

Mikrofon podnebjju: znanje in kompetence za odzivanje na podnebne spremembe: varstvo biodiverzitet in javno zdravje

Biotska raznovrstnost gozdov v Sloveniji in vplivi podnebnih sprememb

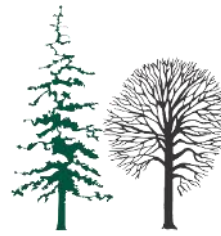
doc. dr. Lado Kutnar



CARE
4 CLIMATE



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

BIOTSKA RAZNOVRSTNOST GOZDOV V SLOVENIJI IN VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB

doc. dr. Lado Kutnar

Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana

Študentski forum: Mikrofon podnebjju

“Znanje in kompetence za odzivanje na podnebne spremembe: varstvo biodiverzitete in javno zdravje”

CIPRA Slovenija, FF Univerza v Ljubljani

Ljubljana, 15. oktober 2022



foto: L. Kutnar

Gozdovi

- pokrivajo približno tretjino svetovne kopenske površine
- so najbolj biotsko raznovrstni ekosistemi na kopnem
- v njih večina kopenske biodiverzitete: preko 80 % kopenskih vrst živali, rastlin in gliv ter preko 60.000 različnih drevesnih vrst
- človeku nudijo številne življenjsko pomembne storitve – ekonomske, ekološke in socialne funkcije
- letno je na svetu povprečno izkrčenih 13 milijonov hektarjev gozda

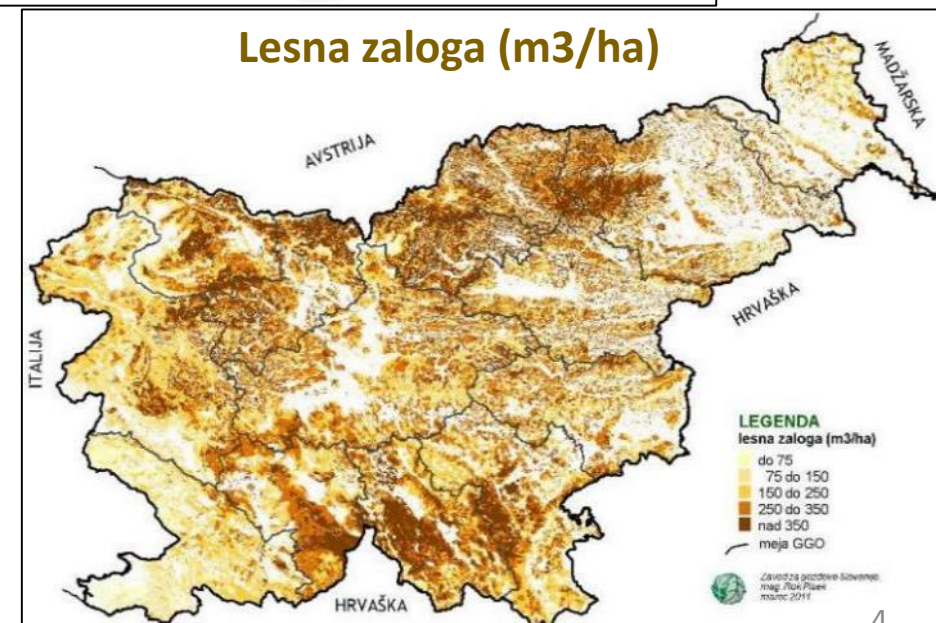
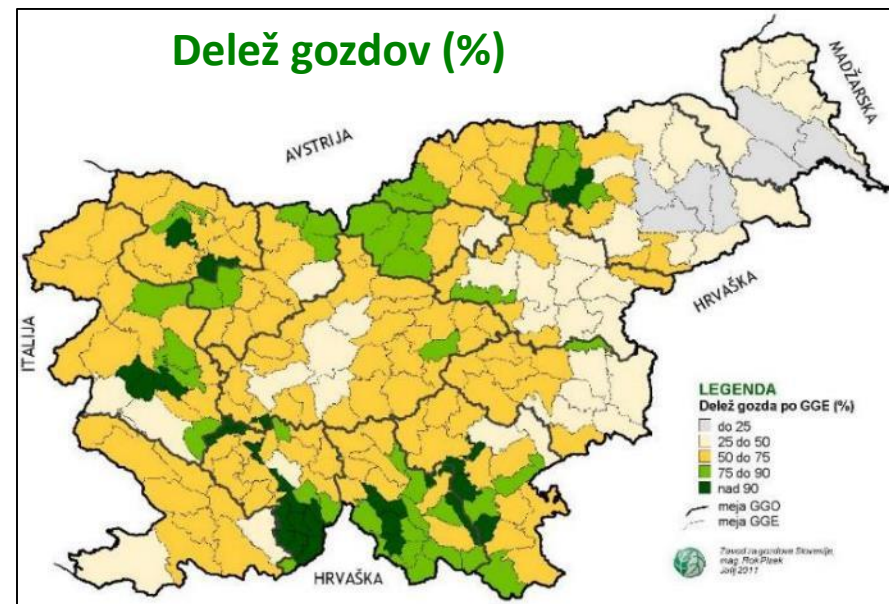
Vir: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

BIOTSKA RAZNOVRSTNOST GOZDOV V SLOVENIJI

Splošne značilnosti gozdov v Sloveniji

	Vrednost	enota
Površina gozdov	1.194.454	ha
Gozdnatost	58	%
Lesna zaloga	357.031.760	m ³
	304	m ³ /ha
Letni prirastek	8.736.972	m ³
	7,43	m ³ /ha
Letni možni posek v I. 2021	7.166.665	m ³

Vir: Poročilo ZGS o gozdovih Slovenije za leto 2021



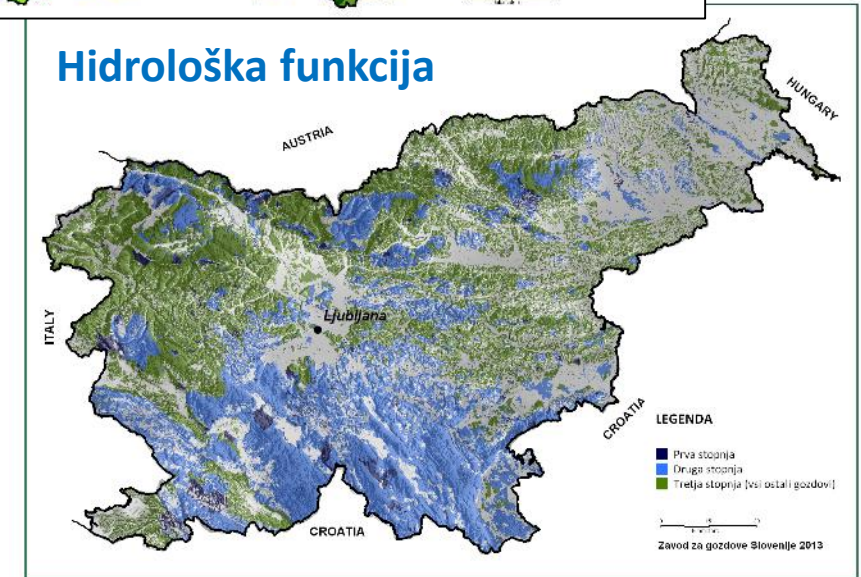
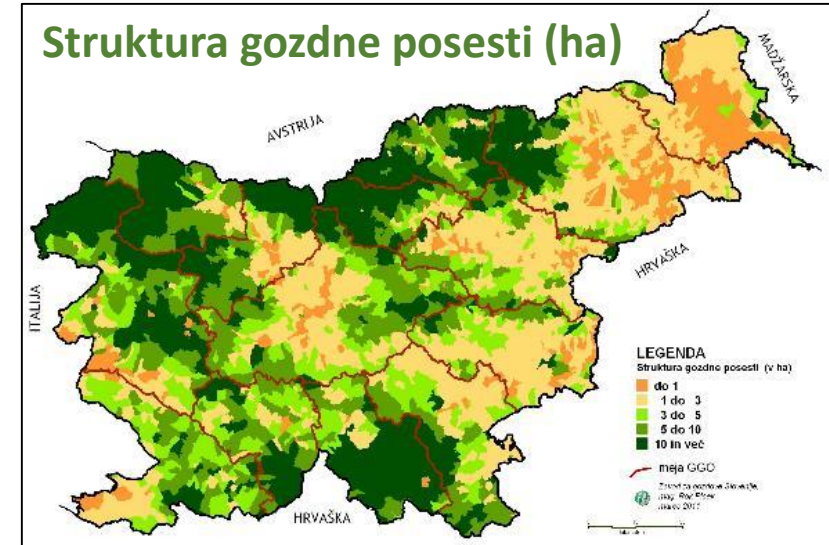
Načela in načrti za gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji

Temeljna načela za ravnanje in gospodarjenje z gozdovi so:

- **trajnost** (trajna ohranitev gozdov in trajna raba njihovih dobrin in nematerialnih funkcij)
- **sonaravnost** (raba gozdov v taki meri in na tak način, ki omogoča ohranitev vseh naravnih sestavin gozda)
- **mnogonamenskost** (uravnotežen pomen ekoloških, proizvodnih in socialnih vlog gozdov)

Načrti za gospodarjenje z gozdovi so:

- gozdnogospodarski načrti območij in gozdnogospodarskih enot
- gozdnogojitveni načrti
- lovskoupravljavski načrti območij



Vir: Zavod za gozdov Slovenije

Funkcije in ekosistemske storitve (ES) gozdov v Sloveniji



hidrološka funkcija



funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev



življenjski prostor velikih zveri

življenjski prostor drugih živalskih vrst



funkcija skladiščenja ogljika



lesnoproizvodna funkcija

funkcija pridobivanja drugih gozdnih dobrin



raziskovalna in poučna funkcija



estetska funkcija



rekreativna funkcija

foto: L. Kutnar

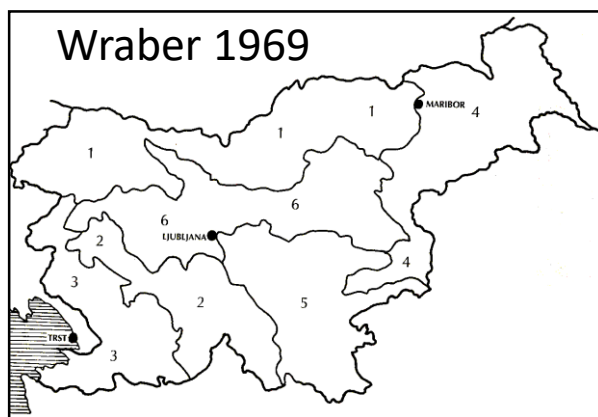
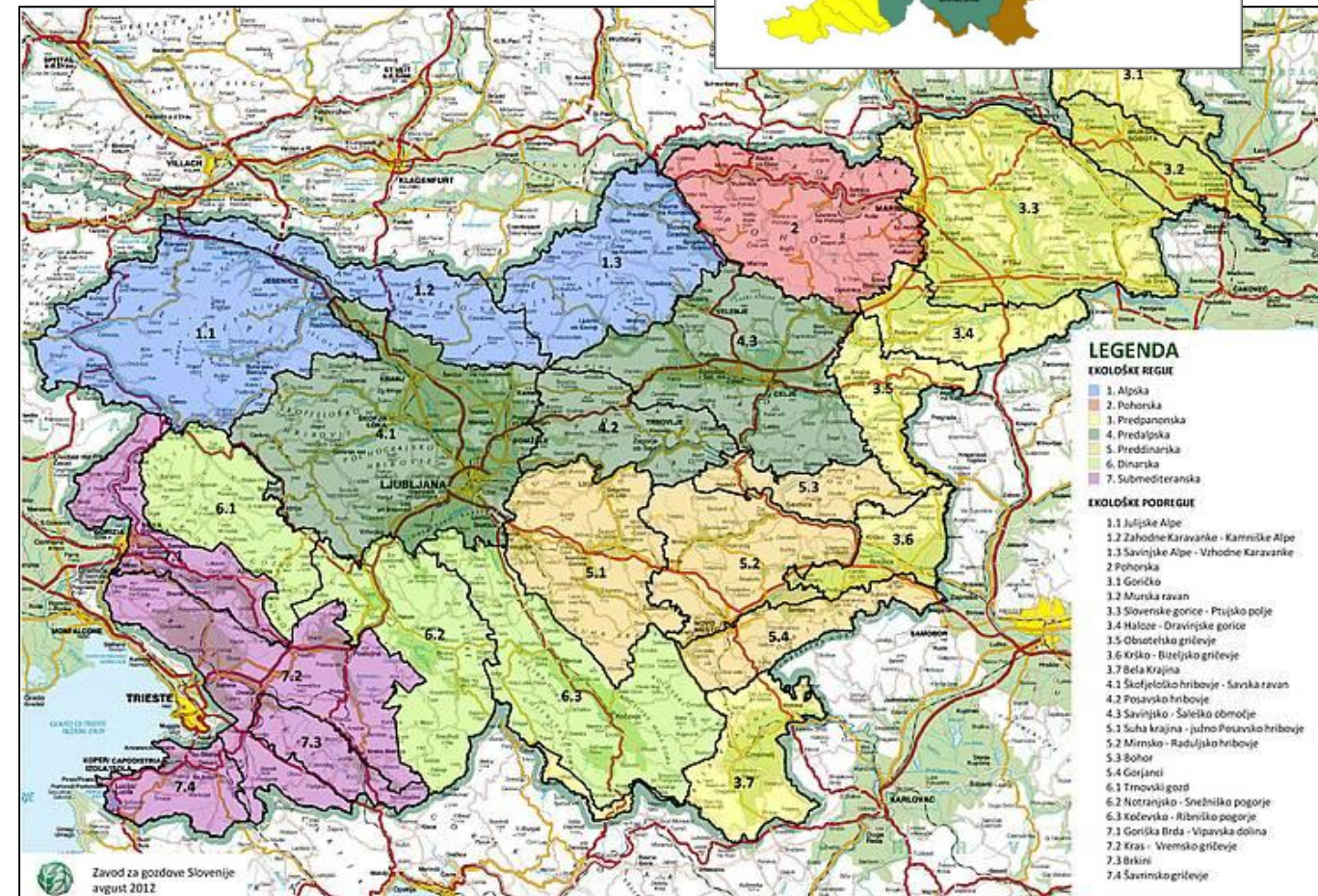
- **Oskrbovalne ES:** nudijo hrano, vodo, les in vlakna itd.
- **Uravnalne ES:** vplivajo na podnebje, poplave, bolezni, odpadke in kvaliteto vode
- **Kulturne ES:** nudijo rekreacijo, estetske in duhovne koristi
- **Podporne ES:** nastajanje tal/prsti, fotosinteza in kroženje hranil - podpirajo vse ostale ES

Ekološke regije v Sloveniji

- Slovenija razdeljena na **7 ekoloških regij** in 25 podregij (Kutnar et al., 2002) – na osnovi **geoloških, pedoloških, klimatskih in vegetacijskih** značilnosti
- osnova predstavlja Fitogeografska delitev Slovenije (Wraber 1969)
- podlaga za oblikovanje provenienčnih območij za potrebe gozdnega semenarstva



Kutnar et al., 2002

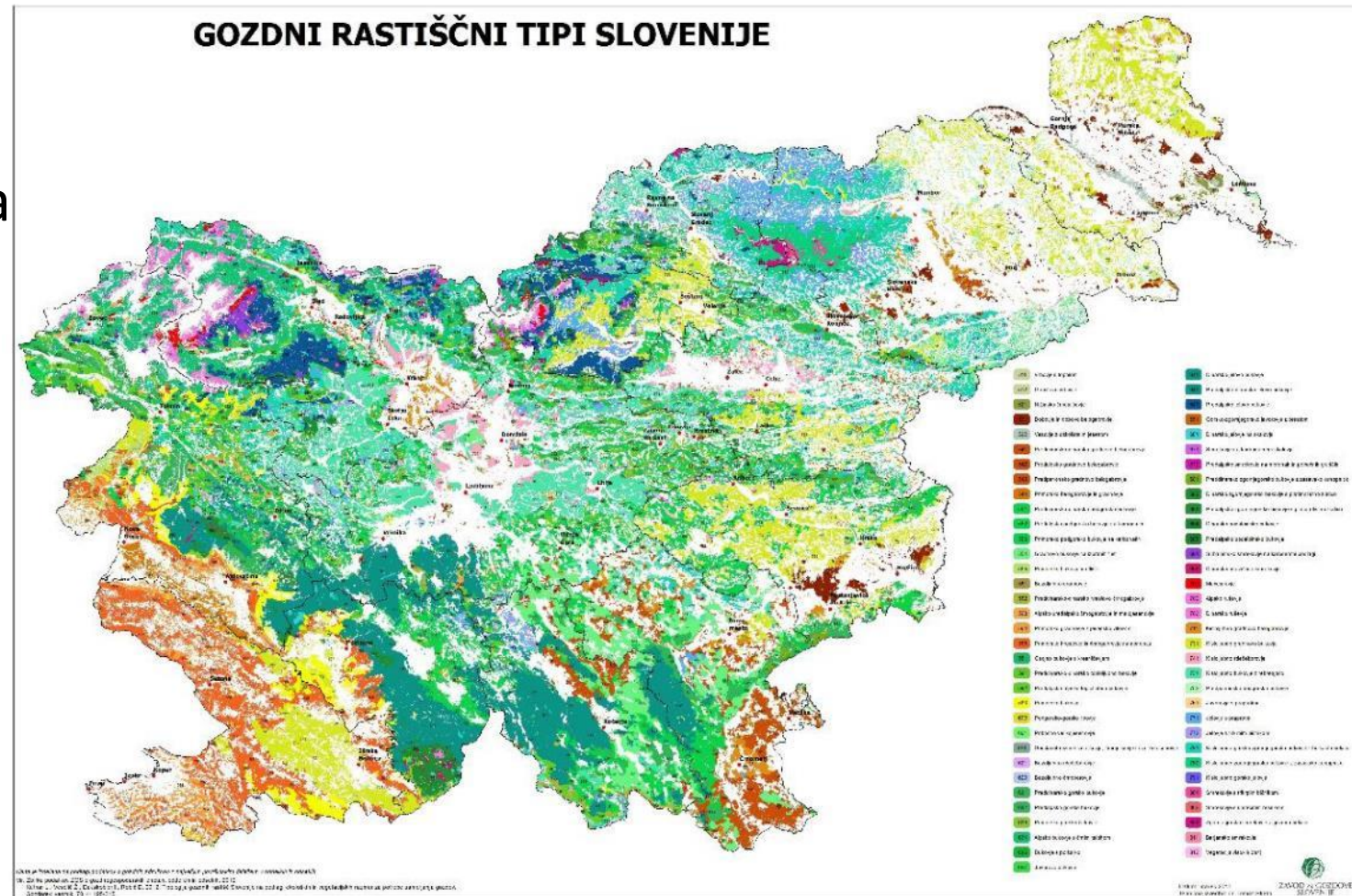


[Pravilnik o določitvi provenienčnih območij \(Ur.l. RS, št 72/2003, 58/2012\)](#)

Pestrost tipov gozdov v Sloveniji

Tipologija gozdnih rastišč Slovenije (Kutnar et al., 2012):

- Delitev na osnovi ekoloških razmer in vegetacije
- **74 gozdnih rastiščnih tipov** (58 na karbonatni in mešani podlagi; 16 na silikatni podlagi)



GDK 187(497.4)(045)=163.6

Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov
Typology of Slovenian forest sites according to ecological and vegetation conditions for the purposes of forest management

Lado KUTNAR¹, Živan VESELIČ², Igor DAKSKOBLER³, Dušan ROBIČ⁴

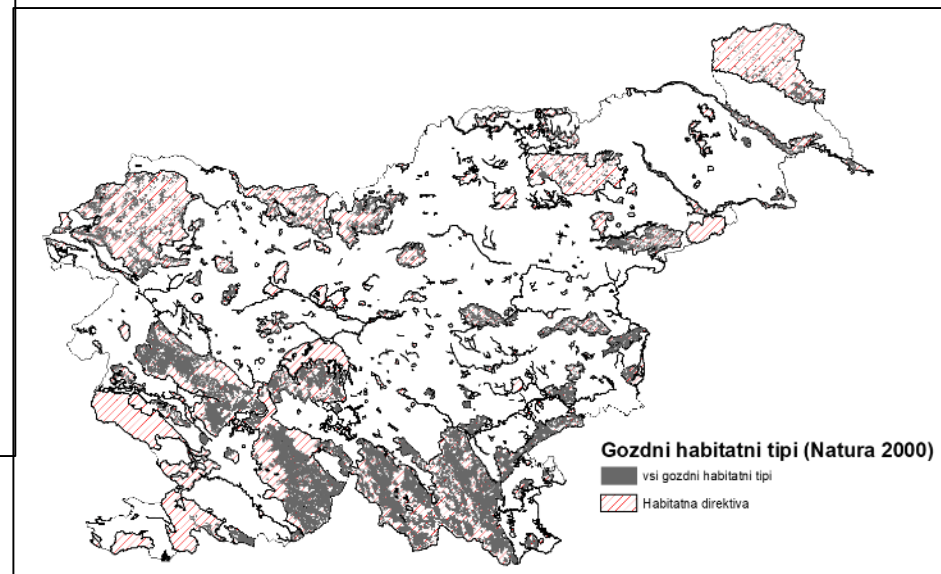
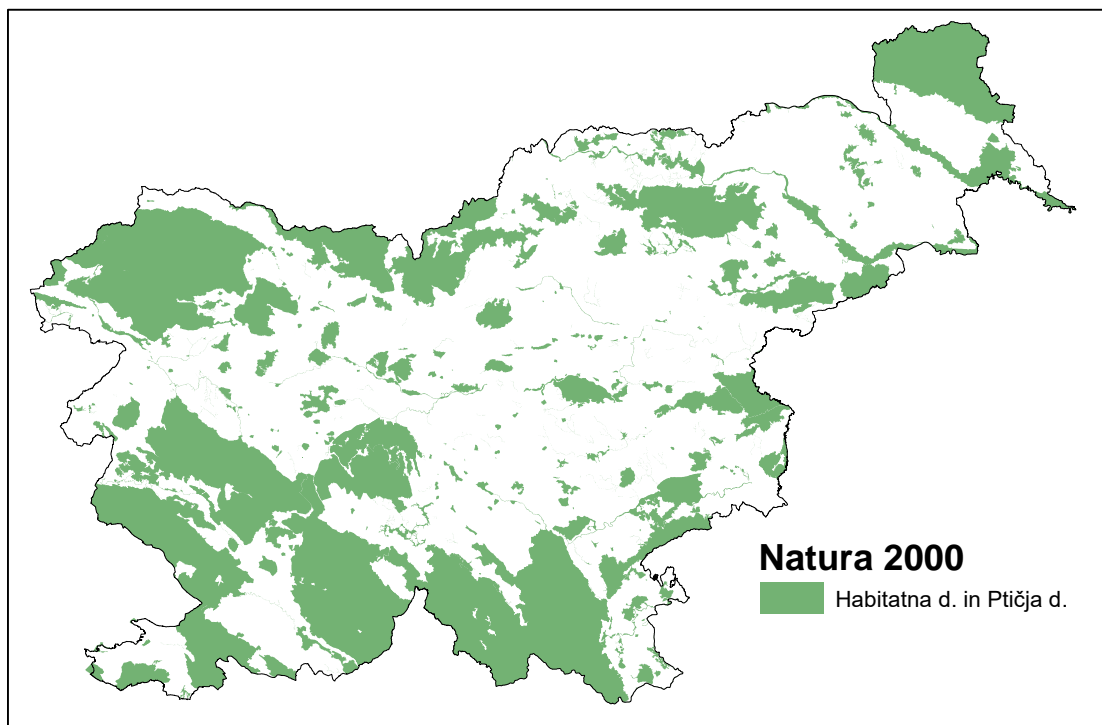
Izvleček:

Kutnar, L., Veselič, Ž., Dakskobler, I., Robič, D.: Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov. Gozdarski vestnik, 70/2012, št. 4. V slovenščini z

Območja Natura 2000 in gozdovi v Sloveniji

Površina Natura 2000 - kopno (stanje 2016): 7.678,4 km² ali 37,9 % kopnega dela Slov.

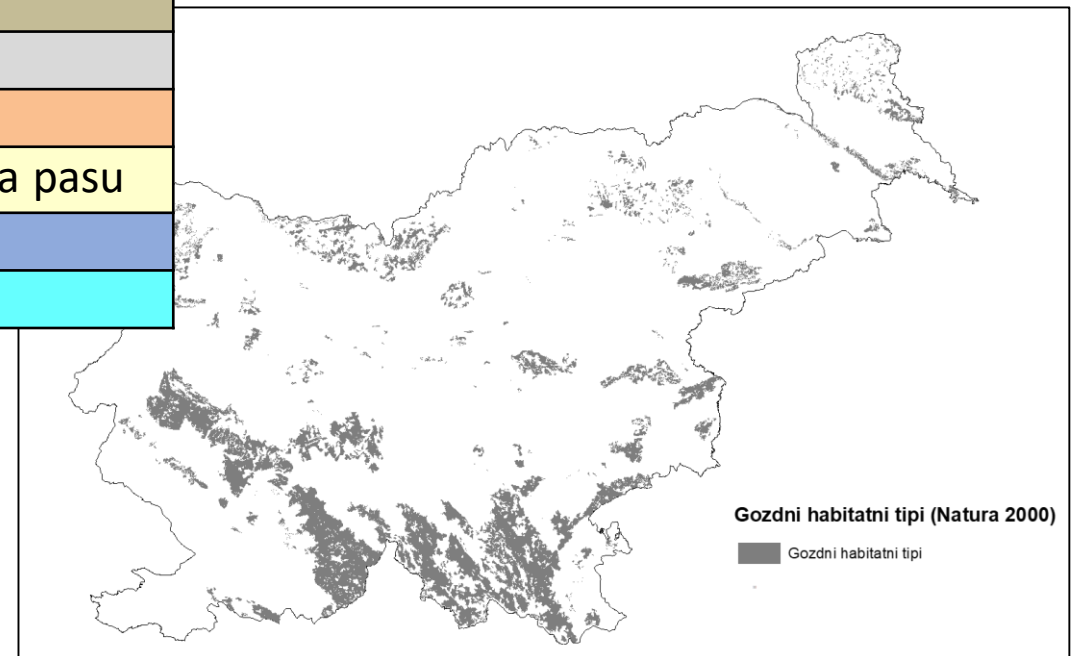
- gozdovi pokrivajo 5.434,02 km² ali **71 % območij Natura 2000**
- gozdovi v območjih Natura 2000 predstavljajo **46 % vseh gozdov v Slov.** (11.822,78 km²)



Gozdni habitatni tipi (Natura 2000) v Sloveniji

GHT – gozdni habitatni tipi	
91K0	Ilirski bukovi gozdovi
9110	Srednjeevropski kisloljubni bukovi gozdovi
91L0	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi
91E0*	Obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja
91F0	Poplavni hrastovo-jesenovo-brestovi gozdovi vzdolž velikih rek
9180*	Javorjevi gozdovi v grapah in na pobočnih gruščih
91D0*	Barjanski gozdovi
9530*	(Sub-)mediteranski gozdovi črnega bora
91R0	Jugovzhodni evropski gozdovi rdečega bora
9410	Kisloljubni smrekovi gozdovi od montanskega do subalpinskega pasu
9340	Gozdovi hrasta črnike
4070*	<i>Ruševje z dlakavim slečem</i>

* **Prednostni habitatni tip** (*priority habitat type*) je naravni habitatni tip, ki je v nevarnosti, da izgine. Skupnost je za njegovo ohranitev še posebej odgovorna.



Prevladujoči gozdni habitatni tipi (Natura 2000) v Sloveniji



foto: L. Kutnar



Prednostni in manjšinski gozdni habitatni tipi v Sloveniji



foto: L. Kutnar

Drevesne vrste v Sloveniji

- 71 samoniklih drevesnih vrst (Brus, 2004)
- v lesni zalogi gozdov prevladujejo bukev (*Fagus sylvatica*) – 33,0 %, smreka (*Picea abies*) – 30,0 % in jelka (*Abies alba*) – 7,5 % (ZGS, 2021).

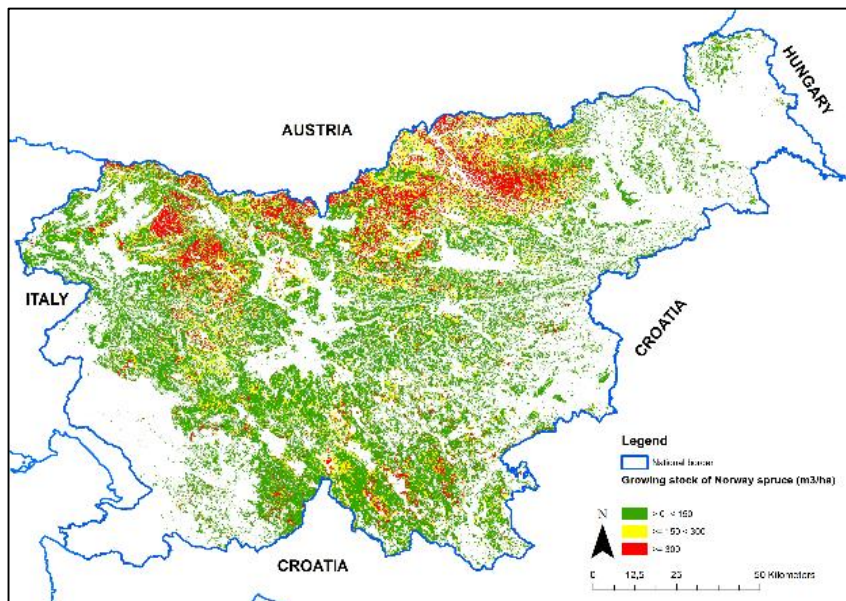
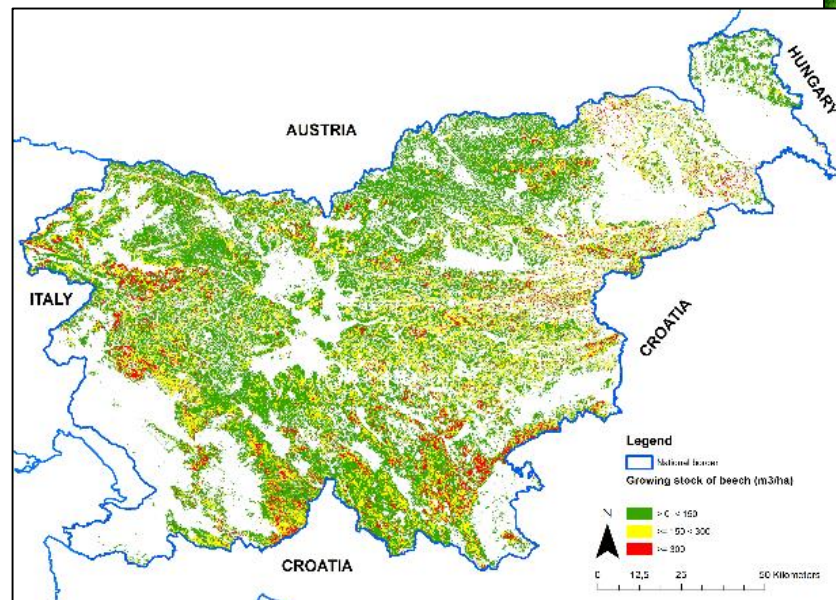


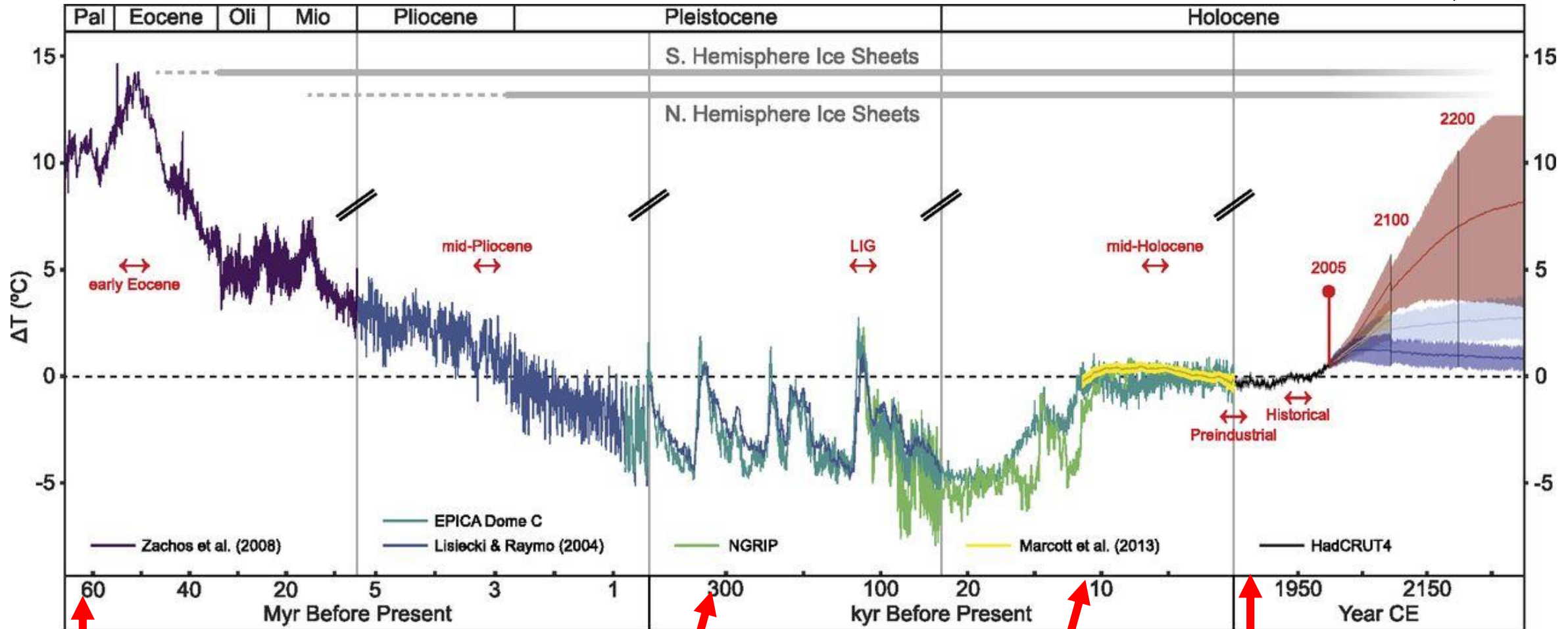
foto: L. Kutnar

SPREMINJANJE PODNEBJA

(s poudarkom na temperaturi)

Spremembe temperaturnega režima v zemeljski zgodovini

Vir: Burke et al. 2018, PNAS



Izumrtje dinozavrov: pred okoli 66. milijoni let



Prve najdbe fosilov *Homo sapiens*: pred okoli 300.000 leti



Izumrtje večine mamutov: pred 12.000 leti

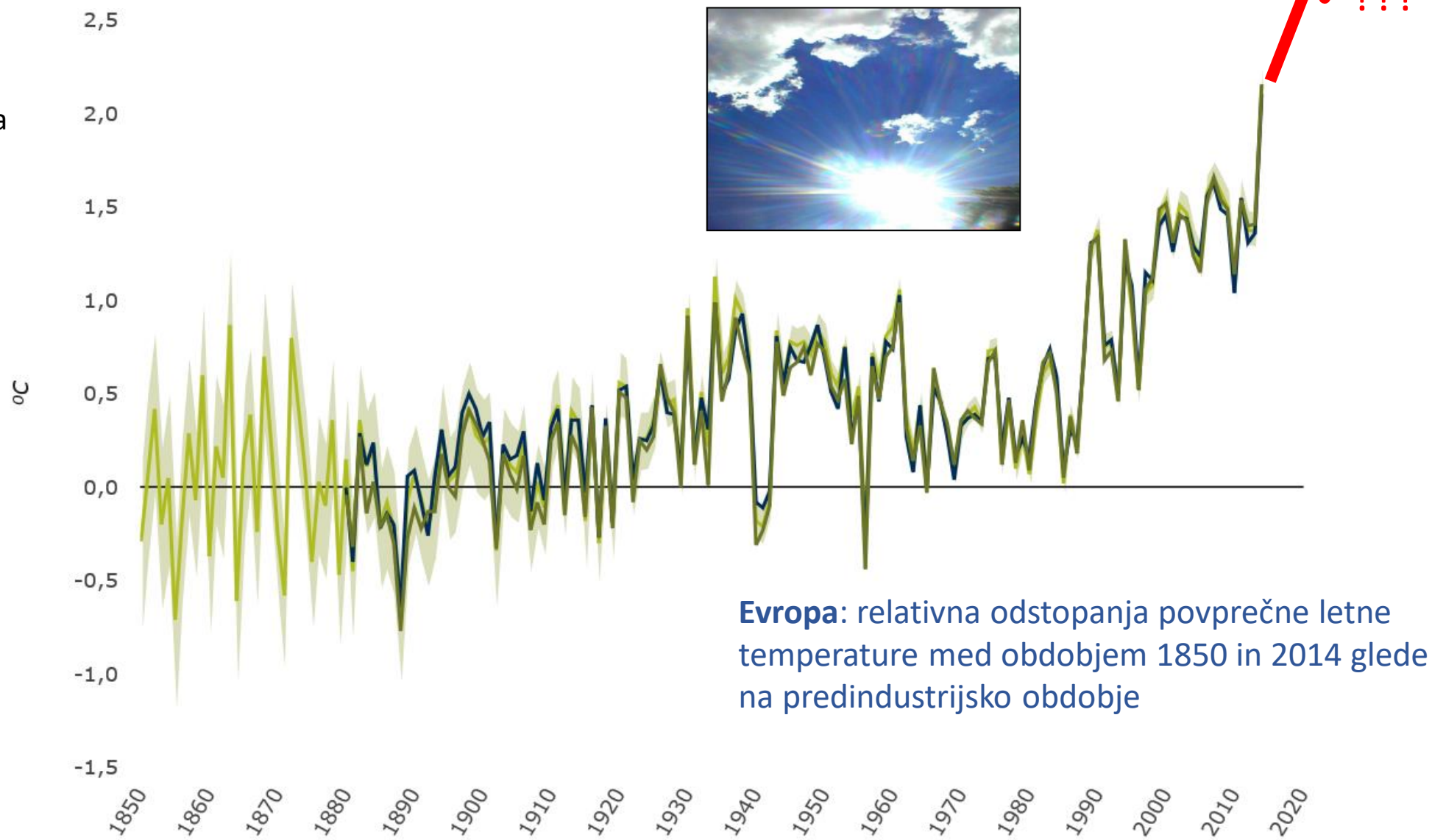


Industrijska revolucija: 2. pol. 18. stol. do 1. pol. 19. stol.



Spremembe temperature v poindustrijski dobi v Evropi

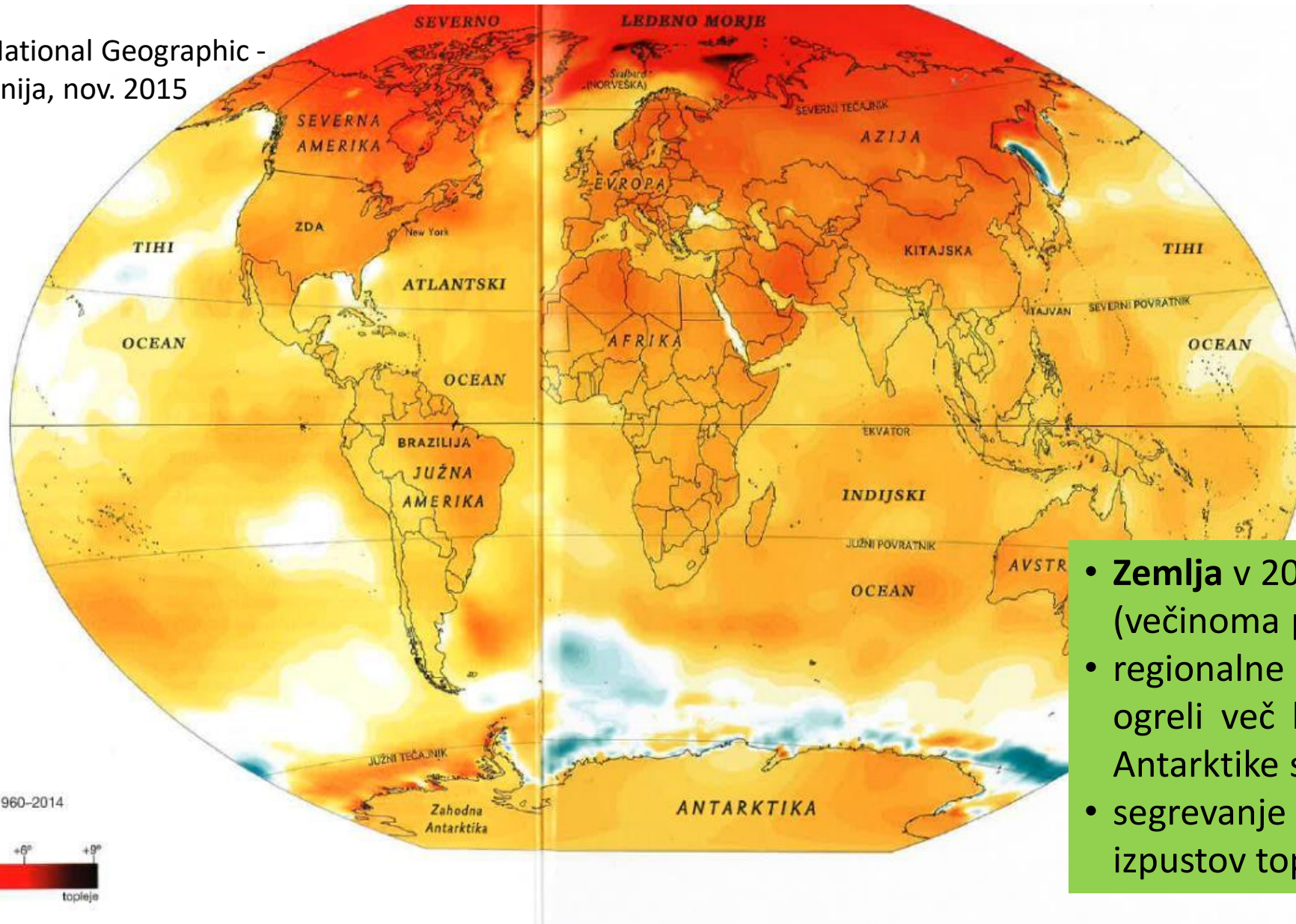
Vir: Evropska
agencija za
okolje, 2016



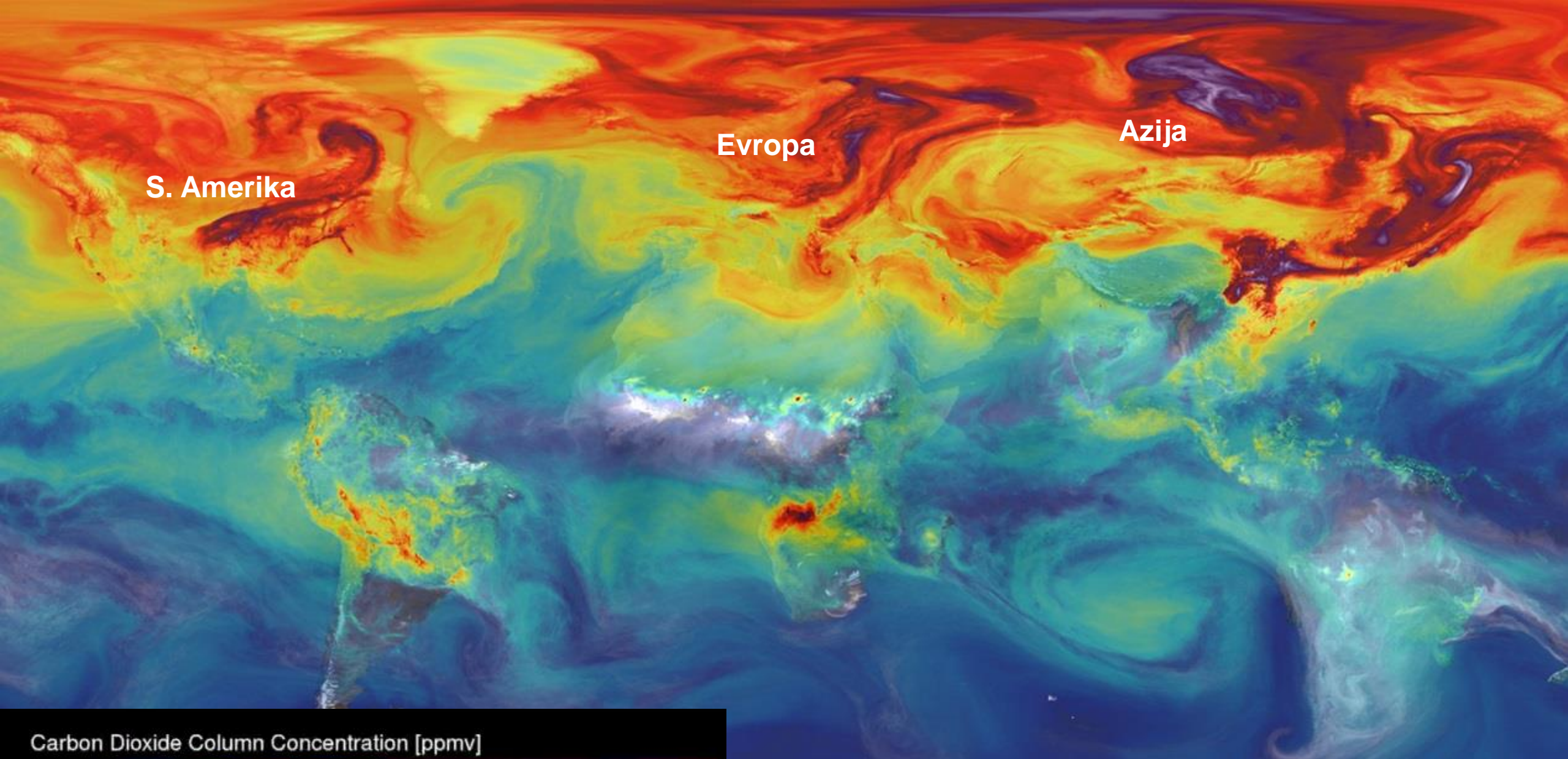
Evropa: relativna odstopanja povprečne letne temperature med obdobjem 1850 in 2014 glede na predindustrijsko obdobje

Spreminjanje temperature na Zemlji (primerjava 1960-2014)

Vir: National Geographic - Slovenija, nov. 2015



- **Zemlja v 20. stol. segrela za 0,85°C** (večinoma po letu 1960)
- regionalne razlike: **deli Arktike** ogreli več kot **9°C**, območja blizu Antarktike so se ohladila
- segrevanje posledica povečanja izpustov toplogrednih plinov



S. Amerika

Evropa

Azija

Carbon Dioxide Column Concentration [ppmv]



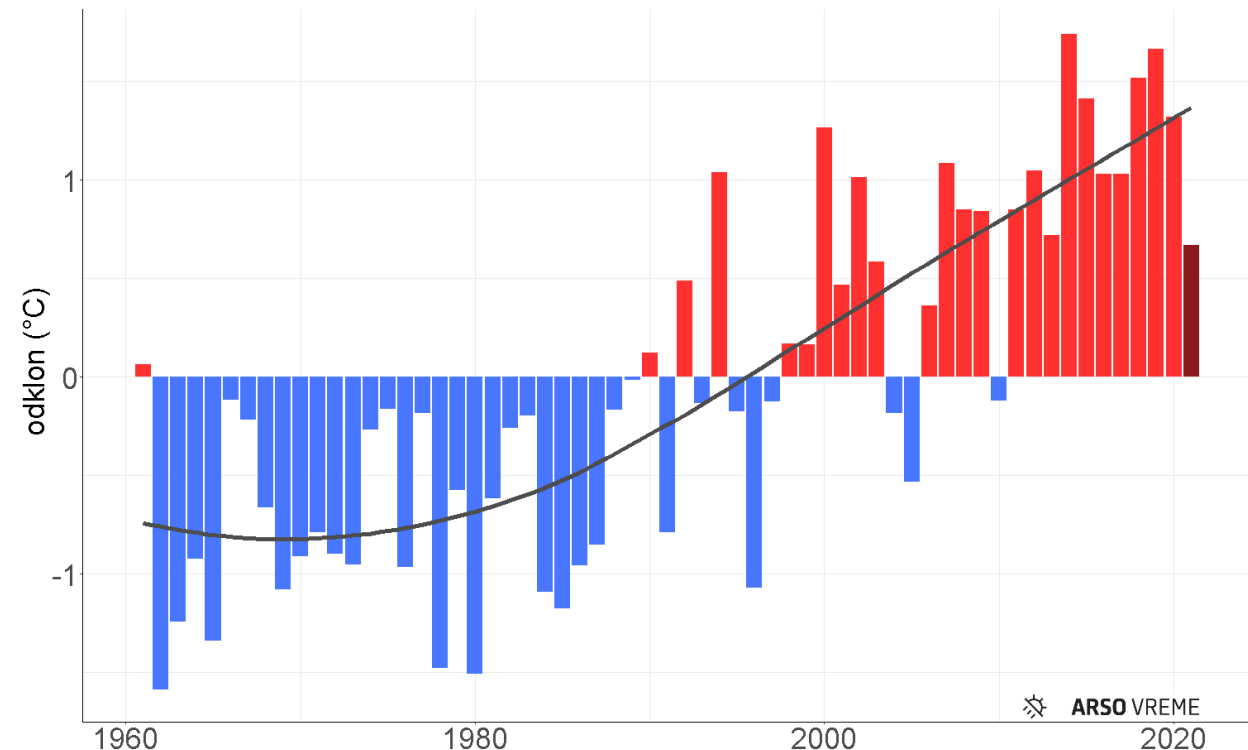
Koncentracije ogljikovega dioksida (CO2) v atmosferi,
Vir: NASA

Spreminjanje podnebja v Sloveniji v obdobju 1961–2011

(Rezultati projekta, ARSO 2018)

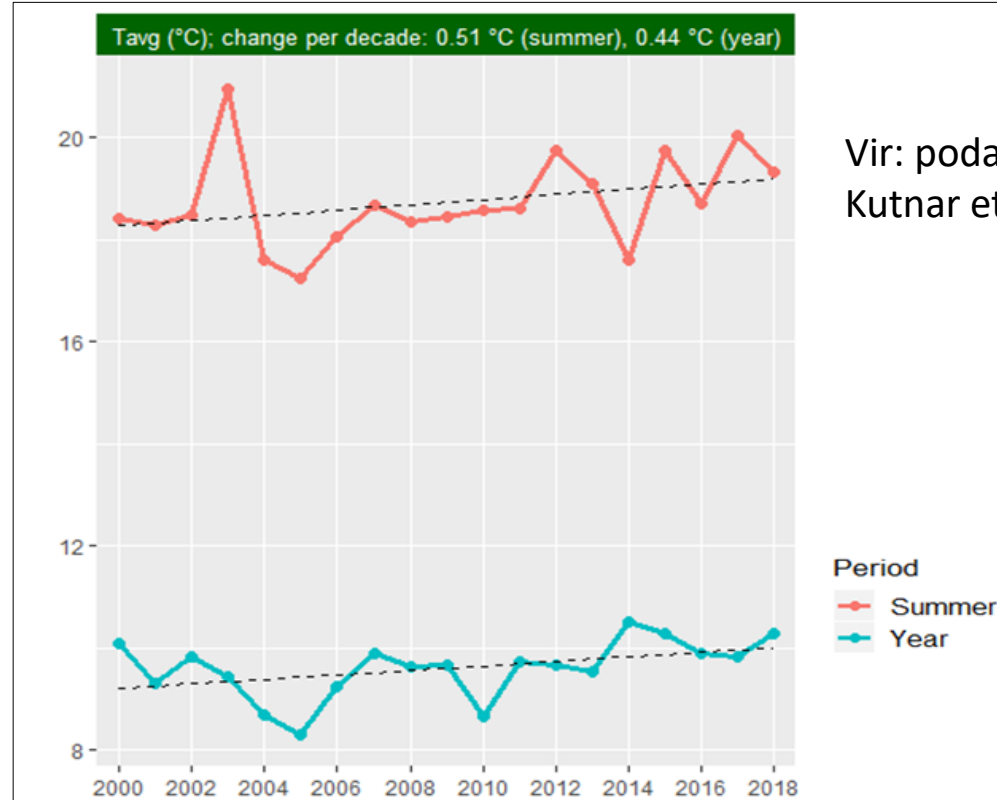
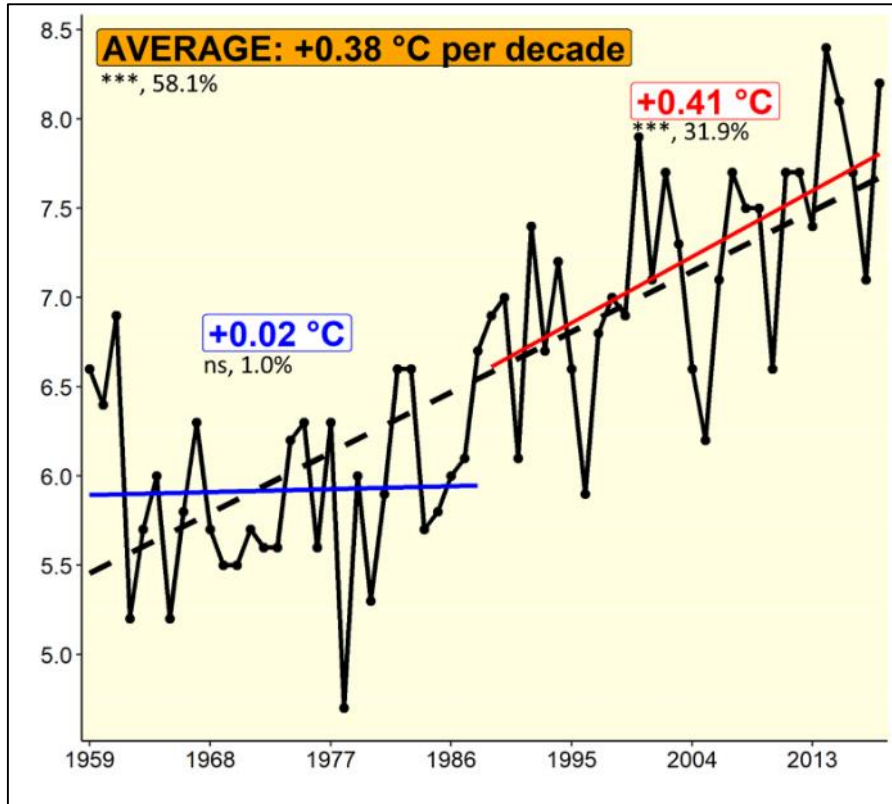
- **povprečna temperatura zraka:** povečala za okrog **2 °C**, največ **poleti (0,44 °C/desetletje)**
- **trajanje sončnega obsevanja:** povečevalo za okrog **30-40 ur/desetletje**, največ **pomladi in poleti**
- **količina padavin:** zmanjšuje na nekaterih območjih Slovenije **pomladi in poleti**, na **letni ravni zmanjšanje v zahodni polovici države**
- **snežna odeja:** zmanjšuje **v višjih in nižjih legah**

Odklon povprečna temperature zraka v Sloveniji
(referenca 1981-2010)



Vir: Agencija RS za okolje

Trend naraščanja povprečne temperature zraka v Sloveniji



Vir: podatki ARSO 2019,
Kutnar et al. 2021, Ann For Res

5 meteoroloških postaj (60-LETNO):

Naraščanje povprečne **LETNE TEMPERATURE**:

0,38 °C na desetletje (60-letno obdobje):

3,8 °C v stoletju;

0,41 °C na desetletje (zadnjih 30 let):

4,1 °C v stoletju

25 meteoroloških postaj (20-LETNO OBDOBJE):

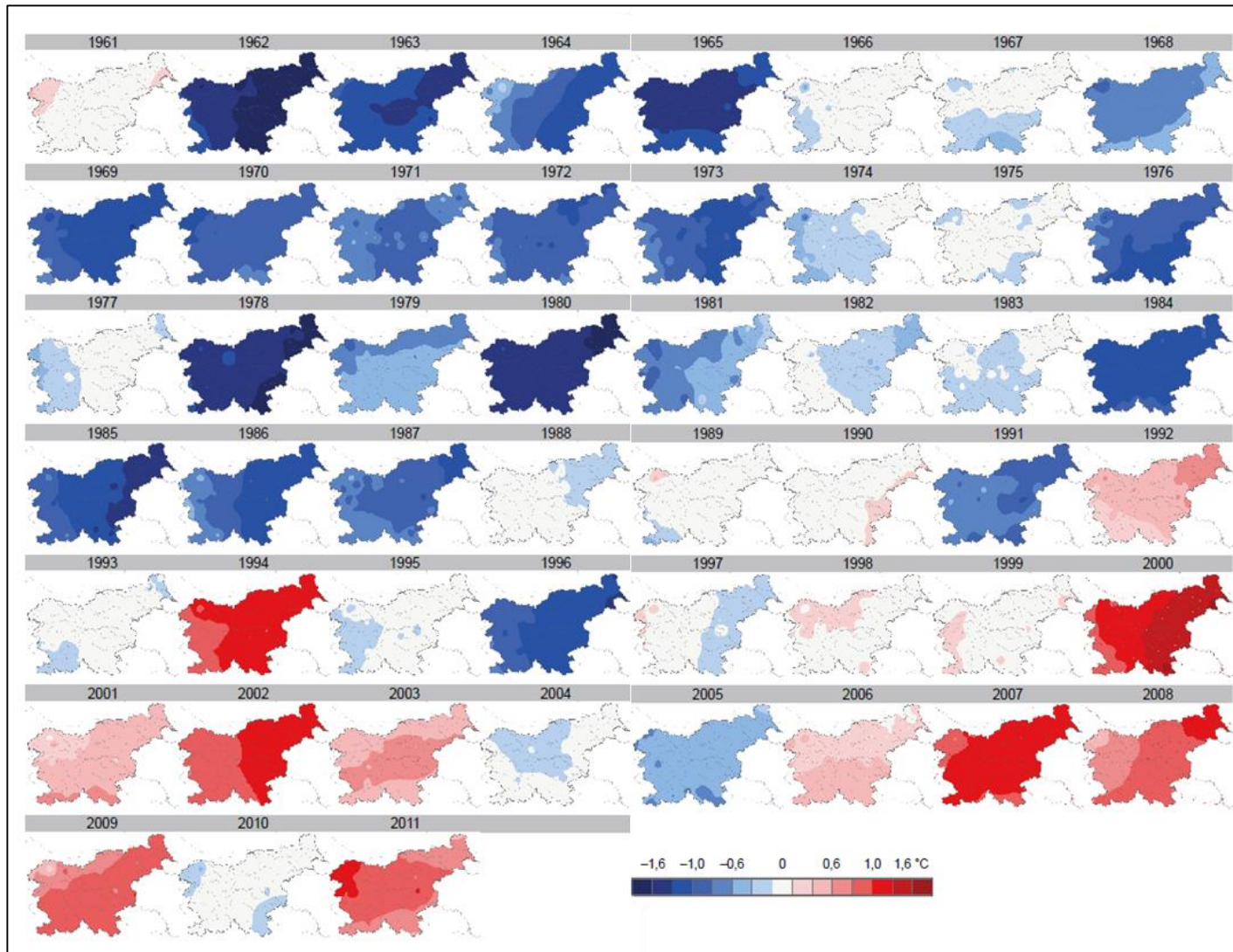
Naraščanje povprečne **LETNE TEMPERATURE**:

0,44 °C na desetletje (4,4 °C v stoletju)

Naraščanje povprečne **POLETNE TEMPERATURE** (junij, julij in avgust):

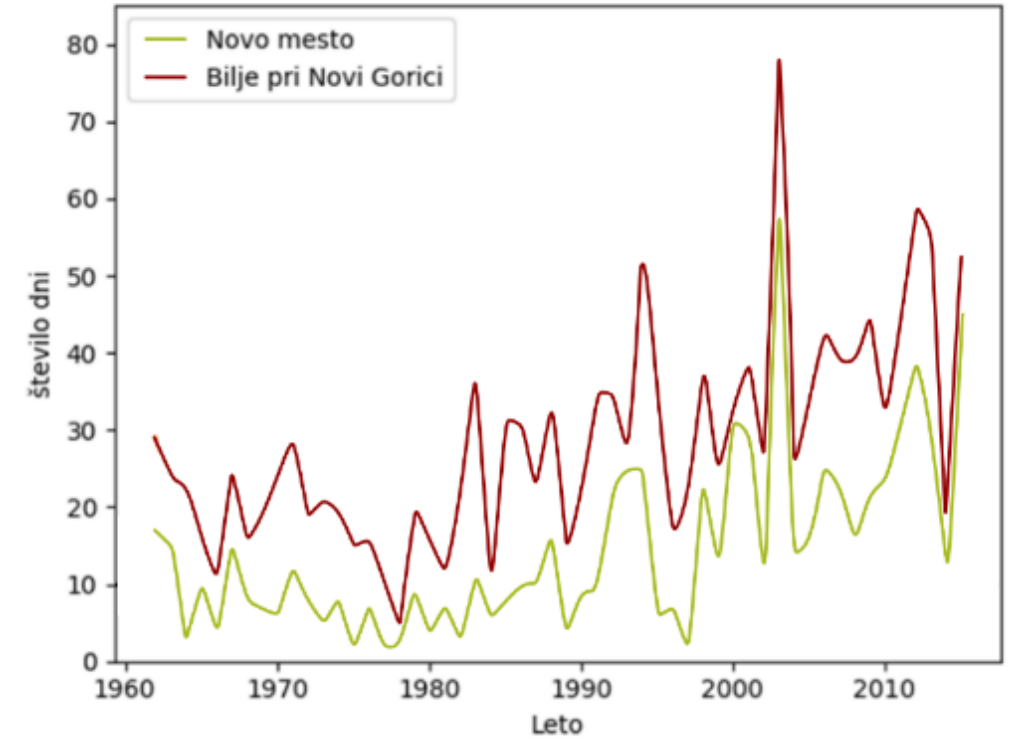
0,51 °C na desetletje (5,1 °C v stoletju)

Nadpovprečno topla leta in vroči dnevi



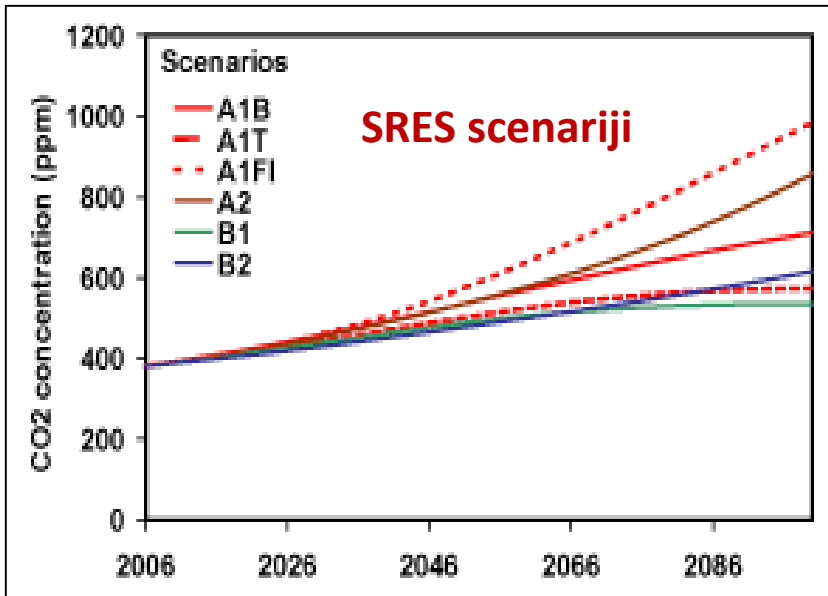
Vir: Vertačnik in Bertalanič, 2017, ARSO

Število vročih dni ($T > 30^{\circ}\text{C}$)



Vir: Agencija RS za okolje

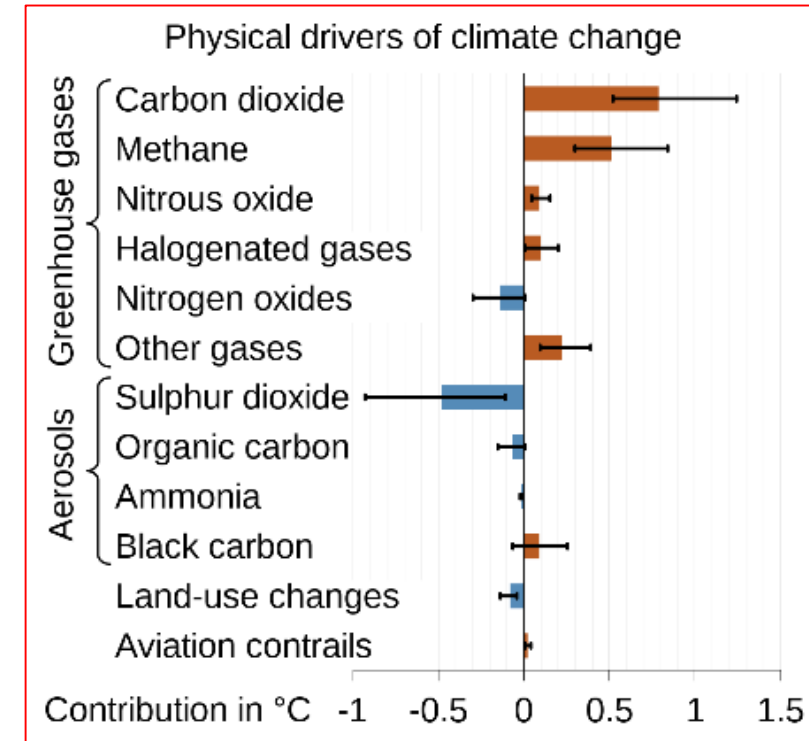
Napovedi sprememb v odvisnosti od emisij in koncentracij CO₂



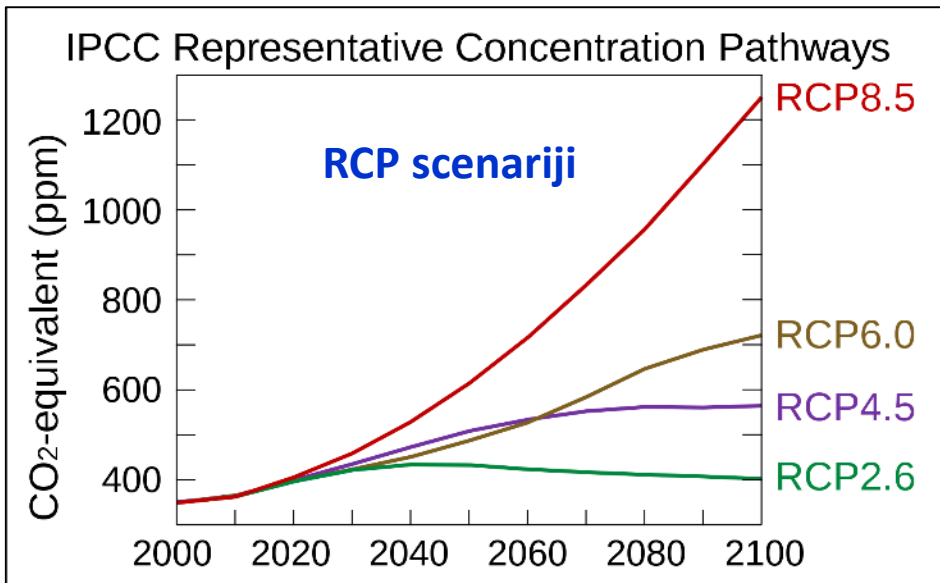
Vir: IPCC, 2000

Special Report on Emissions Scenarios (SRES):

- razvili 40 različnih scenarijev
- upoštevali glavne dejavnike emisij: demografske, tehnološke in ekonomske
- predviden razpon emisij vseh glavnih toplogrednih plinov (največji vpliv CO₂) in žvepla



Vir: NASA, 2022

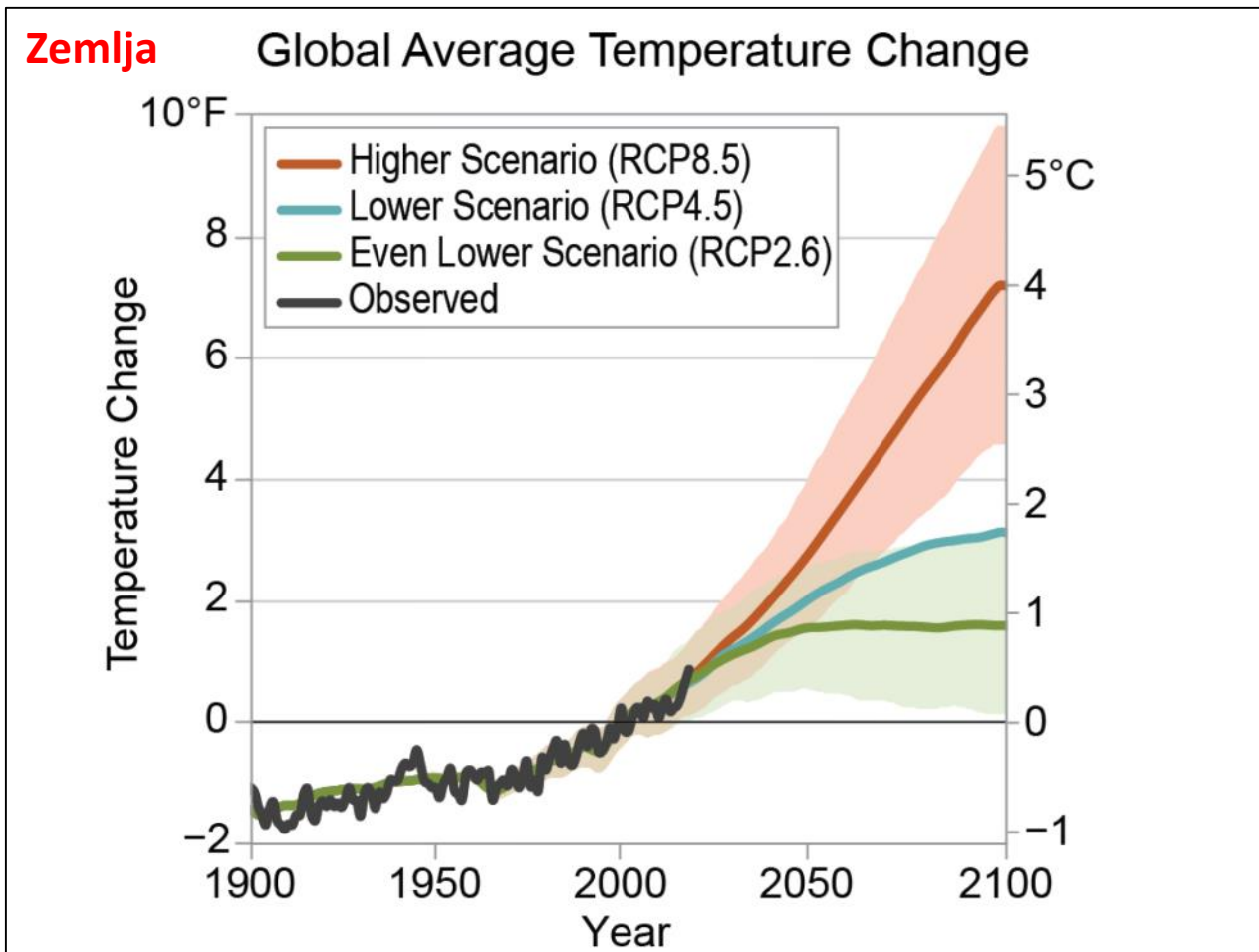


Vir: IPCC, 2014

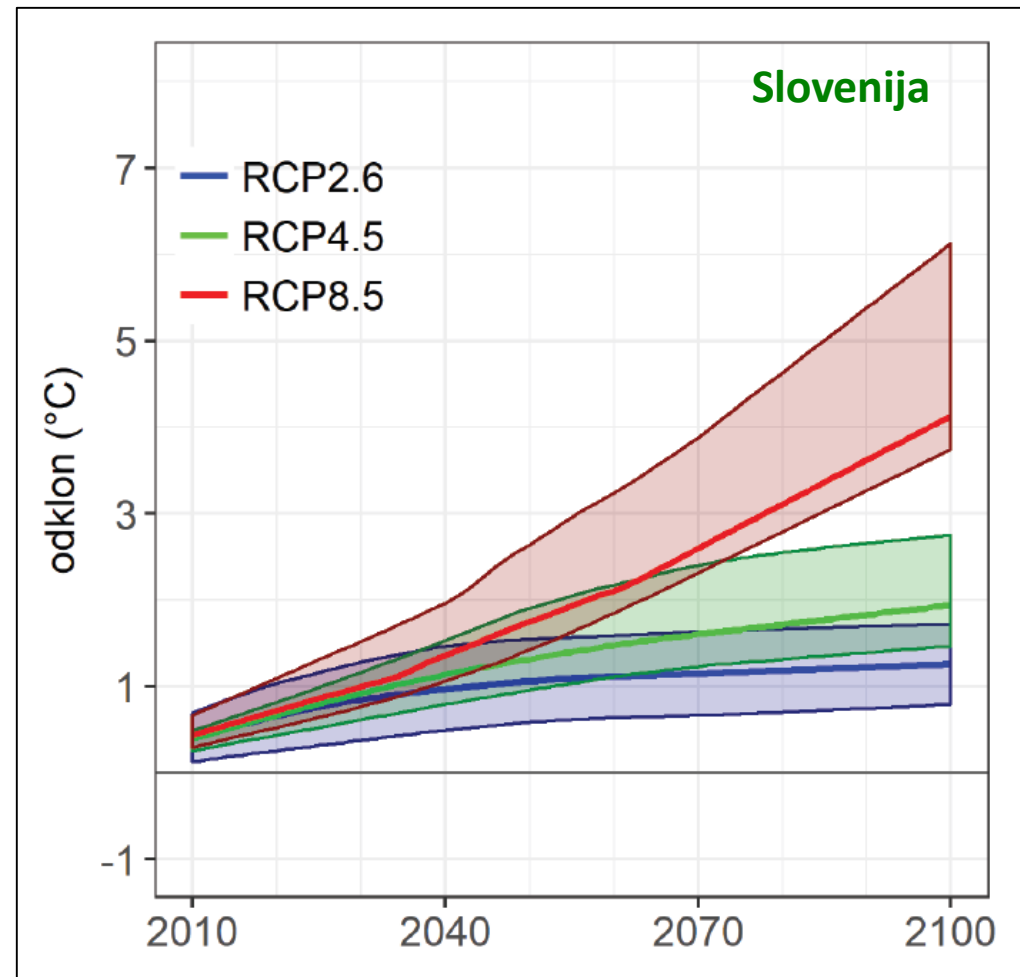
Representative Concentration Pathways (RCPs):

- upošteva koncentracije (ne emisije) toplogrednih plinov (s poudarkom na CO₂)
- skladni z socialno-ekonomskimi predpostavkami

Napoved spreminjanja temperature na Zemlji in v Sloveniji po RCP scenarijih



Vir: IPCC



Vir: Agencija RS za okolje

VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB NA GOZD

Kakšni bi lahko bili učinki podnebnih sprememb na GOZD?

- Abiotske poškodbe
- Poškodbe zaradi insektov in bolezni
- Zmanjšanje vitalnosti, priraščanja in umiranje dreves
- Spremembe rastlinske in živalske vrstne pestrosti ter njihovih habitatov
- Premik vegetacijskih pasov (sever-jug, po nadm. višini)
- Spremembe genetskega potenciala gozdov
- Spremembe zalog ogljika itd.

Vetrolom in snegolom

foto: L. Kutnar



Gozdni požari



Vir: <https://www.dnevnik.si/1042993308>

foto: D. Vodnik

Smrekovi podlubniki



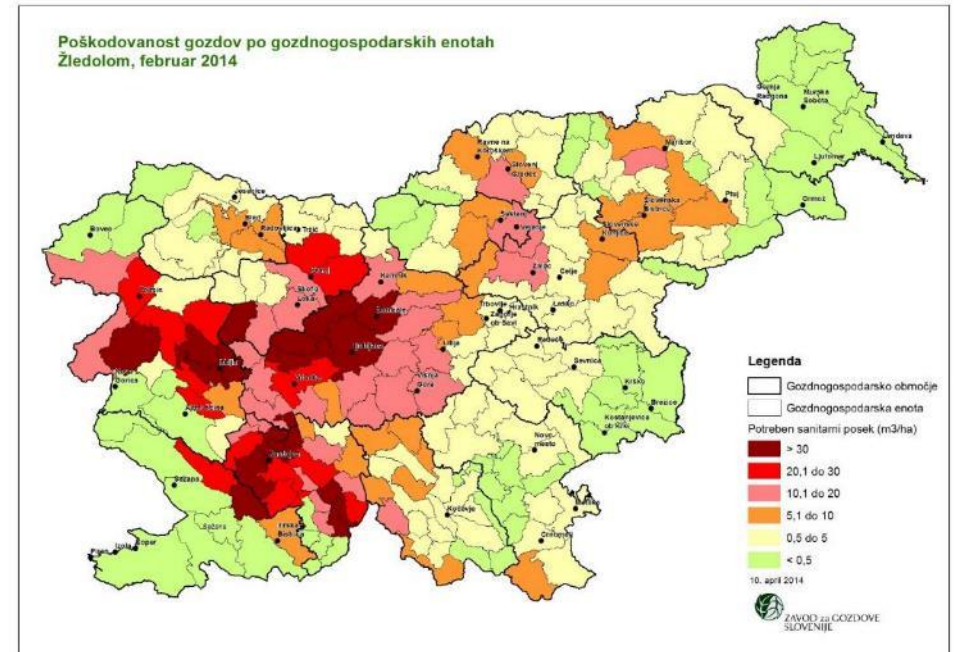
foto: L. Kutnar



Žledolom, februar 2014

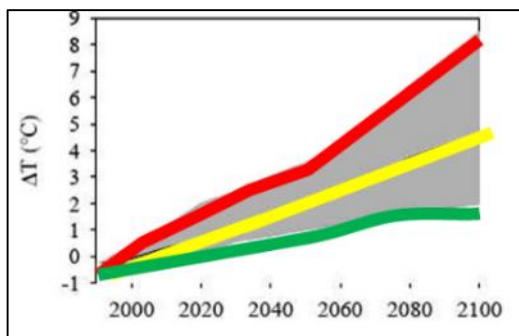
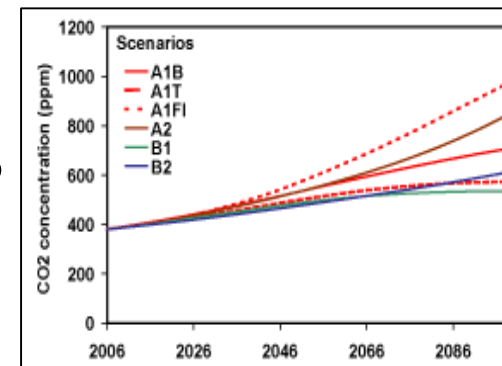


foto: L. Kutnar



Napovedi spreminjanja podnebja v Sloveniji

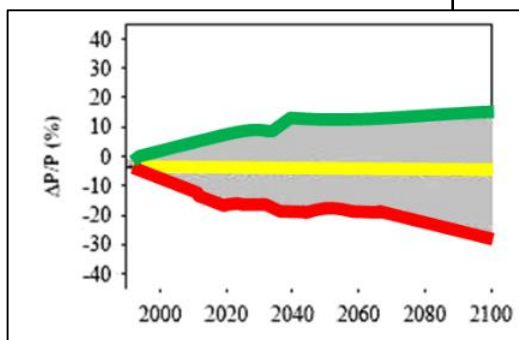
SCENARIJI PODNEBNIH SPREMEMB za Slovenijo na podlagi SRES scenarijev (IPCC) - pripravil K. Bergant (2007)



TEMPERATURA

		SCENARIJI		
		OPTIMISTIČNI (toplo in vlažno)	SREDNJI	PESIMISTIČNI (vroče in sušno)
TEMPERATURA		Min (~ +1,9°C)	Srednje (~ +4,4°C)	Max (~ +6,6°C)
	PADAVINE	Max (~ +4,1%)	Srednje (~ -2,4%)	Min (~ -16,8%)

PADAVINE



Possible Impacts of Global Warming on Forest Tree Species Composition in Slovenia

Lado Kutnar and Andrej Kobler

ISBN 978-3-923381-61-6, US ISBN 1-59326-265-5
© 2014 CATENA VERLAG, 35447 Reiskirchen, Germany
peer reviewed paper

IZVORNI I ZNANSTVENI CLANCI - ORIGINAL SCIENTIFIC PAPERS
Študijski list št. 3-4, CXXXV (2011), 113-126

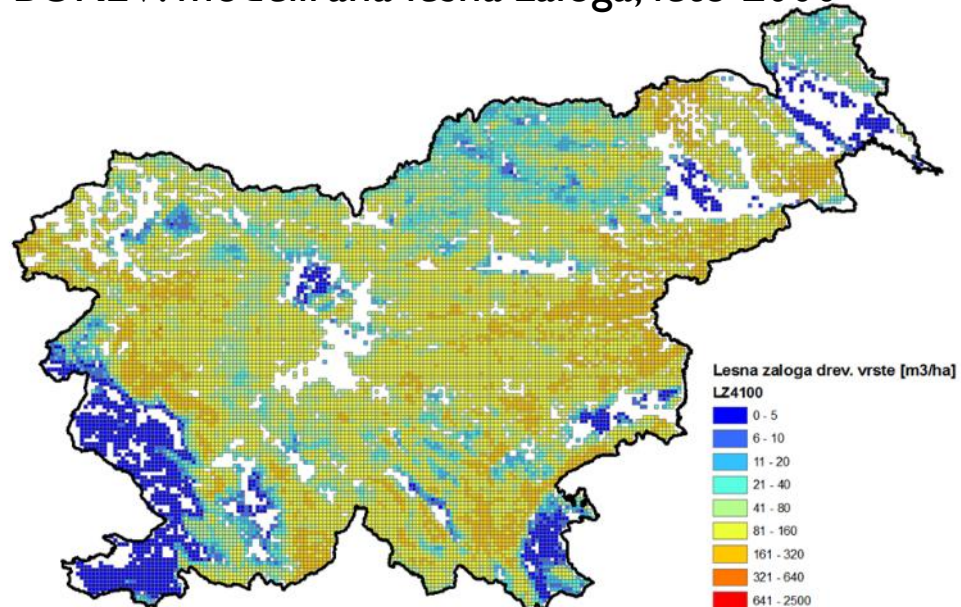
PREDICTION OF FOREST VEGETATION SHIFT DUE TO DIFFERENT CLIMATE-CHANGE SCENARIOS IN SLOVENIA

PROGNOZA PROMJENA ŠUMSKE VEGETACIJE ZBOG RAZLIČNIH SCENARIJA KLIMATSKIH PROMJENA U SLOVENIJI

Lado KUTNAR¹, Andrej KOBLER²

Napovedi spreminjanja deleža bukve v Sloveniji

BUKEV: modelirana lesna zaloga, leto 2000



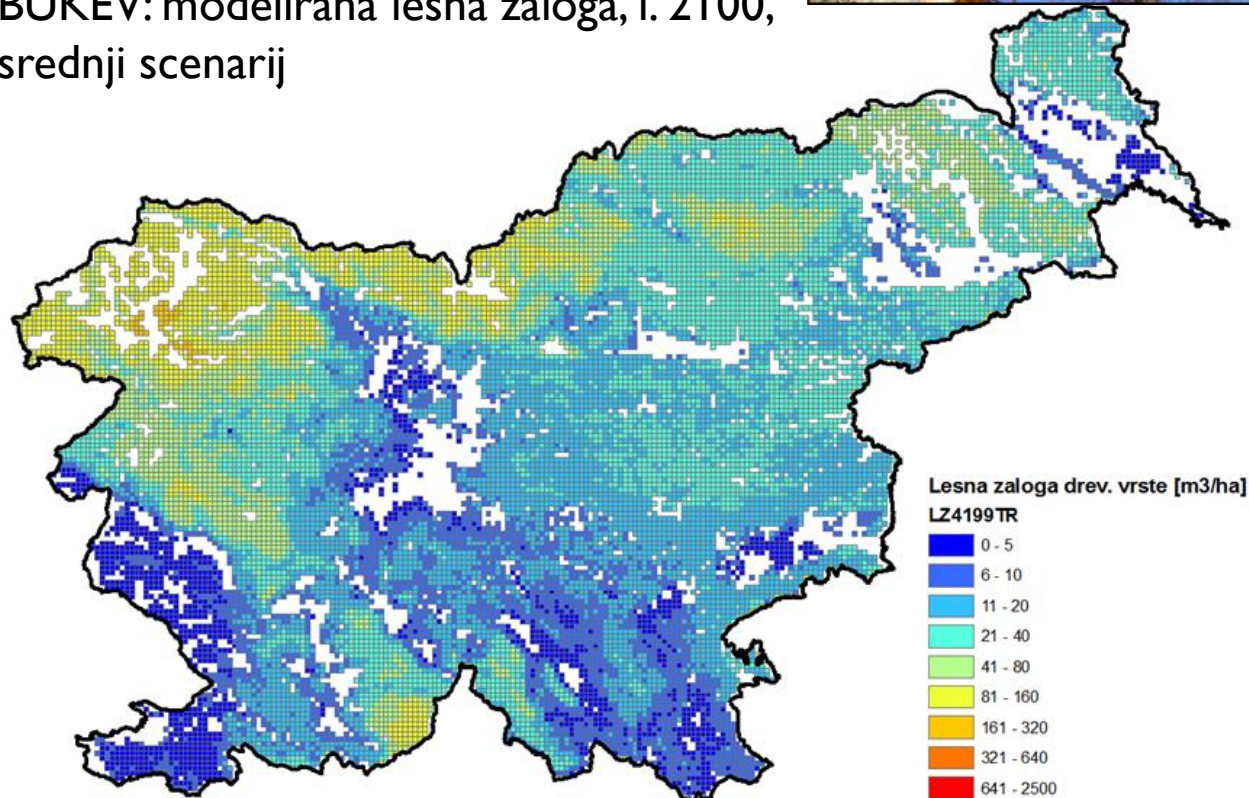
Vir: Kutnar & Kobler, 2014, Advances in Geoecology

Lesna zaloga glavnih drevesnih vrst (ZGS 2021):

- *Fagus sylvatica* (33,0%)
- *Picea abies* (30,0%)
- *Abies alba* (7,5%)

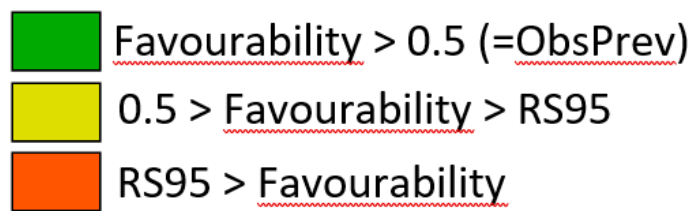
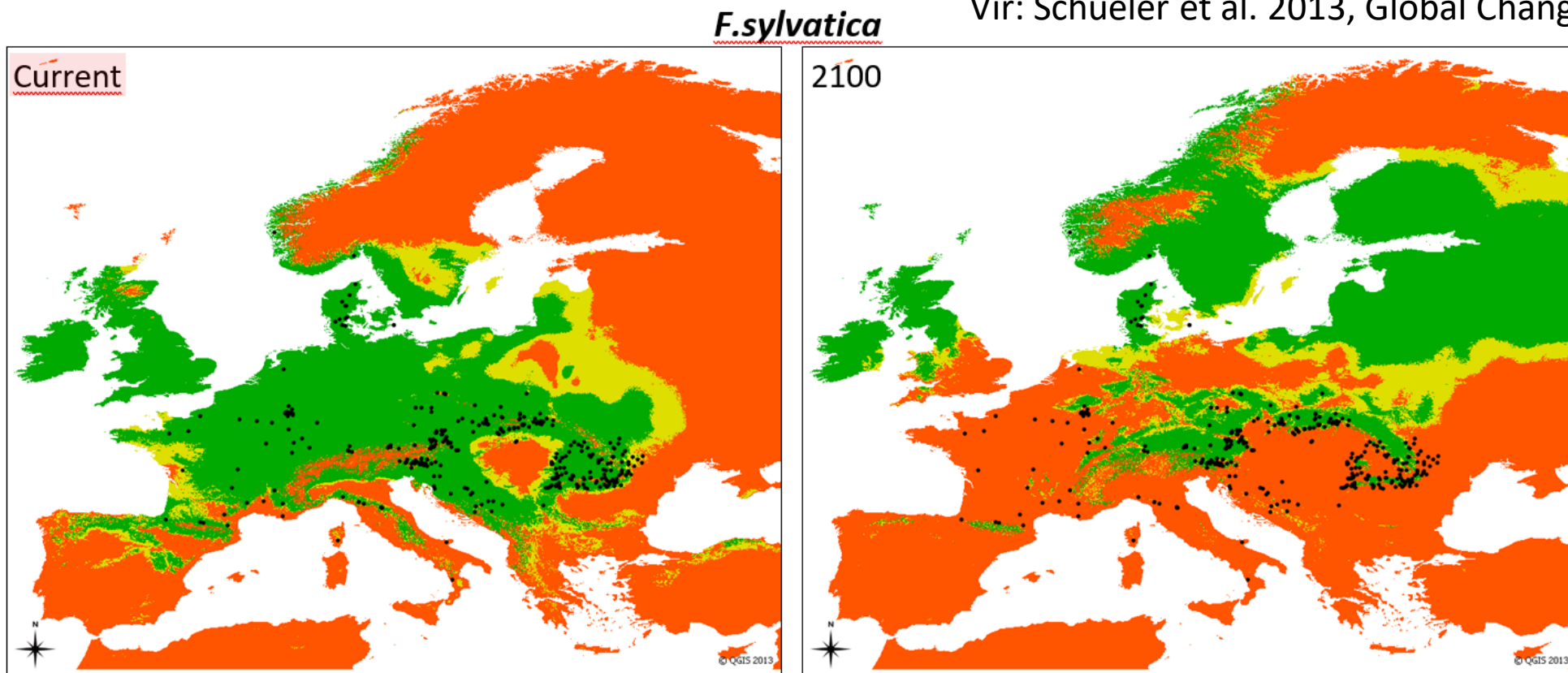


BUKEV: modelirana lesna zaloga, l. 2100, srednji scenarij



Napovedi spreminjanja razširjenosti bukve v Evropi

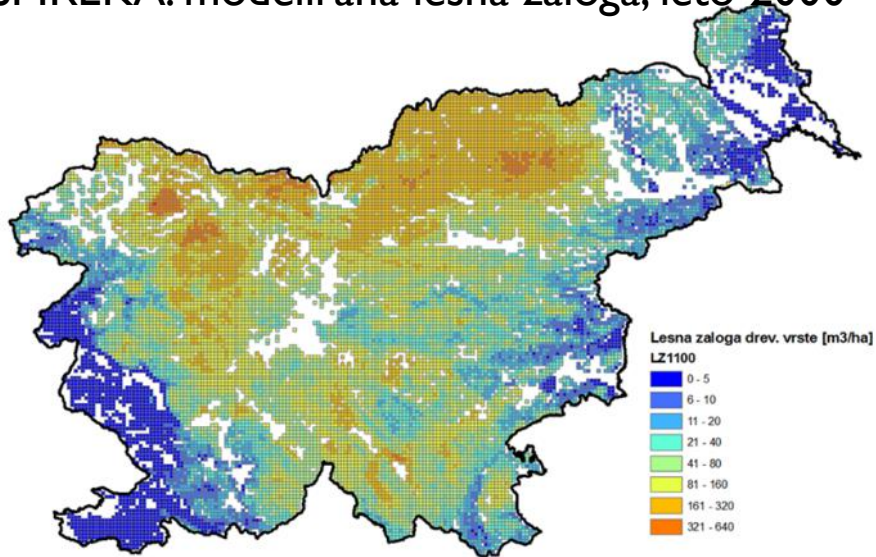
Vir: Schueler et al. 2013, Global Change Biology



Distribution and modelled favourabilities of European beech (*Fagus sylvatica*) with the location of genetic conservation units (black dots)

Napovedi spreminjanja deleža smreke v Sloveniji

SMREKA: modelirana lesna zaloga, leto 2000

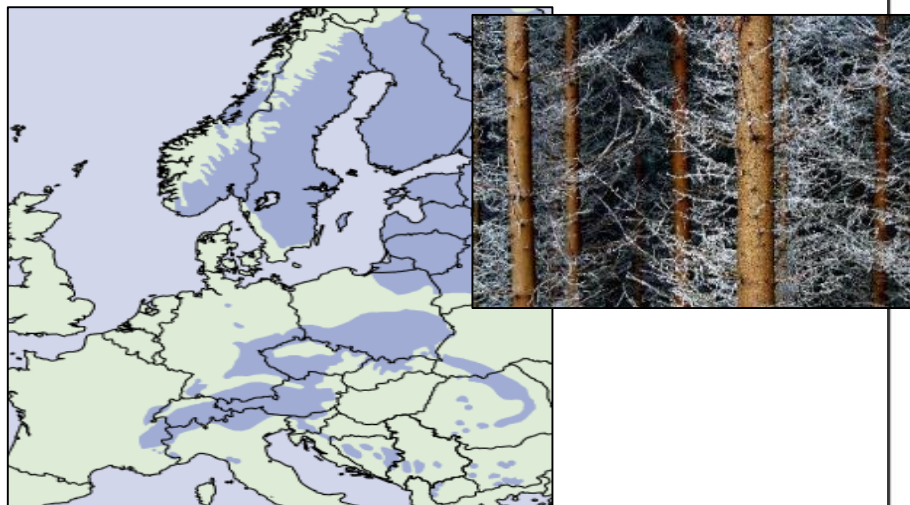
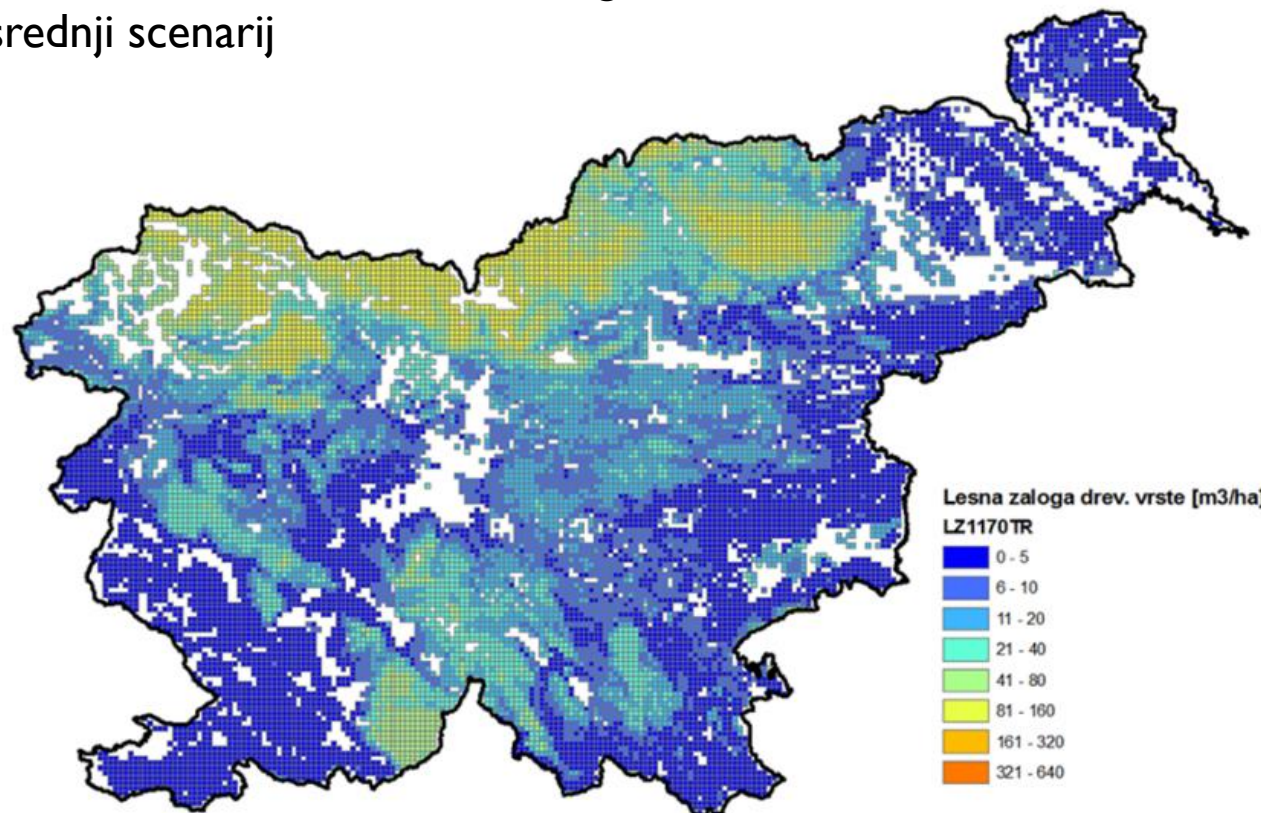


Lesna zaloga glavnih drevesnih vrst (ZGS 2021):

- *Fagus sylvatica* (33,0%)
- *Picea abies* (30,0%)
- *Abies alba* (7,5%)



SMREKA: modelirana lesna zaloga, l. 2100, srednji scenarij



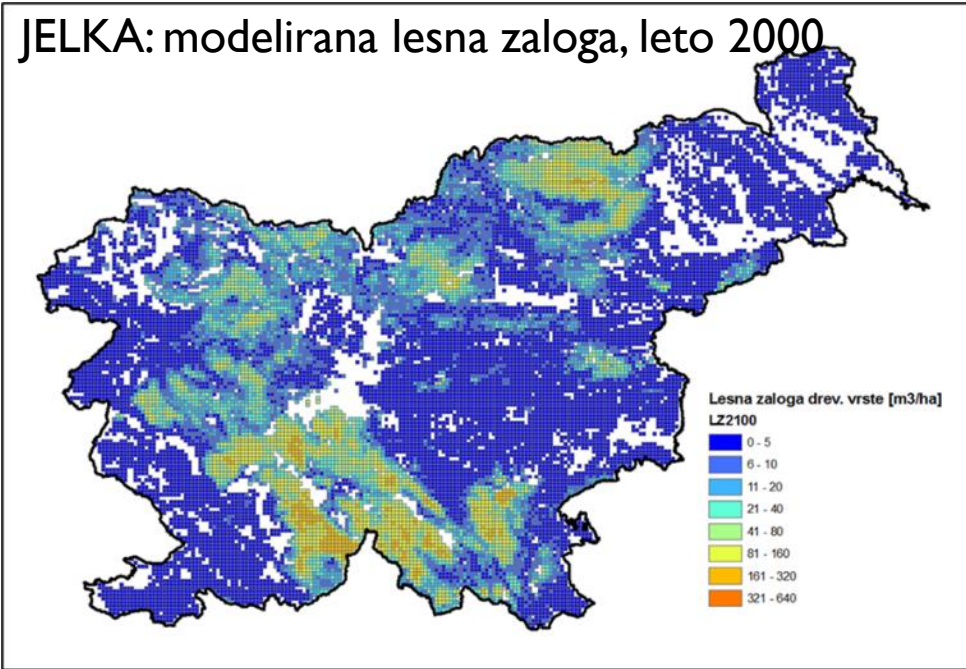
Vir: Skrøppa, T. 2003. EUFORGEN

Vir: Kutnar & Kobler, 2014, Advances in Geoecology

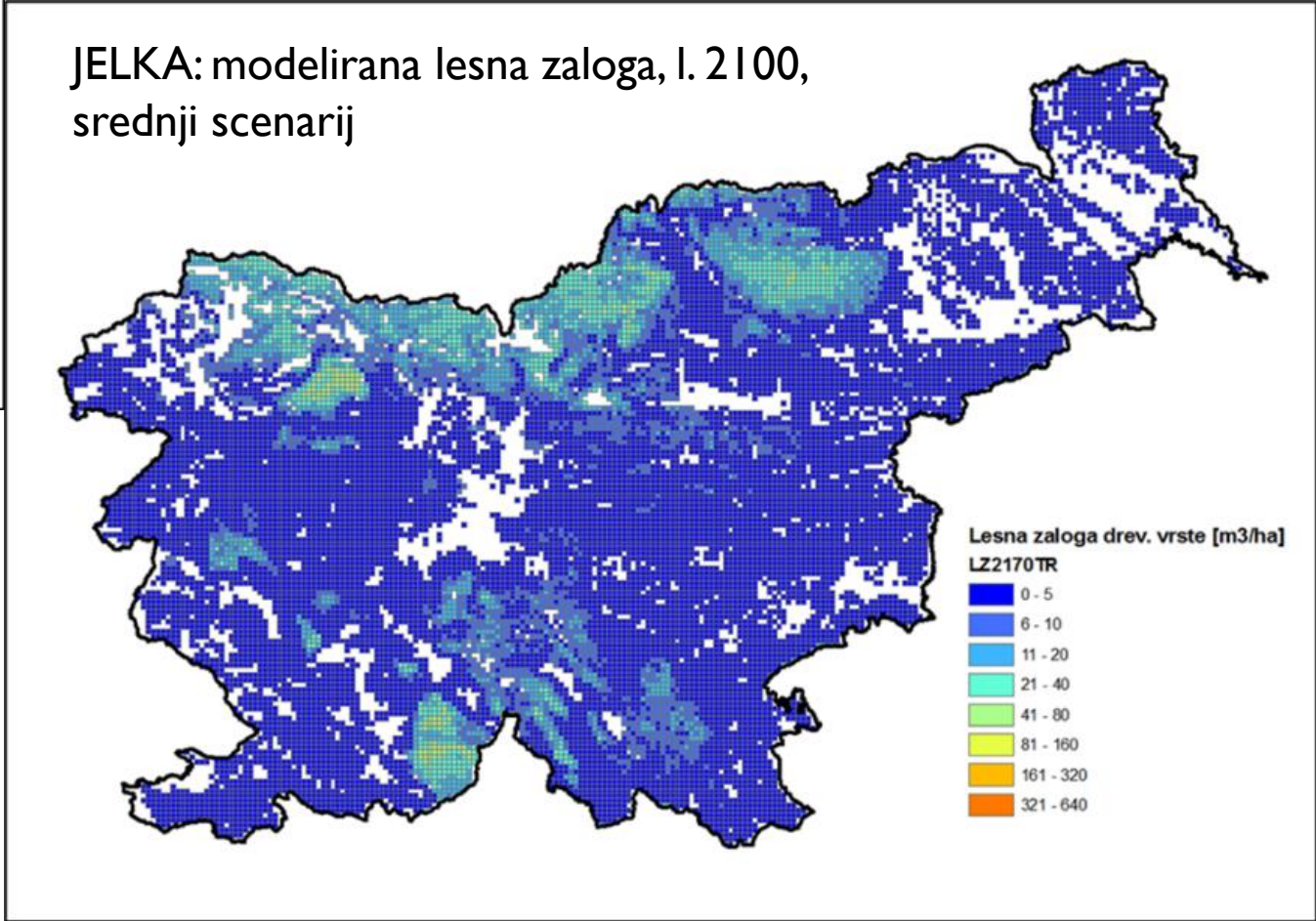
Napovedi spreminjanja deleža jelke v Sloveniji

Lesna zaloga glavnih drevesnih vrst (ZGS 2021):

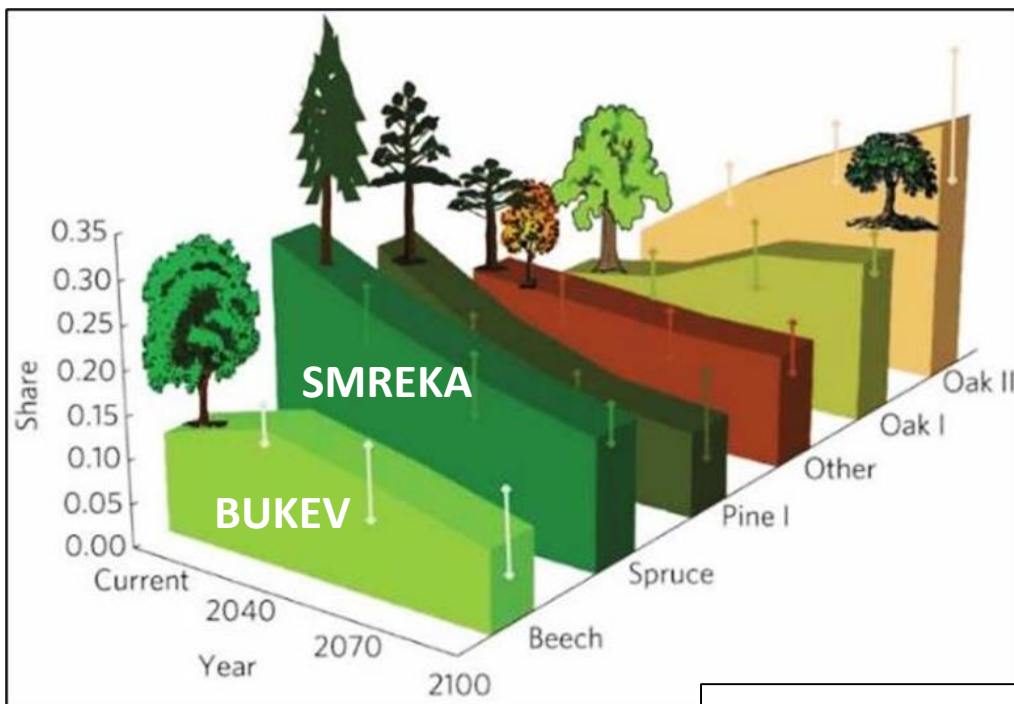
- *Fagus sylvatica* (33,0%)
- *Picea abies* (30,0%)
- *Abies alba* (7,5%)



Vir: Kutnar & Kobler, 2014, Advances in Geoecology



Napovedi spreminjanja deležev drevesnih vrst v Evropi



Vir: Hanewinkel et al. 2013,
Nature Climate Change

nature climate change LETTERS

PUBLISHED ONLINE 23 SEPTEMBER 2012 | DOI:10.1038/NCLIMATE1657

Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land

Marc Hanewinkel^{1,2*}, Dominik A. Cullmann³, Mart-Jan Schelhaas⁴, Gert-Jan Nabuurs⁵ and Niklaus E. Zimmermann⁶

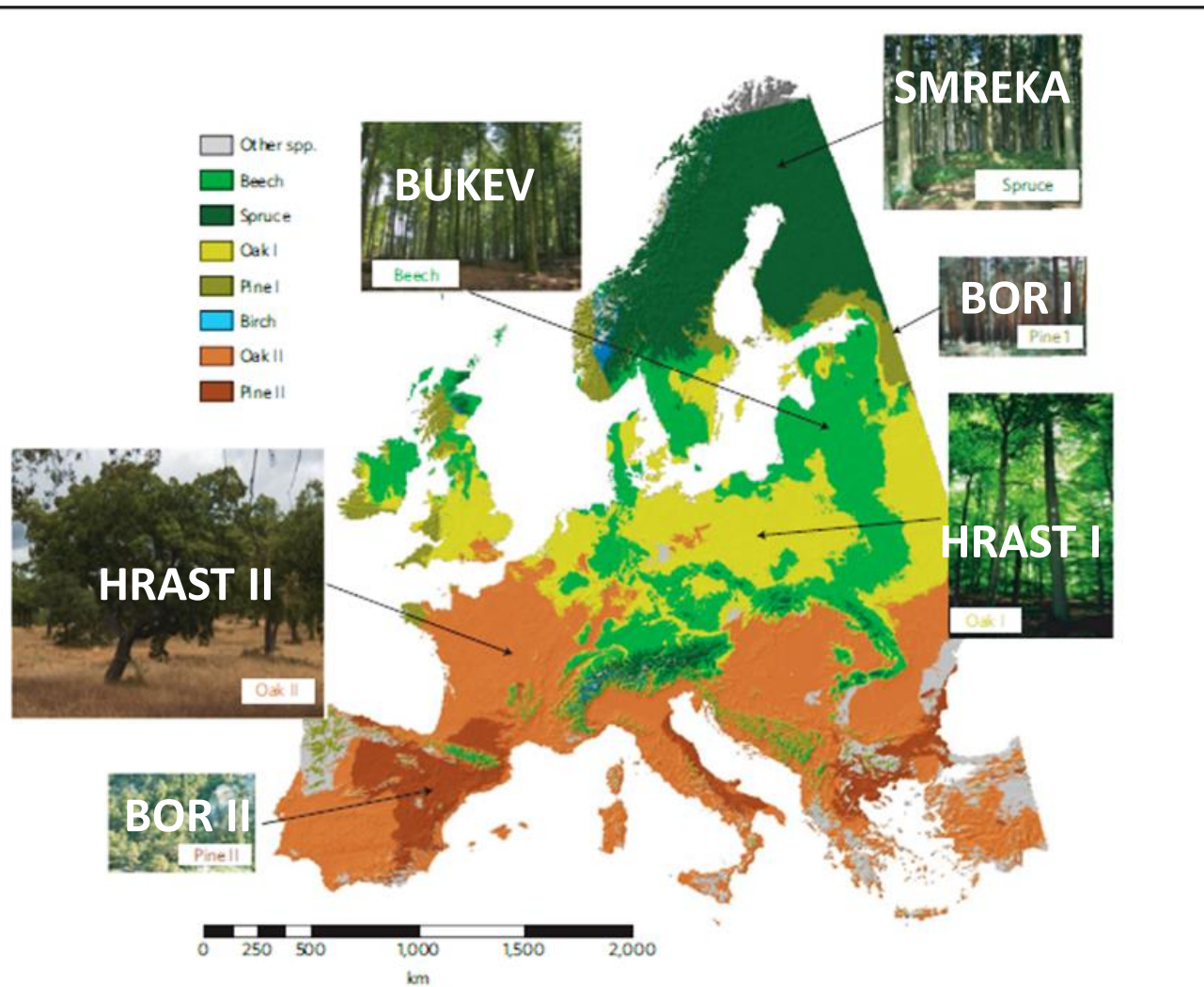
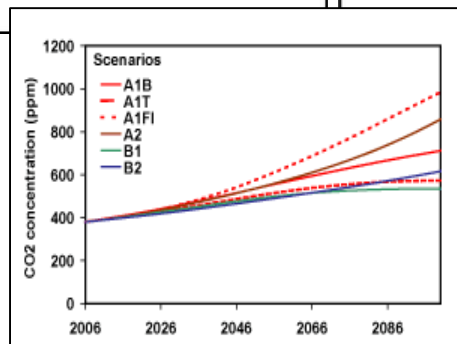
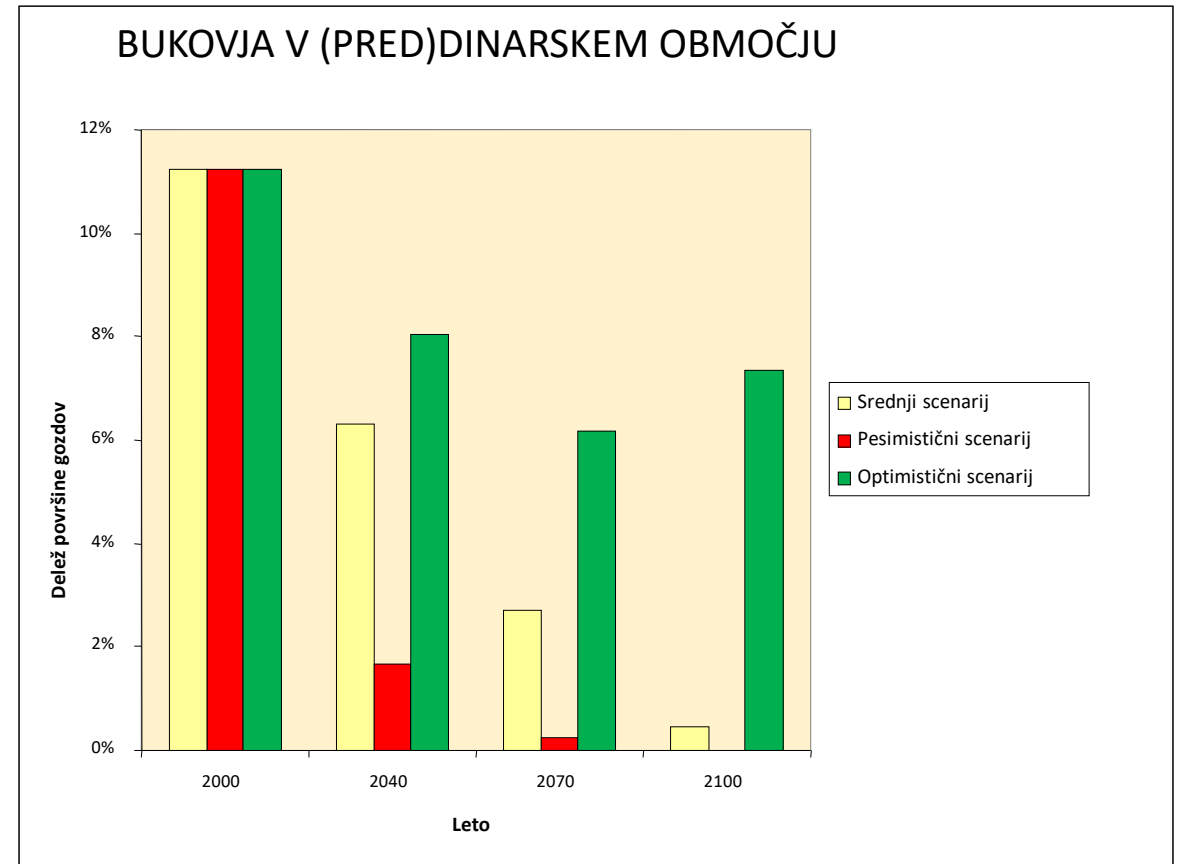
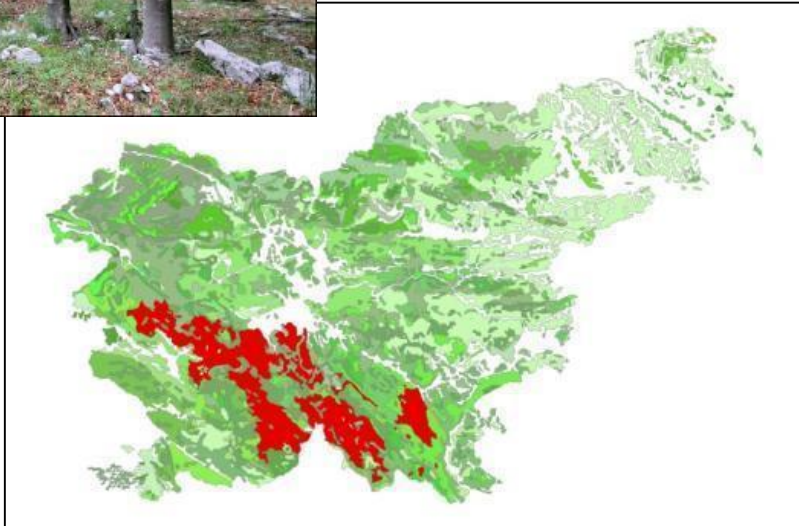


Figure 2 | Potential range of major tree species in Europe for scenario A1B, CLM/ECHAM5—moderate warming (2070–2100). The size (area) of the pictures, showing typical aspects of forests dominated by the modelled species, approximately corresponds to the share of the total area in A1B (2071–2100; birch ~0.3%, not depicted).

Napoved spreminjanja rastiščnih razmer v gozdovih



DINARSKI JELOVO-BUKOVI GOZDOVI
Omphalodo-Fagetum, sin. *Abieti-Fagetum* din.



- zmanjšanje deleža din. jelovo-bukovih gozdov: **gozdnogospodarske, ekološke in naravovarstvene posledice**
- posledično **izguba habitatov ključnih živalskih in rastlinskih vrst** (Natura 2000), pretežno vezanih na te gozdove
- pesimistični scenarij podnebnih sprememb (ekstremno vroče in sušno podnebje): pogoji za rast tega gozda neustrezni

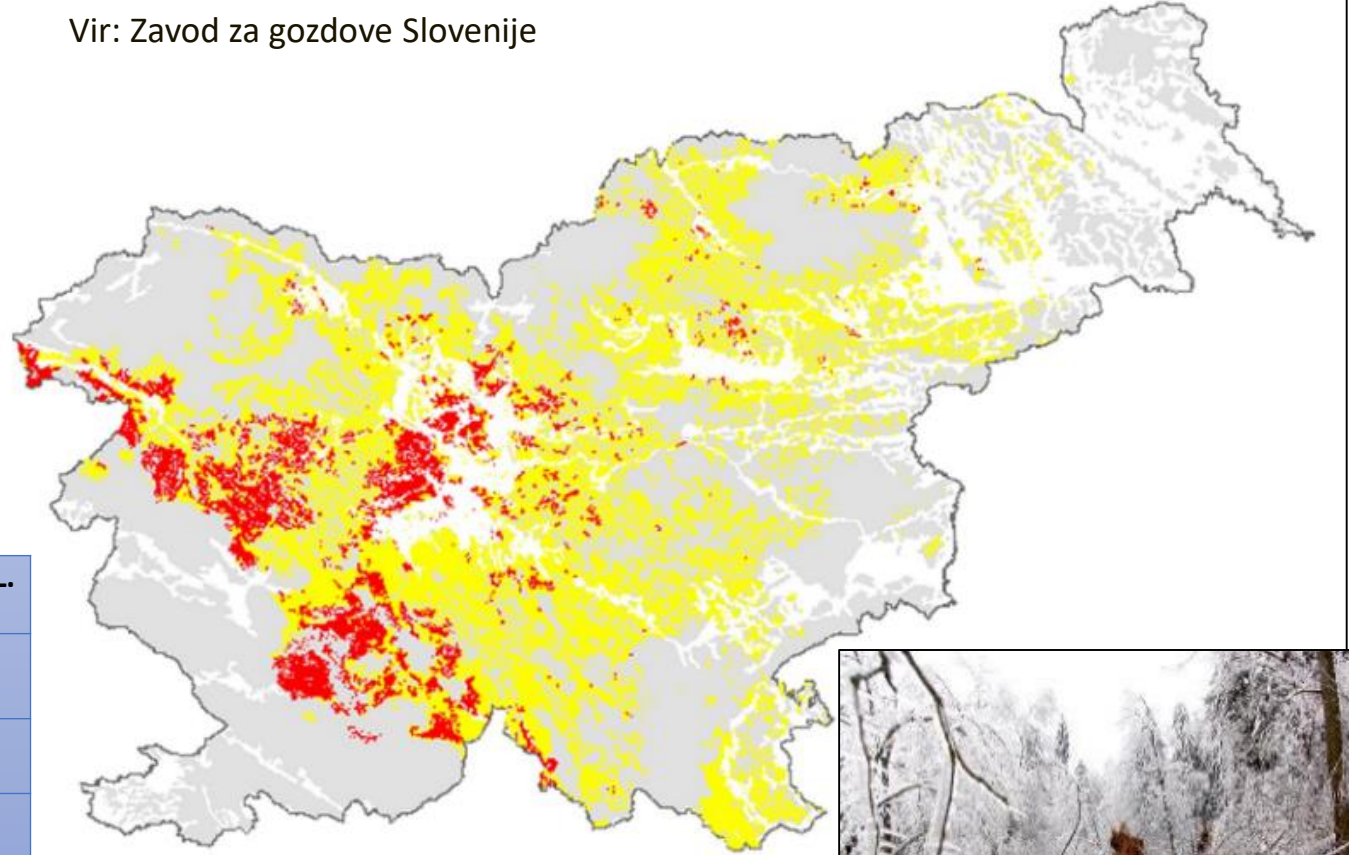
Uresničevanje napovedi spreminjanja gozdov v Sloveniji

DINARSKI JELOVO-BUKOVI GOZDOVI
oz. dinarsko jelovo bukovje



NAJBOLJ POŠKODOVANI GOZDOVI PO ŽLEDU (2014)

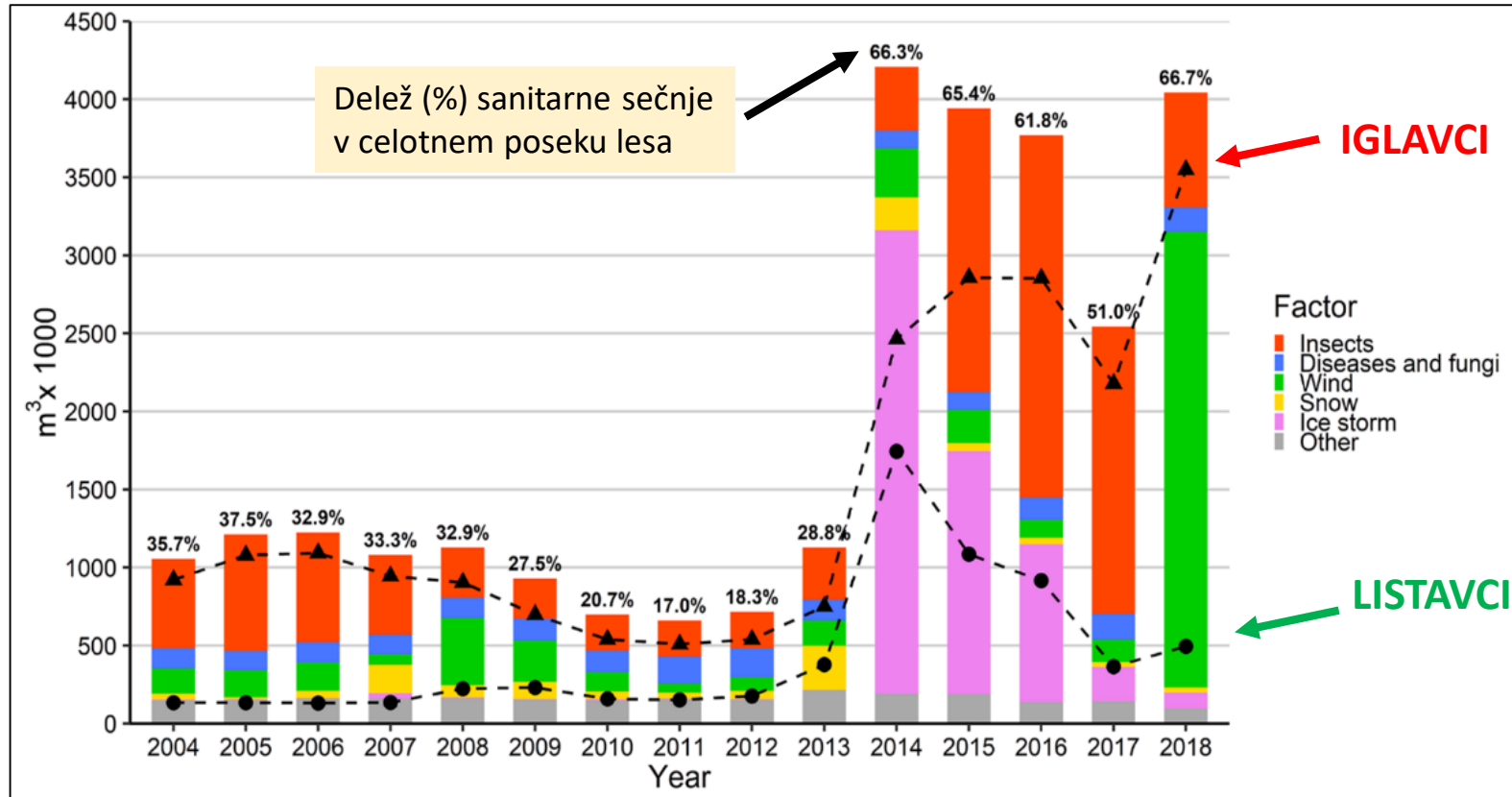
Vir: Zavod za gozdove Slovenije



RASTIŠČNI TIP z največjimi poškodbami po žledu	POVR. DEL. (%)
Dinarsko jelovo bukovje <i>Omphalodo-Fagetum</i> var. geogr. <i>Calamintha grandiflora</i>	13,0
Kisloljubno bukovje z rebrenjačo <i>Blechno-Fagetum</i>	12,2
Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje z belkasto bekico <i>Luzulo-Fagetum</i> s. lat.	8,4
Preddinarsko-dinarsko podgorsko bukovje <i>Hacquetio-Fagetum</i> var. geogr. <i>Ruscus hypog.</i> , var. geogr. <i>Ger. nod.</i>	8,1
Kisloljubno gradnovo bukovje <i>Castaneo-Fagetum</i>	7,0

Poškodovanost gozdov po motnjah (sanitarna sečnja)

(obdobje 2004-2018)



Vir: Zavod za gozdove Slovenije

Delež poškodovanih dreves po glavnih motenjah (v % od celotne lesne zaloge na leto)

obdobje	insekti	bolezni in glive	vetrolom	snegolom	žled	IGLAVCI	LISTAVCI	VSA DREVESA
2004-2008	0.19	0.04	0.07	0.02	0	0.32	0.05	0.37
2009-2013	0.08	0.05	0.04	0.03	0	0.18	0.07	0.25
2014-2018	0.41	0.04	0.21	0.02	0.34	0.79	0.26	1.06
2004-2018	0.22	0.04	0.11	0.03	0.11	0.43	0.13	0.56

Ann. For. Res. 64(2): 67-86, 2021
<https://doi.org/10.15287/afri.2021.2111>

ANNALS OF FOREST RESEARCH
www.afjournal.org

Climate change and disturbances will shape future temperate forests in the transition zone between Central and SE Europe

Lado Kutnar¹*, Janez Kernavnar¹, Anže Martin Pintar²

Negativne posledice abiotskih in biotskih vplivov na gozd

Poškodbe drevja v obdobju 2014-2018 po:

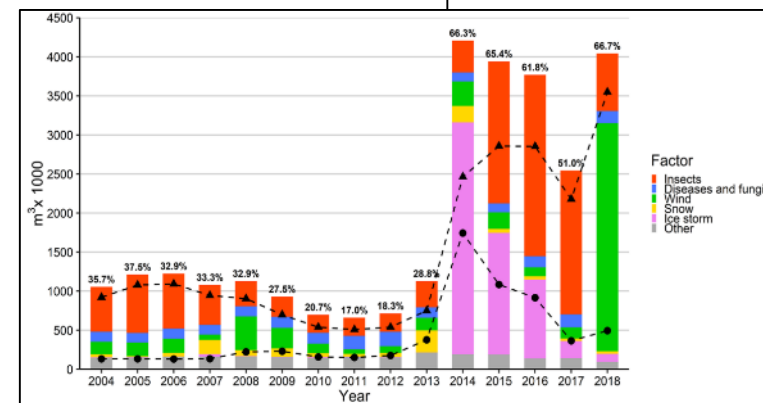
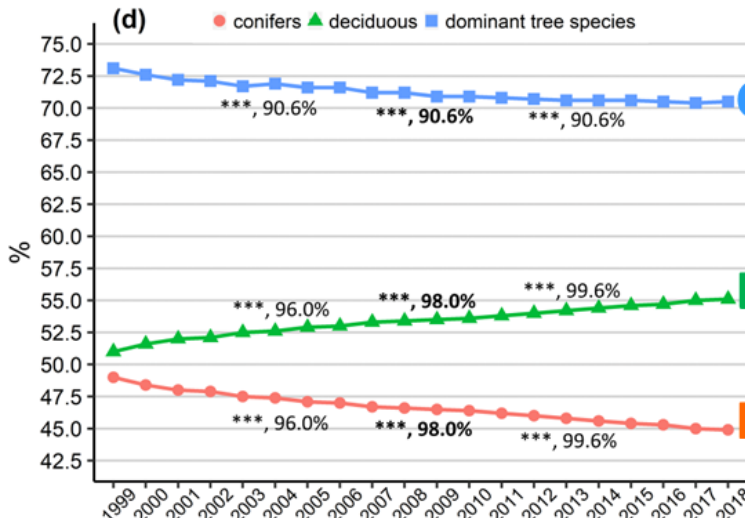
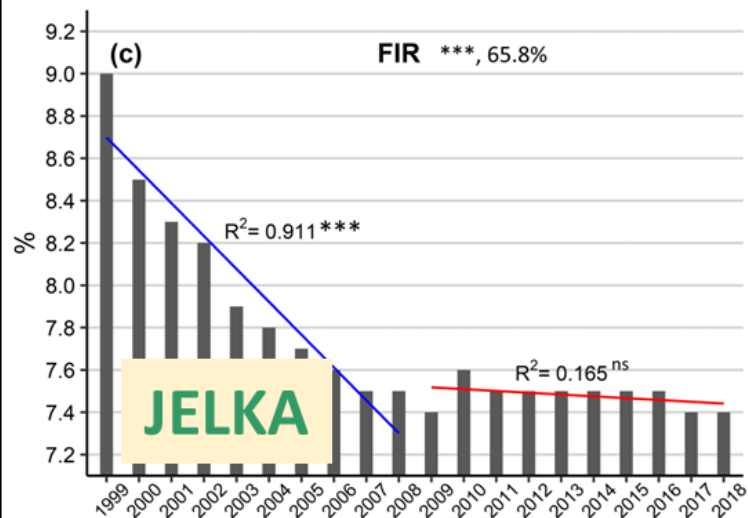
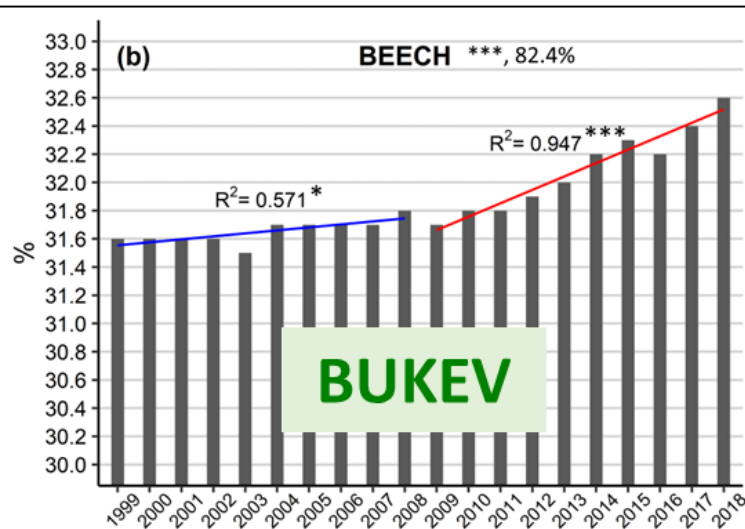
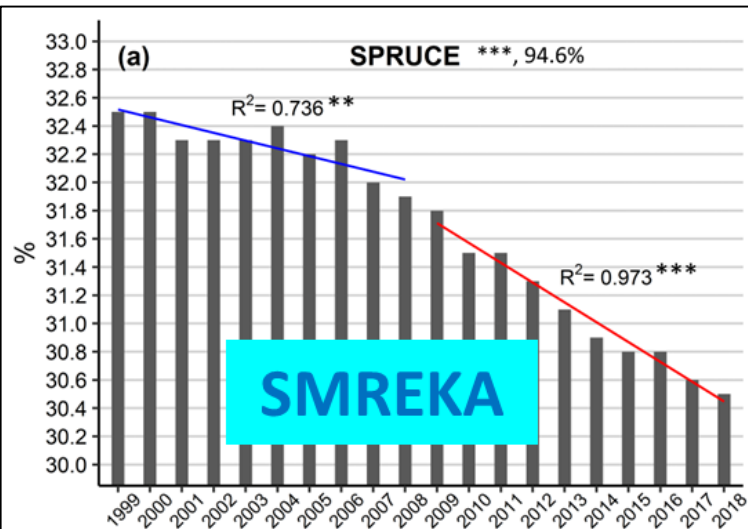
- **podlubnikih** (od l. 2014 naprej): ≈ 7 mio. m^3
- **žledolomu** (l. 2014) – skoraj 6 mio. m^3
- **vetrolomu** (od l. 2014) – več kot 3,5 mio. m^3

Vir: Zavod za gozdove Slovenije



Skupna lesna zaloga
slovenskih gozdov v letu
2021: ≈ 360 mio. m^3

Uresničevanje napovedi spreminjanja gozdov v Sloveniji



Vir: Kutnar et al. 2021, Ann For Res

L. Kutnar, Biotska raznovrstnost gozdov v Sloveniji in vplivi podnebnih sprememb

Lesna zaloga glavnih drevesnih vrst (ZGS 2021):

- *Fagus sylvatica* (33,0%)
- *Picea abies* (30,0%)
- *Abies alba* (7,5%)

Zaključki

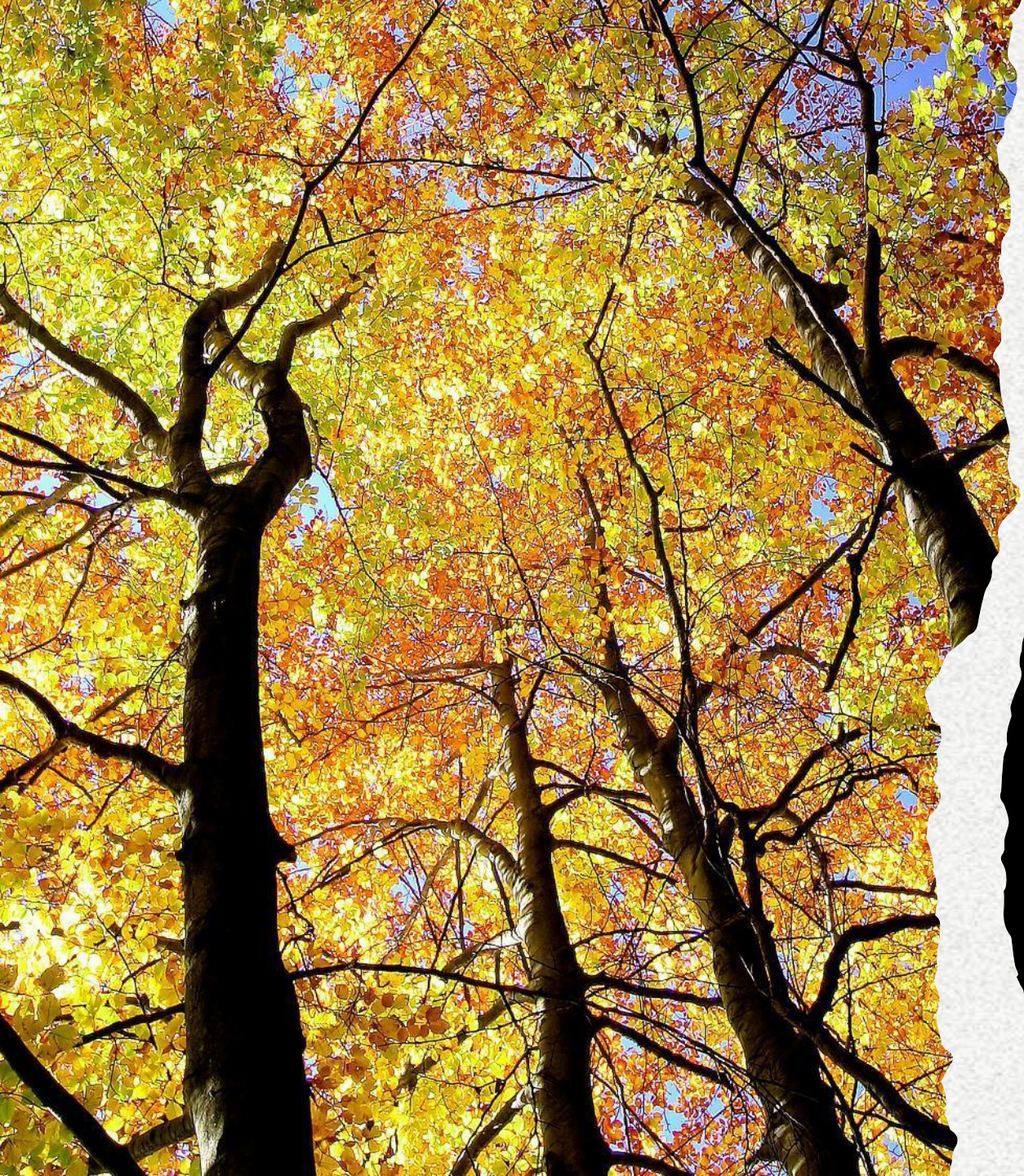
- **Podnebne spremembe** in spremljajoče **motnje** vplivajo na **strukturo in vrstno sestavo** gozdov v Sloveniji ter njihove **značilnosti in delovanje**.
- Podnebje v Sloveniji se je v zadnjem obdobju v povprečju **segrevalo** za dobrih **0,4 °C na desetletje** (pričakovano segrevanje za več kot **4 °C v stoletju**). Povprečna T v **poletnem času** bi lahko narasla za več kot **5 °C**.
- Vplive podnebnih sprememb v gozdovih pospešujejo tudi različne **abiotske in biotske motnje**, ki trenutno **letno** povzročajo škodo **na več kot 1 % lesne zaloge** gozdov.
- Po uničujočem **žledolomu v letu 2014** ter z njim povezanimi prenamnožitvami **podlubnikov in vetrolomi** v naslednjih letih se je delež **sanitarne sečnje** (posek in odstranitev poškodovanih dreves) povečal s prib. **1/3 na 2/3 celotnega poseka drevja**.

Zaključki

- Trenutno prevladujoči **bukovi gozdovi** bi se ob izrazitem segrevanju podnebja z daljšimi sušnimi obdobji lahko postopoma **spremenili v toploljubne (bukove) gozdove**.
- Ob nadaljevanju trendov segrevanja podnebja bi se lahko spremenili v še **bolj toploljubne** (termofilne) **gozdove** drugih listavcev, ponekod bi lahko prevladala tudi **vednozelená** (mediteranska) **vegetacija**.
- V teh gozdovih bi prevladovale drevesne vrste, ki so bolj prilagojene na zelo **sušne in tople** razmere. **Zmanjšala** bi se njihova **gospodarska vrednost** in **povečala** občutljivost na **požare**.
- Po napovedih modelov bo prišlo do izrazite **zamenjave** primarnih in drugotnih **gozdov smreke in jelke** z gozdovi listavcev.
- Delež **smreke** se v zadnjem času že **močno zmanjšuje**, zlasti v **nižje ležečih območjih** - izven njenega **naravnega areala razširjenosti**, kjer **podnebje** postaja vse bolj **neprimerno** zanjo.

Zaključki

- Ob koncu stoletja bi lahko bil areal **najpomembnejših** drevesnih vrst (bukev, smreka in jelka) omejen predvsem **na gorski in visokogorski pas**. Skupni delež teh drevesnih vrst se je v zadnjem obdobju **že zmanjšal**.
- Povečal bi se delež in razširjenost **toploljubnih drevesnih vrst**.
- Ne glede na napovedi za prihodnost je smiselno **nadaljevati** s konceptom **sonaravnega gospodarjenja z gozdovi**.
- **Širok nabor drevesnih vrst** in njihovih **provenienc** je pomemben predpogoj za razmeroma stabilne gozdove.
- Vzdrževati je treba **naravno biotsko raznovrstnost** na čim **višji ravni** in skrbeti za čim bolj **razgibano in raznomoerno strukturo** gozdov. Ohranjati moramo čim bolj **strnjene gozdne sestoje** s čim **manj** velikih sestojnih **vrzeli**.



L. Kutnar, 2022. Biotska raznovrstnost gozdov v Sloveniji in vplivi podnebnih sprememb

HVALA

- Javna gozdarska služba - JGS naloga 1/2 (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije)
- Programska skupina P4-0107 (ARRS - Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije)