

NAPOVEDI VPLIVOV PODNEBNIH SPREMEMB IN VELIKOPOVRŠINSKIH MOTENJ NA GOZD IN DRUGE NARAVNE EKOSISTEME

učno gradivo pri predmetu
Globalne spremembe in gozdni ekosistemi
BF Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire



doc. dr. Lado KUTNAR
Oddelek za gozdno ekologijo
Gozdarski inštitut Slovenije
Ljubljana

Ljubljana, 20. februar 2025

1

Požar na Krasu: 15. - 29. julij 2022



<https://obalaplus.si/vzrok-pozara-na-krasu-ni-bit-clovek/>
<https://www.dnevnik.si/1042993362>, foto: Slovenska vojska
<https://n1info.si/rovnice/slovenija/>

Lado Kutnar, 2025: NAPOVEDI VPLIVOV PODNEBNIH SPREMEMB IN VELIKOPOVRŠINSKIH MOTENJ NA GOZD IN DRUGE NARAVNE EKOSISTEME

2

Poplave v Sloveniji: 4. - 5. avg. 2023

Vir: <https://www.rtvsl.si/enostavna/slovenija/poplave-2023-4-in-5-avgust/677094>



Poplave v Komendi. Foto: Arso/Boris Nose
Poplavljenja Mežica. Foto: MMC RTV SLO/Radko Grabner
Polhov Gradec, pod vodo. Foto: Arso/Nejc Bernik
Zemeljski plaz v Kamniku. Foto: MMC RTV SLO

Vir: <https://www.koroskenovice.si/poplave-2023-pomoc>

Lado Kutnar, 2025: NAPOVEDI VPLIVOV PODNEBNIH SPREMEMB IN VELIKOPOVRŠINSKIH MOTENJ NA GOZD IN DRUGE NARAVNE EKOSISTEME

3

KAZALO VSEBINE

1. SPREMEMBE PODNEBJA V PRETEKLOSTI
2. NAPOVEDI SPREMOMB PODNEBNIH PARAMETROV V 21. STOLETJU
3. NAPOVEDI UČINKOV PODNEBNIH SPREMEMB IN MOTENJ
4. NAPOVEDI PRERAZPOREDITVE SLOVENSkih GOZDOV ZARADI PODNEBNIH SPREMEMB
5. NAPOVEDI PREOBLIKOVANJA DELEŽEV DREVESNIH VRST V SLOVENSkih GOZDOVIH ZARADI PODNEBNIH SPREMEMB
6. URESNIČEVANJE NAPOVEDI PODNEBNIH SPREMEMB IN VPLIV MOTENJ NA SLOVENSKE GOZDOVE
7. ZAKLJUČKI

Lado Kutnar, 2025: NAPOVEDI VPLIVOV PODNEBNIH SPREMEMB IN VELIKOPOVRŠINSKIH MOTENJ NA GOZD IN DRUGE NARAVNE EKOSISTEME

4

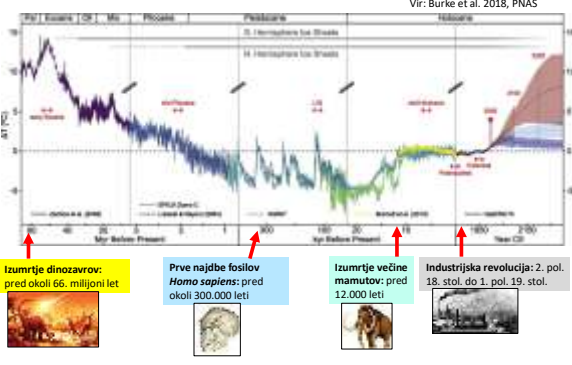
1) SPREMEMBE PODNEBJA V PRETEKLOSTI

Lado Kutnar, 2025: NAPOVEDI VPLIVOV PODNEBNIH SPREMEMB IN VELIKOPOVRŠINSKIH MOTENJ NA GOZD IN DRUGE NARAVNE EKOSISTEME

5

SPREMEMBE TEMPERATURNEGA REŽIMA

Vir: Burke et al. 2018, PNAS



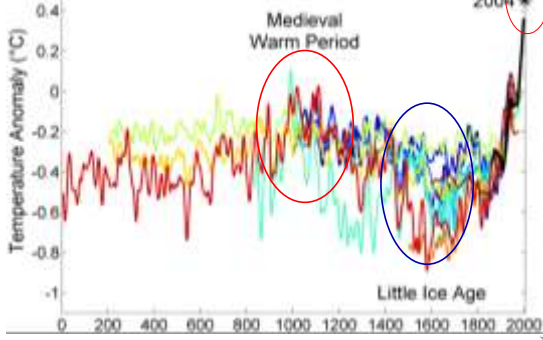
Izumrtje dinosavrov: pred okoli 66. milijoni let
Prve najdbe fosilov *Homo sapiens*: pred okoli 300.000 leti
Izumrtje večine mamutov: pred 12.000 leti
Industrijska revolucija: 2. pol. 18. stol. do 1. pol. 19. stol.

Lado Kutnar, 2025: NAPOVEDI VPLIVOV PODNEBNIH SPREMEMB IN VELIKOPOVRŠINSKIH MOTENJ NA GOZD IN DRUGE NARAVNE EKOSISTEME

6

SPREMEMBE TEMPERATURNEGA REŽIMA

Rekonstrukcija temperature za SEVERNO POLOBLJO za obdobje zadnjih 2000 let



7

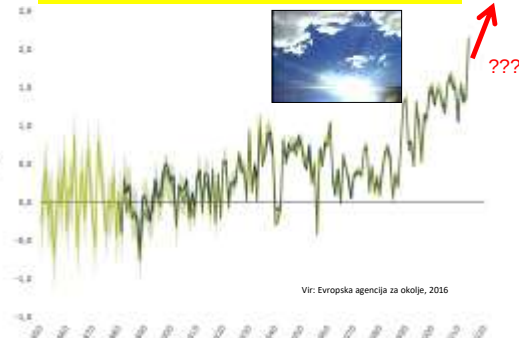
SPREMEMBE TEMPERATURNEGA REŽIMA

Zemlja: odklon svetovnega povprečja letne temperature od povprečja 1850-1900 (°C)



8

SPREMEMBE TEMPERATURNEGA REŽIMA

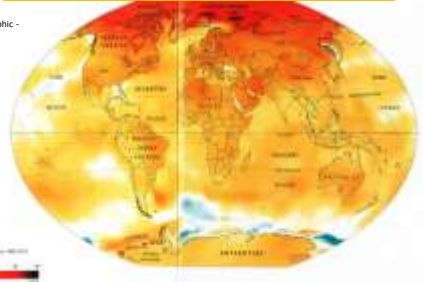


Evropa: relativna odstopanja povprečne letne temperature med obdobjem 1850 in 2014 glede na predindustrijsko obdobje

9

Spreminjanje temperature, 1960-2014

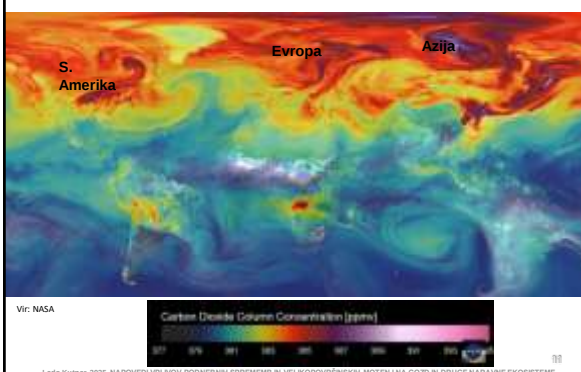
Vir: National Geographic - Slovenija, nov. 2015



- Zemlja se je v 20. stoletju segrela za 0,85°C (večinoma po letu 1960).
- Regionalne razlike: nekateri deli Arktike so se ogreli celo za več kot 9°C, območja blizu Antarktike so se ohladila.
- Segrevanje se v veliki meri ujema s porastom izpustov ogljikovih spojin v čedalje bolj industrializiranem svetu.

10

Koncentracije ogljikovega dioksida (CO₂) v atmosferi



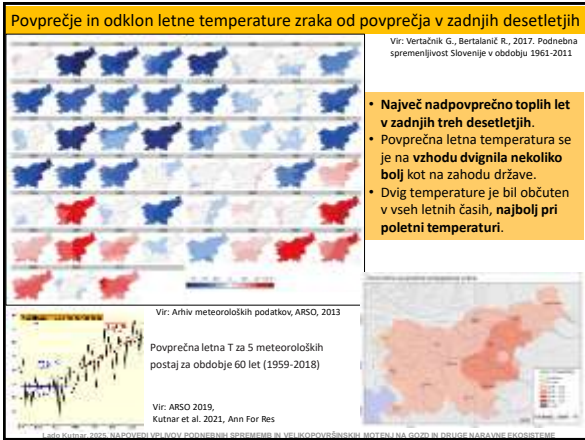
11

Spremembe podnebja v Sloveniji, 1960-2011

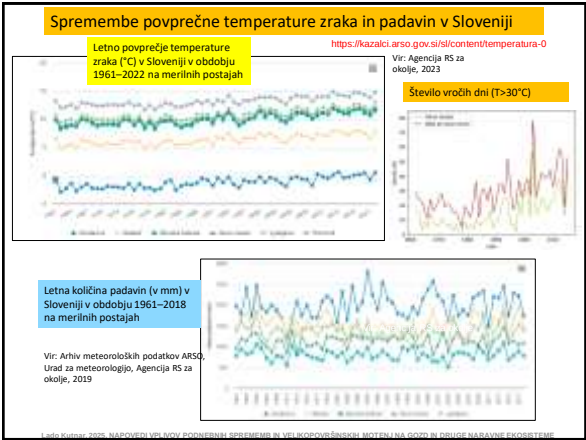
PODNEBNA SPREMENLJIVOST SLOVENIJE V OBDOBJU 1961-2011 (ARSO 2018):

- Povprečna temperatura se je od 60 let prejšnjega stoletja dvignila za okrog 2 °C, z največjim trendom naraščanja temperature zraka poleti (0,44 °C/desetletje).
- Trajanje sončnega obsevanja se je v obdobju 1961-2011 povečevalo za okrog 30-40 ur na desetletje, najbolj na račun povečanja pomladi in poleti.
- Zaradi velike naravne spremenljivosti padavin dolgoročne spremembe v višini padavin niso tako zanesljive kot spremembe temperature in sončnega sevanja.
- Najbolj gotovo je zmanjševanje količine padavin samo na nekaterih območjih Slovenije pomladi in poleti, na letni ravni pa zmanjšanje količine padavin v zahodni polovici države.
- Skupna snežna odeja se statistično značilno zmanjšuje v višjih legah (do 20 % na desetletje) in tudi v nižjih legah (do 15 % na desetletje).

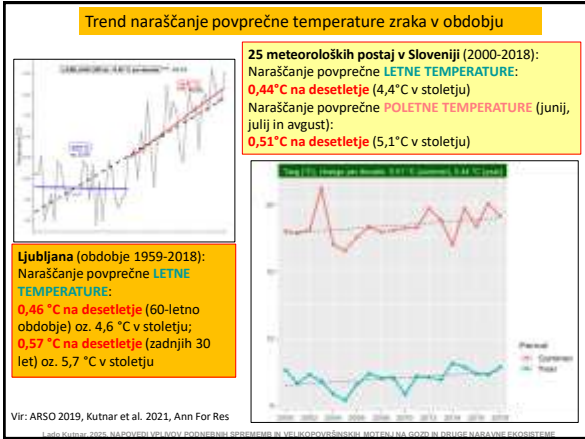
12



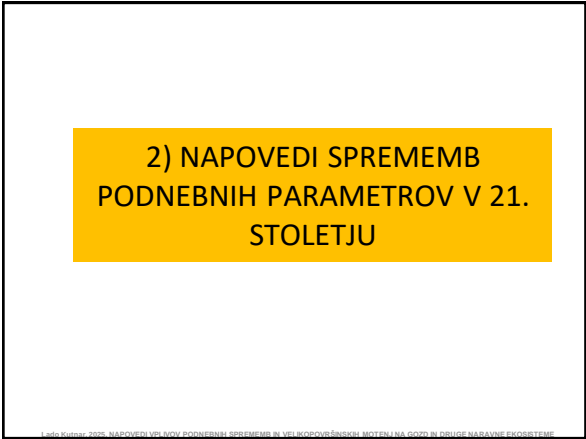
13



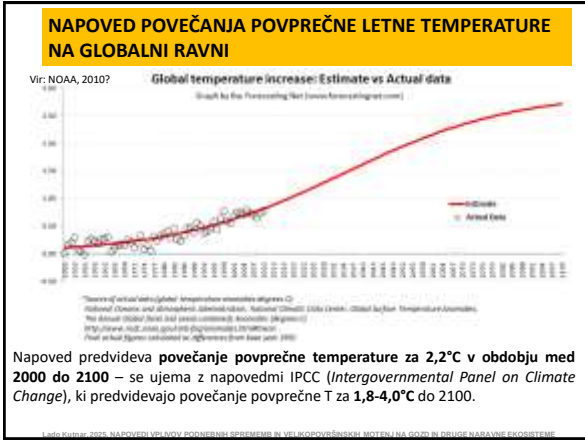
14



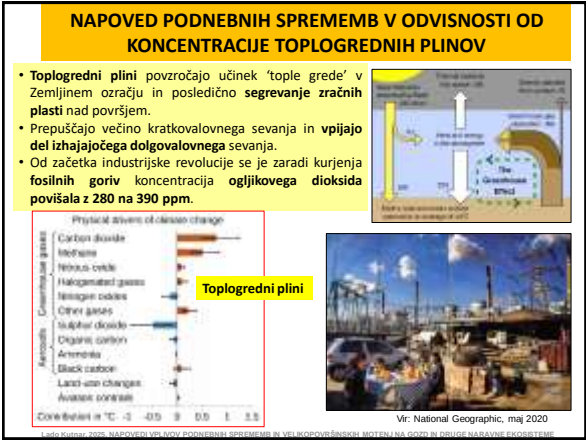
15



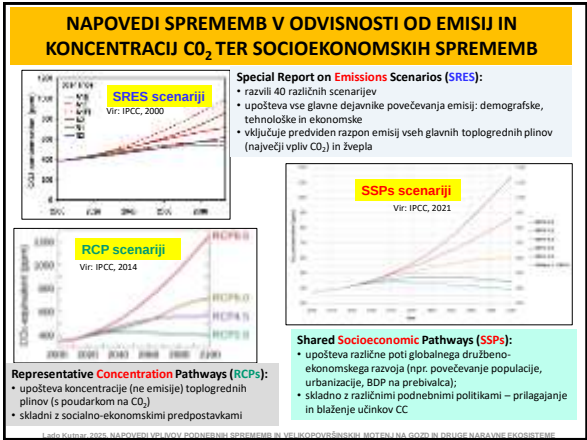
16



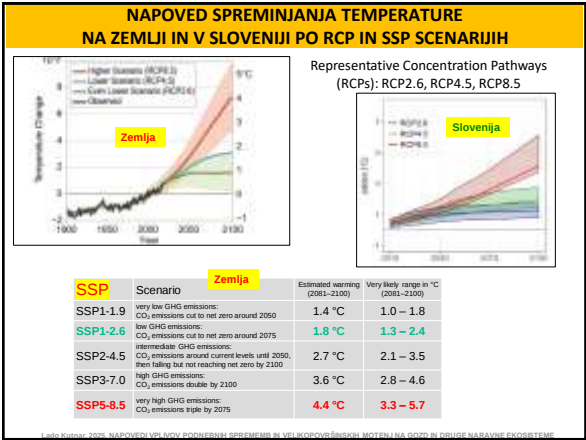
17



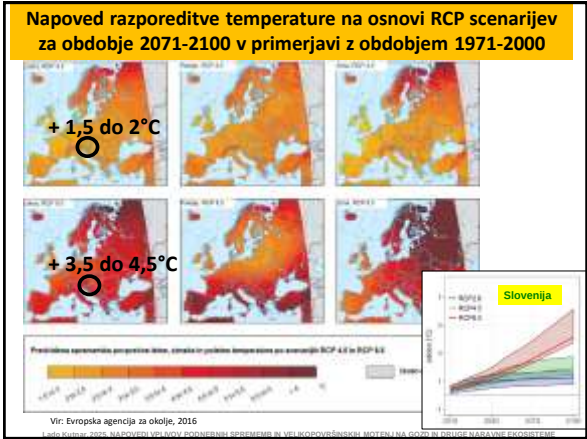
18



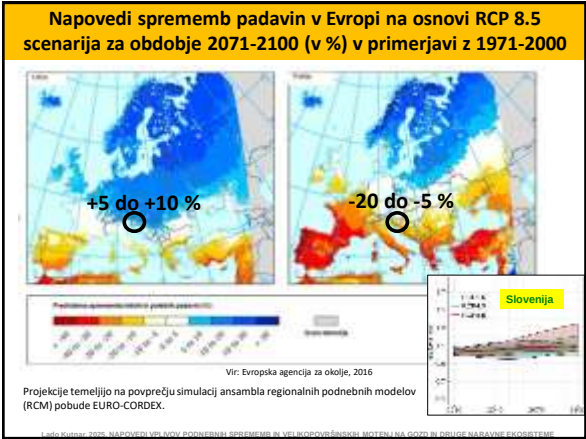
19



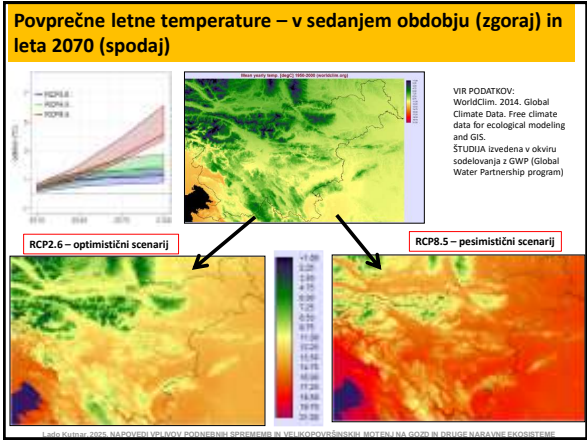
20



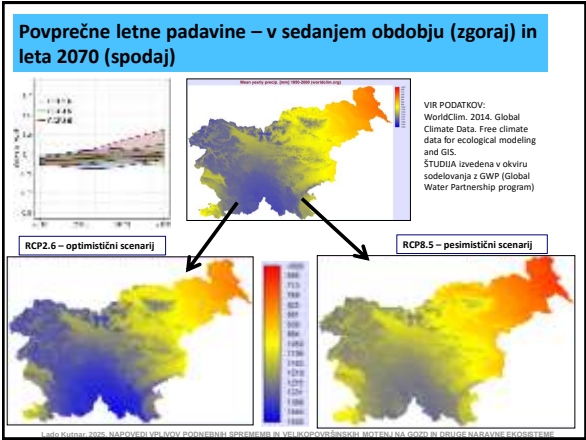
21



22



23



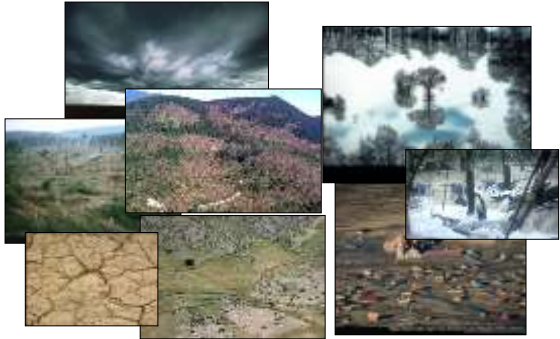
24

3) NAPOVEDI UČINKOV PODNEBNIH SPREMEMB IN MOTENJ

25

EKSTREMNI VREMENSKI DOGODKI

suše, poplave, vetrolomi, žled, snegolomi, itd.



26

TALJENJE LEDENIKOV V GORAH IN NA ZEMELJSKIH POLIH



On February 6, 2020, weather stations recorded the hottest temperature on record for Antarctica. Thermometers at the Esperanza Base reached 18.3°C.

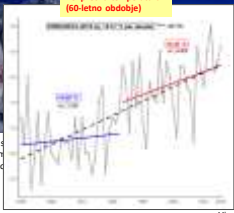
27

TALJENJE TRIGLAVSKEGA LEDENIKA

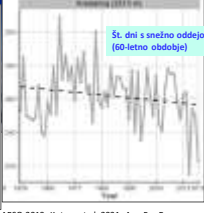


TRIGLAVSKI LEDENIK	
Posledica taljenja 1986-2019	
Leto	Povprečna temperatura (°C)
1986	1.0
1987	1.0
1988	1.0
1989	1.0
1990	1.0
1991	1.0
1992	1.0
1993	1.0
1994	1.0
1995	1.0
1996	1.0
1997	1.0
1998	1.0
1999	1.0
2000	1.0
2001	1.0
2002	1.0
2003	1.0
2004	1.0
2005	1.0
2006	1.0
2007	1.0
2008	1.0
2009	1.0
2010	1.0
2011	1.0
2012	1.0
2013	1.0
2014	1.0
2015	1.0
2016	1.0
2017	1.0
2018	1.0
2019	1.0

Povprečna temperatura (60-letno obdobje)



Št. dni s snežno odejo (60-letno obdobje)



28

ŠIRJENJE PUŠČAV (DEZERTIFIKACIJA)



29

GOZDNI POŽARI



30

GOZDNI POŽARI

- območje Paradise, Kalifornija (populacija okoli 27.000, več naselij mobilnih hišic);
- **najbolj uničujoč požar** (l. 2018) na tem območju po znanih podatkih;
- požar uničil cela naselja: **86 mrtvih, več 10.000 ostalo brez domov.**



Vir: National Geographic, april 2020

31

SPREMEMBE NARAVNIH EKOSISTEMOV

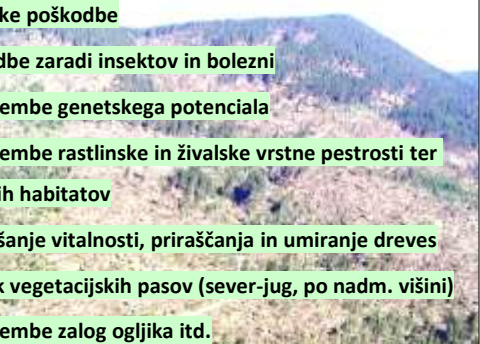
(npr. zmanjšanje vitalnosti ključnih vrst, napad škodljivih organizmov, spremembe naravnih ravnovesij, spremembe biodiverzitete)



32

Kakšni bi lahko bili učinki podnebnih sprememb na GOZD?

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



33

VETROLOM V KAMNIŠKO-SAVINSKIH ALPAH (Črnavec), julij 2008



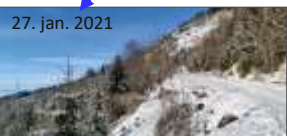
34

VETROLOM V KAMNIŠKO-SAVINSKIH ALPAH (Črnavec), julij 2008



35

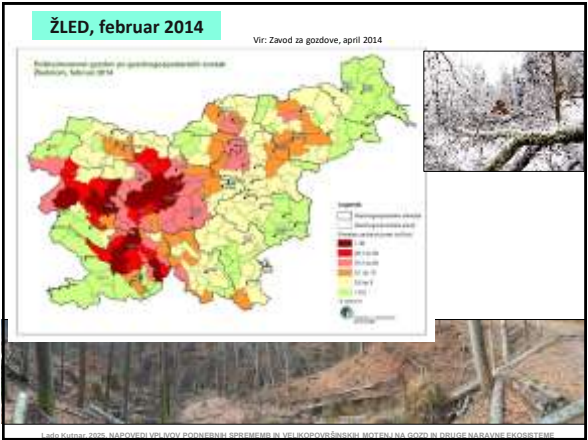
PO VETROLOMU V KAMNIŠKO-SAVINSKIH ALPAH, Črnavec



36



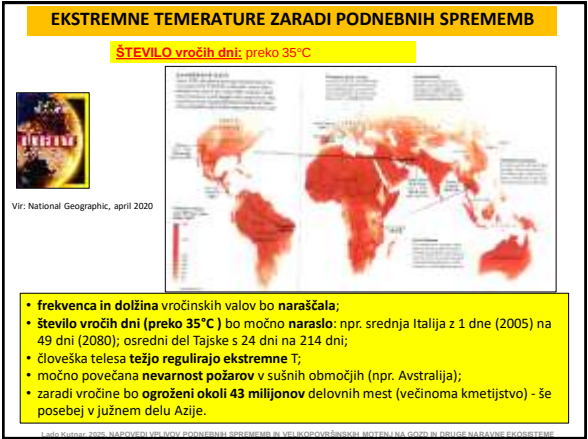
37



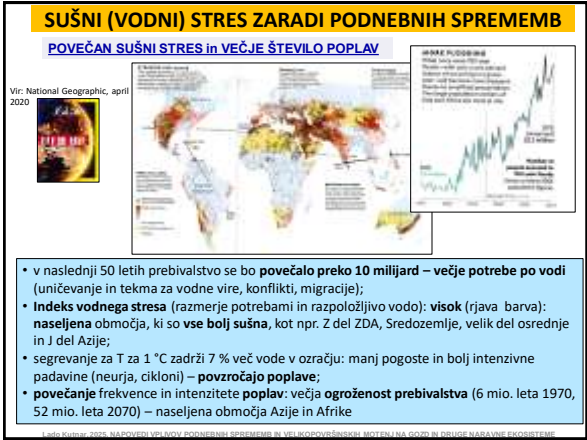
38



39



40



41



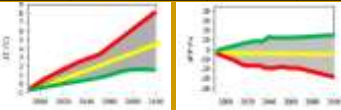
42

4) NAPOVEDI PRERAZPOREDITVE
SLOVENSКИH GOZDOV ZARADI
PODNEBNIH SPREMEMB

SCENARIJI PODNEBNIH SPREMEMB

Na osnovi napovedi podnebnih sprememb (SRES) po K. Bergantu (2007) smo oblikovali 3 različne scenarije:

	Scenariji		
	OPTIMISTIČNI SCENARIJ (toplo in vlažno)	SREDNJI SCENARIJ	PESIMISTIČNI SCENARIJ (vroče in sušno)
TEMPERATURE	min	srednje	max
PADAVINE	max	srednje	min



	OPTIMISTIČNI SCENARIJ (toplo in vlažno)	SREDNJI SCENARIJ	PESIMISTIČNI SCENARIJ (vroče in sušno)
TEMPERATURE [°C]	+1.9	+4.4	+6.6
PADAVINE [%]	+4.1	-2.4	-16.8

43

44

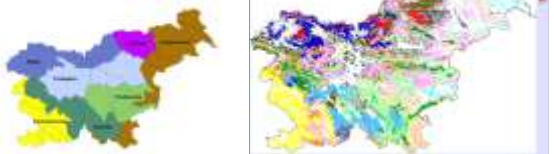
Gozdnovegetacijska karta Slovenije
Košir et al., 1974, 2003, 2007
Biro za gozdarsko načrtovanje, GIS



45

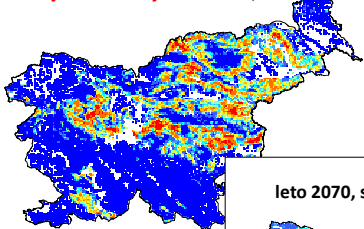
Gozdni vegetacijski tipi in sedanja razširjenost

Veg. tip	Ime gozdnega vegetacijskega tipa
1	KISLOLJUBNA BUKOVJA
2	KISLOLJUBNA RDEČEBOROVJA
3	PREDGORSKA BUKOVJA
4	GORSKA BUKOVJA
5	[VISOKO]GORSKA BUKOVJA V (PRED)ALPSKEM OBMOČJU
6	[VISOKO]GORSKA BUKOVJA V (PRED)DINARSKEM OBMOČJU
7	TOPLIJUBNA BUKOVJA
8	GRIČEVNA HRASTOVA-BELOGABROVJA
9	NIŽINSKA VRBOVJA, JELŠEVJA IN DOBOVJA
10	TOPLIJUBNA CRNOGABROVJA, HRASTOVJA, RDEČEBOROVJA IN CRNOBOROVJA
11	JELOVJA
12	SMREKOVJA
13	RUŠEVJA



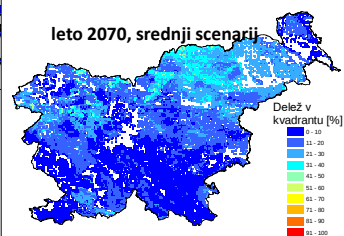
46

Kisloljubna bukovja: leto 2000, model



PROJEKCIJE SPREMEMB
DELEŽA GOZDA
(po srednjem scenariju
do leta 2070)

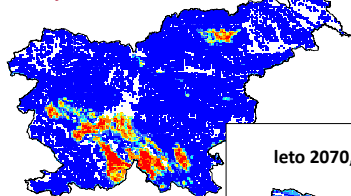
leto 2070, srednji scenarij



Vir: Kutnar & Kobler, 2011, Šumarski list

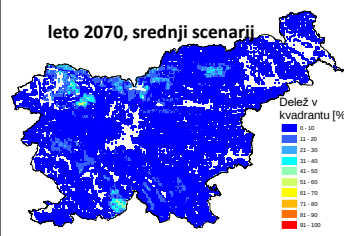
47

[Visoko]gorska bukovja (pred)dinarskega
območja: leto 2000, model



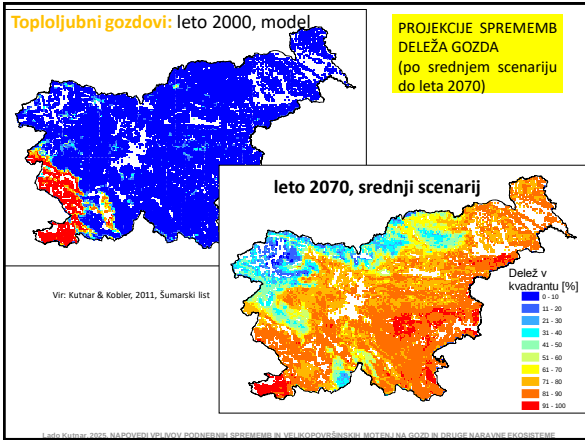
PROJEKCIJE SPREMEMB
DELEŽA GOZDA
(po srednjem scenariju
do leta 2070)

leto 2070, srednji scenarij

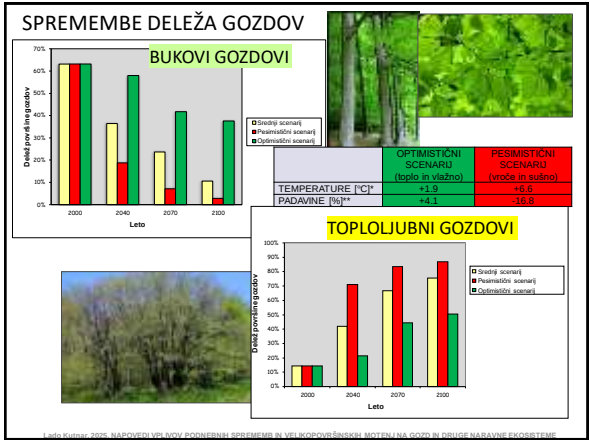


Vir: Kutnar & Kobler, 2011, Šumarski list

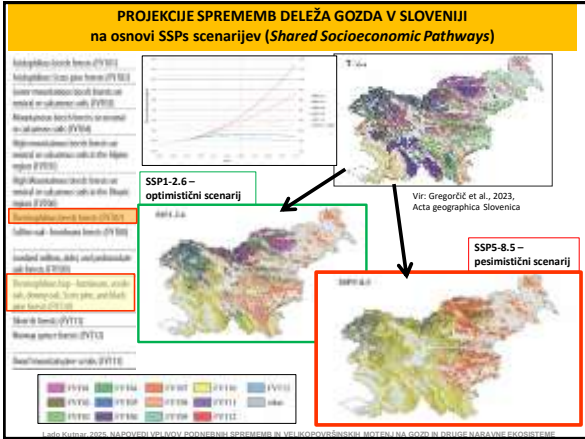
48



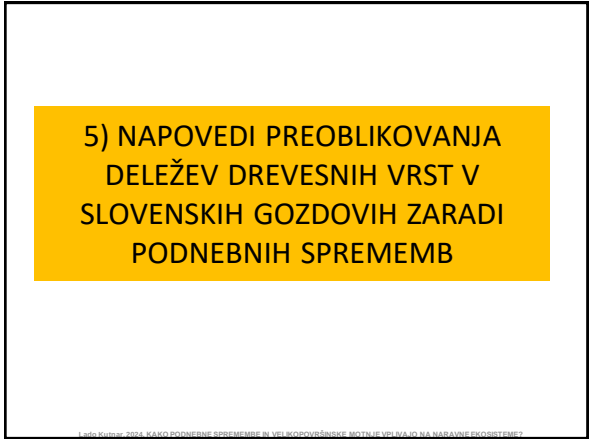
49



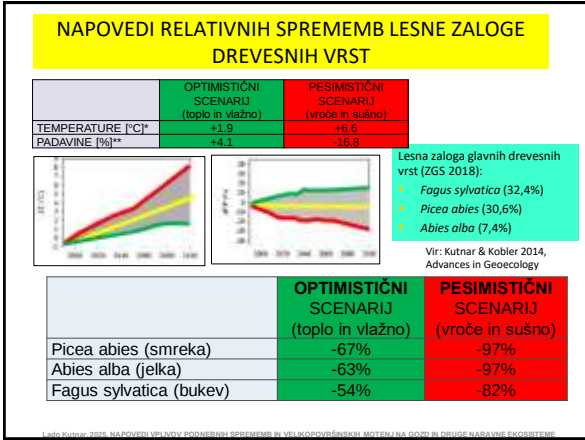
50



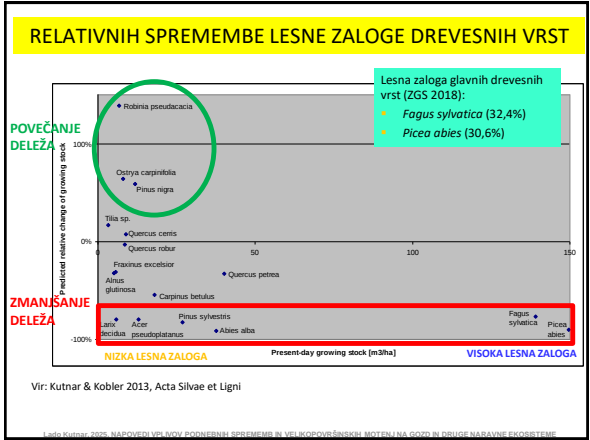
51



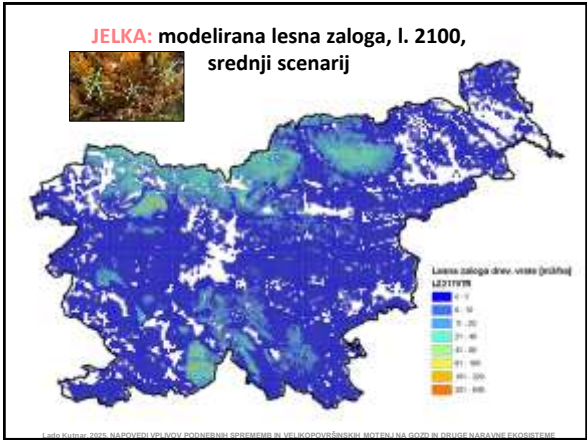
52



53

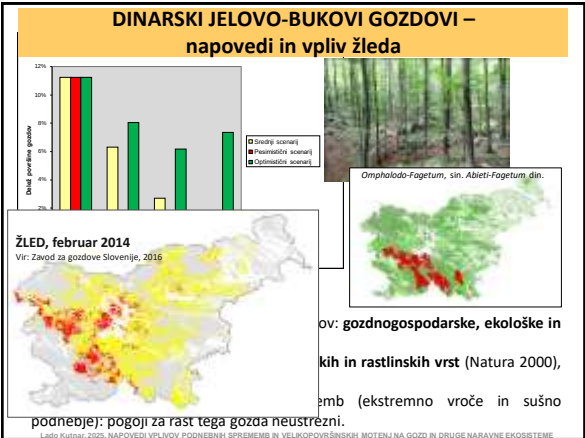


54

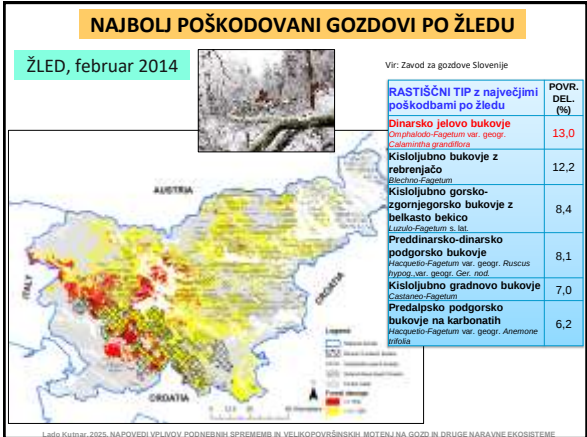


6) URESNIČEVANJE NAPOVEDI
PODNEBNIH SPREMEMB IN VPLIV
MOTENJ NA SLOVENSKE GOZDOVE

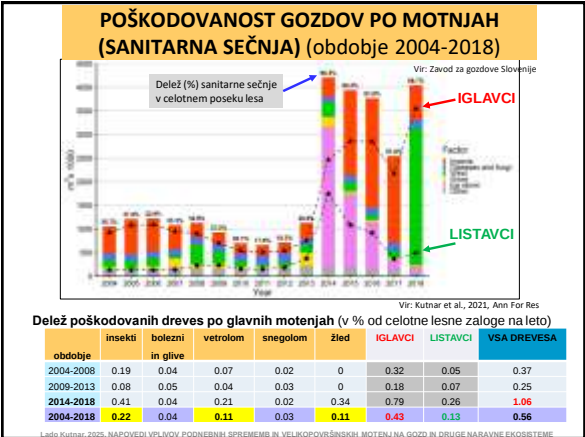
67



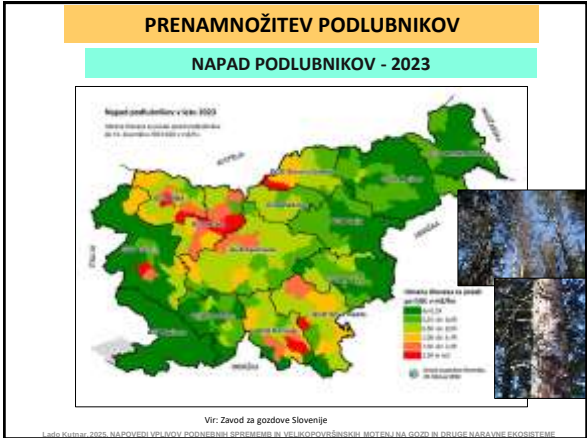
68



69



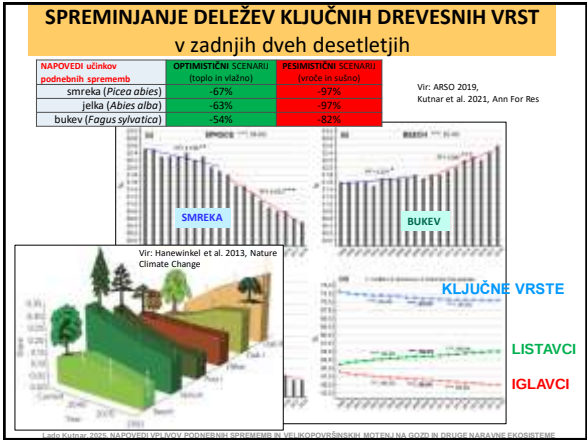
70



71



72



73



74

8) ZAKLJUČKI

75

- Podnebne spremembe in motnje povzročajo izrazito preoblikovanje strukture in vrstne sestave gozdov v Sloveniji.
- Podnebje v Sloveniji se je v zadnjem obdobju v povprečju segrevalo za dobrih **0,4 °C na desetletje**, kar bi pomenilo segrevanje za več kot **4 °C v stoletju**. Povprečna T v poletnem času bi lahko narasla za več kot **5 °C**.
- Direktni vplivi podnebnih sprememb v gozdovih pospešujejo tudi različne abiotске in biotske motnje, ki trenutno letno povzročajo škodo na okoli **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 sečnja povečal s približno **ene tretjine na dve tretjini** celotnega poseka drevja.

76

- Današnji **mezofilni gozdovi (predvsem bukovi)** bi se ob izrazitem segrevanju podnebja z daljšimi sušnimi obdobji verjetno postopoma **spremenili v toploljubne bukove gozdove**.
- Ob nadaljevanju trendov segrevanja podnebja pa bi se lahko spremenili v še **bolj termofilne (toploljubne) gozdove** (prevladujejo termofilne drevesne vrste), ki so prilagojeni na sušne in tople razmere. Ti gozdovi bi imeli **manjšo gospodarsko vrednost** in bili bolj občutljivi 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 **močno zmanjšuje**, zlasti v nižje ležečih predelih. Smreka je še posebej prizadeta izven njenega naravnega areala razširjenosti, kjer podnebje postaja vse bolj neprimerno zanj.

77

- Na ekstremno toplih, sušnih legah bi se ob **pomikanju areala rastlinskih vrst in vegetacijskih pasov** od juga proti severu lahko postopoma z večjim deležem pojavila tudi **vednozelen mediteranska** gozdna vegetacija.
- Simulacija je nakazala **možnost izmenjave drevesnih vrst** ob uresničitvi napovedi podnebnih sprememb (tudi po optimističnih scenarijih).
- Ob koncu stoletja bi lahko bil areal strukturno **najpomembnejših drevesnih vrst, bukve, smreke in jelke**, omejen predvsem na **gorski in visokogorski pas**. Skupni delež teh ključnih drevesnih vrst se je v zadnjem obdobju že **zmanjšal**.

78

- Ne glede na napovedi za prihodnost je smiselno **nadaljevati s** konceptom **sonaravnega gospodarjenja z gozdovi**.
- Vzdrževati je treba **naravno biotsko raznovrstnost** na čim višji ravni in skrbeti za čim bolj **razgibano in raznomerno strukturo** gozdov. Ohranjati moramo čim bolj **strnjene gozdne sestoje** s čim **manj** velikih sestojnih vrzeli.
- **Širok nabor drevesnih vrst** in njihovih primernih **provenienc** je pomemben predpogoj za razmeroma stabilne gozdove.
- Redno spremljanje učinkov podnebnih sprememb so pomembna podlaga za ustrezno **načrtovanje ukrepov prilagajanja spremenjenim razmeram**.
- Na ta način se lahko hitreje in učinkoviteje odzivamo na spremembe v gozdovih in celotnem prostoru ter s tem prispevamo **k večji stabilnosti gozdnih ekosistemov**, celotnega okolja in narave ter k trajnostni oskrbi z naravnimi viri.

Lado Kutnar, 2025. NAPOVEDI VPLIVOV PODNEBNIH SPREMENB IN VELIKOPOVRŠINSKIH MOTENJ NA GOZD IN DRUGE NARAVNE EKOSISTEME

79



80