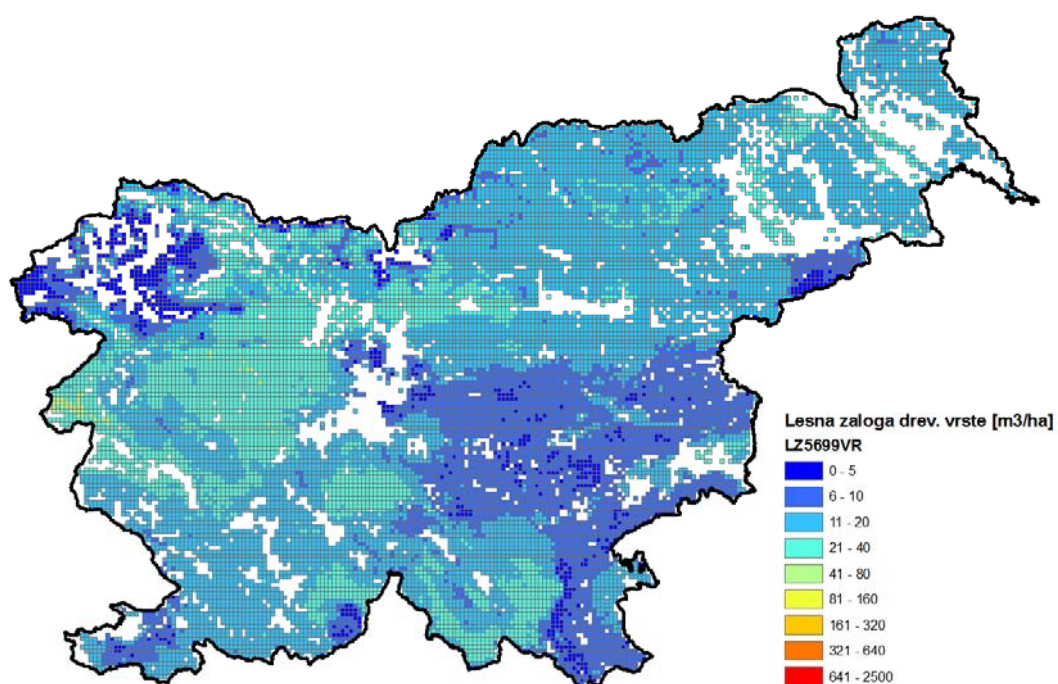


#### 1.9.3.2 Za leto 2070



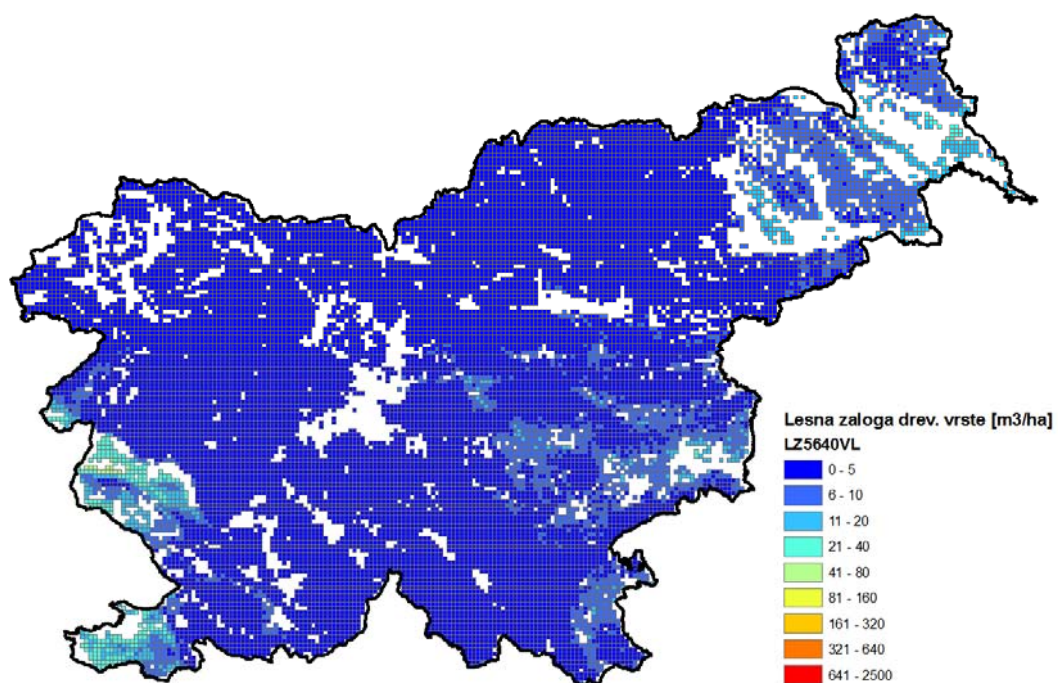


### 1.9.3.3 Za leto 2100



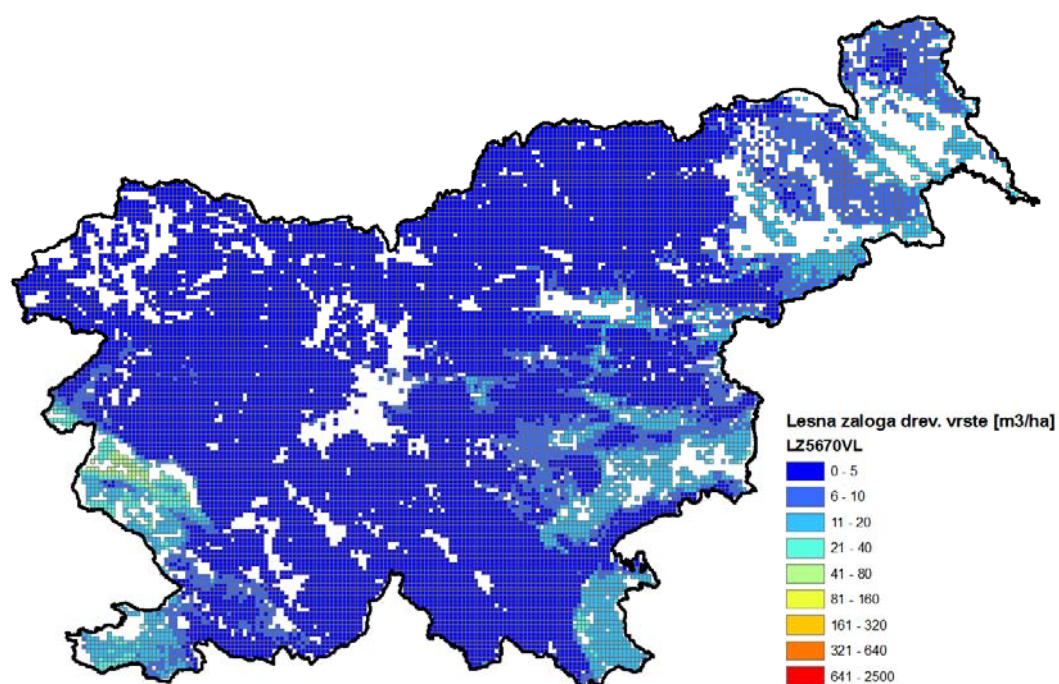
## 1.9.4 Napovedi po optimističnem scenariju

### 1.9.4.1 Za leto 2040

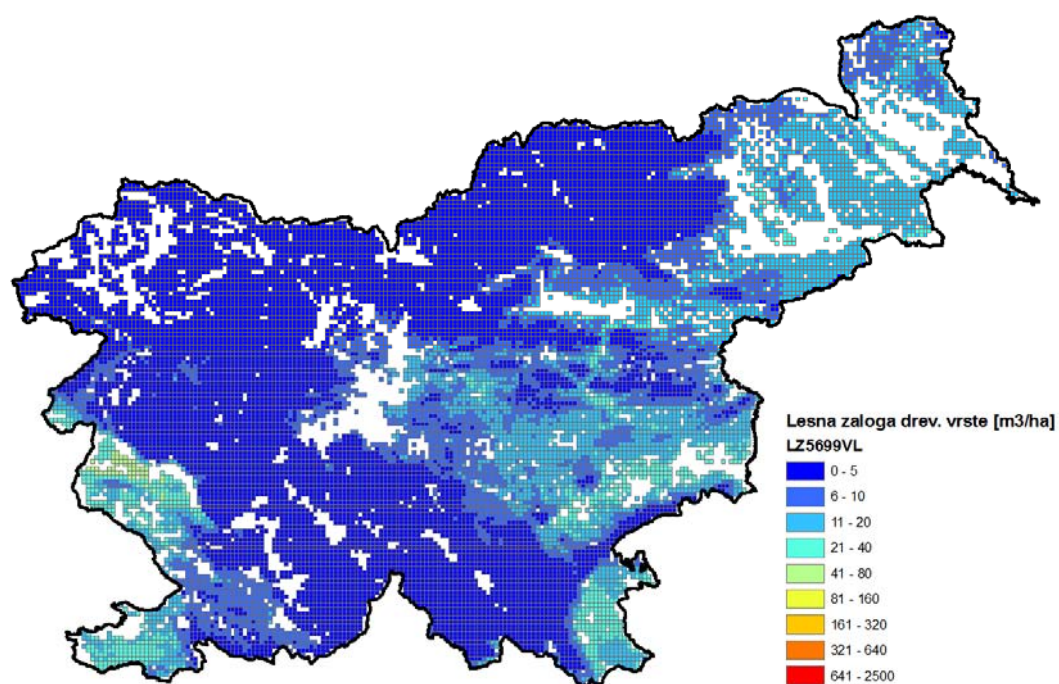




#### 1.9.4.2 Za leto 2070



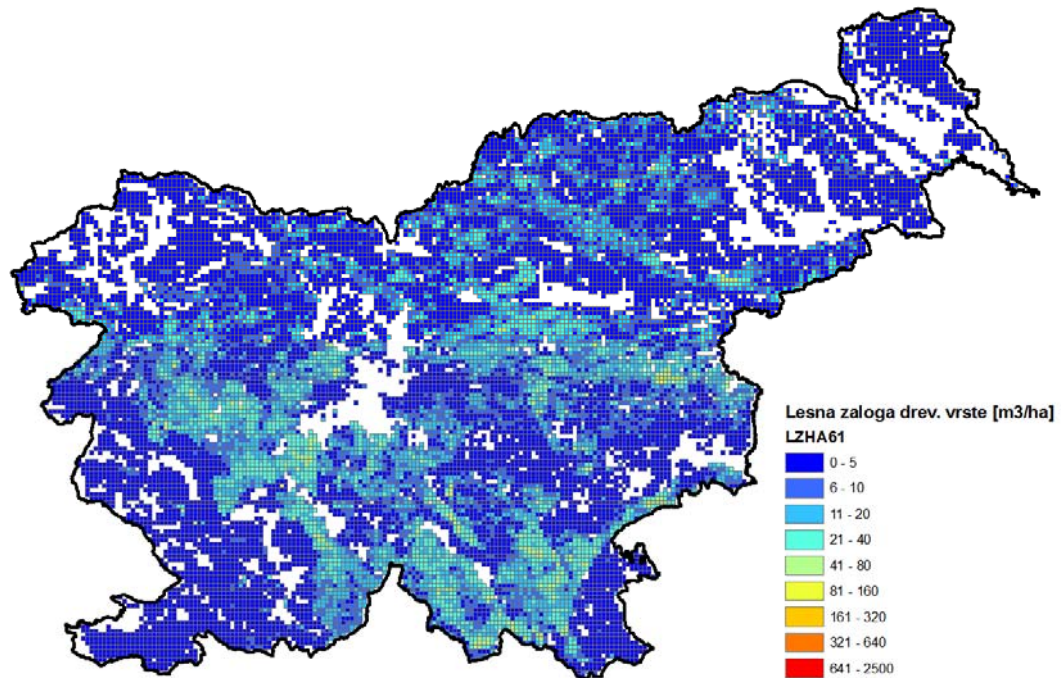
#### 1.9.4.3 Za leto 2100



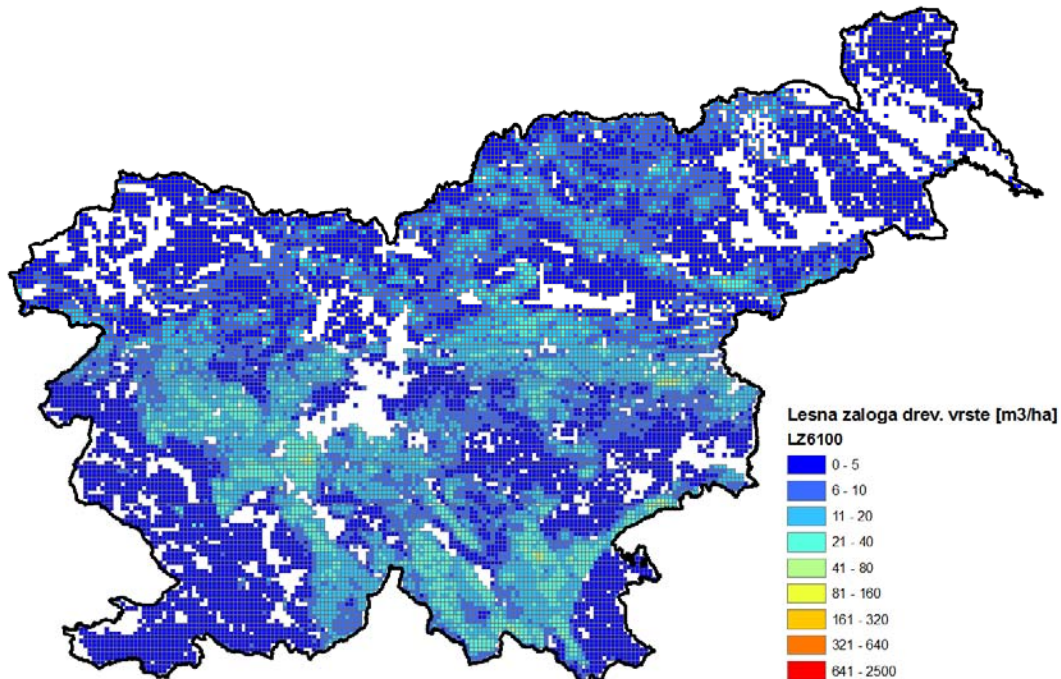
## 1.10 DV 61 – Gorski javor

### 1.10.1 Stanje leta 2000

#### 1.10.1.1 Dejansko stanje



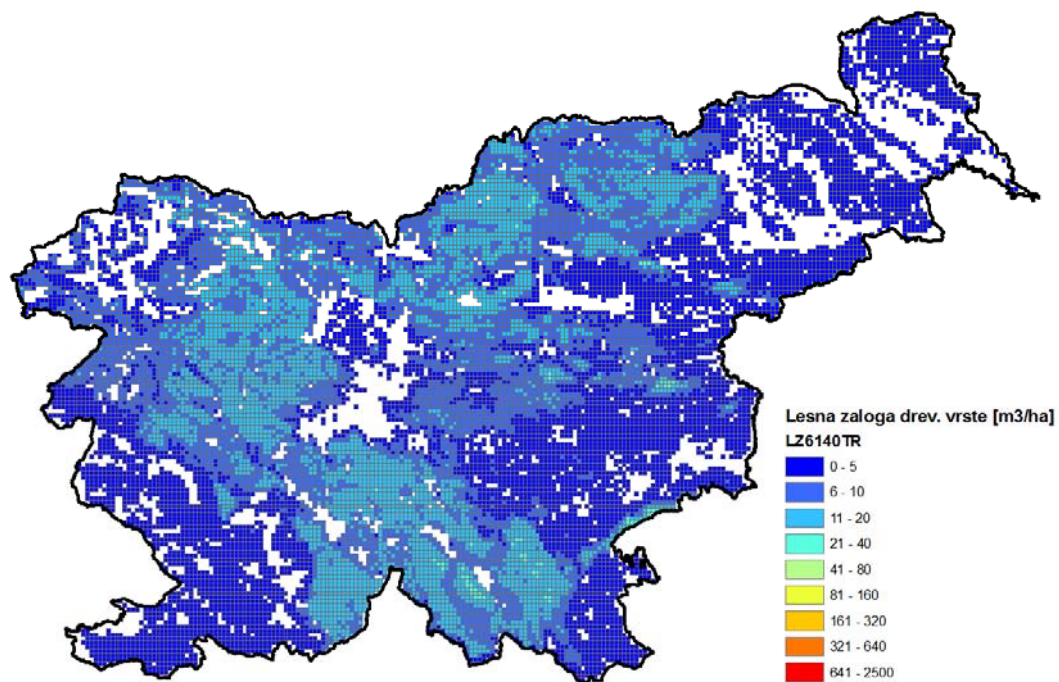
#### 1.10.1.2 Modelno stanje



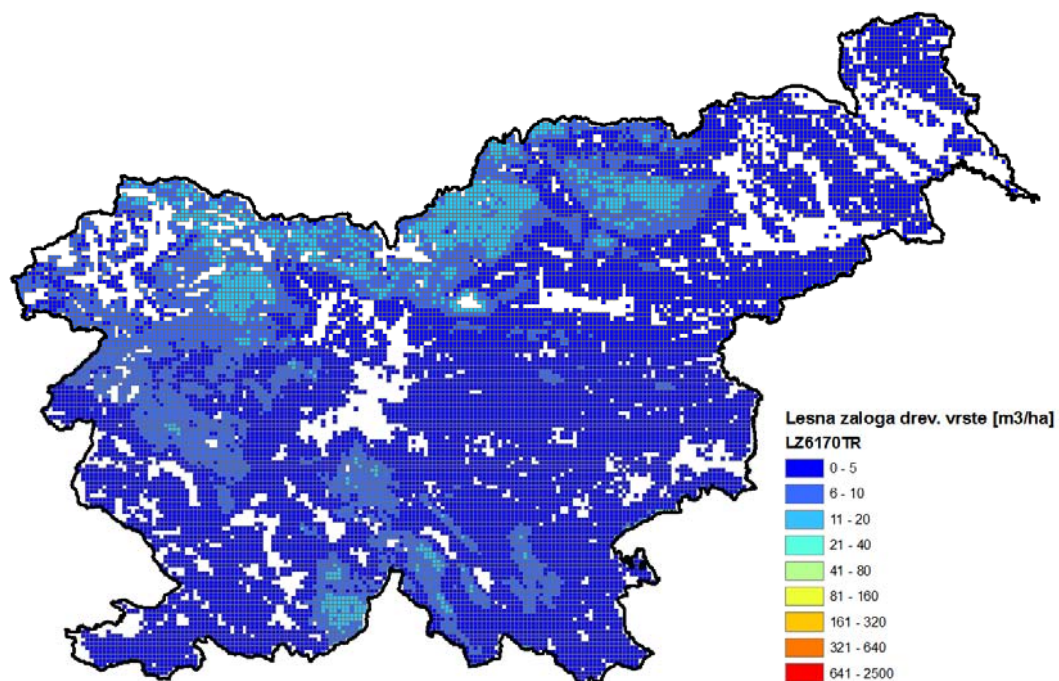


## 1.10.2 Napovedi po srednjem scenariju

### 1.10.2.1 Za leto 2040

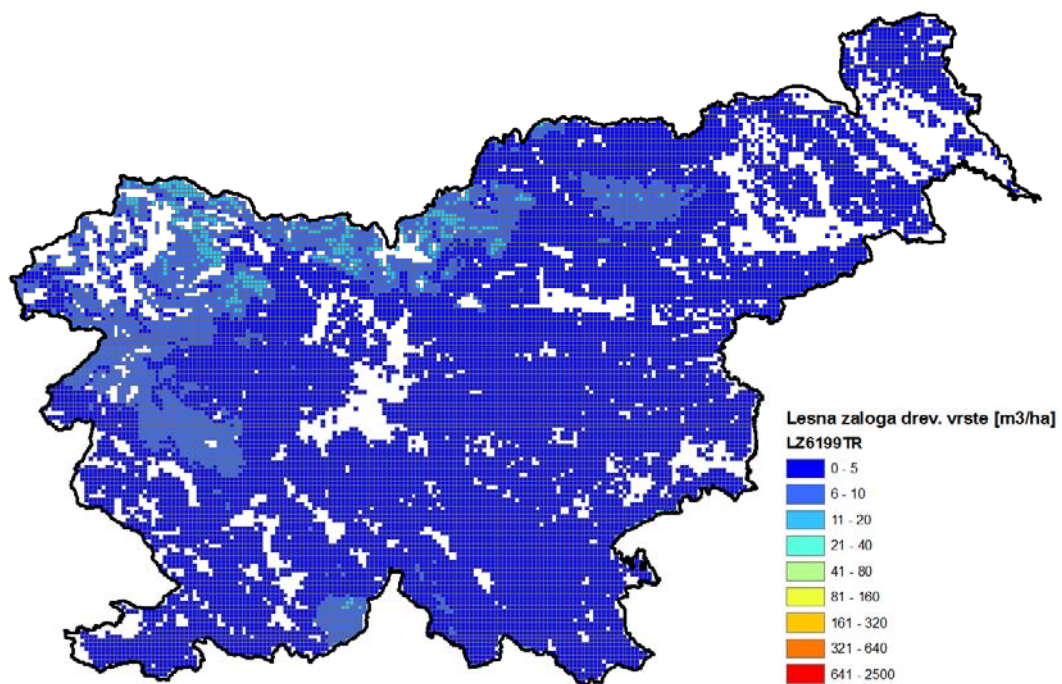


### 1.10.2.2 Za leto 2070



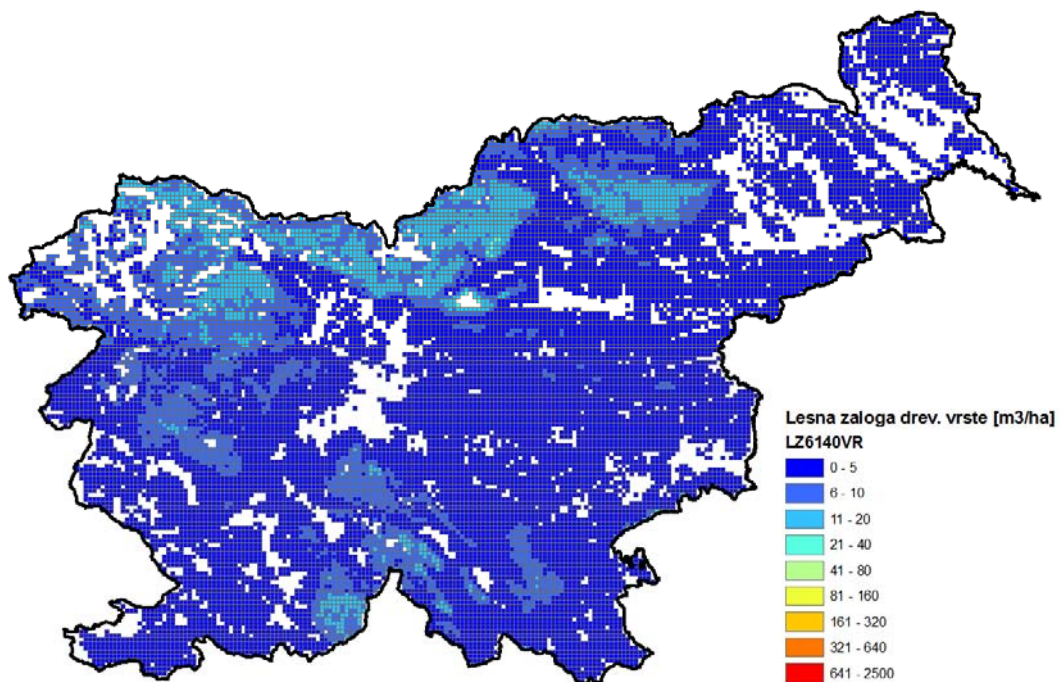


### 1.10.2.3 Za leto 2100

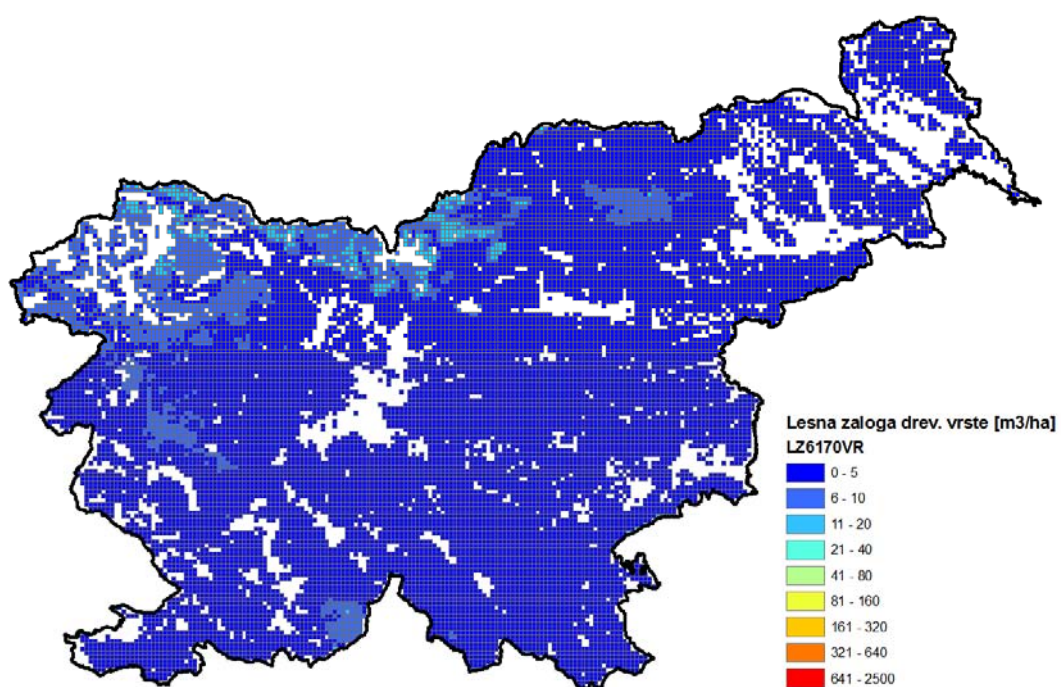


### 1.10.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

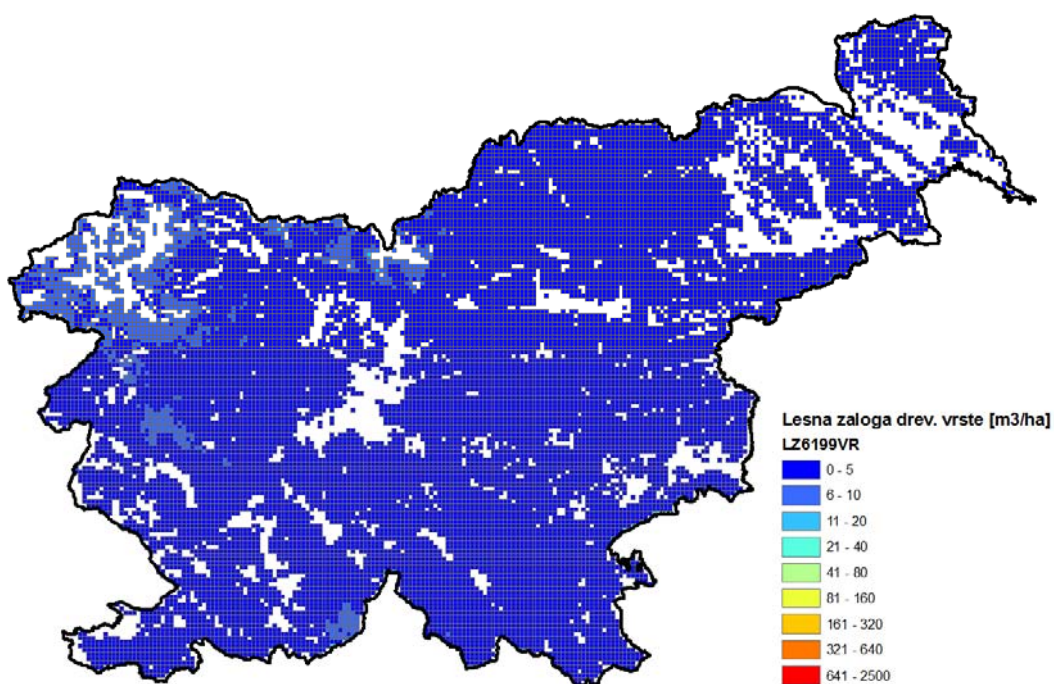
#### 1.10.3.1 Za leto 2040



### 1.10.3.2 Za leto 2070



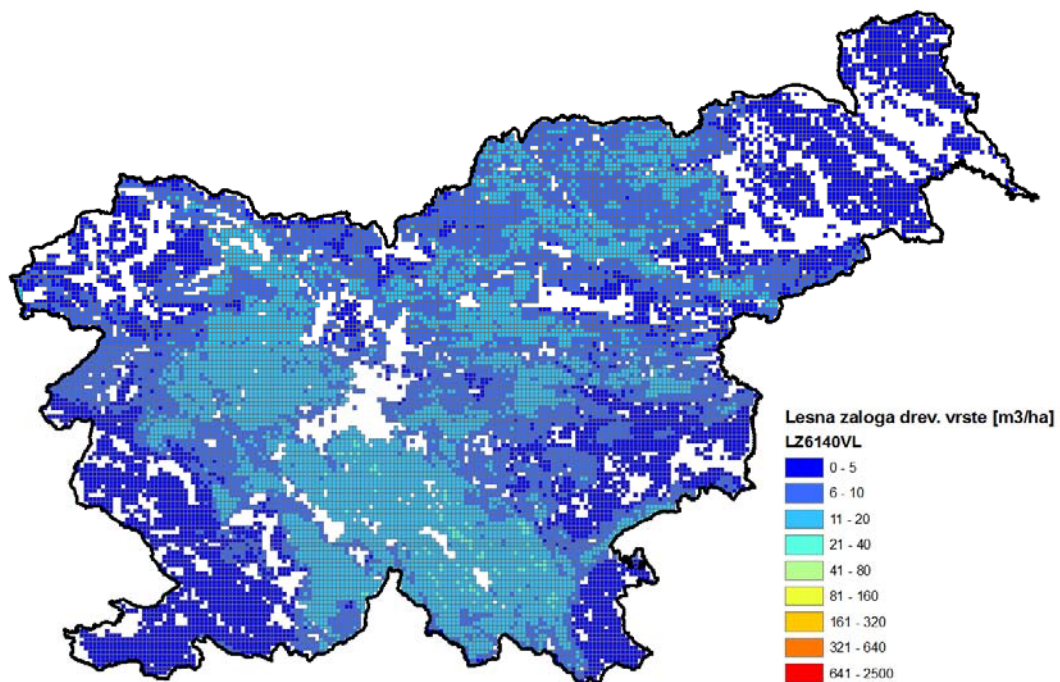
### 1.10.3.3 Za leto 2100



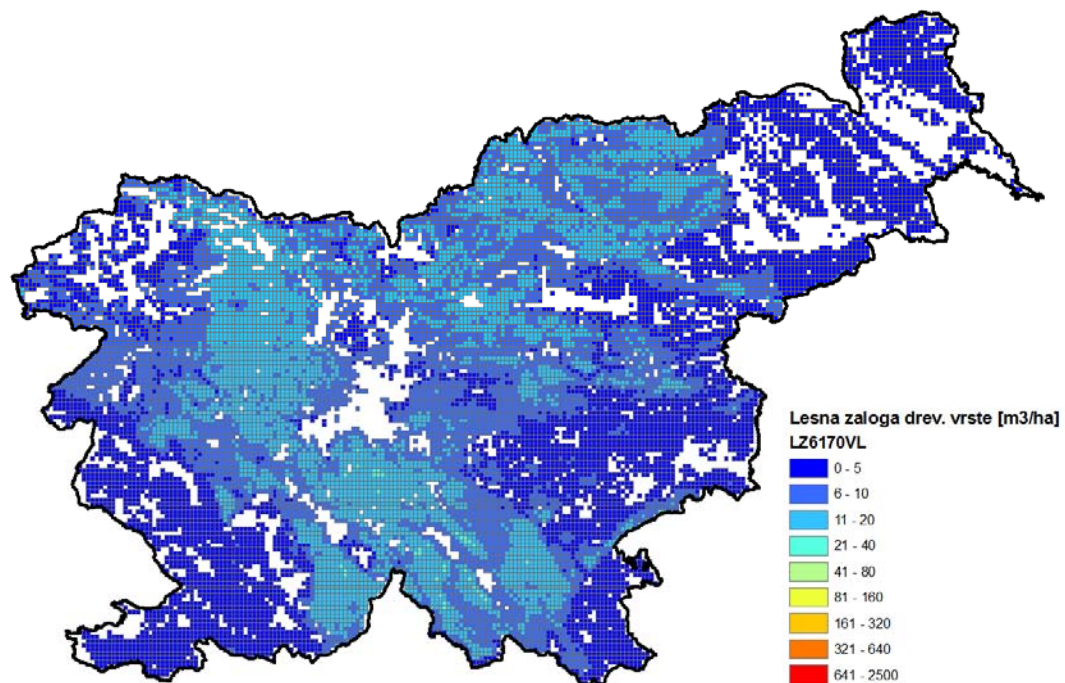


#### 1.10.4 Napovedi po optimističnem scenariju

##### 1.10.4.1 Za leto 2040

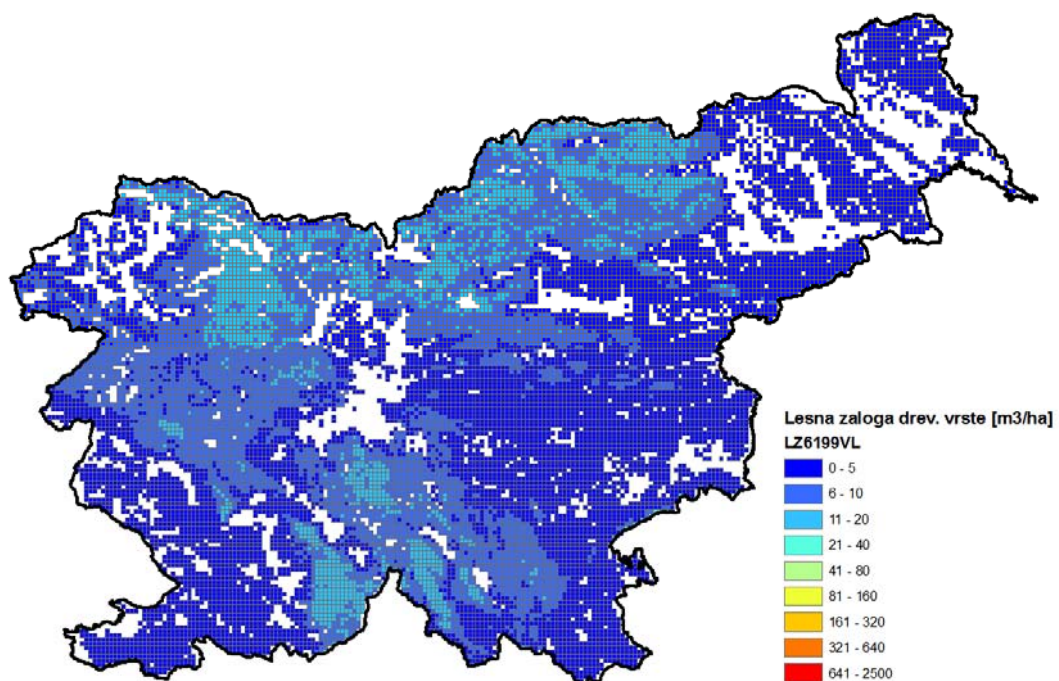


##### 1.10.4.2 Za leto 2070





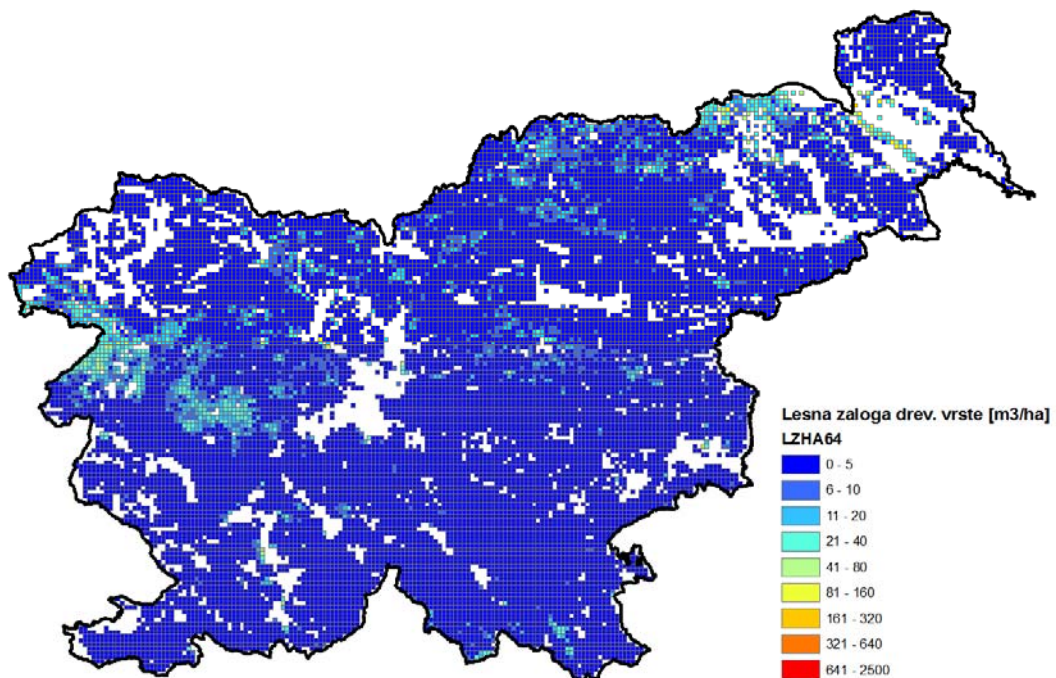
#### 1.10.4.3 Za leto 2100



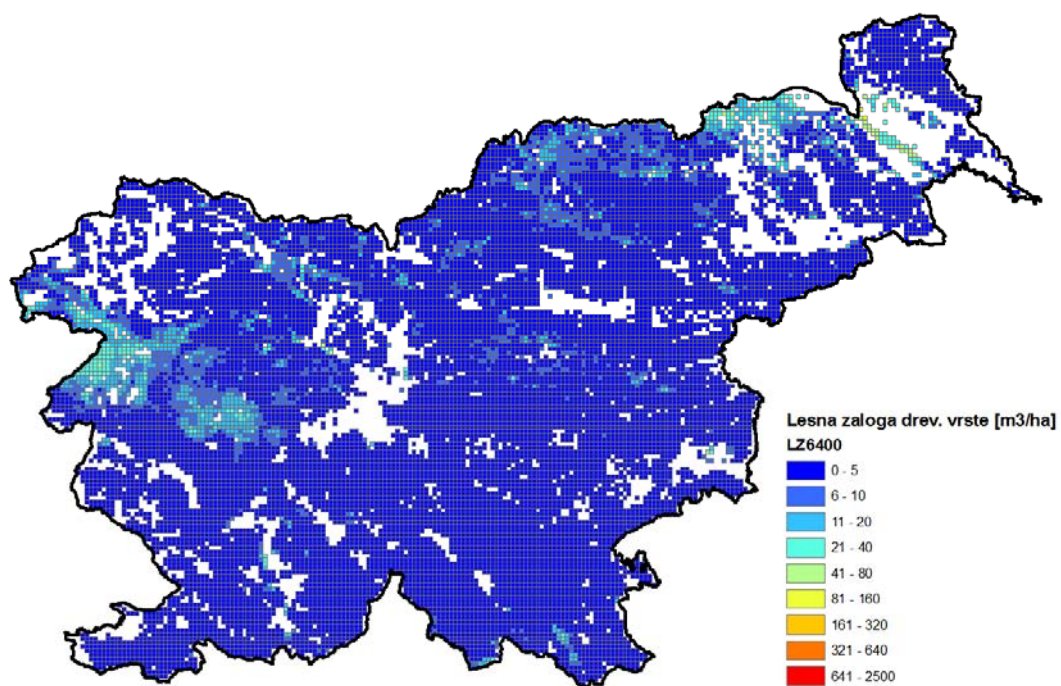
#### 1.11 DV 64 – Veliki jesen

##### 1.11.1 Stanje leta 2000

##### 1.11.1.1 Dejansko stanje

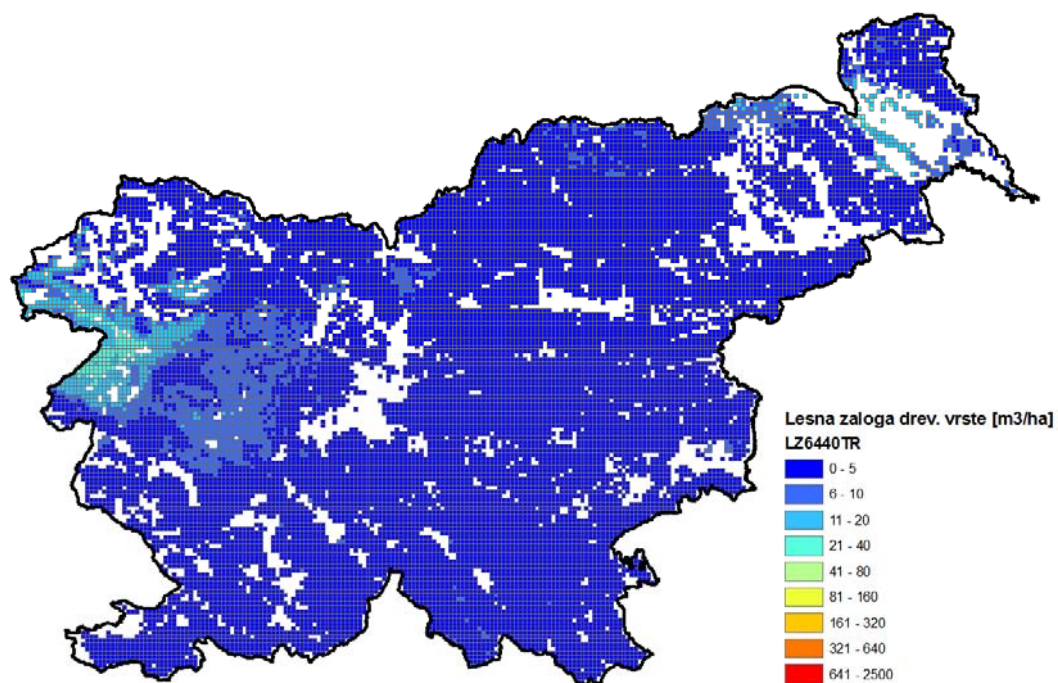


### 1.11.1.2 Modelno stanje



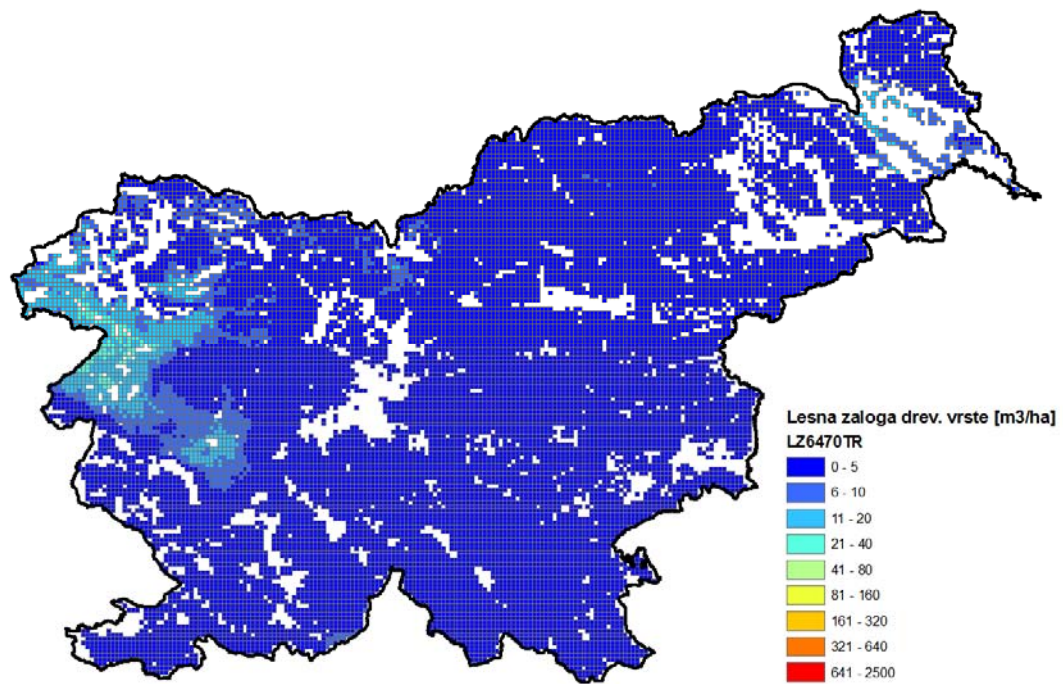
### 1.11.2 Napovedi po srednjem scenariju

#### 1.11.2.1 Za leto 2040

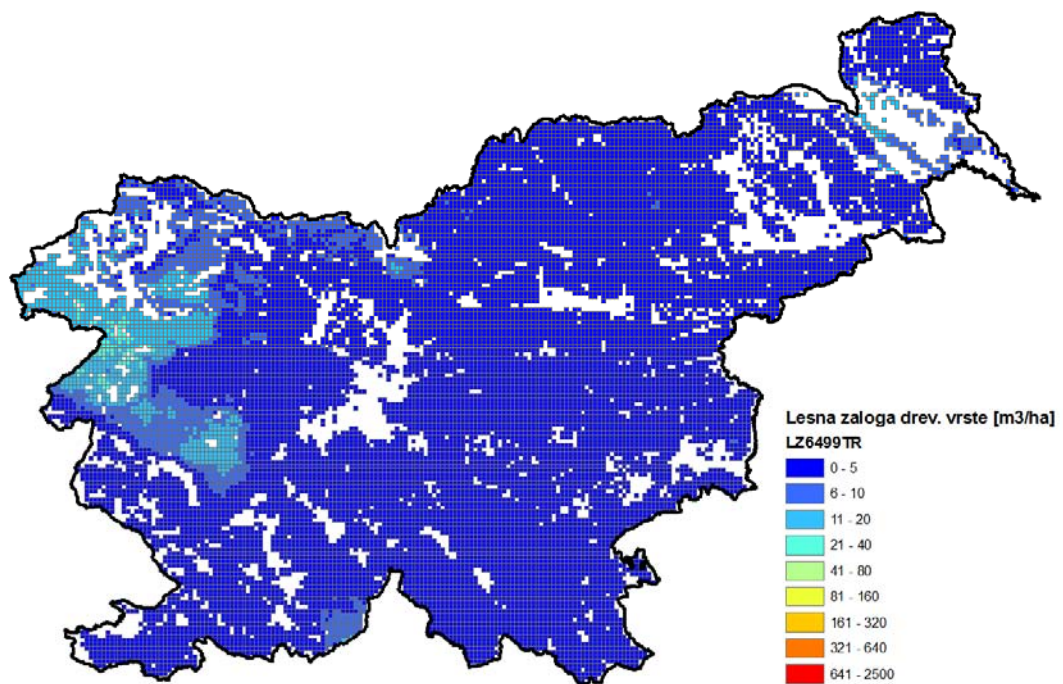




### 1.11.2.2 Za leto 2070



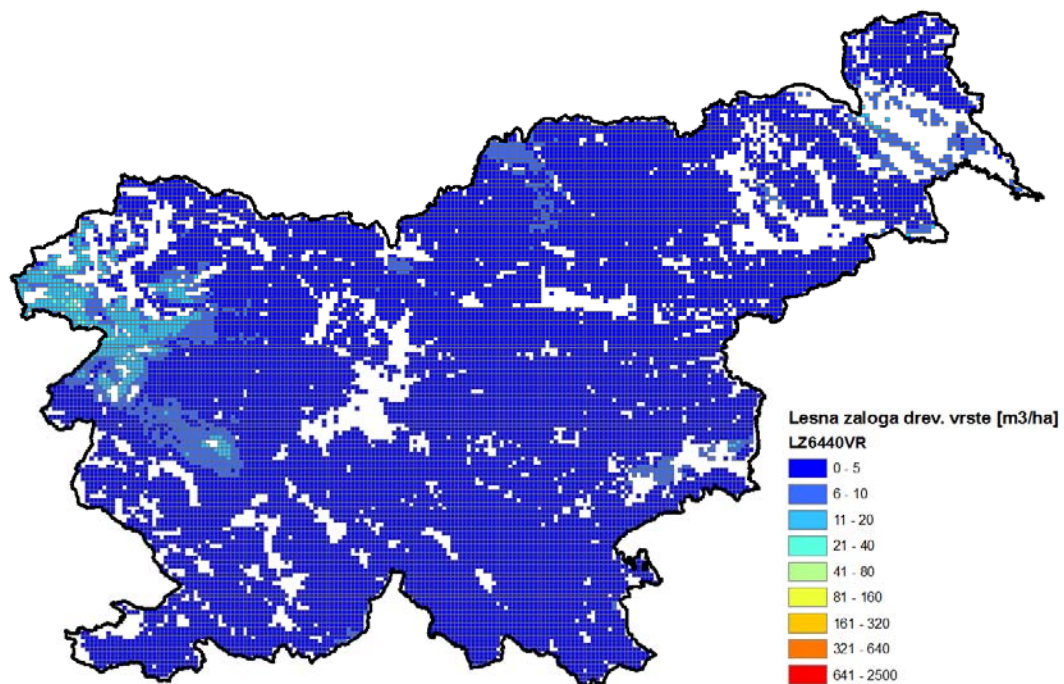
### 1.11.2.3 Za leto 2100



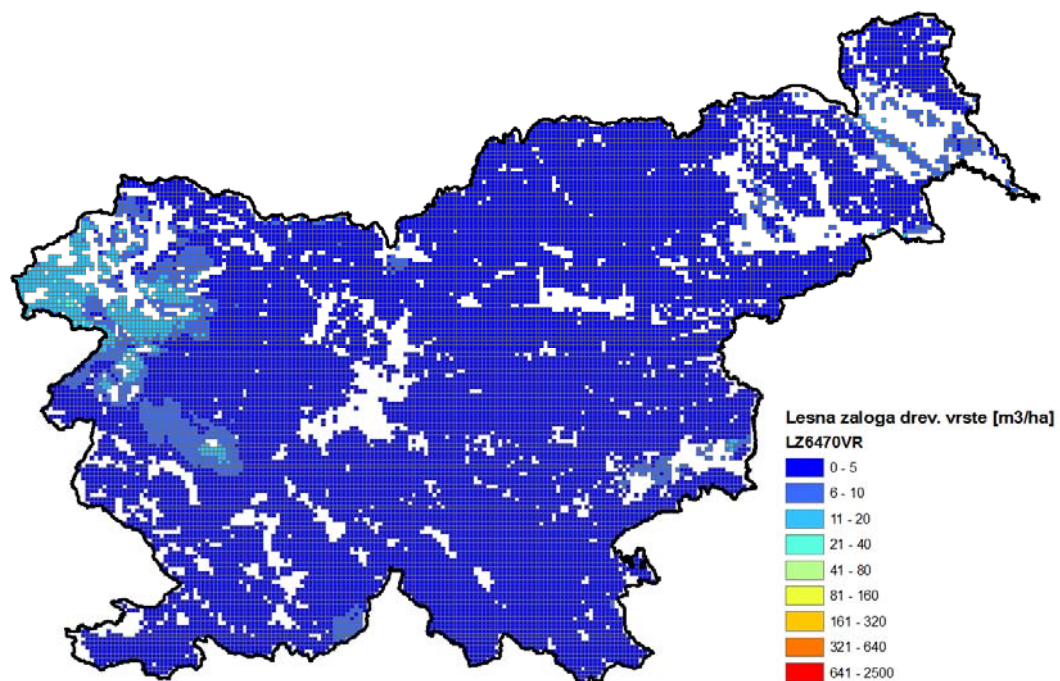


### 1.11.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

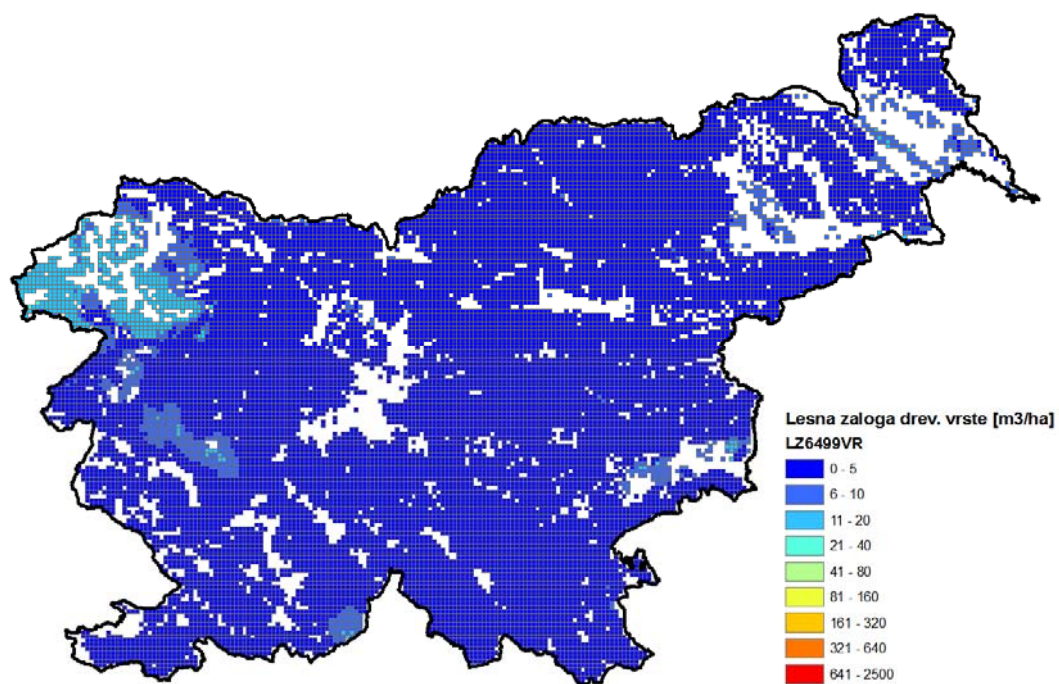
#### 1.11.3.1 Za leto 2040



#### 1.11.3.2 Za leto 2070

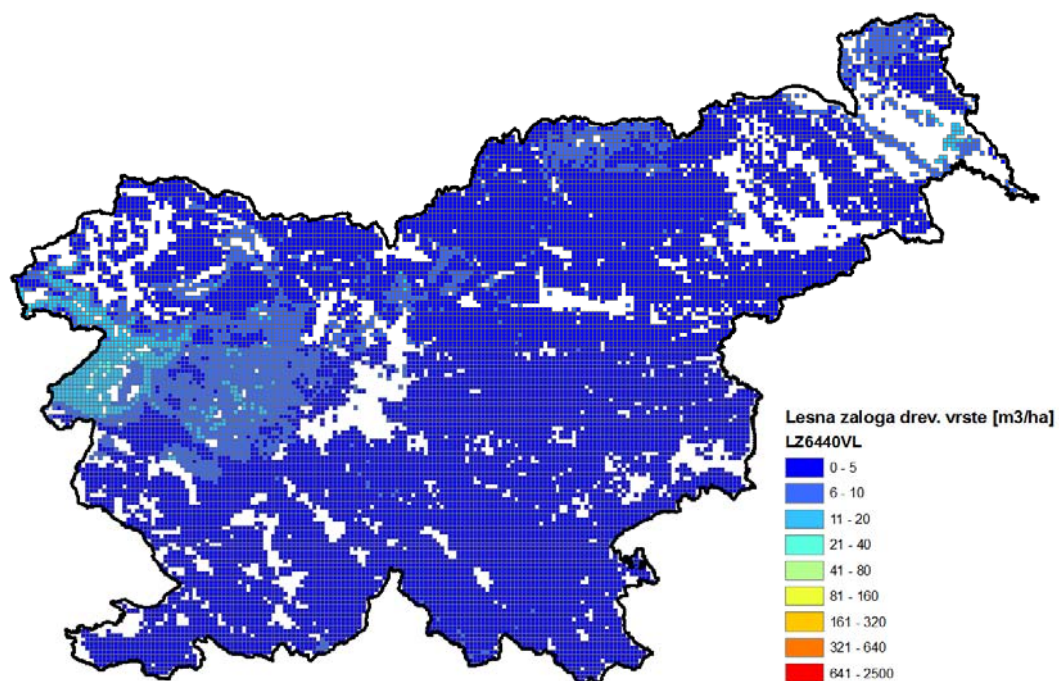


### 1.11.3.3 Za leto 2100



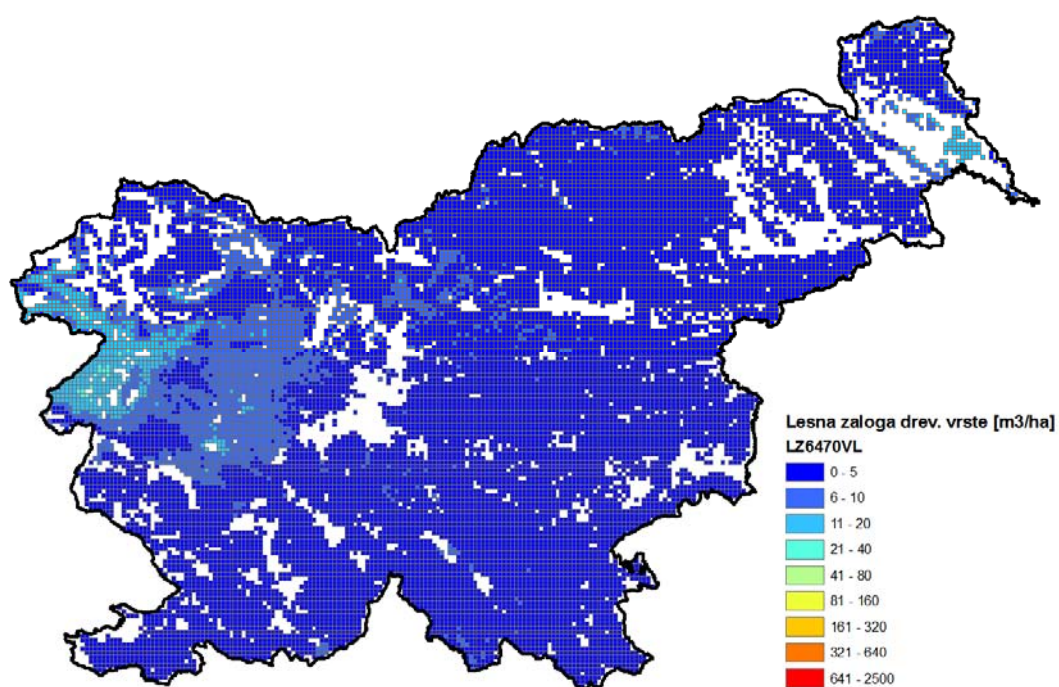
### 1.11.4 Napovedi po optimističnem scenariju

#### 1.11.4.1 Za leto 2040

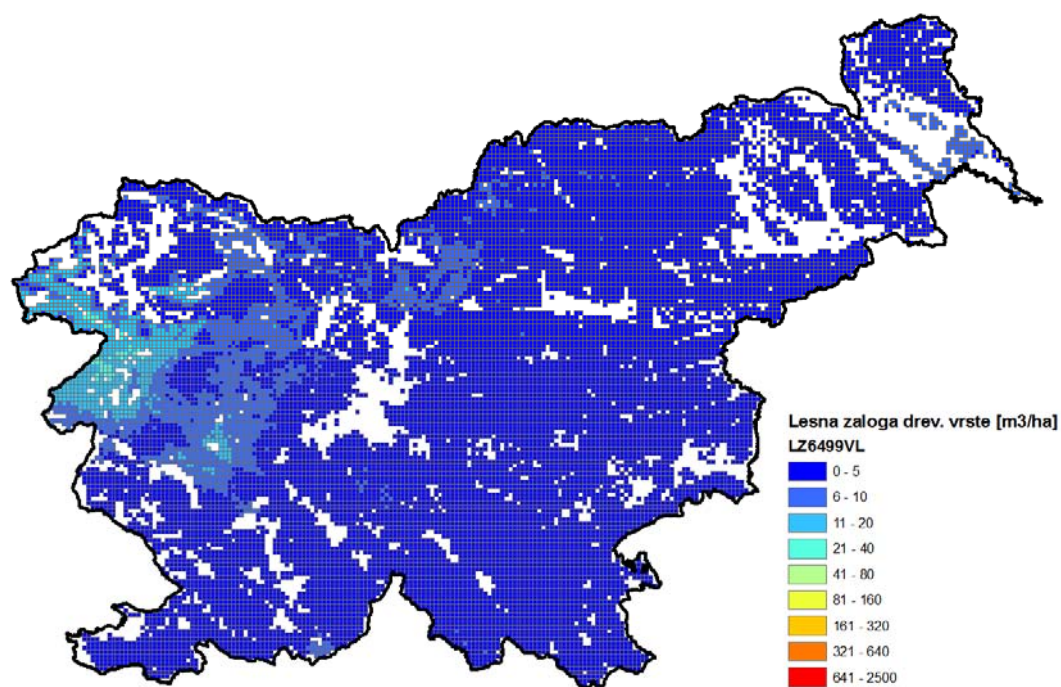




#### 1.11.4.2 Za leto 2070



#### 1.11.4.3 Za leto 2100

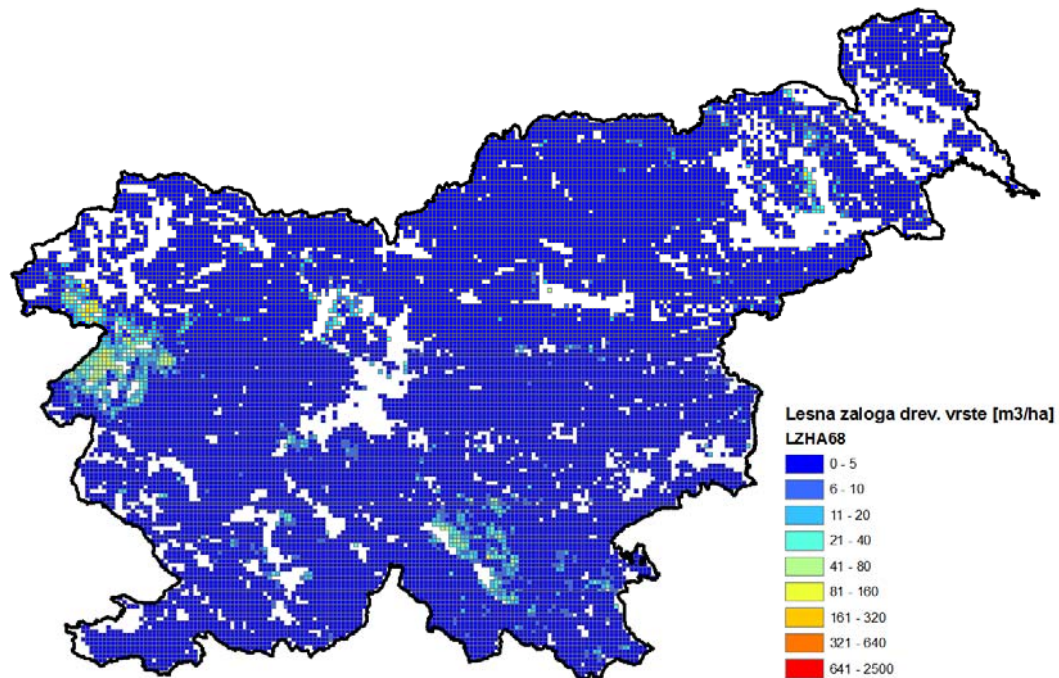




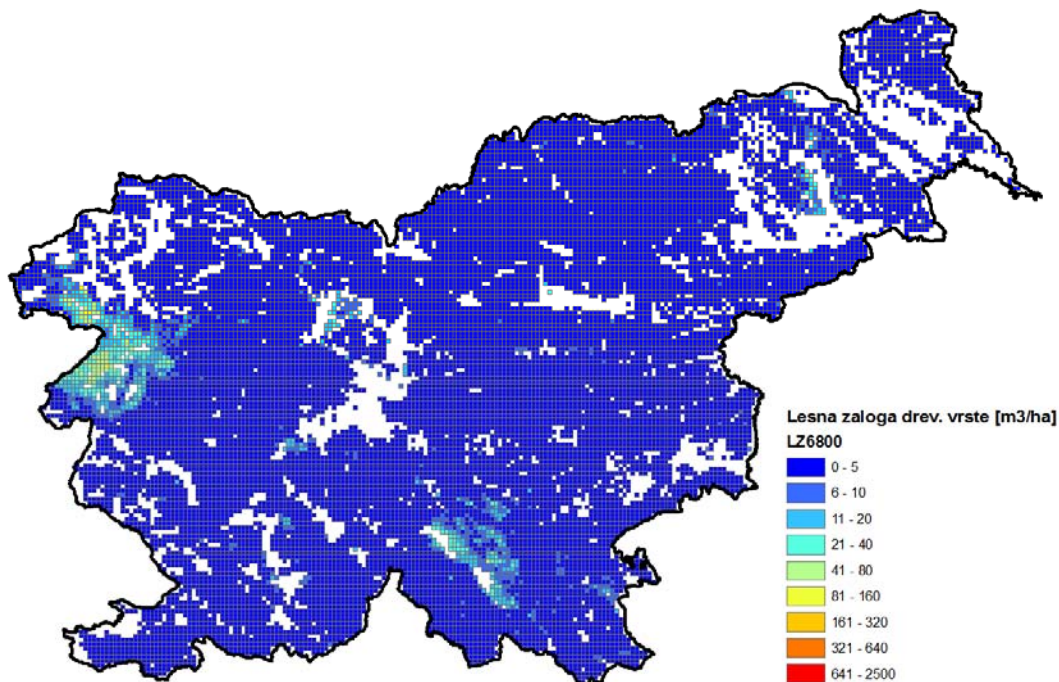
## 1.12 DV 68 – Lipa in lipovec

### 1.12.1 Stanje leta 2000

#### 1.12.1.1 Dejansko stanje

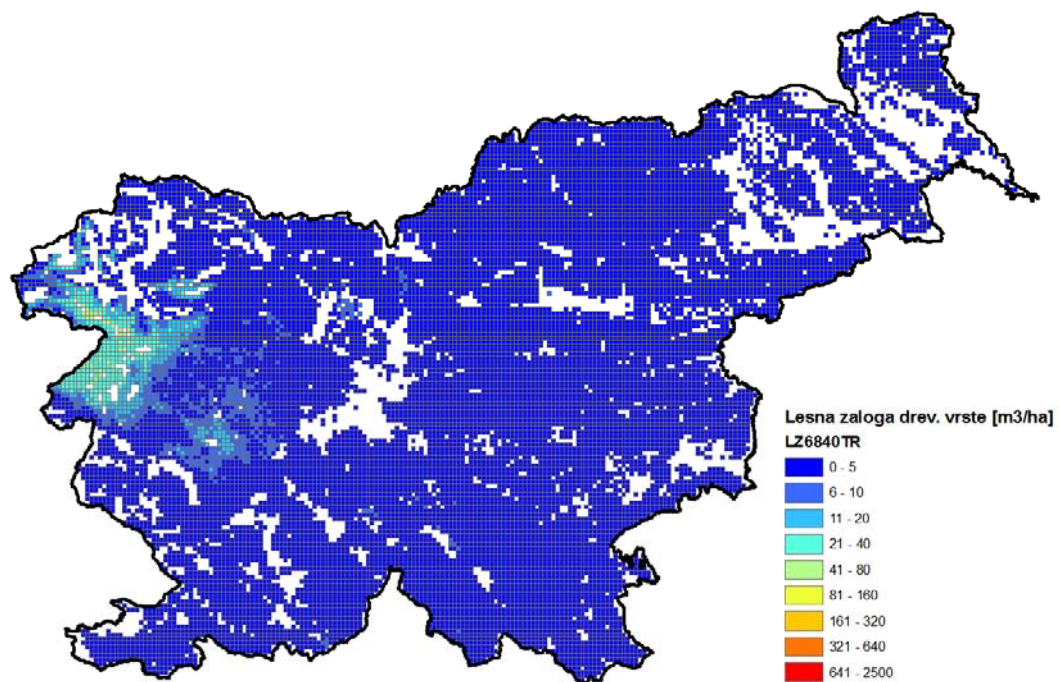


#### 1.12.1.2 Modelno stanje

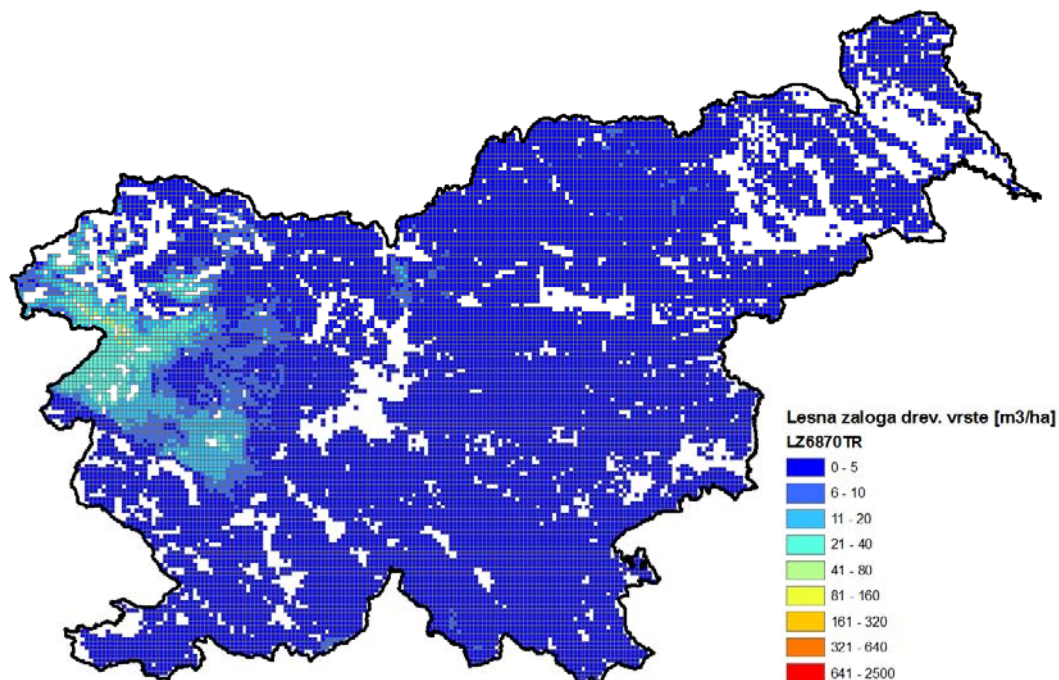


## 1.12.2 Napovedi po srednjem scenariju

### 1.12.2.1 Za leto 2040

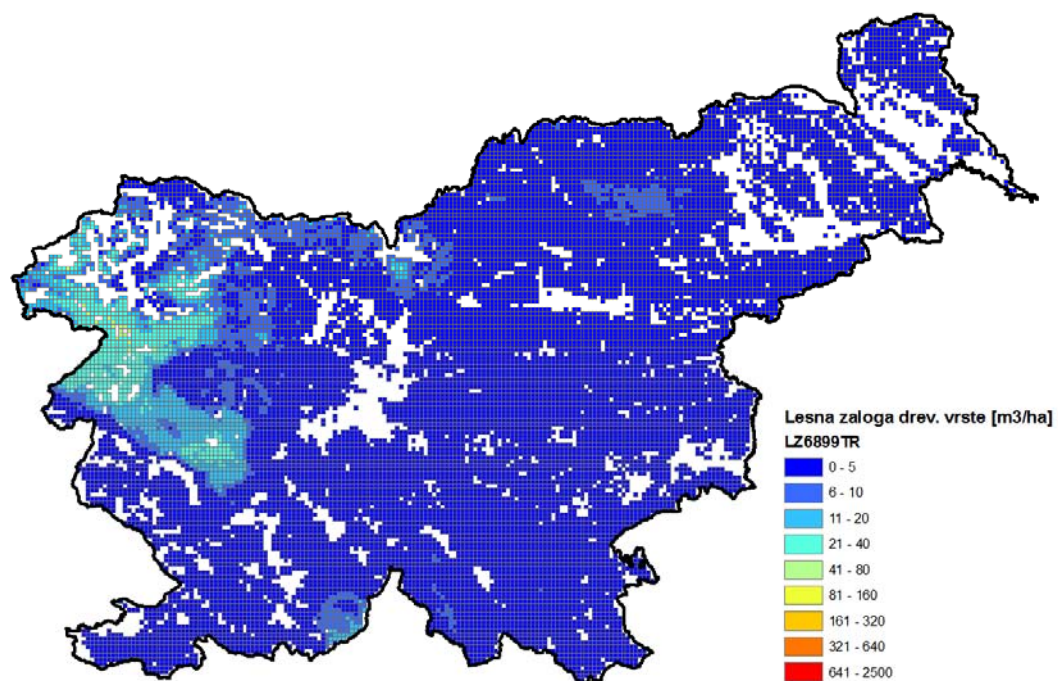


### 1.12.2.2 Za leto 2070



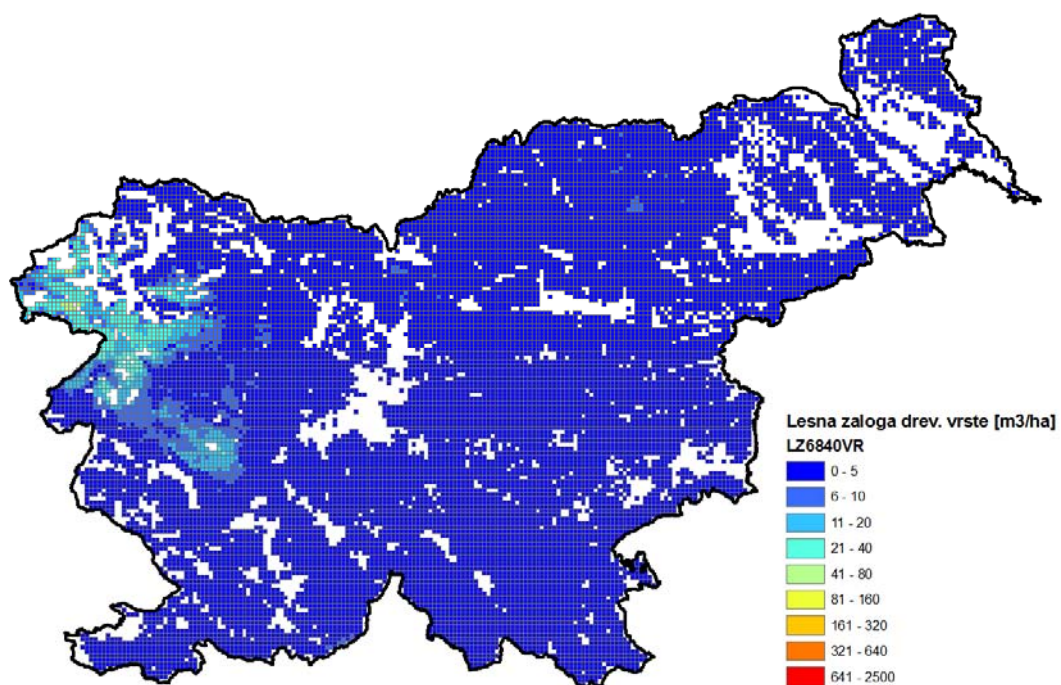


### 1.12.2.3 Za leto 2100



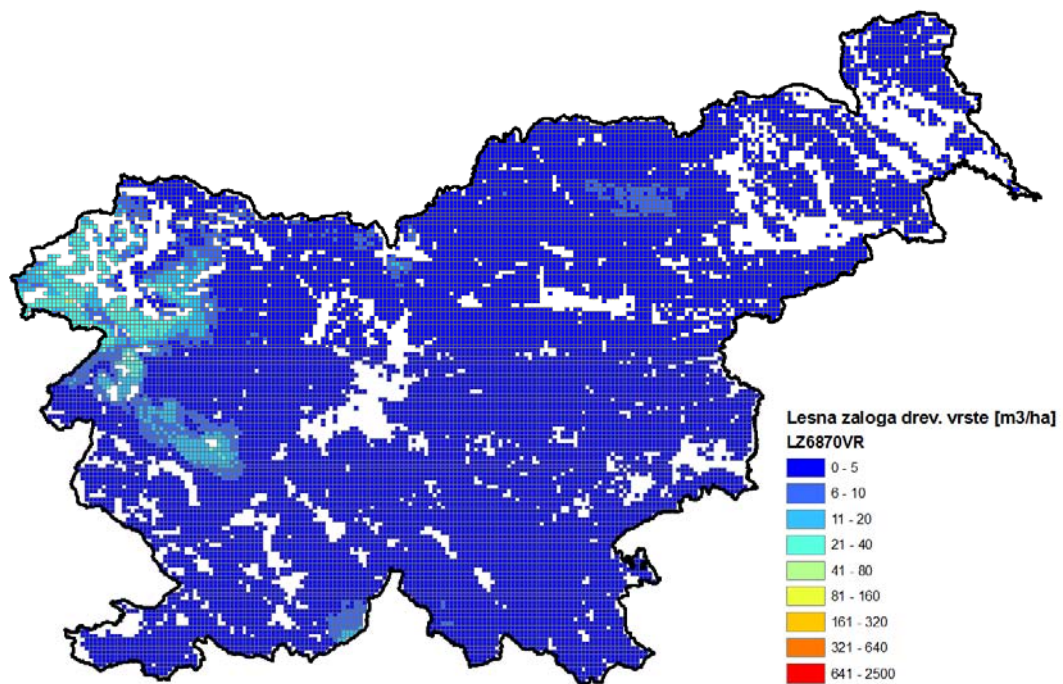
### 1.12.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.12.3.1 Za leto 2040

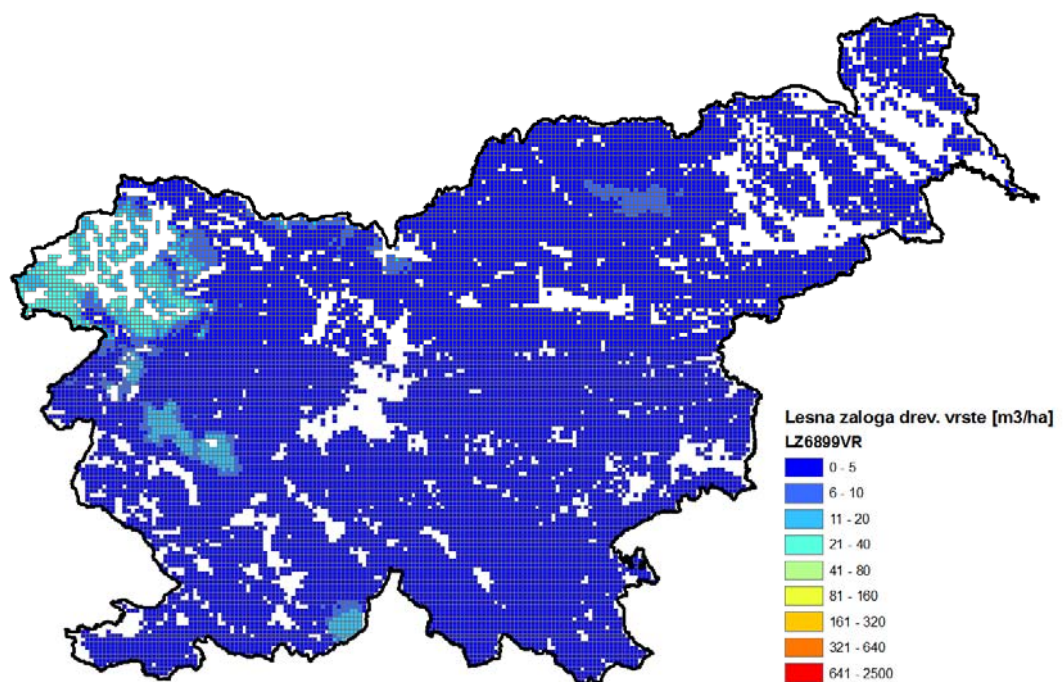




### 1.12.3.2 Za leto 2070

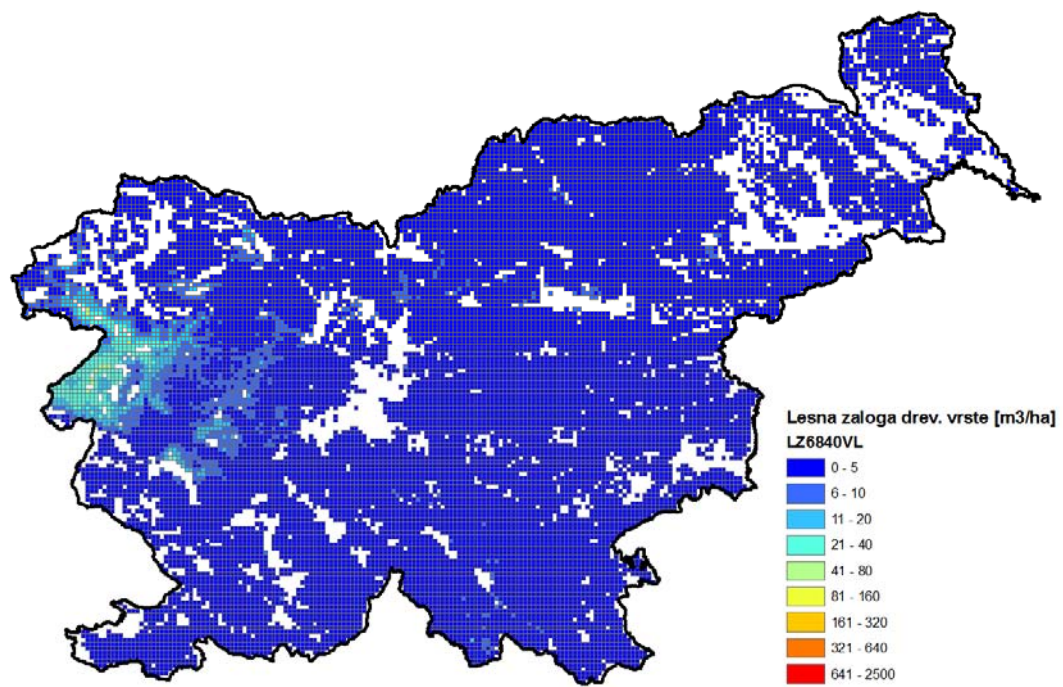


### 1.12.3.3 Za leto 2100

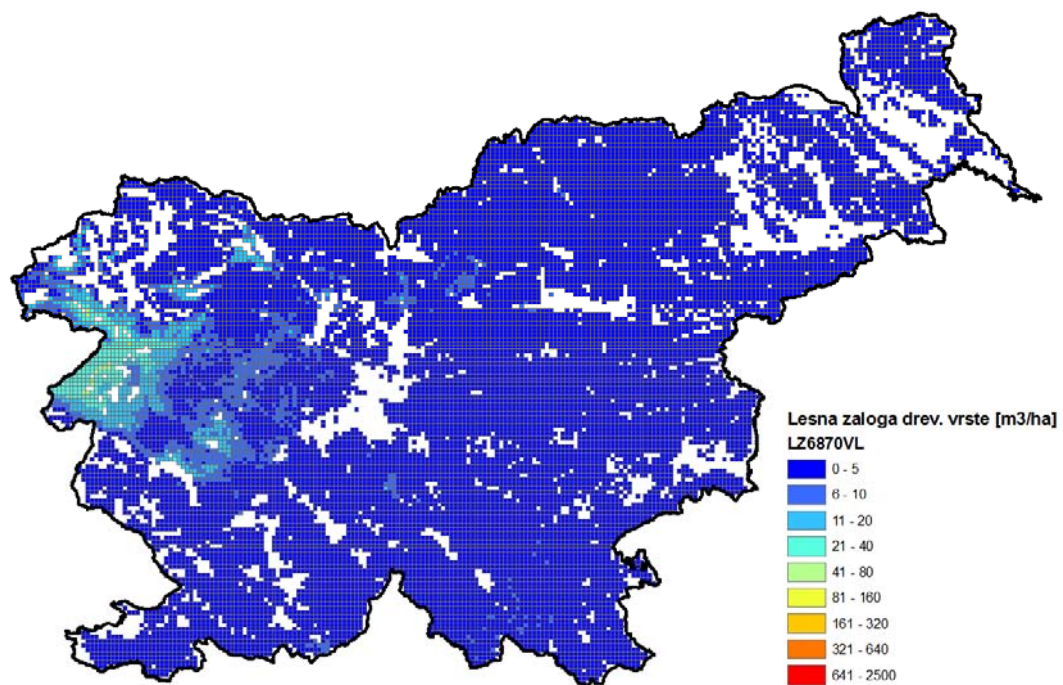


#### 1.12.4 Napovedi po optimističnem scenariju

##### 1.12.4.1 Za leto 2040

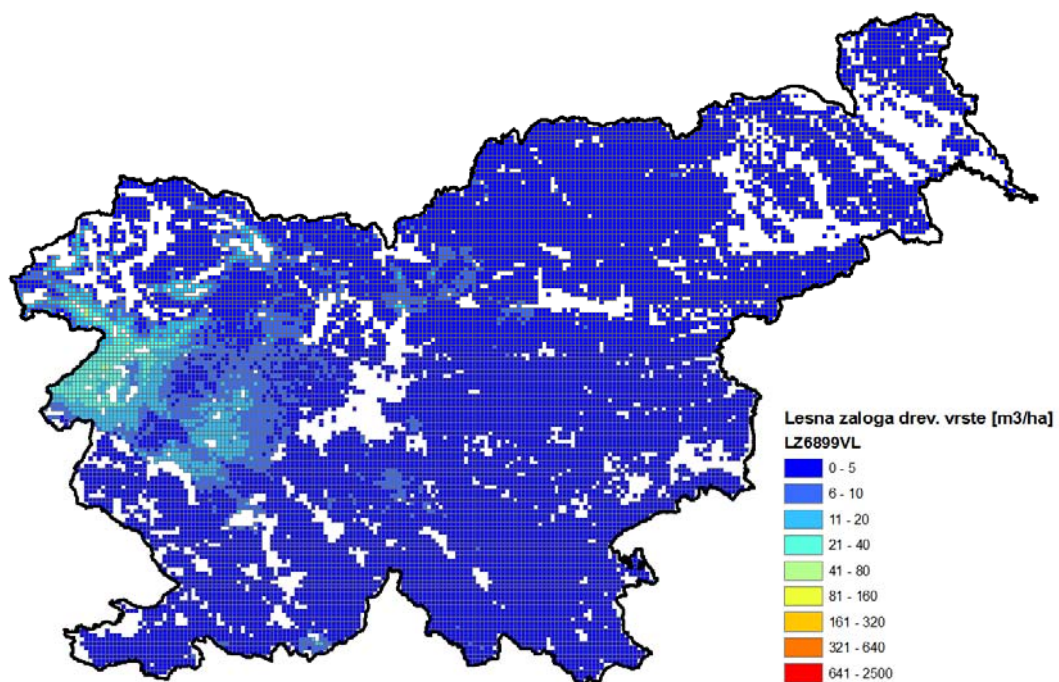


##### 1.12.4.2 Za leto 2070





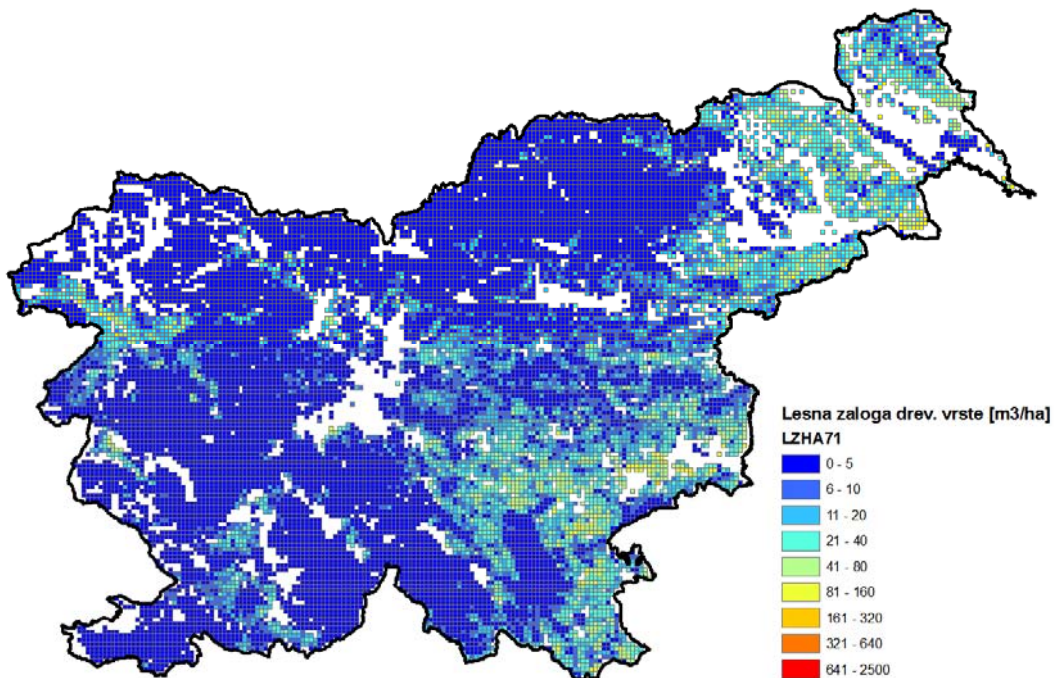
#### 1.12.4.3 Za leto 2100



#### 1.13 DV 71 – Beli gaber

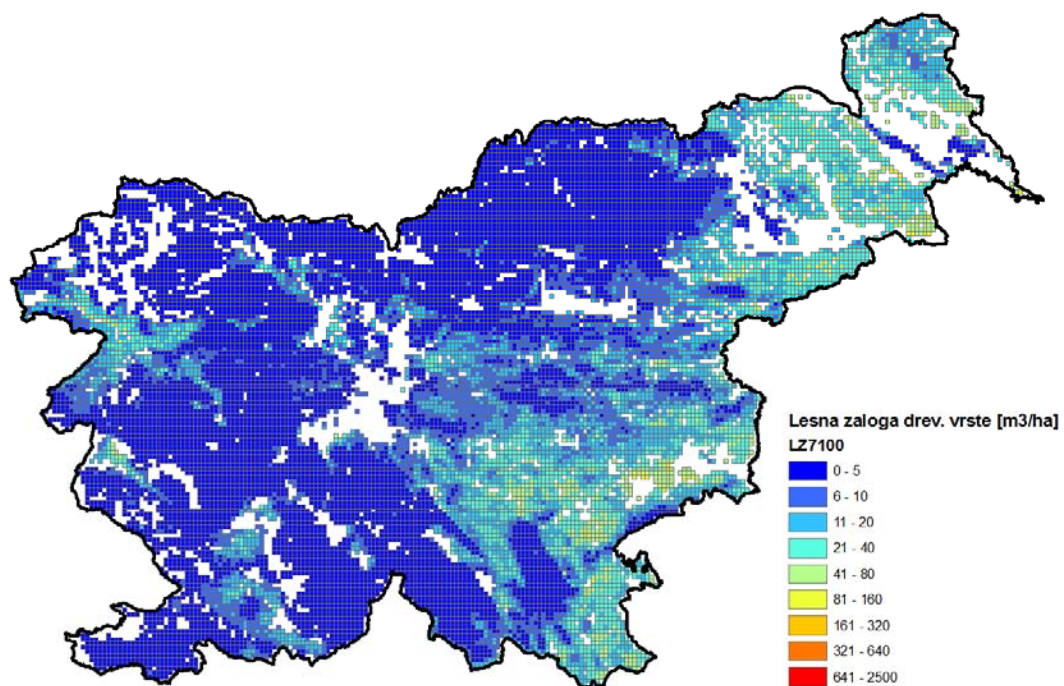
##### 1.13.1 Stanje leta 2000

##### 1.13.1.1 Dejansko stanje



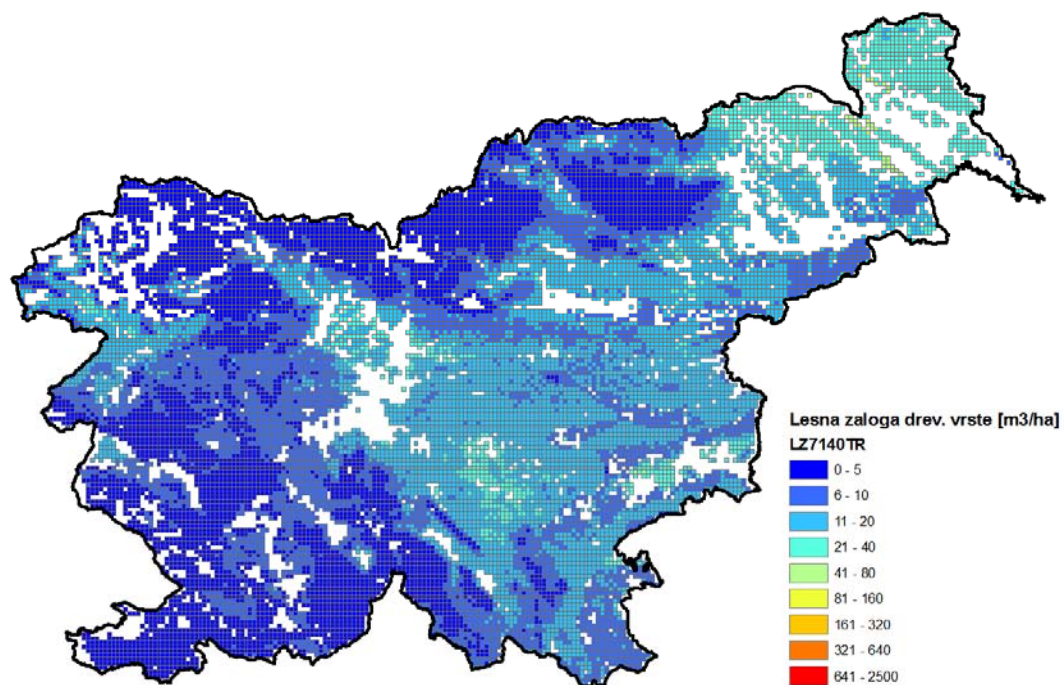


### 1.13.1.2 Modelno stanje

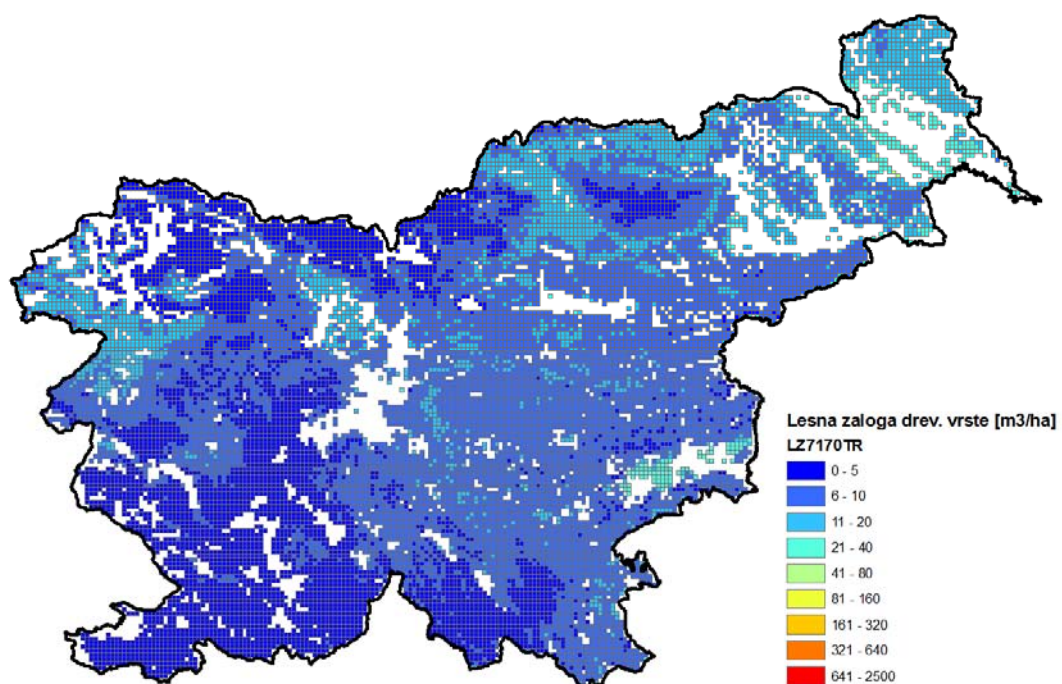


### 1.13.2 Napovedi po srednjem scenariju

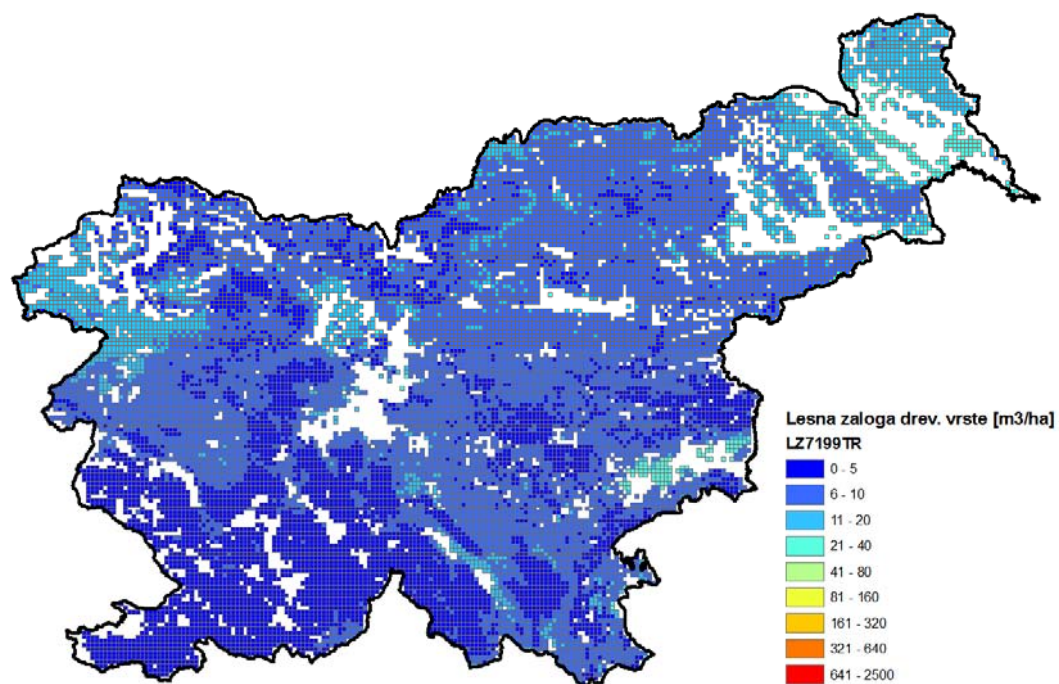
#### 1.13.2.1 Za leto 2040



### 1.13.2.2 Za leto 2070



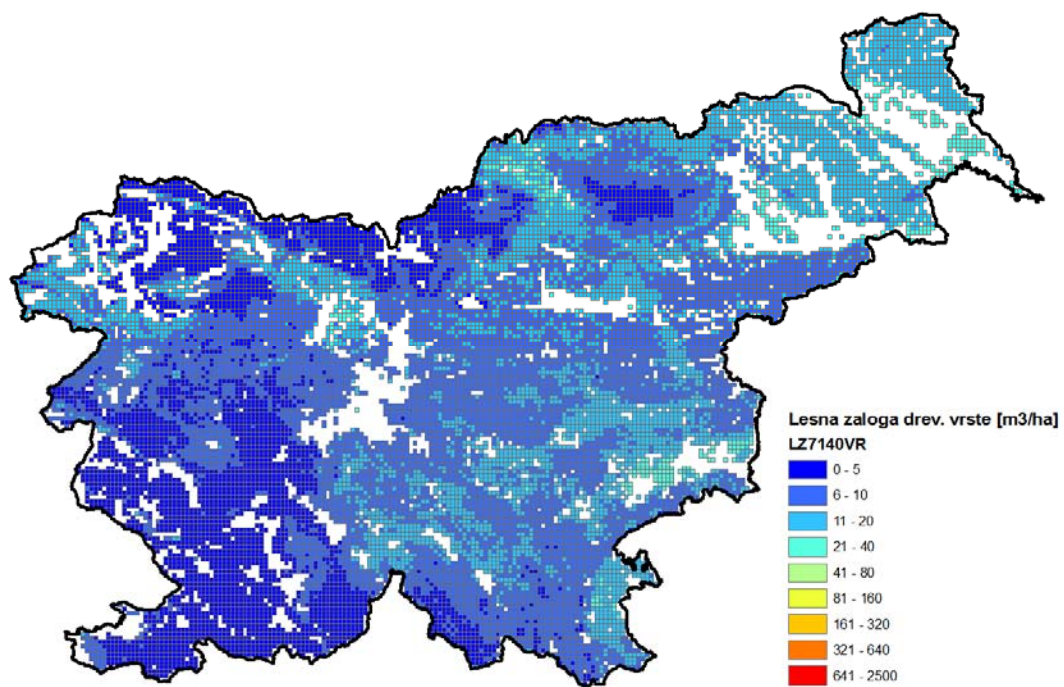
### 1.13.2.3 Za leto 2100



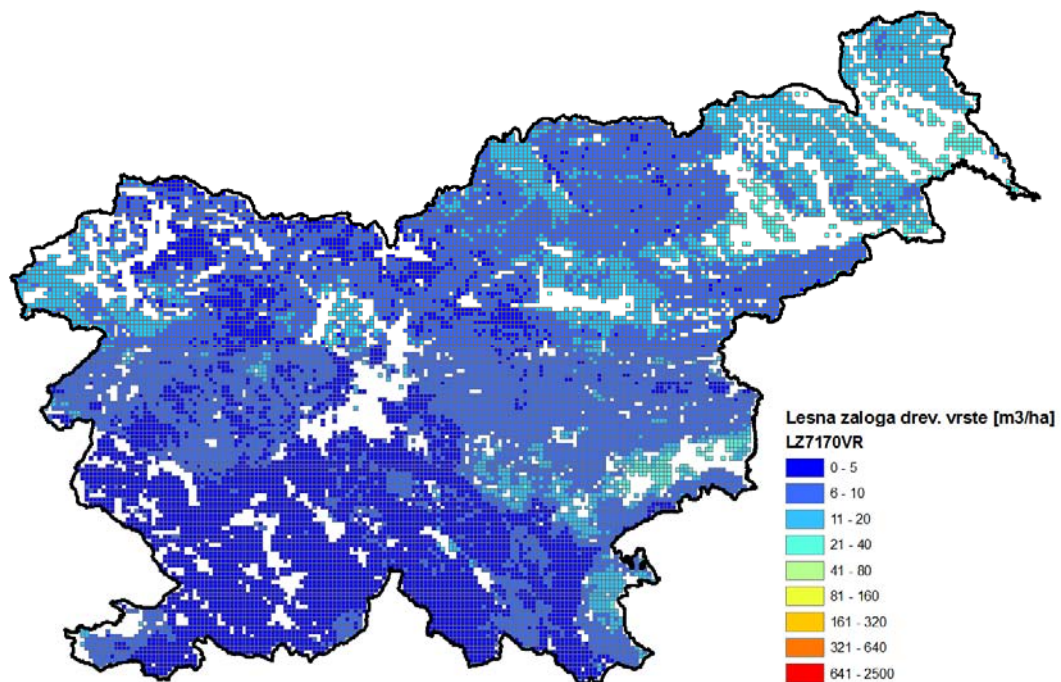


### 1.13.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.13.3.1 Za leto 2040

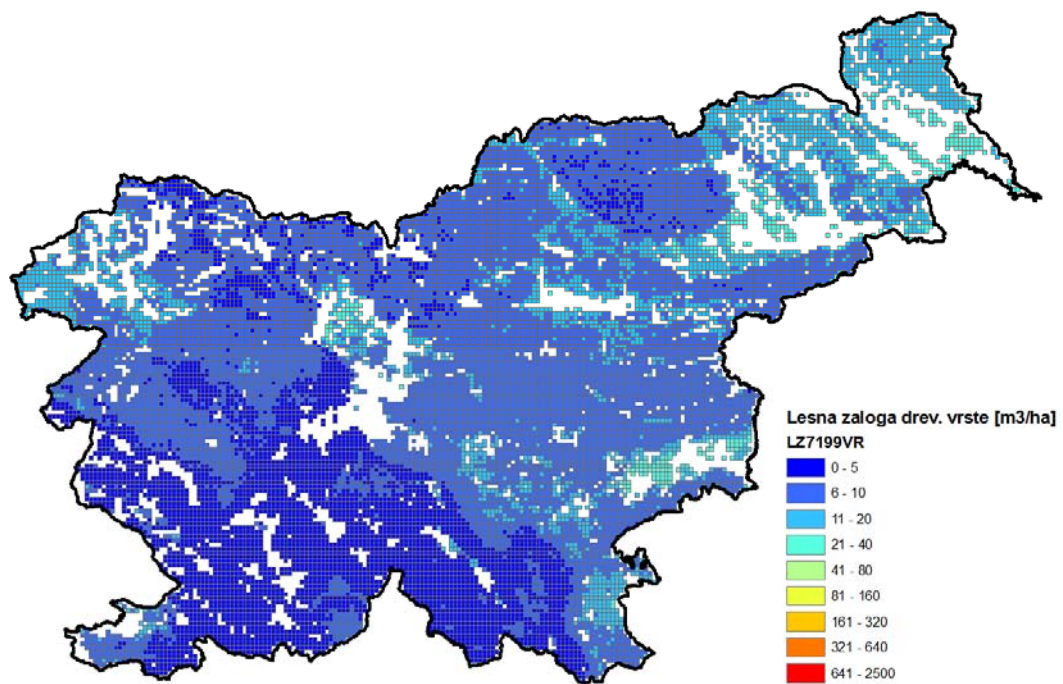


#### 1.13.3.2 Za leto 2070



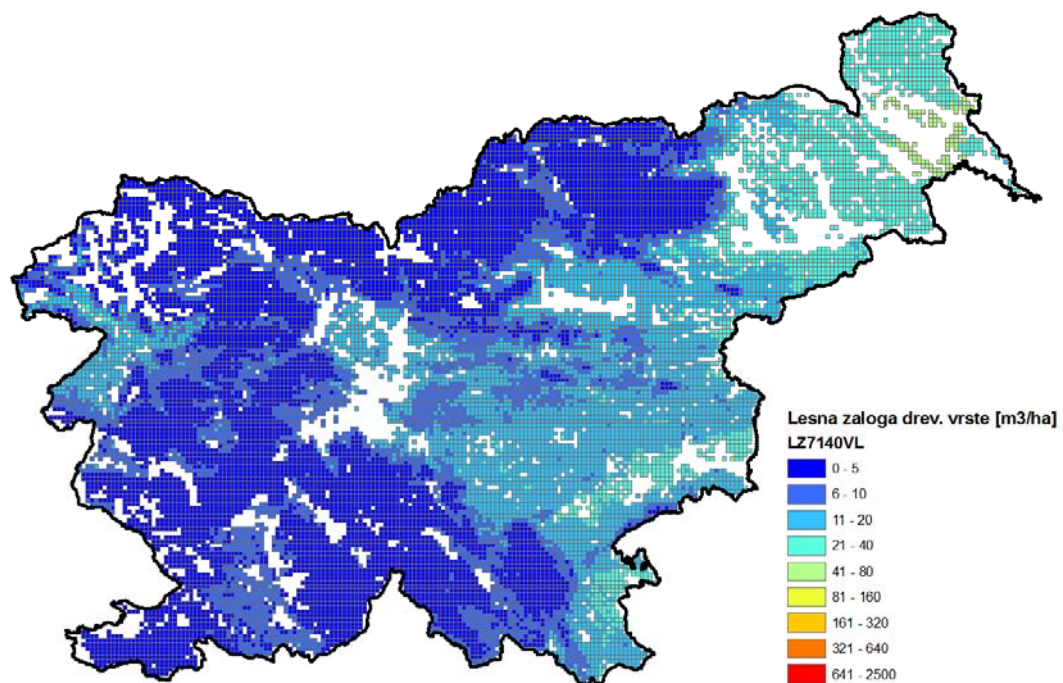


### 1.13.3.3 Za leto 2100

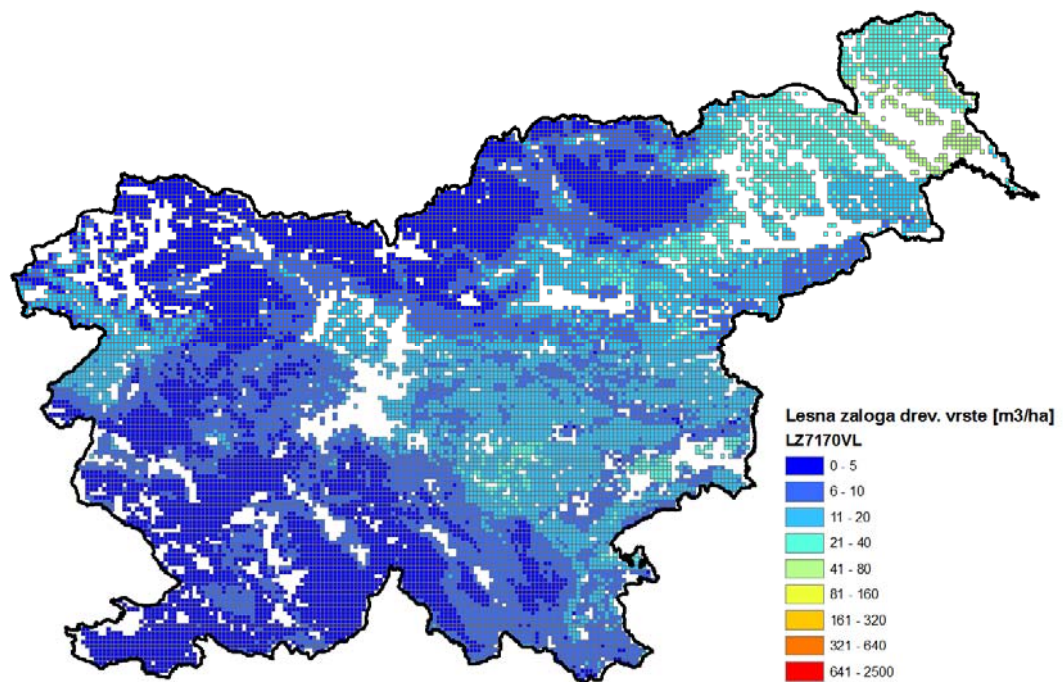


### 1.13.4 Napovedi po optimističnem scenariju

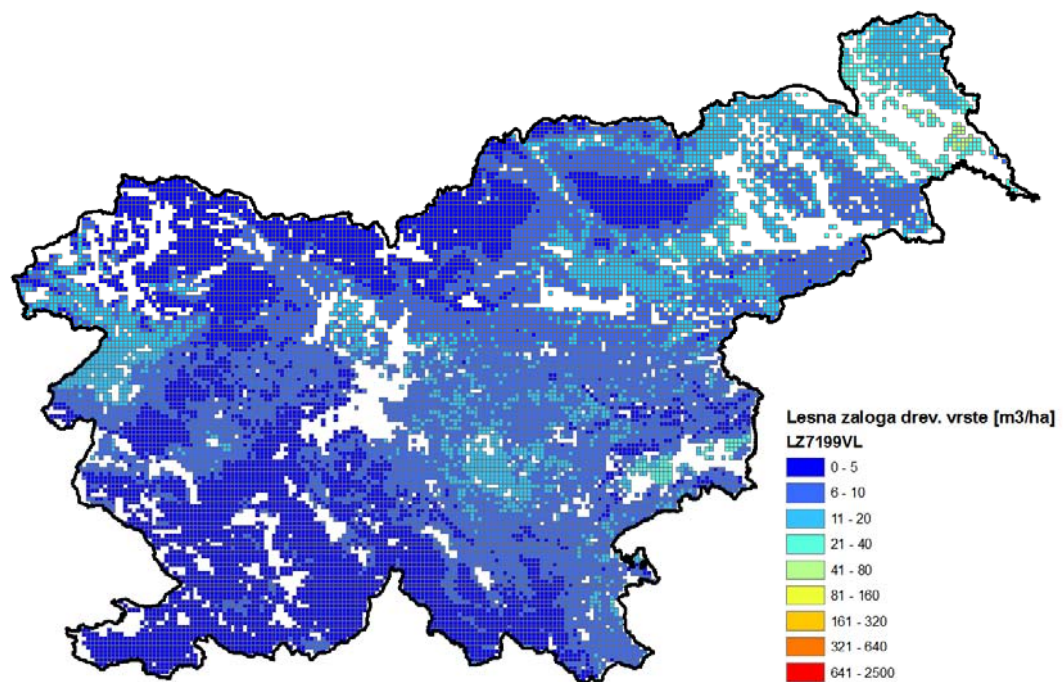
#### 1.13.4.1 Za leto 2040



#### 1.13.4.2 Za leto 2070



#### 1.13.4.3 Za leto 2100

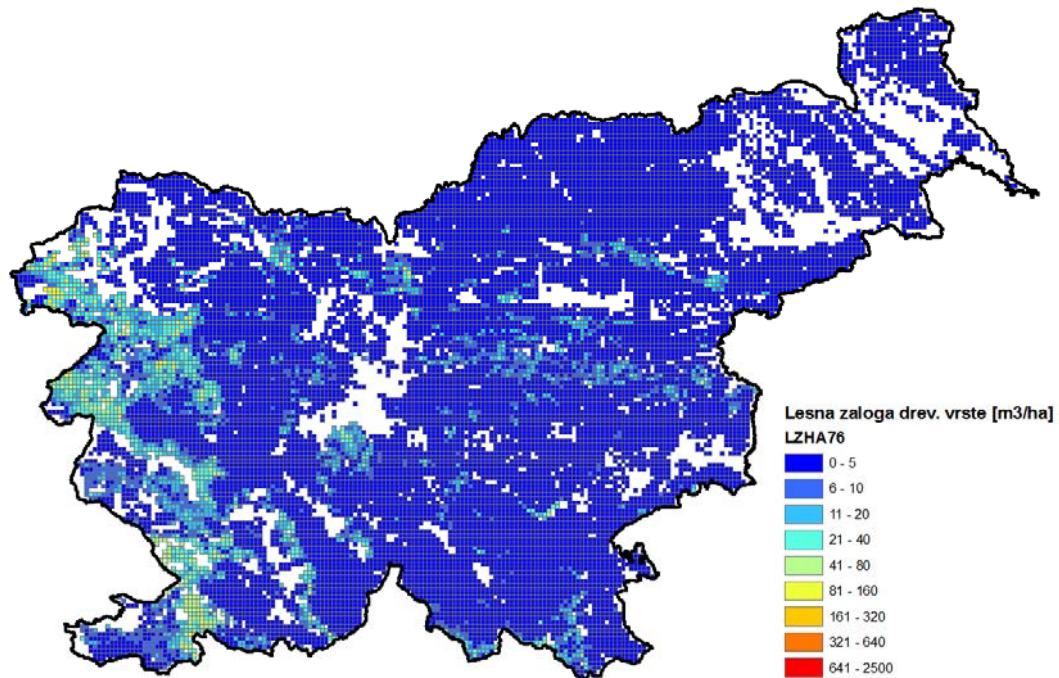




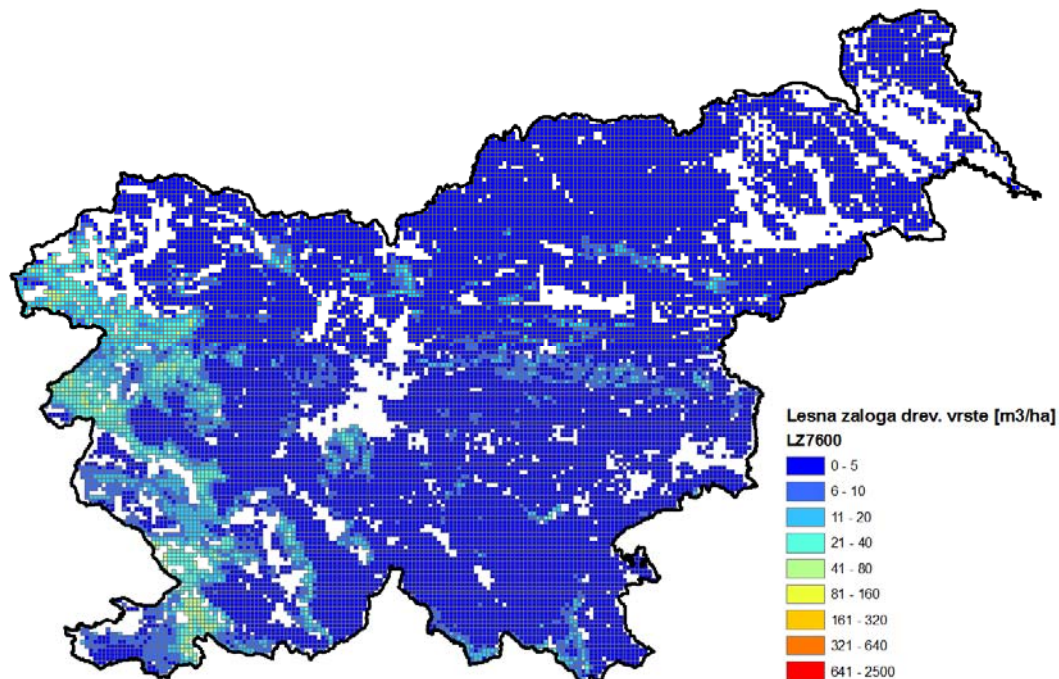
## 1.14 DV 76 – Črni gaber

### 1.14.1 Stanje leta 2000

#### 1.14.1.1 Dejansko stanje



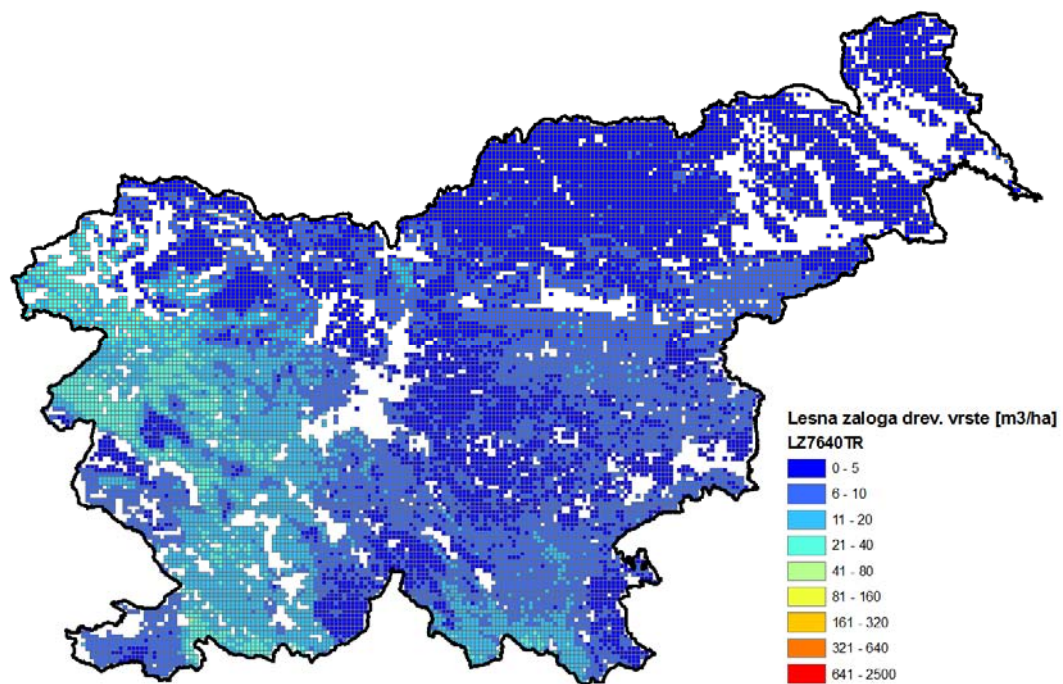
#### 1.14.1.2 Modelno stanje



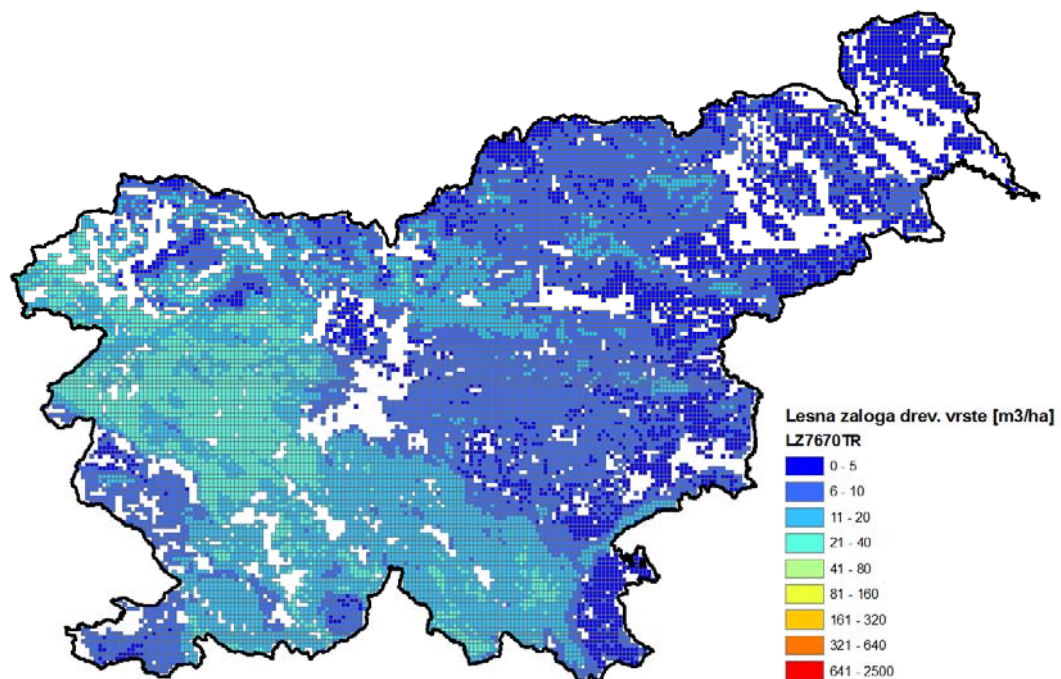


## 1.14.2 Napovedi po srednjem scenariju

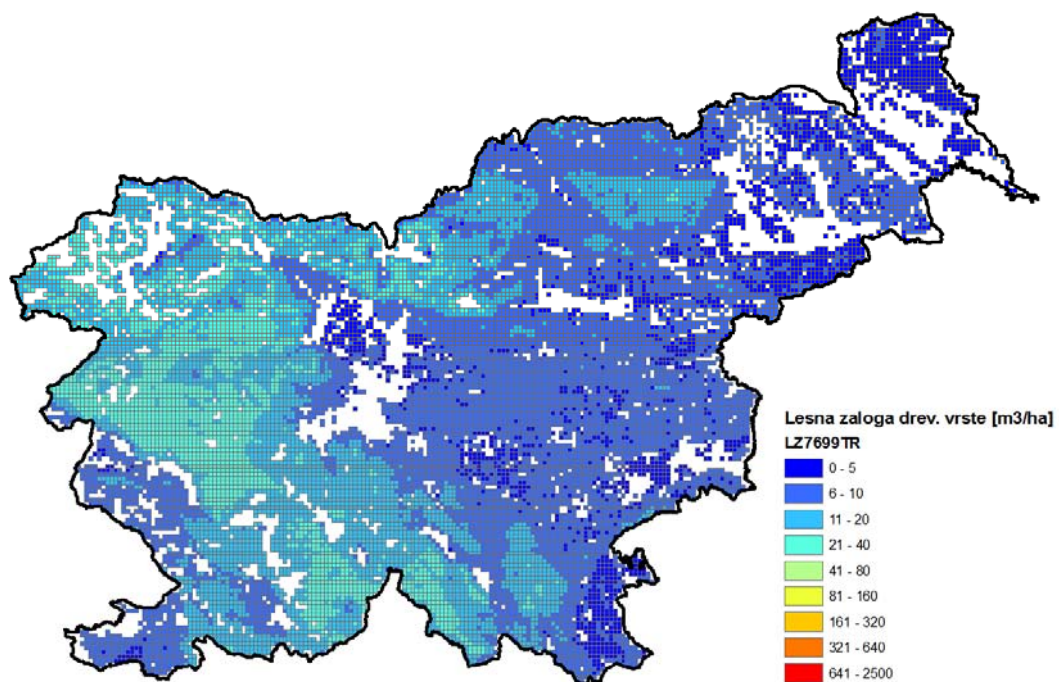
### 1.14.2.1 Za leto 2040



### 1.14.2.2 Za leto 2070

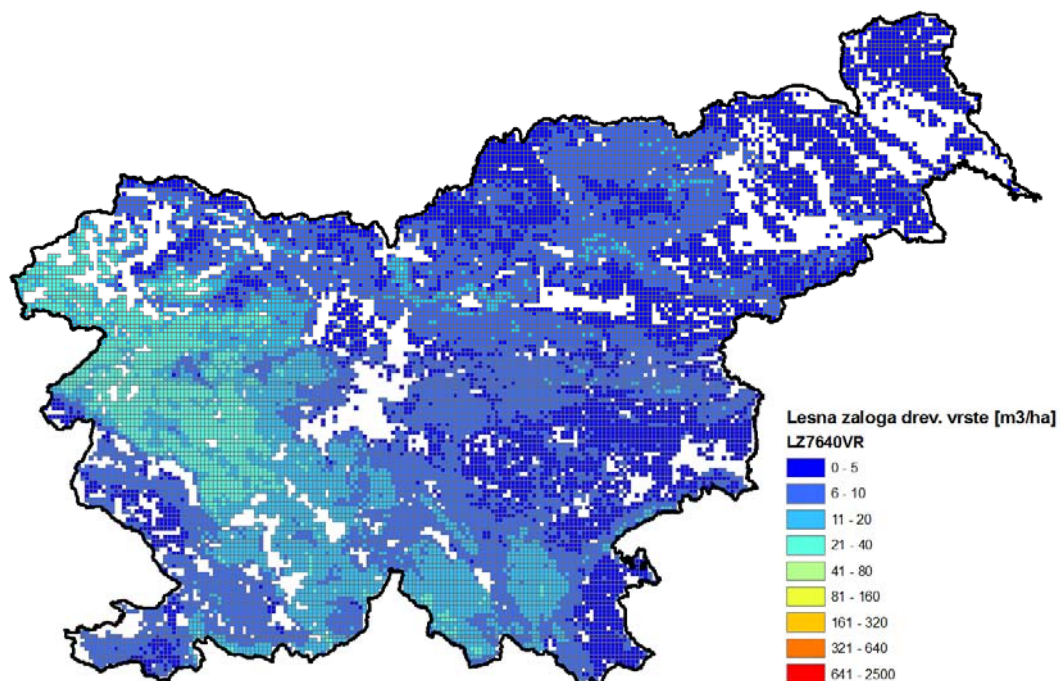


### 1.14.2.3 Za leto 2100



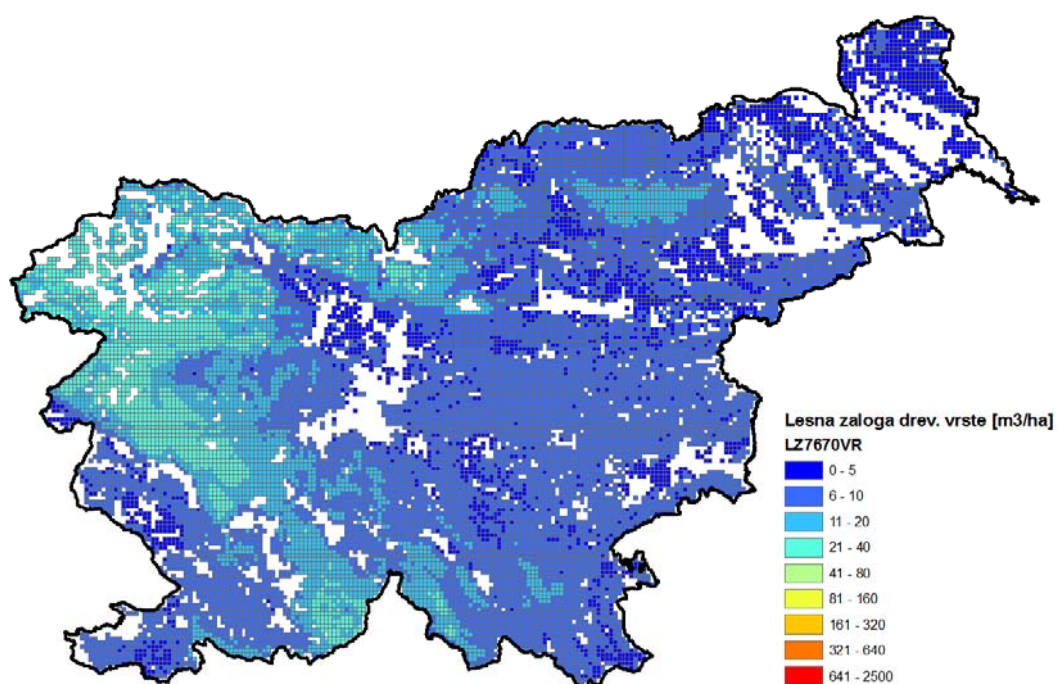
### 1.14.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.14.3.1 Za leto 2040

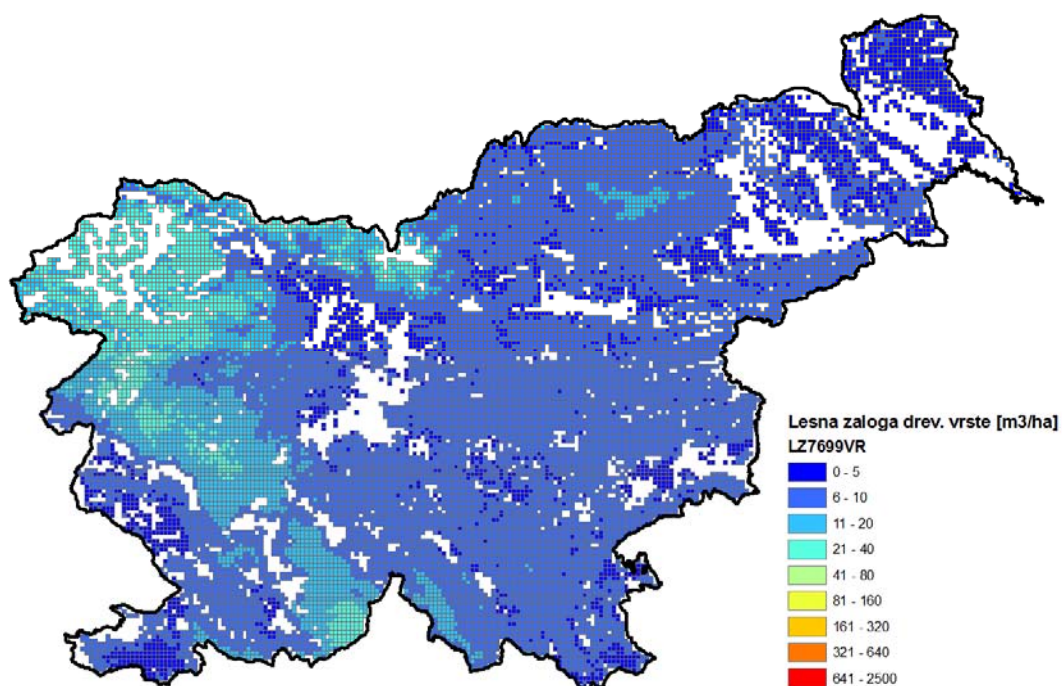




### 1.14.3.2 Za leto 2070



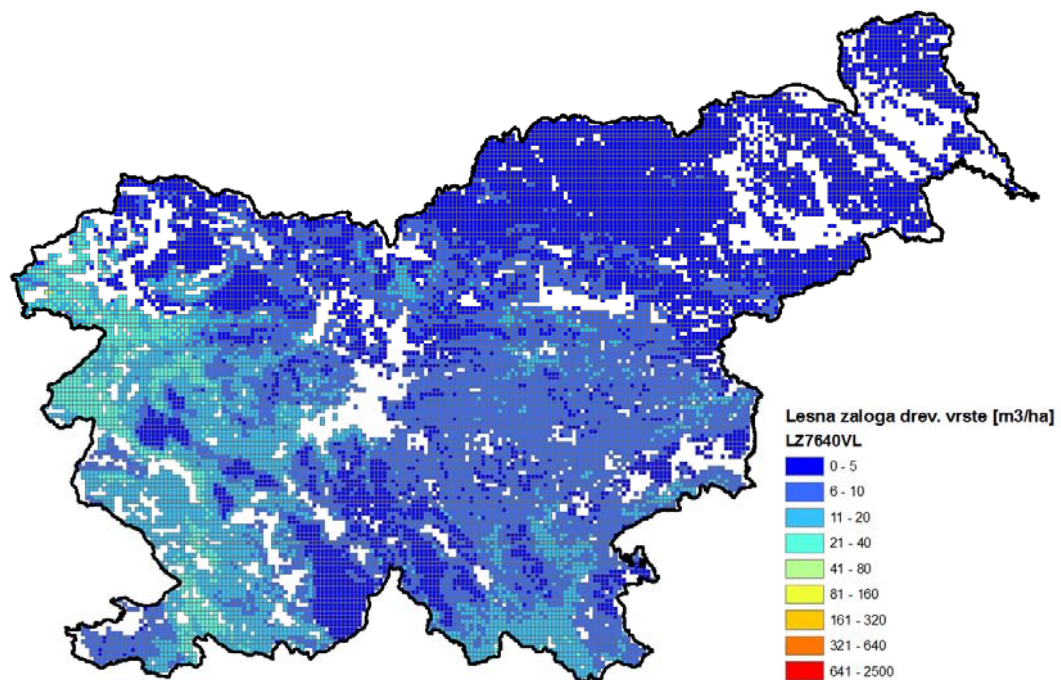
### 1.14.3.3 Za leto 2100



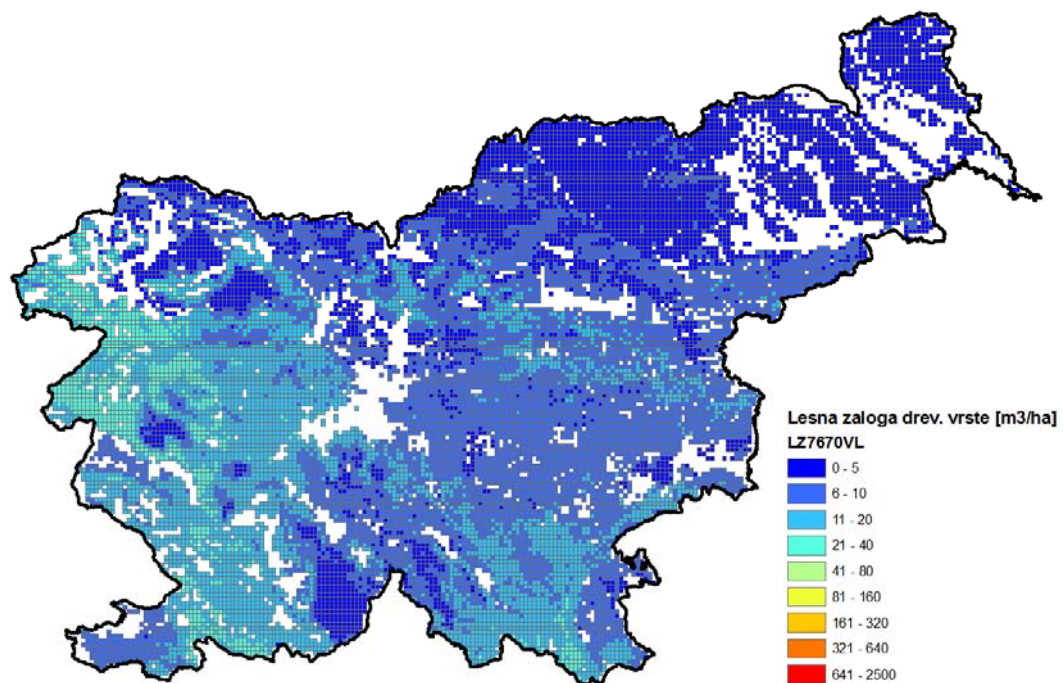


#### 1.14.4 Napovedi po optimističnem scenariju

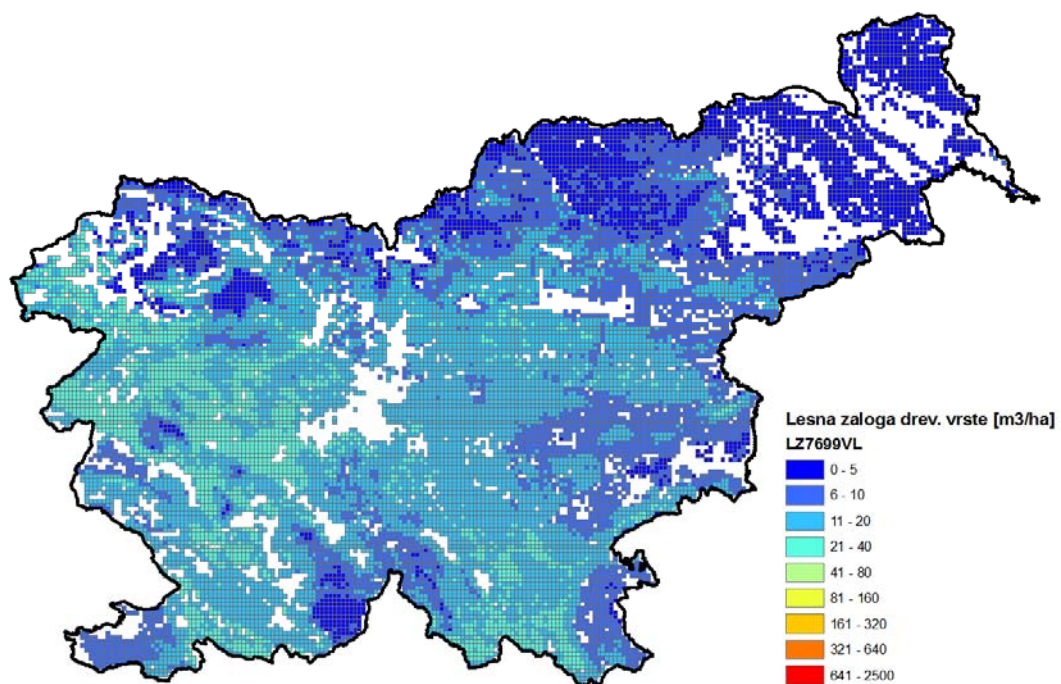
##### 1.14.4.1 Za leto 2040



##### 1.14.4.2 Za leto 2070



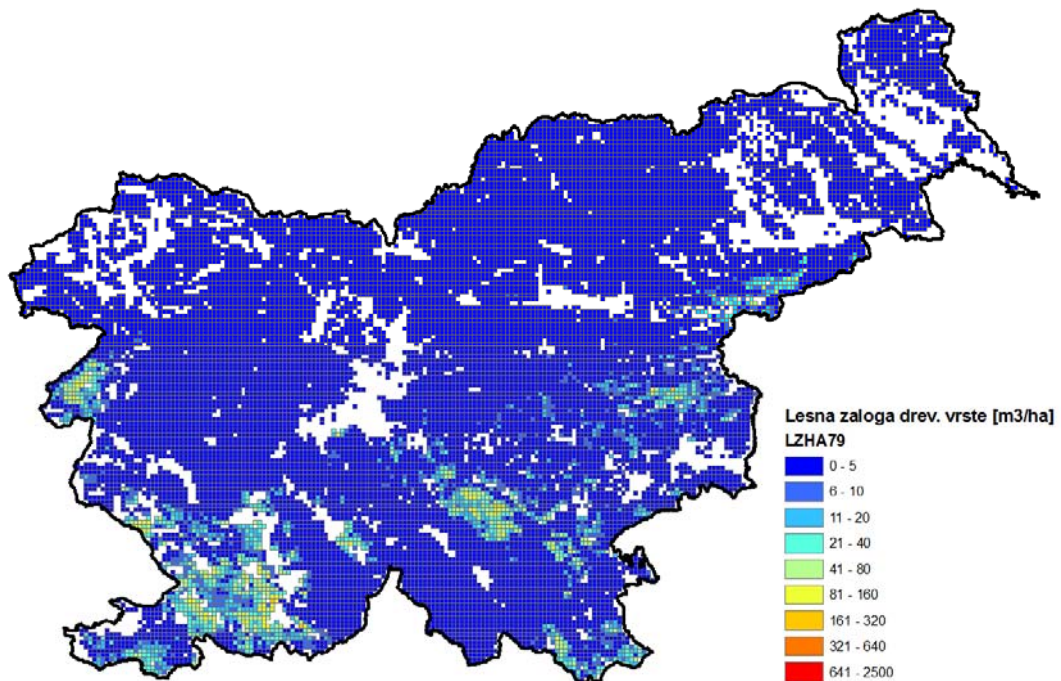
#### 1.14.4.3 Za leto 2100



#### 1.15 DV 79 – Cer

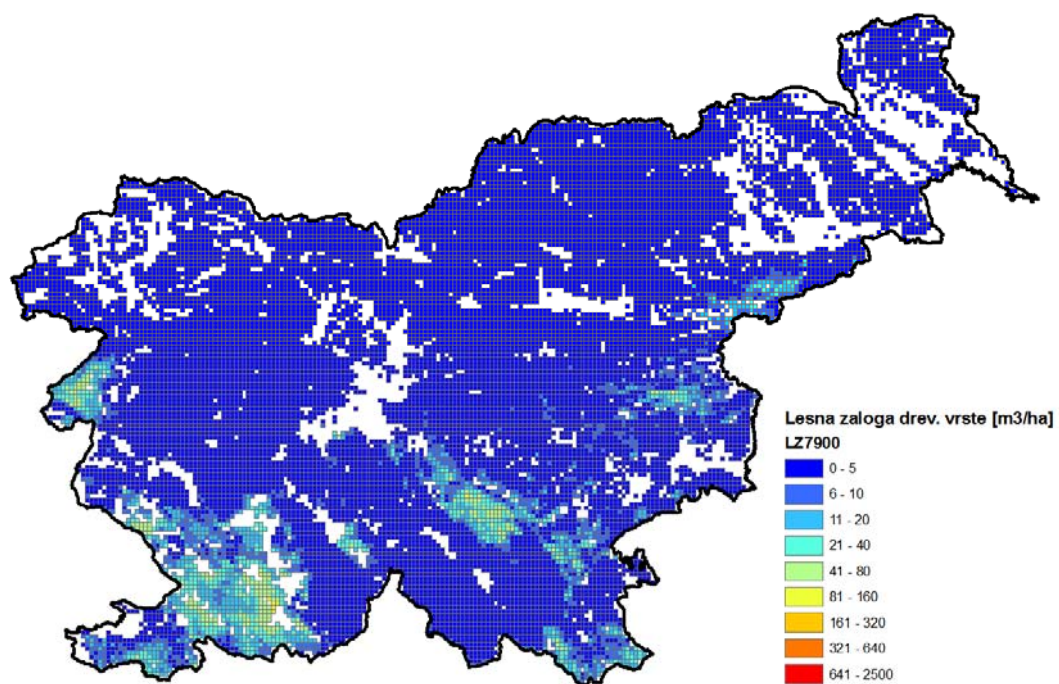
##### 1.15.1 Stanje leta 2000

##### 1.15.1.1 Dejansko stanje



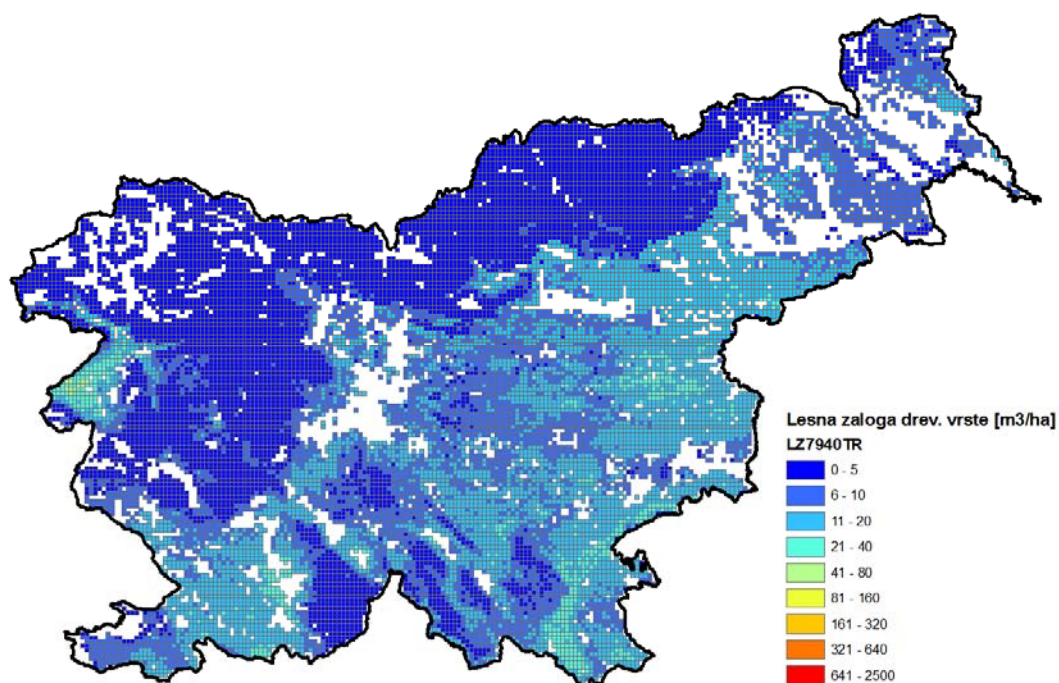


### 1.15.1.2 Modelno stanje



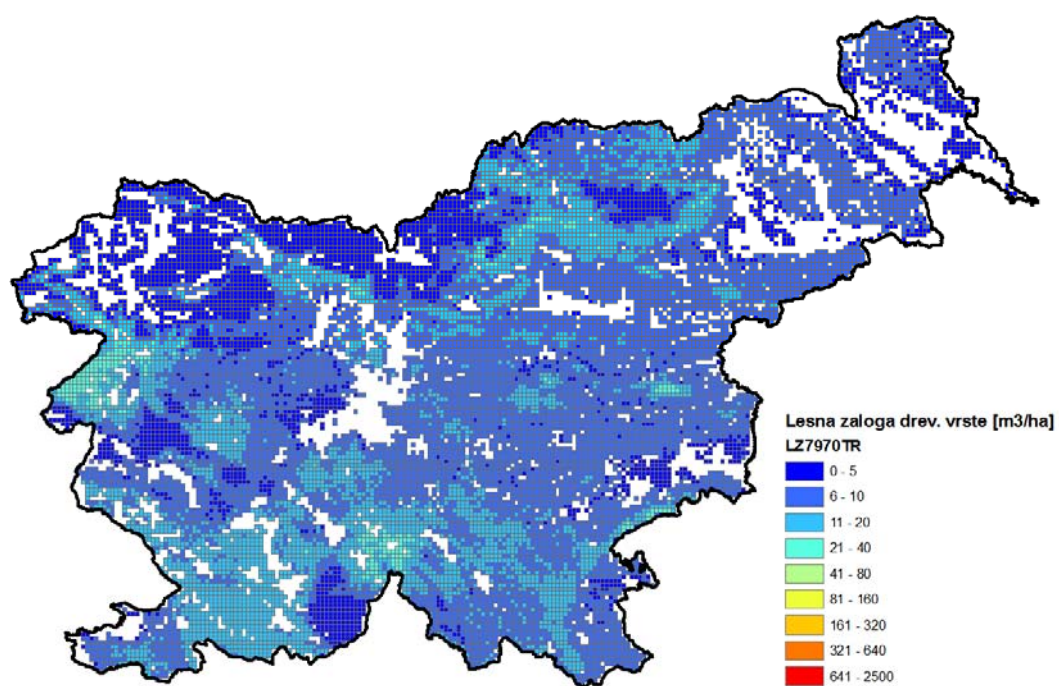
### 1.15.2 Napovedi po srednjem scenariju

#### 1.15.2.1 Za leto 2040

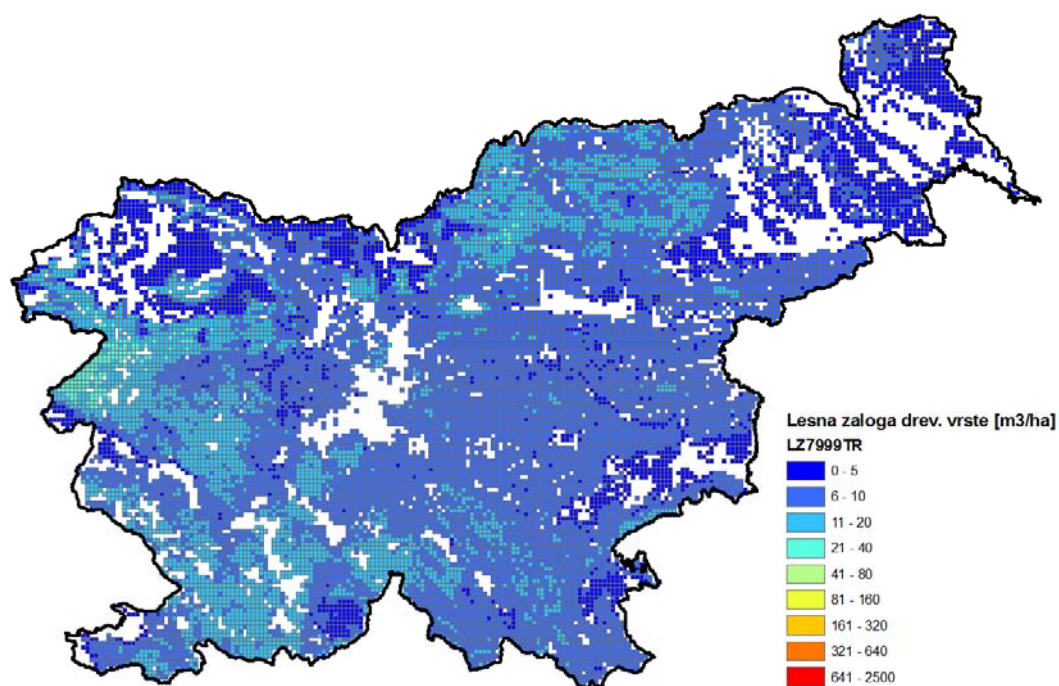




### 1.15.2.2 Za leto 2070

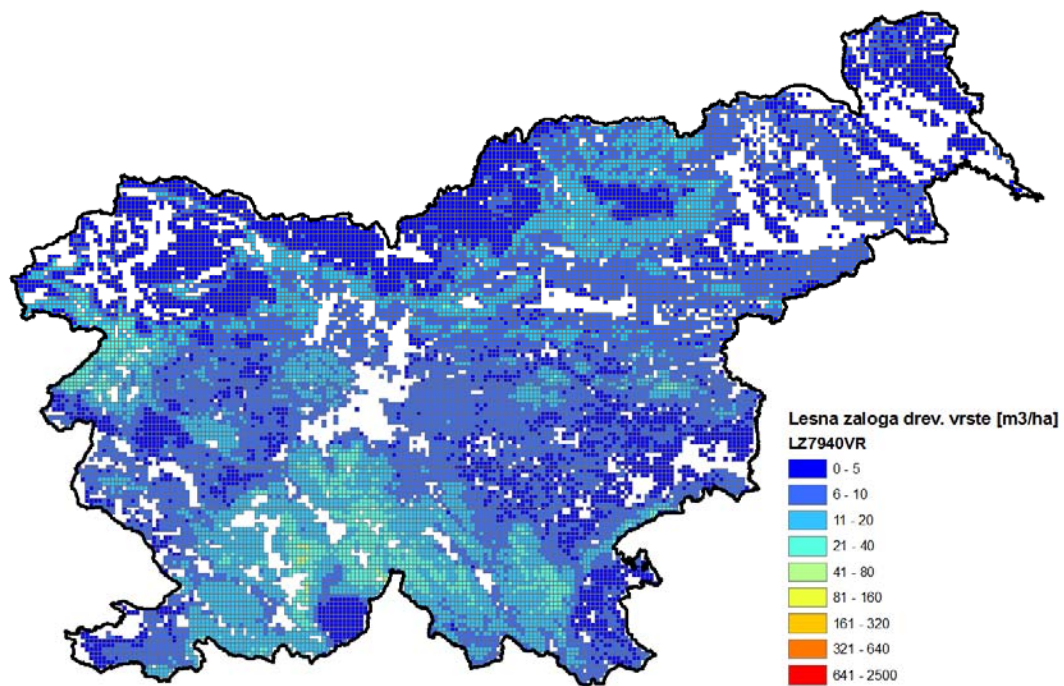


### 1.15.2.3 Za leto 2100

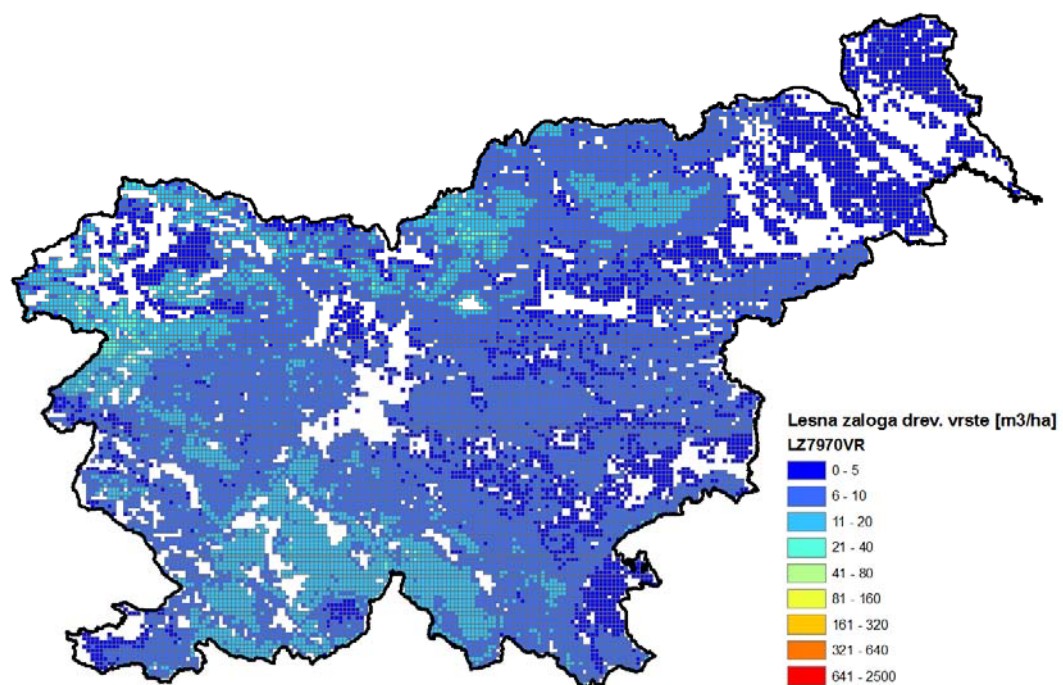


### 1.15.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

#### 1.15.3.1 Za leto 2040

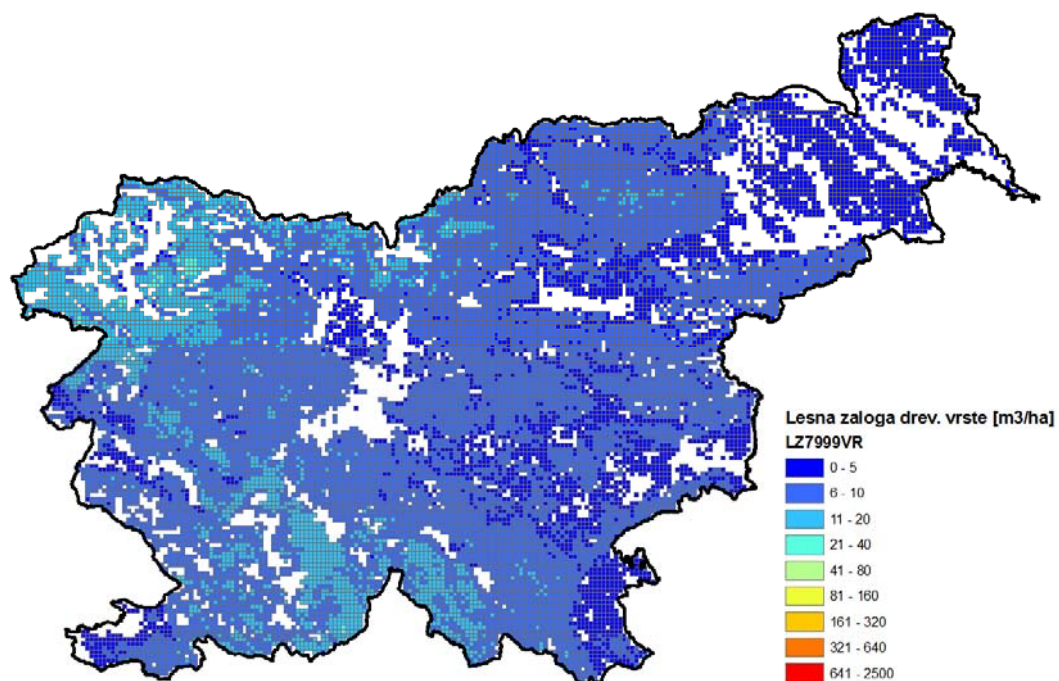


#### 1.15.3.2 Za leto 2070



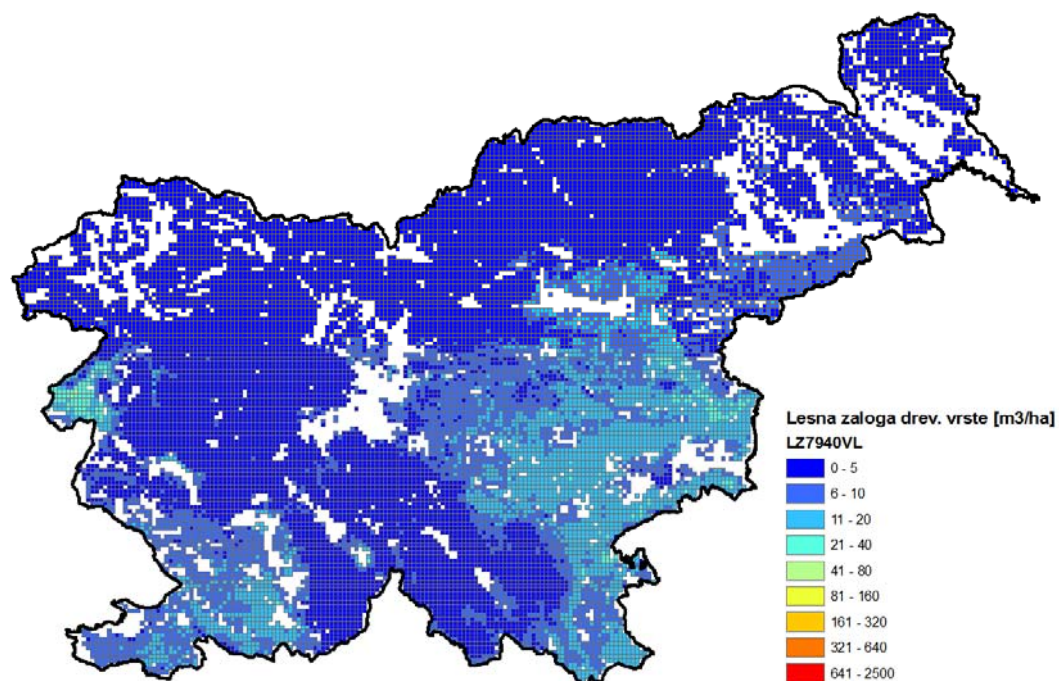


### 1.15.3.3 Za leto 2100



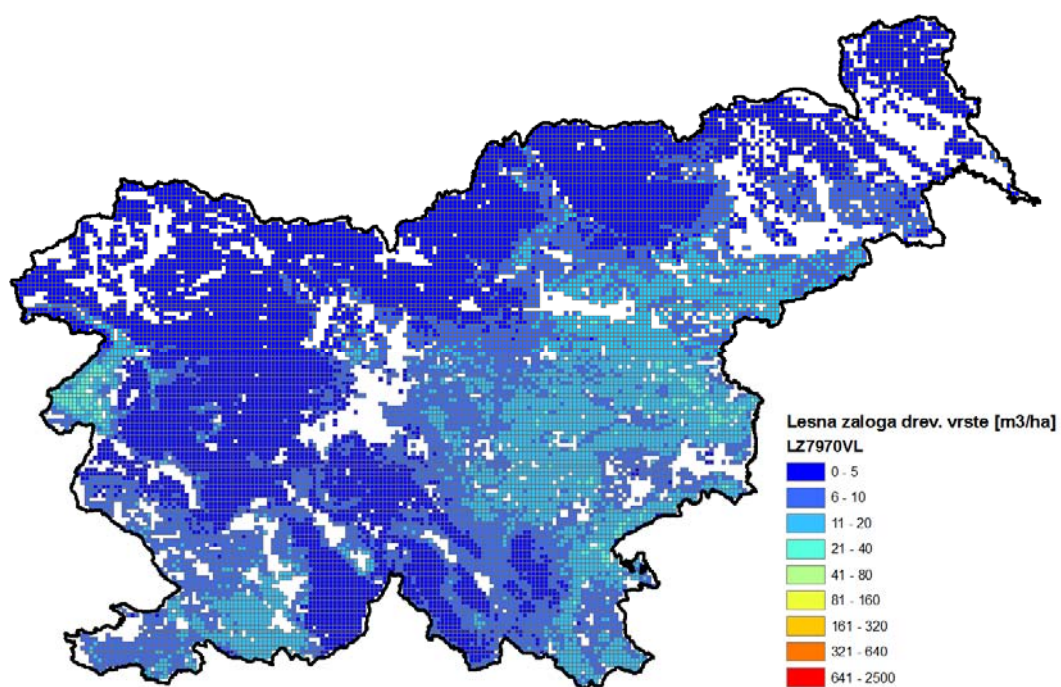
### 1.15.4 Napovedi po optimističnem scenariju

#### 1.15.4.1 Za leto 2040

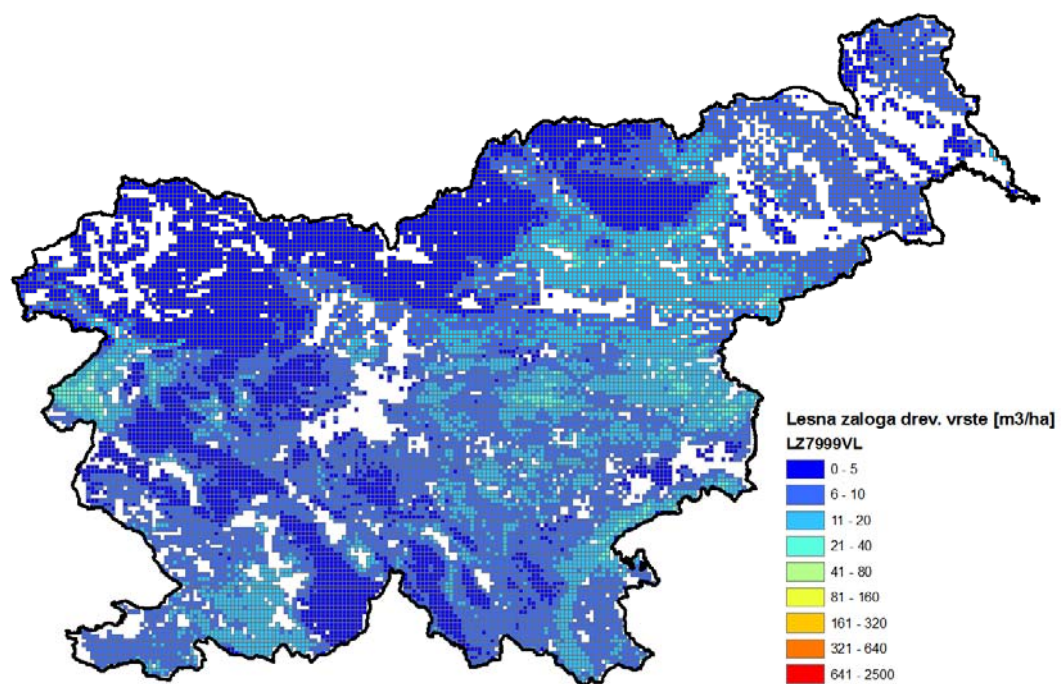




#### 1.15.4.2 Za leto 2070



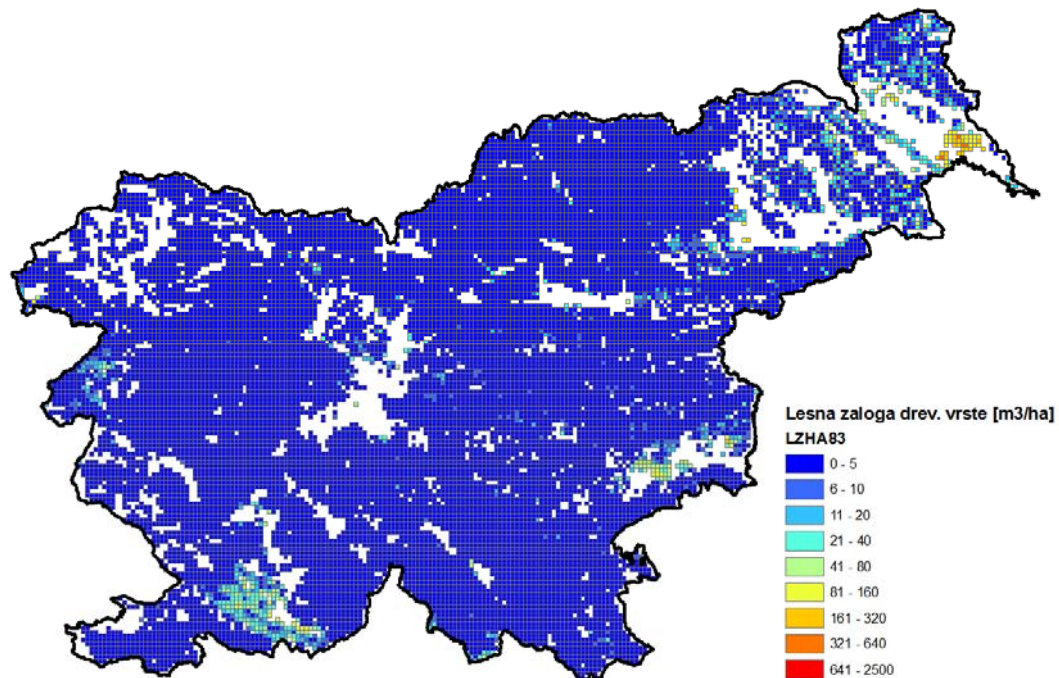
#### 1.15.4.3 Za leto 2100



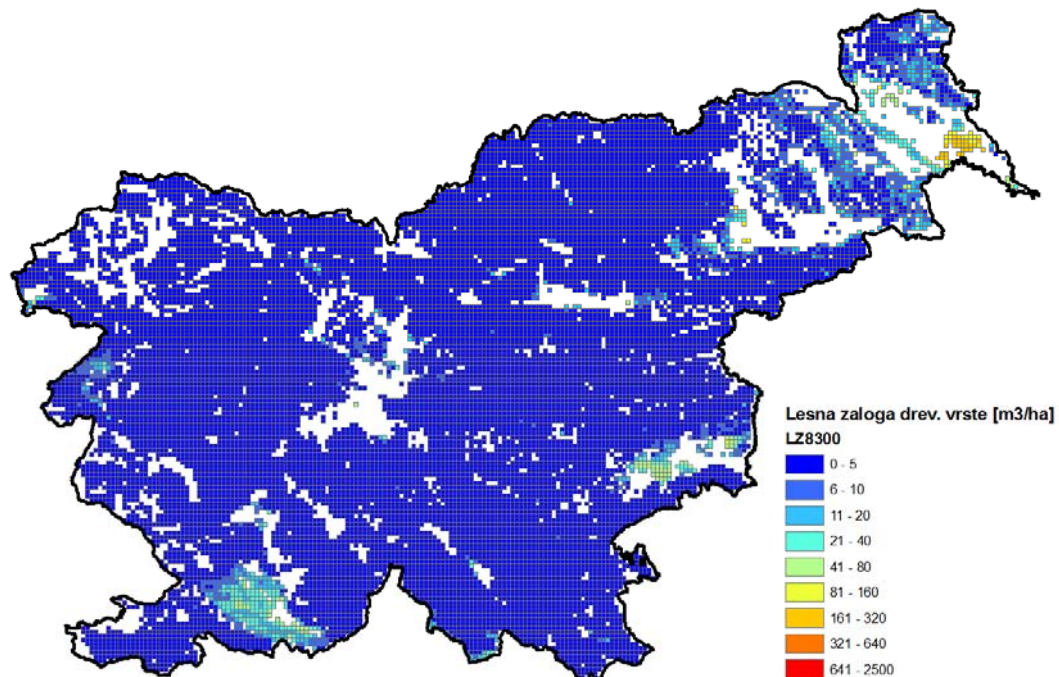
## 1.16 DV 83 – Črna jelša

### 1.16.1 Stanje leta 2000

#### 1.16.1.1 Dejansko stanje



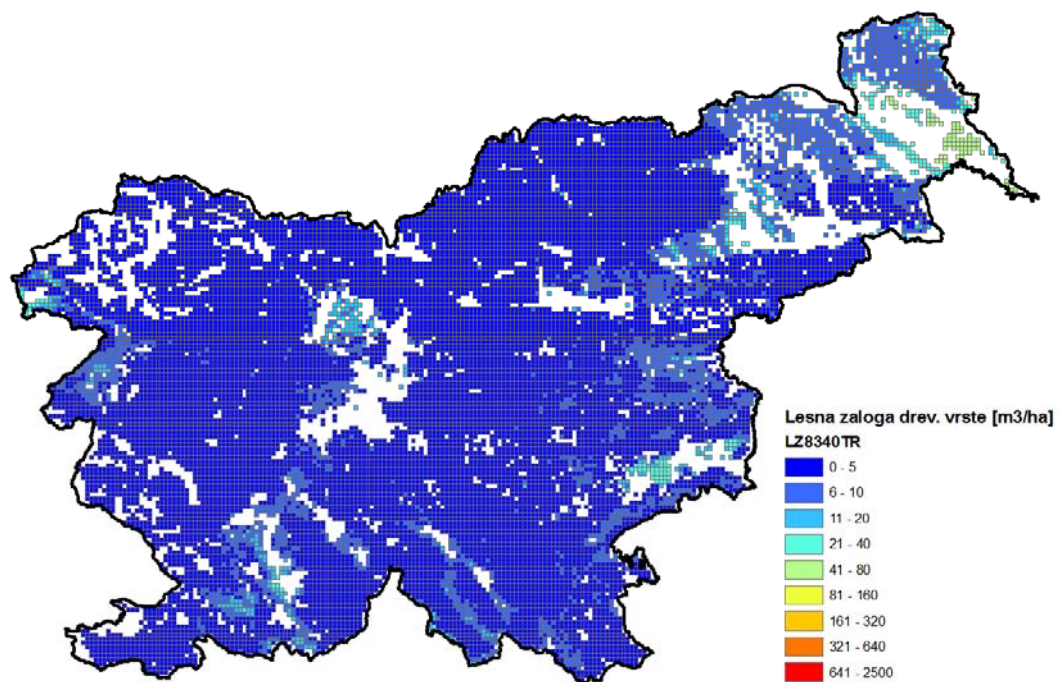
#### 1.16.1.2 Modelno stanje



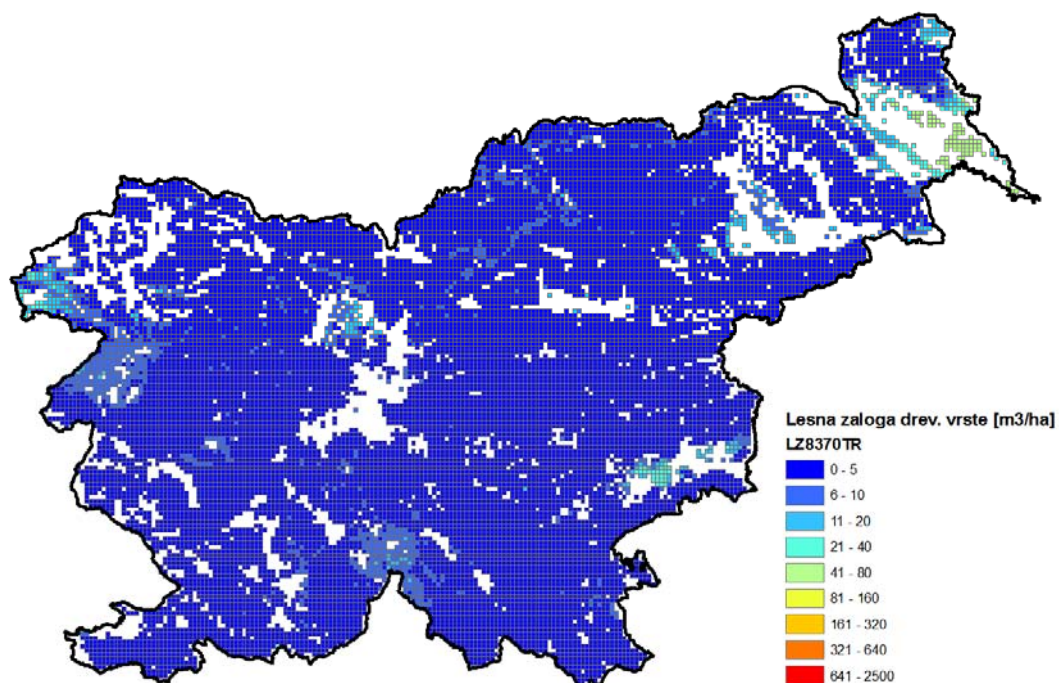


## 1.16.2 Napovedi po srednjem scenariju

### 1.16.2.1 Za leto 2040

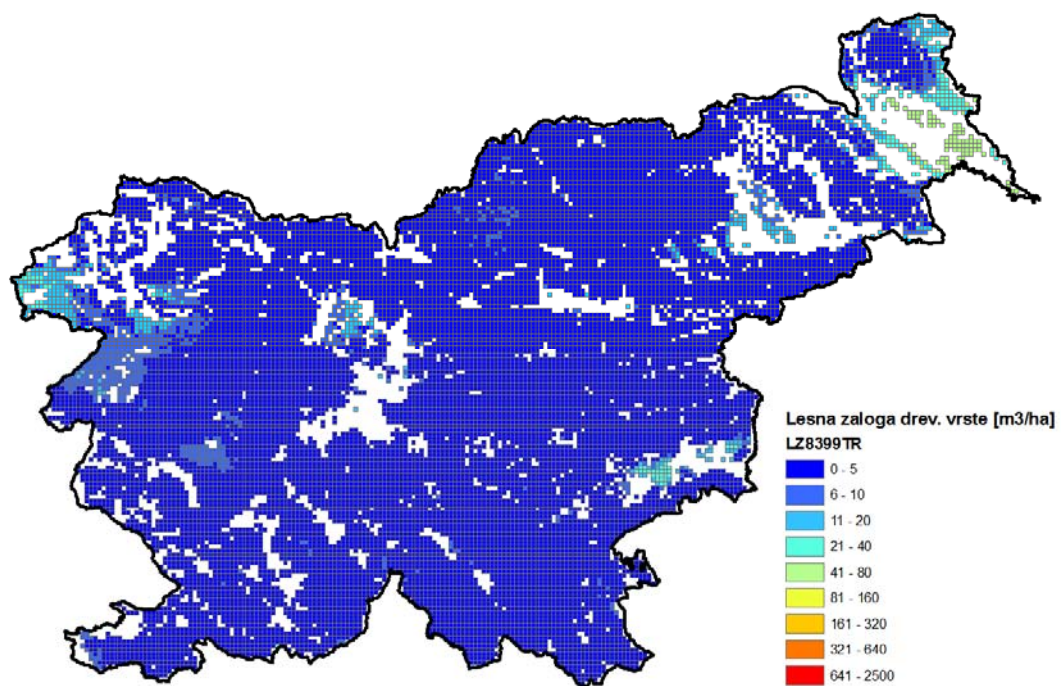


### 1.16.2.2 Za leto 2070



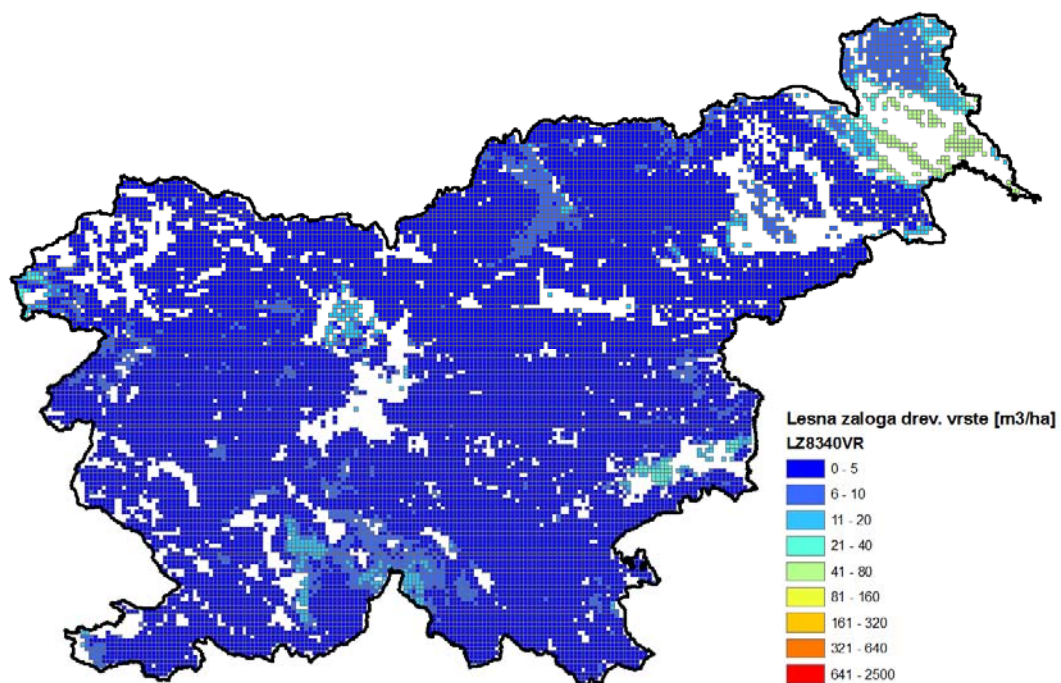


### 1.16.2.3 Za leto 2100

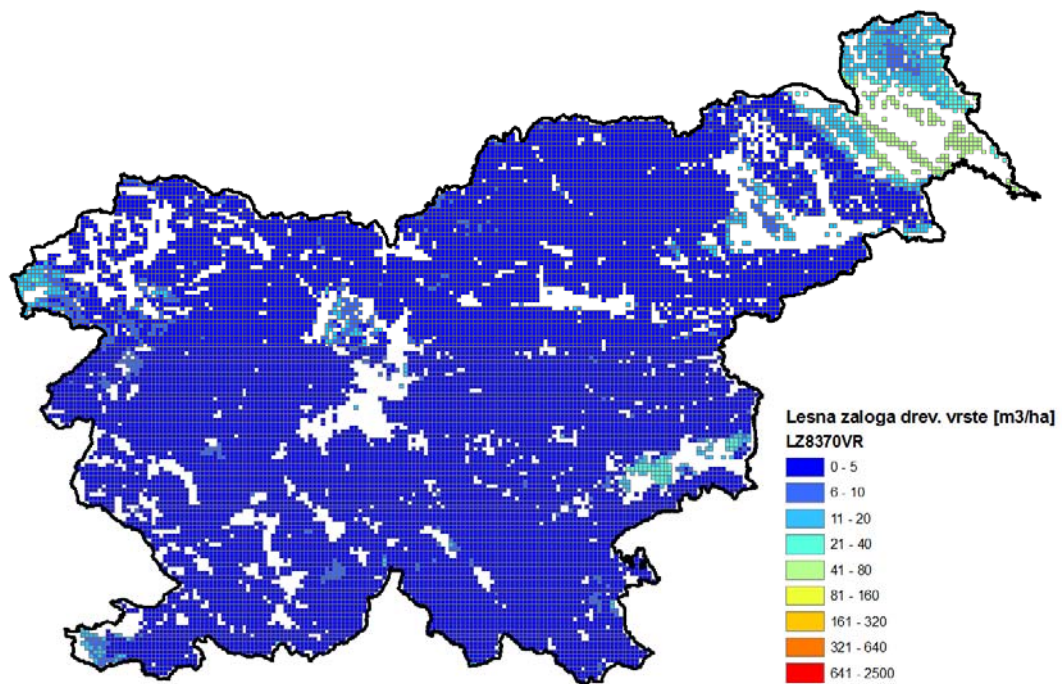


### 1.16.3 Napovedi po pesimističnem scenariju

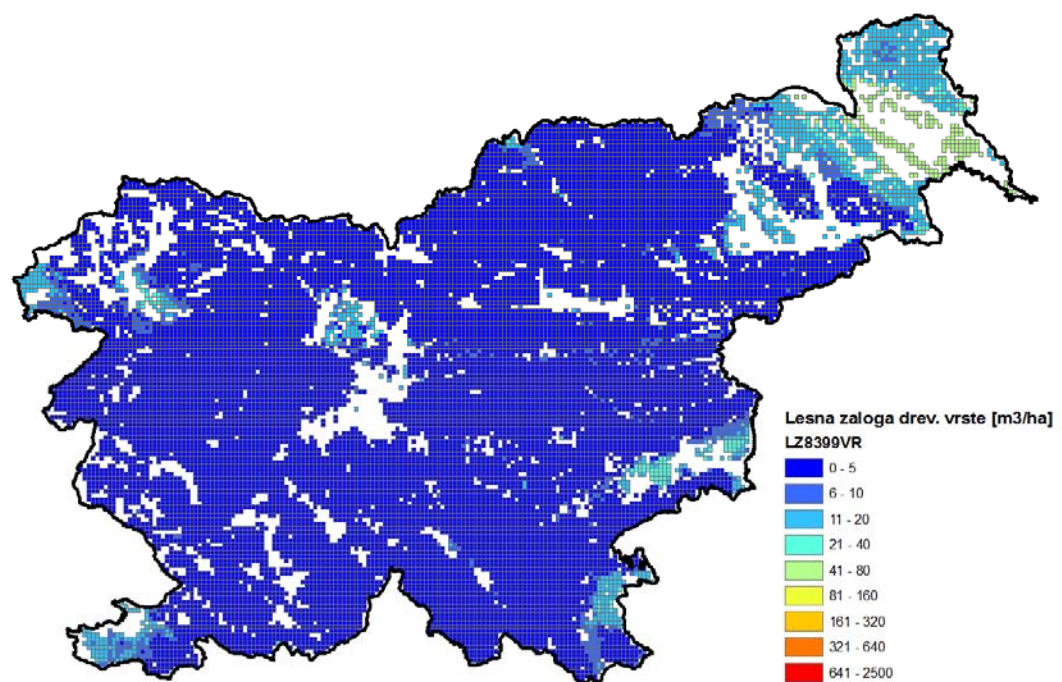
#### 1.16.3.1 Za leto 2040



### 1.16.3.2 Za leto 2070



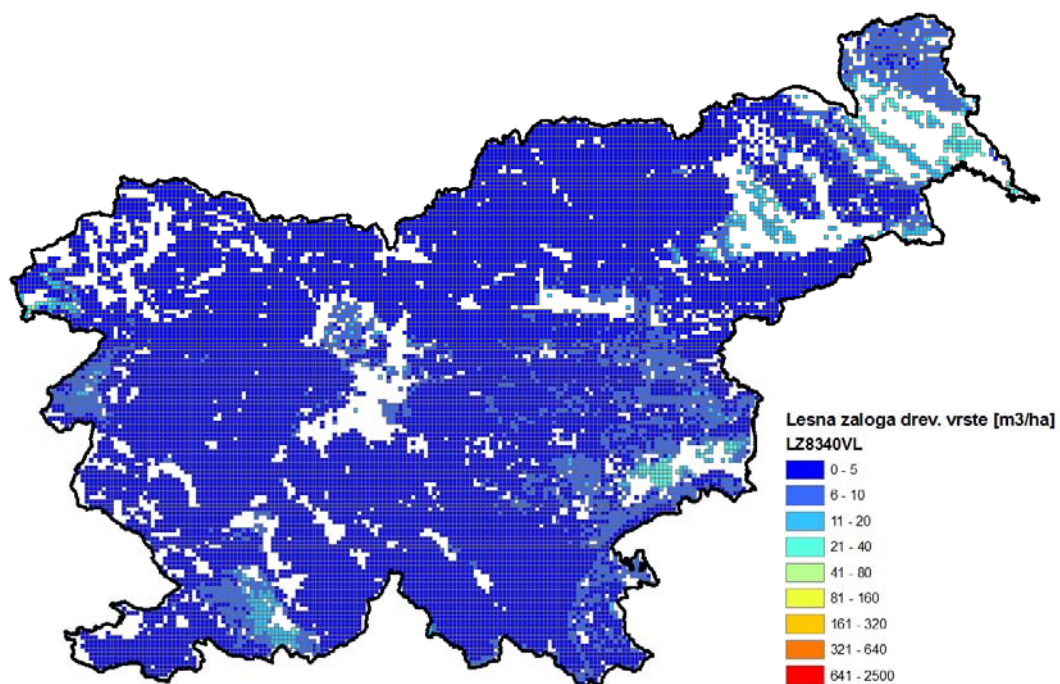
### 1.16.3.3 Za leto 2100



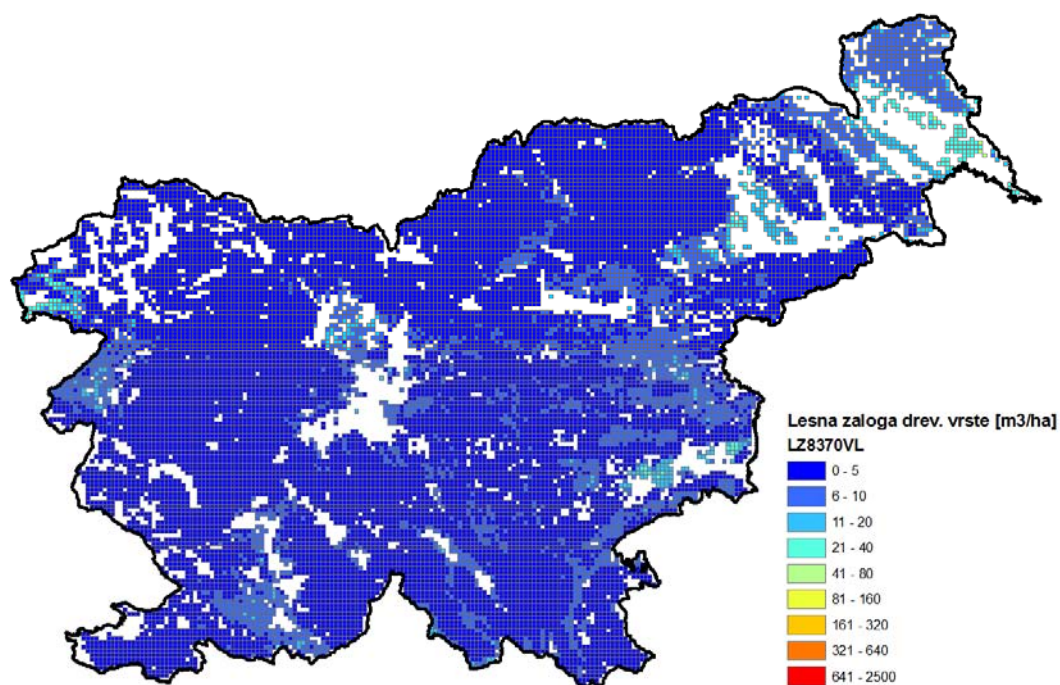


#### 1.16.4 Napovedi po optimističnem scenariju

##### 1.16.4.1 Za leto 2040

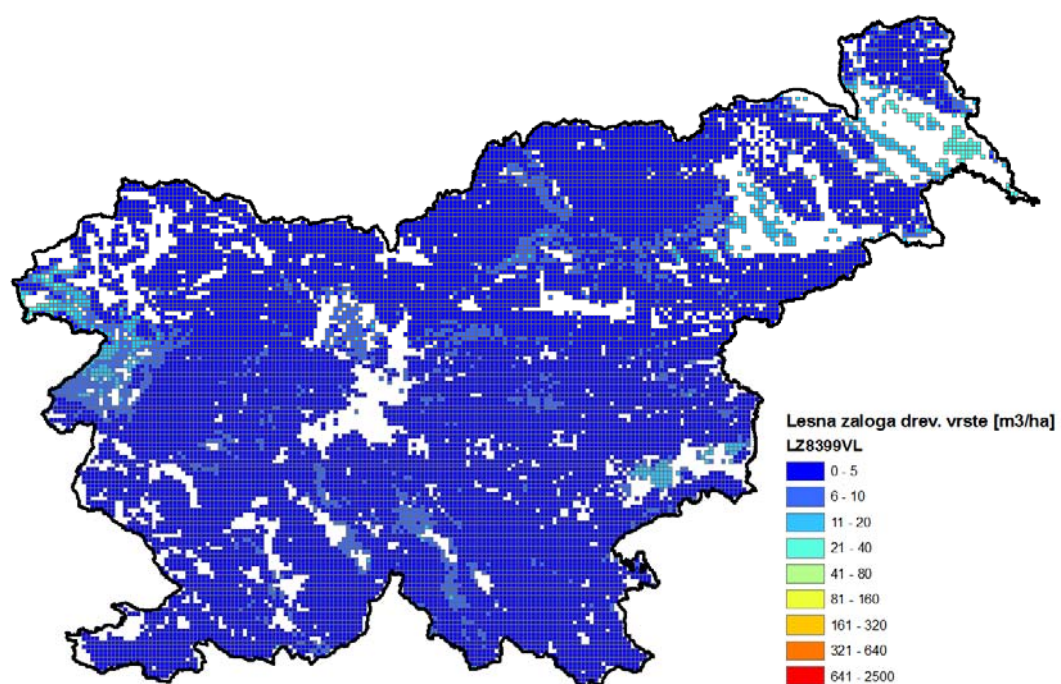


##### 1.16.4.2 Za leto 2070



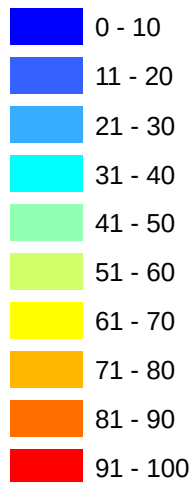


#### 1.16.4.3 Za leto 2100



## 2 Vegetacijski tipi

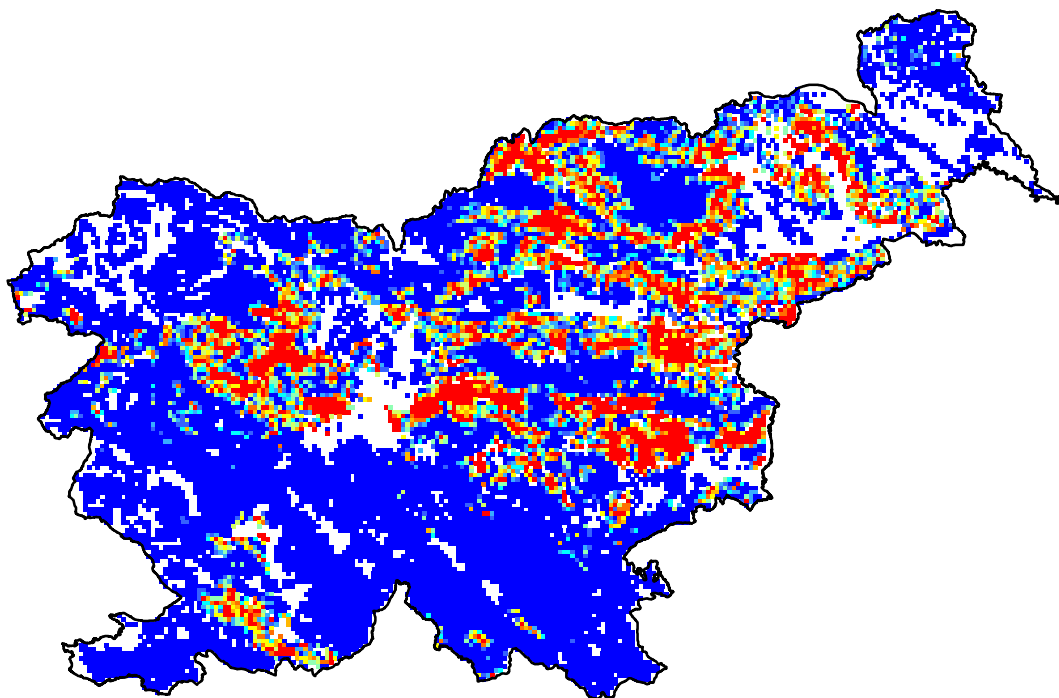
Površinski delež [%] vegetacijskega tipa v kilometrskem kvadrantu



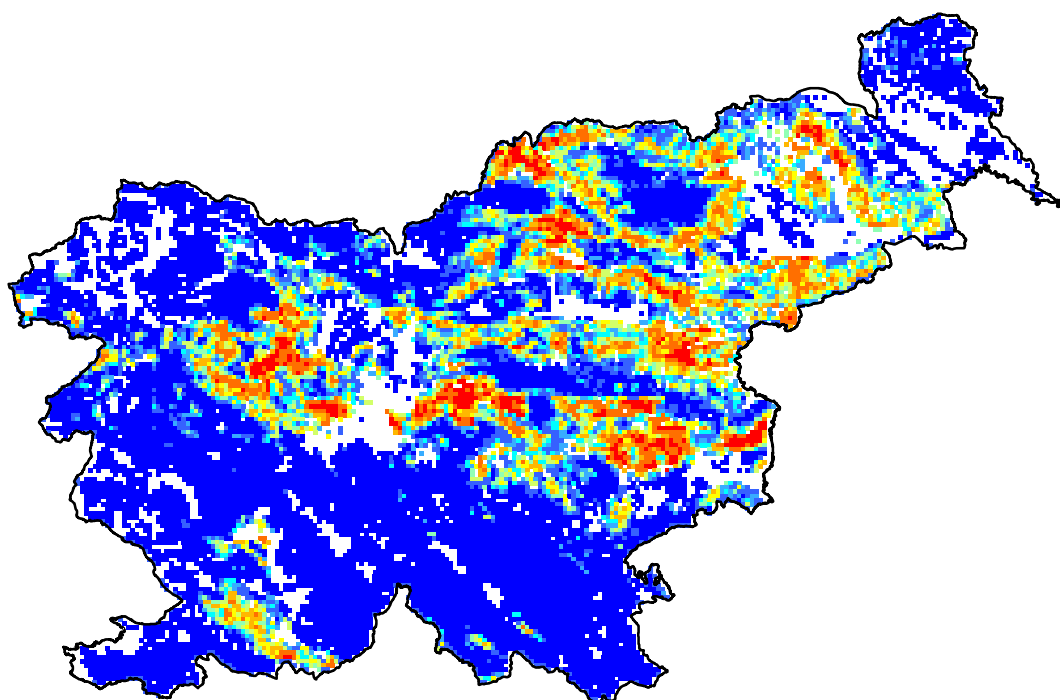
### 2.1 Tip 1 - Acidofilna bukovja (Acidophilic Fagus forests), $R = 0.80$

#### 2.1.1 Stanje leta 2000

##### 2.1.1.1 Dejansko stanje

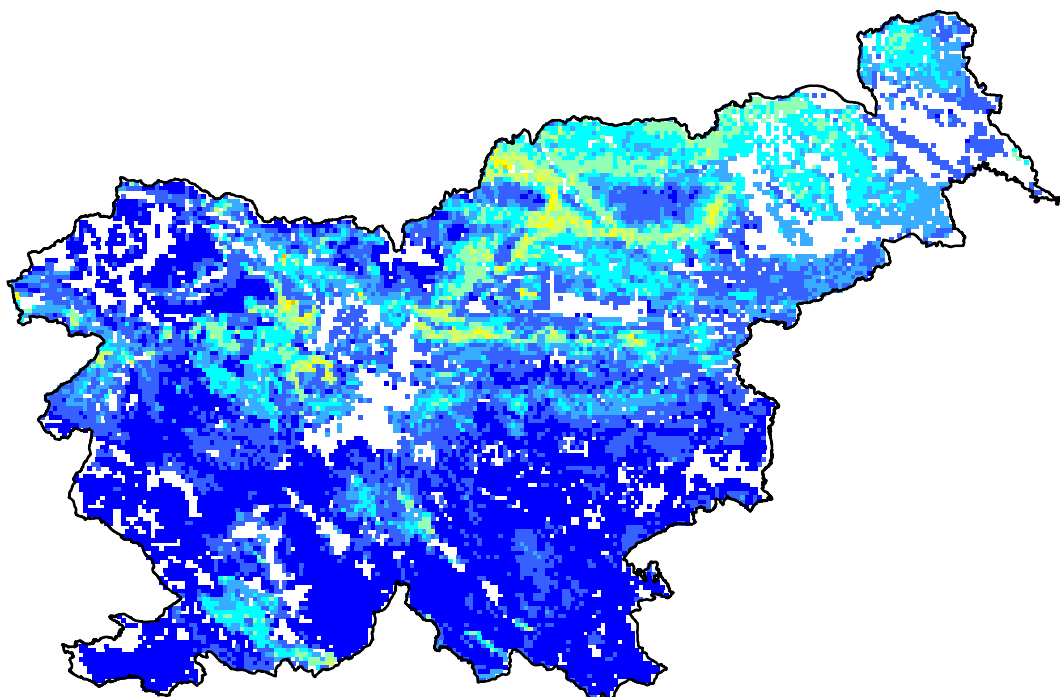


#### 2.1.1.2 Modelno stanje



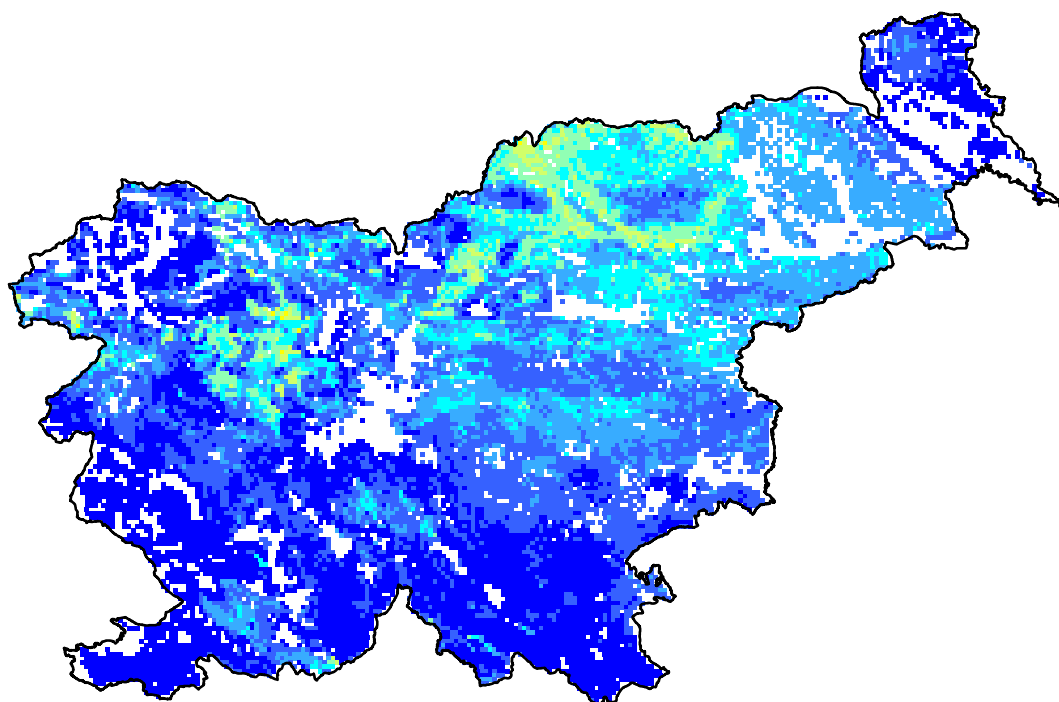
#### 2.1.2 Napovedi za leto 2040

##### 2.1.2.1 Optimistični scenarij

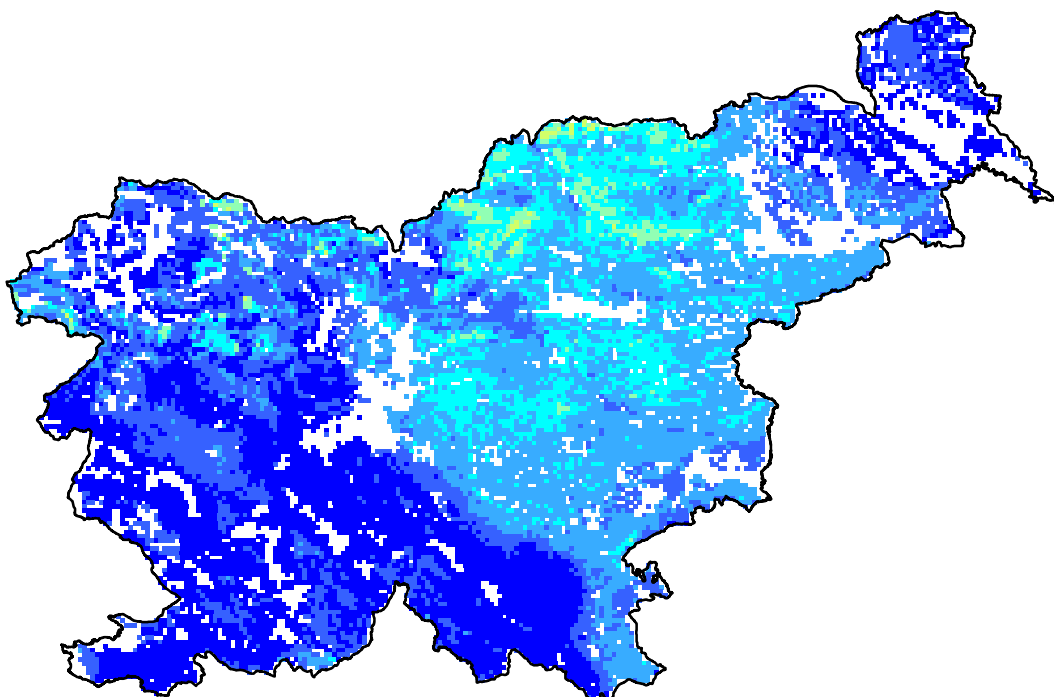




#### 2.1.2.2 Srednji scenarij

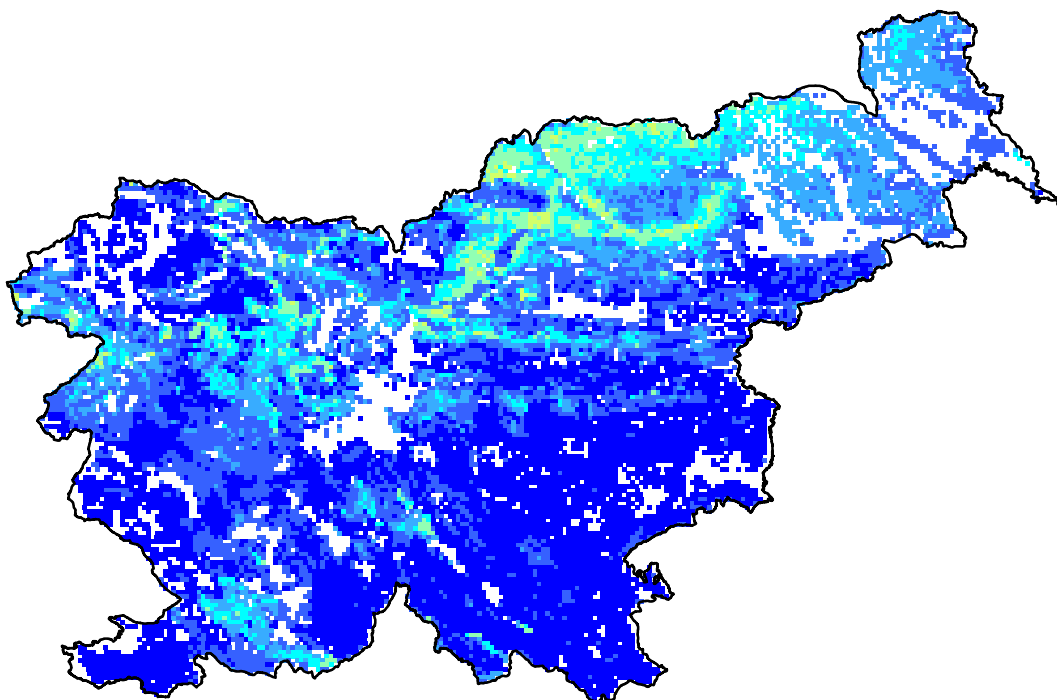


#### 2.1.2.3 Pesimistični scenarij

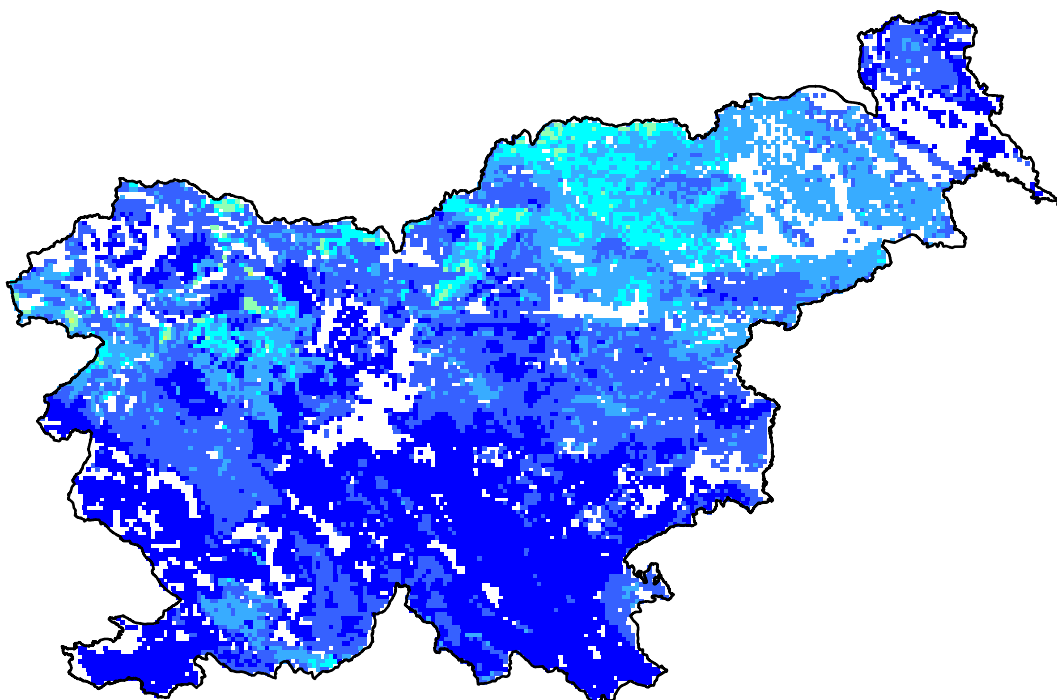


#### 2.1.3 Napovedi za leto 2070

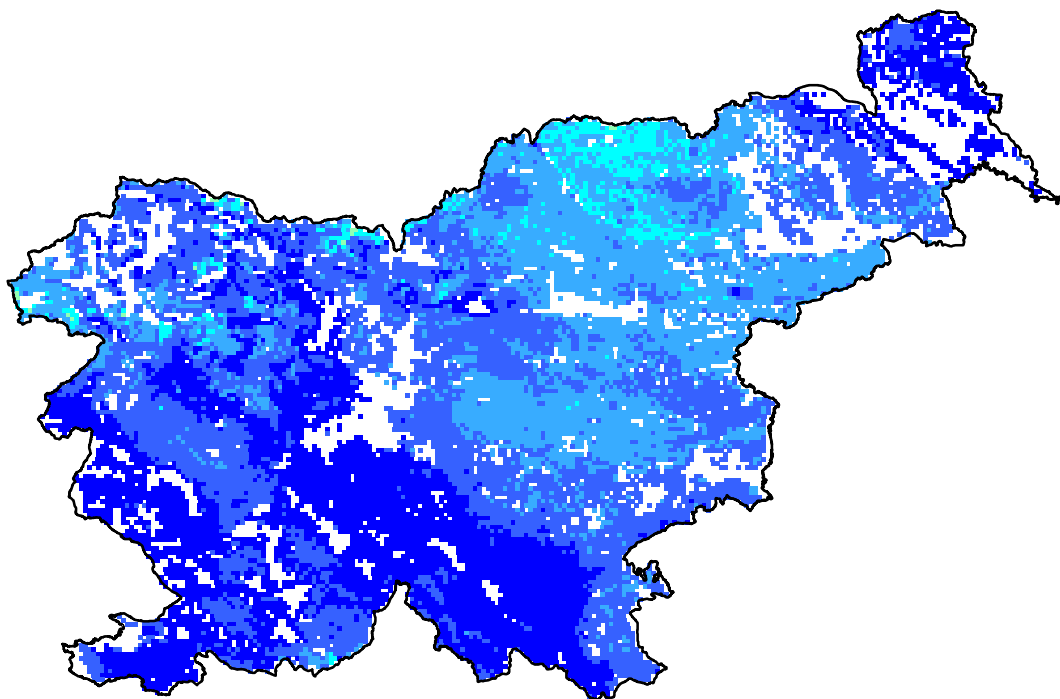
#### 2.1.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.1.3.2 Srednji scenarij

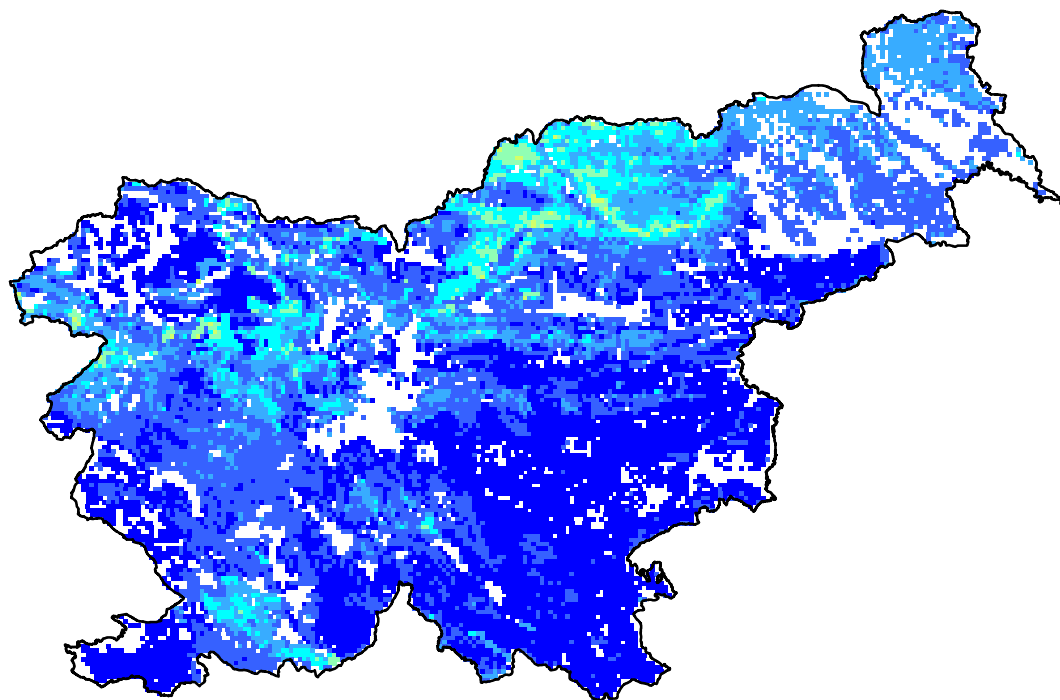


### 2.1.3.3 Pesimistični scenarij



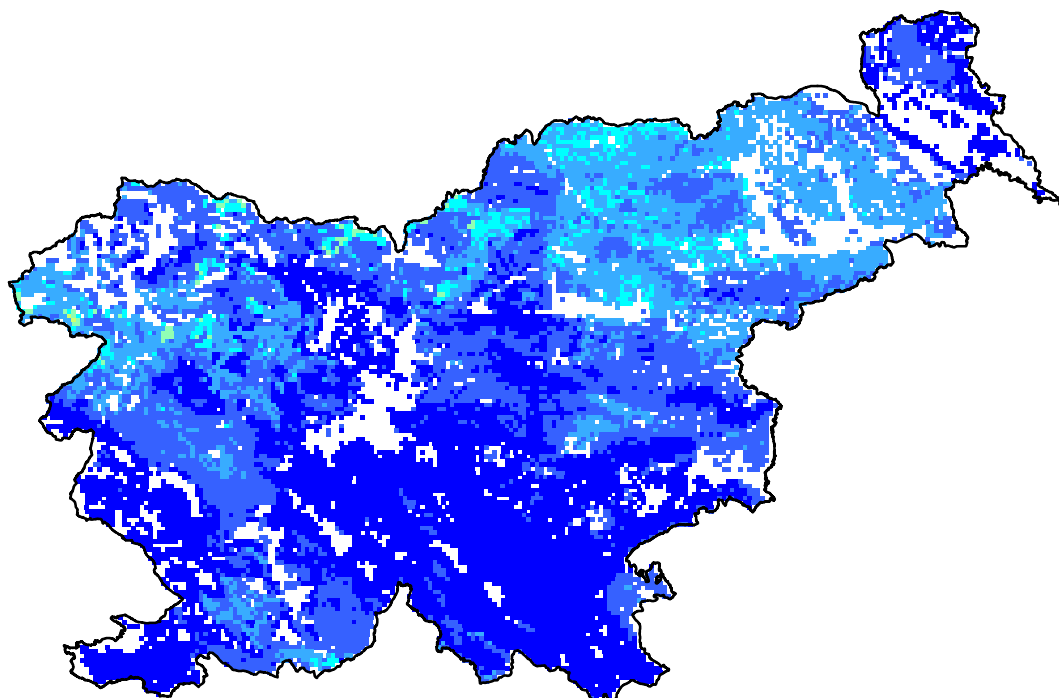
### 2.1.4 Napovedi za leto 2100

#### 2.1.4.1 Optimistični scenarij

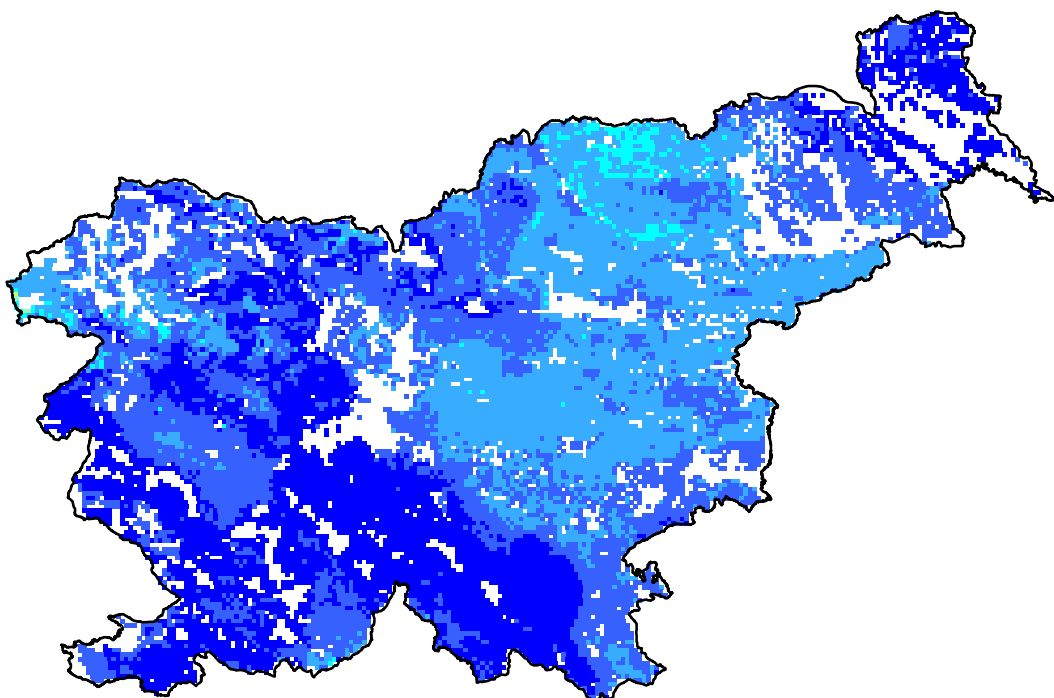




#### 2.1.4.2 Srednji scenarij



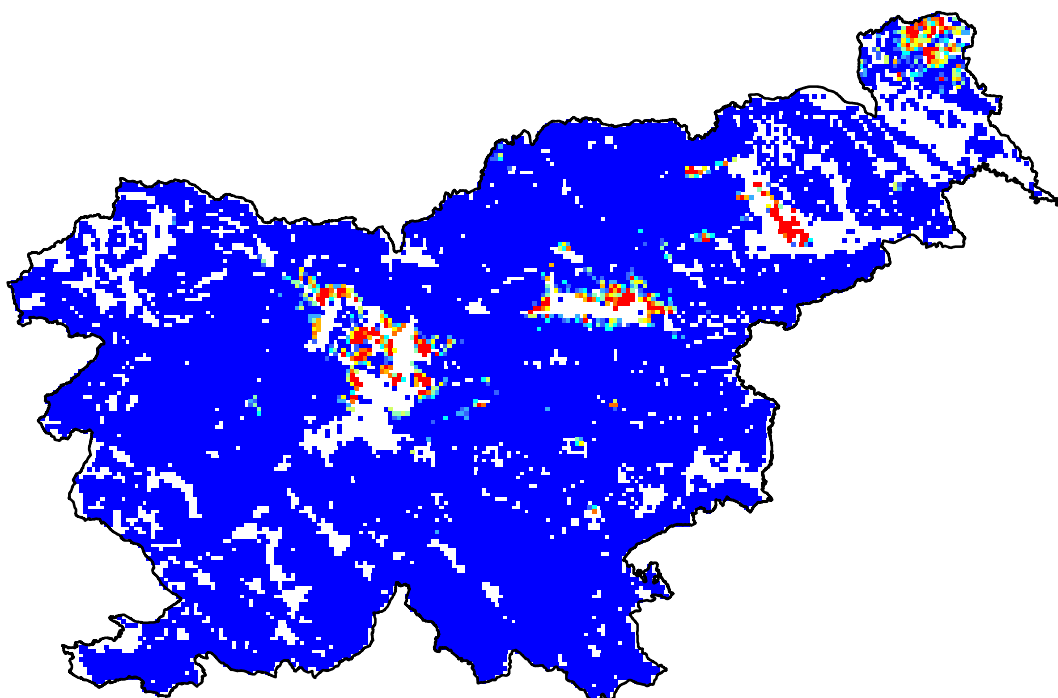
#### 2.1.4.3 Pesimistični scenarij



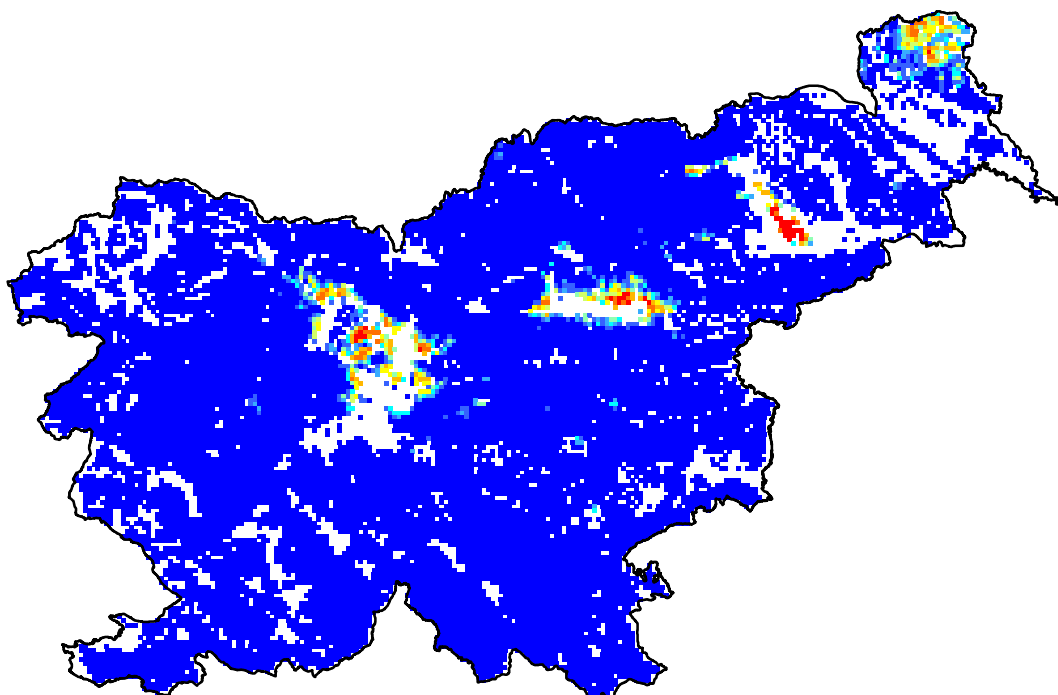
### 2.2 Tip 2 - Acidofilna rdečeborovja (Acidophilic Pinus s. forests), $R = 0.82$

## 2.2.1 Stanje leta 2000

### 2.2.1.1 Dejansko stanje

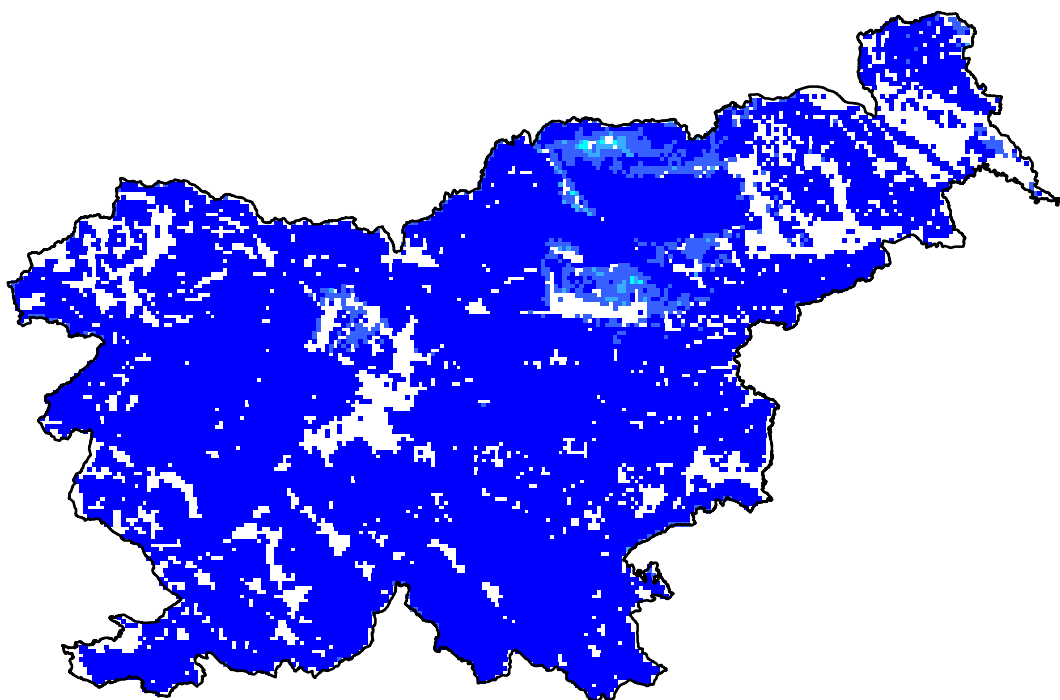


### 2.2.1.2 Modelno stanje

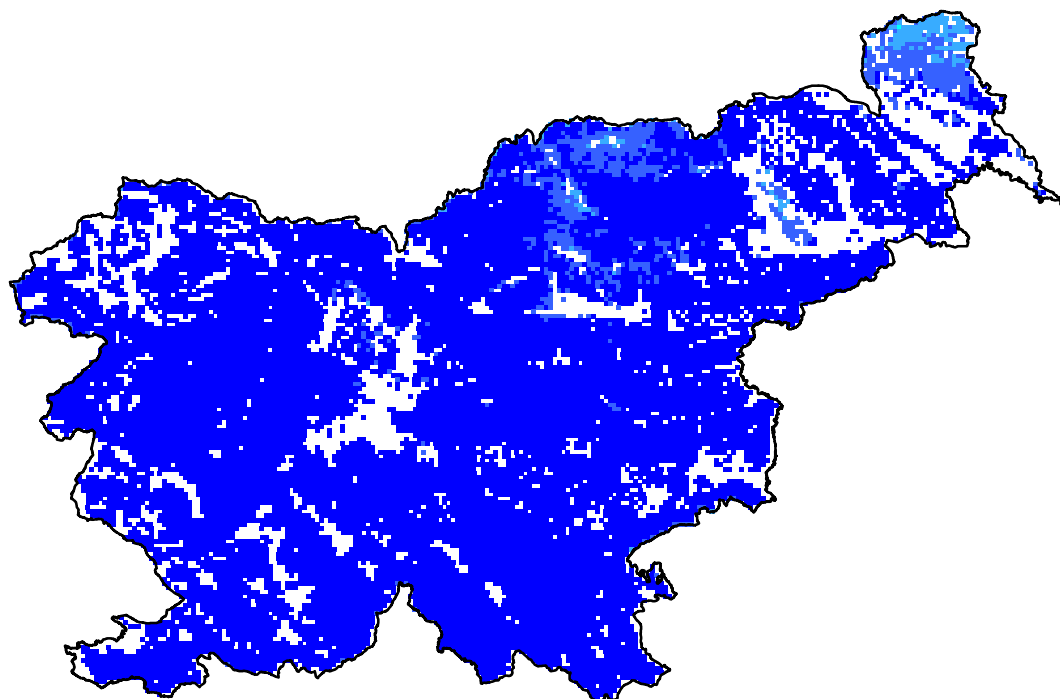


## 2.2.2 Napovedi za leto 2040

### 2.2.2.1 Optimistični scenarij

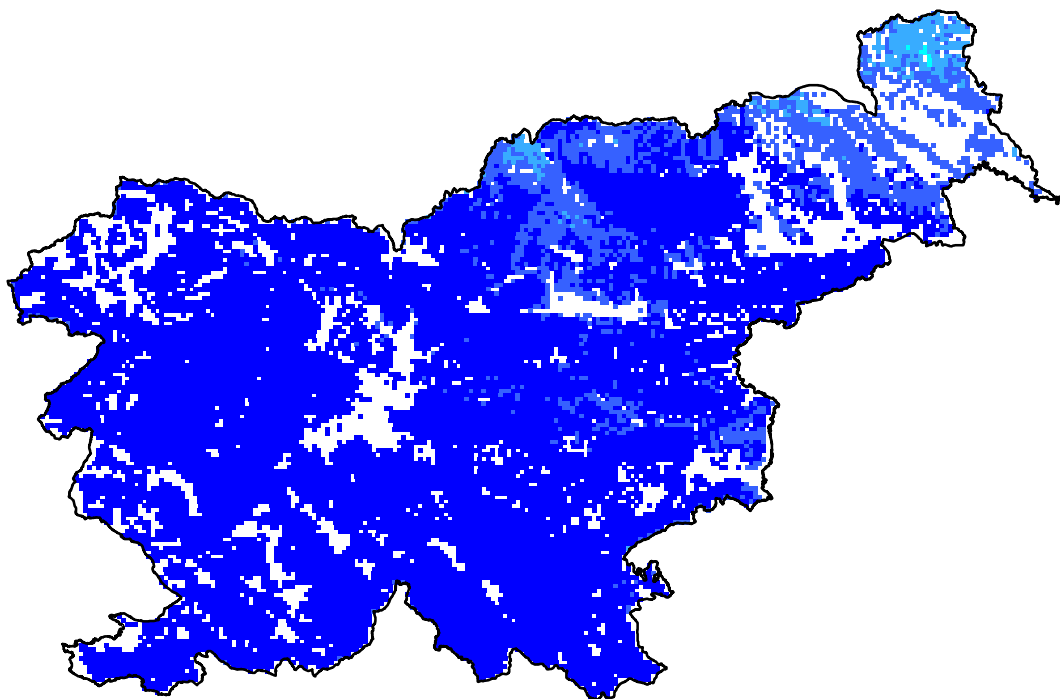


### 2.2.2.2 Srednji scenarij



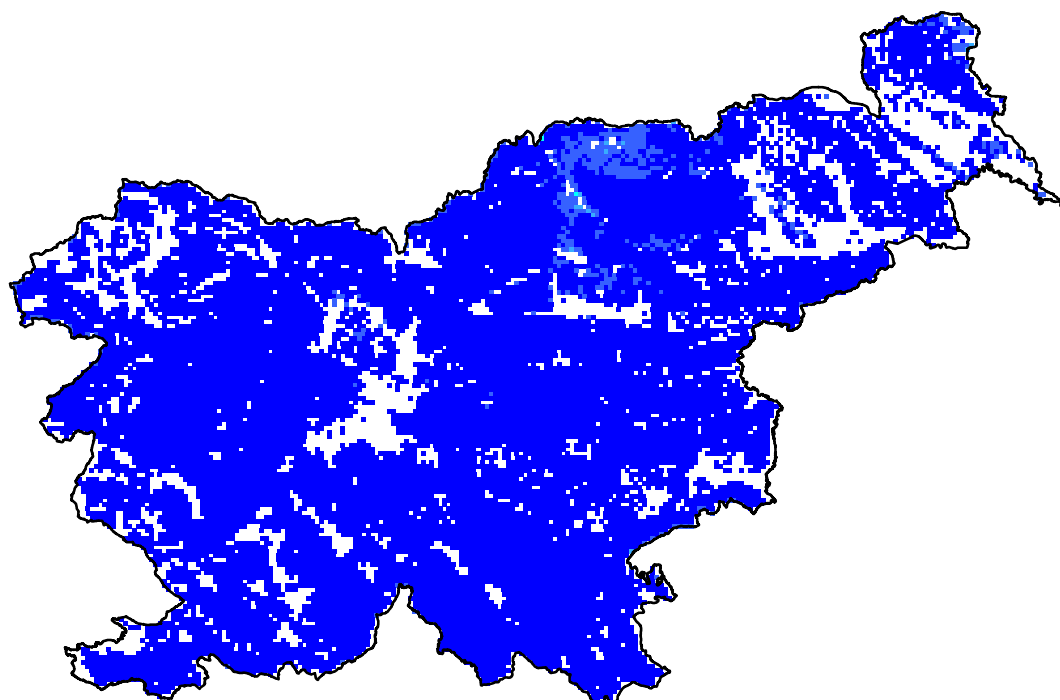


### 2.2.2.3 Pesimistični scenarij

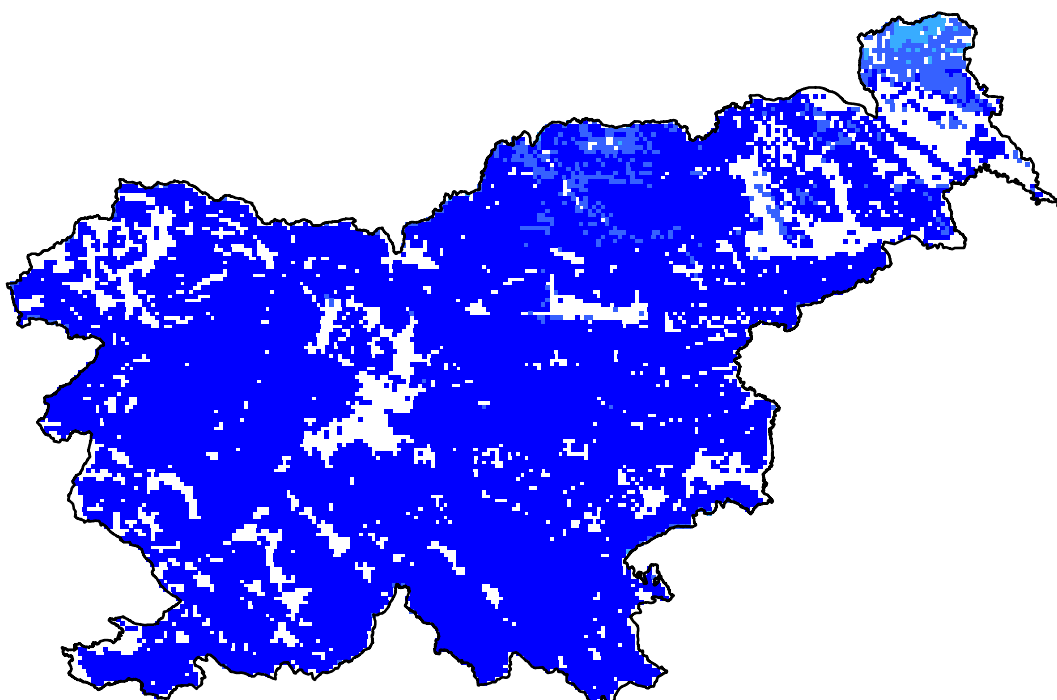


### 2.2.3 Napovedi za leto 2070

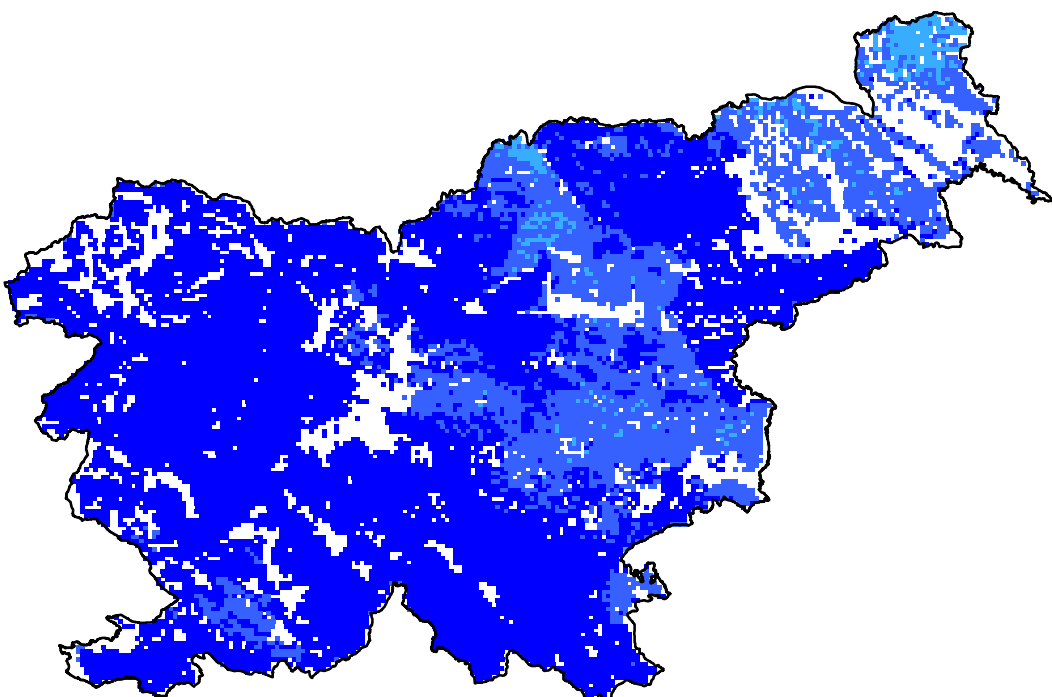
#### 2.2.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.2.3.2 Srednji scenarij

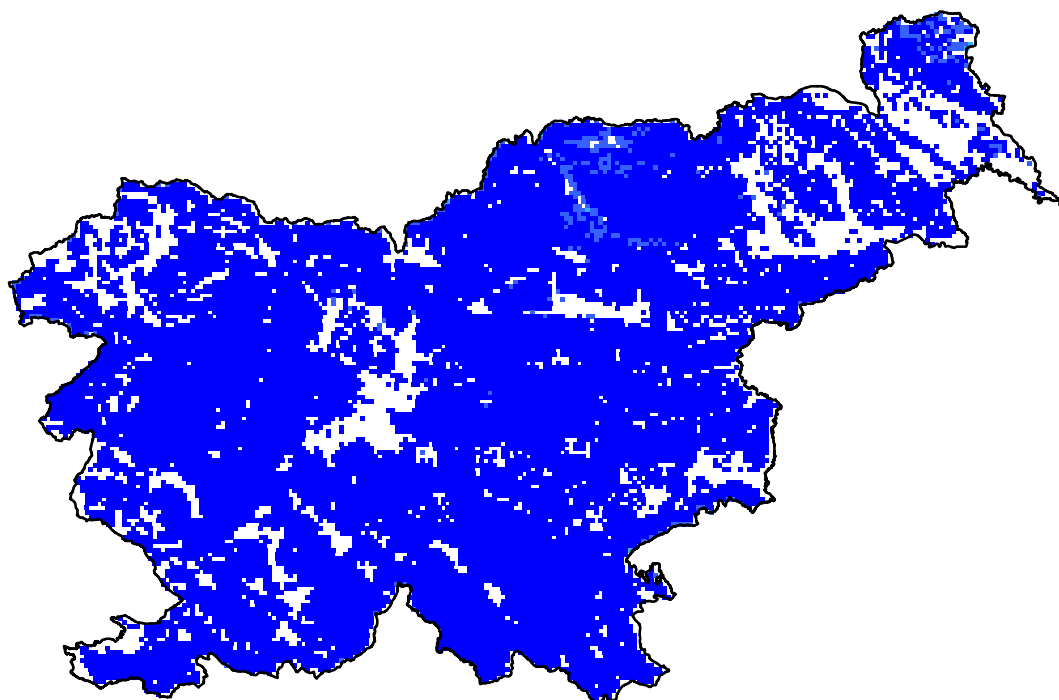


#### 2.2.3.3 Pesimistični scenarij

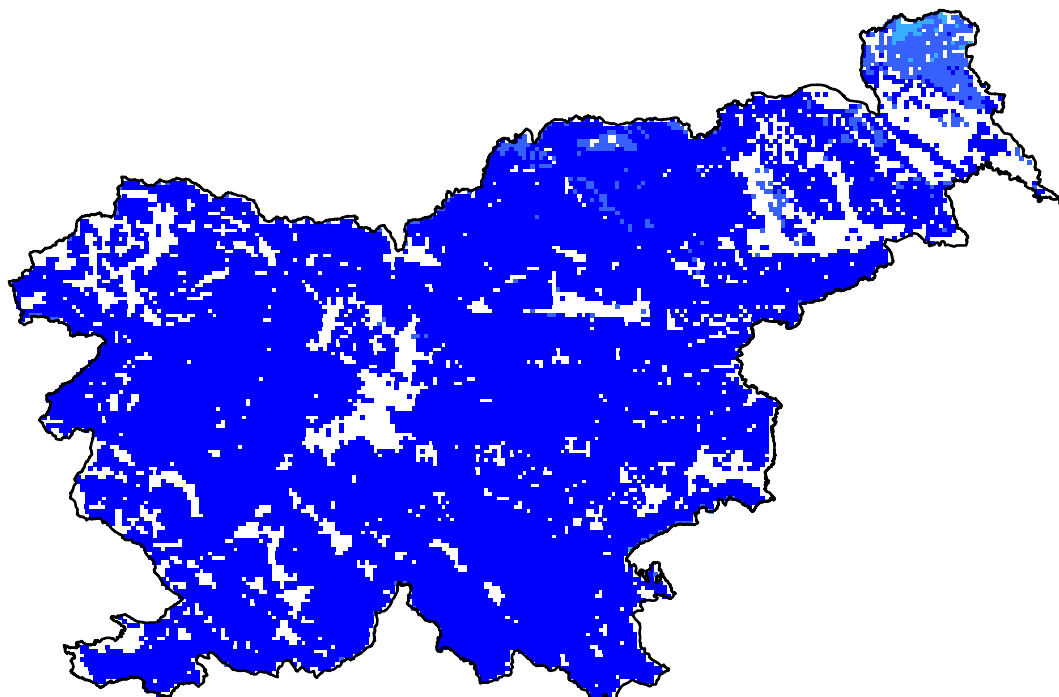


#### 2.2.4 Napovedi za leto 2100

#### 2.2.4.1 Optimistični scenarij

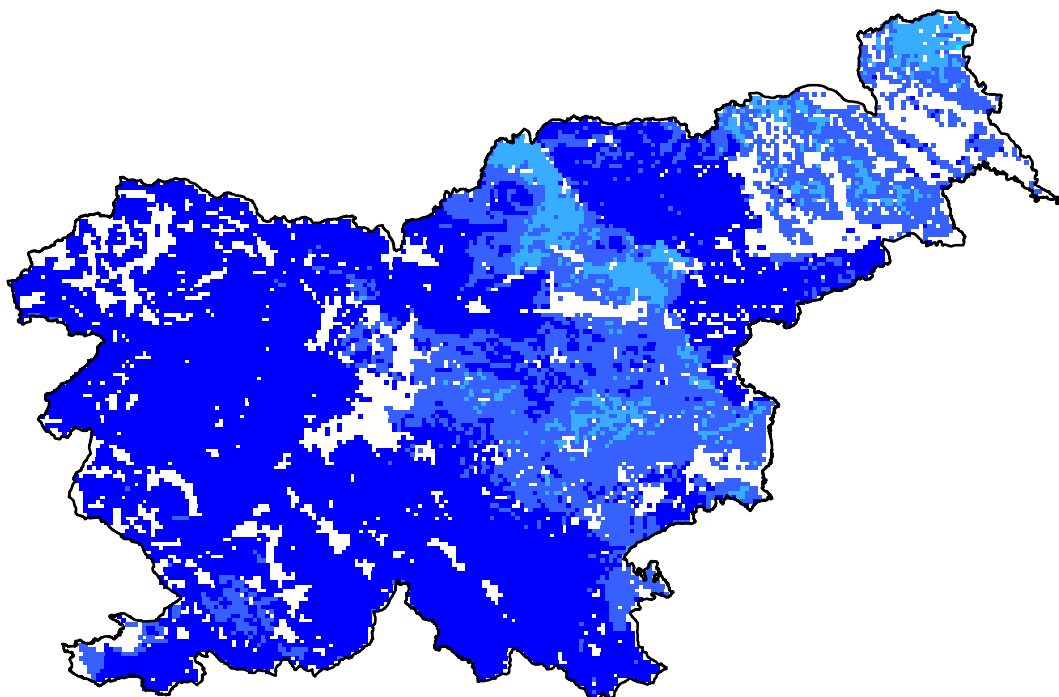


#### 2.2.4.2 Srednji scenarij





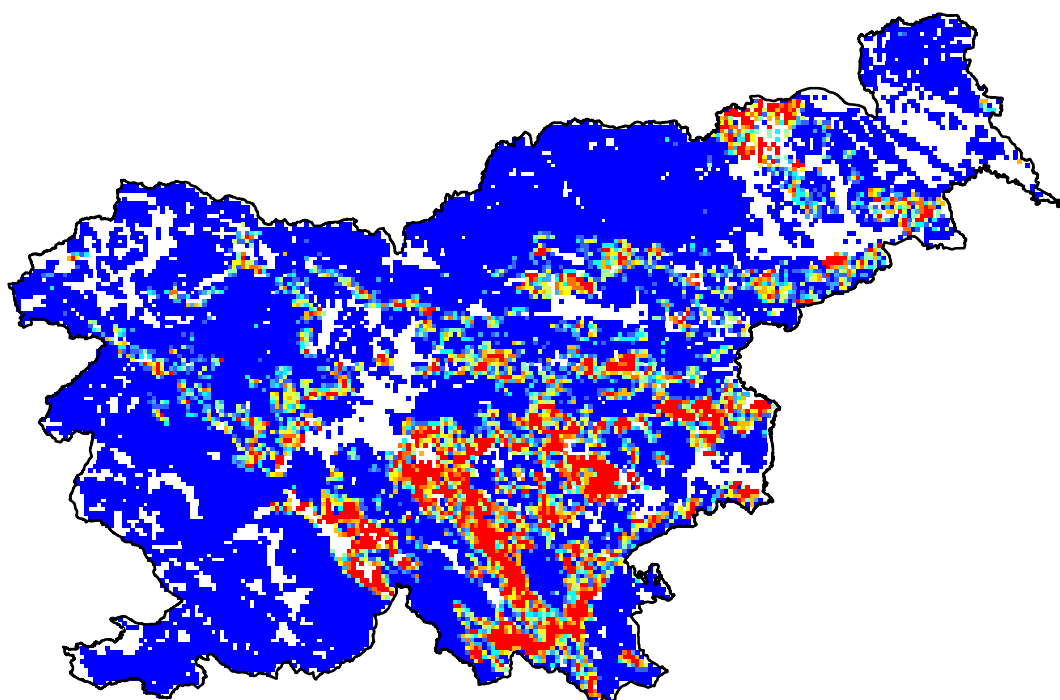
#### 2.2.4.3 Pesimistični scenarij



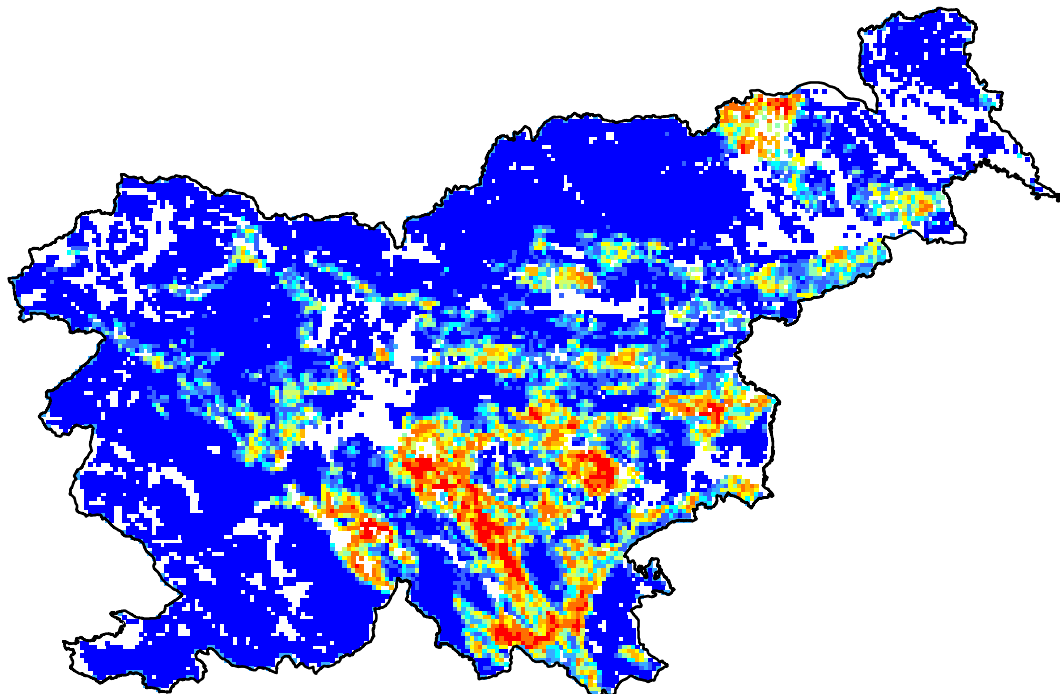
### 2.3 Tip 3 - Predgorska bukovja (Submontane Fagus forests), $R = 0.78$

#### 2.3.1 Stanje leta 2000

#### 2.3.1.1 Dejansko stanje

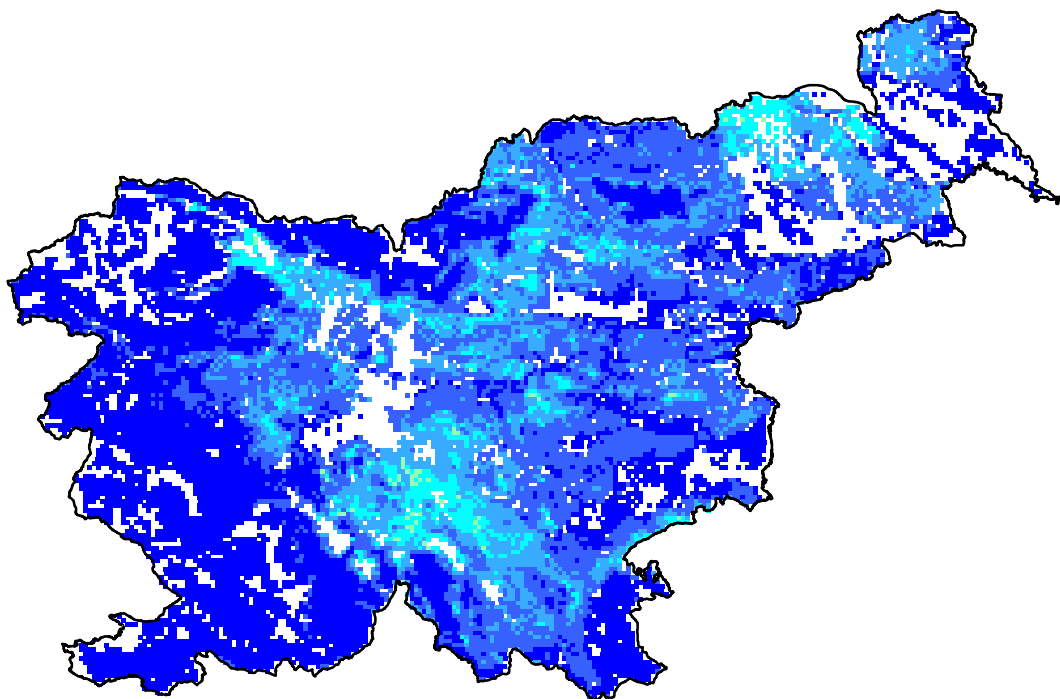


#### 2.3.1.2 Modelno stanje

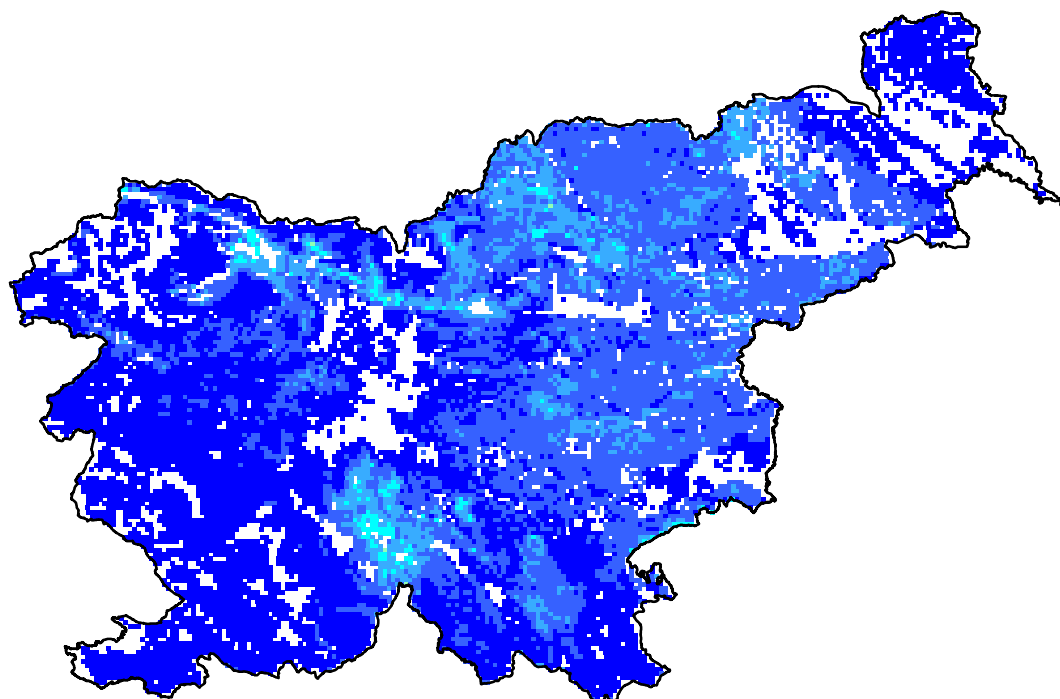


#### 2.3.2 Napovedi za leto 2040

#### 2.3.2.1 Optimistični scenarij

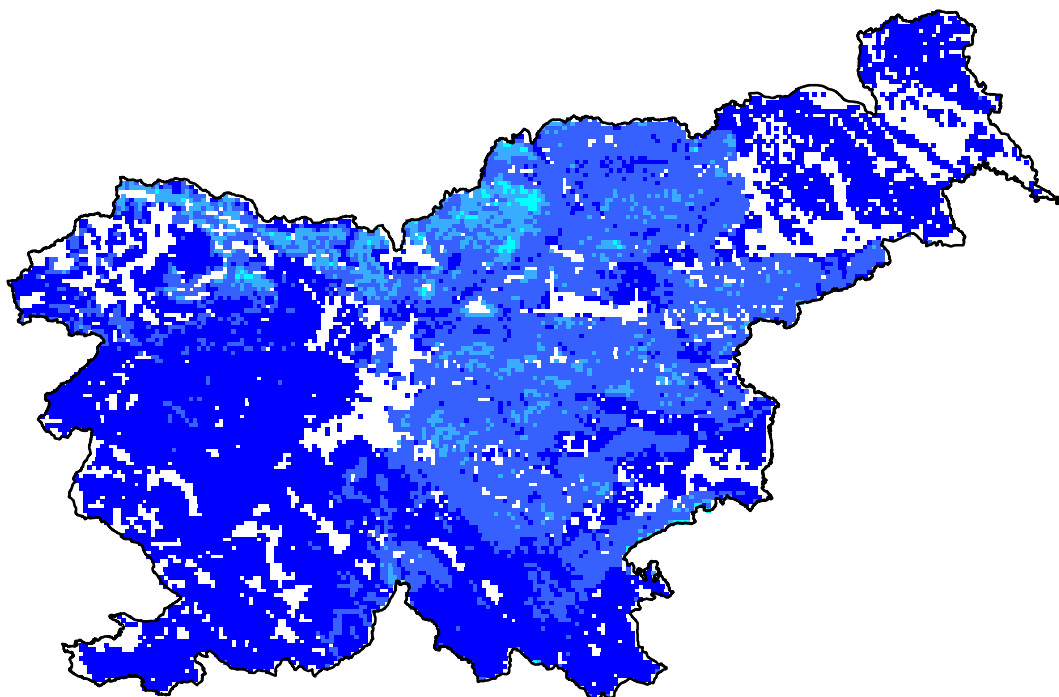


#### 2.3.2.2 Srednji scenarij



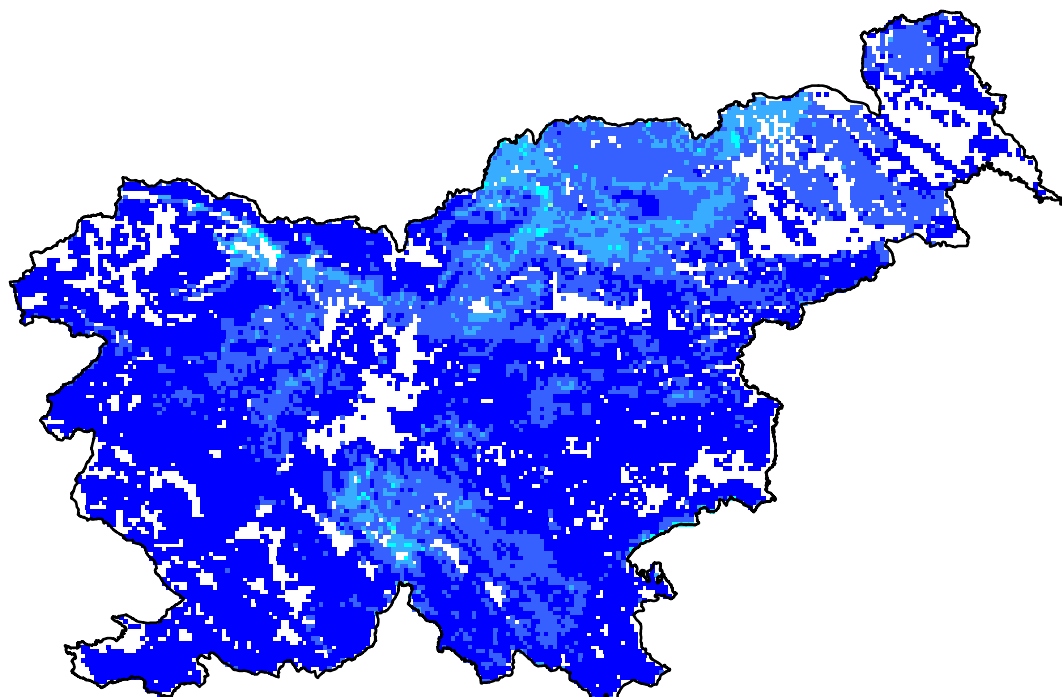


### 2.3.2.3 Pesimistični scenarij

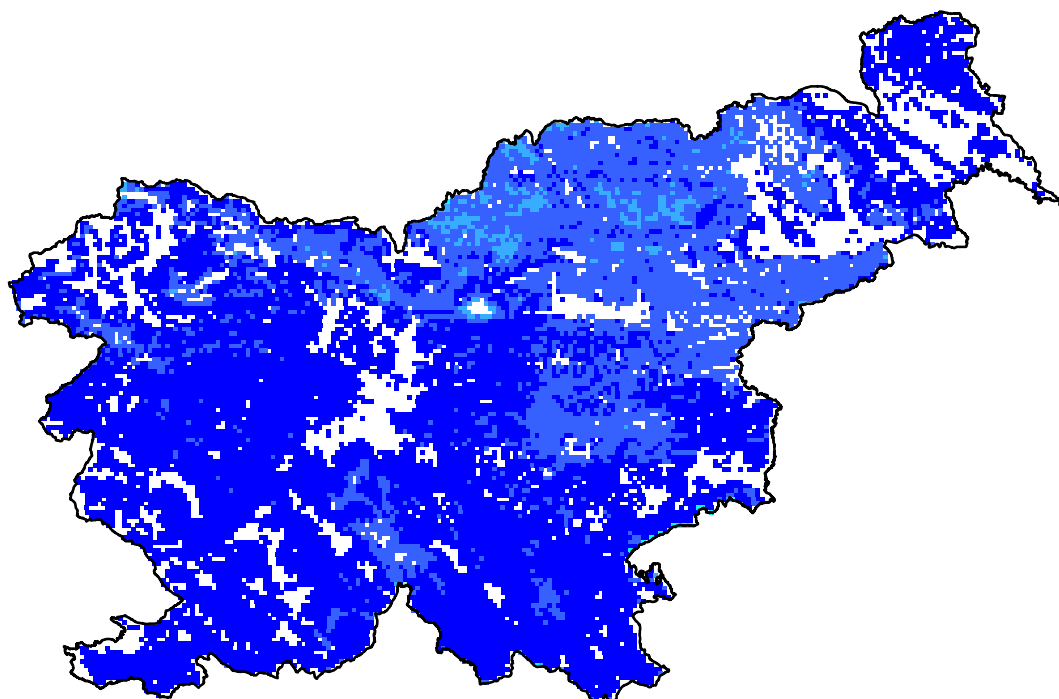


### 2.3.3 Napovedi za leto 2070

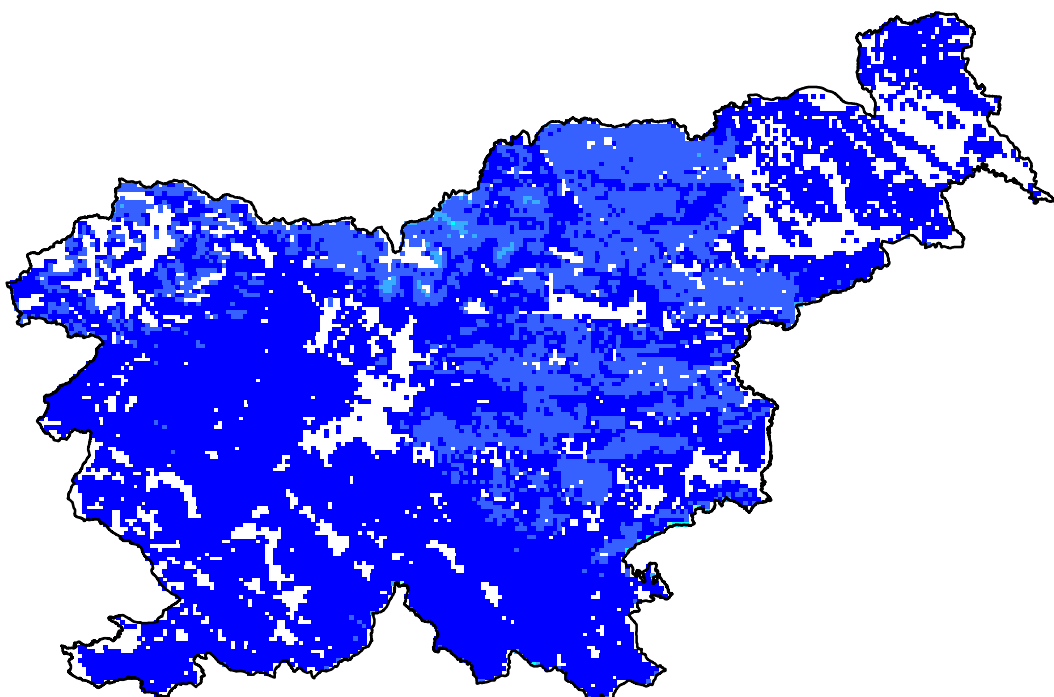
#### 2.3.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.3.3.2 Srednji scenarij

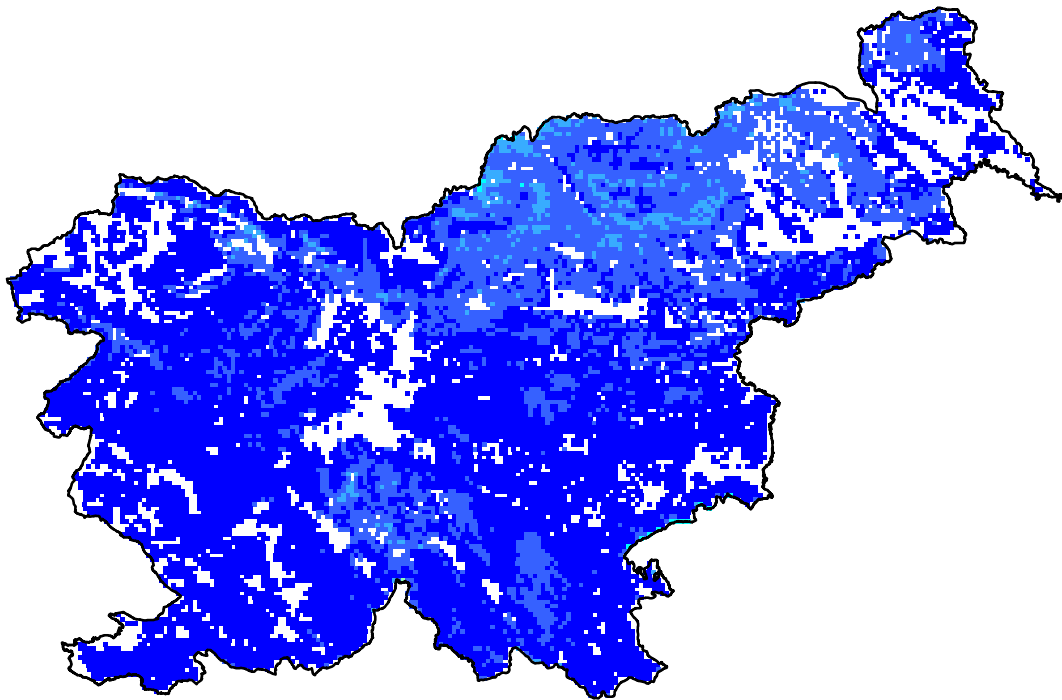


#### 2.3.3.3 Pesimistični scenarij

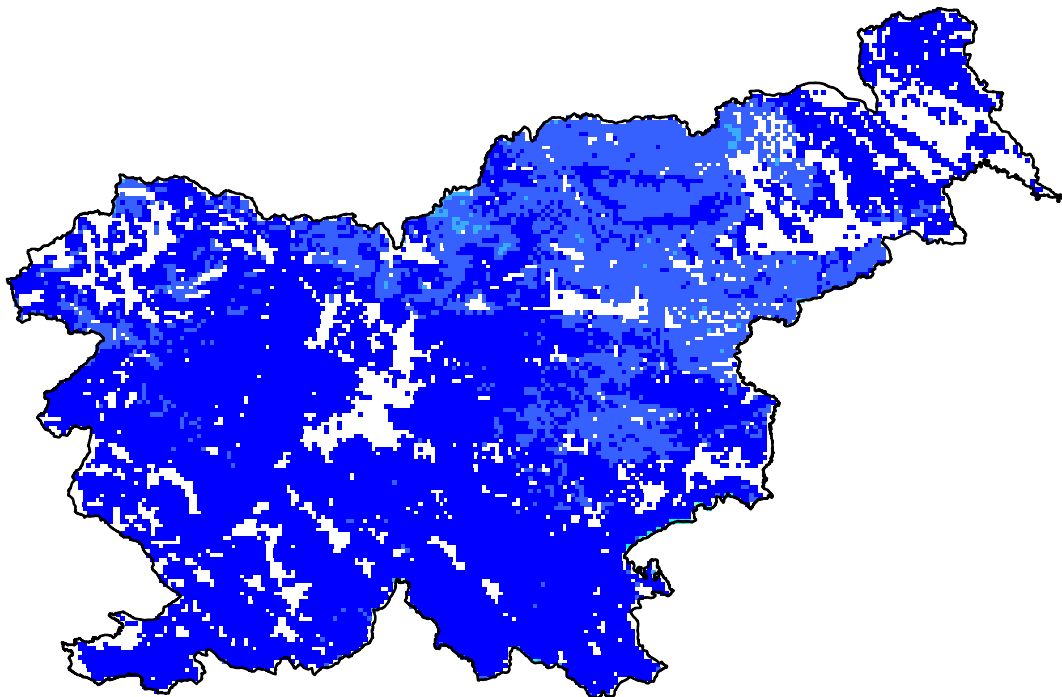


#### 2.3.4 Napovedi za leto 2100

#### 2.3.4.1 Optimistični scenarij

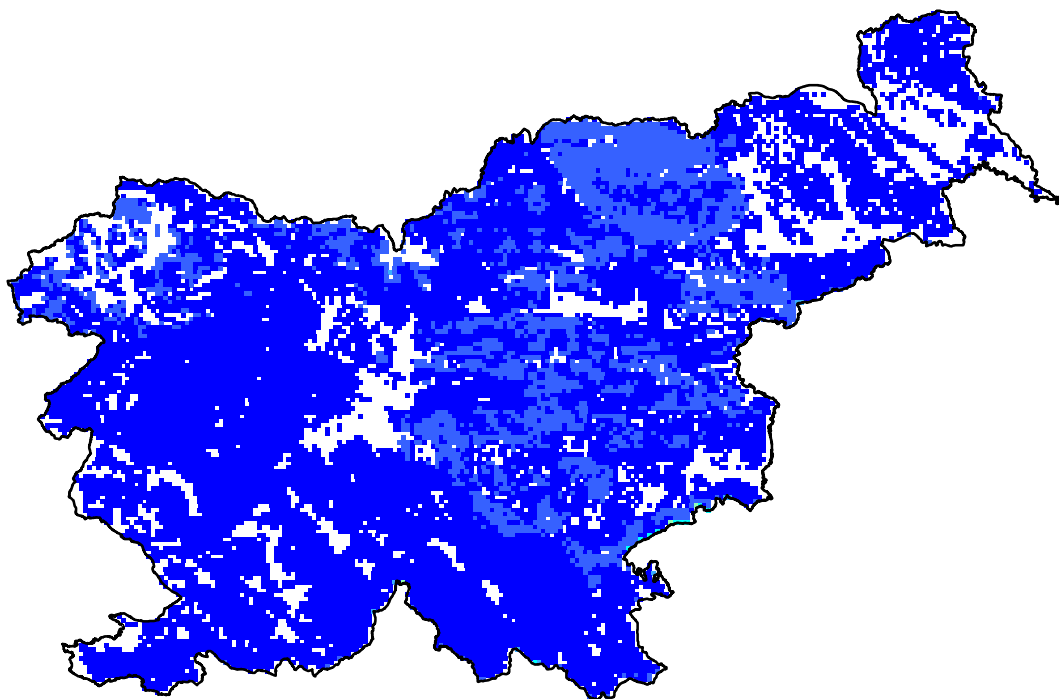


#### 2.3.4.2 Srednji scenarij





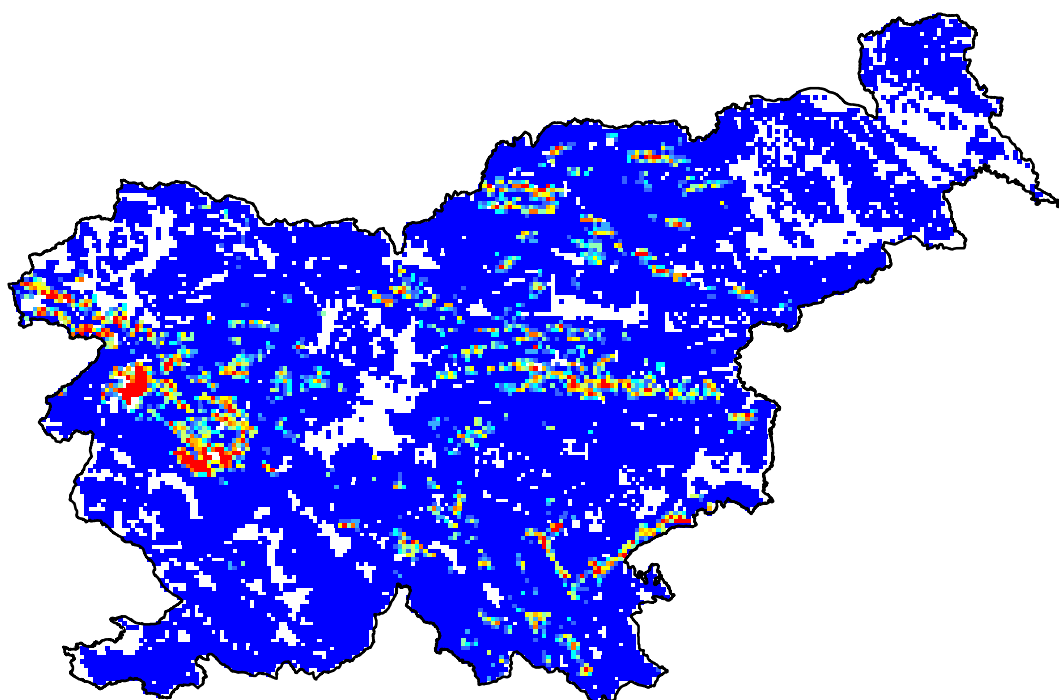
#### 2.3.4.3 Pesimistični scenarij



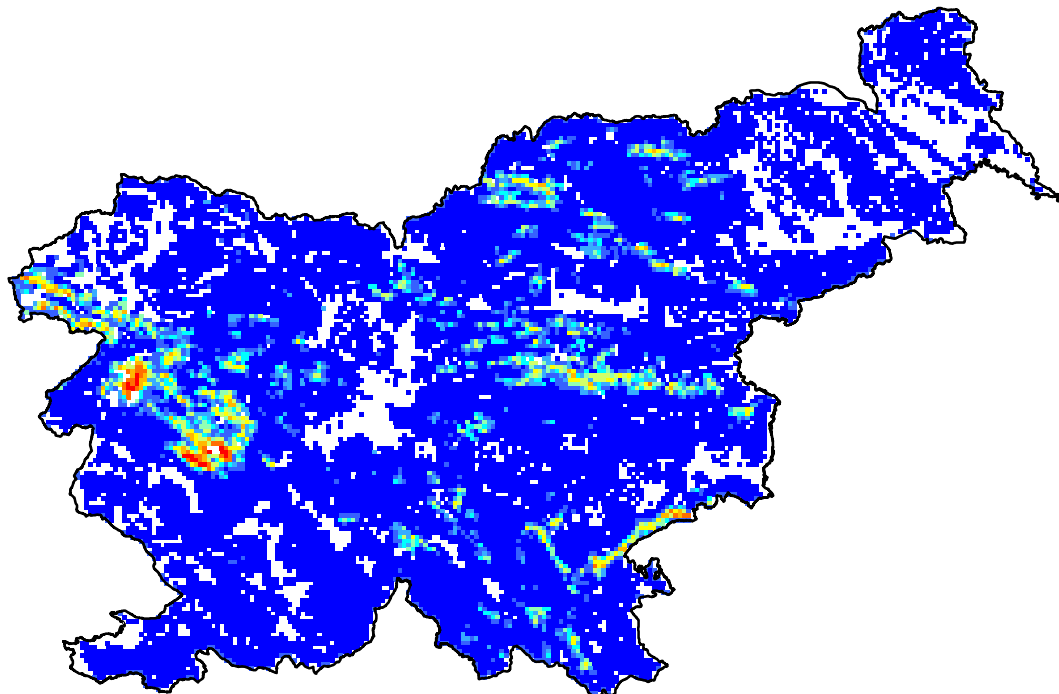
#### 2.4 Tip 4 - Gorska bukovja (Montane Fagus forests), $R = 0.70$

##### 2.4.1 Stanje leta 2000

#### 2.4.1.1 Dejansko stanje

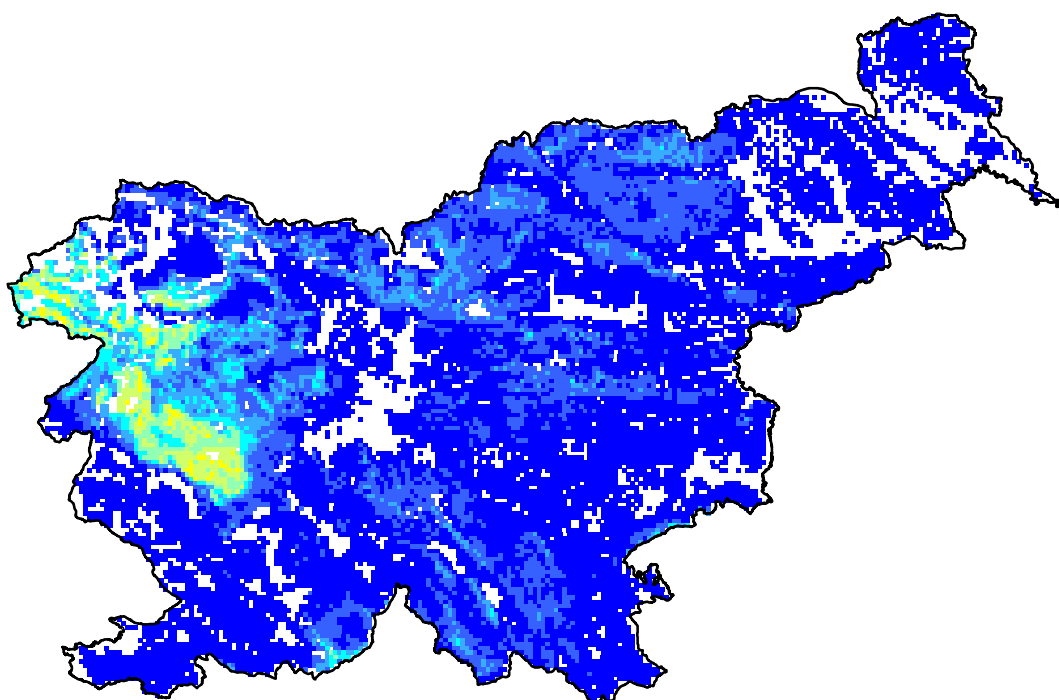


#### 2.4.1.2 Modelno stanje

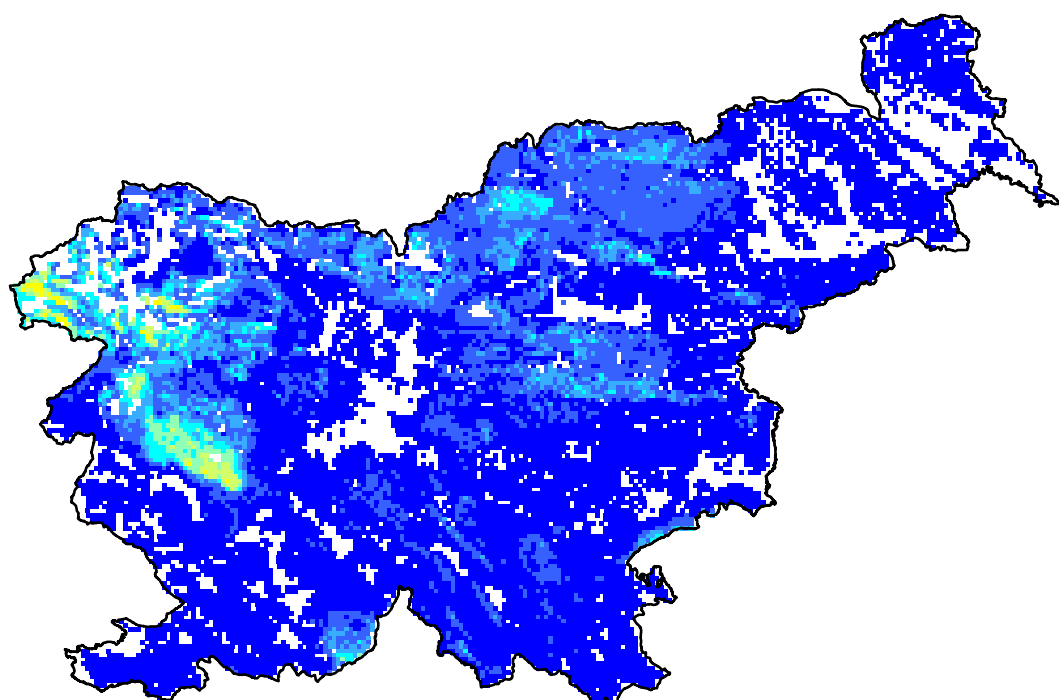


#### 2.4.2 Napovedi za leto 2040

#### 2.4.2.1 Optimistični scenarij

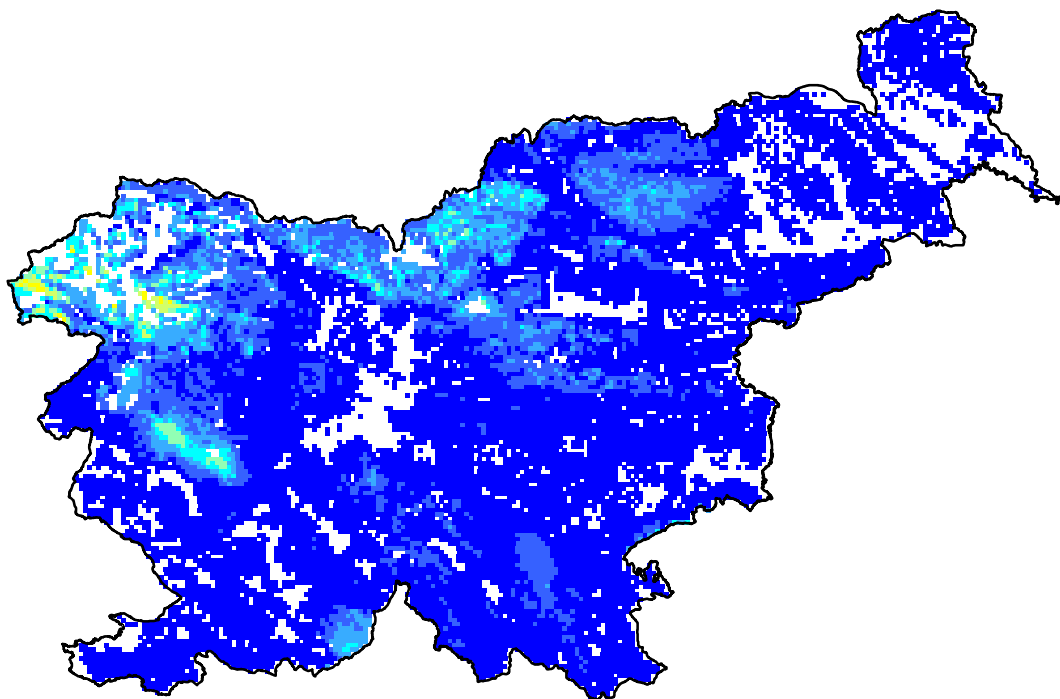


#### 2.4.2.2 Srednji scenarij



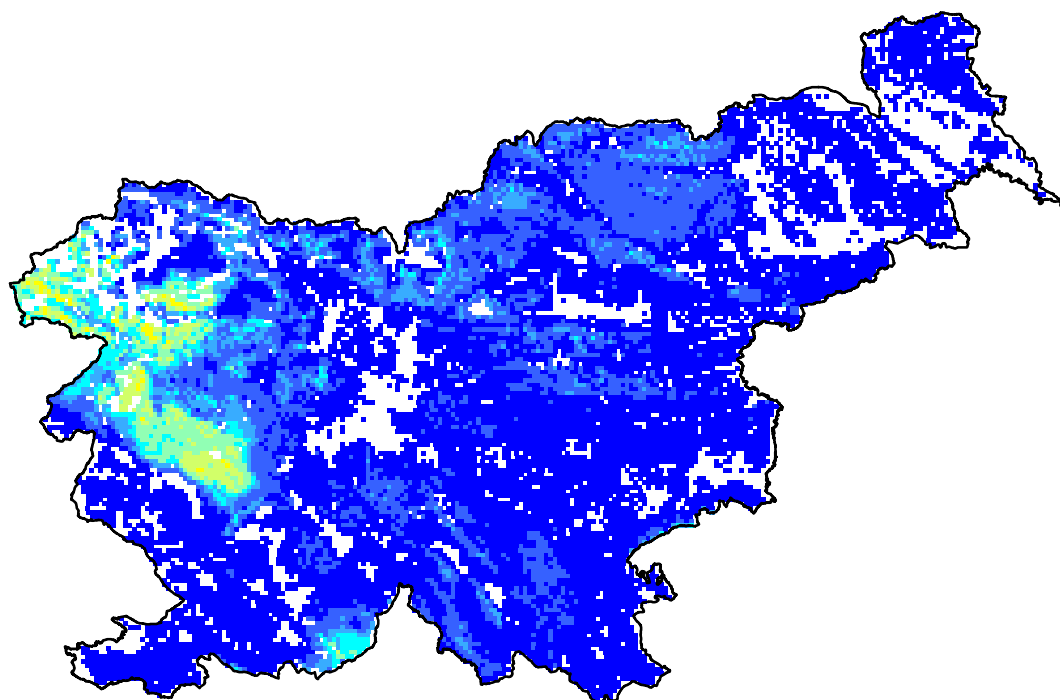


#### 2.4.2.3 Pesimistični scenarij

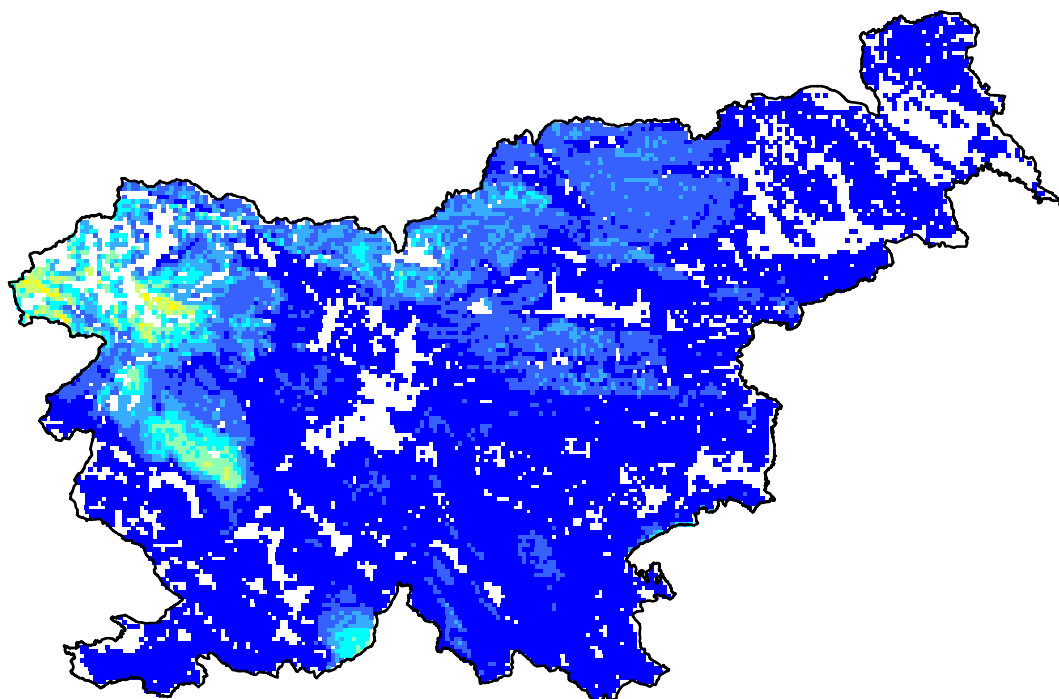


#### 2.4.3 Napovedi za leto 2070

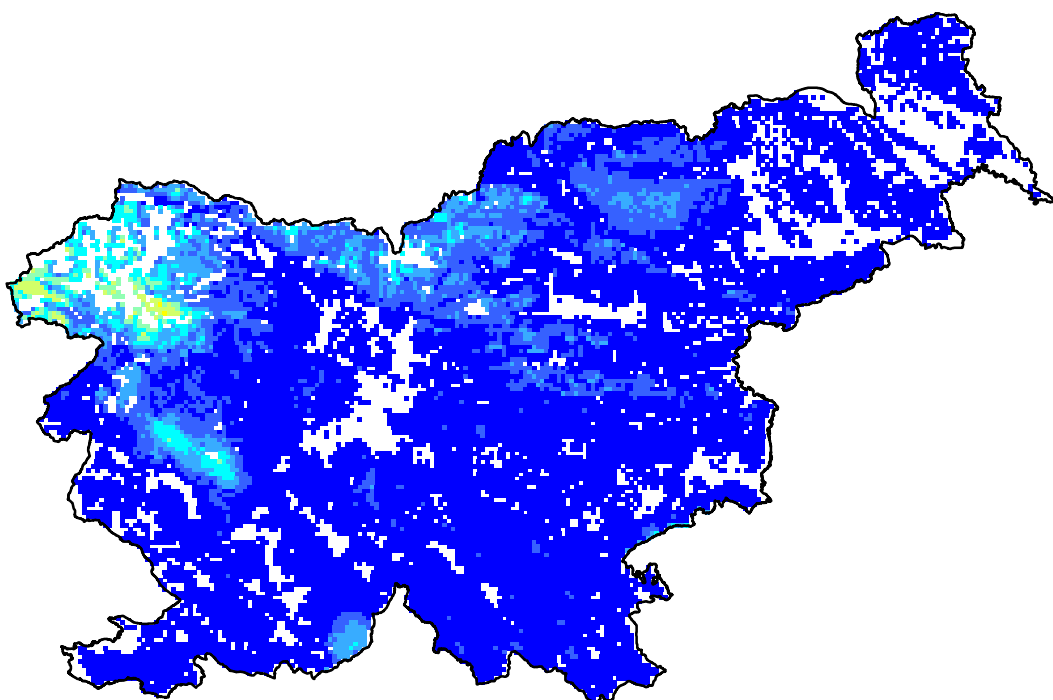
##### 2.4.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.4.3.2 Srednji scenarij

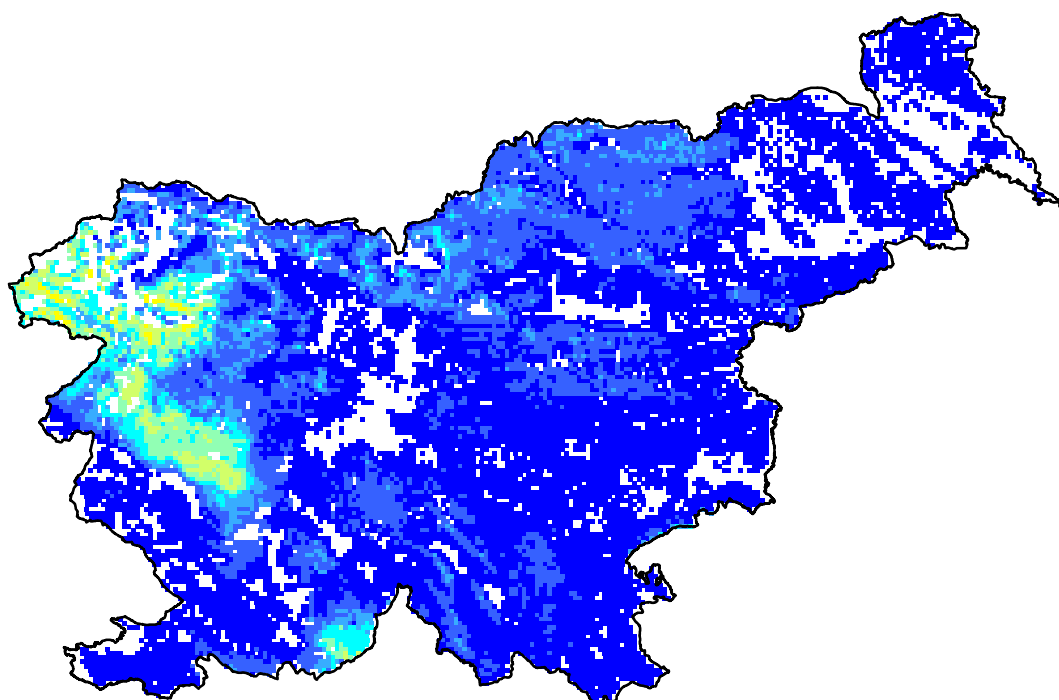


#### 2.4.3.3 Pesimistični scenarij

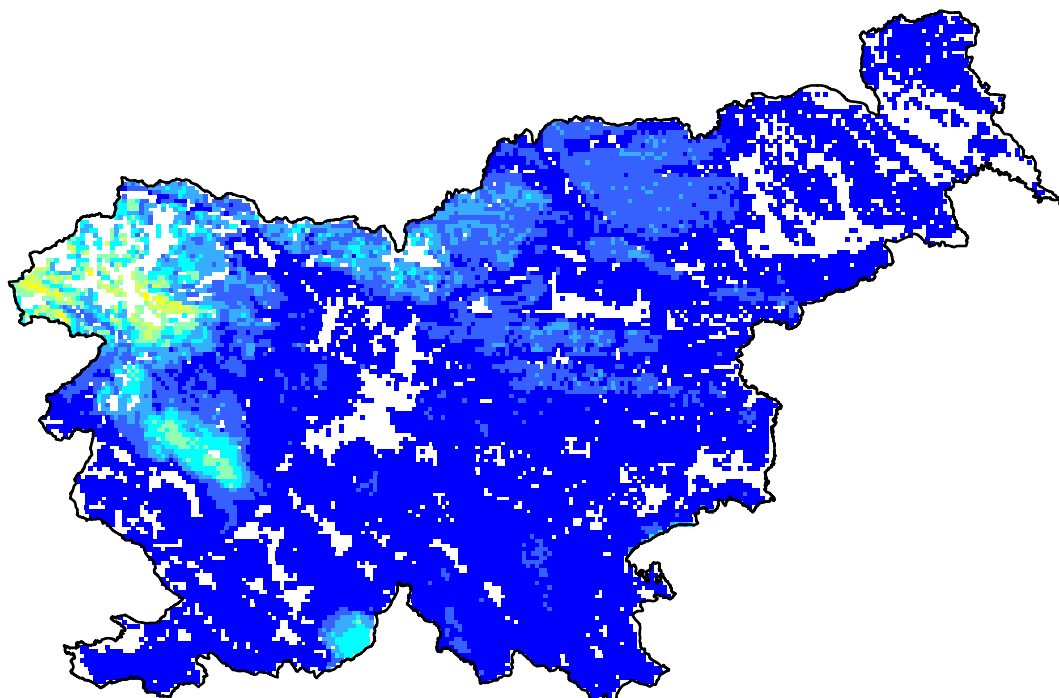


#### 2.4.4 Napovedi za leto 2100

#### 2.4.4.1 Optimistični scenarij

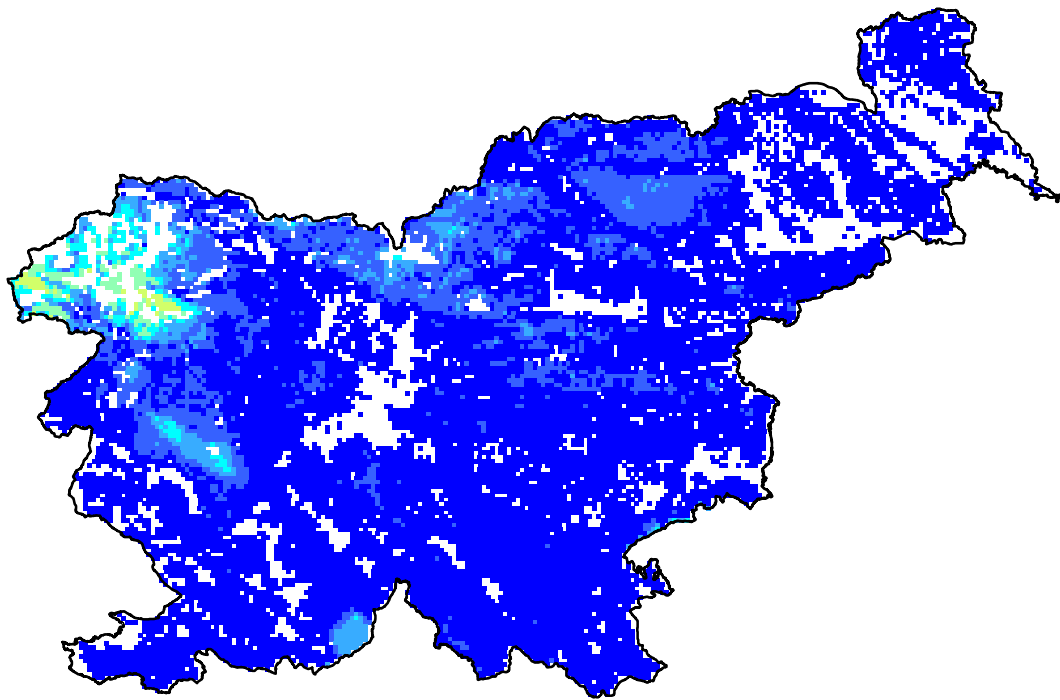


#### 2.4.4.2 Srednji scenarij





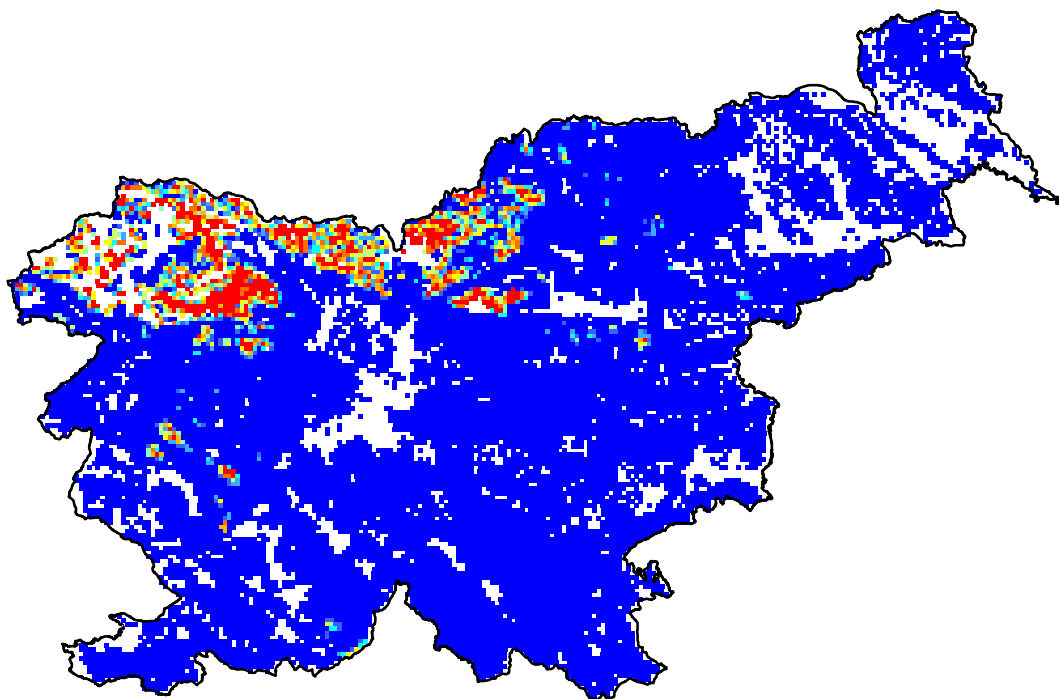
#### 2.4.4.3 Pesimistični scenarij



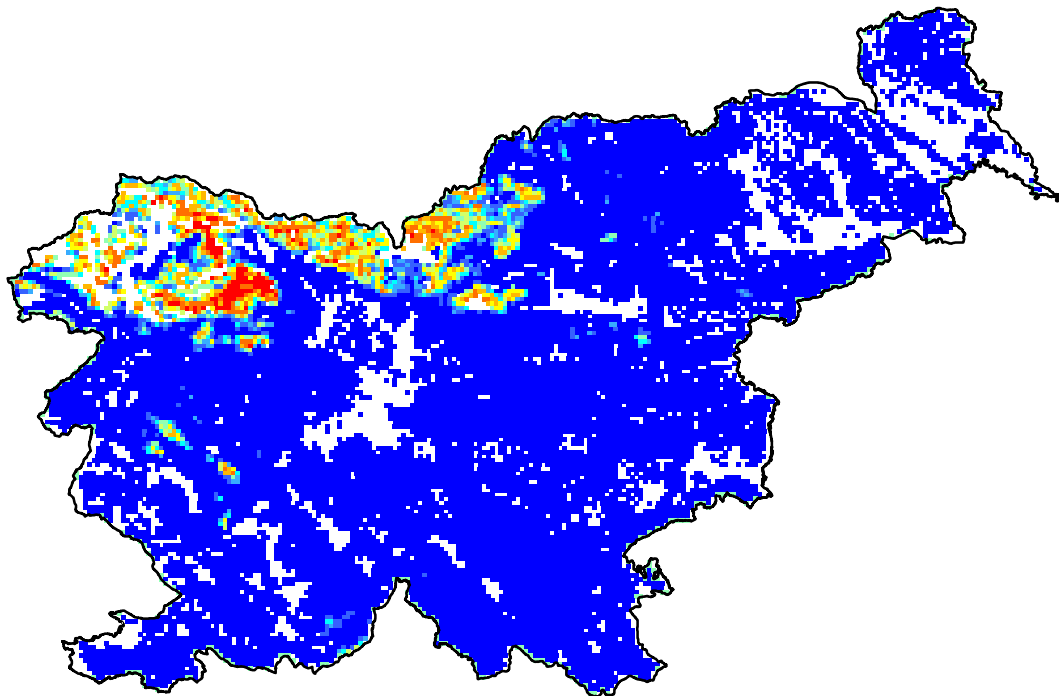
### 2.5 Tip 5 - (Visoko)gorska bukovja v (pred)alpskem območju ((Alti-)montane Fagus forest in (Pre-)Alpine region), $R = 0.86$

#### 2.5.1 Stanje leta 2000

#### 2.5.1.1 Dejansko stanje

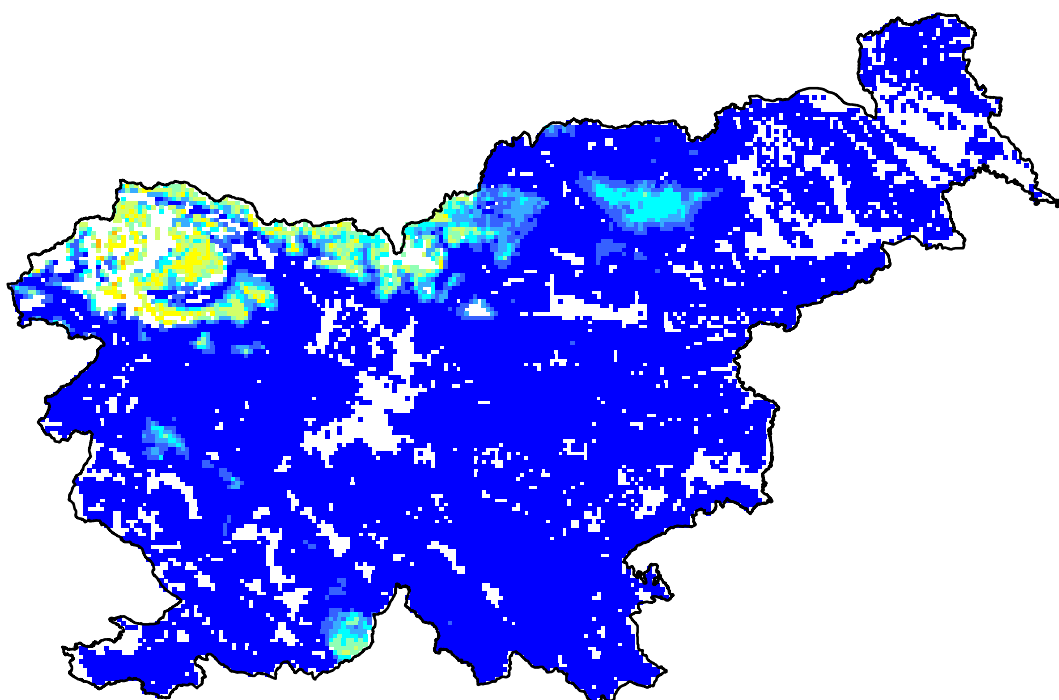


#### 2.5.1.2 Modelno stanje

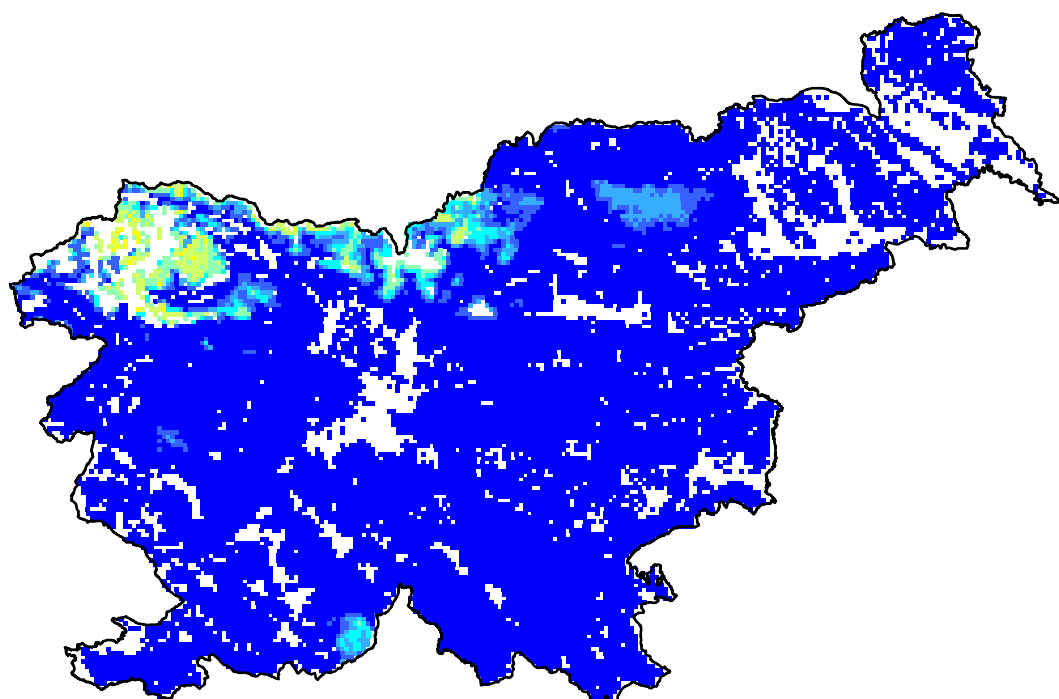


#### 2.5.2 Napovedi za leto 2040

### 2.5.2.1 Optimistični scenarij

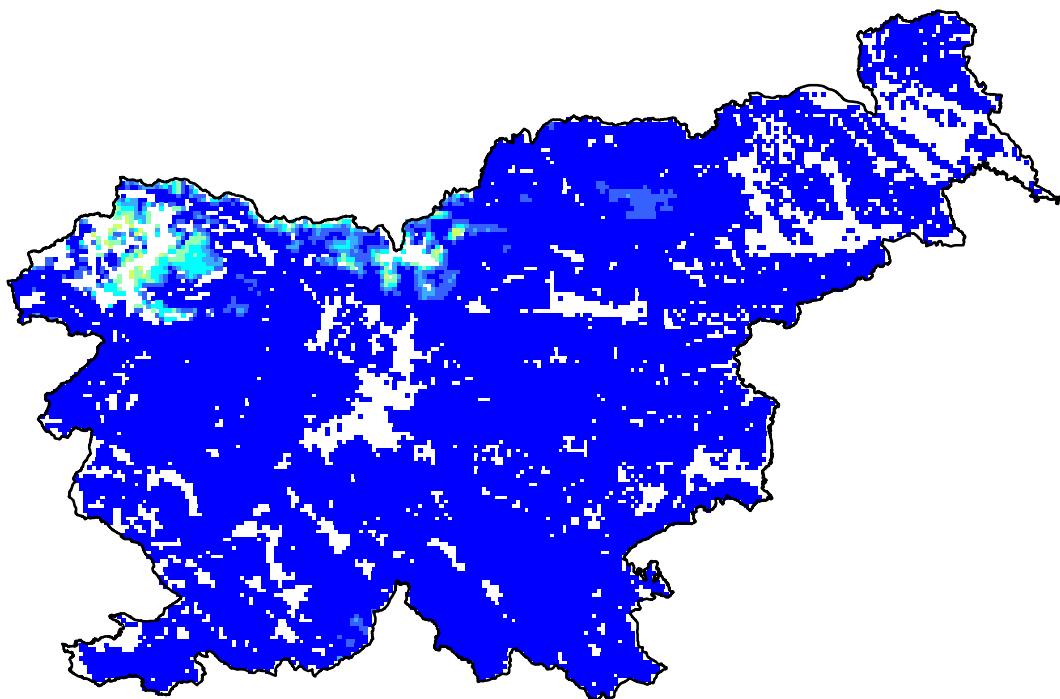


### 2.5.2.2 Srednji scenarij



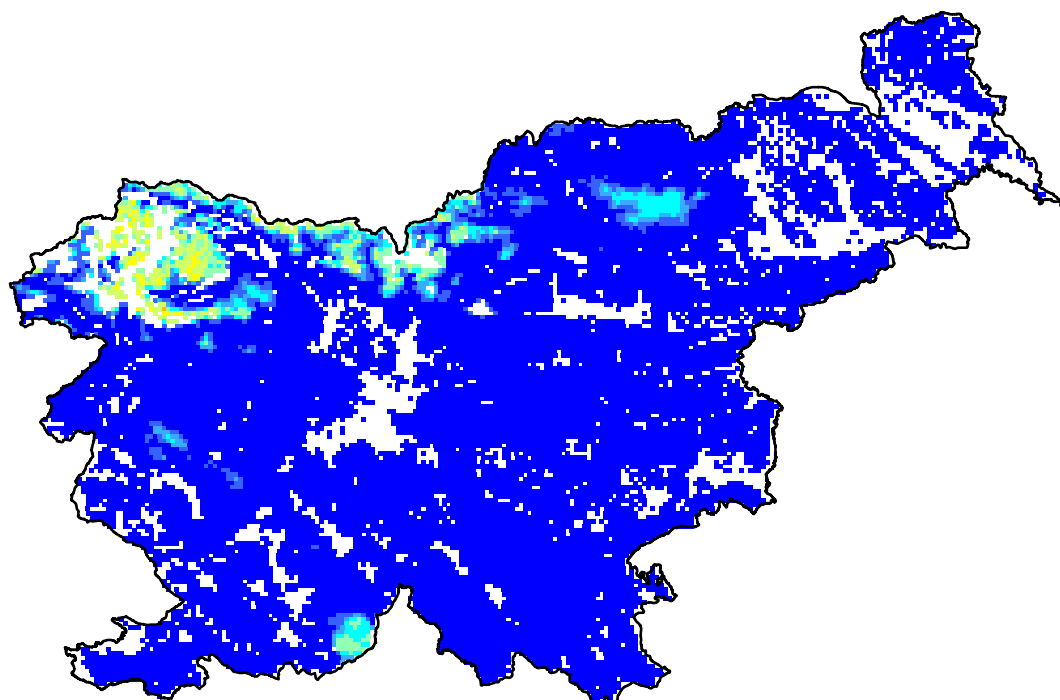


### 2.5.2.3 Pesimistični scenarij

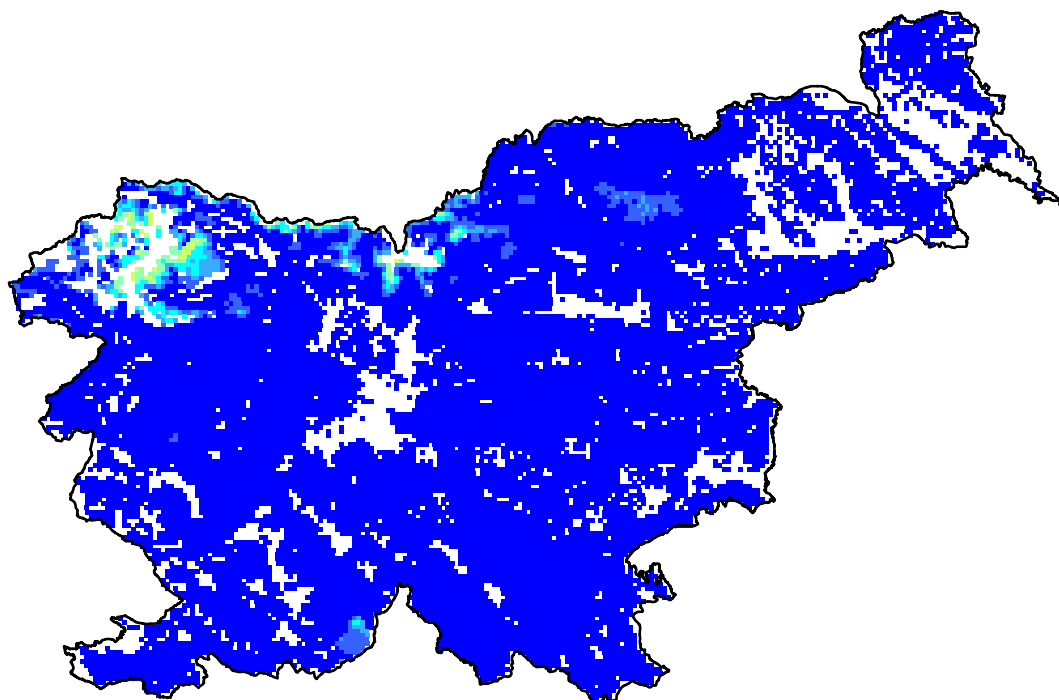


### 2.5.3 Napovedi za leto 2070

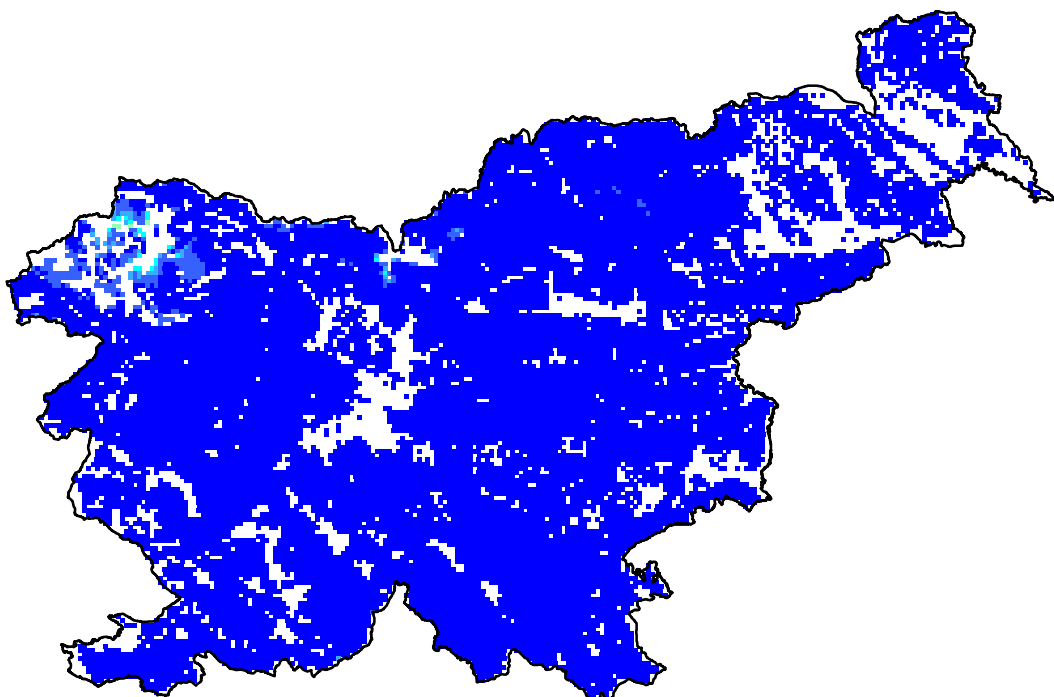
#### 2.5.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.5.3.2 Srednji scenarij

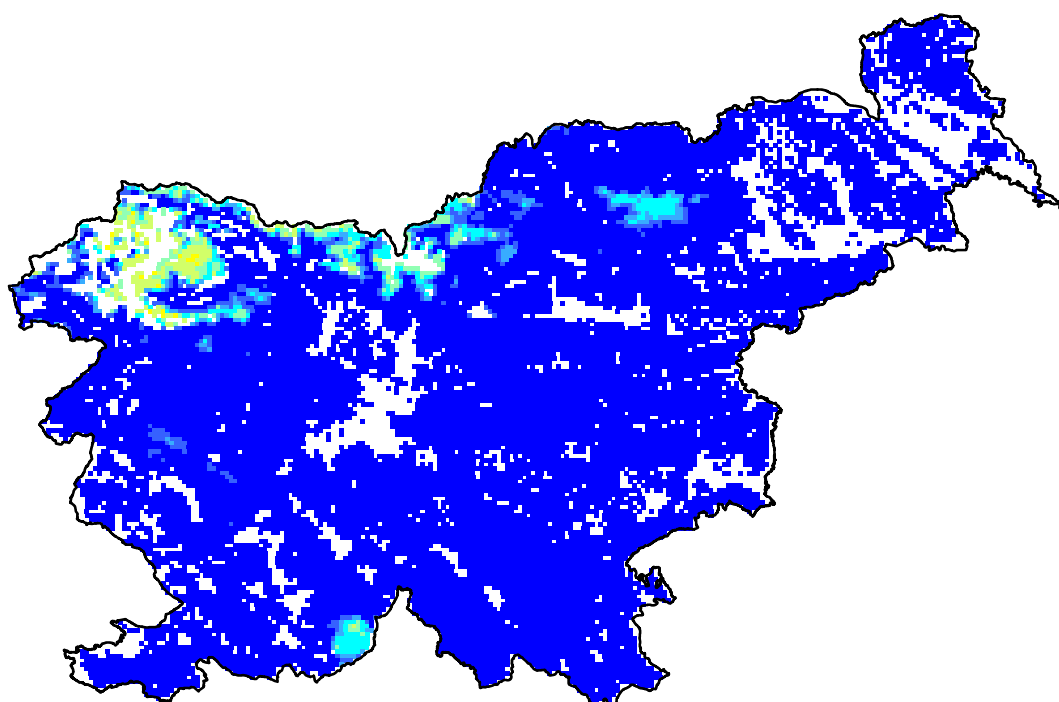


#### 2.5.3.3 Pesimistični scenarij

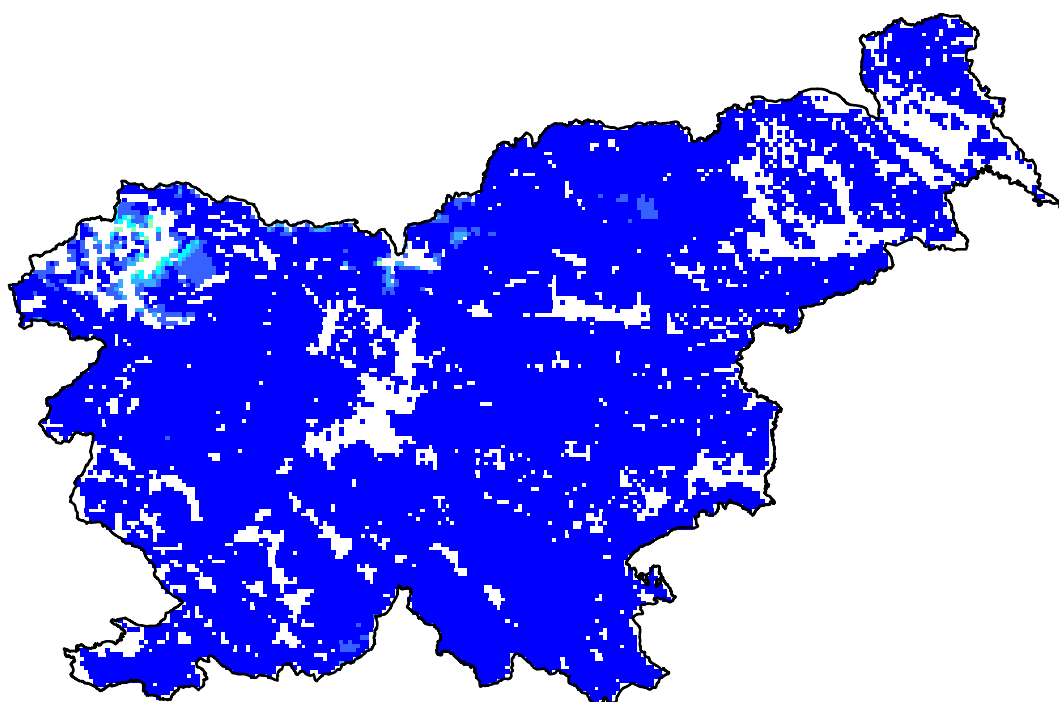


#### 2.5.4 Napovedi za leto 2100

#### 2.5.4.1 Optimistični scenarij

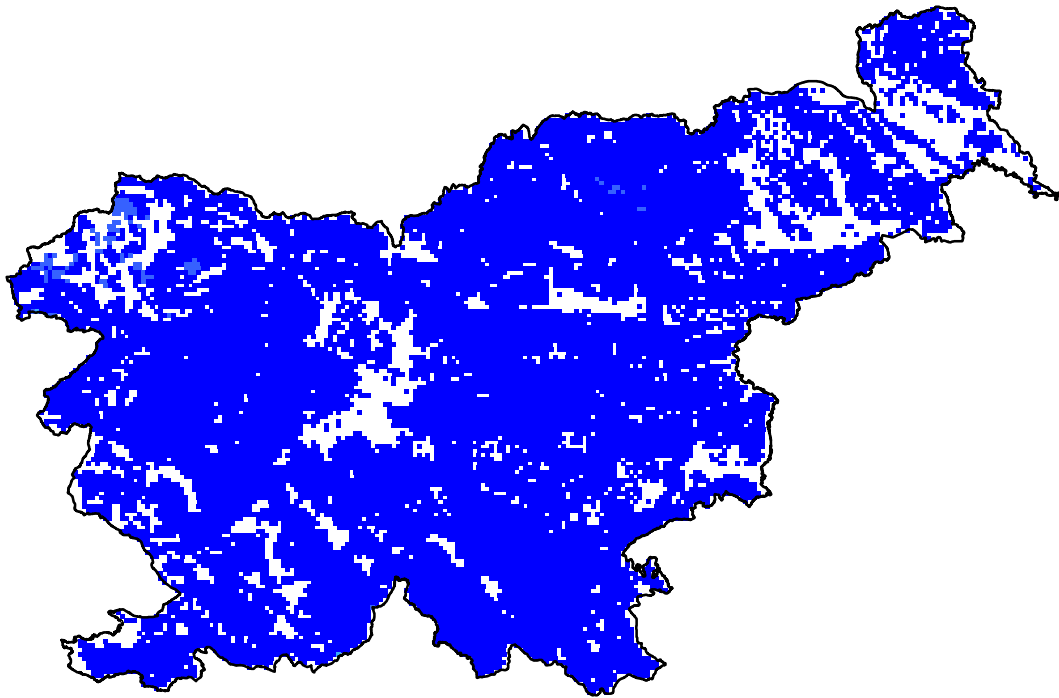


#### 2.5.4.2 Srednji scenarij





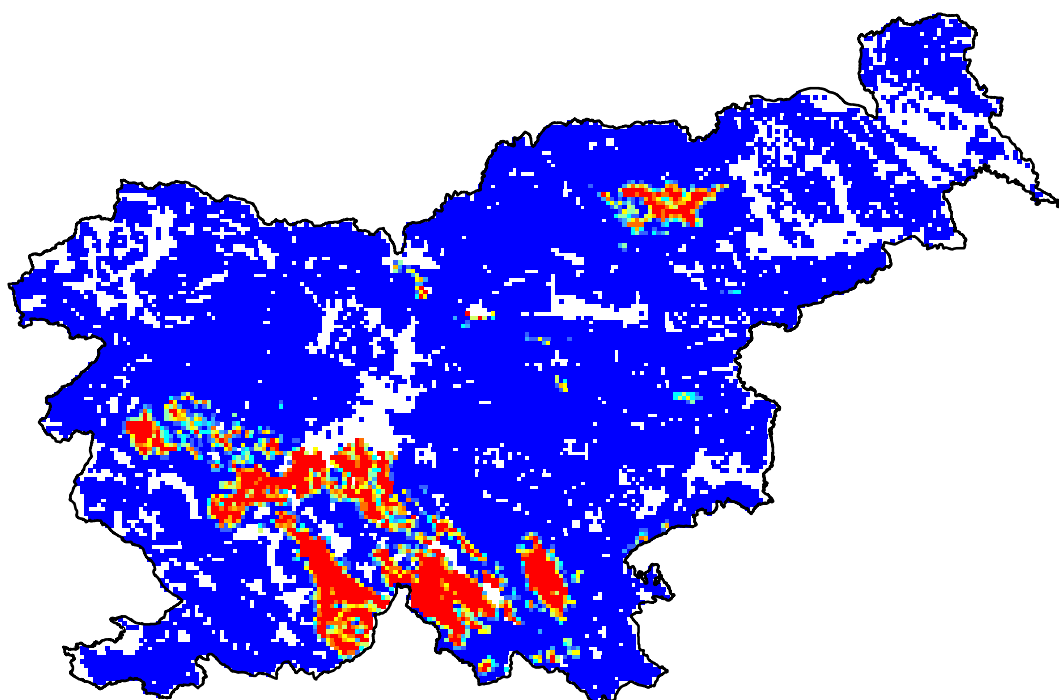
#### 2.5.4.3 Pesimistični scenarij



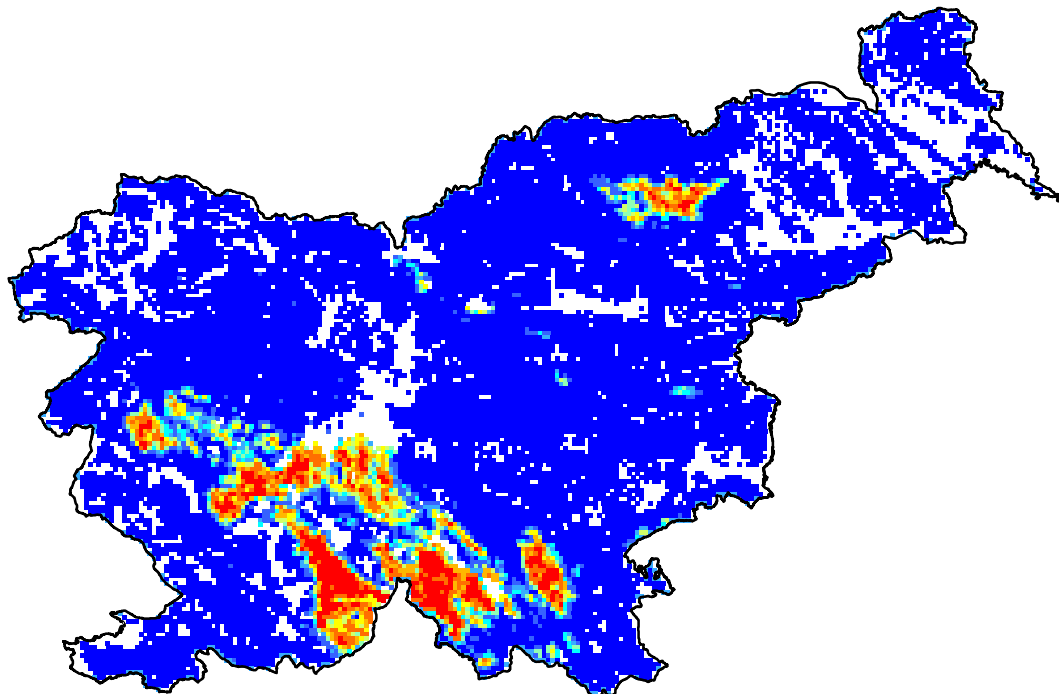
#### 2.6 Tip 6 - (Visoko)gorska bukovja v (pred)dinarskem območju ((Alti-)montane Fagus forest in (Pre-)Dinaric region), $R = 0.89$

##### 2.6.1 Stanje leta 2000

#### 2.6.1.1 Dejansko stanje

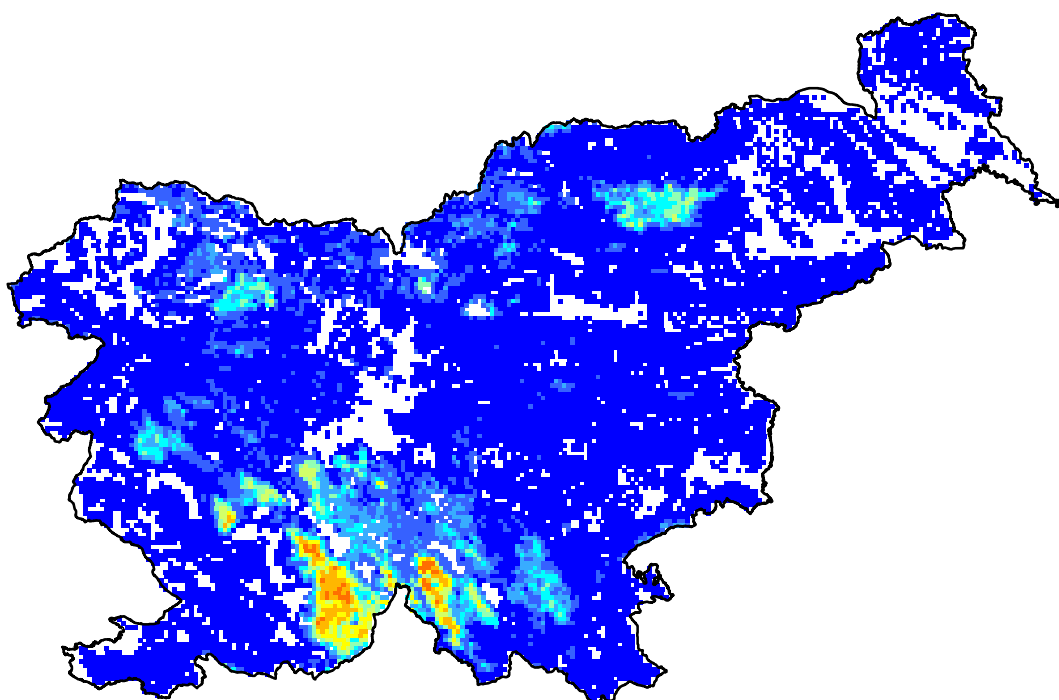


#### 2.6.1.2 Modelno stanje

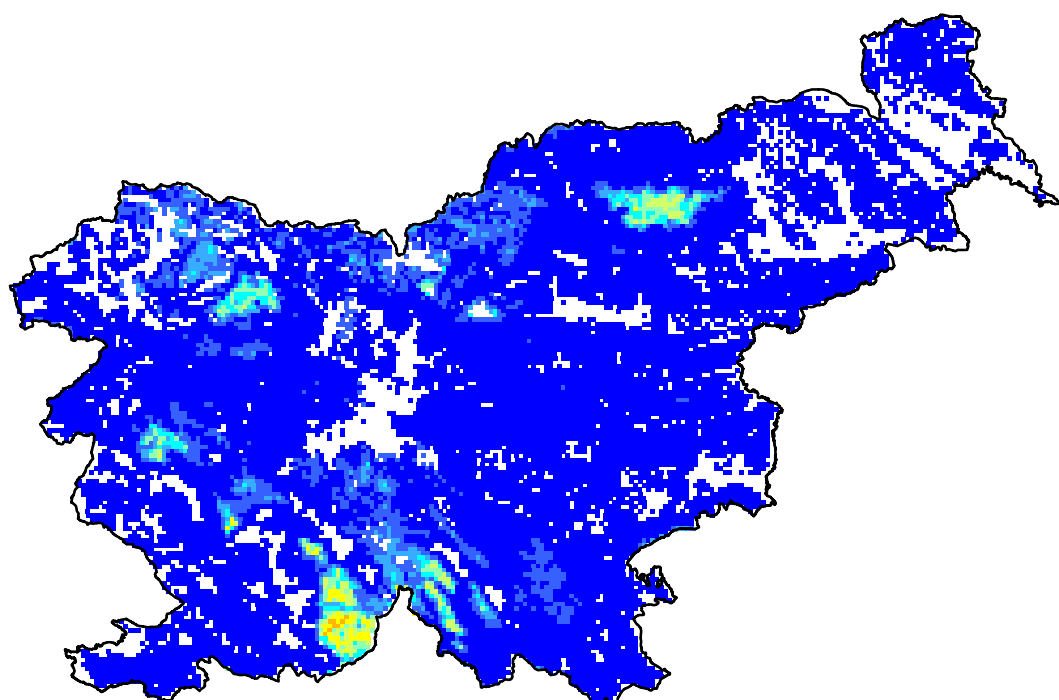


#### 2.6.2 Napovedi za leto 2040

#### 2.6.2.1 Optimistični scenarij

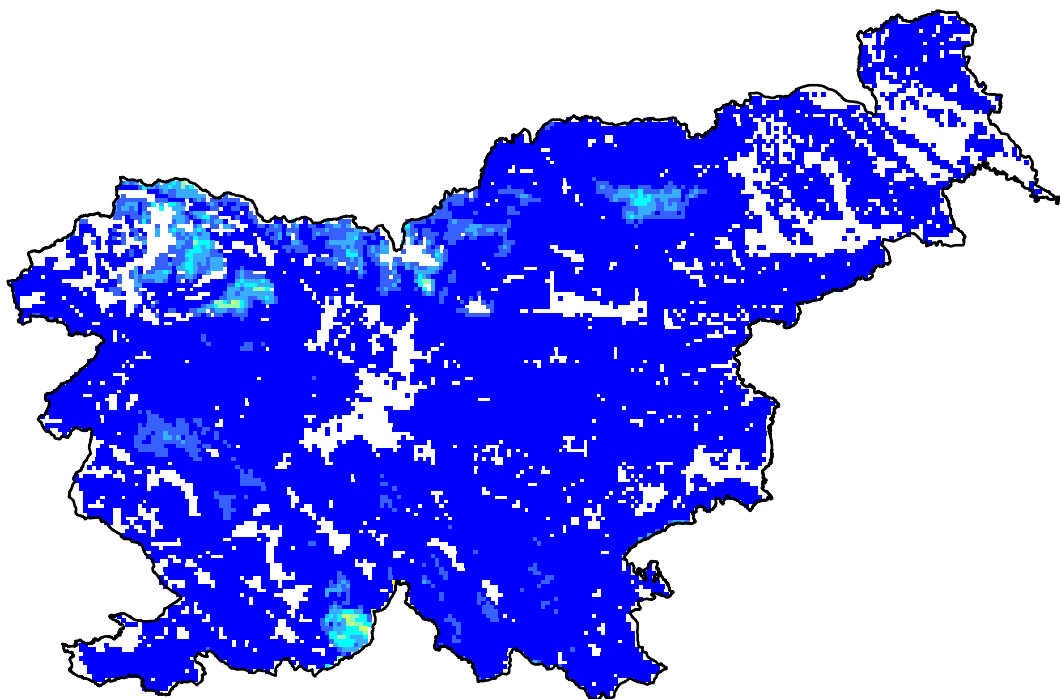


#### 2.6.2.2 Srednji scenarij



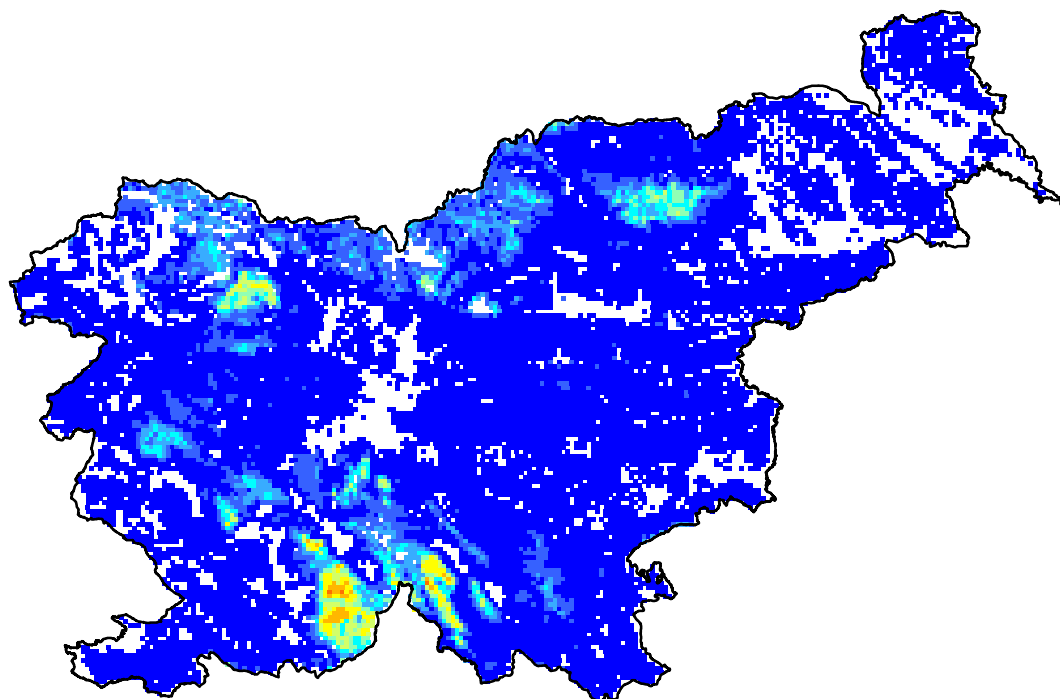


### 2.6.2.3 Pesimistični scenarij

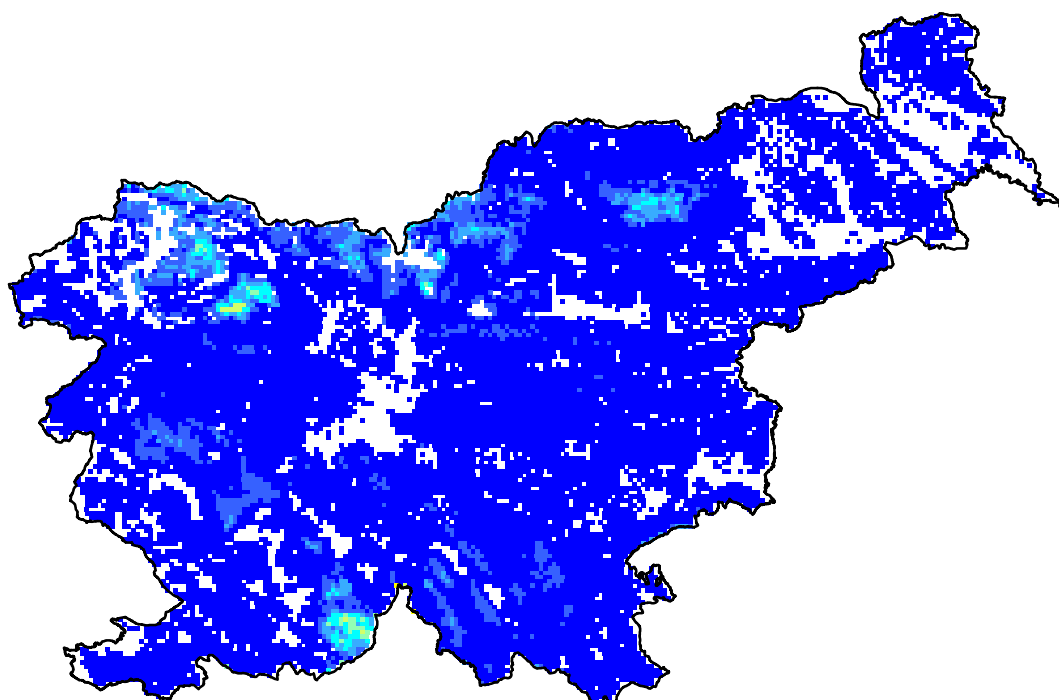


### 2.6.3 Napovedi za leto 2070

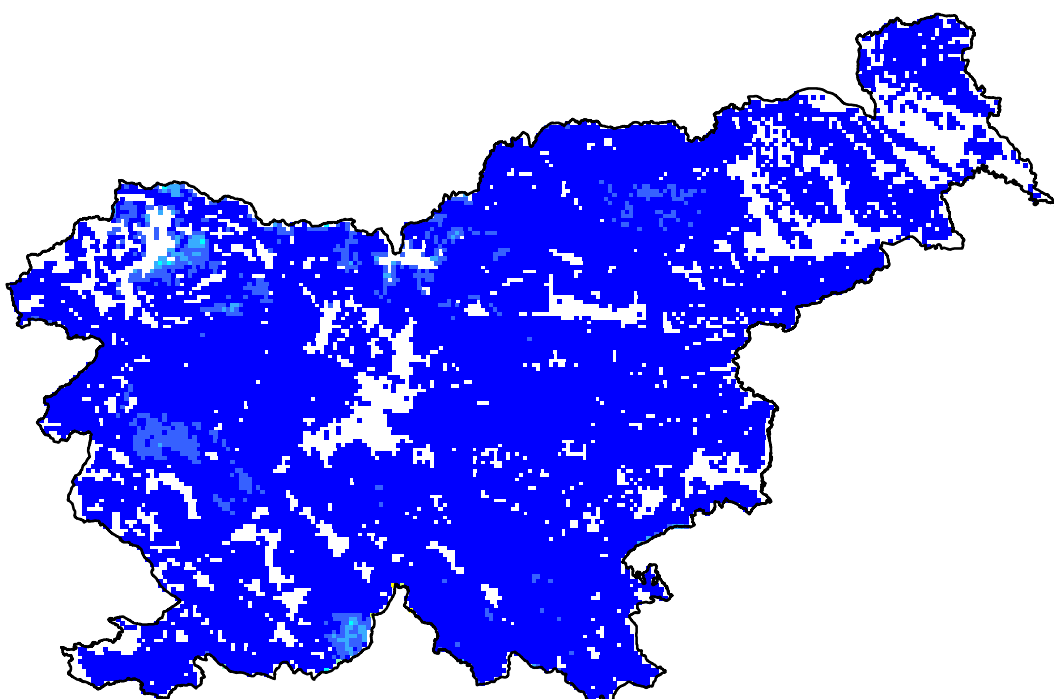
#### 2.6.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.6.3.2 Srednji scenarij

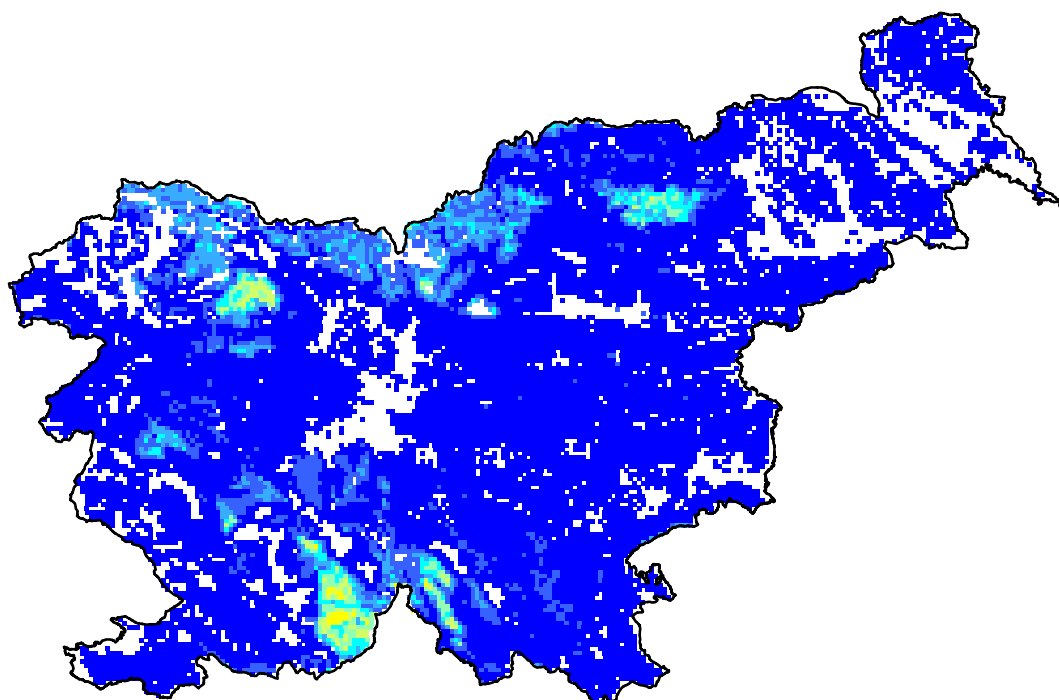


#### 2.6.3.3 Pesimistični scenarij

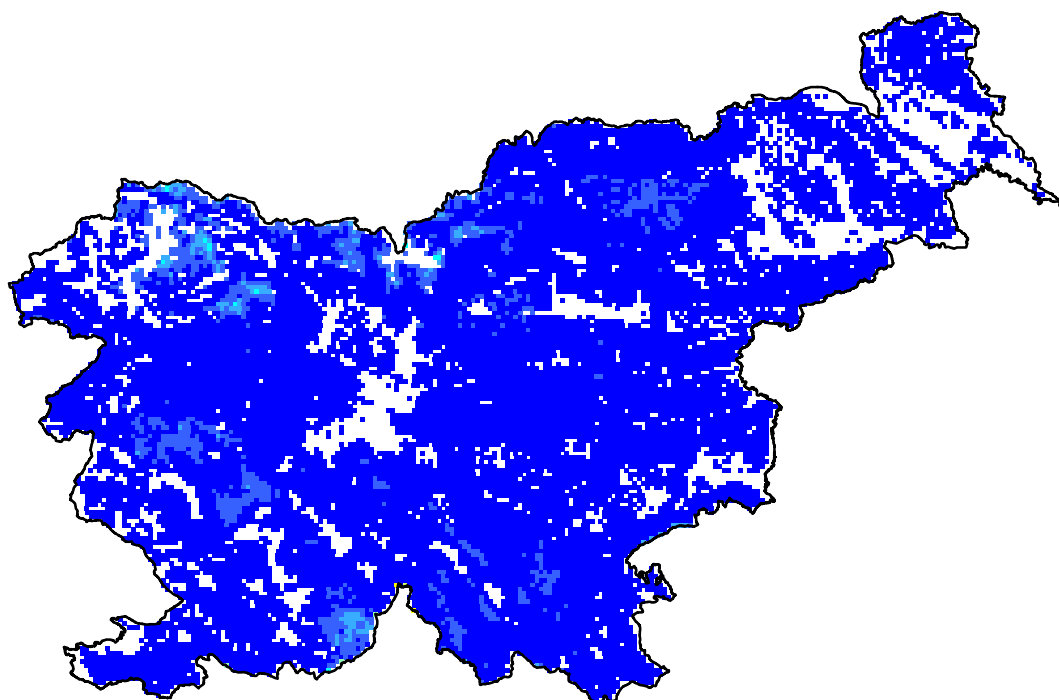


#### 2.6.4 Napovedi za leto 2100

#### 2.6.4.1 Optimistični scenarij

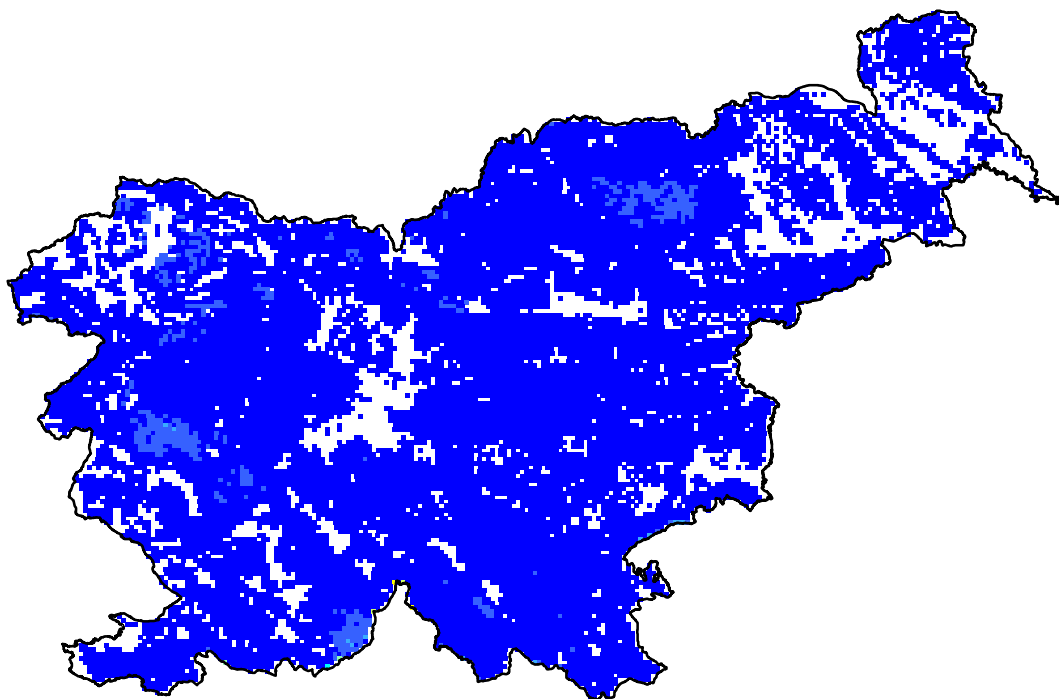


#### 2.6.4.2 Srednji scenarij





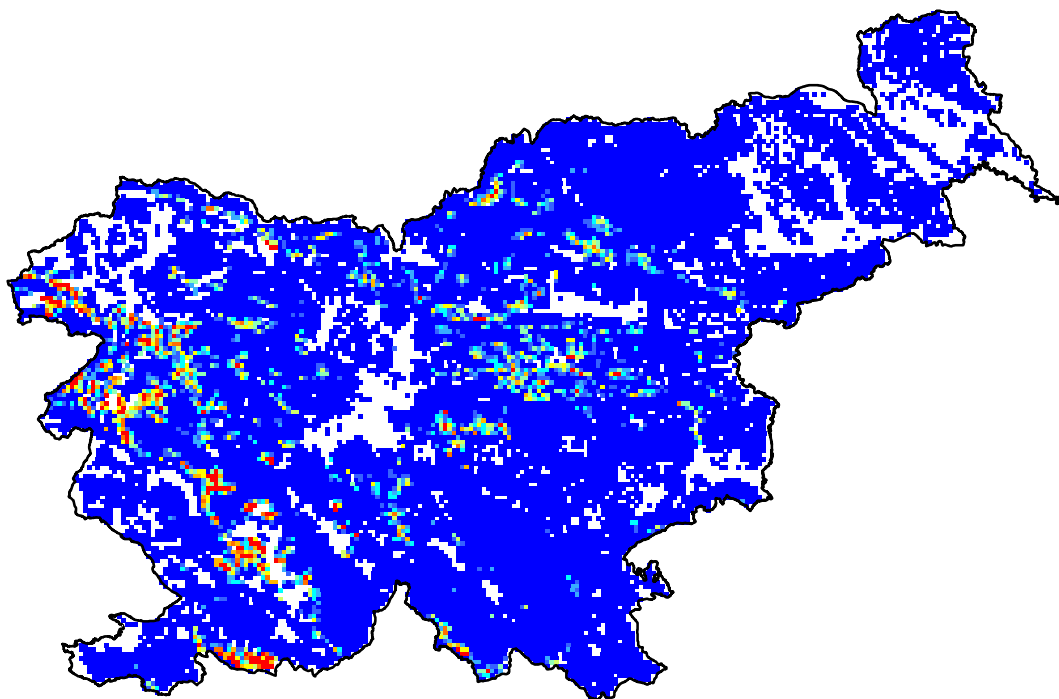
#### 2.6.4.3 Pesimistični scenarij



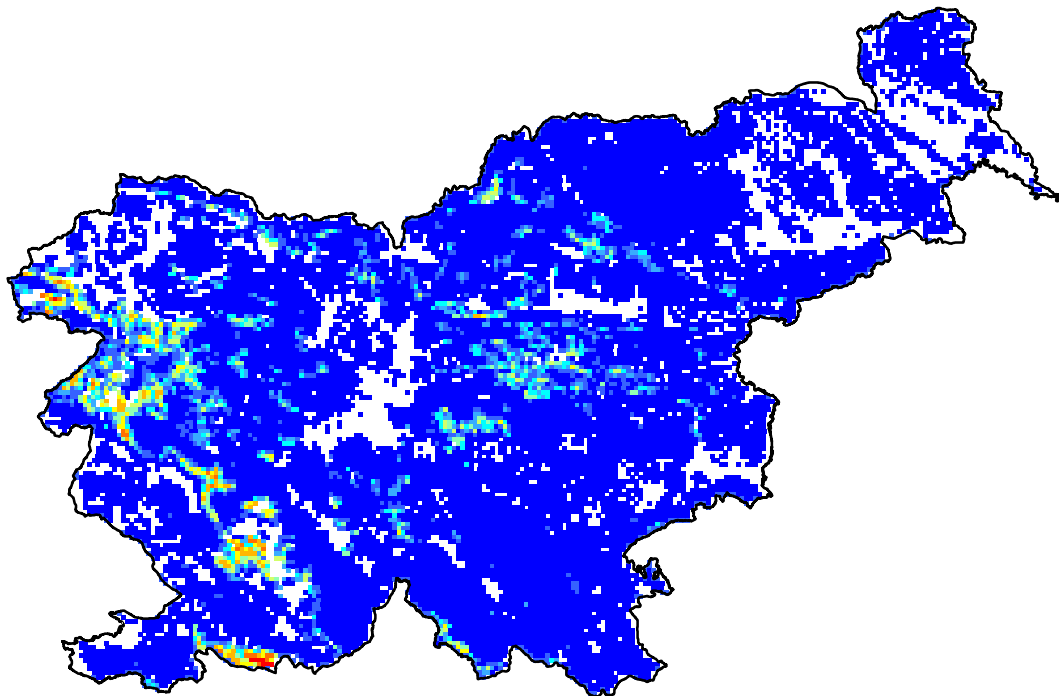
### 2.7 Tip 7 - Termofilna bukovja (Thermophile Fagus forests), $R = 0.66$

#### 2.7.1 Stanje leta 2000

#### 2.7.1.1 Dejansko stanje

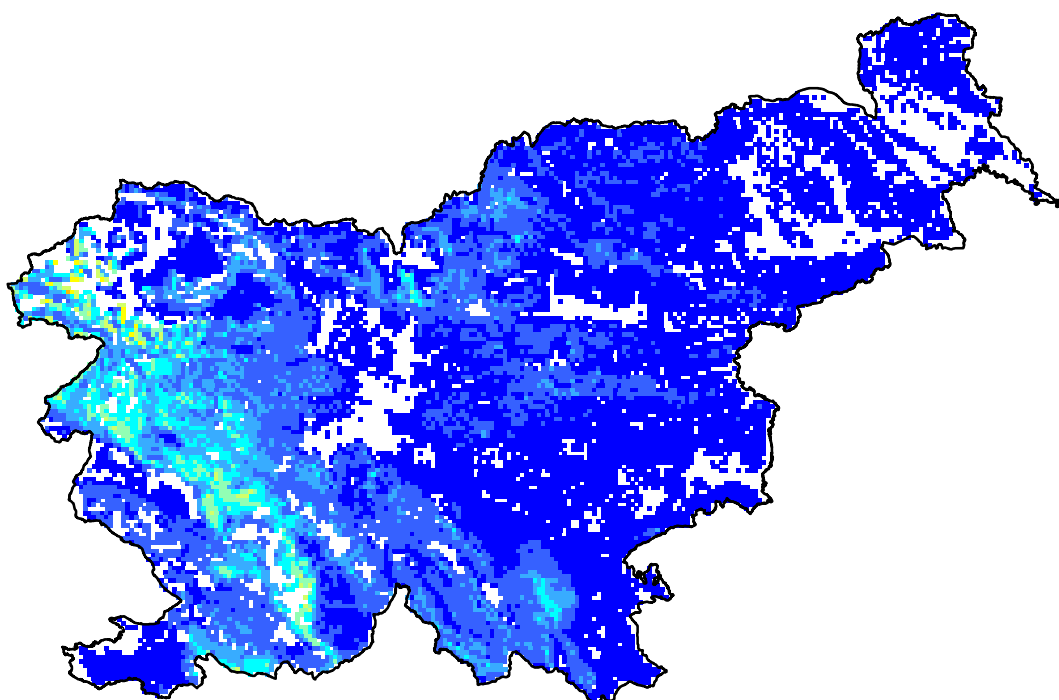


#### 2.7.1.2 Modelno stanje

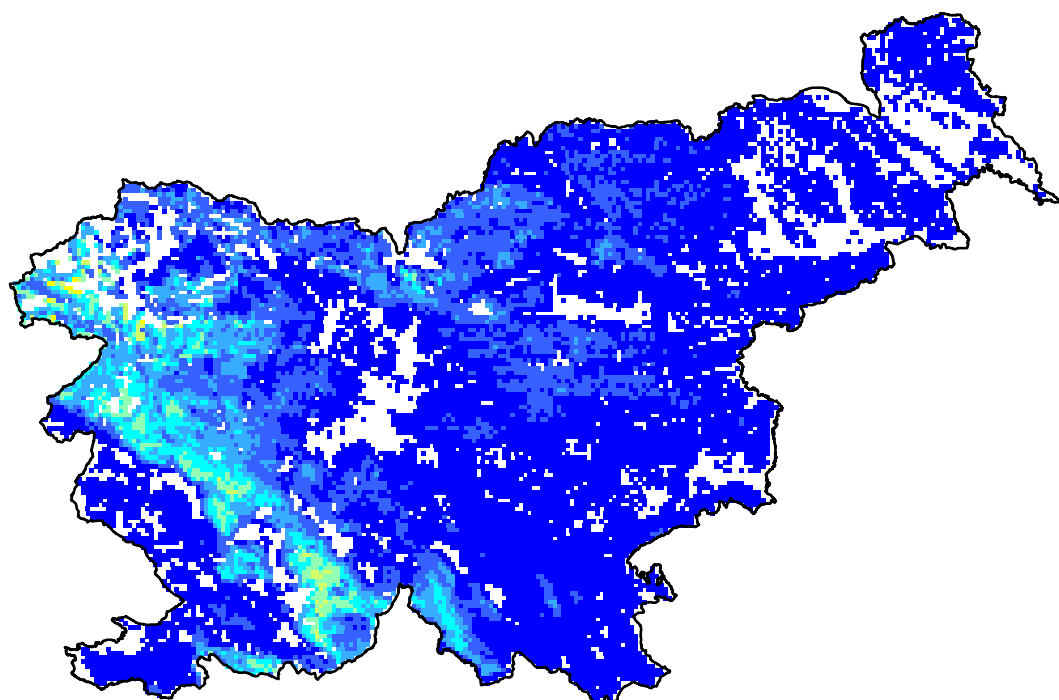


#### 2.7.2 Napovedi za leto 2040

### 2.7.2.1 Optimistični scenarij

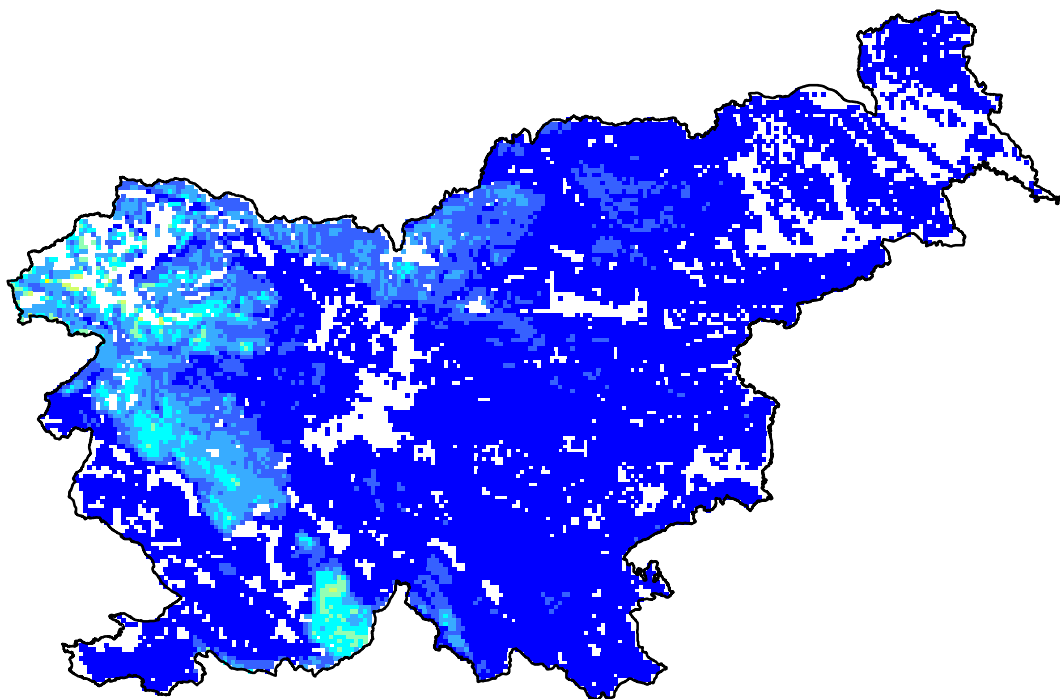


### 2.7.2.2 Srednji scenarij



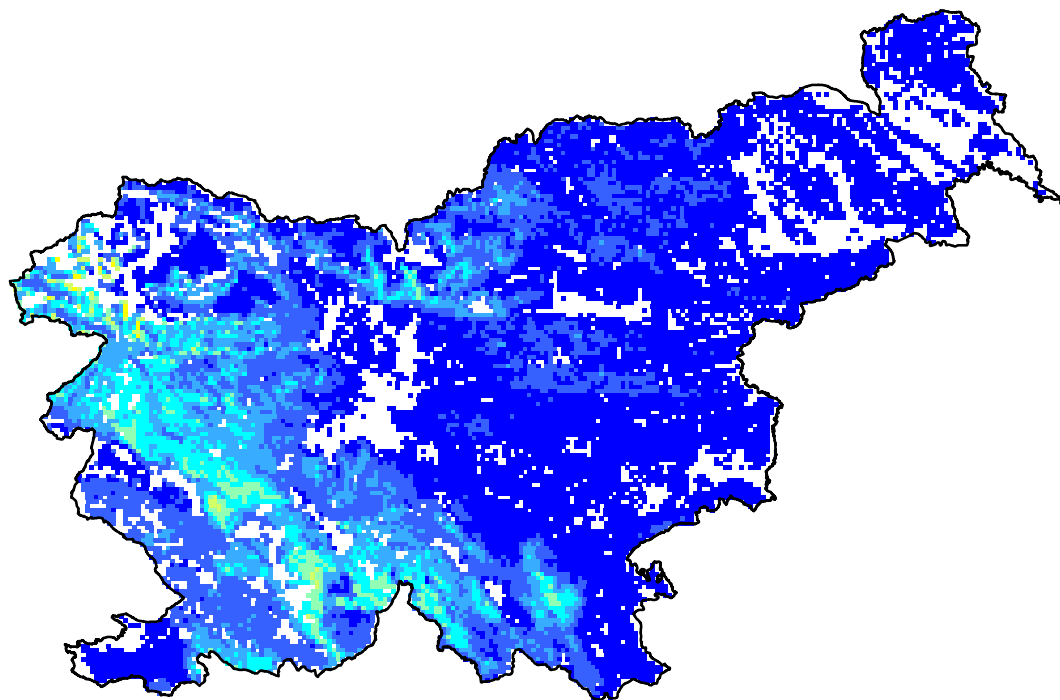


### 2.7.2.3 Pesimistični scenarij

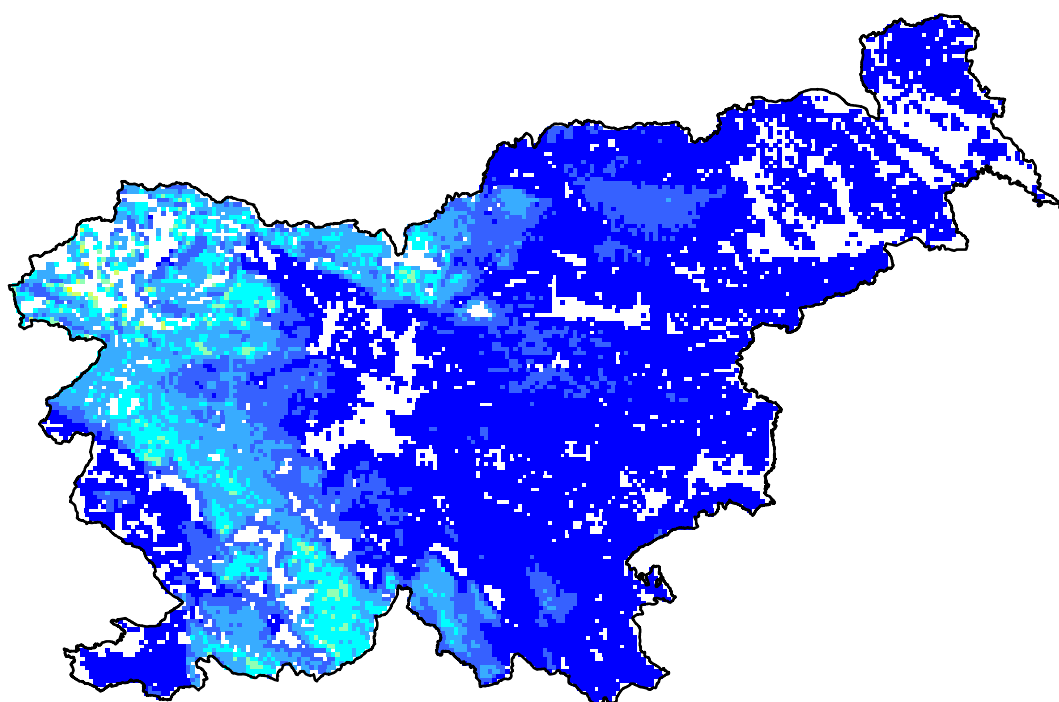


### 2.7.3 Napovedi za leto 2070

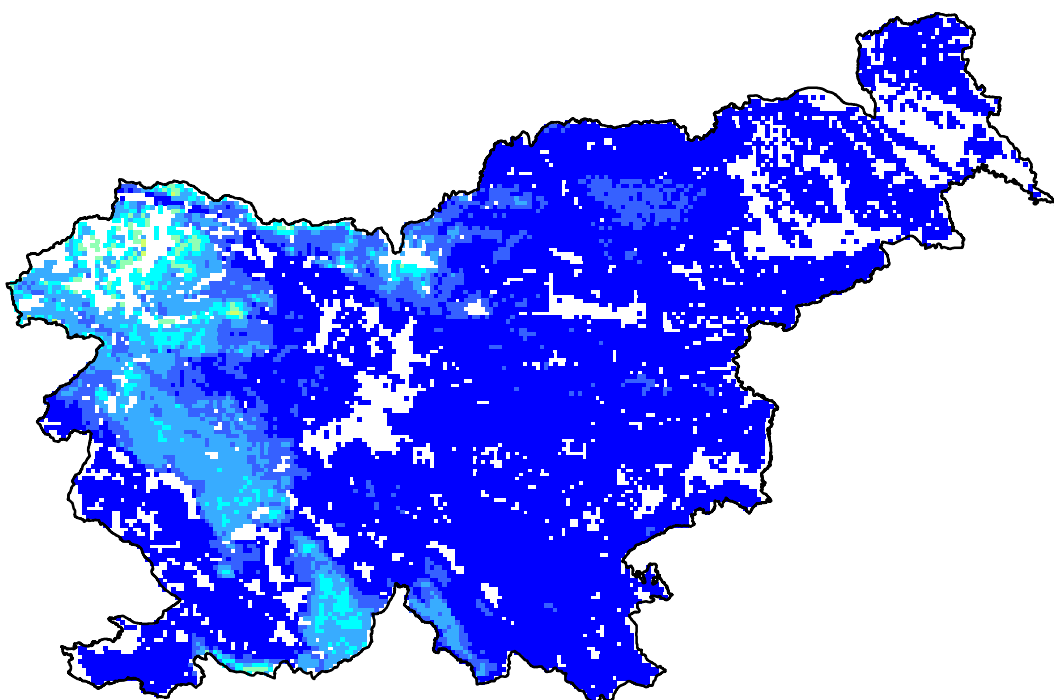
#### 2.7.3.1 Optimistični scenarij



### 2.7.3.2 Srednji scenarij

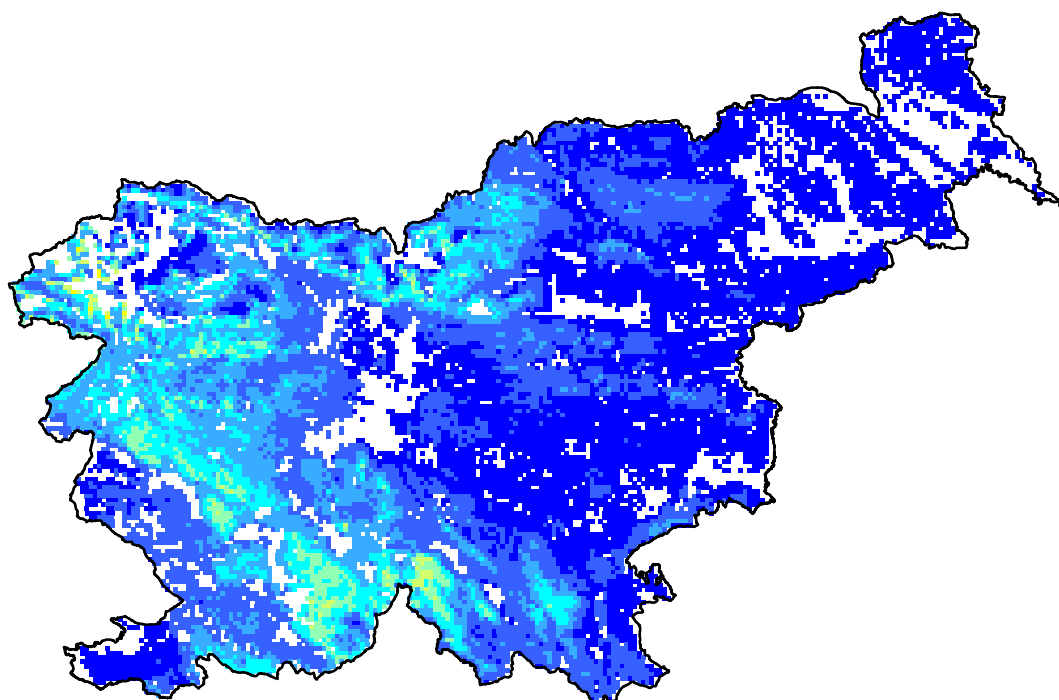


### 2.7.3.3 Pesimistični scenarij

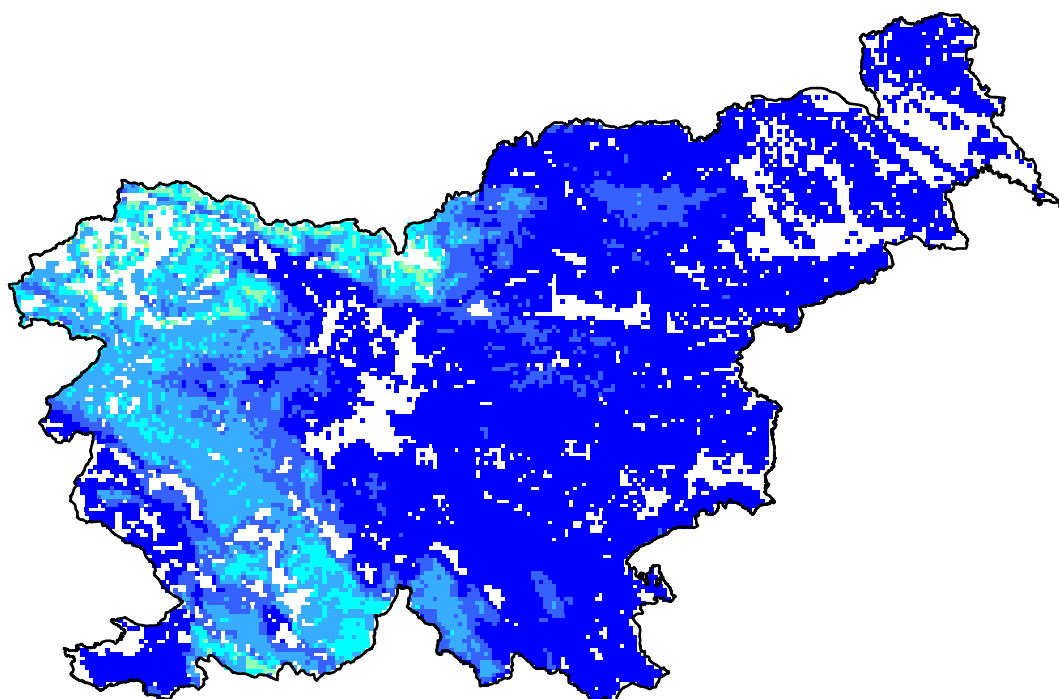


### 2.7.4 Napovedi za leto 2100

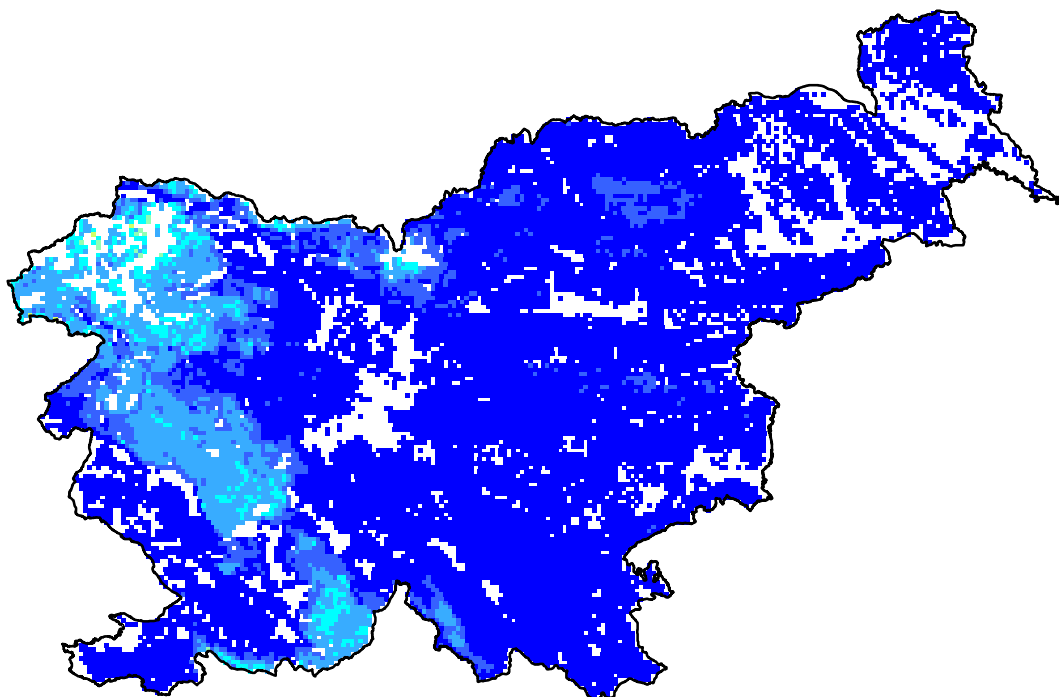
#### 2.7.4.1 Optimistični scenarij



#### 2.7.4.2 Srednji scenarij



#### 2.7.4.3 Pesimistični scenarij

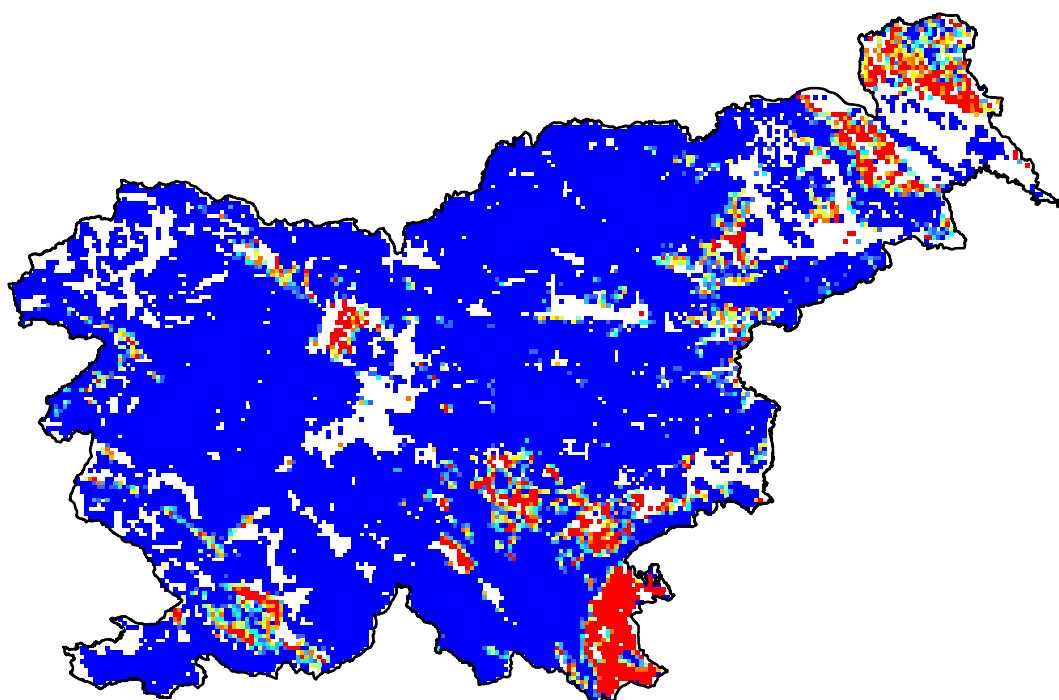


### 2.8 Tip 8 - Kolinska hrastova-belogabrovja (Collinar forests of *Quercus p.* and *Carpinus*), $R = 0.83$

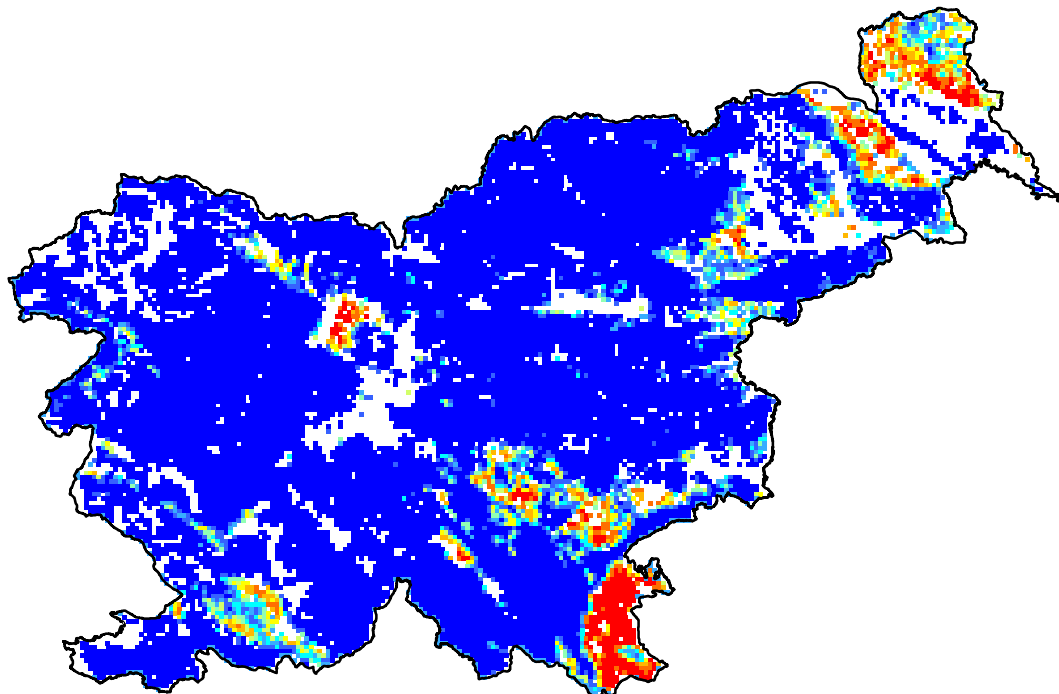
#### 2.8.1 Stanje leta 2000



#### 2.8.1.1 Dejansko stanje

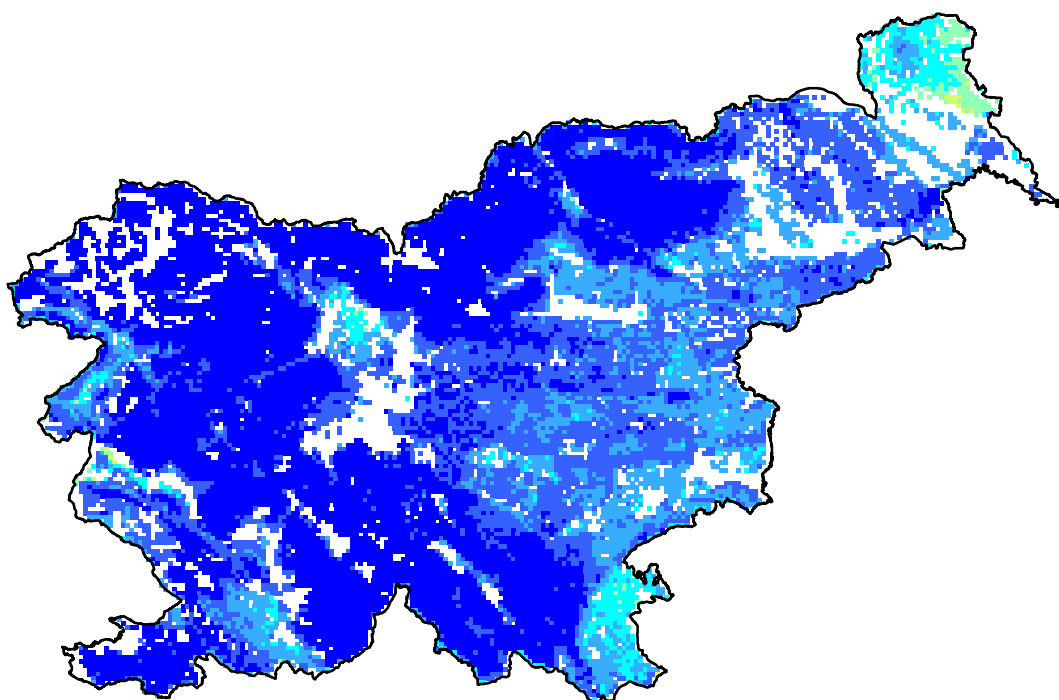


#### 2.8.1.2 Modelno stanje

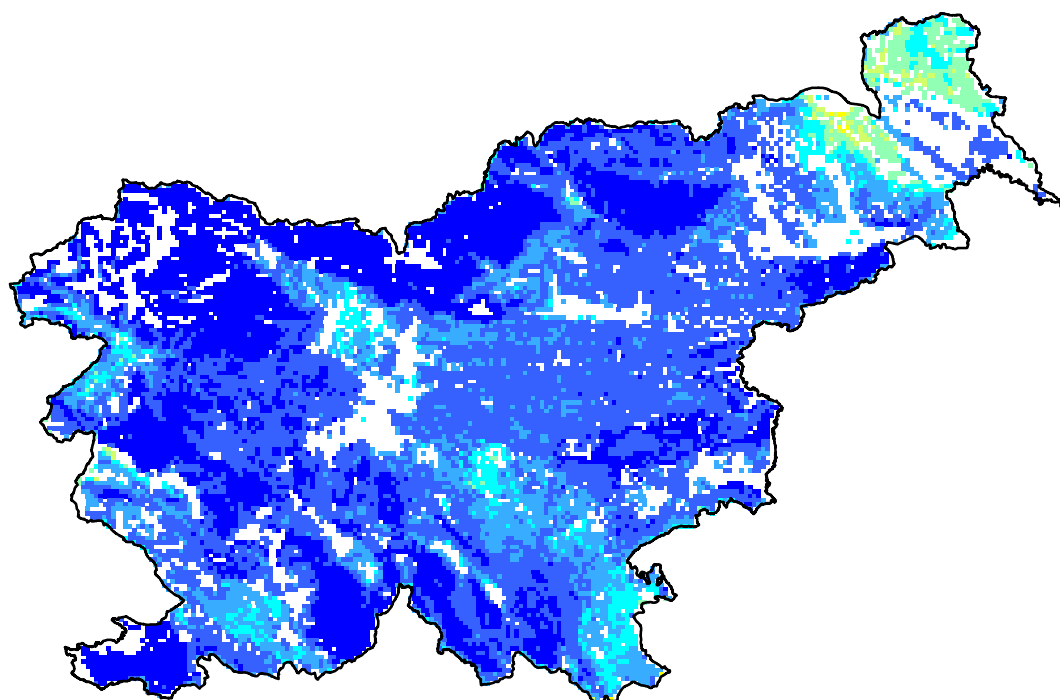


#### 2.8.2 Napovedi za leto 2040

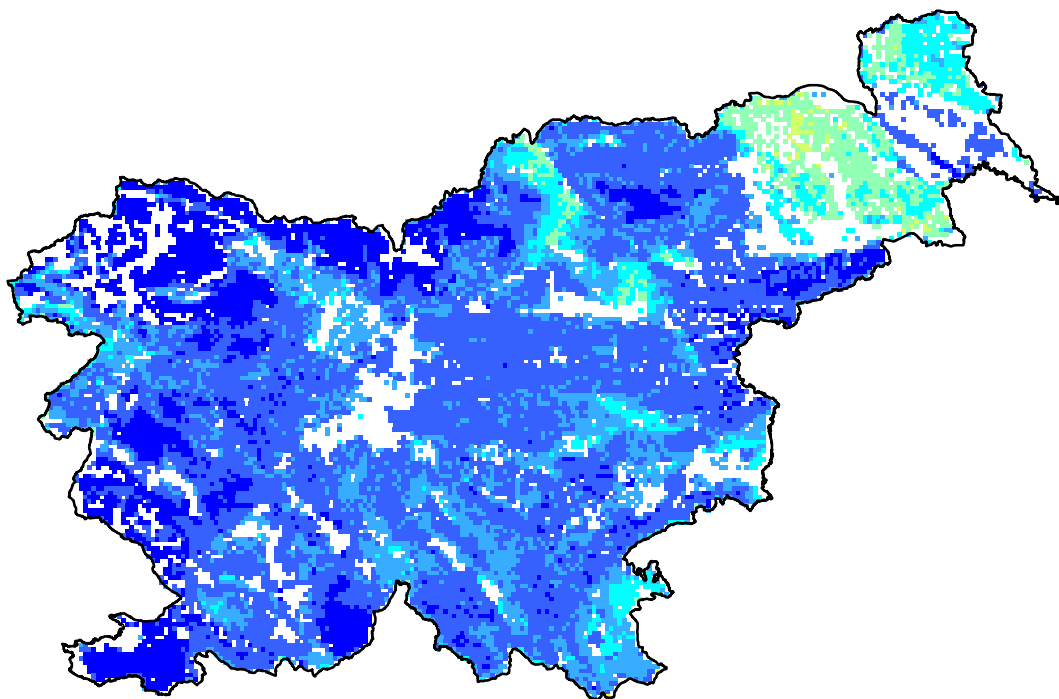
#### 2.8.2.1 Optimistični scenarij



#### 2.8.2.2 Srednji scenarij

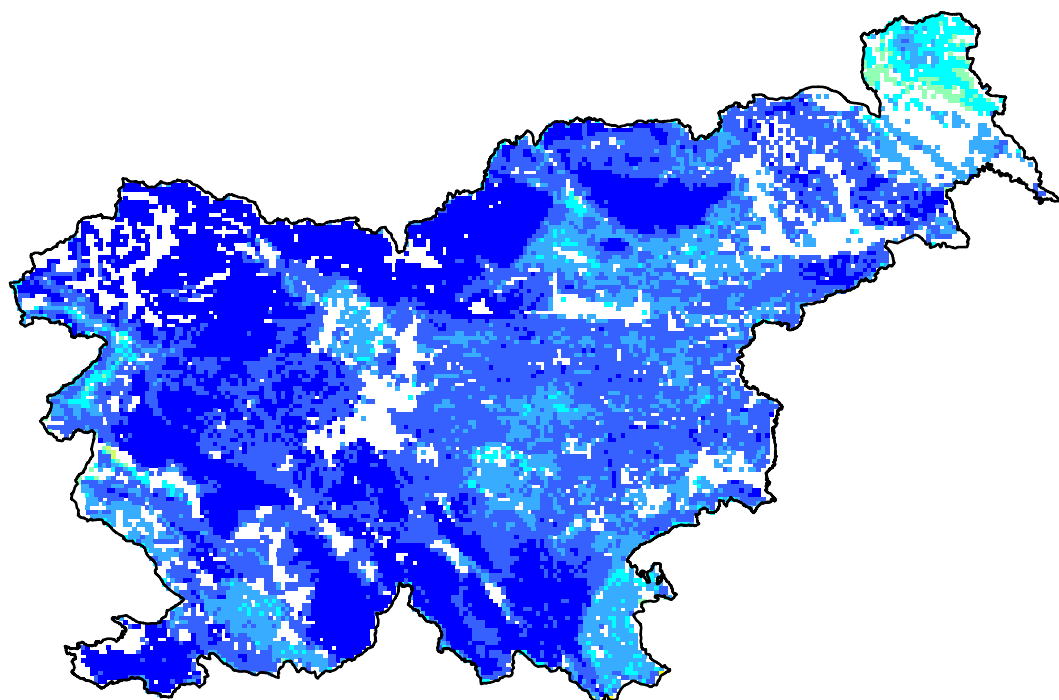


### 2.8.2.3 Pesimistični scenarij

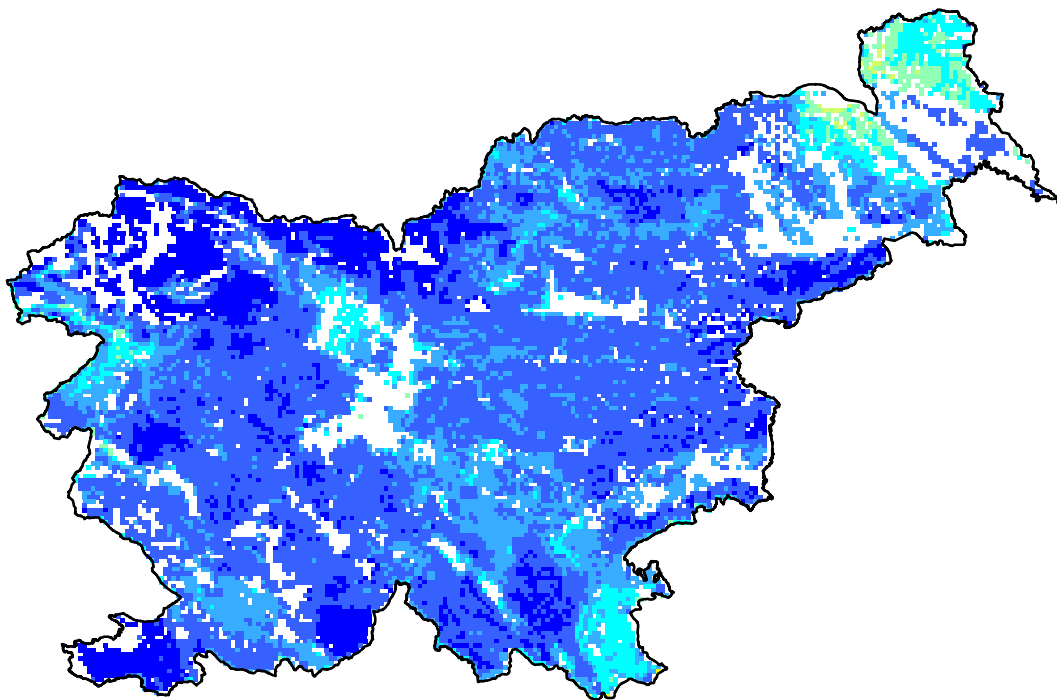


### 2.8.3 Napovedi za leto 2070

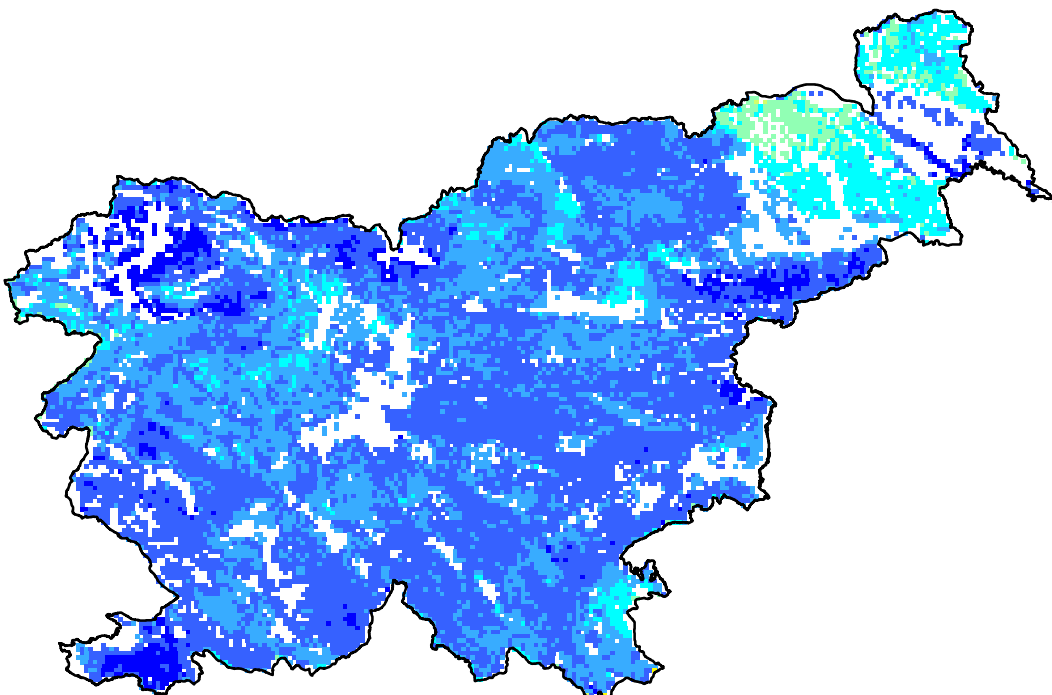
#### 2.8.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.8.3.2 Srednji scenarij



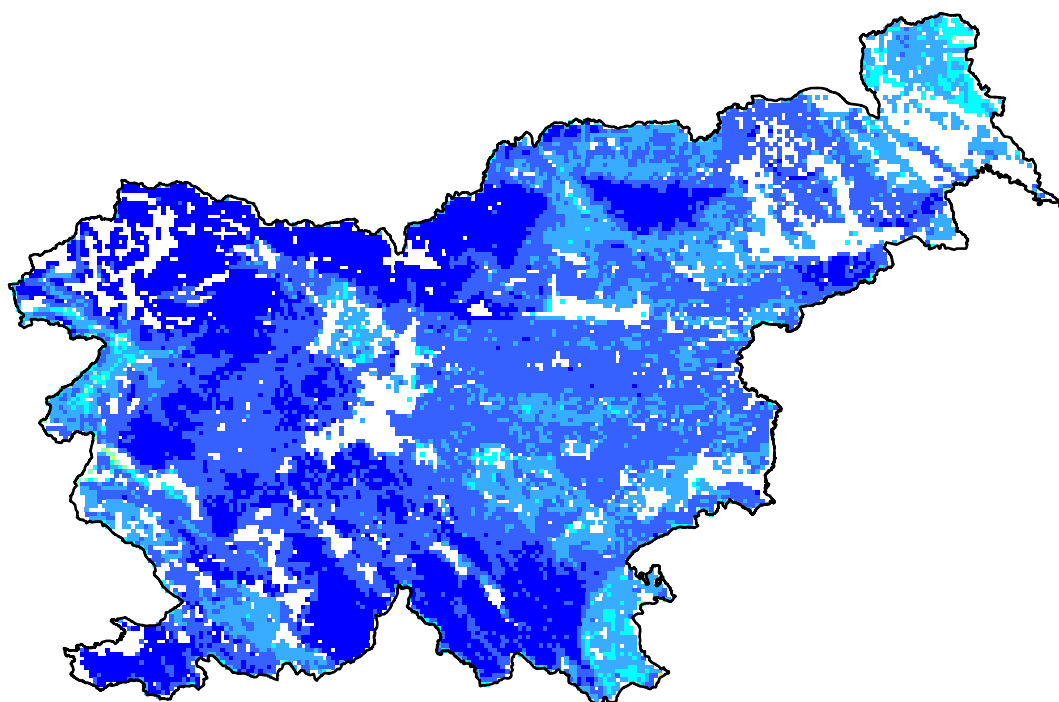
#### 2.8.3.3 Pesimistični scenarij



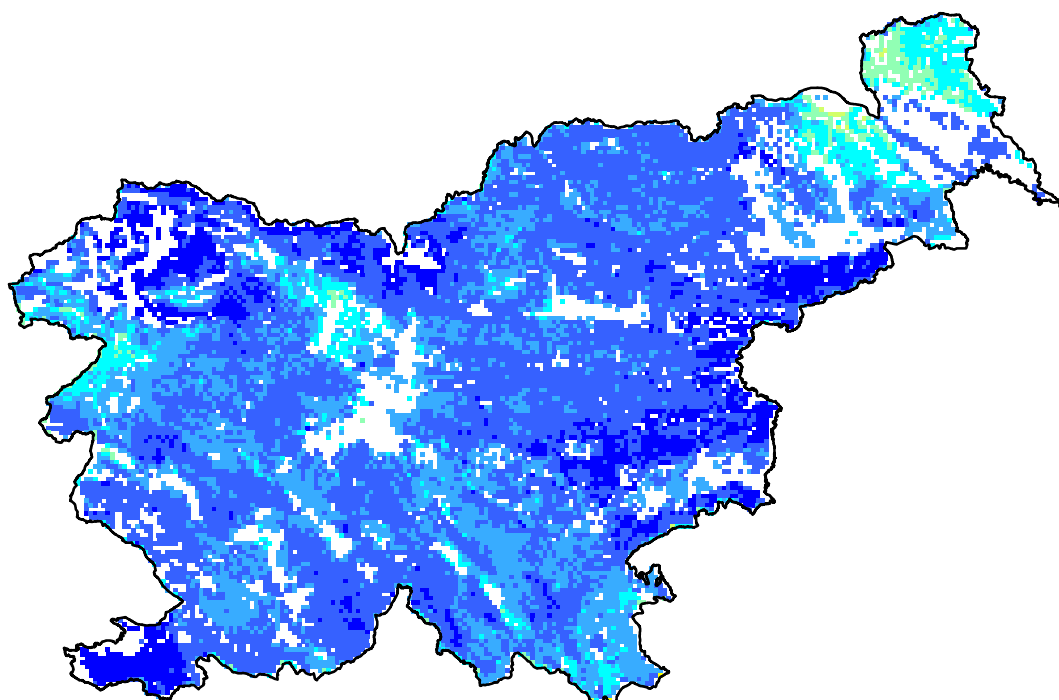
#### 2.8.4 Napovedi za leto 2100



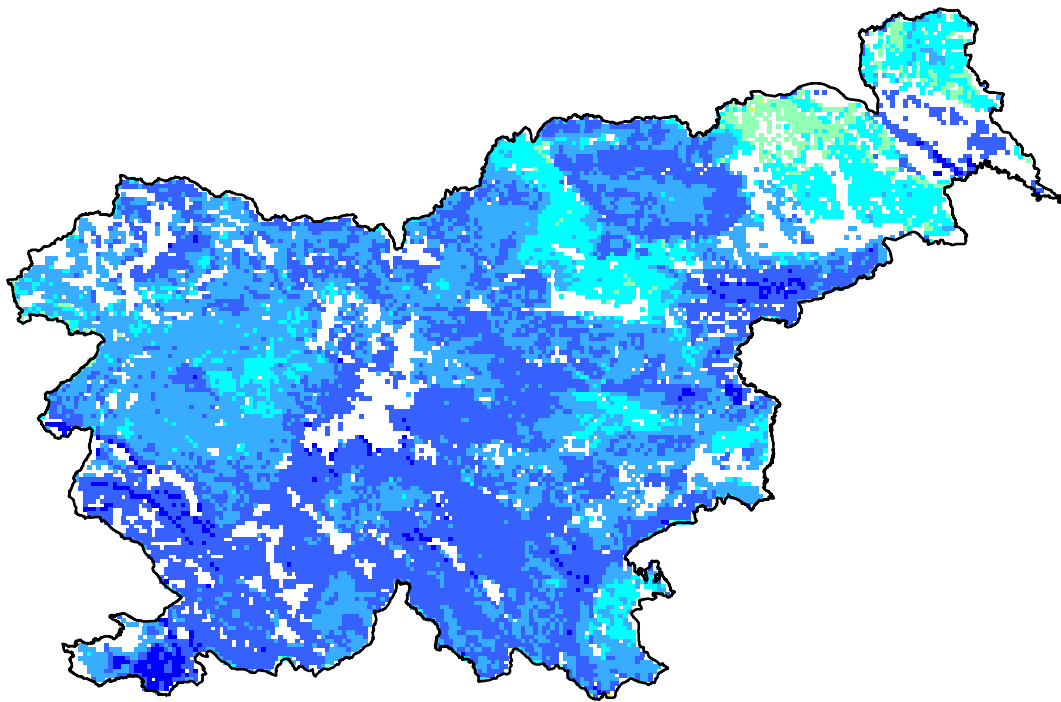
#### 2.8.4.1 Optimistični scenarij



#### 2.8.4.2 Srednji scenarij



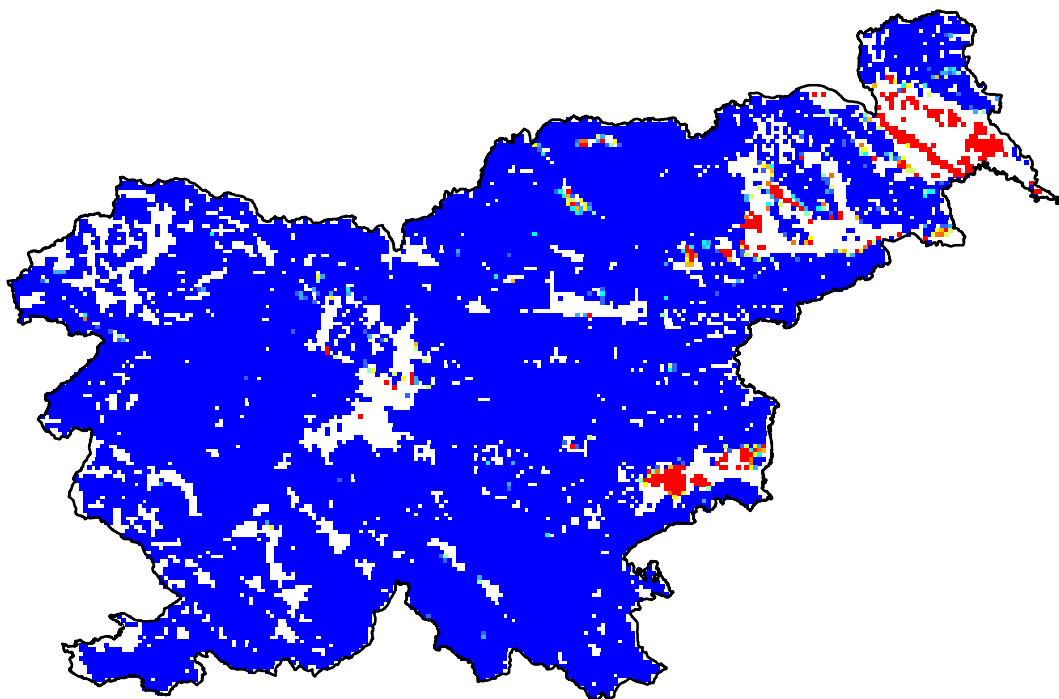
#### 2.8.4.3 Pesimistični scenarij



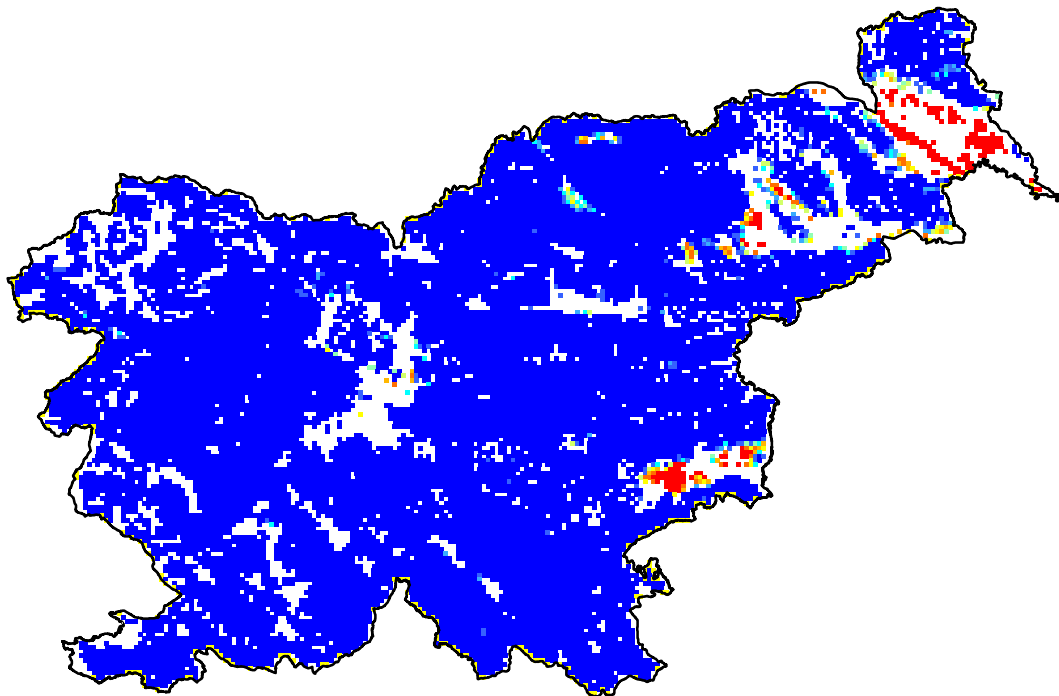
### 2.9 Tip 9 - Nižinska vrbovja, jelševja in dobovja (Lowland forests of *Salix* sp., *Alnus* g. and *Quercus* r.), $R = 0.91$

#### 2.9.1 Stanje leta 2000

### 2.9.1.1 Dejansko stanje

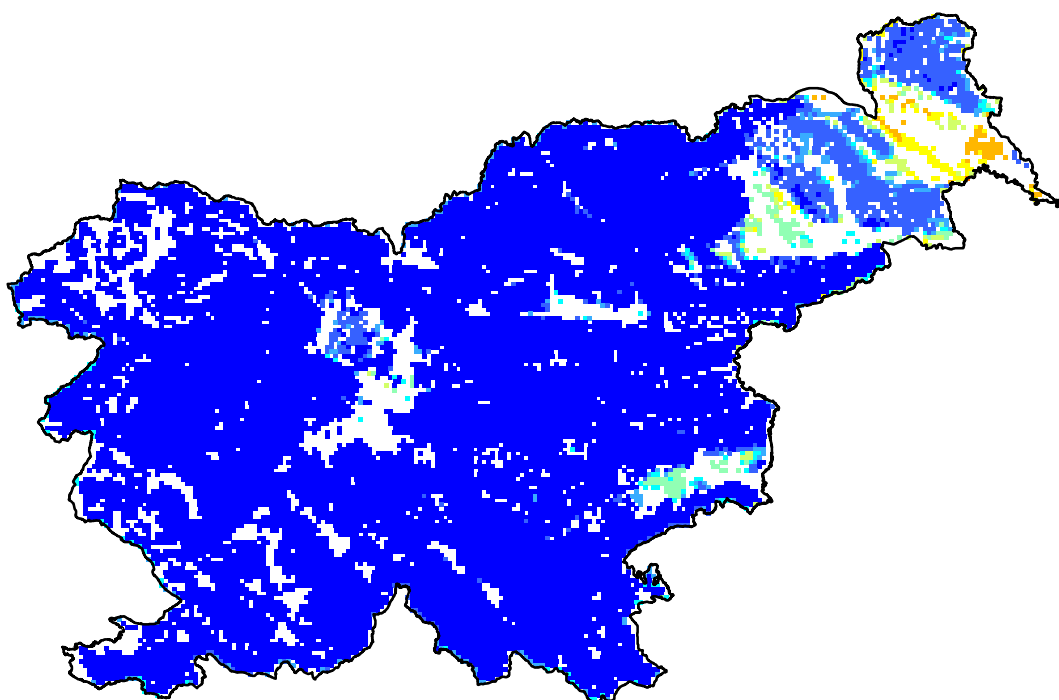


### 2.9.1.2 Modelno stanje

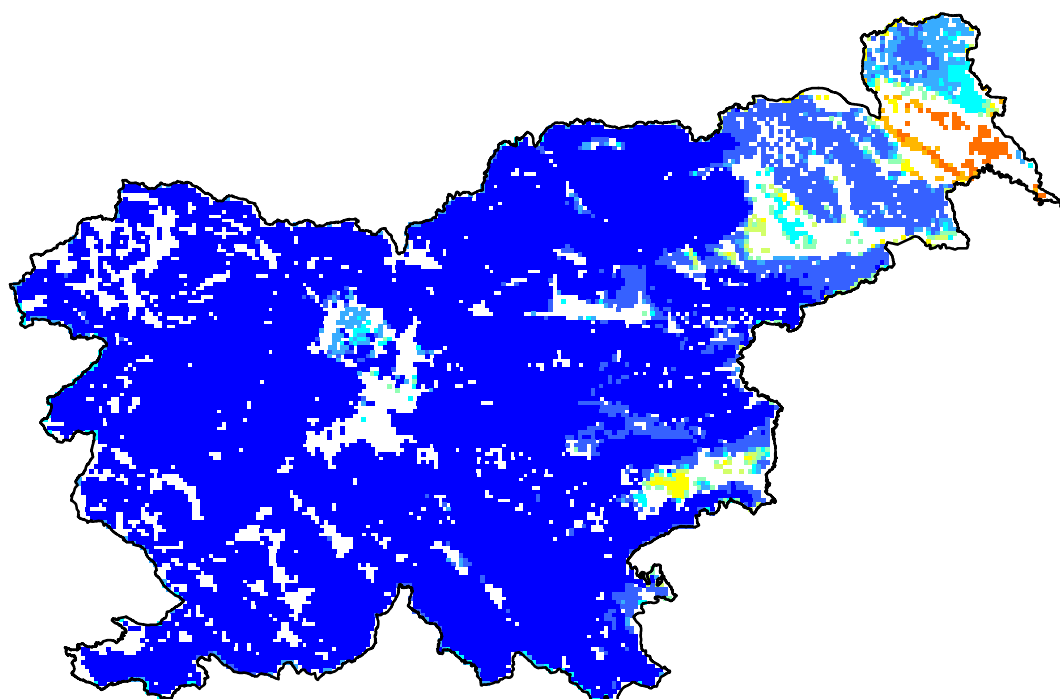


### 2.9.2 Napovedi za leto 2040

### 2.9.2.1 Optimistični scenarij

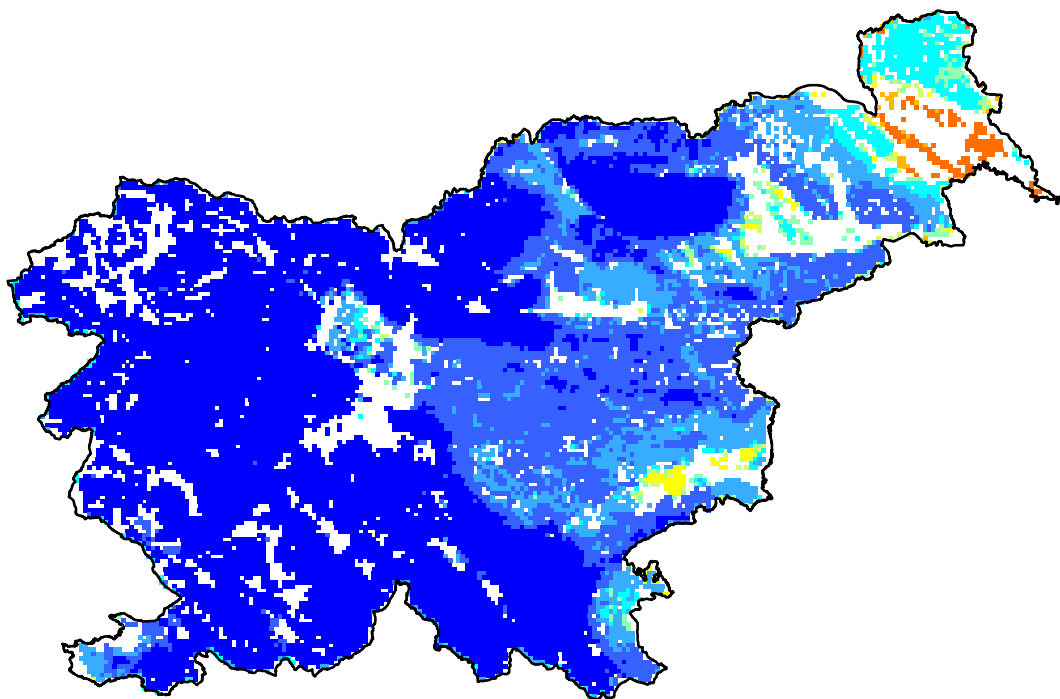


### 2.9.2.2 Srednji scenarij



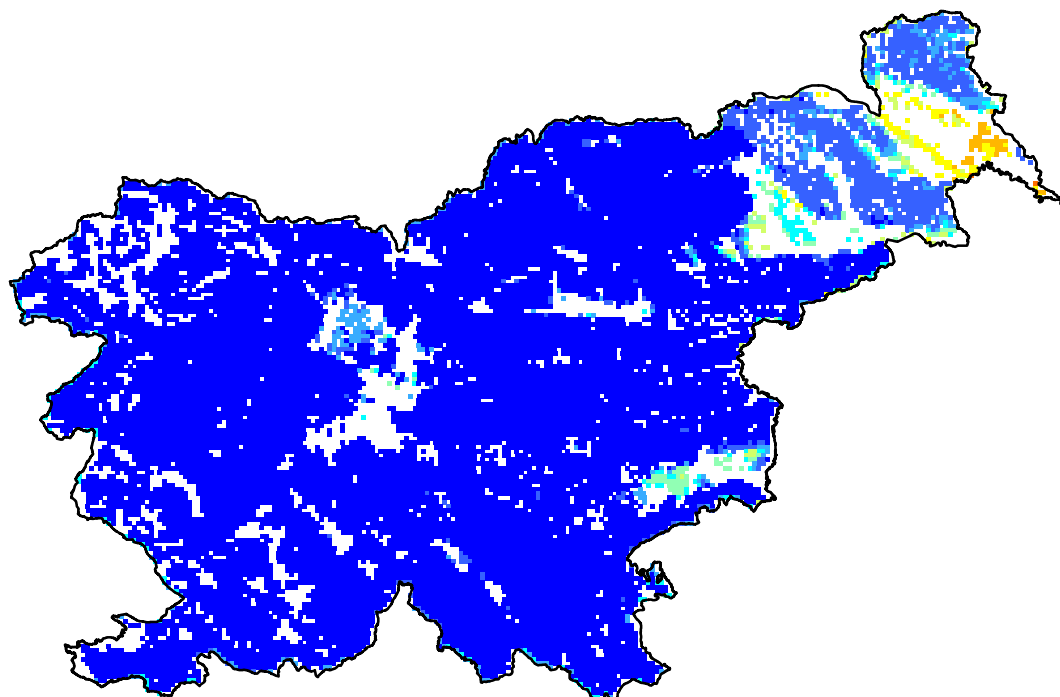


### 2.9.2.3 Pesimistični scenarij

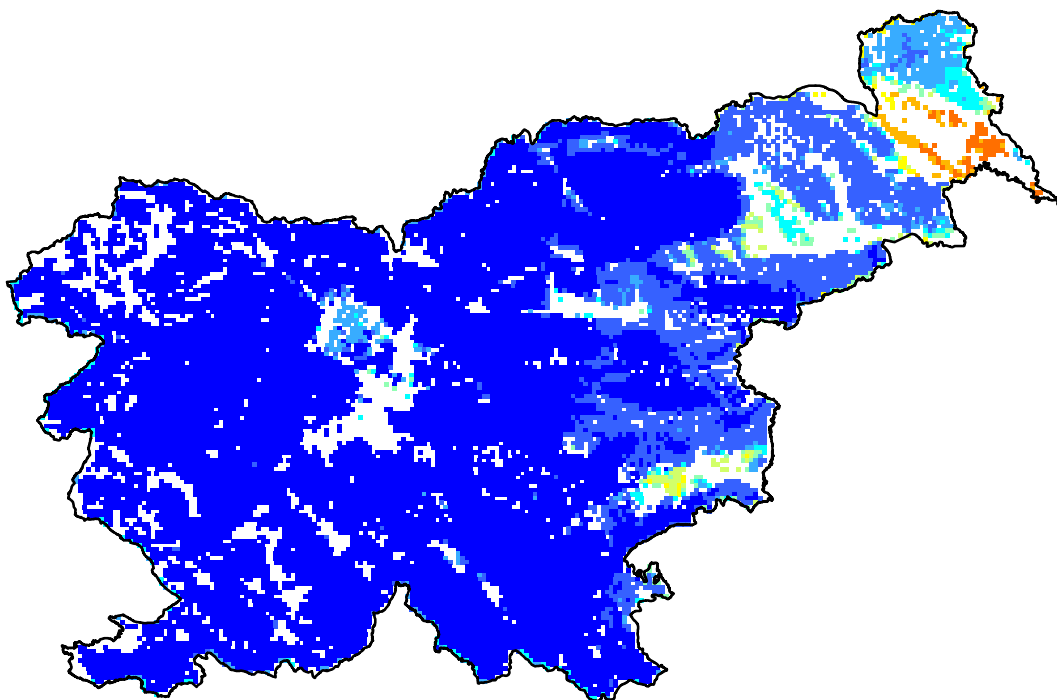


### 2.9.3 Napovedi za leto 2070

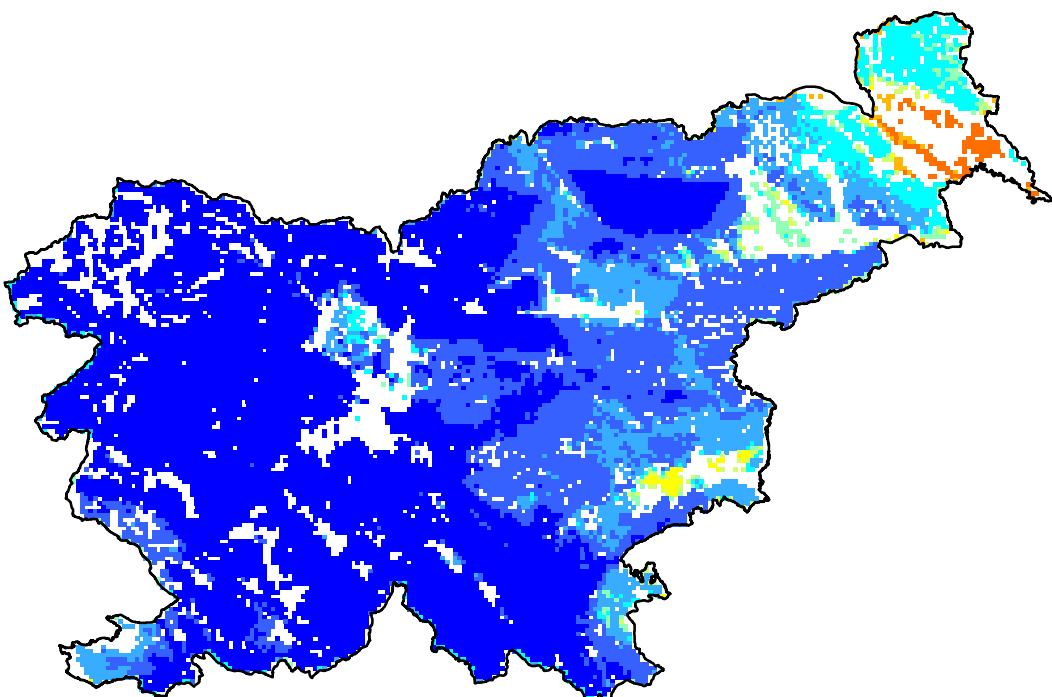
#### 2.9.3.1 Optimistični scenarij



### 2.9.3.2 Srednji scenarij

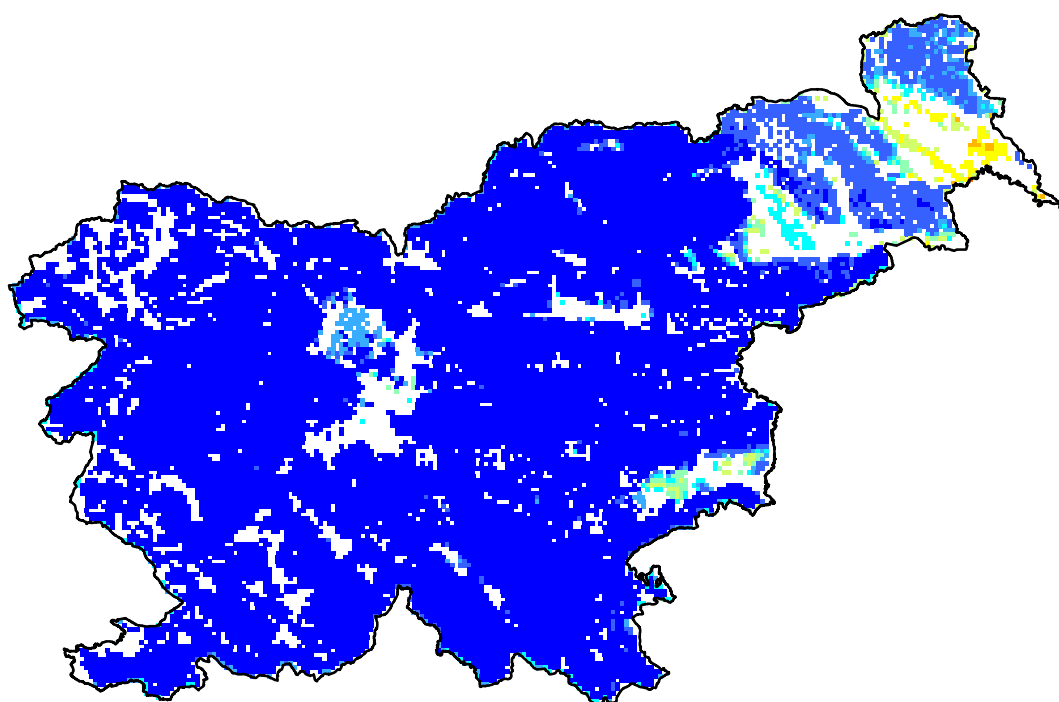


### 2.9.3.3 Pesimistični scenarij

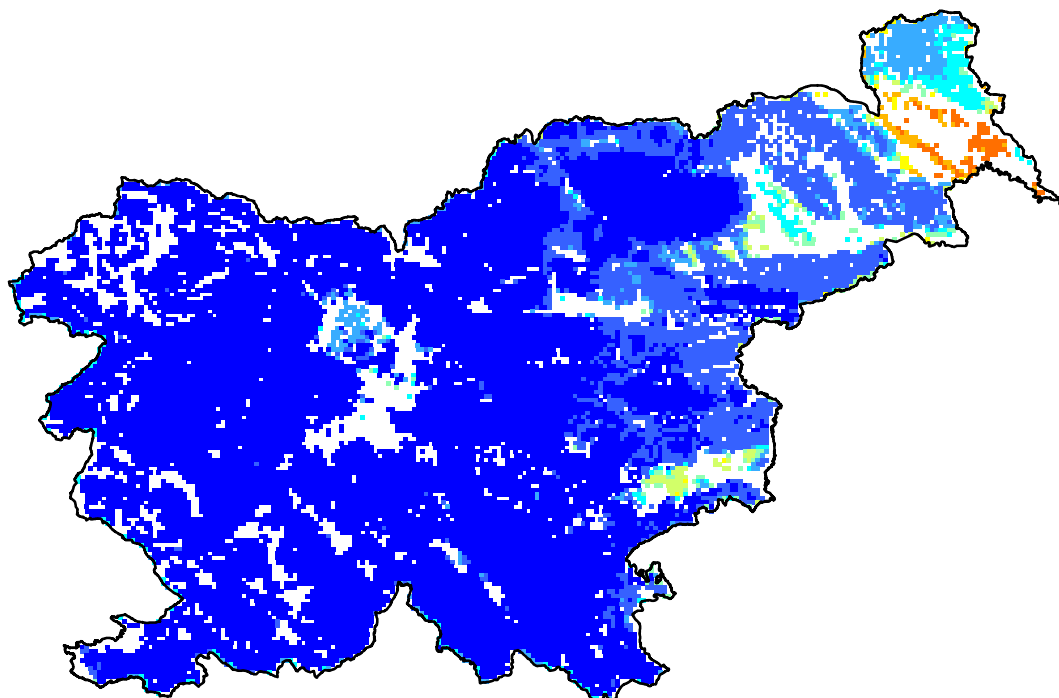


### 2.9.4 Napovedi za leto 2100

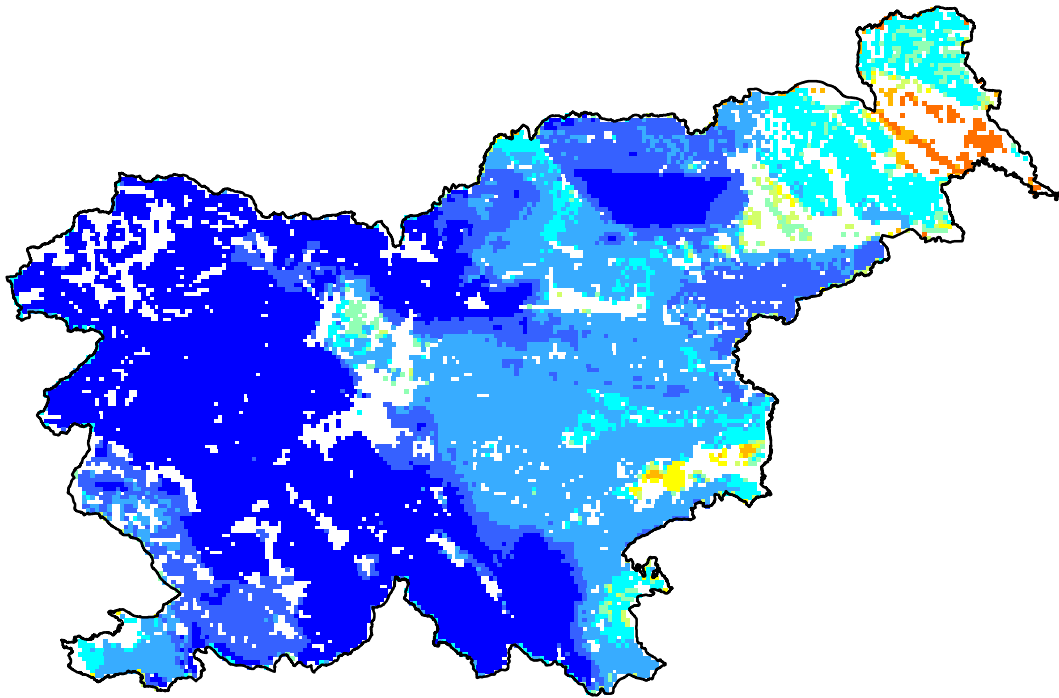
#### 2.9.4.1 Optimistični scenarij



#### 2.9.4.2 Srednji scenarij



#### 2.9.4.3 Pesimistični scenarij

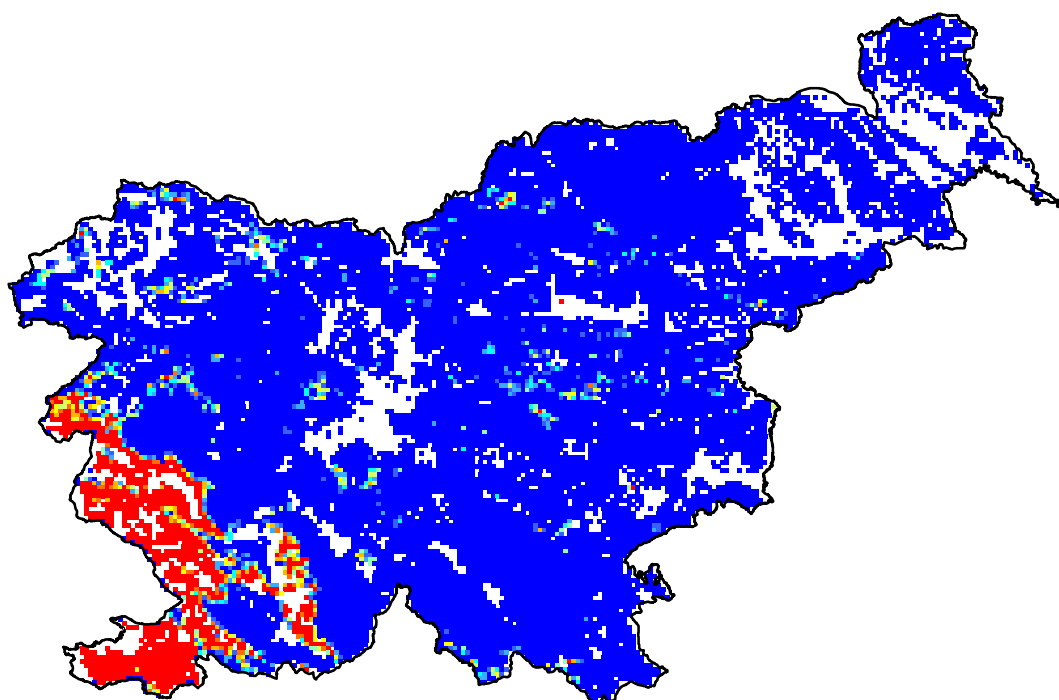


#### 2.10 Tip 10 - Termofilna črnogabrovja, hrastovja, rdečeborovja in črnoborovja (Thermophile forests of *Ostrya* c. *Quercus* sp., *Pinus* sp.), $R = 0.92$

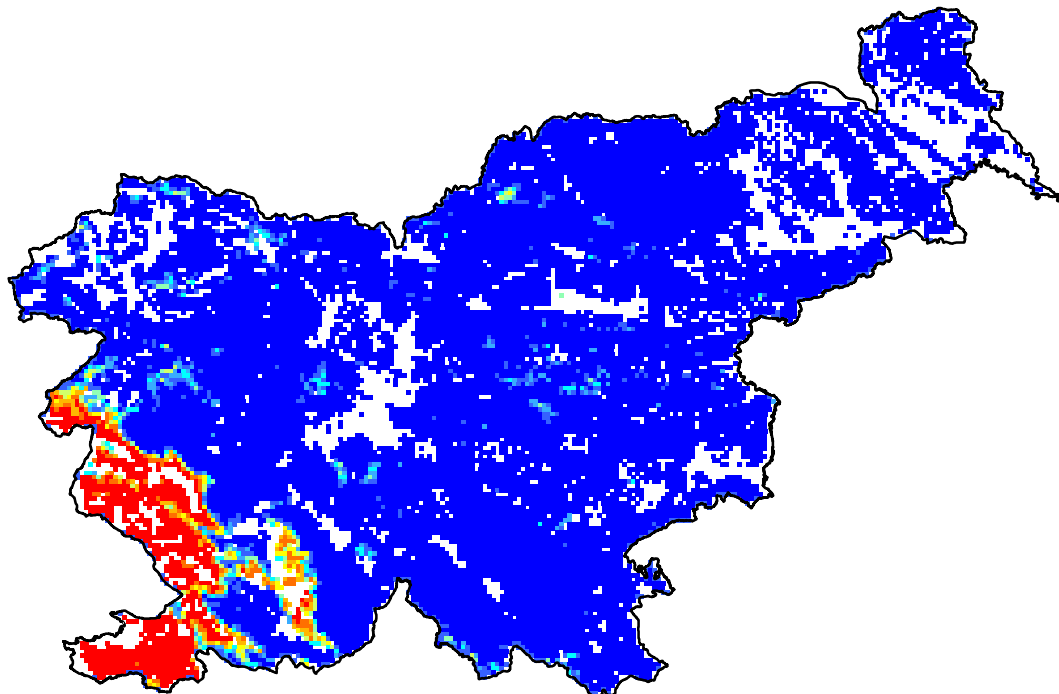
##### 2.10.1 Stanje leta 2000



#### 2.10.1.1 Dejansko stanje

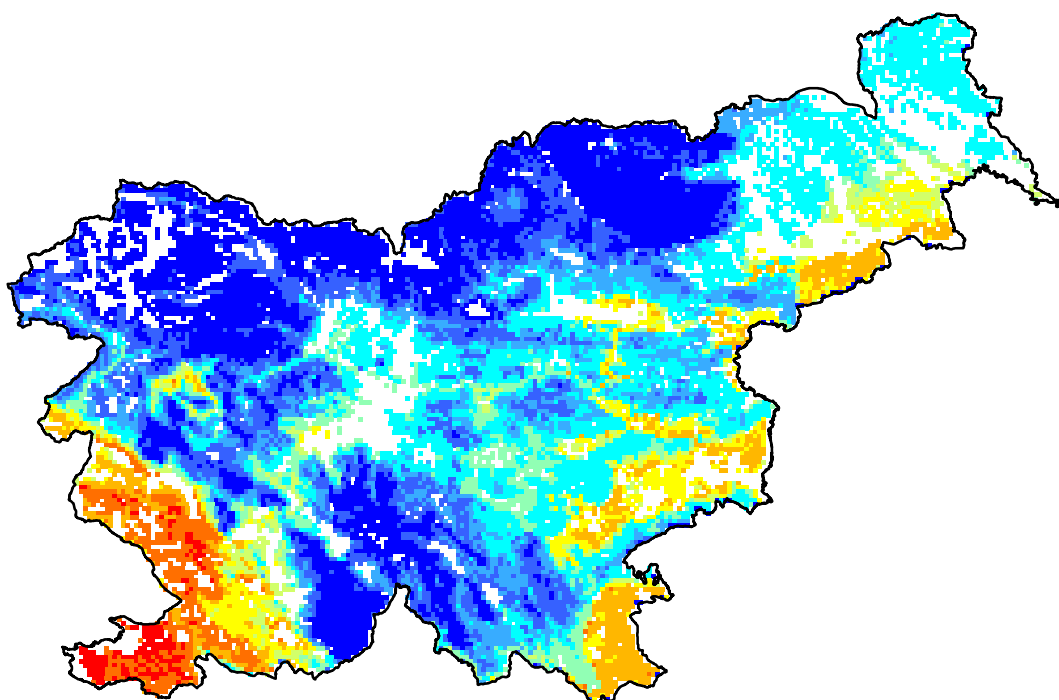


#### 2.10.1.2 Modelno stanje

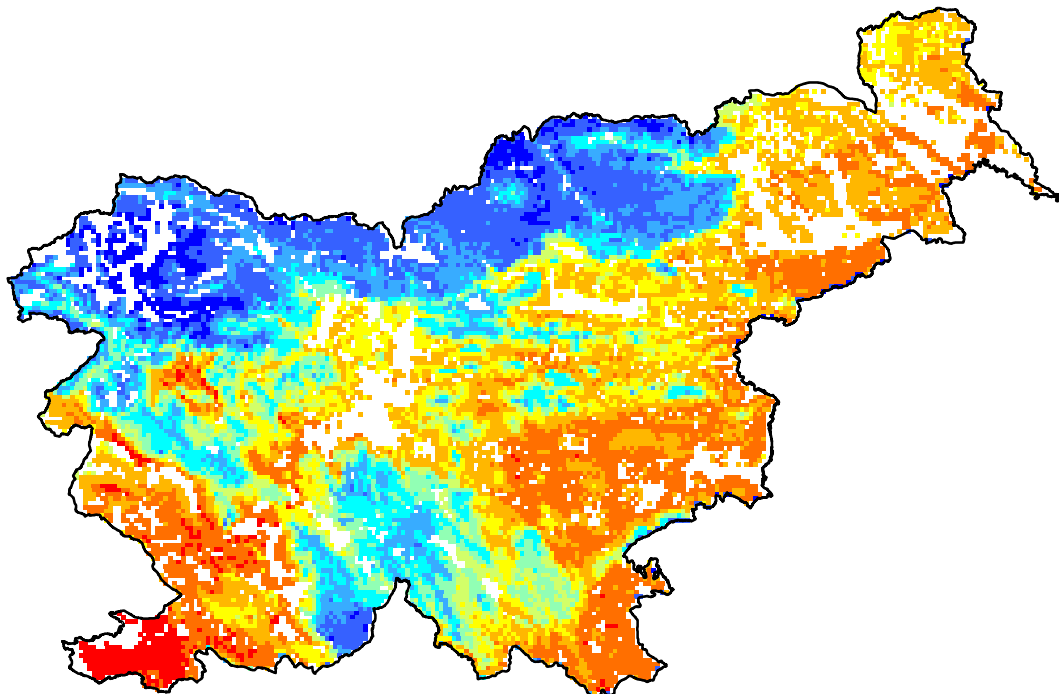


#### 2.10.2 Napovedi za leto 2040

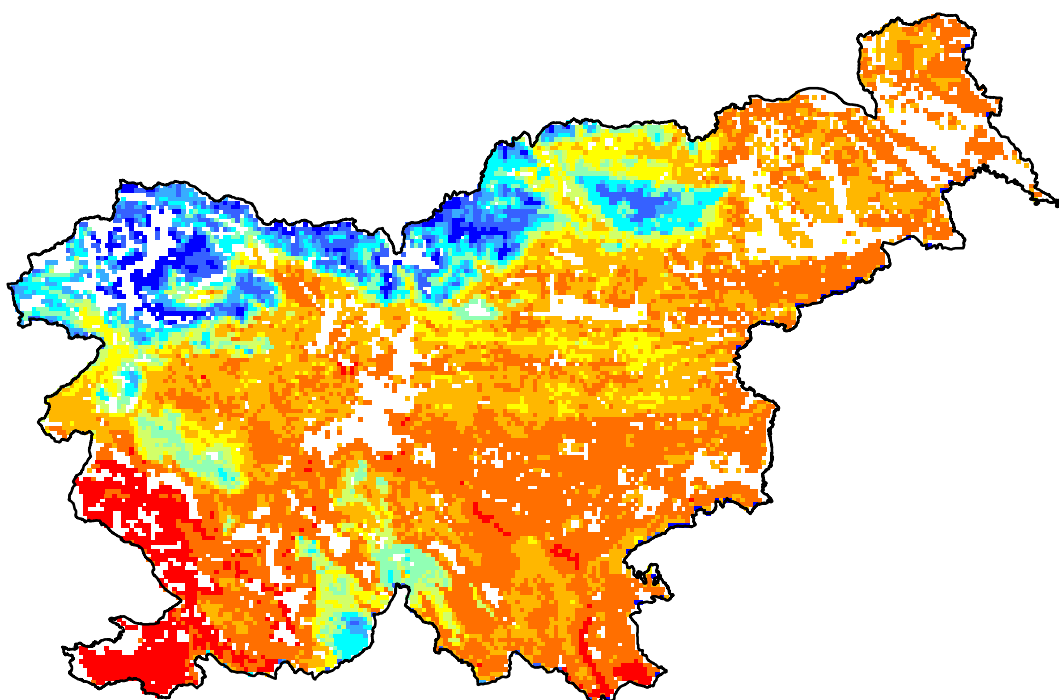
#### 2.10.2.1 Optimistični scenarij



#### 2.10.2.2 Srednji scenarij

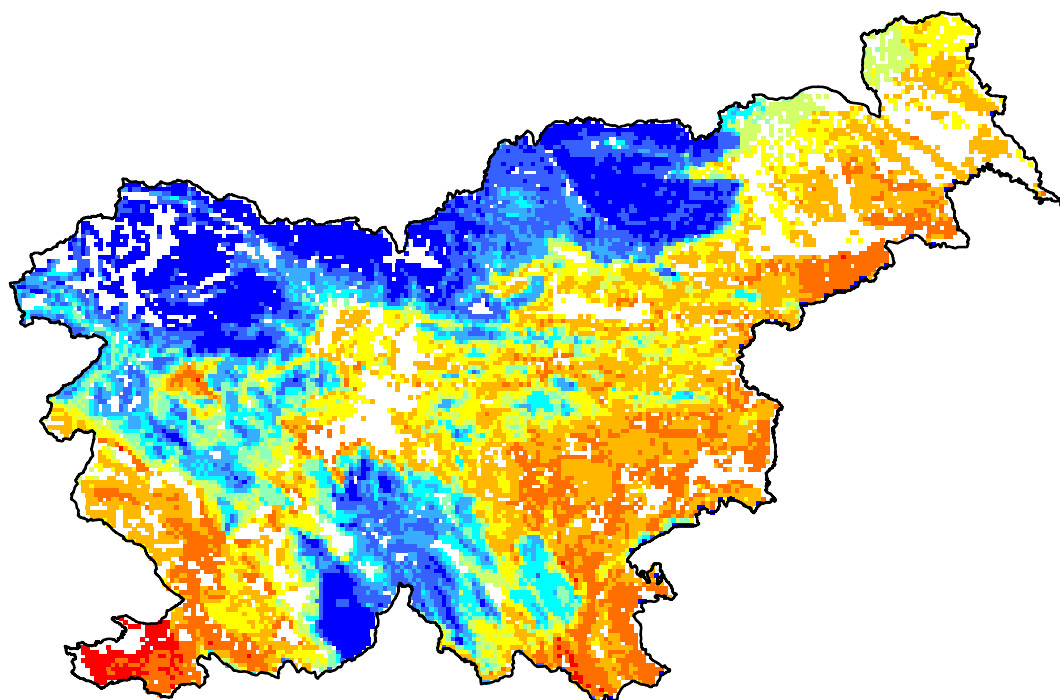


### 2.10.2.3 Pesimistični scenarij

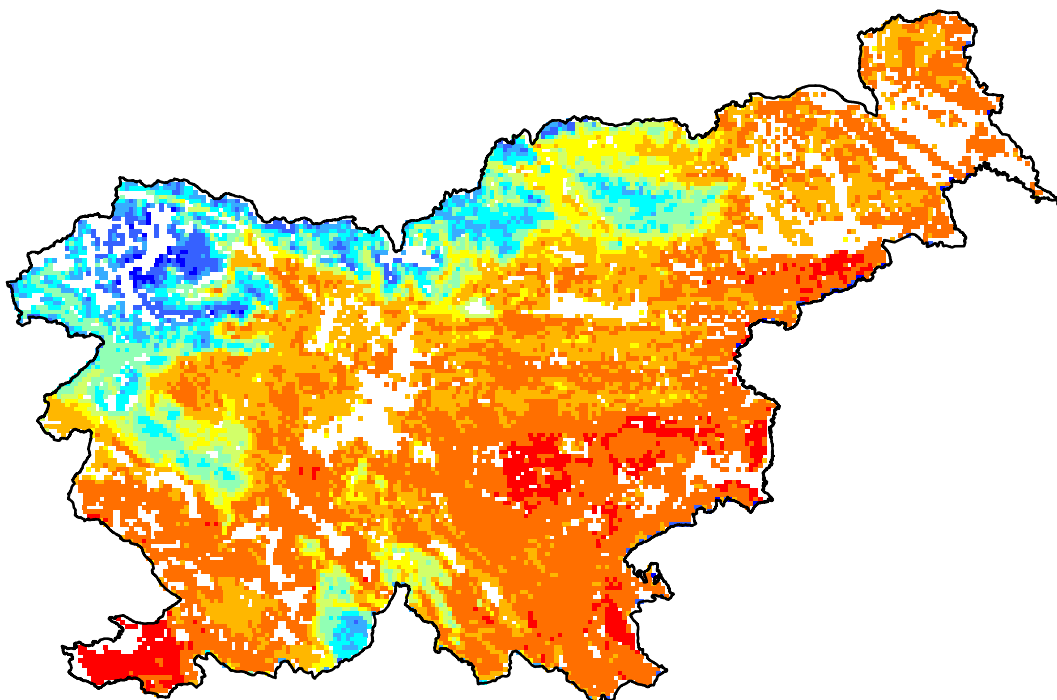


### 2.10.3 Napovedi za leto 2070

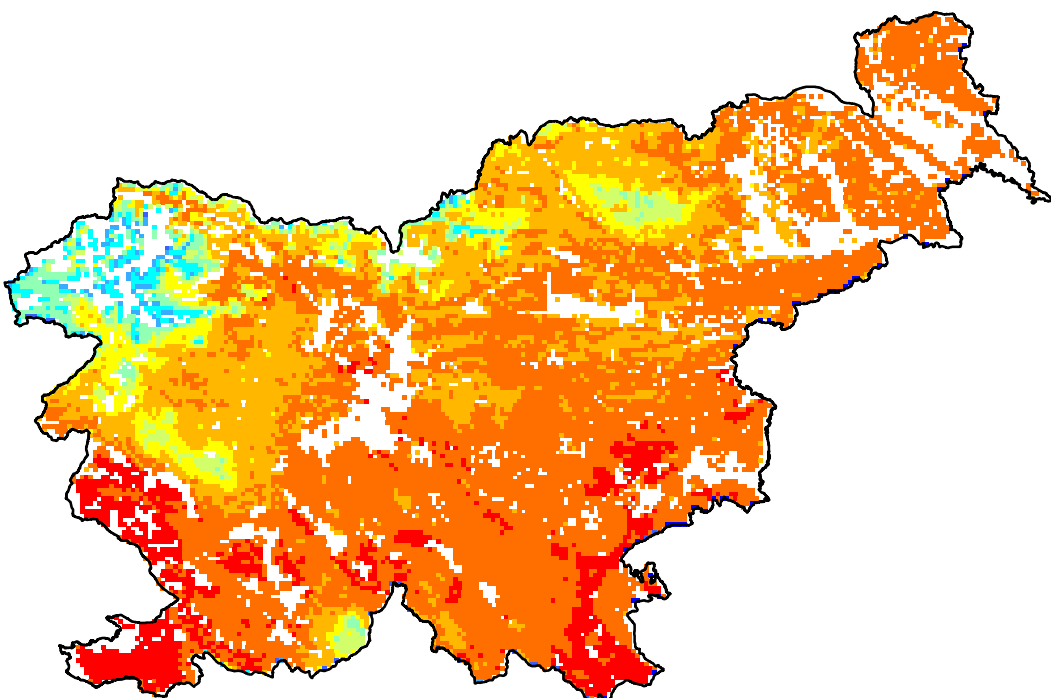
#### 2.10.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.10.3.2 Srednji scenarij



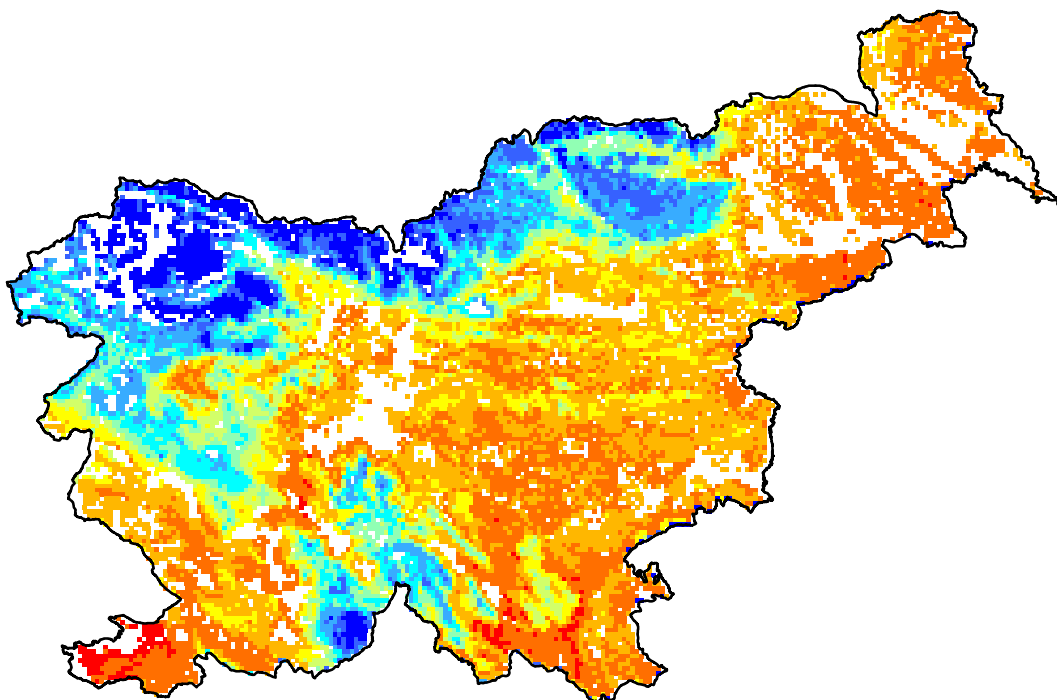
#### 2.10.3.3 Pesimistični scenarij



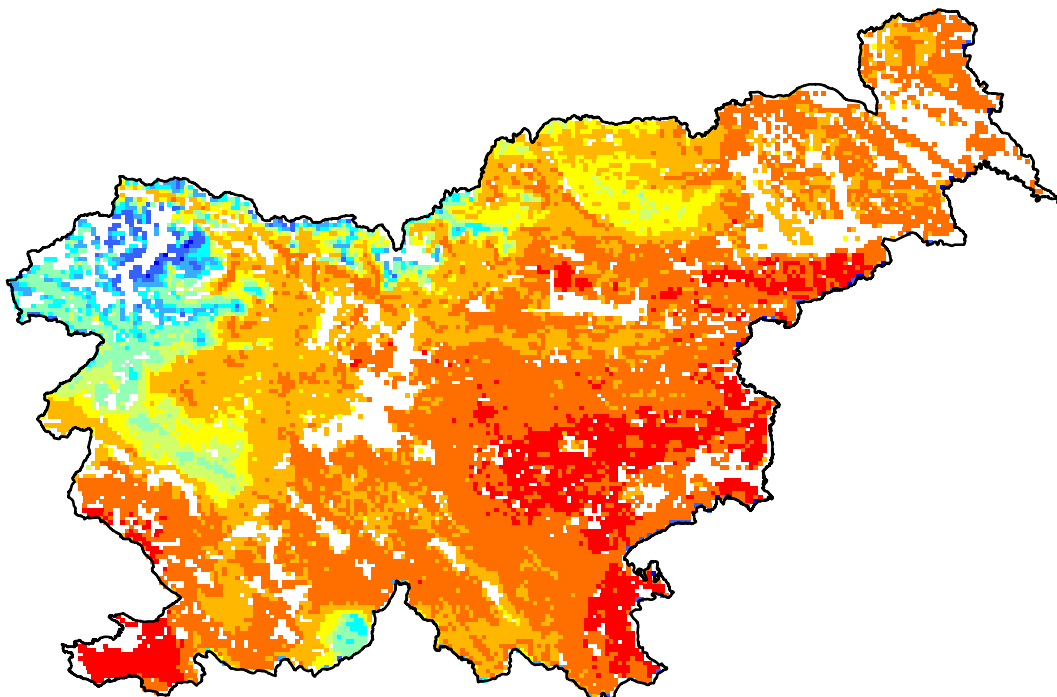
#### 2.10.4 Napovedi za leto 2100



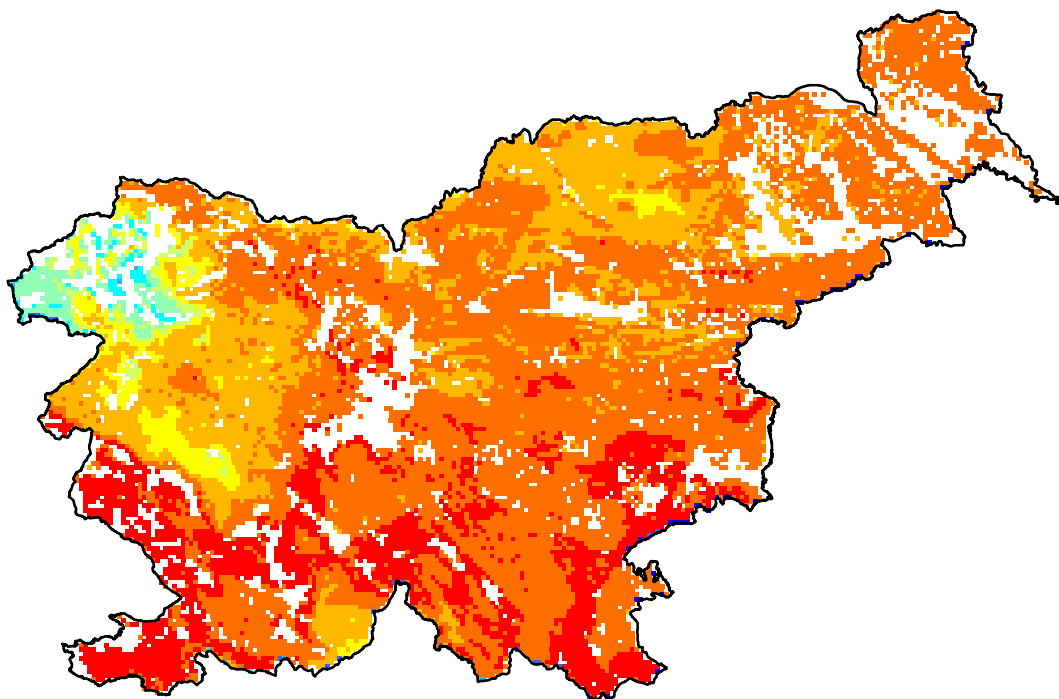
#### 2.10.4.1 Optimistični scenarij



#### 2.10.4.2 Srednji scenarij



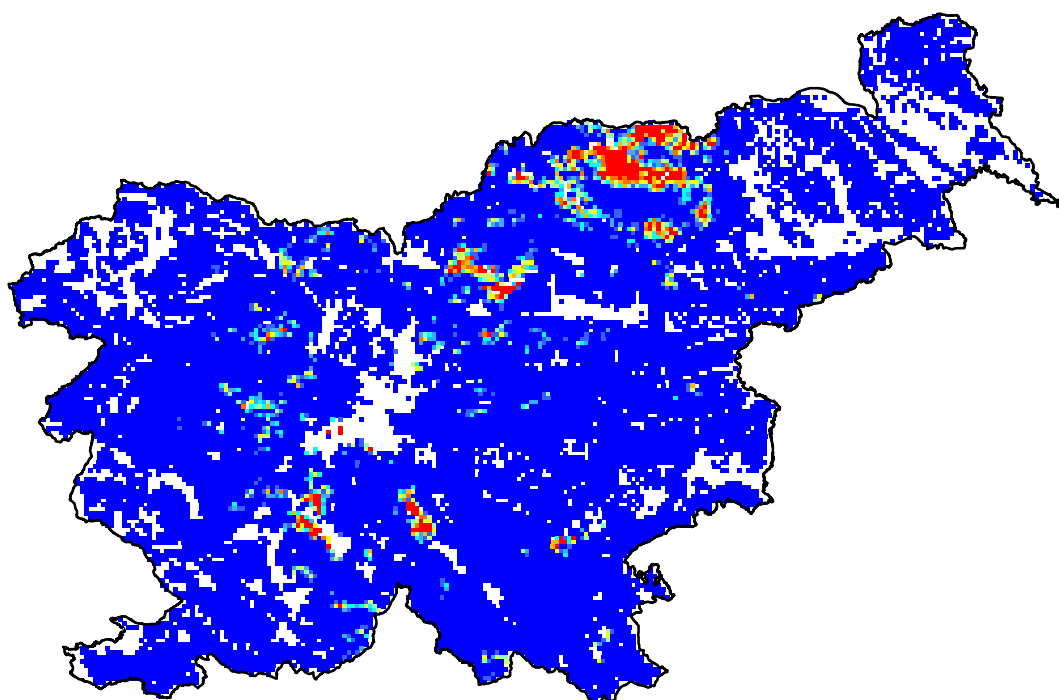
#### 2.10.4.3 Pesimistični scenarij



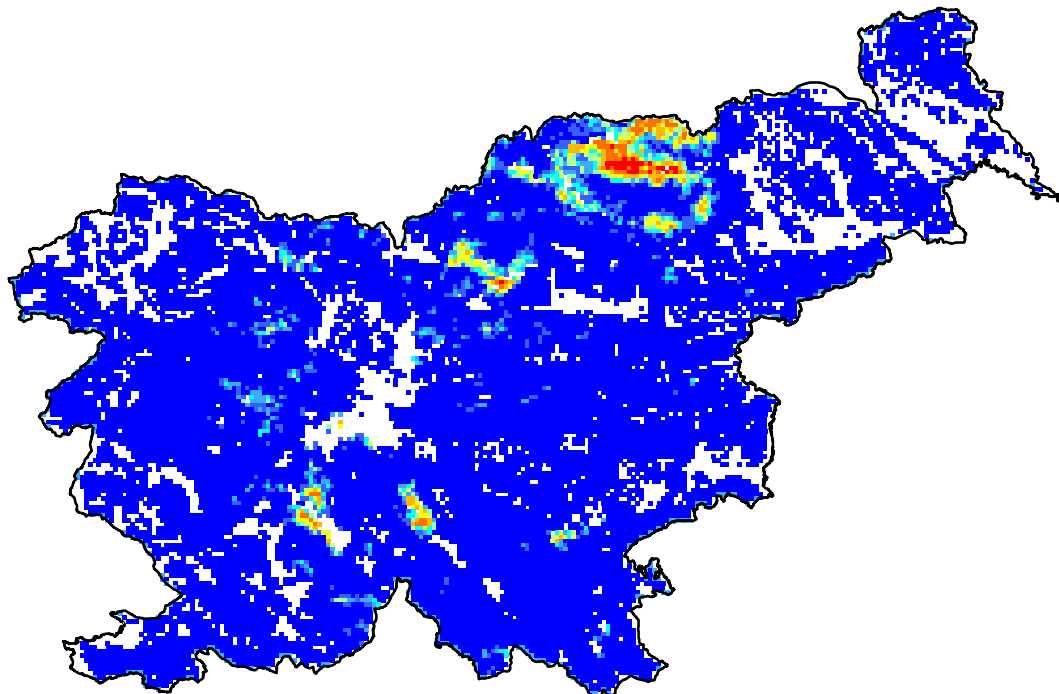
#### 2.11 Tip 11 – Jelovja (Abies forests), $R = 0.78$

##### 2.11.1 Stanje leta 2000

#### 2.11.1.1 Dejansko stanje

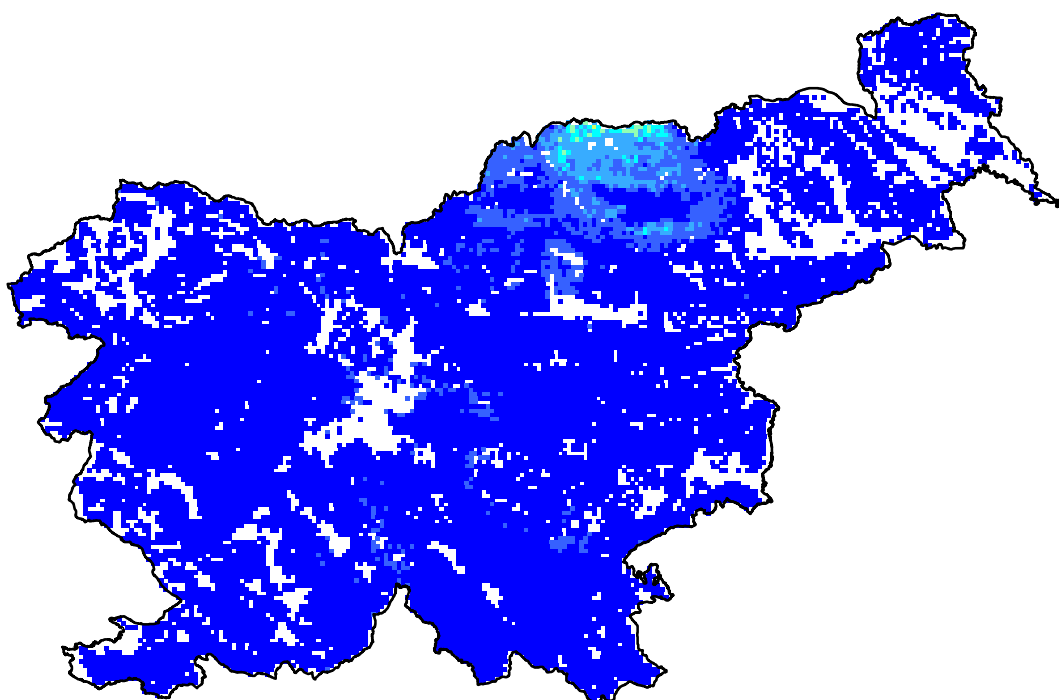


#### 2.11.1.2 Modelno stanje

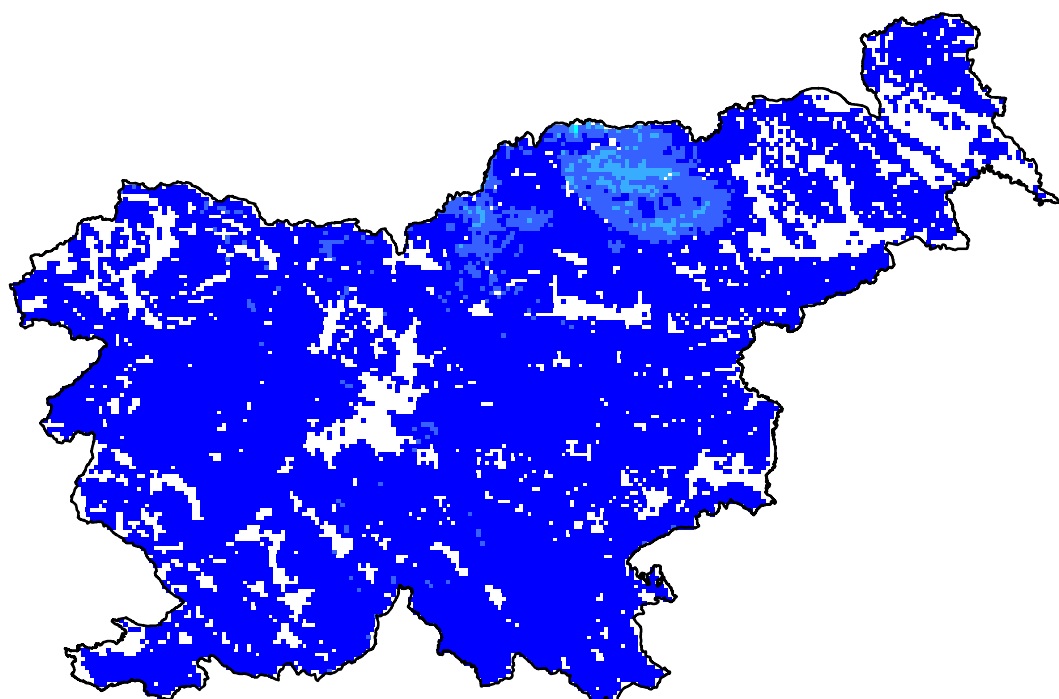


#### 2.11.2 Napovedi za leto 2040

#### 2.11.2.1 Optimistični scenarij

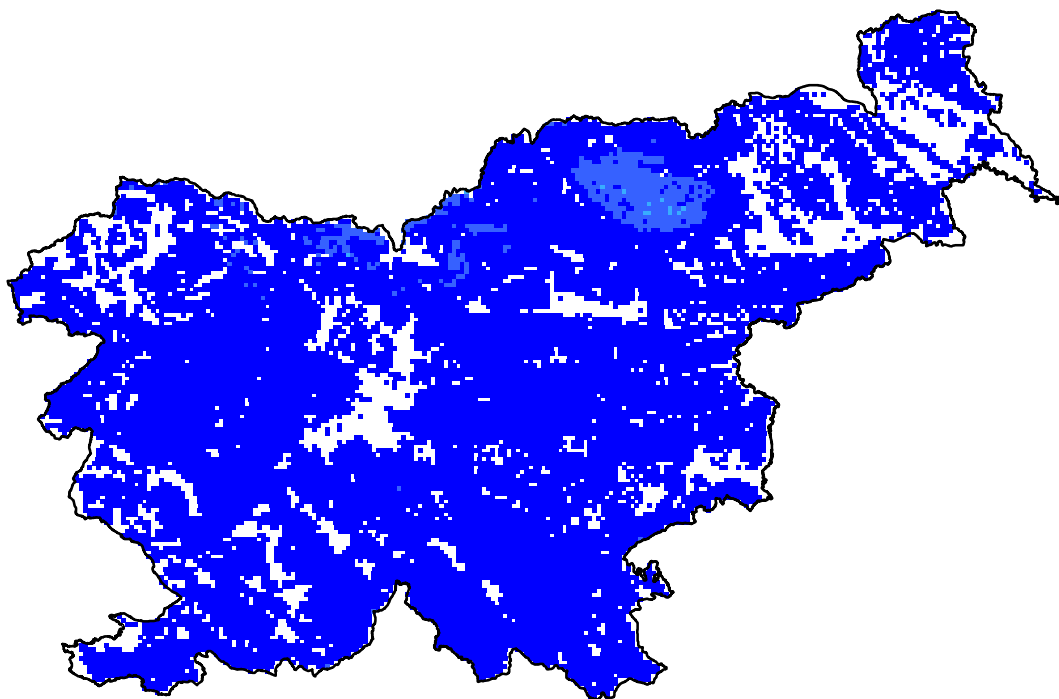


#### 2.11.2.2 Srednji scenarij



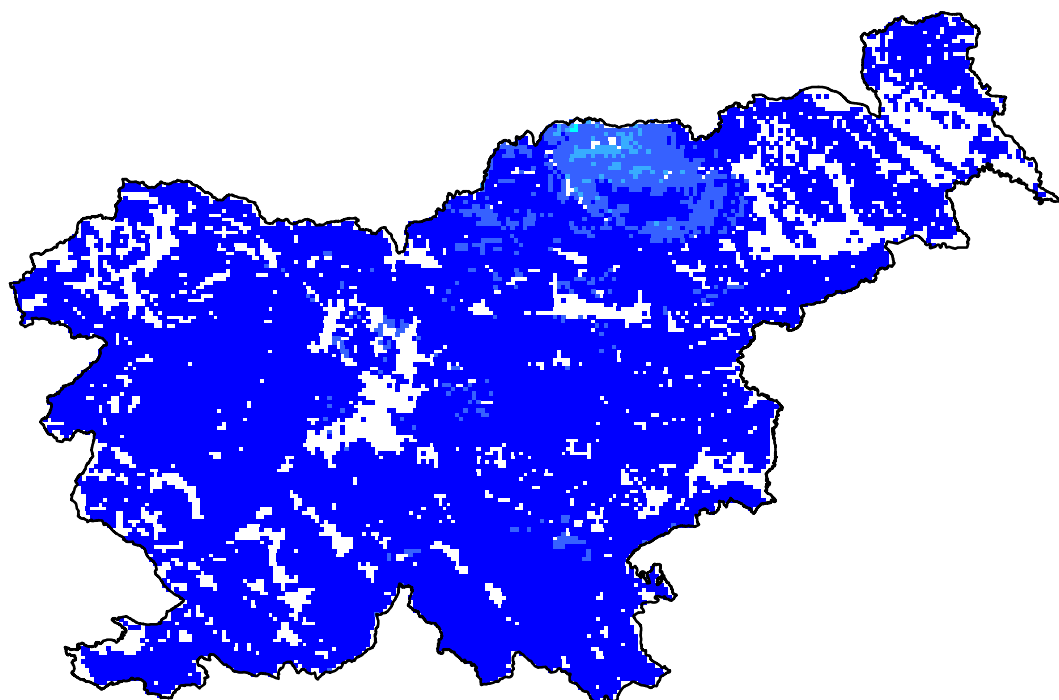


### 2.11.2.3 Pesimistični scenarij

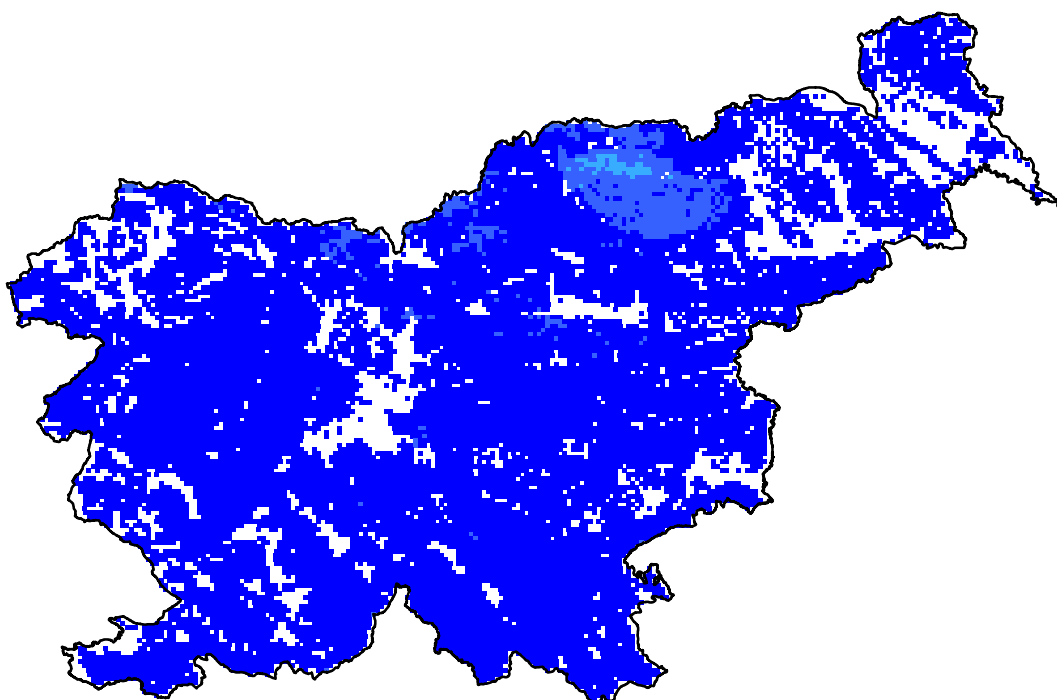


### 2.11.3 Napovedi za leto 2070

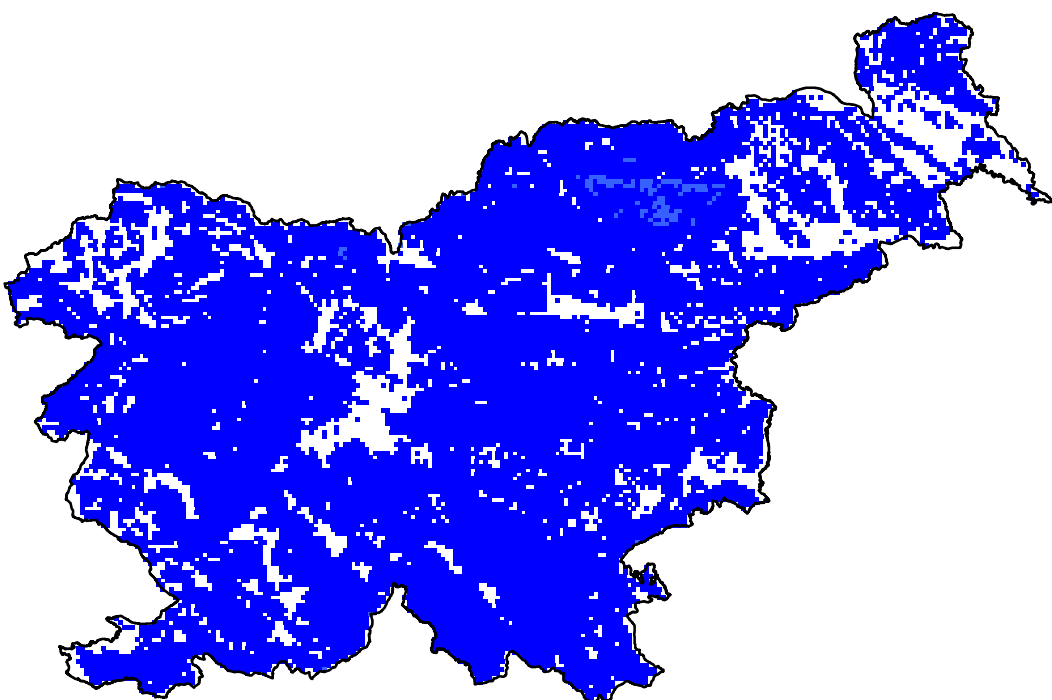
#### 2.11.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.11.3.2 Srednji scenarij

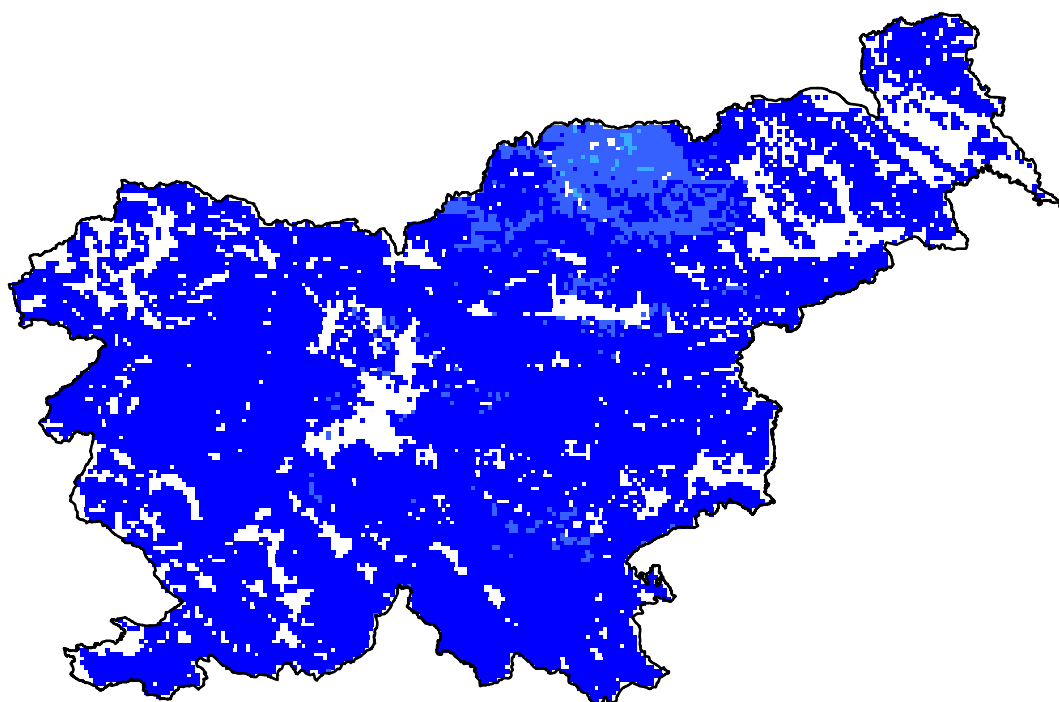


#### 2.11.3.3 Pesimistični scenarij

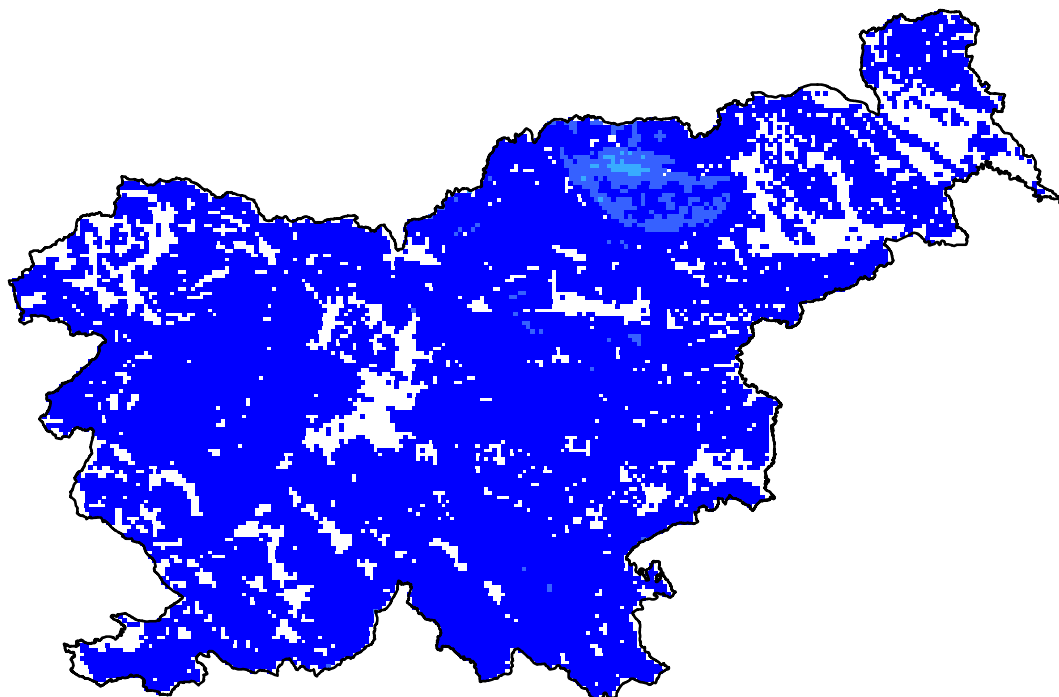


#### 2.11.4 Napovedi za leto 2100

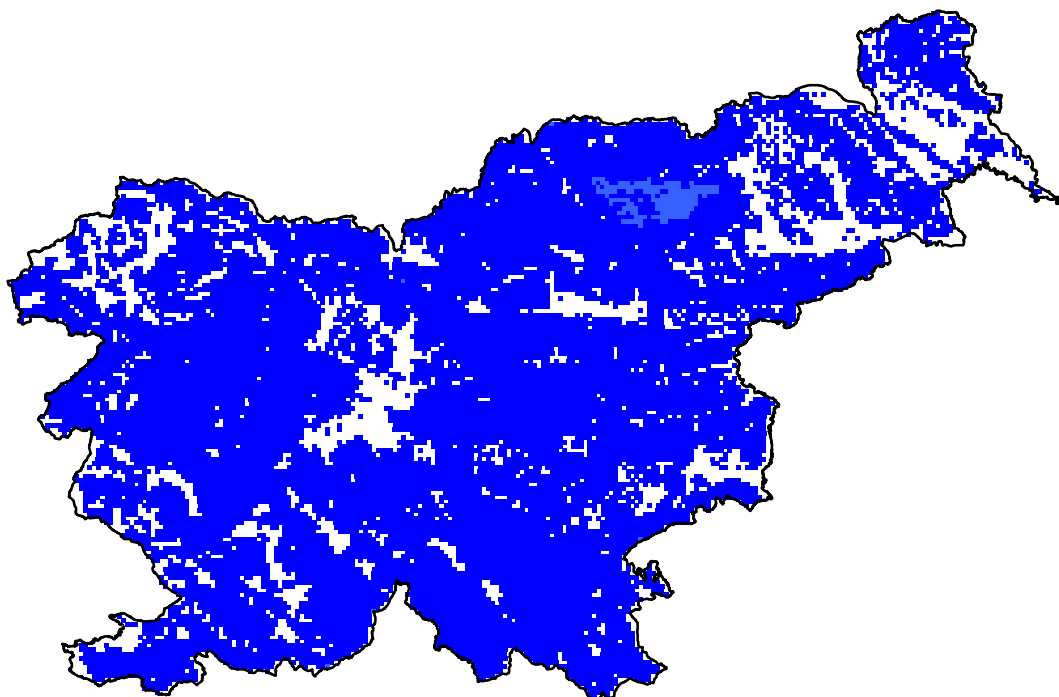
#### 2.11.4.1 Optimistični scenarij



#### 2.11.4.2 Srednji scenarij



#### 2.11.4.3 Pesimistični scenarij

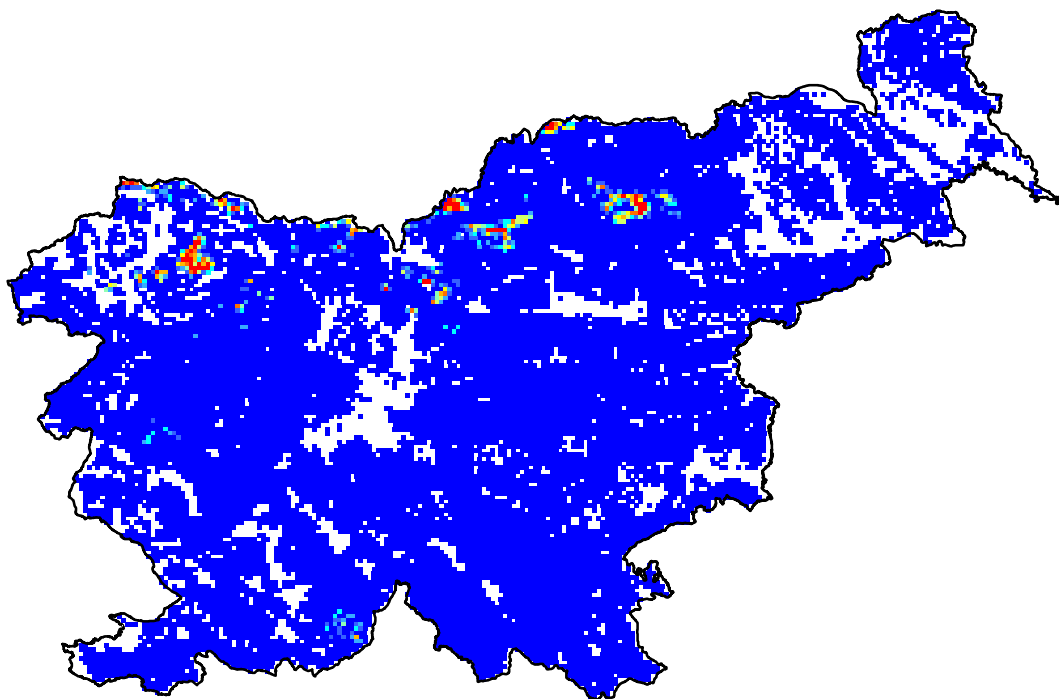


### 2.12 Tip 12 – Smrekovja (Picea forests), $R = 0.75$

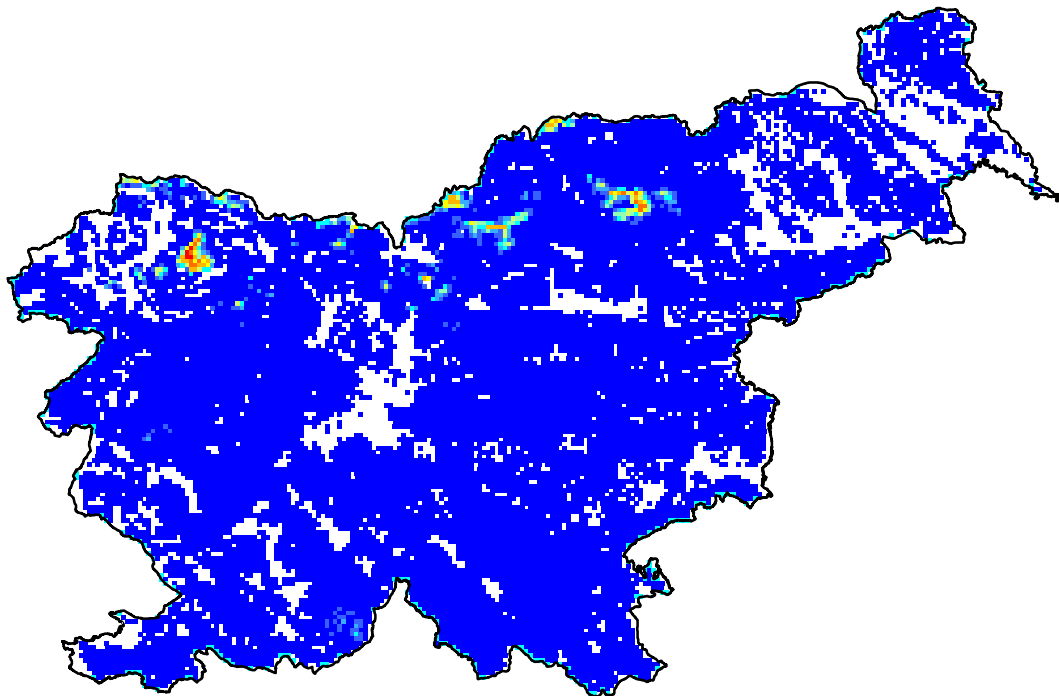
#### 2.12.1 Stanje leta 2000



#### 2.12.1.1 Dejansko stanje

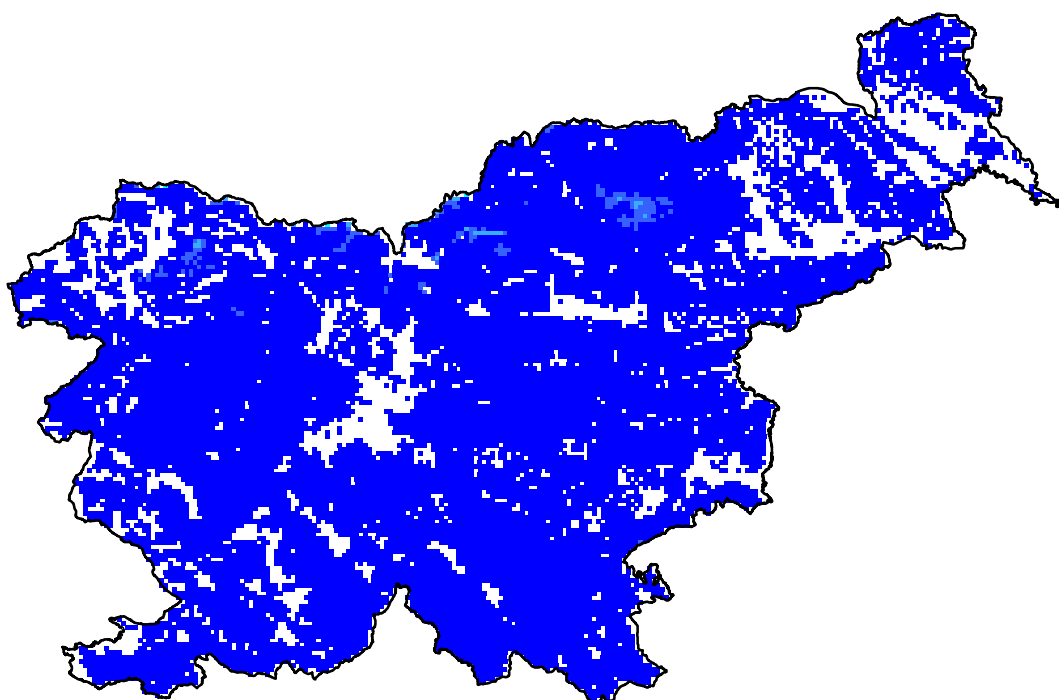


#### 2.12.1.2 Modelno stanje

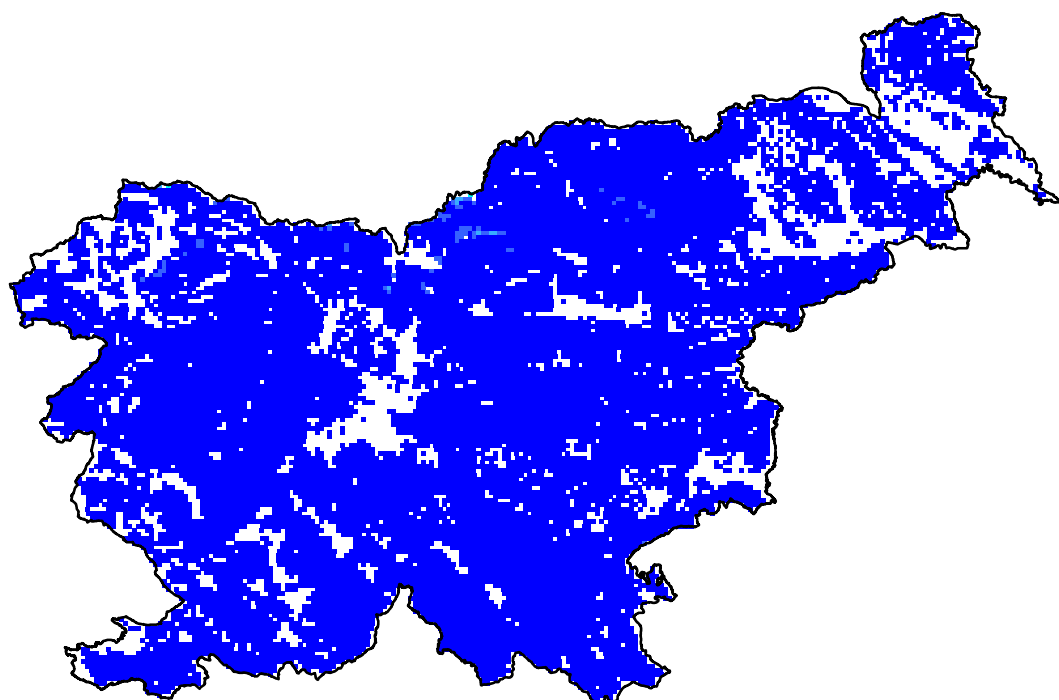


#### 2.12.2 Napovedi za leto 2040

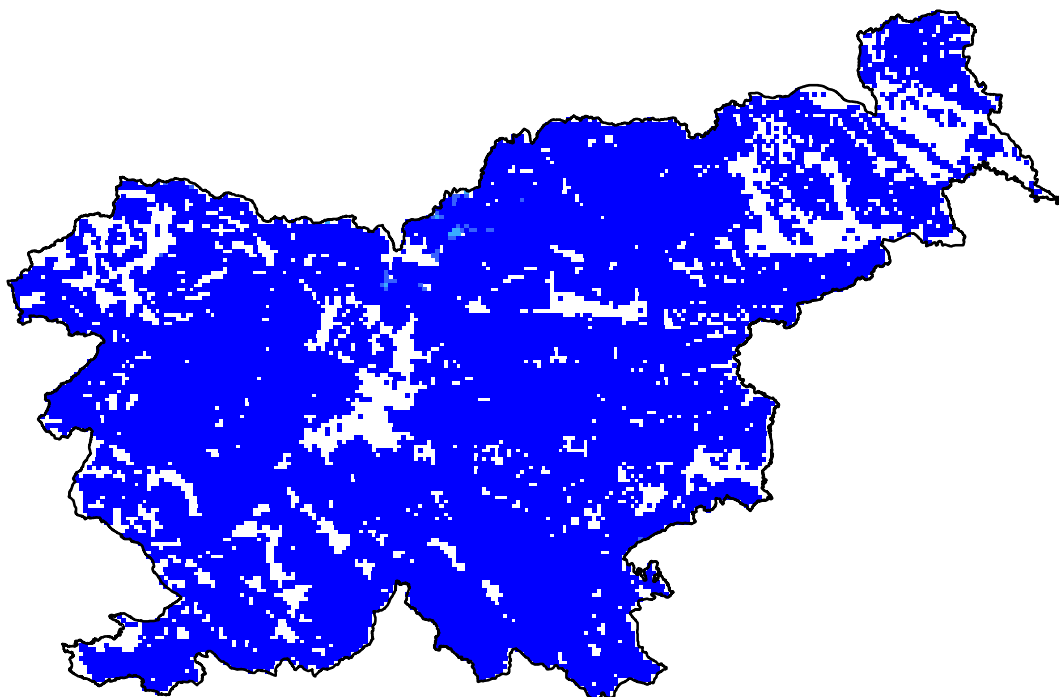
#### 2.12.2.1 Optimistični scenarij



#### 2.12.2.2 Srednji scenarij

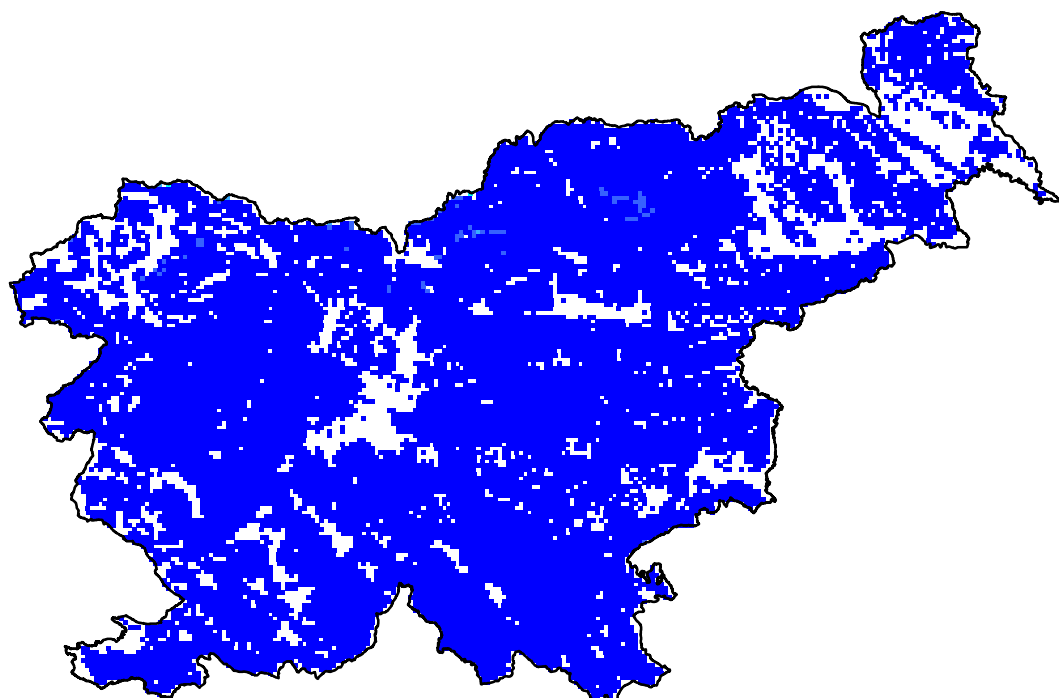


### 2.12.2.3 Pesimistični scenarij

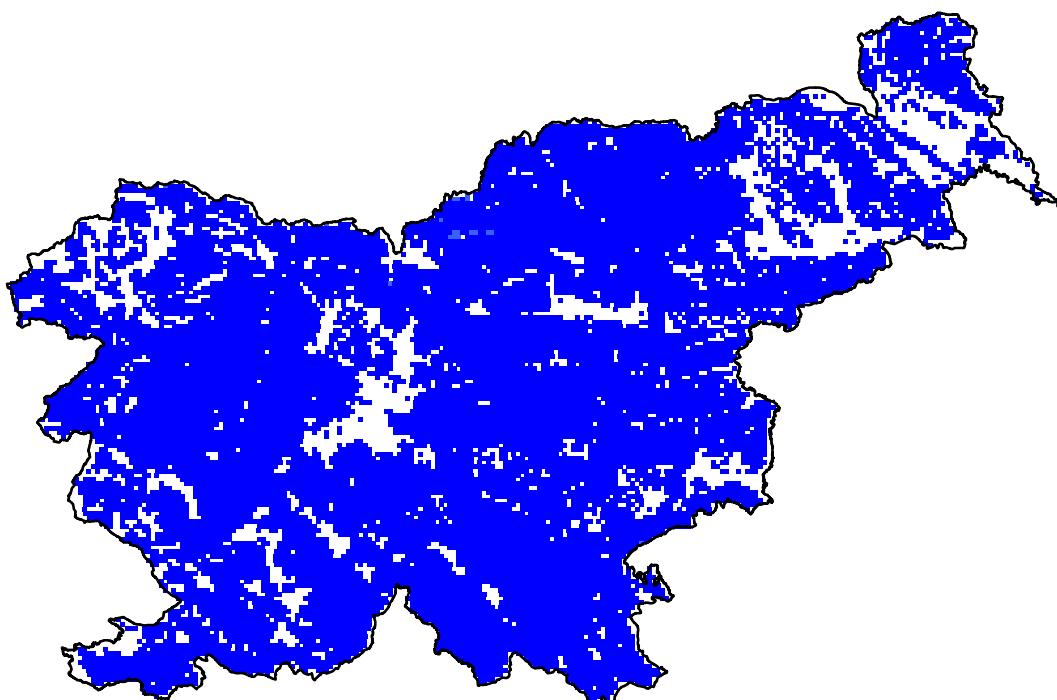


### 2.12.3 Napovedi za leto 2070

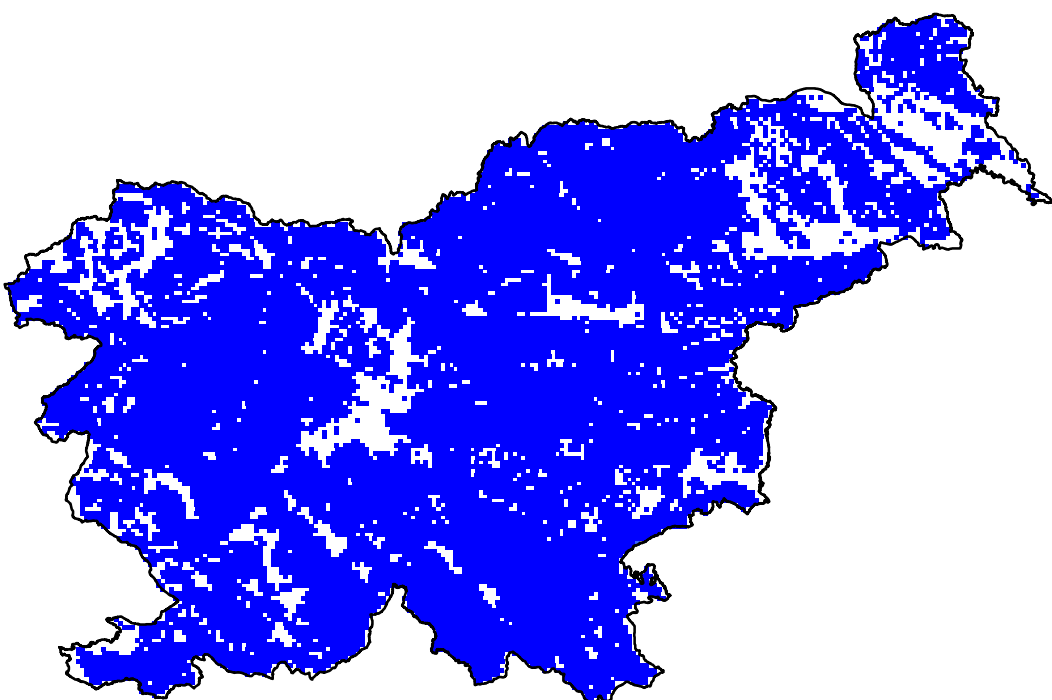
#### 2.12.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.12.3.2 Srednji scenarij



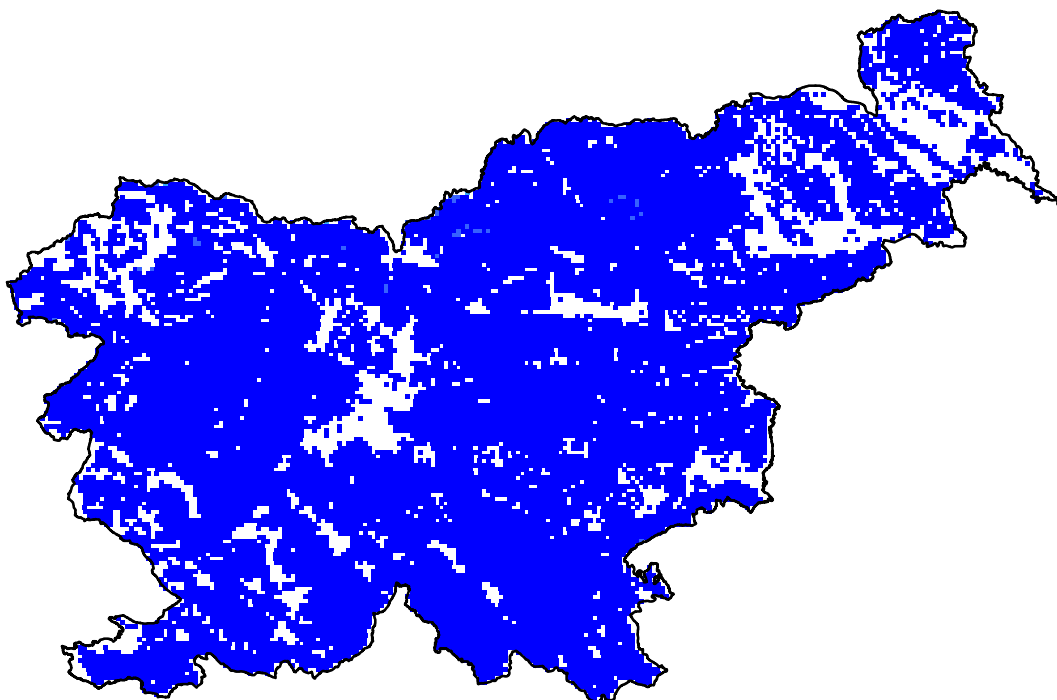
#### 2.12.3.3 Pesimistični scenarij



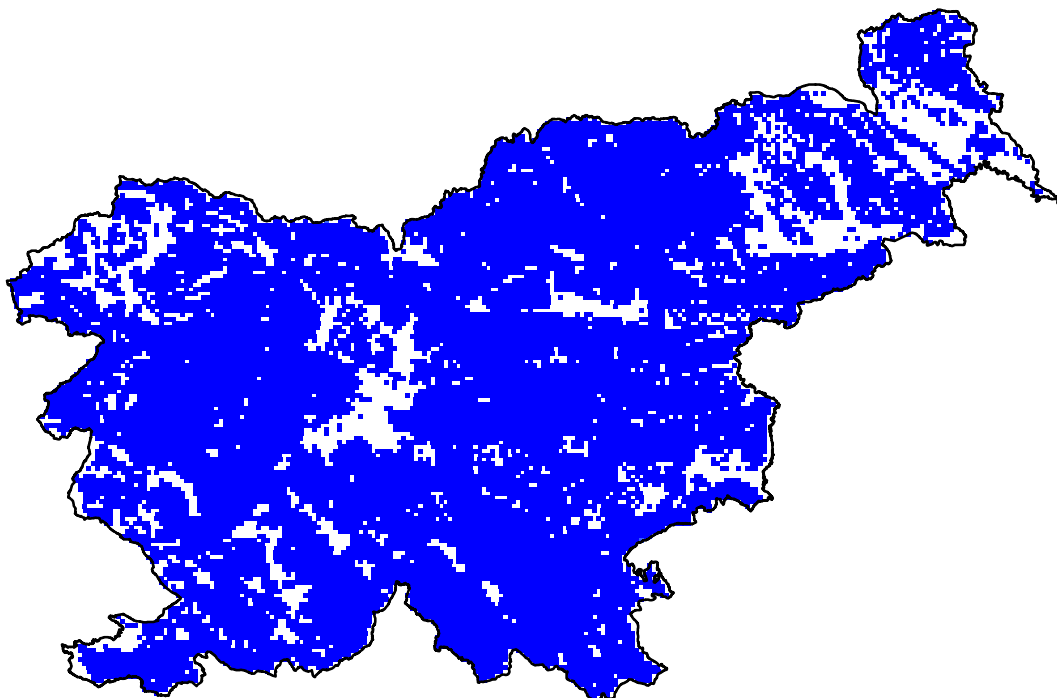
#### 2.12.4 Napovedi za leto 2100



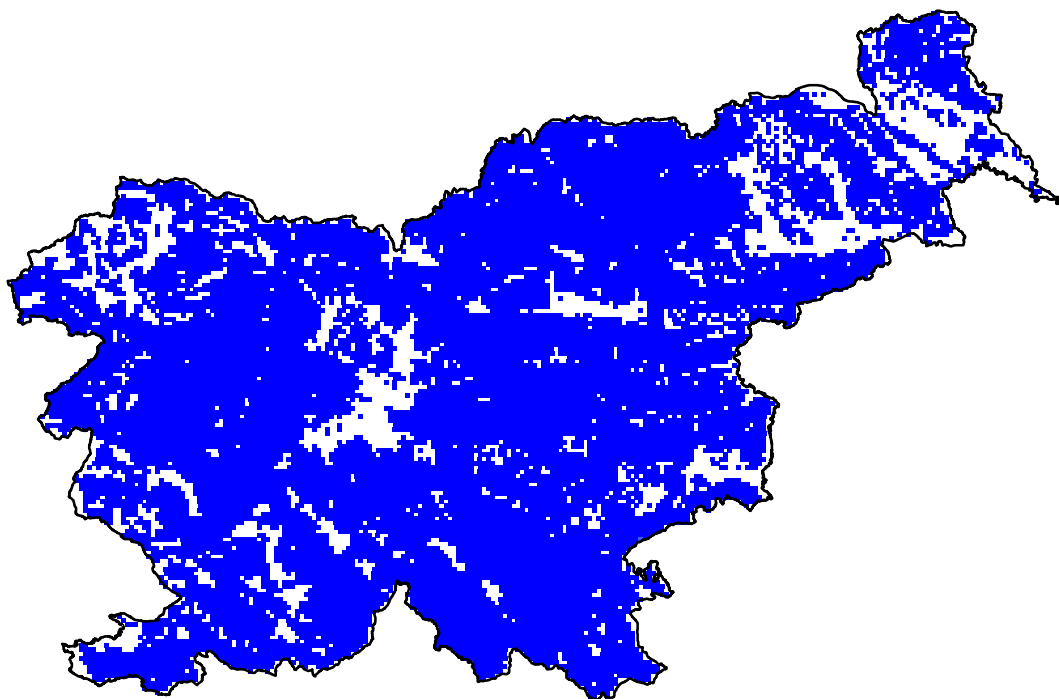
#### 2.12.4.1 Optimistični scenarij



#### 2.12.4.2 Srednji scenarij



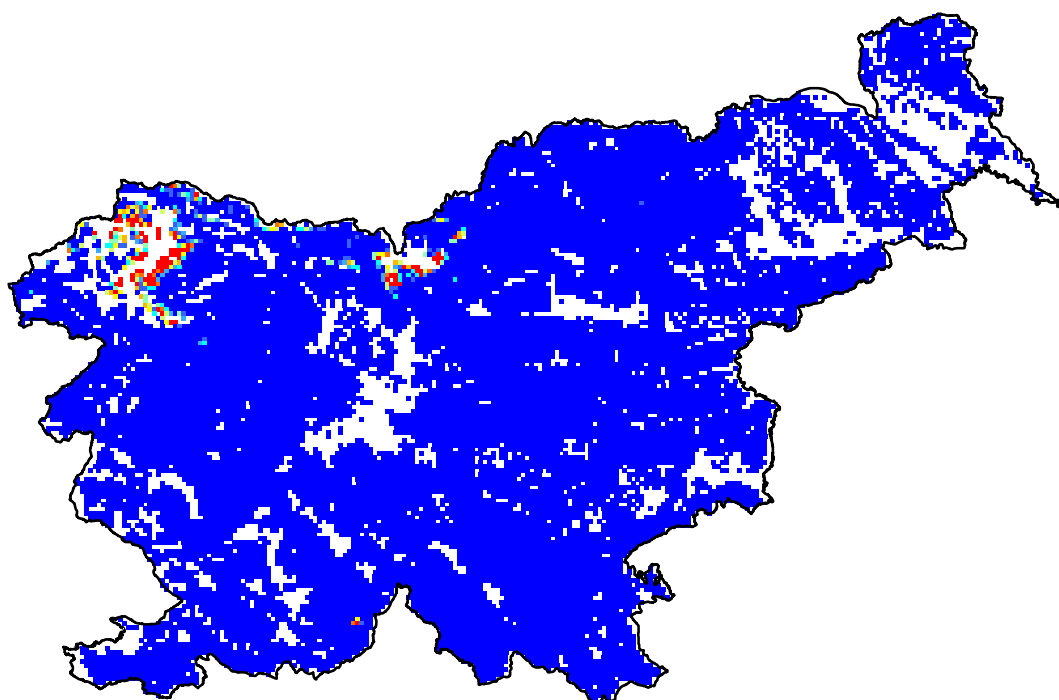
#### 2.12.4.3 Pesimistični scenarij



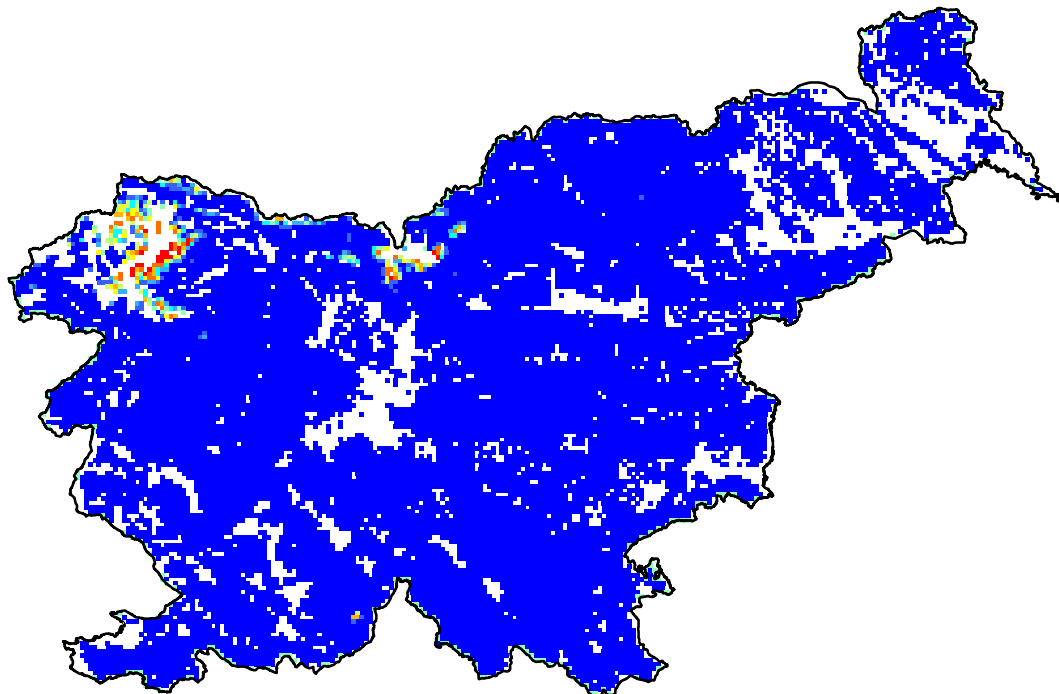
#### 2.13 Tip 13 – Ruševja (Pinus m. woodlands), $R = 0.84$

##### 2.13.1 Stanje leta 2000

#### 2.13.1.1 Dejansko stanje

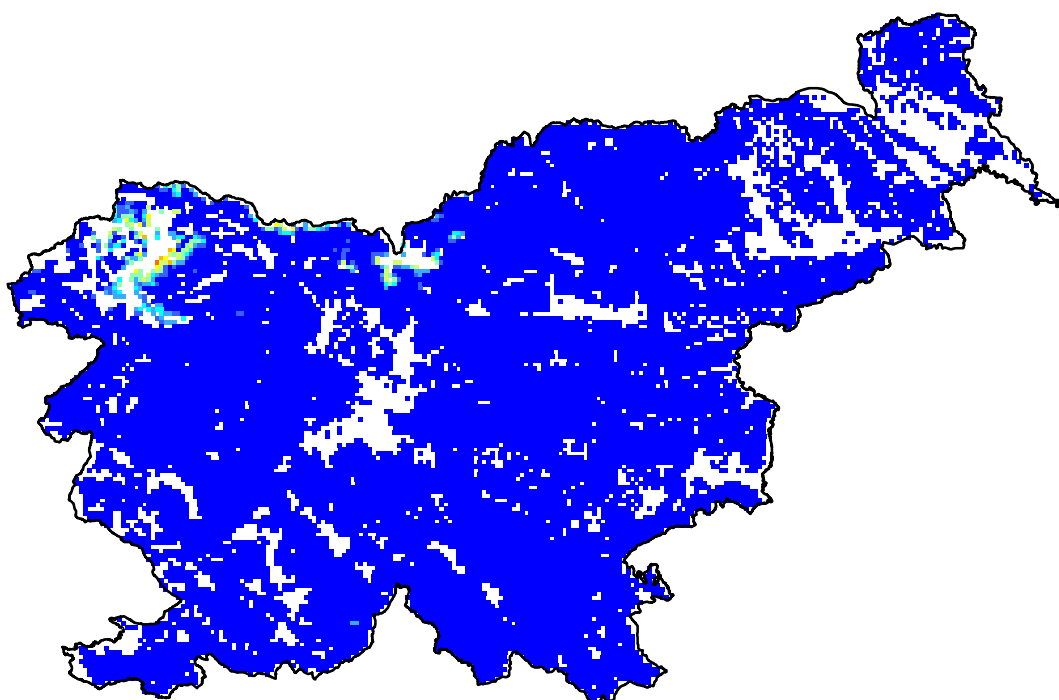


#### 2.13.1.2 Modelno stanje

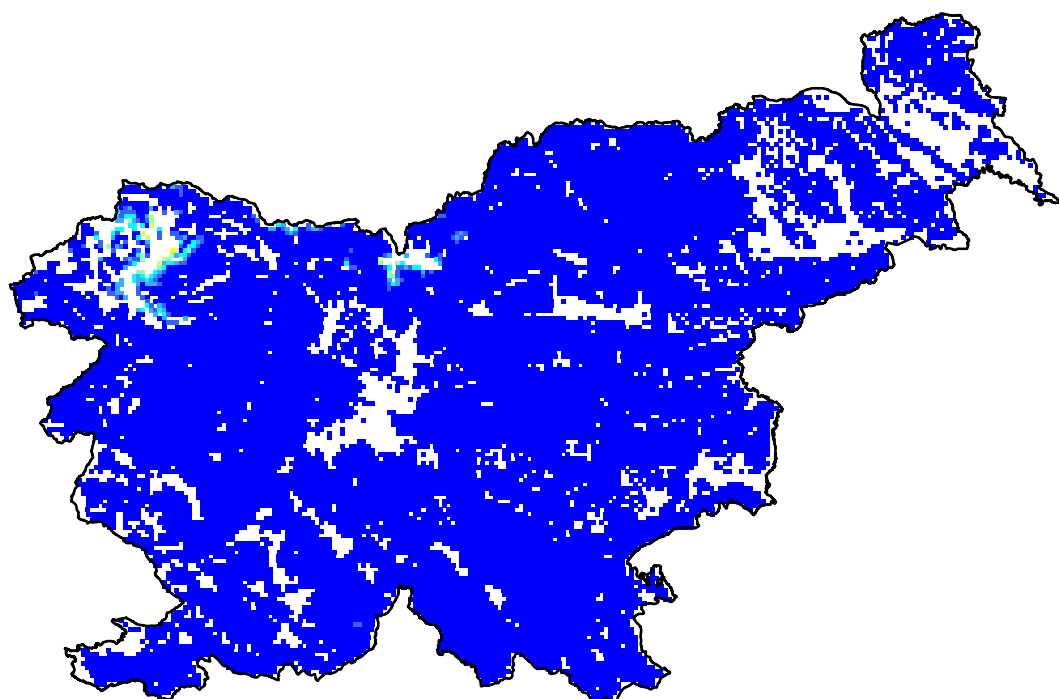


#### 2.13.2 Napovedi za leto 2040

#### 2.13.2.1 Optimistični scenarij

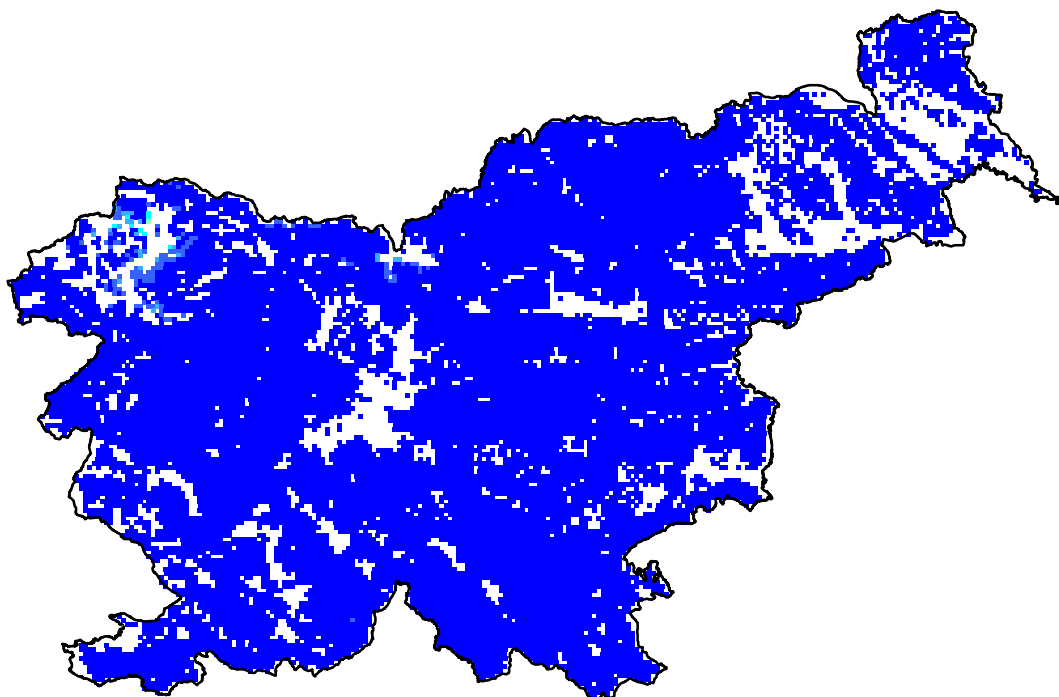


#### 2.13.2.2 Srednji scenarij



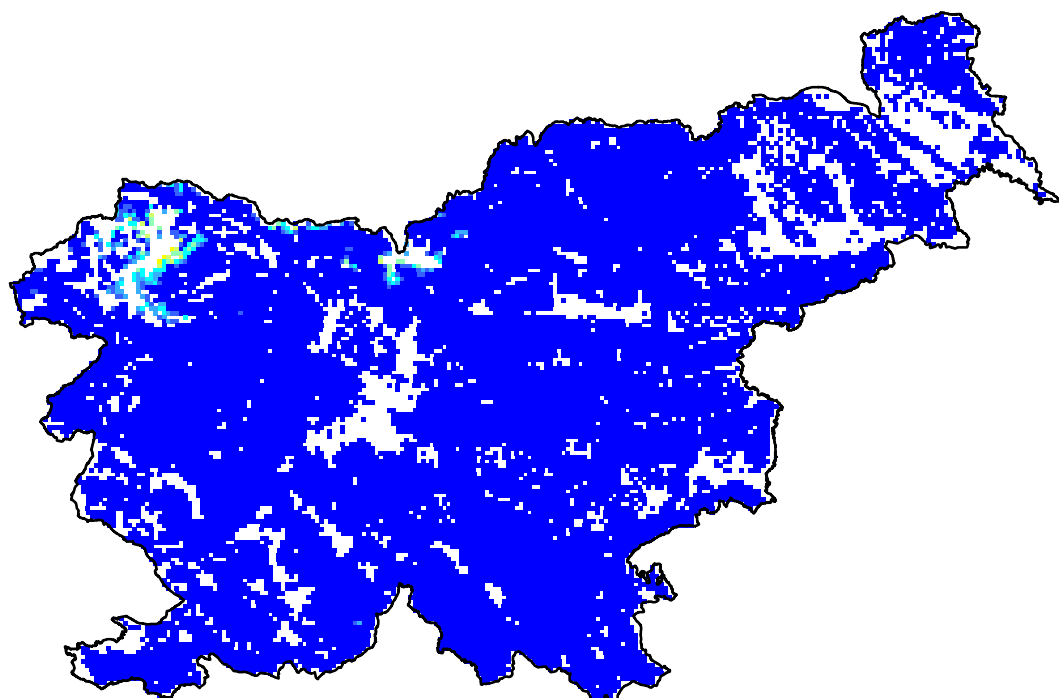


### 2.13.2.3 Pesimistični scenarij

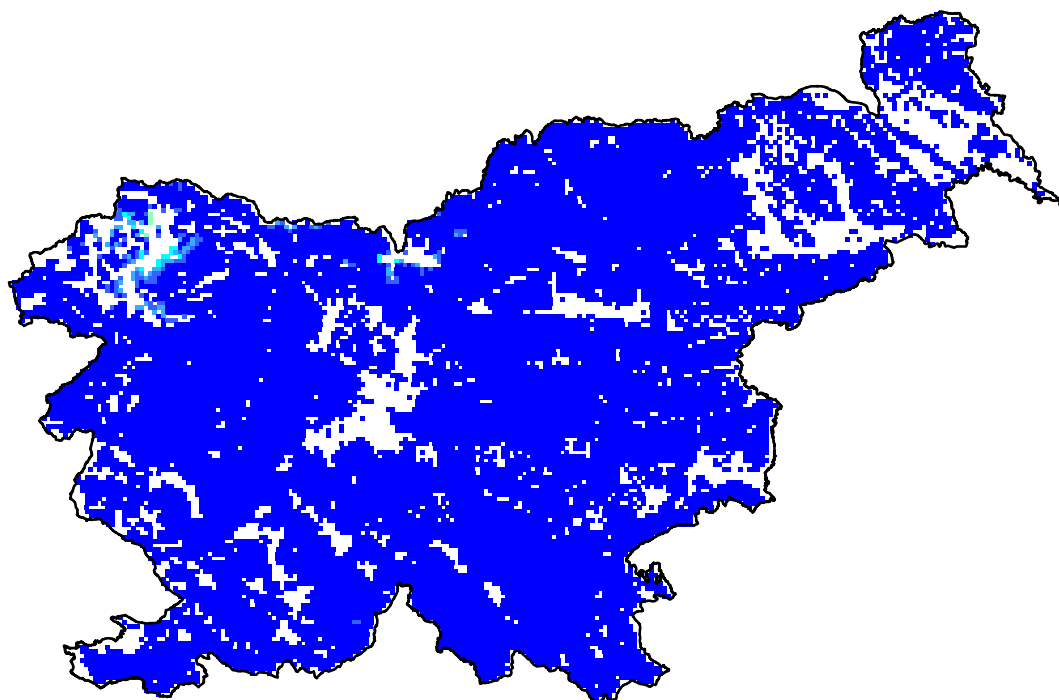


### 2.13.3 Napovedi za leto 2070

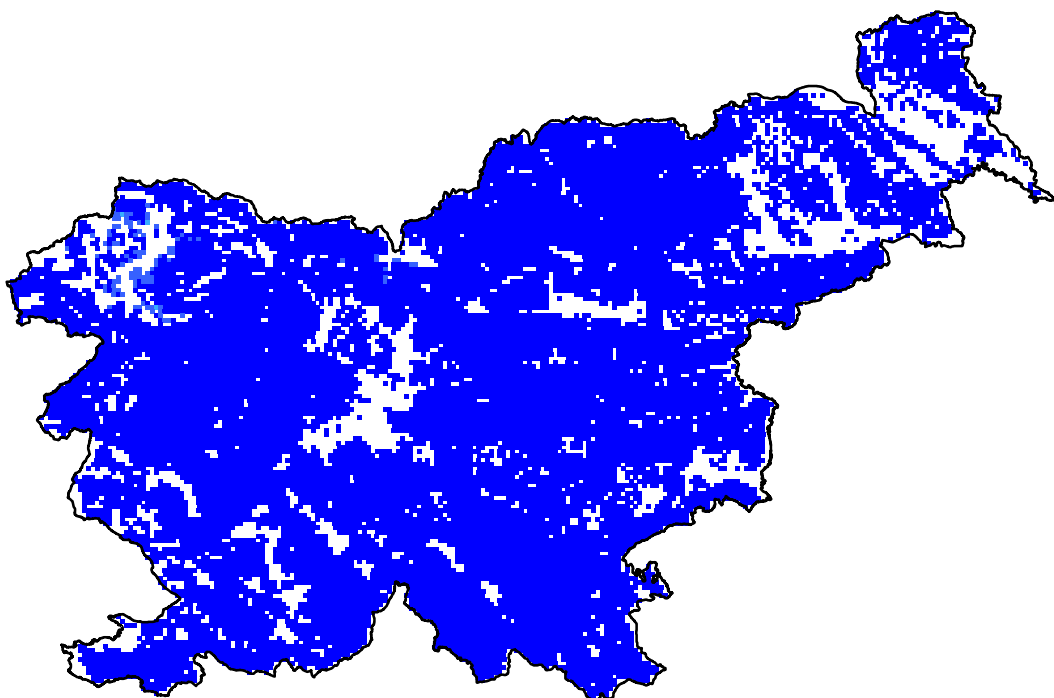
#### 2.13.3.1 Optimistični scenarij



#### 2.13.3.2 Srednji scenarij

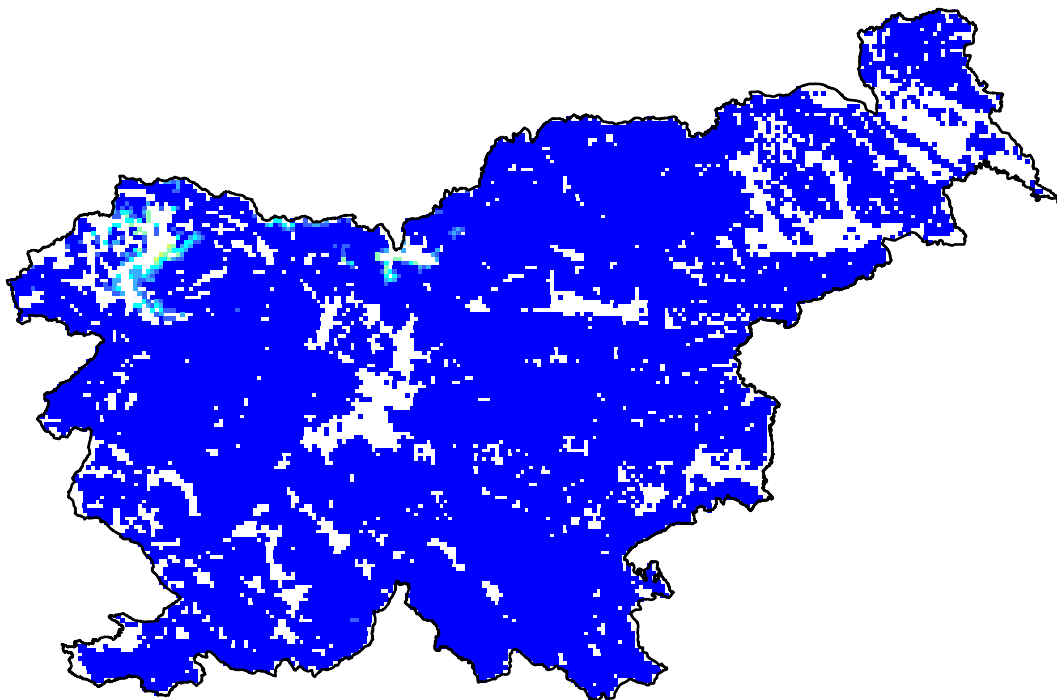


#### 2.13.3.3 Pesimistični scenarij

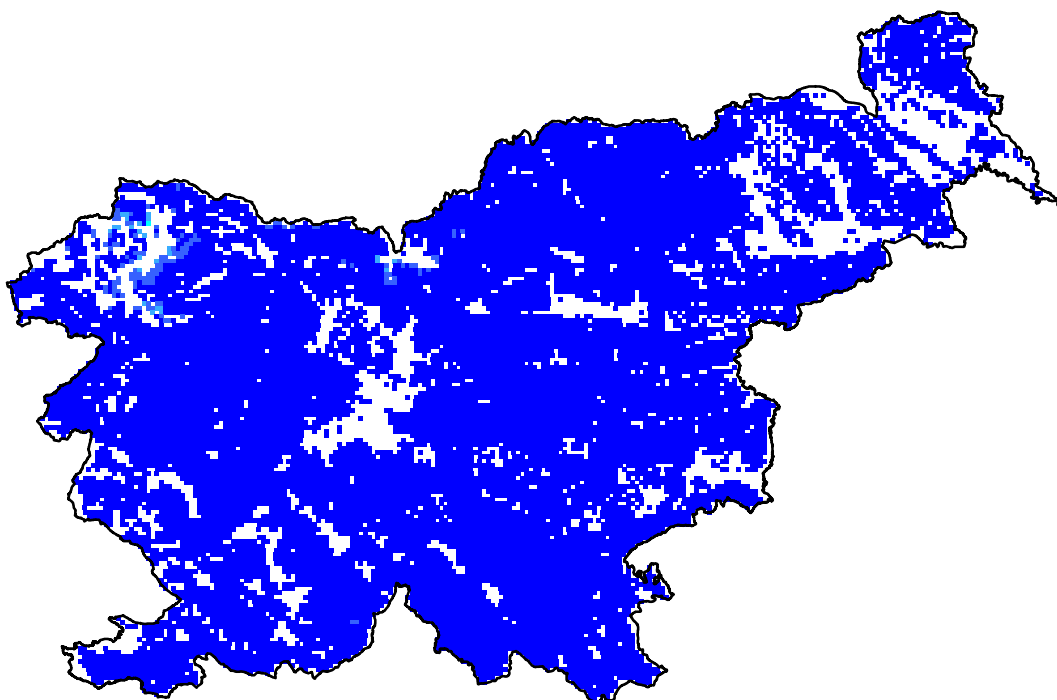


#### 2.13.4 Napovedi za leto 2100

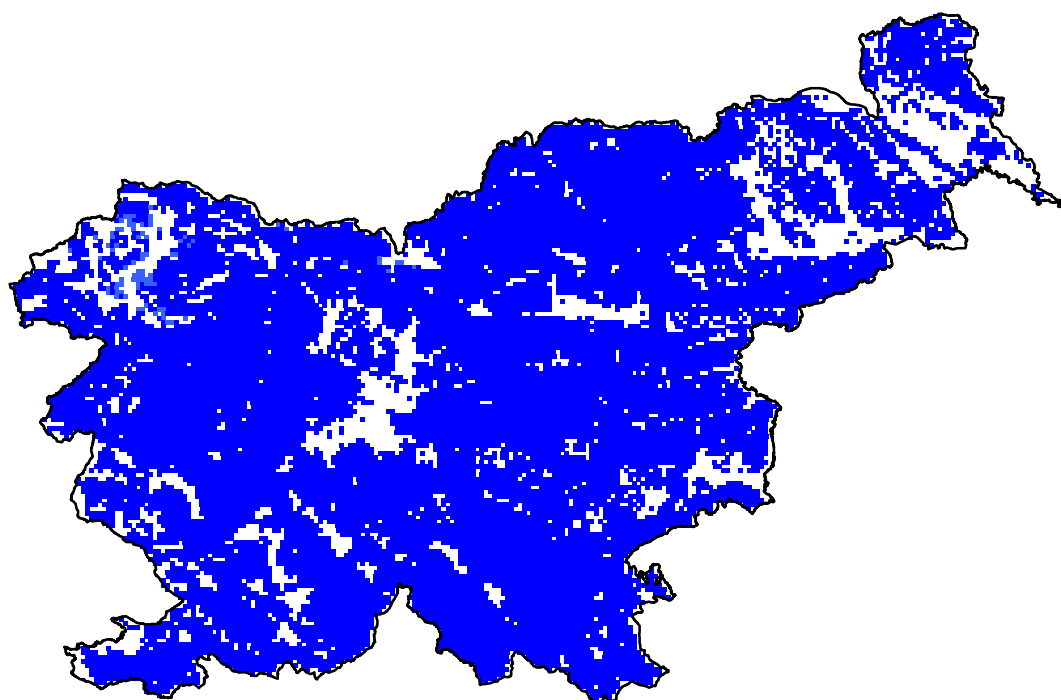
#### 2.13.4.1 Optimistični scenarij



#### 2.13.4.2 Srednji scenarij



#### 2.13.4.3 Pesimistični scenarij



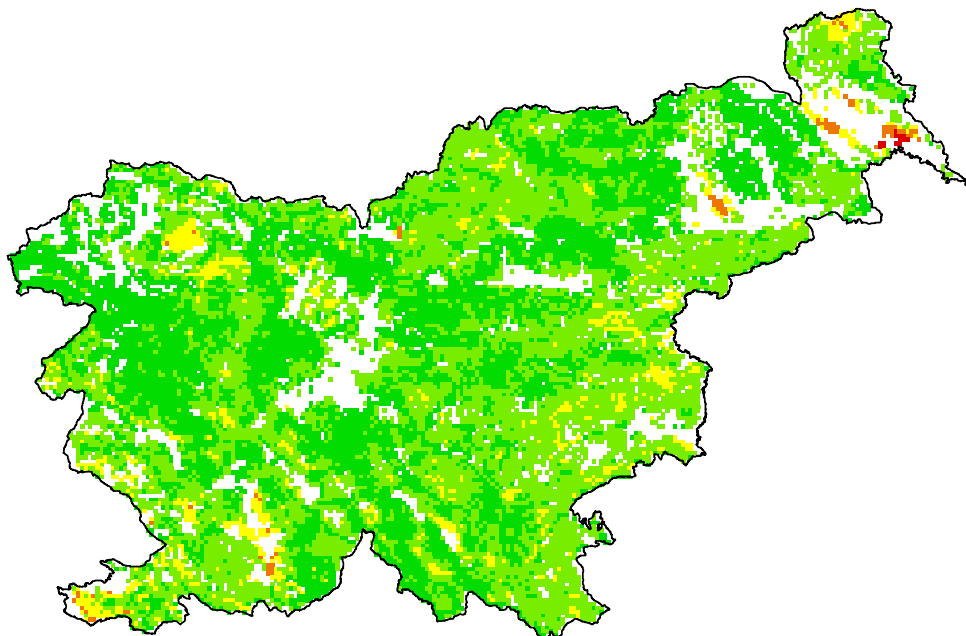


### 3 Evklidske razdalje

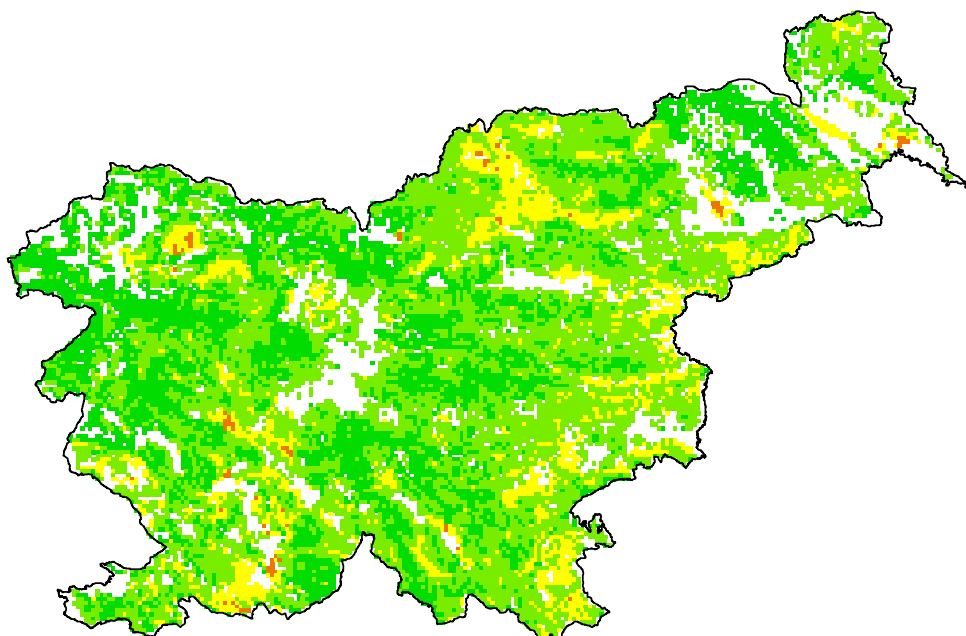
#### 3.1 Drevesne vrste

##### 3.1.1 Napoved sprememb 2000 → 2040

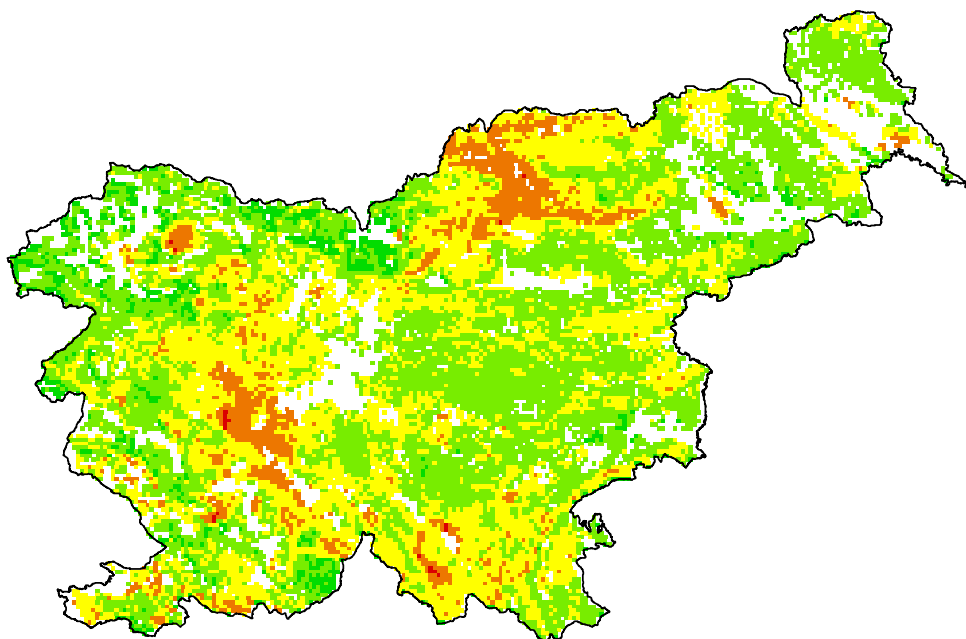
###### 3.1.1.1 Optimistični scenarij



###### 3.1.1.2 Srednji scenarij

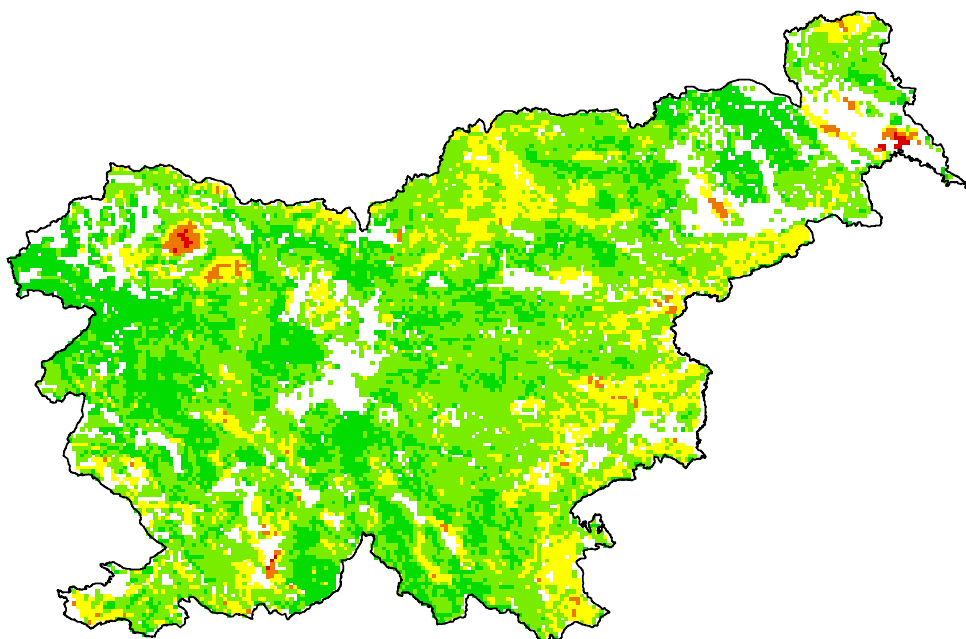


### 3.1.1.3 Pesimistični scenarij

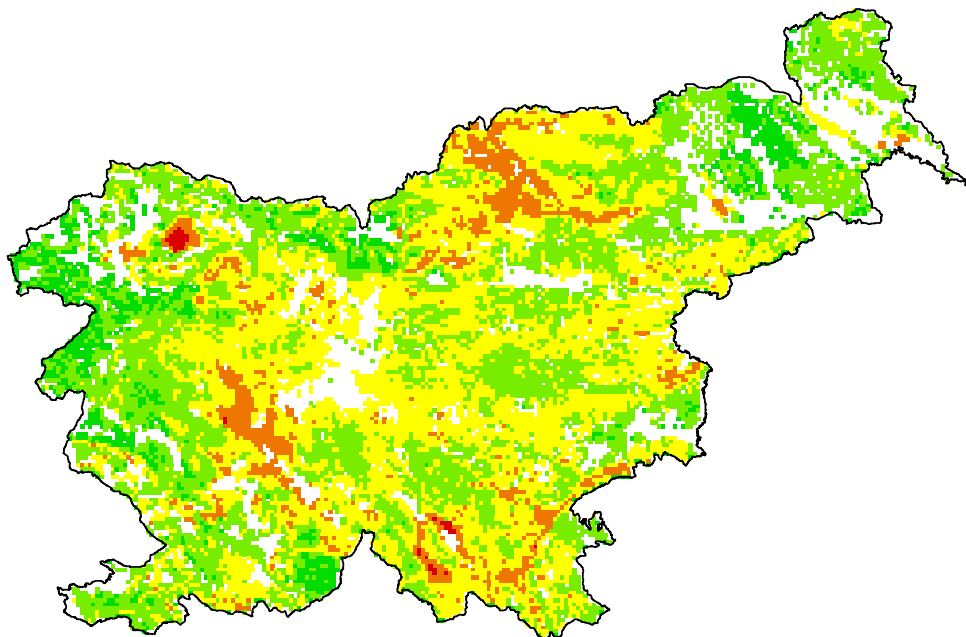


### 3.1.2 Napoved sprememb 2000 → 2070

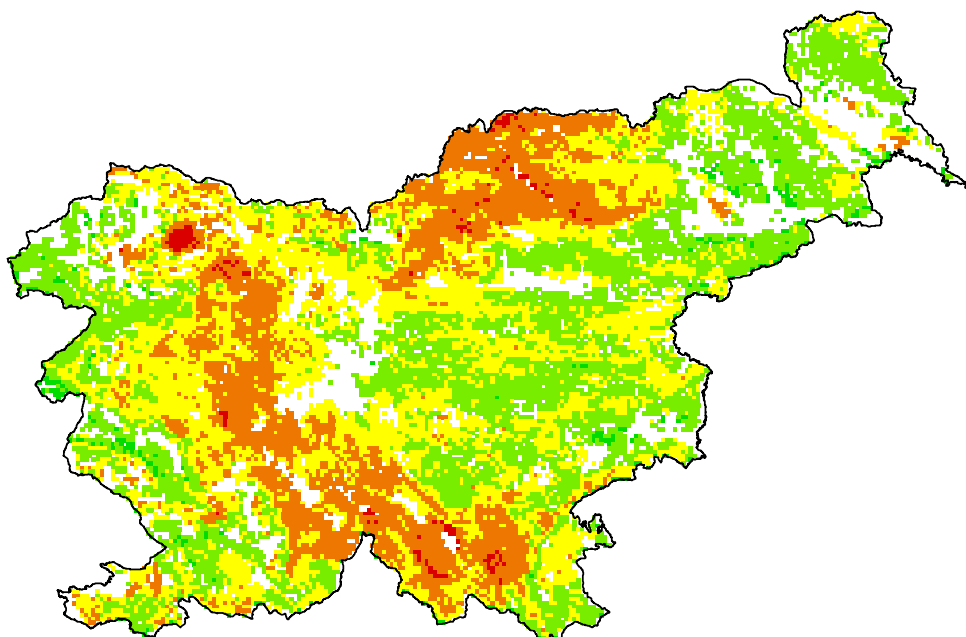
#### 3.1.2.1 Optimistični scenarij



### 3.1.2.2 Srednji scenarij

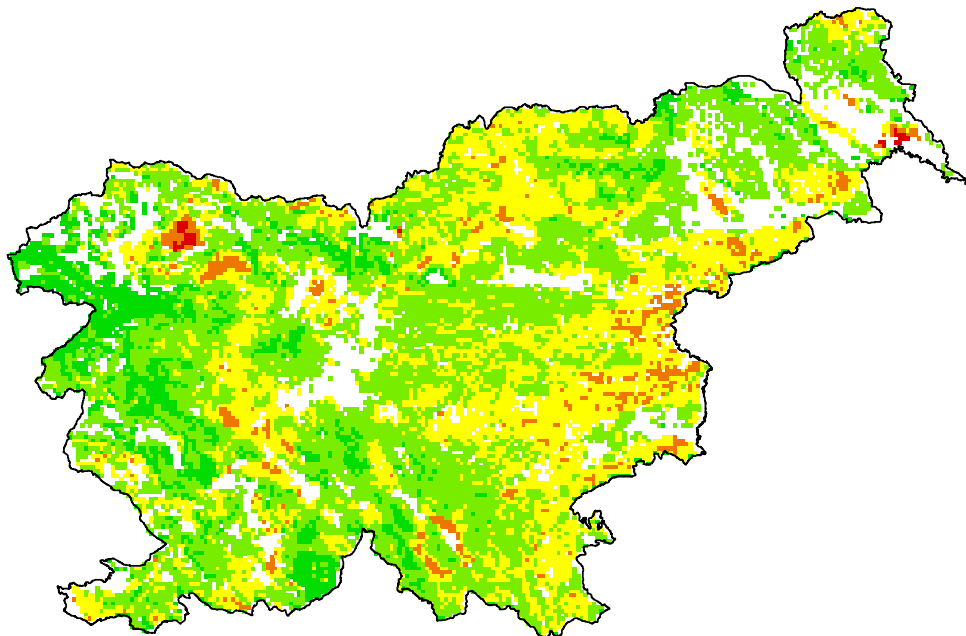


### 3.1.2.3 Pesimistični scenarij

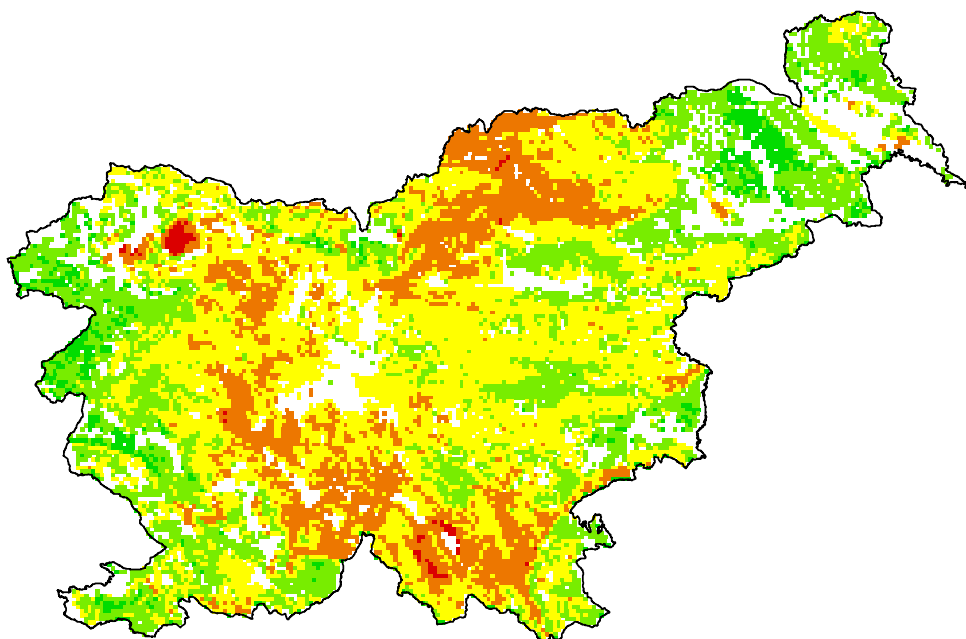


### 3.1.3 Napoved sprememb 2000 → 2100

#### 3.1.3.1 Optimistični scenarij

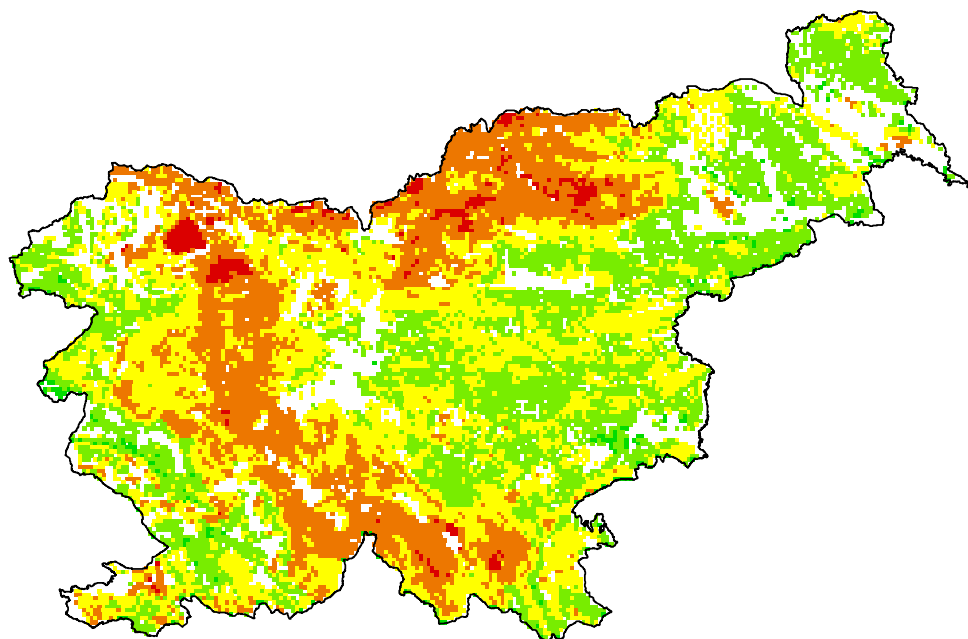


#### 3.1.3.2 Srednji scenarij





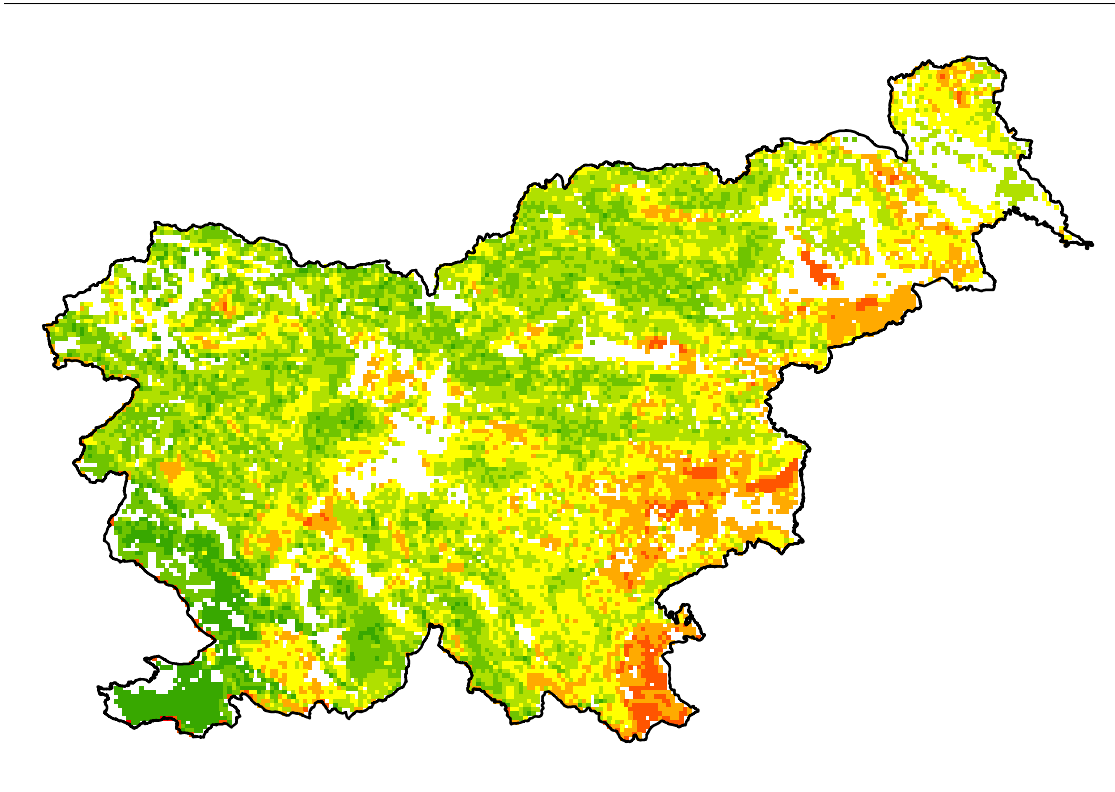
### 3.1.3.3 Pesimistični scenarij



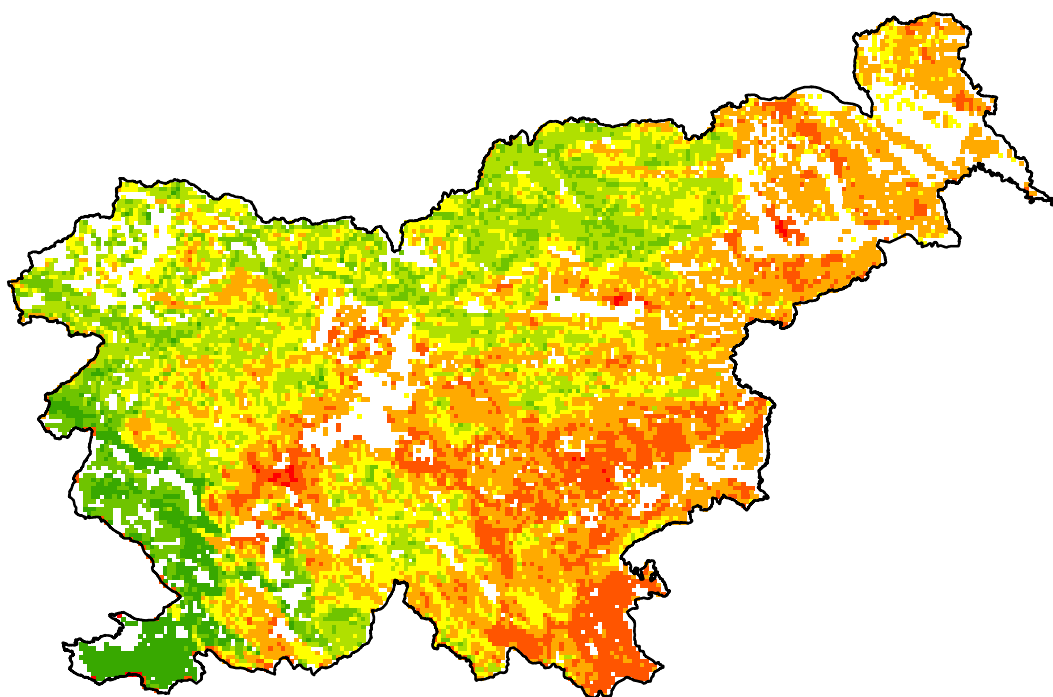
## 3.2 Vegetacijski tipi

### 3.2.1 Napoved sprememb 2000 → 2040

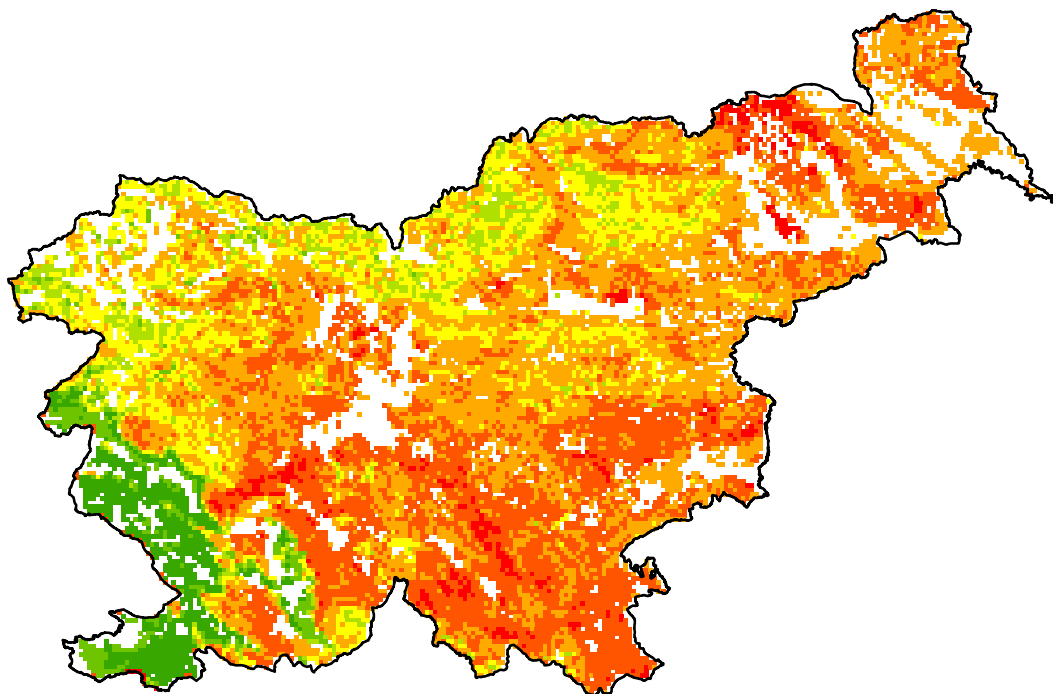
#### 3.2.1.1 Optimistični scenarij



### 3.2.1.2 Srednji scenarij

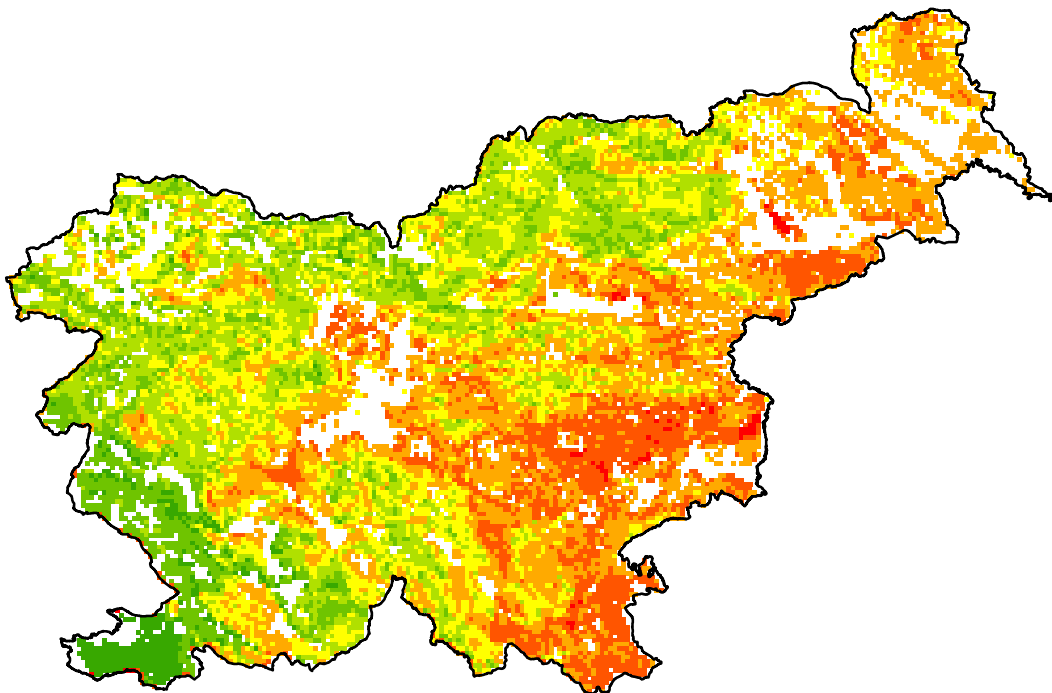


### 3.2.1.3 Pesimistični scenarij

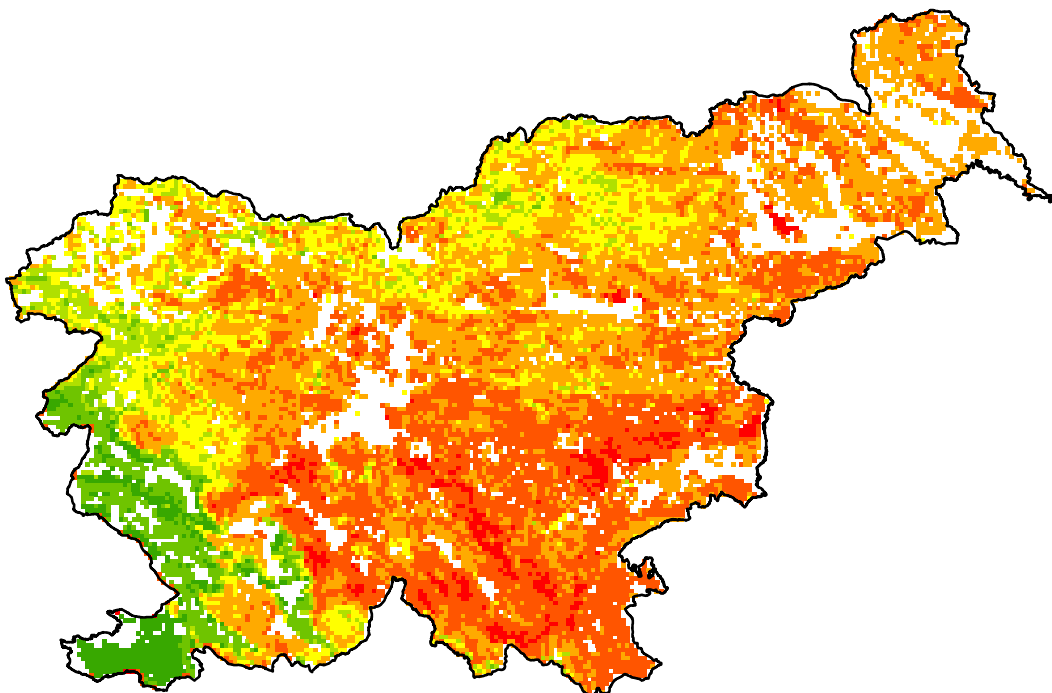


### 3.2.2 Napoved sprememb 2000 → 2070

#### 3.2.2.1 Optimistični scenarij

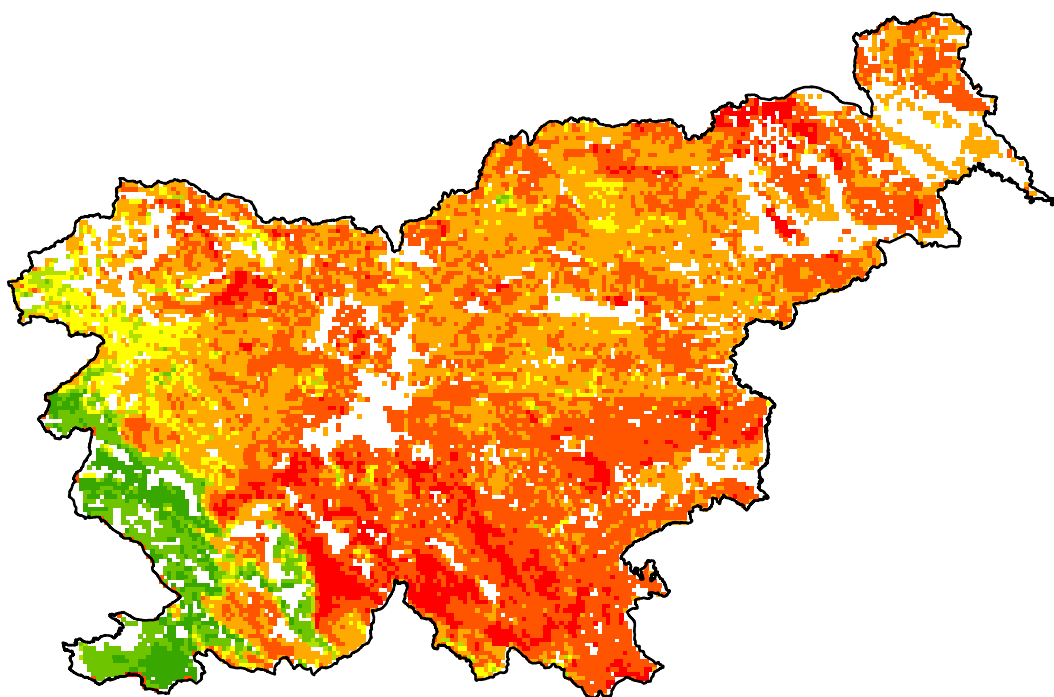


#### 3.2.2.2 Srednji scenarij



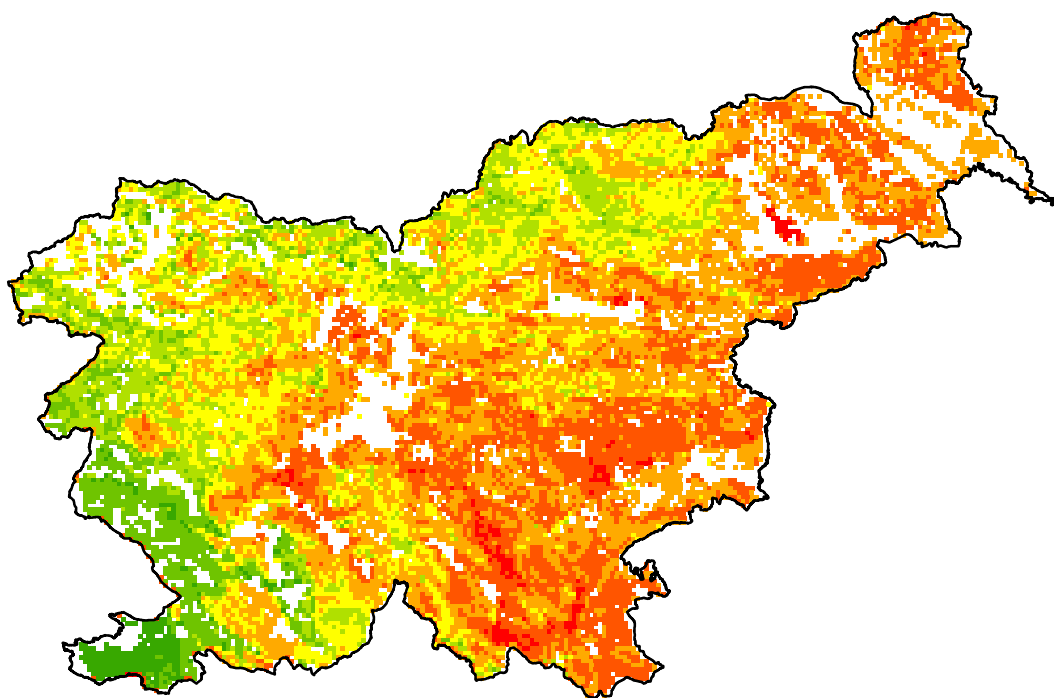


### 3.2.2.3 Pesimistični scenarij

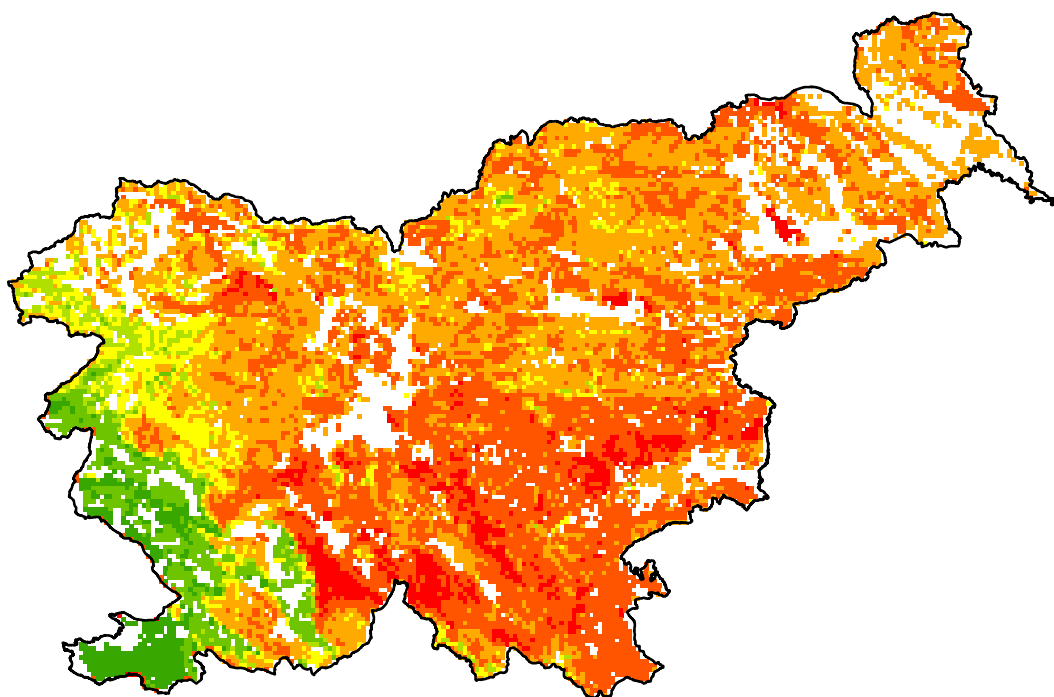


## 3.2.3 Napoved sprememb 2000 → 2100

### 3.2.3.1 Optimistični scenarij



### 3.2.3.2 Srednji scenarij



### 3.2.3.3 Pesimistični scenarij

