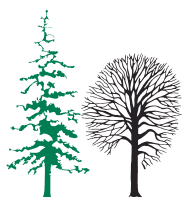




Silva Slovenica

Studia Forestalia Slovenica

163



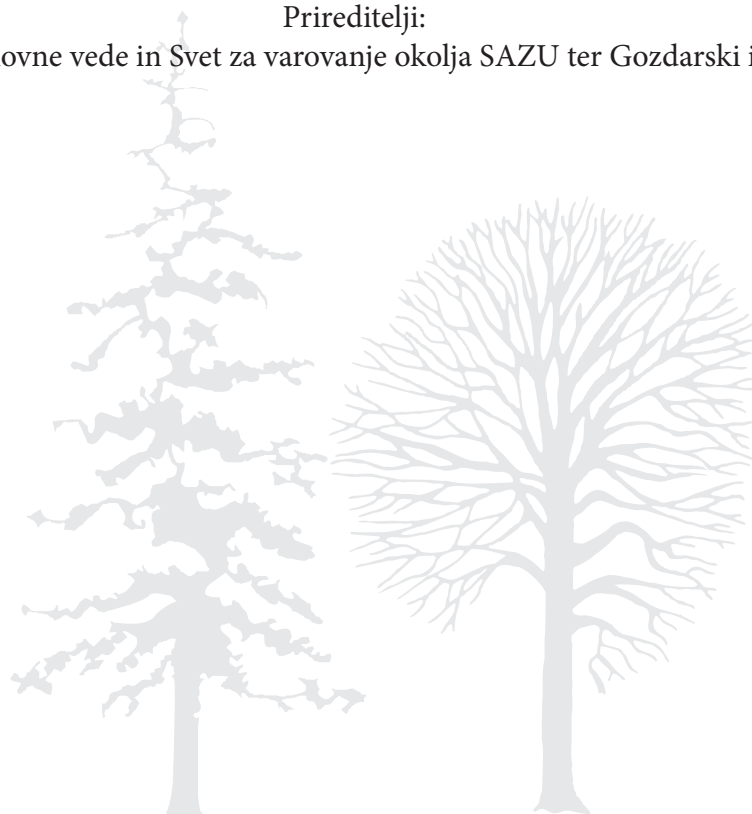
Povzetki referatov znanstvenega srečanja

GOZD IN LES

Gozd in podnebne spremembe

Prireditelji:

4. razred za naravoslovne vede in Svet za varovanje okolja SAZU ter Gozdarski inštitut Slovenije.



Ljubljana, 28. novembra 2019

Studia Forestalia Slovenica, 163
ISSN zbirke 0353-6025

Izdajatelj: Gozdarski inštitut Slovenije,
Založba Silva Slovenica, Ljubljana 2019

Naslov: GOZD in LES: Gozd in podnebne
spremembe

Urednica: Hojka Kraigher

Uredniški odbor zbornika:
Hojka Kraigher (izr. član SAZU), akademik
Andrej Kranjc, Nikolaj Torelli (svetovalec
SAZU), akademik Mitja Zupančič

Tehnični urednik: Peter Železnik

Tisk: Silva Slovenica

Naklada: 50 izvodov

Cena: brezplačen

Elektronski izvod:
<https://doi.org/10.20315/SFS.163>

Sofinanciranje:

Srečanje finančno podpirajo projekt LIFE GEN MON, sofinanciran s strani programa LIFE, MOP, MKGP in GIS; Javna gozdarska služba Zavoda za gozdove Slovenije in Gozdarskega inštituta Slovenije; programske skupine P4-0015, P4-0059, P4-0107; ter razvojni in raziskovalni projekti v sofinanciranju MKGP in ARRS:

V4-1819 Presoja uspešnosti obnove gozdov s sadnjo in setvijo v Sloveniji

V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji

L4-9315 EcoFAR: Varnost preskrbe s hrano in blažitev podnebnih sprememb z razvojem ekološkega kmetijstva - ohranitvena obdelava tal, bioefektorji in trajnostno upravljanje s pleveli

J4-9297 Skladnost in časovno ujemanje med ogljikom vezanim v lesno biomaso in "eddy covariance" oceno neto ekosistemske produkcije za presvetljen gozdat ekosistem



Univerza
v Ljubljani
Biotehniška
fakulteta



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

Kazalo

- 2 Program srečanja
- 3 Podnebne spremembe in njihovi vplivi v Sloveniji
Mojca Dolinar
- 10 Osnutek poročila IPCC 2019 in LULUCF
Primož Simončič
- 13 Ali je slovenski gozd še vedno ponor ogljika? Rezultati zadnje inventure gozdov
Aleš Poljanec
- 20 Znanost o gozdu – za gozd v času podnebnih sprememb
Marjana Westergren
- 21 Bolne stavbe
Miha Humar
- 26 Vloga gozdov in lesa pri blaženju podnebnih sprememb
Nikolaj Torelli
- 37 Mednarodna prizadevanja za gozd
Maša Kovič Dine

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

551.588.7:630(082)

ZNANSTVENO srečanje Gozd in les (2019 ; Ljubljana)

Gozd in podnebne spremembe : povzetki referatov Znanstvenega srečanja Gozd in les, Ljubljana, 28. novembra 2019 / urednica Hojka Kraigher. - Ljubljana : Založba Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 2019. - (Studia Forestalia Slovenica, ISSN 0353-6025 ; 163)

ISBN 978-961-6993-50-0

1. Gl. stv. nasl. 2. Dod. nasl. 3. Kraigher, Hojka

COBISS.SI-ID 302858752

Predgovor

Podnebne spremembe in posledično biotske in abiotske ujme vse bolj krojijo podobo gozdov. Na znanstvenem srečanju združujemo predstavitev obsega hitrih podnebnih sprememb, njihovega vpliva na gozd, terestrične ekosisteme in gozdno-lesno verigo. Problematiko bomo osvetlili tudi iz družbeno-pravnega vidika.

Hojka Kraigher, izr. član. SAZU,

akademik Andrej Kranjc

Nikolaj Torelli, svetovalec SAZU,

akademik Mitja Zupančič

ZNANSTVENO SREČANJE

GOZD in LES: Gozd in podnebne spremembe

Velika dvorana Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Novi trg 3, Ljubljana,
Četrtek, 28. 11. 2019, od 9. do 14. ure

Organizatorji programa:

Hojka Kraigher, izr. član. SAZU, akademik Andrej Kranjc, Nikolaj Torelli, svetovalec SAZU, akademik Mitja Zupančič

Moderatorja: Katja Kavčič Sonnenschein, Gozdarski inštitut Slovenije, in Andrej Breznikar, Zavod za gozdove Slovenije

- 9.00–9.05 Odprtje posveta: akademkinja Tatjana Avšič Županc, tajnica IV. razreda SAZU
9.05–9.10 Pozdravne besede akad. Andrej Kranjc, predsednik SVO
9.10–9.15 Izzivi gozdarstva v času podnebnih sprememb in globalizacije, Damjan Stanonik, državni sekretar, MKGP
9.15–9.45 Mojca Dolinar: Podnebne spremembe in njihovi vplivi v Sloveniji
9.45–10.15 Primož Simončič: Osnutek poročila IPCC 2019 in LULUCF
10.15–10.45 Aleš Poljanec: Ali je slovenski gozd še vedno ponor ogljika? Rezultati zadnje inventure gozdov
10.45–11.00 *Premor s sadjem*
11.00–11.30 Marjana Westergren: Znanost o gozdu – za gozd v času podnebnih sprememb
11.30–12.00 Miha Humar: Bolne stavbe
12.00–12.30 Nikolaj Torelli: Vloga gozdov in lesa pri blaženju podnebnih sprememb
12.30–13.00 Maša Kovič Dine: Mednarodna prizadevanja za gozd
13.00–14.00 Diskusija in sklepni del posveta
14.00–15.00 *Pogovor o problematiki ob prigrizku.*

Priveditelji: 4. razred za naravoslovne vede in Svet za varovanje okolja SAZU ter Gozdarski inštitut Slovenije.

Srečanje finančno podpirajo projekt LIFE GENMON, sofinanciran s strani programa LIFE, MOP, MKGP in GIS; Javna gozdarska služba Zavoda za gozdove Slovenije in Gozdarskega inštituta Slovenije; programske skupine P4-0015, P4-0059, P4-0107; ter razvojni in raziskovalni projekti v sofinanciranju MKGP in ARRS:

- V4-1819 Presoja uspešnosti obnove gozdov s sadnjo in setvijo v Sloveniji
V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji
L4-9315 EcoFAR: Varnost preskrbe s hrano in blažitev podnebnih sprememb z razvojem ekološkega kmetijstva - ohranitvena obdelava tal, bioefektorji in trajnostno upravljanje s pleveli
J4-9297 Skladnost in časovno ujemanje med ogljikom vezanim v lesno biomaso in "eddy covariance" oceno neto ekosistemske produkcije za presvetljen gozdat ekosistem
LIFE ENV/SI/000148 LIFE GENMON - LIFE for European Forest Genetic Monitoring System



Spremembe podnebja v Sloveniji

Mojca DOLINAR¹

¹ Agencija Republike Slovenije za okolje, Sektor za analize podnebja in vodnega kroga, Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-naslov: m.dolinar@gov.si

POUDARKI

Podnebje se je v Sloveniji začelo zelo hitro spreminjati v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, prihodnje spremembe pa so zelo odvisne od družbeno-ekonomskega razvoja sveta oziroma od uspeha blaženja podnebnih sprememb.

Temperatura zraka v Sloveniji je v preteklih 6 desetletjih zrasla za 2 °C in bo rasla naprej tudi v prihodnjih desetletjih.

Padavine so se v zahodni polovici države zmanjšale do 20 %, vendar se bo v naslednjih desetletjih trend obrnil in padavine se bodo povečale v zimskem času, posledično tudi na letni ravni.

Manj je snežnih padavin in snežna odeja se bo še naprej tanjšala, to pa bo značilno vplivalo na zadrževanje vode v rastno dobo in na pretočne režime naših rek.

Izhlapevanje se je močno povečalo v rastni dobi in se bo skladno z rastjo temperature povečevalo tudi v prihodnosti. Medtem ko bo na letni ravni vode dovolj, bo ta preko leta neugodno razporejena in povečalo se bo tudi tveganje za kratkotrajne intenzivne suše.

HIGHLIGHTS

The Climate of Slovenia has been changing very rapidly since the mid-1980s. The detected climate change will intensify in the future, the rate of intensification strongly depending on the success of greenhouse gasses mitigation policies.

From 1961 air temperature in Slovenia has risen for about 2 °C and would continue to rise in the following decades.

The precipitation has decreased up to 20 % in the western part of the country but in next decades the detected trend would reverse and in the second half of the century the winter precipitation would rise significantly above the present level, affecting also the annual levels.

There is much less snow precipitation detected and the snow cover has halved in the highlands. Snow cover would continue to decrease, and that would significantly affect water retention for the vegetation season and rivers flow regimes.

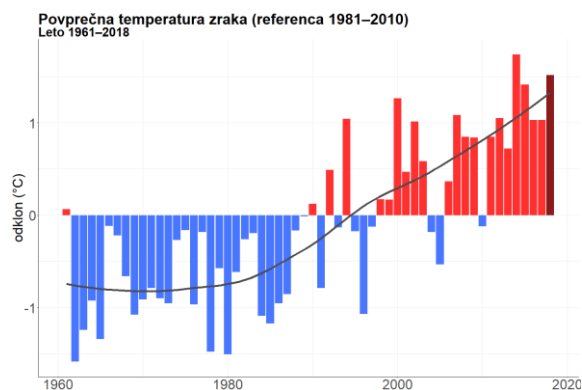
The evapotranspiration has increased significantly in the vegetation period and would continue to rise in the forthcoming decades. The adverse distribution of precipitation over the year would increase the risk for flash droughts.

UVOD

Podnebje je naravi vir, katerega pomena se v zadnjih desetletjih vedno bolj zavedamo. Zelo hitre spremembe podnebja, katerim priča smo predvsem v zadnjih štirih desetletjih (IPCC 2014), imajo pomemben vpliv na stanje in trende ostalih pomembnih naravnih virov. Mednarodni odbor za podnebne spremembe (angl. Intergovernmental Panel for Climate Change – IPCC) v svojem zadnjem sinteznem poročilu (IPCC, 2014) med najbolj ranljive naravne vire zaradi podnebnih sprememb uvršča tla in vodo, zelo visoko na seznamu prizadetih so še biotska raznovrstnost, gozdovi, razvoj ekosistemov in energetski viri. Ker imajo toplogredni plini dolgo življenjsko dobo (Vetrnica, 2011), se bodo spremembe podnebja v prihodnjih desetletjih še stopnjevale, ne glede na uspešnost politik omejevanja toplogrednih plinov. Seveda je od uspeha omejevanja izpustov toplogrednih plinov odvisna velikostna stopnja prihodnjih sprememb. Podnebna znanost se zelo hitro razvija in zadnji izsledki kažejo, da je podnebna občutljivost, ki meri stopnjo dviga globalne temperature pri podvojeni predindustrijski vsebnosti ogljikovega dioksida, precej večja, kot so predvidevali še zadnji objavljeni rezultati IPCC (2014) (Stone, 2019). To pomeni, da se bo pritisk podnebnih sprememb na druge naravne vire v naslednjih stoletjih samo še stopnjeval.

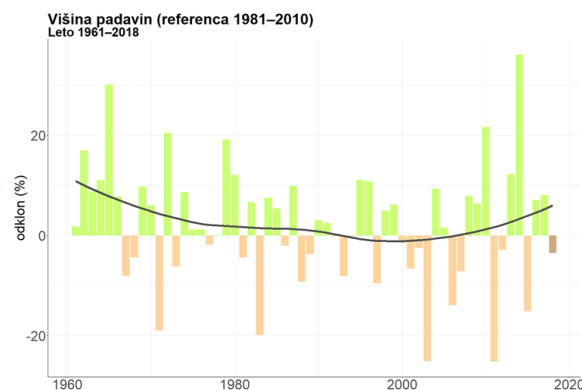
IZMERJENE SPREMEMBE PODNEBJA V SLOVENIJI

Prvi poizkusi spremljanja vremenskih razmer z merilnimi napravami na območju današnje Slovenije sicer segajo že v konec 18. stoletja, vendar so podatki sistematično zbrani, prepisani v elektronsko obliko, prekontrolirani in homogenizirani le za obdobje od leta 1961 dalje (Vertačnik in sod., 2015). Zaradi razpoložljivosti in kvalitete podatkov imamo le za to obdobje dobro vedenje o podnebjju in njegovih spremembah v Sloveniji.



Slika 1. Odklon letne povprečne temperature zraka za Slovenijo od dolgoletnega povprečja 1981–2010 (Vir: ARSO).

Figure 1. Annual air temperature anomaly for Slovenia. Reference period is 1981–2010. (Source: ARSO)

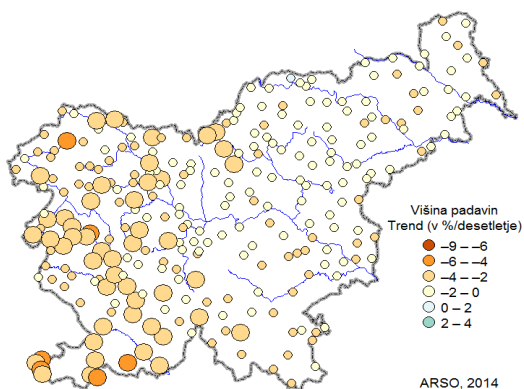


Slika 2. Odklon letne povprečne višine padavin za Slovenijo od dolgoletnega povprečja 1981–2010 (Vir: ARSO).

Figure 2. Annual precipitation anomaly for Slovenia. Reference period is 1981–2010. (Source: ARSO)

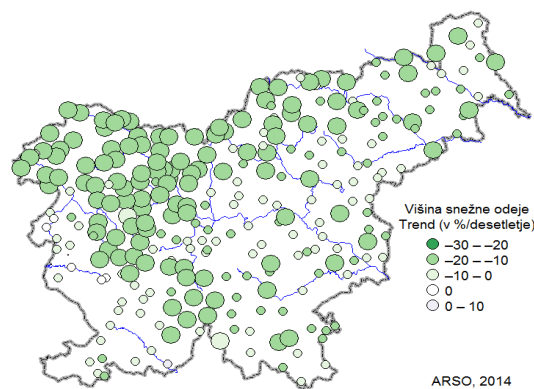
V obdobju 1961–2011 je najznačilnejša podnebna sprememba v Sloveniji dvig povprečne temperature zraka, za približno 0,36 °C na desetletje (Vertačnik in Bertalanič, 2017). Od leta 1961 do leta 2018 se je povprečna temperatura zraka v Sloveniji dvignila za okoli 2 °C (slika 1). Najbolj očitno je segrevanje spomladi in poleti, medtem ko jesenska sprememba temperature ni statistično značilna (Vertačnik in Bertalanič, 2017). Zaradi splošnega dviga temperature zraka se

je spremenila pogostnost značilnih dni: povečalo se je število vročih in toplih dni, manj statistično značilno pa je upadlo število hladnih, mrzlih in ledenih dni (Vertačnik in Bertalanič, 2017). Medletna spremenljivost padavin je mnogo večja od medletne spremenljivosti temperature (slika 2). Linearni trend višine padavin v obdobju 1961–2011 je na državni ravni v vseh štirih letnih časih negativen, a zgolj spomladi in poleti skoraj statistično značilen (Vertačnik in Bertalanič, 2017). Na letni ravni se ta negativni trend akumulira v statistično značilno zmanjšanje padavin v zahodni polovici države (slika 3). Občutno se je zmanjšala tudi snežna odeja (Vertačnik in Bertalanič, 2017). V obdobju 1961–2011 se je povprečna višina snežne odeje zmanjševala z linearnim trendom med 10 in 20 % na desetletje (slika 4).



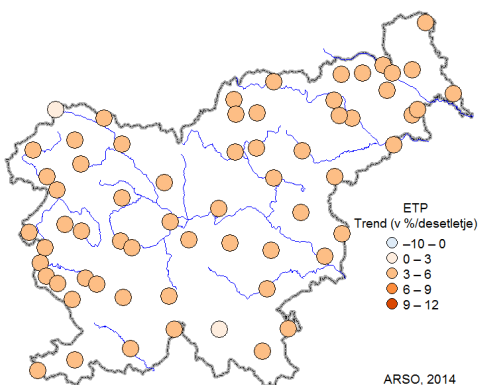
Slika 3. Linearni trend kazalnika višine padavin za obdobje 1961–2011. Večji krogi prikazujejo statistično značilen trend. (Vir: ARSO).

Figure 3. Linear trend in annual precipitation index for Slovenia in the period is 1961–2011. (Source:ARSO)



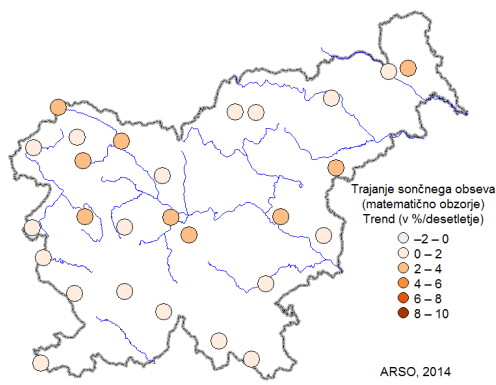
Slika 4. Linearni trend kazalnika višine snežne odeje za obdobje 1961/62–2010/11. Večji krogi prikazujejo statistično značilen trend. (Vir: ARSO).

Figure 4. Linear trend in mean seasonal snow depth index for Slovenia in the period is 1961/62–2010/11. (Source:ARSO)



Slika 5. Linearni trend kazalnika referenčne evapotranspiracije za obdobje 1961–2011. (Vir: ARSO).

Figure 5. Linear trend in annual reference evapotranspiration index for Slovenia in the period is 1961–2011. (Source:ARSO)



Slika 6. Linearni trend kazalnika trajanja sončnega sevanja za obdobje 1961–2011. (Vir: ARSO).

Figure 6. Linear trend in mean solar radiation duration index for Slovenia in the period is 1961–2011. (Source:ARSO)

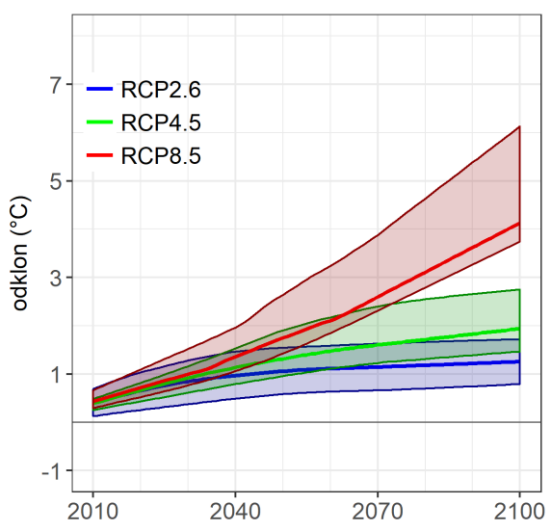
Povečalo se je izhlapevanje. Linearni trend referenčne evapotranspiracije je na državni ravni v vseh letnih časih statistično značilno naraščajoč (Vertačnik in Bertalanič, 2017). Najbolj se je potencialna evapotranspiracija povečala spomladi in poleti, na letni ravni je v obdobju 1961–2011 linearni trend znašal med 3 in 6 % na desetletje (slika 5).

Statistično značilno se je povečalo tudi trajanje sončnega obsevanja, najbolj poleti in pomladi, v posameznih regijah tudi pozimi (Vertačnik in Bertalanič, 2017). Na letni ravni je v obdobju 1961–2011 linearni trend znašal med 1 in 4 % na desetletje (slika 6).

PROJEKCIJE SPREMEMB PODNEBJA V SLOVENIJI DO KONCA 21. STOLETJA

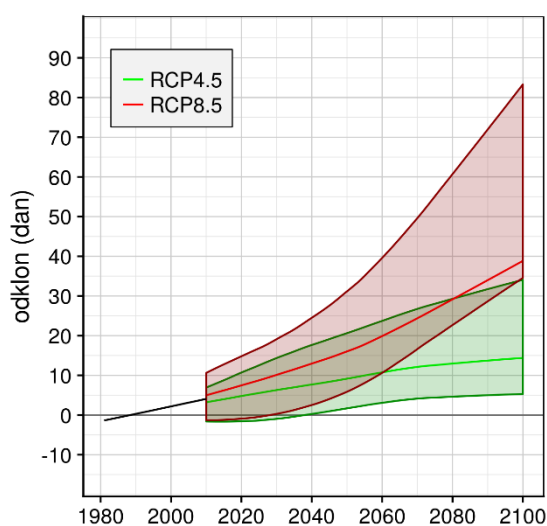
Spremembe podnebja, ki smo jih v preteklih 6 desetletjih zaznali z meritvami, se bodo nadaljevale v prihodnjih desetletjih. Velikostna stopnja prihodnjih sprememb je odvisna od uspeha politik omejevanja izpustov toplogrednih plinov. V Sloveniji smo pripravili projekcije sprememb podnebja za tri različne scenarije potekov vsebnosti toplogrednih plinov: optimistični (RCP2.6), zmerno optimistični ali stabilizacijski (RCP4.5) in pesimistični (RCP8.5) scenarij (Dolinar in sod. 2018).

Naraščanje temperature zraka se bo v Sloveniji do konca stoletja nadaljevalo (Dolinar in sod. 2018). V primeru optimističnega scenarija izpustov RCP2.6 bo temperatura do konca stoletja v primerjavi z obdobjem 1981–2010 v povprečju zrasla za 1,3 °C, v primeru srednje optimističnega scenarija izpustov RCP4.5 za 2 °C, v primeru najbolj pesimističnega scenarija izpustov RCP8.5 pa za 4,1 °C (slika 7). Dvig temperature bo močno povečal toplotno obremenitev. Povečalo se bo število toplih in vročih dni, tropskih noči ter vročinskih valov. Zadnji se bodo podaljšali, povečala se bo tudi njihova jakost. Skladno z dvigom temperature se bo ogreval površinski sloj tal, oboje pa bo vplivalo na fenološki razvoj rastlin in dolžino rastne dobe, ki se bosta podaljšala (slika 8). Pogostost spomladanskih pozeb bo ostala na podobni ravni kot v današnjem podnebj.



Slika 7. Časovni potek spremembe letnega povprečja temperature zraka v Sloveniji do konca 21. stoletja, vključno z razponi odstopanj. Prikazan je odklon od povprečja 1981–2010. (Vir: ARSO).

Figure 7. Timeline of change in annual mean air temperature in Slovenia over the 21st century

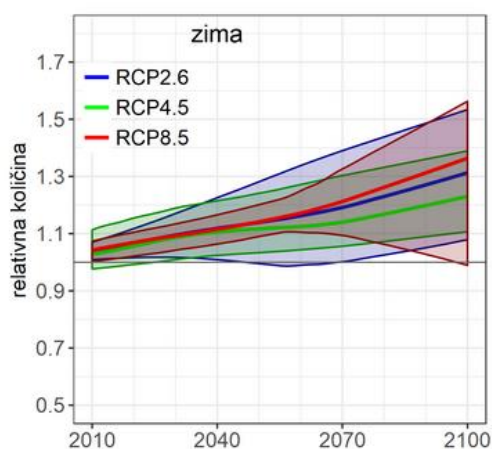


Slika 8. Časovni potek spremembe dolžine rastne dobe pri pragu 5 °C na meteorološki postaji Celje do konca 21. stoletja, vključno z razponi odstopanj. Prikazan je odklon od povprečja 1981–2010. (Vir: ARSO).

relative to the reference period 1981-2010 for three scenarios. Model spread is shown in lighter colours. (Source: ARSO).

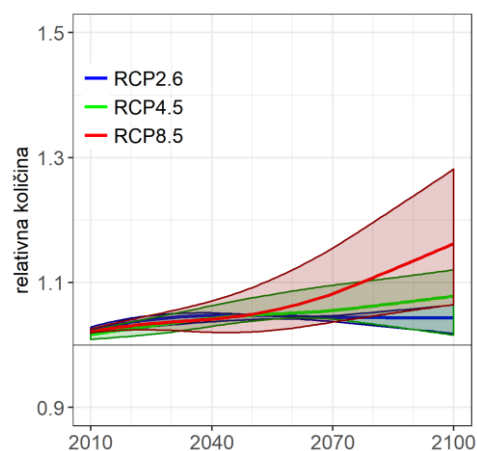
Figure 8. Same as Figure 7 for change in vegetation period length (threshold 5 °C) in Celje (Source: ARSO).

Meritve danes kažejo upadajoč trend padavin, vendar se bo ta trend v naslednjih desetletjih obrnil (Dolinar in sod., 2018). V primeru vseh scenarijev izpustov se bodo povprečne letne padavine konec stoletja v primerjavi z obdobjem 1981–2010 povečale do 20 %. Najbolj je to povečanje posledica povečanja zimskih padavin (slika 9), ki bo večje na vzhodu države. Že v sredini stoletja se bodo v vzhodni Sloveniji zimske padavine povečale do 40 %, do konca stoletja pa bo v primeru pesimističnega scenarija izpustov RCP8.5 tudi več kot 60 % več padavin. V ostalih letnih časih je smer in velikost spremembe padavin zelo odvisna od scenarija izpustov, vse spremembe pa so manjše od naravne spremenljivosti padavin. Kazalci, s katerimi spremljamo izjemne padavine kažejo, da se bosta povečali tako jakost kot pogostost izjemnih padavin, povečanje pa bo najbolj izrazito v primeru pesimističnega scenarija izpustov RCP8.5. Skladno z rastjo temperature zraka se bo v Sloveniji do konca stoletja nadaljevala tudi rast referenčne evapotranspiracije (Dolinar in sod., 2018) (slika 10). V primeru optimističnega scenarija izpustov RCP2.6 bo porast referenčne evapotranspiracije v mejah njene naravne spremenljivosti. V primeru srednje optimističnega scenarija izpustov RCP4.5 bo v primerjavi z obdobjem 1981–2010 zrasla za 8 %, v primeru najbolj pesimističnega scenarija izpustov RCP8.5 pa za 16 %.



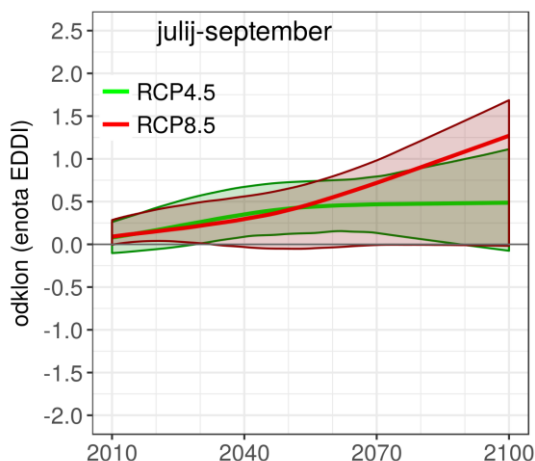
Slika 9. Časovni potek spremembe zimskih padavin v Sloveniji do konca 21. stoletja, vključno z razponi odstopanj. Prikazana je relativna količina glede na povprečje 1981–2010. (Vir: ARSO).

Figure 9. Same as Figure 7 for change in winter precipitation. (Source: ARSO).



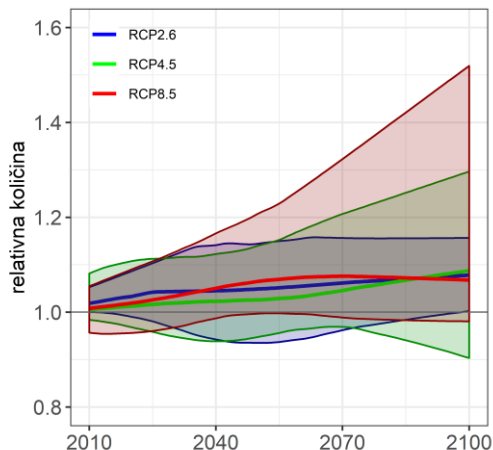
Slika 10. Časovni potek spremembe letne referenčne evapotranspiracije v Sloveniji do konca 21. stoletja, vključno z razponi odstopanj. Prikazana je relativna količina glede na povprečje 1981–2010. (Vir: ARSO).

Figure 10. Same as Figure 7 for change in reference evapotranspiration. (Source: ARSO).



Slika 11. Časovni potek spremembe kazalnika za hitre suše EDDI za drugo polovico rastne dobe (julij–september) v Sloveniji do konca 21. stoletja, vključno z razponi odstopanj. Prikazana je relativna količina glede na povprečje 1981–2010. (Vir: ARSO).

Figure 11. Same as Figure 7 for change in EDDI index for second half of vegetation period. (Source: ARSO).



Slika 12. Časovni potek spremembe napajanja podzemnih vod v Sloveniji do konca 21. stoletja, vključno z razponi odstopanj. Prikazana je relativna količina glede na povprečje 1981–2010. (Vir: ARSO).

Figure 12. Same as Figure 7 for change in groundwater recharge. (Source: ARSO).

Suša je kompleksen pojav, ki se kaže na različnih ravneh (meteorološka, kmetijska, hidrološka), lahko tudi z različno jakostjo ali celo z drugačnim predznakom. V prihodnosti bomo imeli težave predvsem s kratkotrajnimi, vendar izrazitimi sušami v površinskem sloju tal, kar lahko dobro izmerimo s kazalnikom EDDI (sušni kazalnik evaporativnih potreb, Hobbins in sod., 2016). Ta se bo do sredine stoletja povečal za okoli 0,4 enote, ne glede na scenarij izpustov (slika 11). Po najslabšem scenariju se do konca stoletja lahko poveča tudi za več kot 1,5 enote, kar lahko pomeni že zelo sušne ali celo ekstremno sušne razmere. Na rekah večjega zaostrovanja sušnih razmer ni pričakovati. Nasprotno, mali pretoki se bodo znatno spremenili v drugi polovici stoletja le v vzhodni Sloveniji in na srednji Savi, in sicer v smeri povečanja (Dolinar in sod., 2018). Predvsem na račun povečanja zimskih padavin se bo povečevalo tudi napajanje podzemnih vod (slika 12).

ZAKLJUČEK

Slovenija velja za z vodnimi viri bogato državo in kot kažejo podnebne projekcije, bo takšna ostala. Čeprav se bodo na letni ravni padavine celo povečale, pa se bo zaradi podnebnih sprememb močno spremenila razporeditev vode preko leta. Padavine se bodo povečale v hladni polovici leta, ko potrebe po vodi niso velike, hkrati pa se bo zelo zmanjšal vpliv snežne odeje, ki je naravni zadrževalnik vode. Zaradi višje temperature bodo obdobja med padavinskimi dogodki daljša, ti pa bodo imeli večjo jakost. Kljub povečanju padavin se bomo v toplem delu leta morali soočiti s sušnimi razmerami v površinskem sloju tal. Tako drugačen vodni režim bo posredno prizadel dejavnosti kot so kmetijstvo, gozdarstvo, energetika in predelovalna dejavnost. Ključno za prihodnost bo smotrno ravnanje z vodnimi viri, predvsem bomo morali zadržati obilico vode v

zimskem času. Ne smemo pa pozabiti tudi na posreden vpliv podnebnih sprememb, kot je povečano število škodljivcev zaradi njim ugodnejših podnebnih razmer in vdor tujerodnih vrst.

VIRI

- Dolinar, M. ur. 2018. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja, Sintezno poročilo – prvi del Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, 156 str.
- Hobbins, M.T., Wood A., McEvoy D.J., Huntington J.L., Morton C., Anderson M, Hain C. 2016. The Evaporative Demand Drought Index. Part I: Linking Drought Evolution to Variations in Evaporative Demand. *Journal of Hydrometeorology*, 17(6): 1745–1761.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Stone, A., J. Arblaster, G. Abramowitz, 2019. CMIP6 models produce higher equilibrium climate sensitivity. ARC centre of excellence, Australia. Retrieved from <https://climateextremes.org.au/cmip6-models-produce-higher-equilibrium-climate-sensitivity/>
- Vertačnik, G., Z. Vičar, R. Bertalanič. 2015. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011: Kontrola in homogenizacija podatkov. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, 101 str.
- Vertačnik, G., R. Bertalanič. 2017. Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011: Značilnosti podnebja v Sloveniji. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, 198 str.
- Vetrnica. 2011. Stališče SMD o podnebnih spremembah, Vetrnica 0311. Ljubljana, Slovensko meteorološko društvo

Poročilo »Medvladnega odbora za podnebne spremembe« (IPCC) in EU zakonodaja za sektor »Raba zemljišč, sprememba rabe zemljišč in gozdarstva« (LULUCF)

Primož SIMONČIČ¹, Boštjan MALI¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-naslov: [primoz.simoncic @gozdis.si](mailto:primoz.simoncic@gozdis.si)

POUDARKI (HIGHLIGHTS)

Medvladni odbor za podnebne spremembe – IPCC

Posebno poročilo o globalnem segrevanju za 1.5°C

Raba zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva - LULUCF

Referenčna vrednost za gospodarjenje z gozdovih - FRL

Toplogredni plini - TGP

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC,

Special Report on Global Warming of 1.5°C

Land use, land use change, forestry – LULUCF

Forest Reference Level - FRL

Greenhouse gases - GHG

Poročilo »Medvladnega odbora za podnebne spremembe« (IPCC)

Medvladni odbor za podnebne spremembe (IPCC) je v svojem posebnem poročilu »Global warming of 1.5°C«, kot posebno IPCC poročilo o posledicah svetovnega ogrevanja za 1,5°C glede na predindustrijsko obdobje v letu 2019. Poročilo in dokumenti temeljijo na ocenah razpoložljivih znanstvenih dognanj, tehnične in relevantne socialno-ekonomske literature v povezavi s segrevanjem ozračja. V delu poročila se omenja področje rabe tal kot enega izmed potencialnih dejavnikov zmanjševanja emisij, zlasti pogozdovanje površin drugih rab tal. V Sloveniji je gozdnatost 60%, kmetijskih zemljišč je malo, tako da je tak pristop v večini primerov za našo državo neustrezen.

Raba zemljišč, sprememba rabe zemljišč in gozdarstva« (LULUCF)

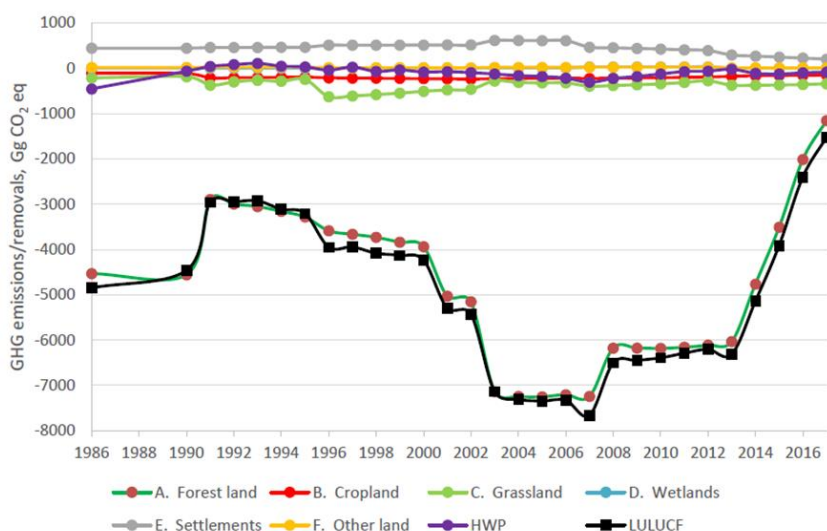
Evropski parlament in Svet sta 30. maja 2018 izdala Uredbo (EU) 2018/841 o vključitvi emisij toplogrednih plinov in odvzemov zaradi **rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva** (LULUCF) v okvir podnebne in energetske politike do leta 2030 ter spremembi Uredbe (EU) št. 525/2013 in Sklepa št. 529/2013/EU, s katero Unija uresničuje del svojih zavez iz **Pariškega sporazuma**, sprejetega na podlagi **Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja** (UNFCCC). Ta uredba za obdobje 2021-2030 določa obvezno obračunavanje emisij in odvzemov po pravilih, ki so specifična za posamezno obračunsko kategorijo zemljišč. Emisije in odvzemi (ponori) toplogrednih plinov (TGP) iz gozdnih zemljišč, s katerimi se gospodari, se bodo obračunavali glede na **referenčno vrednost** države za gospodarjenje z gozdovi (**FRL**), ki jo bo sprejela Komisija z delegiranim aktom do 31. oktobra 2020.

Po definiciji iz uredbe je referenčna vrednost za gospodarjenje z gozdovi izražena v tonah ekvivalenta CO₂ na leto, pomeni oceno povprečnih letnih neto emisij ali odvzemov iz gozdnih

zemljišč, s katerimi se gospodari, na ozemlju države članice v obdobjih od leta 2021 do leta 2025 in od leta 2026 do leta 2030 na podlagi meril iz te uredbe.

V skladu s členom 8 je morala Slovenija do 31. decembra 2018 Komisiji predložiti svoj nacionalni načrt za obračunavanje na področju gozdarstva, vključno s predlagano referenčno vrednostjo za obdobje 2021-2025. Vsebino načrta in referenčno vrednost je ocenjevala in presojala skupina ekspertov (LULUCF EG) za področje rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva v času od 1. do 12. aprila letos v Bruslju. Komisija je na podlagi sinteznega poročila skupine 18. junija pripravila delovni dokument služb Komisije, ki vsebuje tehnična priporočila za izboljšavo tega načrta, 25. junija ga je posredovala Sloveniji. **Do konca leta 2019 bo Slovenija predložiti posodobljen načrt in referenčno vrednost, ki bosta v skladu z merili, kot jih določa uredba.**

V zvezi s pripravo načrta oz. določitvijo referenčne ravni (**FRL**) je nujno opozoriti, da je **Slovenija v posebnem položaju. Referenčna vrednost temelji na nadaljevanju prakse gospodarjenja z gozdovi v obdobju 2000-2009, v katerem je imela Slovenija majhen posek, 40 % prirastka, enega izmed nižjih v Evropi.** Zaradi majhne intenzitete sečnje (zlasti v zasebnih gozdovih) in drugih razlogov se je lesna zaloga povečevala, kar je privedlo do neuravnoteženosti starostne oz. debelinske strukture gozdov. Zaradi velikih ujm se je od leta 2014 dalje **sečnja v gozdovih povečala za 50 % in mortaliteta za 300 % (vrednost bo preverjena ob naslednjih inventurah)**, posledično je bil ponor TGP veliko manjši. Glede na Smernice za pripravo in poročanje FRL v skladu z Uredbo (EU) 208 / 841 (EC 2018) bi v **Sloveniji morali določiti (izračunati) takšno referenčno vrednost, da bo rezultat obračunavanja za gospodarjenja gozdna zemljišča lahko pomenil neto emisije TGP (relativne!) za obdobji 2021-2025 in 2026-2030.** Kljub temu, da bi v naravi imeli v slovenskih gozdovih ponor CO₂ pa bi relativni izračun kazal emisije, če primerjamo posek in prirastek za obdobje 2000-2009 (40%) za obdobje 2020/2030, (do) 75% razmerje med posekom in prirastkom, kot je v usmeritvi glede pridobivanja lesa zapisano v Resoluciji o nacionalnem gozdnem programu (ReNGP) iz I. 2007.



Slika : Emisije TGP za sektor LULUCF skupaj in posamezne rabe tal v Sloveniji v obdobju 1986-2016 (vir GIS)

Opozoriti velja, da uredba med drugim navaja da pri referenčnih vrednostih za gospodarjenje z gozdovi bi bilo treba upoštevati vsa neravnovesja v starostni strukturi gozda, pri čemer naj ne bi po nepotrebnem omejevali intenzivnosti gospodarjenja z gozdovi v prihodnosti, s ciljem, da se ohranijo ali povečajo ponori ogljika na dolgi rok. Drugače pa v členu 4. členu obvezuje, da vse države članice zagotovijo, da emisije ne presegajo odvzemov/ponorov TGP v sektorju LULUCF (**pravilo o nepresežku emisij**). V kolikor Slovenija omeji posek, se bo starostna struktura gozdov slabšala, zaradi česar je ogroženo načelo trajnosti. Če pa bo posek ustrezno večji in bo sprejeta referenčna vrednost za Slovenijo neugodna, bo to skoraj zagotovo vodilo v neto emisije za gozdarstvo in posledično v sektorju LULUCF, kar bi pomenilo, da bi bili potrebni večji napori za zmanjšanje emisij v drugih sektorjih (kmetijstvo, promet, ...). Glede na stanje je nujno razmišljati tudi o potencialni aktivaciji kompenzacije, ki se zgodi ob obračunih emisij oz. ponorov za obdobje 2021-2025 v l. 2027, če bodo ponori za slovenske gozdove večji od emisij in če bomo za omenjeno obdobje presegli referenčno vrednost za gospodarjenje z gozdovi. Prav tako bomo nadaljevati s poročanjem o t.i. pridobljeni lesni proizvodi (HWP), o emisijah TGP zaradi gozdnih požarov kot integralnim delom poročanja (FRL) kot tudi o zalogah ogljika v opadu in mineralnem delu gozdnih tal (C org min), ki se bosta lahko naknadno vključila v modele izračuna za gozdarstvo, če seveda dokazano prispevata k povečevanju ponorov TGP gozdnih zemljišč.

Viri

Forsell N., Korosuo A., Federici S., Gusti M., Rincón-Cristóbal J.-J., Rüter S., Sánchez-Jiménez B., Dore C., Brajterman O. and Gardiner J. 2018. Guidance on developing and reporting Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841. Available online at: https://ec.europa.eu/clima/policies/forests/lulucf_en.

IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].

Uredba (EU) 2018/841 Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o vključitvi emisij toplogrednih plinov in odvzemov zaradi rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva v okvir podnebne in energetske politike do leta 2030 ter spremembi Uredbe (EU) št. 525/2013 in Sklepa št. 529/2013/EU

Ali je slovenski gozd še vedno ponor ogljika? Rezultati zadnje inventure gozdov

Aleš POLJANEC^{1,2}, Andrej GRAH³, Mitja SKUDNIK^{3,2}

¹ Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: ales.poljanec@zgs.si

POUDARKI

- Gozdovi so pomemben ponor CO₂, hkrati pa predstavljajo pomemben vir surovine za industrijo in energetiko
- Dolgoročno ohranjanje visokih lesnih zalog in prirastka je najpomembnejša usmeritev za izpolnjevanje zahtev evropske zakonodaje glede zagotavljanja ponorov CO₂ v gozdovih
- Lesna zaloga v Sloveniji za gozd in druga gozdna zemljišča je leta 2018 znašala 329 m³/ha, bruto prirastek za obdobje 2007-2012 pa 8 m³/ha/leto
- Sečnja se je po letu 2012 povečala za 50 % in je za obdobje 2012 - 2018 znašala 6 m³/ha/leto, kar pomeni, da se vsako leto v gozdovih akumulira približno 2 m³/ha lesa oziroma 0,7 t/ha C
- Nacionalne gozdne inventure so lahko pomemben vir podatkov za spremljanje razvoja gozdov na nacionalni ravni

HIGHLIGHTS

- Forests are an important CO₂ sink, but also an important source of raw material for industry and energy
- The long-term preservation of high growing stocks and increment is an important direction for meeting the requirements of European legislation regarding the provision of CO₂ sinks in forests
- In Slovenia, the growing stock of forest and other wooded land in 2018 amounted to 329 m³/ha, while the gross increment for the period 2007-2012 was 8 m³/ha /year
- After the year 2012 harvesting increased for 50 % and amounted to 6 m³/ha/year in period 2012 - 2018, which means that approximately 2 m³/ha of wood or 0.7 t/ha of carbon is accumulated every year in forests.
- Data from national forest inventories are important source for knowing the status, change and the development of forests on the national level

UVOD

Slovenija je zavezana trajnostnemu, sonaravnemu in večnamenskemu gospodarjenju z gozdovi, kar pomeni, da gospodarjenje temelji na upoštevanju naravnih procesov v gozdovih, naravnem pomlajevanju gozdov, trajnemu ohranjanju produktivnosti gozdnih rastišč in trajnemu zagotavljanju vseh vlog gozda. Pomemben cilj upravljanja gozdov je blaženje podnebnih sprememb, pri čemer je pomembna aktivnost zagotavljanje trajnih ponorov CO₂. Velika gozdatost Slovenije in visoke lesne zaloge sta razloga, da gozd predstavlja najpomembnejši ponor CO₂, hkrati pa je gozd tudi pomemben vir surovine za industrijo in energetiko. Oba cilja sta si v nasprotju, zato je naloga načrtovanja, da poskrbi za trajno zagotavljanje obeh. Z vidika

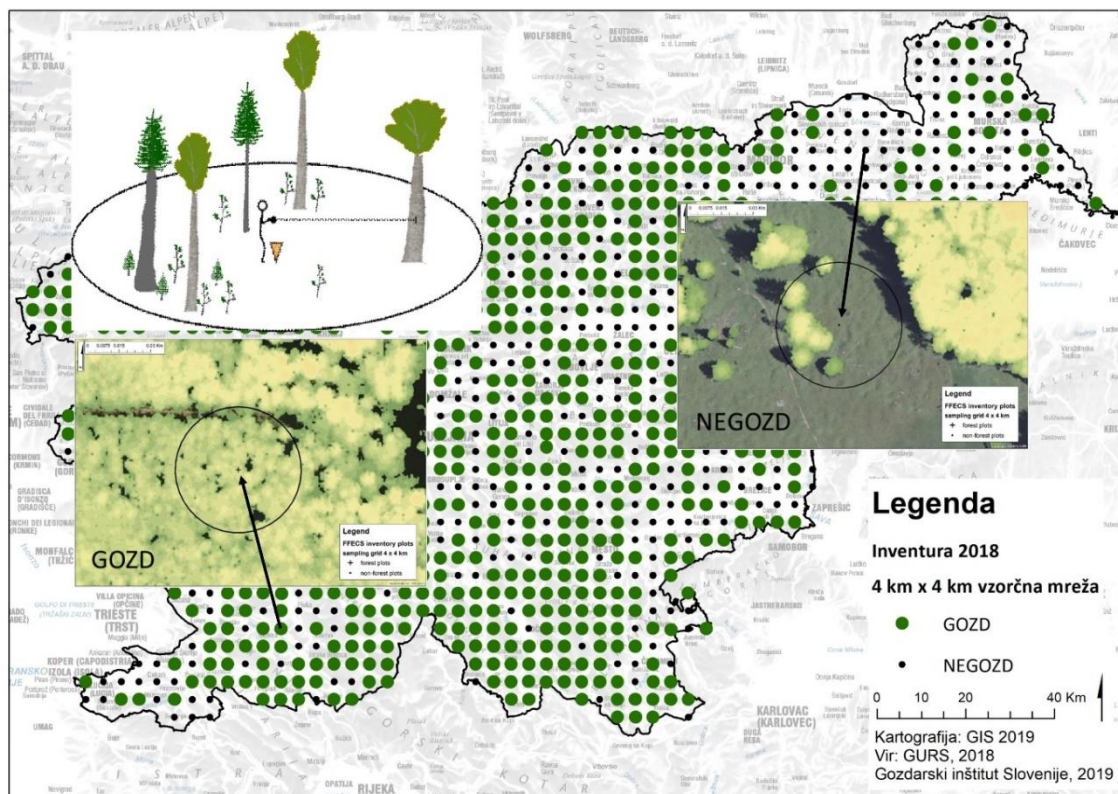
izpolnjevanja mednarodnih okoljskih zahtev po zagotavljanju ponorov CO₂ je še do nedavnega veljalo, da je potrebno z gospodarjenjem z gozdovi zagotavljati povečevanje lesnih zalog (Kranjc in sod. 2002). Povečanje lesnih zalog v gozdovih je sicer pomemben ukrep, a le za dežele, kjer stanje gozdov kaže razmeroma nizke lesne zaloge. V deželah z razmeroma ohranjenimi gozdovi ter visokimi lesnimi zalogami pa takšna usmeritev ne zagotavlja nujno večjih ponorov CO₂.

Ob klimatskih spremembah, ki se kažejo tudi v povečani jakosti in pogostnosti ekstremnih vremenskih dogodkov, visoke lesne zaloge predstavljajo povečano tveganje pri gospodarjenju z gozdovi. Večje ujme lahko v zelo kratkem času poškodujejo velike gozdne površine, kar se odraža tudi na znižanju prirastka in s tem tudi ponorov CO₂. Daljša toplejša in sušna obdobja namreč pozitivno vplivajo na pojav požarov, sušo in prenamnožitve insektov, medtem ko toplejša in bolj vlažna obdobja povečajo število vetrolomov in pojava patogenih organizmov (Seidl in sod., 2017). Tako so v Sloveniji po obsežnem žledenju leta 2014 gozdove prizadeli še vetrolomi v letih 2017 in 2018, vsem ujmam pa so sledile še obsežne gradacije podlubnikov in drugih škodljivcev gozdnega drevja (de Groot in sod., 2018). Na večjih območjih Slovenije se je zato redno gospodarjenje z gozdovi spremenilo v intenzivno saniranje poškodovanega gozda (ZGS, 2017).

Za obvladovanje tveganj in upravljanje gozdov na različnih prostorskih ravneh so pomembne informacije o zgradbi in drevesni sestavi gozdnih sestojev ter njihovih spremembah v prostoru in času. Le te večinoma pridobimo z inventuro gozdov v okviru gozdarskega načrtovanja, ki vključuje meritve na stalnih vzorčnih ploskvah in opis sestojev. Pomemben vir podatkov na nacionalni ravni pa je Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE), ki ima vse zasnove nacionalne gozdne inventure (Skudnik in Hladnik, 2018). Namen prispevka je prikazati stanje gozdov na podlagi podatkov MGGE s poudarkom na dolgoročnem zagotavljanju ponorov CO₂.

METODE

V predstavitev vključeni podatki o stanju gozdov so zbrani na vzorčnih ploskvah na sistematični mreži 4 × 4 km preko celotne države (Slika 1). Podatki zbrani na vzorčnih ploskvah zagotavljajo časovno in prostorsko opredeljene podatke o stanju gozdov z znano statistično zanesljivostjo. V Sloveniji je bil nacionalni popis prvič izveden leta 2000 in ponovljen še trikrat (2007, 2012, 2018). V prispevku so predstavljeni podatki o drevnini in odmrli lesni biomasi. Na podlagi ponovitev izmere dreves na vzorčnih ploskvah lahko namreč spremljamo stanje in spremembe drevesne sestave in zgradbe gozdov. Spremembe so predvsem posledica rasti drevja, naravnih motenj (mortaliteta) in gospodarjenja z gozdovi.

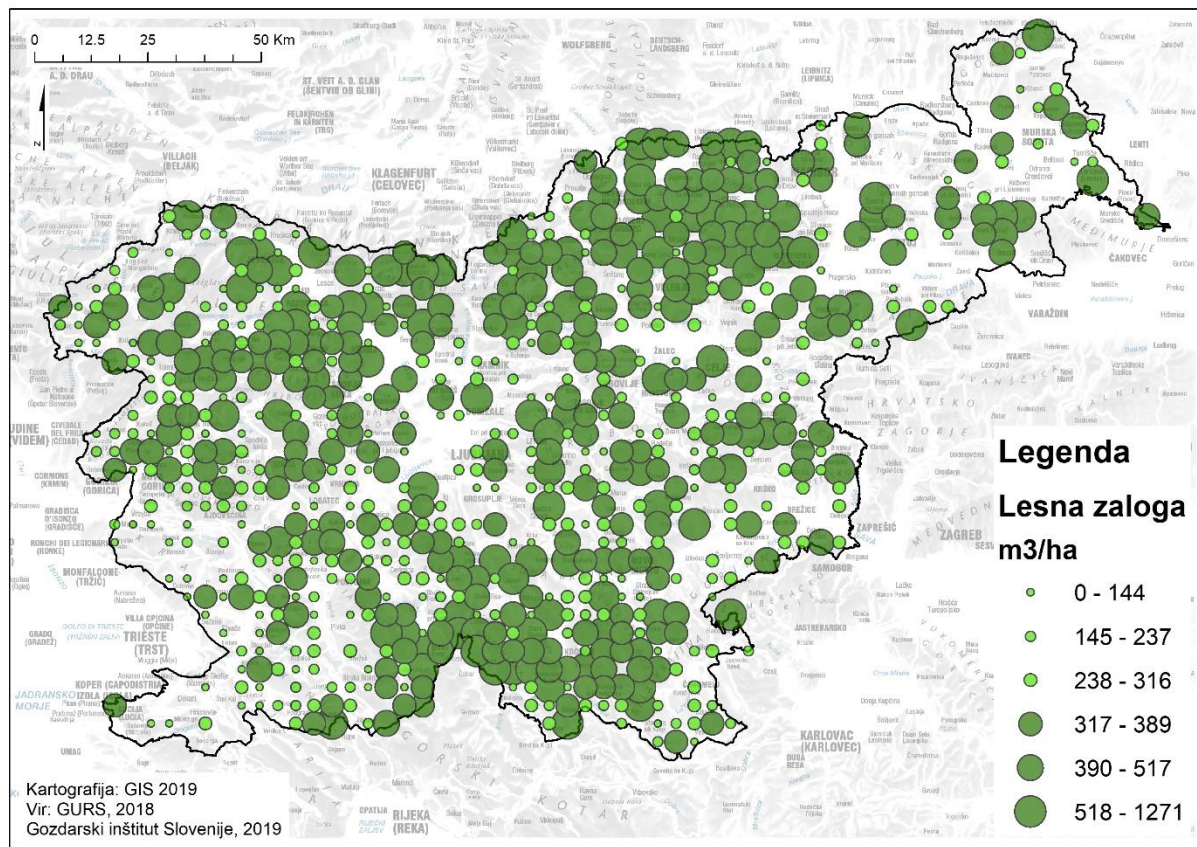


Slika 1: sistematična mreža vzorčnih ploskev 4 km x 4km preko Slovenije in razdelitev ploskev na gozd / negozd.

Zaradi znane površine vzorčne ploskve lahko na podlagi izmer žive drevnine in odmrle lesne mase na ploskvi, pridobimo oceno lesne zaloge oz. volumna drevnine, ki je izražena v m^3/ha . Glede na protokol snemanja so v analizi vključeni samo podatki t. i. merskih dreves kar pomeni, da mora biti premer drevesa na višini 1,3 m od tal vsaj 10 cm. Biomasa predstavlja volumna posameznega drevesa pomnožen z gostoto lesa in je izražena v t/ha. Pomnožitev biomase s frakcijo ogljika poda oceno v tonah C/ha.

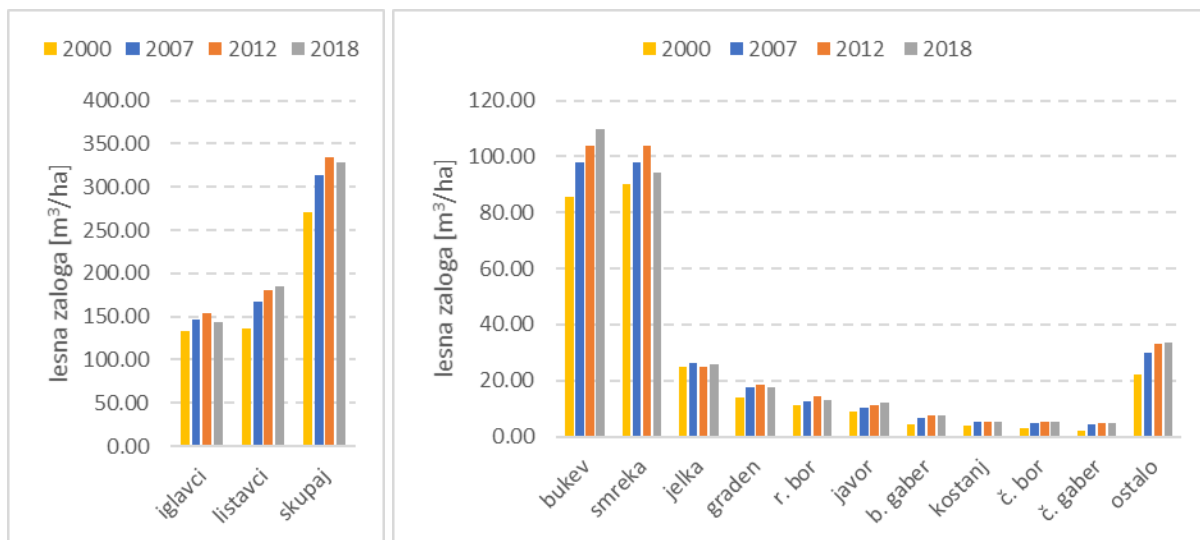
REZULTATI

Od leta 2000 do 2012 se je lesna zaloga in s tem količina vezanega ogljika v gozdu povečevala. Ob prvi inventuri leta 2000 je le ta znašala $297,6 \pm 13,9 m^3/ha$, leta 2007 $313,7 \pm 13,4 m^3/ha$ in leta 2012 je dosegla $333,9 \pm 13,7 m^3/ha$. Rezultati inventure 2018 kažejo na zmanjševanje lesne zaloge sicer na $328,7 \pm 13,7 m^3/ha$. Če nadzemni volumen drevnine preračunamo v nadzemno biomaso bi to pomenilo 187 t/ha in posledično 88 t C/ha. Z upoštevanjem podzemnega deleža biomase drevnine bi skupaj pomenilo, da imamo v letu 2018 v drevnini akumuliranih 108 t C/ha. Razpon ploskovnih vrednosti lesne zaloge v letu 2018 je bil med 0 in $1271 m^3/ha$ (Slika 2). Ploskve z višjimi lesni zalogami so skoncentrirane predvsem na območju Pohorja in predelih z večjimi kompleksi gozdov. Izjema so nekateri predeli na Postojnskem in Kočevskem, ki so bili močnejše prizadeti v ujmah, ki so slovenske gozdove prizadele po letu 2014.



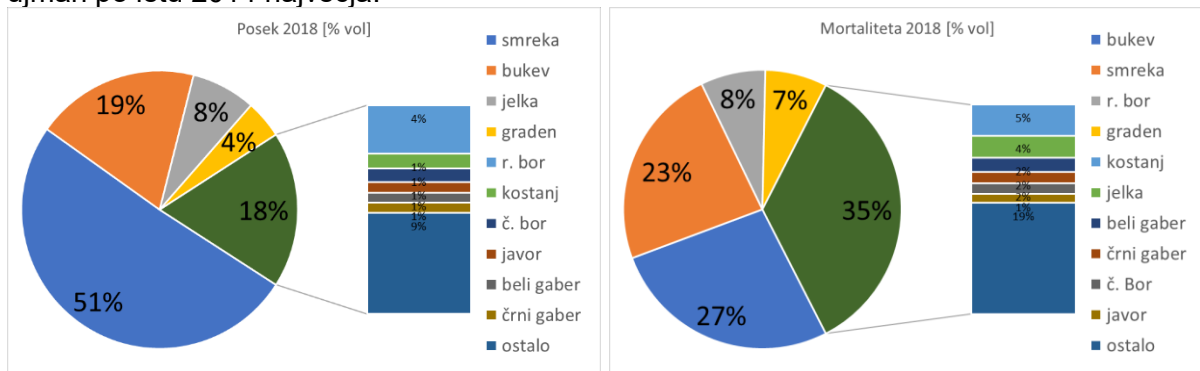
Slika 2: Prostorska razporeditev ploskev glede na izračunano lesna zalogo.

Stratifikacija podatka o lesni zalogi na iglavce in listavce kaže, da pri listavcih lesna zaloga še vedno narašča, in sicer se je med leti 2012 in 2018 povečala iz 180,1 m³/ha na 185,4 m³/ha. Lesna zaloga iglavcev pa se je med leti 2012 in 2018 znižala iz 153,8 m³/ha na 143,3 m³/ha (Slika 3 - levo). Zmanjševanje lesne zaloge iglavcev gre predvsem na račun smreke, saj se je le ta zmanjšala iz 104,0 m³/ha v letu 2012 na 94,3 m³/ha in s tem dosegla nižjo vrednost kot leta 2007 (97,8 m³/ha) (Slika 3 - desno). Med iglavci se je znižala tudi lesna zaloga rdečega in črnega bora, medtem ko se je zaloga jelke povečala iz 24,8 m³/ha na 25,9 m³/ha. Glede na celotno lesno zalogo jelka leta 2000 predstavlja 9 % delež. Leta 2012 je njen delež padel na 7 % in v letu 2018 ponovno narasel na 8 %. Od leta 2000 do danes je bila predvsem bukev drevesna vrsta, katere delež je v lesni zalogi konstantno naraščal, in sicer iz 85,5 m³/ha v letu 2000 na 109,7 m³/ha leta 2018. Tako je od leta 2000, ko je glavnino lesne zaloge predstavljala smreka (33 %), danes njeno mesto zavzela bukev. Ostale drevesne vrste, katerim lesna zaloga se je med leti 2012 in 2018 povečala, so gorski javor, macesen, cer, lipovec in beli gaber. Glede na stanje 2012 se je poleg smreke zmanjšala tudi lesna zaloga rdečem boru, gradnu, duglaziji, robiniji, trepetliki, črnem gabru, brezi, črnemu boru in velikemu jesenu.

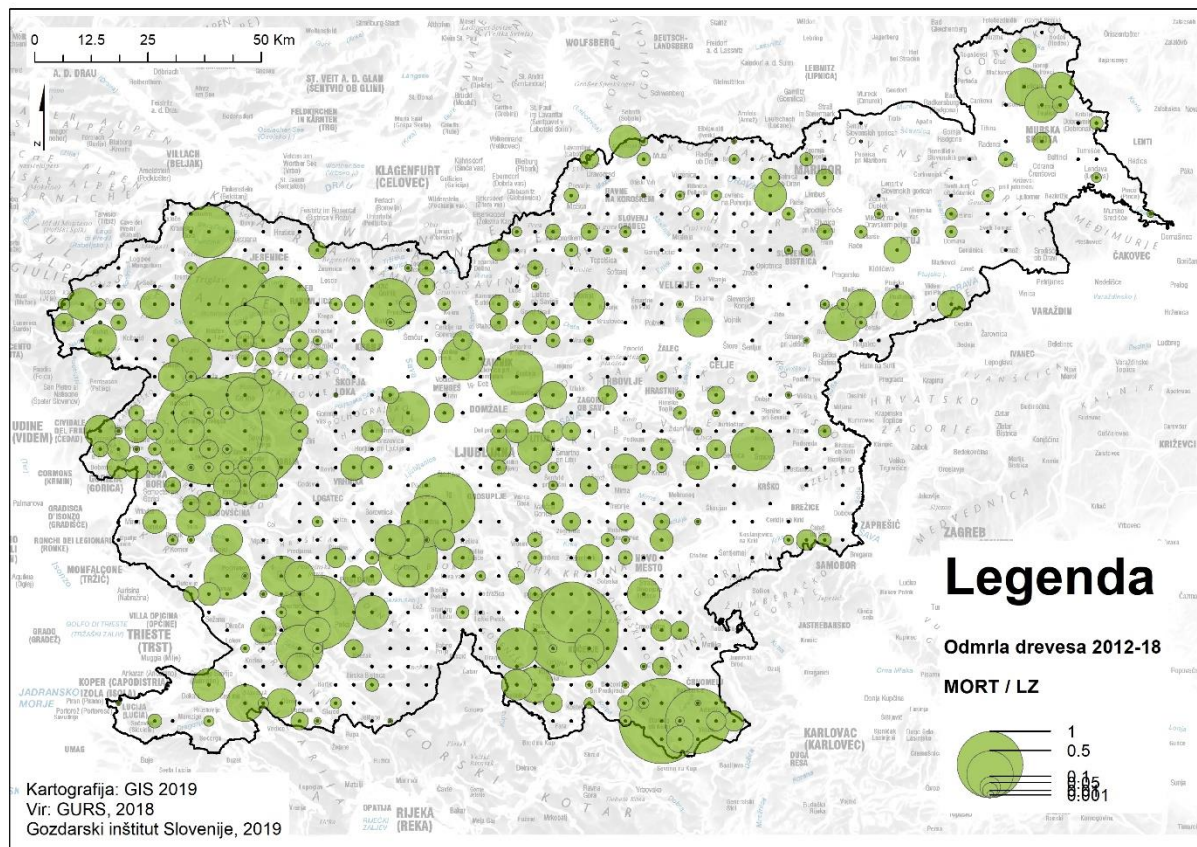


Slika 3: Sprememba lesne zaloge med leti 2000 in 2018 za iglavce in listavce (levo) in za glavne drevesne vrste (desno).

Med leti 2007 in 2012 je ocena poseka znašala 4,3 m³/ha leto. V obdobju 2012 – 2018 se je posek povečal na 6,0 m³/ha leto. Več kot 50 % volumna posekanih dreves med leti 2012 in 2018 je pripadalo smreki, sledi ji bukev, jelka in graden (Slika 4 - levo). Pod terminom mortaliteta predstavljamo drevesa, ki so se posušila v obdobju 2012-2018 in so bila na dan popisa ploskve še vedno v gozdu. Pri mortaliteti prevladuje bukev s 27 %, sledi ji smreka, rdeči bor in graden (Slika 4 - desno). Zaradi velike količine sanitarne sečnje (posek iglavcev zaradi nevarnosti gradacije podlubnikov) v zadnjih letih ocenjujemo, da bo del posušenih dreves listavcev še odstranjen iz gozda, kar bo še dodatno prispevalo k povečanju trenutne ocene poseka. Podatek o volumnu odmrlih dreves normaliziran glede na lesno zalogo ploskve prikazuje Slika 5. Sušice so bile najbolj pogoste predvsem v zahodni in južni Sloveniji, kjer je bila intenzivnost poškodb v ujmah po letu 2014 največja.



Slika 4: Odstotek poseka glede na glavne drevesne vrste (levo) in delež dreves, ki so odmrli med leti 2012 in 2018.



Slika 5: Prostorska razporeditev ploskev glede na lesno zalogo odmrlih dreves v obdobju 2012-18, normalizirano glede na lesno zalogo ploskve v letu 2018.

ZAKLJUČKI

Najnovejše stanje gozdov v Sloveniji nakazuje na spremenjen trend lesne zaloge, in sicer se lesna zaloga prvič po letu 2000, ko je bil izveden prvi popis stanja gozdov na nacionalni ravni ni povečala, temveč se je celo nekoliko zmanjšala. Največji vpliv za padec lesne zaloge je povečan sanitarni posek smreke. Glede na podatke popisa 2018 bi lahko sklepali, da so ujme in posledične gradacije podlubnikov prizadele predvsem smreko, ki se pri nas pogosto pojavlja na neustreznih rastiščih. Slovenski gozdovi posledično postajajo vse bolj bukovi gozdovi, povečuje pa se tudi lesna zaloga nekaterih drugih listavcev, kot so gorski javor, cer, lipovec in oreh. Med iglavci se je med leti 2012 in 2018 povečala lesna zaloga jelke in macesna.

Na prihodnost gozdov vpliva že v normalnih razmerah toliko spremenljivk, da je njihov razvoj težko natančno predvideti. Ob hitrem spreminjanju klime in vseh spremljajočih pojavih pa je negotovost naših napovedi še večja. Pri avtohtonih vrstah se bodo spreminjali evolucijsko doseženi medvrstni odnosi, značilnosti razmnoževanja, areali bivanja, prehranjevalne navade in podobno. Zagotovo se bo v bodoče krepil delež listavcev, kar je iz vidika ponorov CO₂ ugodneje. Listavci imajo namreč večjo gostoto lesa in zato skladiščijo več ogljika kot iglavci. Hkrati se je izkazalo, da so listavci bolj odporni na ujme (Klopčič in sod. 2009), kar zagotavlja tudi manjše tveganje pri gospodarjenju z gozdovi.

Povečevanje ponorov CO₂ je povezano tudi s priraščanjem gozdov. Z višanjem lesnih zalog se krepki predvsem debelo drevje, zato so gozdovi z večjo lesno zalogo praviloma starejši od gozdov z nizkimi lesnimi zalogami. S staranjem oziroma naraščanjem premera dreves se prej ali slej

debelinska rast dreves upočasniti in s tem se zmanjša tudi volumski prirastek dreves, kar se odraža tudi v manjšem ponoru ogljika.

Zato je za zagotavljanje trajnega ponora CO₂ v Sloveniji pomemben aktiven pristop pri upravljanju gozdov ter zagotavljanju čim večje domače porabe lesa. Temu je sledila tudi gozdarska politika in se s prenovo nacionalnega gozdnega programa (RNGP 2007) usmerila k bolj aktivnemu gospodarjenju. Sprejeti so bili številni ukrepi za mobilizacijo lastnikov gozdov in aktiviranje potencialov zasebnih gozdov, promocijo lesa in vzpodbujanje domače porabe lesa tako za industrijo, kot tudi v energetske namene. Vse to postavlja gozdarstvo in upravljanje gozdov pred nove izzive. Zanesljive informacije o stanju gozdnih sestojev so zato ključne za zmanjševanje tveganj pri upravljanju gozdov in prilagajanju gozda in gozdarstva na nove razmere. Podatki, zbrani v okviru MGGE, so pomembni za prilagajanje nacionalnih gozdnih politik, mednarodno poročanje o stanju in spremembah gozdov in ugotavljanje ponorov ogljika, ki pomembno prispeva k zmanjševanju podnebnih sprememb.

VIRI

de Groot M., Ogris N., Kobler A. 2018. The effects of a large-scale ice storm event on the drivers of bark beetle outbreaks and associated management practices. *Forest Ecology and Management*, 408, 195-201

Krajnc N., Simončič P., Robek R. 2002. Vloga gozdov pri izpolnjevanju kyotskih zahtev v Sloveniji. V: VORŠIČ, Jože (ur.). Program. 11. mednarodno posvetovanje Komunalna energetika, Maribor, Slovenija, 14.-16. maj 2002. V Mariboru: Univerza, 2002. Str. 147.

Klopčič, M., Poljanec, A., Gartner, A., Bončina, A. 2009. Factors related to nature disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Écoscience*, 16, 1: 48-57.

RNGP 2007. Resolucija o nacionalnem gozdnem programu. Ur. l. RS, št. 111/07.

Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M. in sod. 2017. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7, 395

Skudnik M., Hladnik D. 2018. Predlog o organiziranju nacionalne gozdne inventure za mednarodno in domače poročanje o trajnostnem gospodarjenju z gozdovi = Suggestion for Organizing National Forest Inventory for International and National reports on Sustainable Forest Management. *Gozdarski vestnik*, 76, 7-8: 319-331

ZGS. 2017. Načrti sanacije gozdov, poškodovanih v naravnih ujmah in požarih. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije. E-vir: http://www.zgs.si/delovna_podrocja/varstvo_gozdov/nacrti_sanacije_gozdov_poskodovanih_v_naravnih_ujmah_in_pozarih/index.html (17.5.2019)

ZAHVALA

Študija je bila financirana v okviru naloge JGS1 (Popis razvrednotenja in poškodovanosti gozdov v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov) in JGS 4 (Razvijanje in strokovno usmerjanje informacijskega sistema za gozdove (ISG)). Hvala vsem sodelavcem oddelka NMGK za pomoč pri zasnovi, pripravi in organizaciji inventure. Hvala vsem sodelavcem in kolegom iz GISa in ZGS pri organizaciji in izvajanju terenskih meritev.

Znanost o gozdu – za gozd v času podnebnih sprememb

Marjana WESTERGREN¹, Hojka KRAIGHER¹

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-naslov: marjana.westergren@gozdis.si

POVZETEK

Klimatske spremembe bodo povzročile v srednji Evropi in tudi v Sloveniji povišanje temperatur, zmanjšanje količine padavin, povečano pogostnost vročinskih valov in povečanje rizika za suše (IPCC 2014, Lindner et al. 2014). Drevesa oz. populacije dreves bodo morale spremeniti svoj areal – migrirati, da bodo sledili pogojem, v katerih sedaj uspevajo ali se prilagoditi novim pogojem (Aitken et al. 2008, Petit et al. 2008, Anderson et al. 2012).

Hitrost migracije gozdnih drevesnih vrst (< 100 m/leto) so nižje od tega, kar bi bilo potrebno, da sledijo napovedani hitrosti segrevanja okolja. Za to bi morale populacije dreves na leto prepotovati med 3000 in 5000 m (Petit et al. 2008). Fenotipska plastičnost omogoča, da drevesa hitro prilagodijo svoj fenotip spremenjenemu okolju. Vendar pa te spremembe pomagajo le obstoječi generaciji in ni nujno, da bi bila fenotipska plastičnost zadosti velika, posebej če se bo okolje spremenilo bolj, kot je bila amplituda sprememb v preteklosti. Hkrati pa lahko plastičnost vodi tudi do evolucijskih sprememb v reakcijskih normah (Andreson et al. 2012a). Najboljša možnost, ki jo drevesa imajo, je prilagajanje na okoljske spremembe *in situ*, za kar se morajo zanesti na obstoječo genetsko variabilnost.

Prispevek predstavi evolucijske sile, pomembne za migracijo in prilagajanje drevesnih vrst. Dotakne se modelov za preučevanje prilagajanja na spremembe v okolju. Zaključni mislimi, kako lahko gozdarji ob upoštevanju genetskih principov pripomoremo k varovanju gozdnih genskih virov, migraciji in prilagajanju populacij drevesnih vrst na spremembe v okolju.

VIRI

Anderson JT, Panetta AM, Mitchell-Olds T. 2012. Evolutionary and Ecological Responses to Anthropogenic Climate Change. *Plant Physiology*. 160: 1728–1740.

Anderson JT, Inouye DW, McKinney AM, Colautti RI, Mitchell-Olds T. 2012a. Phenotypic plasticity and adaptive evolution contribute to advancing flowering phenology in response to climate change. *Proc. R. Soc. B*. 279: 3843–3852

Aitken SN, Yeaman S, Holliday JA, Wang T, Curtis-McLane S. 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary applications*. 95–111

Petit RJ, Hu FS, Dick CW. 2008. Forests of the past: a window to future changes. *Science*. 320: 1450-1452

Lindner M, Fitzgerald JB, Zimmermann NE, ..., Hanewinkel M. 2014. Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management* 146: 69-83

IPCC, 2014. IPCC fifth assessment report. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>

ZAHVALA

Delo je bilo financirano v okviru evropskega projekta LIFE LIFEGENMON, Javne gozdarske službe, financirane s strani MKGP in Programske skupine P4-0107, financirane s strani ARRS.

Vpliv klimatskih sprememb na lesno verigo

Miha HUMAR¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-naslov: miha.humar@bf.uni-lj.si

POUDARKI (HIGHLIGHTS)

Posledice klimatskih sprememb se bodo iz gozda prenesle navzdol po lesni verigi.

Klimatske spremembe se bodo odrazile tako v spremembi vrstne sestave, kot tudi v kvaliteti lesa

V zadnjem obdobju je vedo bolj popularna lesna gradnja, ki pa je lahko zelo ogrožena zaradi pojava novih lesnih škodljivcev

UVOD

Podnebne spremembe so že tu, meritve kažejo na trend dvigovanja temperature zraka. Nenazadnje sodi zadnjih deset let med najtoplejša leta v času opazovanja vremena v Sloveniji. Poleg tega smo vedno pogosteje priča tudi vedno intenzivnejšim ekstremnim vremenskim dogodkom, od žleda, do viharjev, toče ... Kljub prizadevanju številnih posameznikov, so znanstveniki mnenja, da skoraj zagotovo ne bomo dosegli cilja Pariškega sporazuma o omejitvi dviga globalne temperature znatno pod 2 °C do leta 2050 v primerjavi s predindustrijsko dobo. To pomeni, da lahko v prihodnje pričakujemo še večje in bolj izražene spremembe podnebja. Slovenija, ki je dežela raznolikih pokrajin in podnebnih tipov, ocene o izraženosti posameznega vpliva podnebnih sprememb zato še toliko bolj potrebuje. Hkrati pa so podnebne projekcije zaradi velike podnebne raznolikosti tudi bolj negotove kot v nekaterih drugih območjih Evrope oziroma sveta (ARSO Vreme, 2018). Glede na to, da je les material biološkega izvora, ki je med uporabo izpostavljen biotskim in abiotskim dejavnikom, imajo lahko klimatske spremembe velik vpliv tudi na gozdno-lesno verigo. V tem dokumentu je namen predstaviti predvsem vpliv klimatskih sprememb na lesni del verige in pripraviti podjetja ne spremembe, ki se nam nezadržno bližajo.

VPLIV KLIMATSKIH SPREMOMB NA GOZDNO SESTAVO

Vpliv klimatskih sprememb na gozdove v Evropi je povzet po znanstvenem članku Hanewinkel in sod. (2013), objavljenem v prestižni reviji Nature Climate change. Evropske gozdove, ki pokrivajo več kot 2 milijona km² ali 32% Evropske površine, v veliki meri upravljamo intenzivno. Ti gozdovi so zlasti pomembni za delovanje papirne in lesno predelovalne industrije. Podnebne spremembe že danes vplivajo na drevesno sestavo. Po pričakovanjih bodo vedno višje temperature in spremenjen padavinski režim močno vplivale na porazdelitev drevesnih vrst znotraj teh gozdov. Večina razprav o premiku bioma se osredotoča na ekološka vprašanja. Citirani članek pa je eden prvih, ki jasno pokaže, kako se bodo klimatske spremembe odrazile v spremenjeni gozdni sestavi, kar bo imelo neposreden vpliv tudi na gospodarstvo. Na podlagi objavljene analize lahko jasno predvidimo upad gospodarsko pomembnih lesnih vrst, če ne bomo zagotovili ustreznih protiukrepov. Vrednost gozdnih zemljišč v Evropi bi tako lahko upadle za 14% do 50%, odvisno od lokacije in gozdne sestave. Predstavljen model kaže, (odvisno od različnih podnebnih scenarijev) da bo leta 2100, na med 21% in 60% (povprečje 34%) evropskih gozdnih zemljišč

uspeval samo mediteranski tip hrastovega gozda z nizko gospodarsko vrednostjo. To se bo odrazilo v zmanjšanem donosu za lastnike gozdov in pomanjkanju surovine za lesno industrijo. Poleg tega je treba upoštevati, da bo v tako spremenjenih gozdovih zmanjšana tudi sekvestacija CO₂.

Kot je razvidno iz članka Hanewinkel in sodelavcev (2013), se bo z izjemo Alpskih gozdov, iz Slovenije umaknila Smreka, Jelka, Bukev ter Dob. Namesto tega bo v Sloveniji prevladoval mediteranski tip gozda z visokim deležem puhastega hrasta, cera in mediteranskih borov. Ta drevesa imajo bistveno manj kvaliteten les. Zaradi nizke rasti dreves, ne moremo pridobiti lesnih sortimentov večjih dimenzij ... Glede na to, da je predvsem gradbeni del lesni industrije odvisen od lesa iglavcev (smreka, macesen, jelka ...), bo treba razviti nove rešitve za uporabo manjvrednih lesnih vrst v gradbenem sektorju.

Poleg spremenjenih klimatskih sprememb, bo na lesno sestavo vplival tudi pojav novih in hitrejša dinamika obstoječih škodljivcev. Pojav novih škodljivcev lahko v kratkem obdobju povsem spremeni gozdno sestavo, podobno kot so iz Apalačov zaradi uvoza kostanjevega raka, okoli leta 1900 povsem izginila kostanjeva drevesa. V Evropi so še posebej izpostavljena borova drevesa zaradi borove ogorčice, jeseni so ogroženi zaradi delovanja jesenovega ožiga, vsem poznano pa je tudi delovane smrekovega lubadarja.

V okviru Strateškega razvojnega inovacijskega partnerstva, pametne zgradbe in dom z lesno verigo se zavedamo tega problema. Zato smo na tem področju predlagali naslednje ukrepe:

Ukrep 3.2.1.1: Slovenski les

Gozd je ekosistem, ki je zaradi človekovih posegov in vse večjih potreb po lesu in drugih dobrinah močno izpostavljen. V prihodnje je moč pričakovati, da bodo na gozd vplivale tudi klimatske spremembe. Zato so nujne raziskave vplivov le teh na drevesno sestavo in na pojav novih patogenov v Sloveniji. Smiselno je raziskovati možnosti uvajanja/razširjanja tujerodnih, vendar tehnološko zanimivih lesnih vrst v Sloveniji. Za nove investicije in uvajanje novih tehnologij je ključno spremljanje (vrednostno in količinsko) tokov lesa in načrtovanje prihajajočih trendov ponudbe lesnih vrst z vidika kvalitete in kvantitete. Predvidevamo, da bo v prihodnje naraščala raba (lesnih ostankov, manjvrednega lesa) lesa v energetske namene in namene biorafinerij, zato je možnost pojava latentnega konflikta večja. Konkurenca med različnimi rabami lesa pa lahko vpliva tudi na rast cen in s tem na zmanjšanje konkurenčnosti panoge. S primernim načrtovanjem lokacije posameznih obratov in sodelovanjem med deležniki je te konflikte moč blažiti. Podjetja v vseh segmentih upoštevajo principe krožnega gospodarstva preko ustrezne izbire materialov, načrtovanja, ki omogoča kroženje materiala po koncu primarne življenjske dobe (SRIP PSIDLV).

V Sloveniji že danes na določenih območjih uspevajo drevesa, ki bodo v prihodnje predstavljale ključne vrste v gozdovih prihodnosti. Te lesne vrste smo do sedaj zanemarjali. V prihodnje jih je smiselno preučiti in razviti nove rešitve za njihovo uporabo. Poleg tega je smiselno razmišljati tudi o uvajanju novih lesnih vrst. V Sloveniji trenutno na to temo projekt CRP, o Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji. Z Duglazijo imamo v Sloveniji že določene izkušnje, saj imamo že skoraj 100 let stare sestoje. Drevesa duglazije na Notranjskem so na primer edina preživela žledolom in gradacijo lubadarja.

VPLIV KLIMATSKIH SPREMOMB NA KAKOVOST LESA

Znano je, da imajo rastni pogoji velik vpliv na kakovost lesa. Klimatski pogoji vplivajo tako na hitrost rasti, kot tudi pojav sekundarnih metabolitov, ki imajo prevladujoč vpliv na odpornost lesa. Predvsem iglavci, ki rastejo hitreje imajo bistveno slabše mehanske lastnosti, kot les z dreves, ki je rasel počasneje. Pri venčasto poroznih drevesih je ravno obratno. Hrastovina, ki raste počasneje ima bistveno slabšo kakovosten les, kot les hrasta, ki je rasel v ugodnih pogojih. Zato

je še posebej cenjen les hrasta iz Slavonije. Ker je odziv dreves na klimatske spremembe zelo raznolik, je v ta namen potrebno izvesti dodatne raziskave, ki bodo pokazale kakšen vpliv ima spremenjen padavinski režim in višje temperature na kakovost lesa. Z namenom osvetliti vpliv spremenjenega padavinskega režima na rast puhastega hrasta se je ravno zaključil projekt, ki ga je koordinirala dr. Gričar: J4-7203 Kratkoročni in dolgoročni odzivi hrastov v submediteranu na ekstremne vremenske dogodke s pomočjo drevesno-anatomskih analiz in eko-fizioloških meritev. Rezultati tega projekta bodo lahko do določene mere osvetlili odziv pri eni ključnih vrst.

VPLIV KLIMATSKIH SPREMEMB NA POJAV IN DINAMIKO LESNIH ŠKODLJIVCEV

Klimatske spremembe imajo dva ključna vpliva na dinamiko lesnih škodljivcev, in sicer: (1) zaradi višjih zimskih in jesenskih temperatur bo razkroj lesa hitrejši in intenzivnejši in (2) v Sloveniji se bodo razširili škodljivci, ki jih do sedaj nismo poznali.

Osrednja Slovenija že danes sodi v območja, kjer je razkroj lesa na prostem zelo intenziven. Zaradi delovanja gliv rjave trohnobe les v Sloveniji propade bistveno hitreje, kot v Skandinaviji, vzhodni ali centralni Evropi. Ostrejši pogoji za razkroj lesa v Evropi so edino na nekaterih predelih na obalah Atlantskega oceana. Na delovanje gliv na prostem imata največji vpliv predvsem temperatura in padavinski dogodki (število in intenziteta). Dosedanje projekcije kažejo, da bo klima v prihodnje ugodnejša za razvoj gliv razkrojevalk. Za natančnejše ocene bi bilo potrebno izvesti obsežnejše raziskave na širšem območju Slovenije.

Med lesnimi škodljivci, ki predstavljajo največjo potencialno nevarnost sodijo termiti. Termiti so že prisotni na obali, v osrednji Sloveniji pa jih še ni. Trenutno razvoj termitov v osrednji Sloveniji največji meri preprečujejo nizke zimske temperature. Če se ta temperatura dvigne, ovire ne bo več. Velika večina lesenih hiš nima zaščitene konstrukcije (kljub priporočilu standardov). Sredica je tako povsem izpostavljena delovanju termitov. V prihodnje bo treba vzpostaviti monitoring termitov, najprej na Primorskem, kasneje pa tudi v osrednji Sloveniji.



Slika 1: Termiti v okenskem okviru v Slovenski Istri .

VPLIV KLIMATSKIH SPREMEMB NA GRADNJO LESENIH OBJEKTOV

Večina objektov v Sloveniji je bila načrtovana za drugačne klimatske pogoje. Toplotni ovoj stavb je bil načrtovan za hujše zime in milejša podjetja. Vedno večji delež stavb ima urejeno prisilno zračenje in/ali je klimatiziranih. Zaradi tega se lahko pojavijo nove kondenzacijske ravnine, kar lahko vodi do glivnega razkroja. Ekstremnim klimatskim dogodkov (vihar, toča ...) je najbolj izpostavljena streha. Toča lahko hitro uniči kritino slabše kakovosti, med tem ko so viharnim sunkom izpostavljene slabo konstruirane strehe, ne glede na tip kritine.

ZAKLJUČKI

V Sloveniji se v celosti še ne zavedamo, da bodo imele klimatske spremembe vpliv tako na gozd, kot tudi celotno lesno verigo. Spremembe v gozdni sestavi bodo imele velik vpliv na gospodarstvo. Zaradi spremembe lesne sestave bo treba prilagoditi tehnologije. Poleg tega se bodo predvidoma v Sloveniji razširili škodljivci, ki jih do sedaj nismo poznali. Razkroj lesa bo intenzivnejši in hitrejši.

Največjo nevarnost pa predstavljajo termiti, ki jih z izjemo obalnega pasu v Sloveniji nismo poznali.

Predlagamo, da se poveča intenzivnost raziskovalne dejavnosti na področju lesarstva. En financiran projekt na 1,5 / leta je premalo. Predlagamo, da se uvedejo CRP projekti tudi na področju lesarstva, po zgledu gozdarstva, veterine, agronomije in prehrane ...

LITERATURA

Arso Vreme, 2018, Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf
Hanewinkel, M., Cullmann, D. A., Schelhaas, M-J., Nabuurs, G-J., Zimmermann, N. E. 2013, Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. Nature Climate Change. <https://doi.org/10.1038/nclimate1687>
SRIP PSIDL, 2017, AKCIJSKI NAČRT - Strateško razvojno inovacijsko partnerstvo Pametne stavbe in dom z lesno verigo (SRIP PSIDL)

ZAHVALA

Prispevek je rezultat več med seboj povezanih projektov, ki jih je sofinancirala Agencija za raziskovalno dejavnost RS: L4-7547 – Obnašanje lesa in lignoceluloznih kompozitov v zunanjih razmerah, J4-7203 - Kratkoročni in dolgoročni odzivi hrastov v submediteranu na ekstremne vremenske dogodke s pomočjo drevesno-anatomskih analiz in eko-fizioloških meritev P4-0015 – Programska skupina les in lignocelulozni kompoziti, 0481-09 Infrastrukturni center za pripravo, staranje in terensko testiranje lesa ter lignoceluloznih materialov (IC LES PST 0481-09). Del raziskav je potekal tudi v okviru CRP projekta: V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji in projektov Razvoj verig vrednosti v okviru razpisov Strategije pametne specializacije; TIGR4smart (C3330-16-529003) in Woolf.

VLOGA GOZDOV PRI BLAŽENJU PODNEBNIH SPREMEMB The role of forests in mitigating climatic changes

Niko Torelli

Izvleček/Abstract

Ocenjen je absorpcijski in sekvestracijski potencial za CO₂ oz. C slovenskih gozdov s posebnim poudarkom na problemu rastoče prometne emisije (Slovenija: 1 osebno vozilo na 1 hektar gozda!!). Tipično osebno vozilo emitira pribl. 4 t ogljikovega dioksida letno. Letni prirastek slovenskega gozda je pribl. 7,4 m³ ali 6,7 t ekvivalentov CO₂/ha (≈ 60% emisije osebne vozila). »Blažilno« gospodarjenje z gozdom sestoji iz: (1) ohranjanja obstoječih gozdnih ogljikovih ponorov; (2) povečevanja gozdnega ogljičnega sekvestracijskega potenciala in (3) substitucije neobnovljivih materialov z veliko sive energije z obnovljivim, CO₂-nevtralnim lesom in lesnimi materiali.

CO₂ - absorption and C- sequestration potential of slovenian forests is assessed. Special emphasis is placed on the problem of the increasing traffic emission (Slovenia: 1 car per 1 ha of forest!!). A typical passenger vehicle emits about 4 tons of *carbon* dioxide per year. The mean annual increment of the slovenian forest is cca. 7,4 m³ or cca. 6,7 t CO₂- equivalents (≈ 60% of one car emission). The »crisis« forest carbon management consists of: (1) preservation of existing forest carbon pools; (2) increasing the forests carbon sequestration potential, and (3) substitution of the nonrenewable materials with high content of the embodied energy with the renewable and CO₂-neutral wood and wood materials.

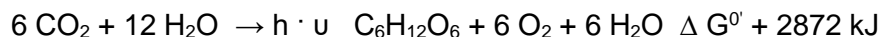
Po industrijski revoluciji, katere začetek sovpada z velikim »baročnim« pomanjkanjem lesa in devastacijo evropskih gozdov v 18. stol., se je koncentracija ogljikovega dioksida, najpomembnejšega toplogrednega plina, povišala z 280 na 390 ppm. Med najpogostejše toplogredne pline sodijo še vodna para, metan, dušikov oksid in ozon. Zaradi pregrevanja ozračja postaja problem absorpcije in sekvestracije CO₂ vse pomembnejše. Pri tem so gozdovi bistveni del rešitve. Gozdovi v procesu fotosinteze absorbirajo CO₂, tudi »fosilnega«, in ga sekvestrirajo v obliki ogljika, pa tudi sproščajo z respiracijo, biološkim razkrojem in gorenjem (požari).

Stranski (»odpadni«) produkt fotosinteze je kisik. Ohranjanje gozdov predstavlja najbolj enostaven način stabilizacije podnebja. ...« Forests are the only machine we have that takes carbon out of the atmosphere." (navedeno v Zuckoff 2019). Odrasla bukev z obojestransko listno površino pribl. 1 000 m², v procesu fotosinteze dnevno absorbira do 24 kg CO₂ – toliko kot ga emitira starejši osebni avto na razdalji 120 km. Pri tem dnevno proizvede 11 000 l kisika, kar ustreza dnevni porabi 26 ljudi in transpirira do 500 l vode. (Wunderwerk Baum 2019, Torelli 1978) Poleg avtotrofosti/samoprehranjevalnosti je drevo izjemno varčen organizem, saj se pred abscisijo listov vračajo koristne snovi nazaj v drevo, prav tako v procesu ojedritve, ko se še uporabne snovi vračajo v beljavo.

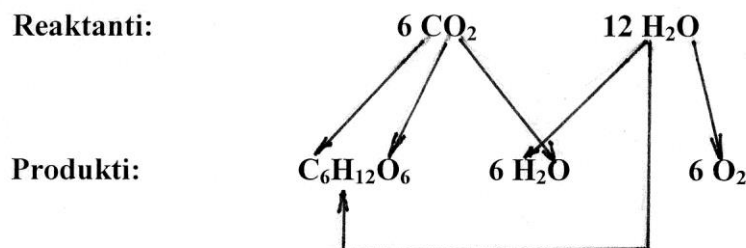
Fotosinteza je osnovni življenjski proces na Zemlji. Od fotoavtotrofov so neposredno ali posredno odvisne vse ostale oblike življenja. Ves atmosferski kisik je produkt fotosinteze, ki predstavlja praktično edino pot, s katero vstopa energija v biosfero. S fotosintezo so nastala tudi fosilna goriva, ki jih danes tako nekritično kurimo.

V vesolju obstaja življenje le zato, ker ima ogljikov atom določene izjemne lastnosti.James Jeans (1877-1946) *The Mysterious Universe* (1939)

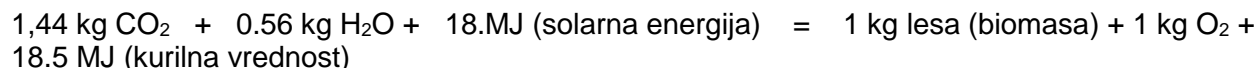
Energija sončnega sevanja, ki jo v fotosintezno aktivnem delu spektra absorbirajo pigmenti na tilakoidnih membranah kloroplastov listov, se transformira v energijo kemičnih vezi. Gledano kemično sestoji fotosinteza iz odcepitve vodika od vode ob sproščanju kisika. Vodik se prenese na ogljikov dioksid in fiksira v obliki metastabilne ogljikove spojine. Ogljikov dioksid služi le kot sprejemnik (akceptor) za vodik. Ločitev vodika od kisika je endergena reakcija, ki potrebuje prav toliko energije, kolikor se je sprosti pri tvorbi vode iz vodika in kisika. Celotna bilanca fotosinteze:



Presenetljivo je, da kisik, ki ga rastlina kot »odpadni« produkt, oddaja pri fotosintezi, ne izvira iz ogljikovega dioksida, temveč iz vode, ki se pri fotosintezi porabi zelo malo, zelo veliko pa za hlajenje fotosinteznega aparata v listih in kot transportni medij.



Danes, ko so v modi kuharski recepti, napišimo še recept za izdelavo 1 kg lesa (Frühwald & Wegener 2001, DGfH Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Informationsdienst Holz 2001:7):



V fotosintezi izločeni »odpadni« kisik se prej ali slej uporabi pri respiraciji, gorenju/sežigu.

Ogljikovi atomi so v nenehnem kroženju med živimi organizmi in okoljem. Atomi, ki se »trenutno« nahajajo v našem telesu, so bili v zemeljski zgodovini nešteto krat uporabljeni v drugih molekulah. CO₂, ki je morda pred desetletjem nastal ob gorenju lesa, je s fotosintezo in asimilacijo postal del poljščine in po zaužitju, del našega telesa, itd. itd. CO₂ se vrača v atmosfero z respiracijo živih organizmov ali z gorenjem.

V zadnjem času je veliko zanimanja, tudi dvomov, vzbudila Nadine Unger z Univerze Yale, trdeč, da hlapljive drevesne komponente (VOC) predvsem izopren, v nasprotju s hladilno fotosintezno absorpcijo, bistveno prispejo k globalnemu segrevanju. Izopren lahko reagira z dušikovimi oksidi tvoreč ozon, ki v nižjih plasteh ozračja prispeva k segrevanju ozračja, lahko pa tudi podaljša življensko dobo atmosfersega metana – pomembnega topologrednega plina. Na drugi strani pa ima lahko izopren (k sreči) tudi hladilni učinek, ko pomaga k nastajanju delcev aerosola, ki blokirajo vpadno sončevo svetlobo. Svoje senzacionalne, bolj senzacionalistične domneve je Ungerjeva zapisala v *New York Times*-u (september 2014) pod naslovom (, ki so ga senzacionalistično resda skovali novinarji) »To save the Planet, Don't Plant Trees« in poleg

začudenja požela tudi ostro nasprotovanje 30 gozdarskih znanstvenikov (website Mongabay: »We strongly disagree with Professors Unger's core message«). Ker imajo gozdovi na splošno nizek albedo (večino ultravijoličnega in vidnega spektra se absorbira s fotosintezo), nekateri znanstveniki menijo, da bi utegnila večja toplotna absorpcija dreves, zmanjšati pozitivni učinek aforestacije in reforestacije z zmanjšati negativni posledice deforestacije (cf. Popkin 1919). Kaj bi glede tega rekla profesorica, če bi brala ladijski zapisnik Krištofa Kolumba, ki je gozd na Haitiju opisal z besedami: »Krošnje so tako zelene, da so kar črne«...

Teza vsekakor potrebuje dodatni raziskav. Seveda pa je blaženje klimatskih sprememb z absorpcijo CO₂ in sekvestracijo C le ena od nenadomestljivih ekosistemskih funkcij gozda. Druge so zmanjševanje polucij, varovanje tal pred erozijo in ohranjanje njihove rodovitnosti, kroženje hranilnih snovi, zaščite biodiverzitete na vseh treh nivojih, uravnavanje režima vode in oskrba z vodo, rekreacija, itd, itd.

Po podatkih ZGS Slovenija prekriva 11.802,8 km² gozdov, kar predstavlja 58,2 % celotne površine, s čemer se Slovenija v Evropski uniji po gozdnatosti uvršča na četrto mesto za Finsko, Estonijo in Latvijo. Lesna zaloga znaša 353 mio. m³ ali 299 m³/ha. Listavcev je 55%. 2017 je prirastek ali letni prirast gozda znašal 8,70 mio. m³ ali 7,36 m³/ha. Posekali smo 4,98 mio. m³ ali 75% možnega poseka, pri čemer je delež sanitarnega poseka predstavljal 51 % celotnega poseka. Slednji kaže na težave, ki jih gozd doživlja zaradi preteklih škodljivih praks, na pr. razširjevanja smreke in jelke na nesmrekova oz. nejelova rastišča in vse pogostejših ujm, tudi, ali predvsem, zaradi podnebnih sprememb.

Približno 50% absolutno suhe lesne mase predstavlja ogljik. V enem kubičnem metru »povprečnega« slovenskega lesa, kjer s pribl. 30%-frekvenco prevladujeta bukev in smreka oz. njun les z osnovno gostoto $\rho_b = 578 \text{ kg/m}^3$ in $\rho_b = 403 \text{ kg/m}^3$ je pribl. 245 kg ogljika oz. 935 ekvivalentov CO₂. Pri povprečnem prirastku 7,36 m³/ha znaša letna »lesna« sekvestracija ogljika slovenskih gozdov pribl. 1803 kg C/ha ali 6671 kg ekvivalentov CO₂ in za slovenski gozd pribl. 2 124 505 t C ali 7 860 660 t ekvivalentov CO₂.

Za primerjavo: Janssens (2004) je ocenil, da znaša srednja absorpcija ogljika za celotno območje, Slovenije, tudi brezgozdni del, pribl. 150 g C m⁻² a⁻¹ ali 1 770 422 t C oz. 6 550 961 t ekvivalentov CO₂.

Glede na ocenjeno lesno zalogo slovenskih gozdov 299 m³/ha, Slovenski gozd v vegetaciji vsebuje pribl. 80 t C/ha in (ocenjenih) 100t C/ha v tleh, skupaj pribl. 180 t C/ha oz. 666 t ekvivalentov CO₂.

Tako ocenjujem, da je v vegetaciji in tleh slovenskega gozda vskladiščenih 212 450 580 t C ali 786 067 146 t ekvivalentov CO₂. Zahvala za to gre predvsem našim vzdržno (»trajnostno«) in ekosistemsko (»sonaravno«) gospodarjenim gozdovom, ki ga raziskovalno vzorno omogočata in razvijata *Gozdarski inštitut Slovenije* ter *Oddelek za gozdarstvo in gozdne obnovljive vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, operativno pa *Zavod za gozdove Slovenije*

Pri hitro rastočih gozdovih je sprejemanje CO₂ večje od njegove emisije zaradi dihanja drevesnih tkiv in razgrajevanjih organizmov. Na drugi strani pa požari in biološki razkroj lesa, ki spremljajo krčenje in degradacijo gozdov, povečujejo koncentracijo CO₂ v ozračju. Naravni gozdovi, pragozdovi, so v idealnem primeru v ravnovesju z sprejetim in oddanim CO₂. Njihov ogljikov hranilnik je poln in ne deluje več kot ponor ogljika. Vendar pa so ti gozdovi neprecenljivega pomena za vzdrževanje biološke raznovrstnosti in številnih ekoloških in socialnih funkcij. Vzdržan ponorski učinek lahko dosežemo le z načrtnim odvzemanjem oz. pridobivanjem lesa v sistemu vzdržnega (»trajnostnega«), ekosistemskega (»sonaravnega«) in večfunkcijskega ali

večnamenskega gospodarjenja z gozdovi , po možnosti vselej z udeležbo človeka (»ekosistemski pristop«)

Izpusti CO₂ so 2017 v Sloveniji znašali 17,5 mio.t. Razmerje med sekvestriranim ogljikom v gozdovih in letnim izpustom je 44:1 in v Evropi rekordno. Letna akumulacija CO₂ v naših gozdovih predstavlja 45% letne emisije CO₂ Slovenije.

Pri emisiji je treba še posebej upoštevati rastočo emisijo avtomobilov, katerih število (in starost) nezadržno narašča, vendar država temu dejstvu, ki že meji na ekološko nesrečo. Še ne posveča zadostne pozornosti. V Sloveniji smo dosegli stanje, ko na 1 ha gozda pride 1 avto. Če z avtom, ki na prevožen km emitira 200 g CO₂ letno, prevozimo 20 000 km, emitiramo 4 000 kg CO₂ ali toliko kot ga je sekvestriranega v 5,4 m³ sveže smrekovine ali 3,8 m³ sveže bukovine, kar je že dobršen del letnega (lesnega) hektarskega prirastka slovenskih gozdov (≈ 60%), ki absorbira letno pribl. 6 672 kg CO₂. Primer iz literature (Jancovici 2007): 1 ha zrelih dreves absorbira letno pribl. 6,4 t CO₂ – količina, ki je pribl. enaka emisiji srednjeevropskega avtomobila s povprečno porabo goriva 7,5 l na 100 km na razdalji 30 000 km.

V *Delu* (Sporočilo slovenskih raziskovalcev: »Časa zmanjkuje. Ukrepi so nujni. Tudi v Sloveniji« z dne 16. Nov. 2019) beremo vzpodbudno novico, da se bodo znanstveniki pri obisku znanstvenih srečanj in delavnic po možnosti odrekli letalskemu prevozu. O tem sem že večkrat kritično razmišljal (cf. Torelli 2015). Na najbolj frekventirani letalski liniji Frankfurt-New York in nazaj, vsak potnik, upošteva RFI, »emitira« v povprečju 4000 kg CO₂ (Lufthansa) ali pribl. toliko ekvivalentov CO₂, kot jih vsebujejo 3,7 m³ sveže bukovine ali 5,3 m³ smrekovine. Številko že poznamo! Vsekakor je za ozračje manj obremenjujoče če se pogosteje poslužujemo moderne informacijske tehnologije, vključno z možnostjo videokonferenc, rabo avtomobilov pa načrtno omejujemo, predvsem na nujne primere.

Kot je mogoče na podlagi analiz Jožefinske vojaške karte oceniti, je bila 1773 gozdnatost slovenskih dežel le 35 % (danes blizu 60 %!). Na Saškem, ki je prekomerno trošila les predvsem za rudniško podporje in topilništvo je bilo pred 350 leti mnogo slabše. V opostošenih gozdovih se je rodila ideja »vzdržnosti« (»trajnosti«, nem. *Nachhaltigkeit*, angl. *sustainability*). To je bil začetek gozdarstva kot znanosti, postala pa je tudi preživetvena deviza človeštva v 21. stol. in hkrati bistvo »zlatega fiskalnega pravila«: posekati smemo le toliko lesa kot ga priraste ali bolj splošno: porabimo le toliko, kolikor ustvarimo, pri tem pa poplačujemo še minule dolgove in varčujemo. O vsem tem je pisal Hans Carl von Carlovitz, »izumitelj« vzdržnosti, v svojem znamenitem delu *Silvicultura economica...*(Dresden 1713) (obširno v Torelli 2015).



Slika 1. Hans Carl von Carlowitz, *Sylvicultura oeconomica* 1713.

Naj ob tem čestitam finančnemu ministru dr. Bertonclju in predsedniku Fiskalnega sveta prof. Kračunu, ki tako odločno zagovarjata in uspešno uveljavljata načelo vzdržnosti državne blagajne.

Danes se gozdovi zmernega pasu praviloma povečujejo, medtem ko tropski gozdovi zaradi nevdržnih praks klavrno propadajo ali jih celo načrtno uničujejo (požari v Amazoniji), da bi pridobili površine npr. za gojenje soje in govedorejo.

Pred Kolumbom in Magellanom so tropski gozdovi pokrivali 14% Zemljine površine, zdaj le še 6% in še ti so večinoma degradirani in fragmentirani. Njihovo usodo kroji stekel pohlep bogatih in beda indigenov (cf. Torelli 2015). Po podatkih Univerze v Marylandu, ZDA (2017) smo izgubili skoraj 16 mio. ha tropskih gozdov s hitrostjo 40 nogometnih igrišč na minuto. (Nova enota za hitrost uničevanja tropskih gozdov!) Za količino oz. prostornino odpadkov smo začeli uporabljati večjo enoto »olimpijski bazen«. Nič čudnega, saj nas bolj zanima nogomet kot ekologija preživetja in zdravega okolja. Na mestu tropskih gozdov sadijo monokulture soje, oljne palme, hitrorastočih drevesnih vrst, v najboljšem primeru pa prakticirajo »kmetijsko gozdarstvo« (agroforestry). Predvsem pa to niso gozdovi (»greenwashing«), ki bi opravljali številne, za človekovo preživetje neobhodne ekosistemske funkcije (absorpcija CO₂ in sekvenciacija C je le ena od njih!)



Slika 2. Tropski deževni gozd v Gvajani (Amazonija), ekvatorialni Afriki in Srednji Ameriki (Majevski gozd) pred 40 leti. Je še takšen??

Še vesela in žalostna novica o gozdu pred industrijsko revolucijo. V času »male ledene dobe« (pribl. 1300-1850) in v času njenih posebno mrzlih obdobij, Spörerjevega minima (1460-1555), Gründelwaldske fluktuacije (1570-1620), Maunderjevega minima (1645-1715) in Daltonovega minima (1790-1830) so se domnevno »spuščale« gozdne meje in upočasnjevala rast gozdov oz.

dreves. V času, tudi dendrokronološko dokazane, Maunderjeve rastne depresije (Grissino-Mayer *et al.* 2004), naj bi nastajala vrhunška, enakomerno rasla gorska smrekovina z izrazito ozkimi branikami, kot so jo za pokrove svojih vrhunskih violin uporabljali kremonski goslarji Nicola Amati in njegova učenca Guarneri in Stradivari. Če ne bi bilo teh izjemnih violin, Antonio Vivaldi *il prete rosso* in največji violinski virtuoz vseh časov, vražji goslač Nicolo Paganini, ne bi imela kaj stisniti pod brado in glasba, ki so spodbudile, povzdignile v nebo prav »kremonke«, ne bi bila tako lepa kot jo danes poslušamo. Dodatno pa je ohladil ozračje tudi največji genocid v zgodovini človeštva, ki se je zgodil v Ameriki po Kolumbu (Todorov 1982, Stannad 1994, Koch *e tal.* 2019) in ko je v neposrednih vojaških spopadih s Španci in še mnogo več zaradi prinesenih bolezni umrlo več 10 milijonov ljudi. Opustele površine je prerastel gozd in povečala se je »hladilna« absorpcija CO₂ (!). Povezavi med ohladitvijo, ki so jih povzročile zmanjšana sončeva aktivnost, morda tudi vulkanski izbruhi in ameriški genocid (!) in glasbo skorajda ni mogoče verjeti.



Slika 3. Guiseppe Tartini za seboj »skriva« kremonko iz Amatijeve delavnice (orig.).

Nesrečni obsežni gozdni požari v Amazoniji, JV Aziji, Avstraliji in Sredozemlju, če že drugega ne, učinkovito povečujejo zaskrbljenost svetovne javnosti. Tudi papež se je zelo prizadeto zavzel za gozdove, ko je obiskal našega misionarja Opeko na Madagaskarju in sklical konferenco »obamazonijskih« škofov.

Propadajo tudi gozdovi v Sredozemlju.



Slika 4. Simbolični prikaz »pogreba« po požaru uničenih gozdov v Kataloniji pod znamenito božjepotno goro Monserrat (orig.).

Kaj storiti? Vzdržnost na vseh področjih. Vzdržnost pa ne pomeni le vzdržnega, ekosistemskega in večnamenskega gospodarjenja z gozdom s spremljajočimi mehanizmi RA, RIL, certifikacije, označevanja in REDD+, temveč tudi vsesplošno okoljsko ozaveščenost in odgovornost, pa osebno varčnost in prijazen odnos do narave in ljudi. Koristijo tudi mednarodne pobude kot je na pr. »brezmesni ponedeljek«, ko naj bi se v prid zdravemu prehranjevanju in predvsem ohranjanju gozdov, zlasti tropskih, odrekli mesu vsaj en dan v tednu. Prireja mesa namreč zahteva veliko prostora in energije. Tako bi globalno zmanjšali ogljikovo emisijo za 18 % in zmanjšali deforestacijo za 32%!! Če bi se vsakdo odrekel mesu vsaj en dan v tednu bi bilo to v pogledu emisij ekvivalentno odstranitvi 190 mio. vozil s svetovnih cest! Dobro bi tudi bilo, če bi se odrekli »kolonialnim dobrotam«, ki rastejo na tleh nekdanjih najboljših (tropskih) gozdov. (cf. Torelli 2015), itd, itd. Se boste odrekli tudi hamburgerjem, s katerimi se zažiramo v Amazonijo?? Seveda pa bi bilo zelo učinkovito obdavčenje ogljičnega odtisa. To ne bi bilo tako težko. Vsakdo meri porabo goriva v svojem avtomobilu in porabo elektrike ter količino energentov za ogrevanje hiše. Trenutno se ukvarjamo, kako bi prepovedali porabo plastičnih palčk za čiščenje ušes, pa rabo plastičnega pribora za piknike, kaj pa povsem nepotrebne plastične »steklenice« in razne »moje druge pipe« in druga plastična navlaka? Zaradi neukrepanja vlad, smo vsak dan bolj nezadovoljni, negotovi in jezni.

Še nikoli doslej se človek ni nahajal pred pomembnejšim razpotjem. Prva pot vodi v obup in popolno brezizhodnost, druga v dokončno izumrtje. Molimo, da bi bili dovolj modri in izbrali pravo pot.

Woody Allen v *Side Effects* (1980) *My Speech to the Graduates*



Slika 5. Duhovit dodatek na znamenju »STOP« v Rožni dolini v Ljubljani (orig.).

Gozdarji in uporabniki lesa lahko z gozdnim ogljikom učinkovito gospodarimo na več načinov in tako prispevamo k blaženju podnebnih sprememb, še posebej v Sloveniji:

1. S preprečevanjem emisij v ozračje z ohranjanjem obstoječih ogljikovih ponorov v gozdovih. To vključuje preprečevanje deforestacije (zlasti v tropih), preprečevanje mehanskih poškodb pri spravilu in gradnji prometnic, preprečevanje požarov in delovanja škodljivcev ter podaljševanje obhodnje.
2. S povečevanjem gozdnih površin in lesnih zalog, s podaljševanjem življenjske dobe lesnih izdelkov in njihovim večkratnim recikliranjem (les ima lahko več uporabnostnih ciklov: npr. v kaskadnem zaporedju masivno pohištvo ali stavbni les → iverne plošče → vlaknene plošče ali papir → obnovljivo gorivo).
3. S substitucijo »umazanih«, »sivih« energijsko potratnih materialov oz. izdelkov (polimerni materiali, kovine) z lesom in z nadomeščanjem »fosilnih« energentov z dendromaso. Les ima izravnano CO₂-bilanco in majhen energijski input.

Iz tabele jena primeru postavitve lesene zgradbe razvidna majhna poraba energije za pridelavo, predelavo, obdelavo, gradnjo in transportom lesa v primerjavi z vsebnostjo lastne (solarne) energije lesa na primeru gradnje preproste hiše iz masivnega lesa ob velikem ostanku energije in možnosti dolgotrajne sekvestracije ogljika (Frühwald 2000).

Proces	Delež
Posek, spravilo	1 %
Razžagovanje	2 %
Tehnično sušenje	8 %
Skobljanje	10 %
Gradnja hiše	10 %
Transport	5 %
OSTANEK ENERGIJE	64 %

Tudi so poleg masivnega lesa še drugi gradbeniški lesni materiali, kot na pr. laminirani nosilci (lepljeni nosilci, »Glulam«) ali srednjegoste vlaknene plošče (MDF) in OSB z malo sive energije in nizkim deležem porabljene energije v primerjavi z vsebnostjo lastne energije. Les je tudi izolator, resda ne tako dober kot specialni sintetični izolatorji, ima pa zelo želeno trdnost, ki jo drugi izolacijski materiali nimajo. Les je topel na dotik in pogled, itd. itd.

Gojimo kakovosten les in ga doma predelujemo v izdelke z dolgo življenjsko in sekvestracijsko dobo z veliko dodane vrednosti.

Vsekakor pa po 300 letih potrebujemo še drugi del knjige *Silvicultura economica*, ki bo opozarjal na prednosti obnovljivega, CO₂-nevtralnega lesa.

Viri/ References

Carlowitz HC von 1713) *Sylvicultura oeconomica* oder haußwirtschaftliche Nachricht und naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Ponatis 1. izd. iz 1713, založba Kessel

Frühwald A. 2000. Eco bilance. A new method for the ecological evaluation of wooden products. University of Hamburg, BFH, Marcus Wallenber prize Symposium. Stockholm 13.10.2000.

Grissino-Mayer HD, Sheppard PR, Cleveland MK 2004. A dendrochronological re-examination of the »Messiah« violin and other instruments attributed to Antonio Stradivari. *Journal of Archaeological Science* 31:167-174.

Janssens IA *et al.* 2005 The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale-a European case study. *Biogeosciences* 2:15-26.

Jancovici J-M 2007 Can't we just grow forests to compensate for our CO₂ emissions? Pridobljeno 6.9.2019 v <https://jancovici.com/en/climate-change/ghg-and-carbon-cycle/cant-we-just-grow-forests-to-compensate-for-our-co2-emissions/>

Koch, Alexander; Brierley, Chris; Maslin, Mark M.; Lewis, Simon L. (2019). "Earth system impacts of the European arrival and Great Dying in the Americas after 1492". *Quaternary Science Reviews*. **207**: 13–36.

Popkin G 2019. How much can forests fight climate change. Pridobljeno 11.11.2019 iz: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-00122-z>

Stannard DE. 1994. Columbus and the conquest of the new world. American Holocaust. Canada: Oxford University Press.

Todorov T. 1982. La Conquête Amérique. Editions du Seuil, »Osvojitev Amerike« Ljubljana, *Studia humanitatis* 2014.

Torelli N. (1978) Diss. Humboldt Univ., Berlin

Torelli N. 2015). Tri stoletja zdržnosti (»trajnosti«); les naš vsakdanji. *Silva Slovenica* , *Studia Forestalia Slovenica* 143:32-48.

Wieviel Kohlendioxid (CO₂) speichert der Wald bzw. Ein Baum. Pridobljeno 1.10.2019 iz <https://www.wald.de/wie-viel-kohlendioxid-co2-speichert-der-wald-bzw-ein-baum/>

Mednarodna prizadevanja za gozd

Maša KOVIČ DINE¹

¹ Pravna fakulteta, Univerza v Ljubljani, Poljanski nasip 2, 1000 Ljubljana
E-naslov: masa.kovic-dine@pf.uni-lj.si

POUDARKI (HIGHLIGHTS):

- Tradicionalne norme mednarodnega javnega prava so neuspešne pri reševanju okoljskih problemov, ki so globalnega značaja, kot je varstvo in upravljanje gozdov.
 - Kot nakazujejo dosedanja mednarodna prizadevanja za varovanje in upravljanje gozdov, mednarodna skupnost še ni pripravljena povsem urediti tega področja z mednarodno pravno zavezujočo konvencijo.
 - Pravno nezavezujoča načela o gozdovih in instrument o vseh vrstah gozdov so vseeno relevantni za oblikovanje in gradnjo mednarodnega režima o varovanju in upravljanju gozdov.
 - Forum o gozdovih ali druge institucionalne oblike, ki omogočajo dialog med državami o gradnji mednarodnopravnega režima prispevajo k skupnemu razumevanju držav o nujnosti globalnega urejanja tega globalnega vprašanja.
-
- Traditional rules of public international law do not address international environmental problems of a global character in an effective manner.
 - As current international efforts regarding the protection and management of forests indicate, the international community is not yet prepared to regulate this field with an international legally binding treaty.
 - Regardless, the Legally nonbinding principles on forests and the Instrument on all kinds of forests are relevant for the creation and building of an international regime on the protection and management of forests.
 - Forum on forests and other institutionalized forms that encourage the dialogue between states on the building of an international legal regime contribute to the common understanding among the states on the necessity of a global response to this global issue.

UVOD

Spoznanje o potrebi po pravni ureditvi vprašanja varstva gozdov na mednarodni ravni se je izoblikovalo v poznih letih 20. stoletja v okviru razvoja mednarodnega okoljskega prava. Urejanje tega vprašanja na mednarodni ravni je vodilo spoznanje, da se klasična pravila mednarodnega javnega prava preveč osredotočajo na posamezne države in njihove medsebojne dvostranske odnose (Kiss, Shelton 1991). Po tradicionalnem razumevanju mednarodnega javnega prava je država odgovorna le za tisto škodo, ki jo je povzročila drugi državi z dokazano protipravnim ravnanjem. Pri reševanju globalnih okoljskih problemov, kot so zmanjšanje ozonske luknje, varovanje biološke raznovrstnosti, preprečevanje podnebnih sprememb in varstvo gozdov, pa se je pokazala potreba po normah, ki odnose med državami urejajo drugače (Shaw 2017). Tradicionalne norme mednarodnega javnega prava so neuspešne pri reševanju okoljskih problemov, saj obstajajo številne ovire pri dokazovanju, da je škoda, ki je nastala v drugih državah, pripisljiva določeni državi, kot tudi pri določanju reparacij, saj se okoljskih sprememb v večini primerov ne da popraviti ali povrniti v prejšnje stanje. Ti okoljski problemi torej zahtevajo drugačno obravnavo in mednarodnopravno ureditev, ki bo upoštevala njihov globalni obseg.

Zaradi posebne in pomembne vloge, ki jo imajo gozdovi v zemeljskem ekosistemu, potekajo prizadevanja za varstvo gozdov na mednarodni ravni vzporedno v okviru več ločenih, a med seboj prepletenih sklopov; od pravil za upravljanje z gozdovi kot samostojno pravno področje do pravil, ki urejajo biološko raznovrstnost, kulturno in naravno dediščino, dezertifikacijo in tudi podnebne spremembe. Ta prispevek se osredotoča zgolj na mednarodna prizadevanja na področju upravljanja z gozdovi kot samostojnim pravnim področjem.

STOCKHOLMSKA IN RIO DEKLARACIJA

Stockholmska deklaracija sprejeta kot zaključni dokument na Konferenci Združenih narodov (ZN) o človekovem okolju leta 1972 je prva pozvala države mednarodne skupnosti k varovanju gozdov in urejanju varstva gozdov na mednarodni ravni. Pri tem je bil poudarek na upravljanju z gozdovi kot naravnimi viri ob spoštovanju suverenosti držav in vplivov, ki jih ima takšno gospodarjenje na gozdnogospodarsko industrijo (Pripravljeni odbor za konferenco Združenih narodov o človekovem okolju 1971). Vendar pa končno besedilo deklaracije ne uporablja izraza gozdovi, temveč »vsi naravni viri na zemlji, vključujoč zrak, vodo, zemljo, floro in favno« (načeli 2 in 3). Ob tem je pa še posebej pomembno načelo 21 te deklaracije, ki določa, da imajo države pravico izkoriščati lastne naravne vire (gozd) v skladu z lastnimi okoljskimi politikami in tudi odgovornost zagotoviti, da aktivnosti pod njihovim nadzorom ne povzročajo škode okolju drugih držav in območjem zunanje nacionalnih jurisdikcij. S to določbo je suverenost države pri izkoriščanju gozdov omejena. Njeno izkoriščanje gozdov je možno do te mere, da ne povzroči škode okolju drugih držav. Upoštevajoč vlogo, ki jo imajo gozdovi kot ponori CO₂ in hkrati kot vir CO₂ v primeru sečnje dreves na podnebne spremembe, ima lahko upravljanje z gozdovi tako pozitivne kot negativne učinke na okolje drugih držav. Pri tem pa ne gre spregledati tudi načela 24, ki poziva države k mednarodnemu sodelovanju (tudi s sprejemom mnogostranskih in dvostranskih dogovorov) za nadzor, preprečevanje, zmanjševanje in odstranitev nezaželenih okoljskih vplivov njihovih aktivnosti.

Na Stockholmski konferenci so bili sprejeti še nekateri drugi dokumenti, med njimi tudi Akcijski načrt za človekovo okolje, ki je vseboval posebna priporočila za aktivnosti na mednarodni ravni, vključno s priporočili za mednarodno sodelovanje pri nadzoru nad gozdnimi površinami in varovanju ter upravljanju z gozdovi na mednarodni ravni (priporočila 24. do 28.).

Kljub temu, da sama Stockholmska deklaracija ni posebej omenjala gozdov, so njena načela in razprave na konferenci postavila temelj za nadaljnje razprave na mednarodni ravni o vplivih krčenja gozdov in nujnost okrepitve ponovnega pogozdovanja (Prativi, Lust 1995). Tako so 20 let pozneje na Konferenci Združenih narodov o okolju in razvoju (Rio konferenca) leta 1992 države sprejele prvi mednarodnopravni dokument o varovanju gozdov: Pravno nezavezujoča avtoritativna izjava o načelih za globalno soglasje o upravljanju, varovanju in trajnostnem razvoju vseh vrst gozdov, poznana tudi kot Načela o gozdovih. Sama Rio deklaracija, kot zaključni dokument konference pa povzema načela Stockholmske deklaracije.

V okviru gozdarskega sektorja je bilo v letih pred sprejemom Načel o gozdovih, sprejetih še nekaj drugih regionalnih dokumentov, ki so pozivala k varovanju svetovnih gozdov in mednarodnem sodelovanju pri tem: Deklaracija iz Džakarte, sprejeta na Osmem svetovnem gozdarskem kongresu leta 1978, Konsenz iz Džakarte o tropskem gozdarstvu ASEAN sprejet na Tretjem srečanju Zveze držav Jugovzhodne Azije (ASEAN) leta 1981, Akcijski načrt za tropski gozd za Latinsko Ameriko in Karibe sprejeta leta 1986 s strani Latinskoameriške komisije za gozdarstvo in Pravila Svetovne banke za gozdarski sektor iz leta 1978. Prvi in do sedaj edini mednarodnopravno zavezujoči dokument vezan na gozdove je Mednarodni sporazum o tropskem gozdu, ki je bil sprejet leta 1983. Sporazum je bil dvakrat spremenjen, leta 1994 in nazadnje leta 2006, s čimer sta predhodna sporazuma prenehala veljati. Vendar pa namen tega sporazuma ni varovanje gozdov, ampak povečevanje razmaha mednarodne trgovine s tropskim lesom iz gozdov, s katerimi se trajnostno gospodari in pospeševanje trajnostnega gospodarjenja s tropskimi lesno proizvodnimi izdelki.

NAČELA O GOZDOVIH IN MEDVLADNI PANEL/FORUM O GOZDOVIH

Pravno nezavezujoča avtoritativna izjava o načelih za globalni konsenz o upravljanju, varovanju in trajnostnem razvoju vseh vrst gozdov (Načela o gozdovih) odražajo prvo doseženo soglasje med državami o varovanju in upravljanju gozdov, ker upoštevajo tako vidike držav, ki se zavzemajo za varstvo gozdov iz okoljskih razlogov, kot tudi potrebe držav, ki so odvisne od gozdov iz gospodarskih razlogov (Steiner 2001; Cox 2013). Načela o gozdovih vsebujejo temeljna načela Rio deklaracije in priznavajo suvereno pravico držav v razvoju, da izkoriščajo gozdove kot njihovo naravno bogastvo. Hkrati pa potrjujejo načelo prepovedi povzročanja škode in obveznost vseh držav, da zagotovijo, da njihove aktivnosti ne povzročijo škode na ozemlju drugih držav. Prav tako med drugim določajo trajnostno urejanje gozdov kot naravnih virov, spodbujajo sodelovanje lokalnih skupin in nevladnih organizacij pri načrtovanju nacionalnih politik upravljanja in varstva gozdov, ter spodbujajo pogozdovanje. Glavno odgovornost za upravljanje gozdov pa nosi država, ki skozi lastno nacionalno zakonodajo določi pravila upravljanja gozdov za vse lastnike.

Načela o gozdovih predstavljajo predvsem pogled razvitih držav na upravljanje z gozdovi na mednarodni ravni, saj so redke države v razvoju sodelovale pri njihovi pripravi, ker se niso strinjale s sprejemom konvencije o gozdovih, ki so jo predlagale razvite države z ZDA, Kanado in nekaterimi evropskimi državami na čelu (Dimitrov 2005). Države v razvoju so močno nasprotovale opredelitvi gozdov kot kakršno koli obliko globalnih dobrin (angl. global commons) in so trdno vztrajale, da so gozdovi naravni vir pod njihovo izključno suverenostjo (van Asselt 2012) ter da jim pripada nadomestilo za trajnostno upravljanje gozdov, če razvite države menijo, da so gozdovi globalna dobrina zaradi njihove vloge kot ponori CO₂ (Malabenta 1992, Humphreys 2005). Kljub temu pa ta načela predstavljajo pomemben napredek v mednarodnih prizadevanjih za varovanje in ohranjanje gozdov.

Neuspešnemu poskusu sprejema mednarodne konvencije o gozdovih je sledilo oblikovanje *ad hoc* Medvladnega panela o gozdovih leta 1995 z mandatom priprave poročila o že veljavnih določenih upravljanja gozdov in urejanja na mednarodni ravni, da bi se preprečilo nadaljnje izsekavanje in krčenje gozdnih površin. Mednarodni panel o gozdovih je ob koncu svojega mandata leta 1997 predstavil Programski element mednarodnih režimov in mehanizmov (Program Element on International Arrangements and Mechanisms) ter priporočil nadaljnja pogajanja o mednarodnopravnem režimu varstva gozdov. Medvladni panel je igral pomembno vlogo pri oblikovanju stališč držav glede potrebe po mednarodni konvenciji. Mnoge države v razvoju so spoznale pozitivne plati takšne ureditve, predvsem pa so videli v tem možnost dostopa na mednarodne trge za lastno lesno industrijo (Humphreys 2005). Žal pa so se tudi nekatere razvite države in prvotne podpornice mednarodni konvenciji začele nagibati proti takšni konvenciji, saj so menile, da še ni nastopil ustrezen trenutek za pogajanja (Humphreys 2005).

V želji po nadaljevanju pogajanj o oblikovanju mednarodnopravne ureditve varstva gozdov po preteku mandata Medvladnemu panelu za gozdove je leta 1997 Generalna skupščina ZN oblikovala novo *ad hoc* telo Medvladni forum o gozdovih pod okriljem Komisije ZN za trajnostni razvoj. Mandat Medvladnega foruma za gozdove je bil nadaljevanje dela mednarodnega panela o gozdovih, oblikovanje globalnega gozdnega režima in priprava konsenza o mehanizmih za njegovo implementacijo ter nadaljnje načrtovanje. Vendar tudi Medvladnemu forumu o gozdovih ni uspelo doseči konsenza med državami o oblikovanju določil mednarodne konvencije o upravljanju gozdov. Forum je v svojih treh letih delovanja predstavil in obravnaval kar 270 predlogov o aktivnostih za trajnostni razvoj in ohranitev gozdov. Vendar so se države uspele dogovoriti le o oblikovanju novega telesa, Forumu ZN o gozdovih.

FORUM ZDRUŽENIH NARODOV O GOZDOVIH IN PRAVNO NEZAVEZUJOČ INŠTRUMENT O VSEH VRSTAH GOZDOV

Za razliko od njegovih predhodnikov je Forum ZN o gozdovih ustanovil Ekonomski in socialni svet ZN leta 2000. Njegov mandat je okrepitev politične volje za ureditev upravljanja, varstva in trajnostnega razvoja vseh vrst gozdov na mednarodni ravni. Forum, v katerem sedijo predstavniki vseh članic ZN in specializiranih agencij ZN, naj bi predvsem zagotovil izpolnitev predlogov za aktivnosti, ki sta jih sprejeli predhodni telesi. Forum ZN o gozdovih se tudi institucionalno razlikuje od predhodnih dveh teles, saj odgovarja neposredno Ekonomskemu in socialnemu svetu ZN in ima univerzalno članstvo. Po letih intenzivnih pogajanj je Forum leta 2007 sprejel Pravno nezavezujoč inštrument o vseh vrstah gozdov.

Forum o gozdovih je stalno telo Ekonomskega in socialnega sveta ZN in kot tako deluje še danes. Vendar pa je problem njegova neučinkovitost, kar pa, kot kaže, ustreza vsem državam članicam. Za nekatere države to pomeni manj vmešavanja v njihove notranje zadeve in suverenost, za druge pa njegova neučinkovitost potrjuje njihovo zahtevo po sprejemu mednarodnega zavezujočega dokumenta (Dimitrov 2005). Forum nima mandata za sprejem zavezujočih dokumentov in vse konkretne odločitve o načinu upravljanja gozdov so prepuščene državam. Hkrati pa države niso zavezane nikomur poročati o svojih aktivnostih in niso nikomur odgovorne. Kot trdi Dimitrov, je bilo oblikovanje foruma edina alternativa temu, da na področju mednarodnega upravljanja gozdov države ne naredijo ničesar, a hkrati izpolnijo zaveze iz načela mednarodnega sodelovanja. Kljub njegovi neučinkovitosti, pa je oblikovanje tega foruma pomemben korak k oblikovanju mednarodnega gozdnega režima.

Pravno nezavezujoč inštrument o vseh vrstah gozdov oz. Inštrument o gozdovih poziva k okrepitvi politične zaveze in aktivnosti držav za učinkovito trajnostno upravljanje gozdov. Ob tem izpostavlja pet načel upravljanja gozdov. Prvič, vsaka država je sama odgovorna za trajnostno

upravljanje svojih gozdov in za izvrševanje svoje gozdne zakonodaje. Drugič, v vse postopke odločanja mora vključiti lokalne skupnosti, lastnike gozdov ter druge deležnike, če jih ti postopki zadevajo. Tretjič, trajnostno upravljanje gozdov tako v državah v razvoju kot tudi v razvitih državah je pogojeno z znatnim povečanjem finančnih virov, ki jih morajo države nameniti temu. Četrto, trajnostno upravljanje gozdov je odvisno tudi od dobrega upravljanja na vseh ravneh v državi. Petič, mednarodno sodelovanje v obliki finančne pomoči, prenosov tehnologij in izobraževanja je prav tako ključno za podporo državam v razvoju in državam v tranziciji pri doseganju trajnostnega upravljanja gozdov. Pri tem poudarja pomembno vlogo, ki jo imajo gozdovi za doseganje Milenijskih razvojnih ciljev, zato ni presenetljivo, da se inštrument zavzema za izpolnitev štirih skupnih globalnih ciljev za gozdove do leta 2015. Ti cilji so 1.) povečanje gozdne površine na zemlji z metodami trajnostnega upravljanja gozdov; 2.) povečanje ekonomskih, socialnih in okoljskih koristi gozdov z izboljšanjem življenjskih razmer narodov odvisnih od gozdov; 3.) bistveno povečanje obsega zaščitenih gozdnih površin; in 4.) povečanje uradne razvojne pomoči za trajnostno upravljanje gozdov ter bistveno povečanje drugih in novih vzvodov finančne pomoči.

Čeprav je Inštrument o gozdovih pravno nezavezujoč, je ključnega pomena za nadaljnji razvoj mednarodnopravnega varstva, saj so ga države v Generalni skupščini ZN potrdile s konsenzom, kar potrjuje, da se strinjajo o potrebi po mednarodnopravnem režimu varstva gozdov in tudi o sami vsebini inštrumenta.

STRATEŠKI NAČRT ZDRUŽENIH NARODOV ZA GOZDOVE 2017-2030

Kljub neuspehu Foruma o gozdovih pri oblikovanju mednarodne konvencije o varstvu gozdov in dolgoletnih pogajanjih o sprejemu takšnega dokumenta, so države članice foruma leta 2017 sprejele prvi Strateški načrt ZN za gozdove 2017-2030 (Strateški načrt za gozdove), ki določa šest globalnih ciljev za gozdove, ki naj bi jih države skušale uresničiti do leta 2030. Strateški načrt temelji na spoznanju, da če se države ne morejo med seboj dogovoriti o svojih obveznostih glede varstva in upravljanja gozdov, naj vsaj telesa ZN pri svojem delu vezanem na varstvo gozdov zasledujejo določene smernice. Šest ciljev in 26 podciljev vsebuje usmeritve za aktivnosti, ki bi vodile k izpolnitvi vizije ZN o trajnostnem upravljanju vseh gozdov, in hkrati predstavljajo okvir za prispevke k izpolnitvi Agende 2030, Ciljev trajnostnega razvoja in Pariškega dogovora o podnebnih spremembah na področju upravljanja gozdov.

Globalni cilji za gozdove so: 1.) obrniti trend izgube gozdnih površin po svetu s trajnostnim upravljanjem gozdov; 2.) povečati gospodarske, socialne in okoljske koristi, ki izhajajo iz gozdov, vključno z izboljšanjem življenja ljudi vezanih na gozdove; 3.) znatno povečati površino zaščitenih gozdov po svetu in delež gozdnih proizvodov iz trajnostno upravljanjih gozdov; 4.) zbrati znatno večja, nova in dodatna finančna sredstva iz vseh virov za izpolnitev trajnostnega upravljanja gozdov; 5.) spodbujati spremembo načinov vodenja za izpolnitev trajnostnega upravljanja gozdov; in 6.) izboljšati sodelovanje, usklajevanje, soodvisnost in sinergije glede vseh vprašanj vezanih na gozdove na vseh ravneh znotraj sistema Združenih narodov in med sektorji in relevantnimi deležniki. Vendar pa je treba ob tem izpostaviti, da so vsi ti cilji namenjeni predvsem kot podpora izpolnitvi Ciljev trajnostnega razvoja in ne predstavljajo nobenih zavezujočih obveznosti za države. Strateški načrt jasno poudarja, da so vsi ti cilji za države zgolj prostovoljni. Države lahko na naslednjih zasedanjih Forumu za gozdove sporočijo svoje nacionalne prispevke k izpolnitvi teh ciljev.

ZAKLJUČEK

Kot nakazujejo dosedanja mednarodna prizadevanja za varovanje in upravljanje gozdov, mednarodna skupnost še ni pripravljena povsem urediti tega področja z mednarodno konvencijo,

ki bi ustrezno naslovlila ohranjanje gozdov in bi vsebovala obveznosti za varovanje gozdov v korist celotne mednarodne skupnosti – tj. obveznosti, ki bi presegle interese posameznih držav v dobro celotnega človeštva in ohranitve zemeljskega ekosistema. Kljub temu pa se vsi prej omenjeni dokumenti in iniciative za ohranjanje gozdov, na različnih nivojih upravljanja, med seboj prepletajo in danes tvorijo celoto pravil trajnostnega upravljanja gozdov. Razprave med državami znotraj mednarodnih teles, kot je to Forum o gozdovih ali v kakšnem drugem okviru, četudi imajo nasprotujoča mnenja, tvorijo pomemben dialog in povečujejo zavest o nujnosti naslovlitve in ureditve vprašanja ohranjanja gozdov. Številne teorije nakazujejo ravno na to, da stalna komunikacija med deležniki čez čas pripelje do skupnih pričakovanj glede ravnanja, določene stopnje skupnega zaupanja in skupnega nadaljnega učenja (Dimitrov 2005). Prav tako pa je takšen dialog nujen iz razloga ohranjanja gozdov, saj se sečnja gozdov po svetu nadaljuje ne glede na uspešnost ali neuspešnost oblikovanja mednarodnega dokumenta. Brez dialoga bi tako obstali v brezizhodnem vakuumu, kjer ni niti prostovoljnih standardov upravljanja gozdov niti razlogov za njihovo ohranitev (Tarasofsky 1999).

VIRI

- Akcijski načrt za človekovo okolje (Action plan for the human environment). 1972. Stockholmska konferenca. UN Doc. A/CONF.48/14/REV.1 (1972).
- Contreras, A. 1986. Regional TFAP for Latin America and the Caribbean. FAO Corporate Document Repository, dostopno na: <http://www.fao.org/docrep/s5780e/s5780e03.htm>.
- Cox, G. 2013. Views of the Forest: Property Law and Carbon Rights, 15 Asia Pacific Journal of Environmental Law. str. 88.
- de Furriela, M. N. 2000. The Internationalization of the Amazon, 1 International and Comparative Law. str. 17.
- Dimitrov., R.S. 2005. Hostage to Norms: States, Institutions and Global Forest Politics, 5 Global Environmental Policy. str. 8, 10, 11, 12, 17-18.
- Humphreys, D. 2005. The Elusive Quest for a Global Forests Convention, 14(1) Review of European Community & International Environmental Law (RECEIL) Vol. 14, No. 1. str. 7.
- Kiss A, Shelton, D. 1991. International Environmental Law. Transnational Publishers. str. 259.
- Madrid Ministerial Decision, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. 2015. Madrid, 21. oktober 2015, http://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/11/V.-EMC_MadridMinisterialDecision.pdf.
- Malabenta, L. 1992. Forests become the critical issue in Agenda XXI debates. Terra Viva. str. 10.
- Mednarodni sporazum o tropskem lesu iz leta 1983 (International Tropical Timber Agreement). 1983 (MSTL 1983), UN Doc. TD/TIMBER/11/Rev.1 (1983), UNTS 1393. str. 671.
- Mednarodni sporazum o tropskem lesu iz leta 1994 (International Tropical Timber Agreement). 1994 (MSTL 1994), UN Doc. TD/TIMBER.2/16 (1994), UNTS 1955. str. 81.
- Mednarodni sporazum o tropskem lesu iz leta 2006 (International Tropical Timber Agreement). 2006 (MSTL 2006), UN Doc. TD/TIMBER.3/12 (2006), UNTS 2797 (2006).
- Non-legally binding authoritative statement of principles for a global consensus on the management, conservation, and sustainable development of all types of forests. 1992. Aneks III k Poročilu Konference ZN o okolju in razvoju v Rio de Janeiru, 3-14. junij 1992, UN Doc. A/CONF.151/26 (Vol. III), 14. avgust 1992.
- Oslo Ministerial Mandate for Negotiation a Legally Binding Agreement on Forests in Europe. 2011. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo 14-16 June 2011, <http://www.foresteurope2011.org/pop.cfm?FuseAction=Doc&pAction=View&pDocumentId=30754>.
- Pratiwi, P. in Lust, N. 1995. From Stockholm to Rio de Janeiro: A Review of Global Forest Policy on Combating Deforestation and Enhancing Reforestation. 60 Silva Gandavensis..str. 110.
- Pravno nezavezujoč inštrument o vseh vrstah gozdov (Non-legally binding instrument on all types of forest). 2007. GS Res. UN Doc. A/RES/62/98, 17. december 2007.

- Pripravljani odbor za konferenco Združenih narodov o človekovem okolju. 1971. Report of the Preparatory Committee for the United Nations Conference on the Human Environment. 2. seja, 8. – 19. Februar 1971. UN Doc. A/CONF.48/PC/9. str. 16.
- Recommendations for action at the international level, Stockholm Action Plan, <http://www.unep.org/Documents.multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1506&l=en>.
- Report on the fourth session of the Intergovernmental Forum on Forests, Resolucija Ekonomskega in socialnega sveta Združenih narodov, ECOSOC Res. 2000-35.
- Shaw, M. 2017. International Law. 8. izdaja, Cambridge University Press, Cambridge. str. 640-641.
- Soglasje iz Džakarte o ASEAN tropskem gozdarstvu (Jakarta Consensus on ASEAN Tropical Forestry). 1981. Tretje srečanje ASEAN gospodarskih ministrov o kmetijstvu in gozdarstvu, 13. avgust 1981, dostopno na: <http://www.asean.org/communities/asean-economic-community/item/jakarta-consensus-on-asean-tropical-forestry-of-the-third-asean-economic-ministers-meeting-on-agriculture-and-forestry-jakarta-13-august-1981>.
- Steiner, M. 2001. After a Decade of Global Forest Negotiations, Where Are We Now?, Review of European Community & International Environmental Law (RECEIL), Vol. 10 No. 1, april 2001. str. 98.
- Strateški načrt Združenih narodov za gozdove 2017-2030 (Strateški načrt za gozdove) (United Nations strategic plan for forests 2017-2030 and quadrennial programme of work of the United Nations Forum on Forests for the Period 2017-2020). 2017. Resolution adopted by the Economic and Social Council on 20 April 2017, UN Doc E/RES/2017/4 (2017).
- Tarasofsky, R. G. 1999. Assessing the International Forest Regime: Gaps, Overlaps, Unvertainties and Opportunities, v Tarasofsky, R. G. (ured.). Assessing the International Forest Regime. IUCN, Gland, Cambridge, Bonn. str. 11.
- The Jakarta Declaration (Eight World Forestry Congress, October 1978), 1978. FAO Corporate Document Repository, sprejeta 28. oktober 1978, <http://www.fao.org/docrep/x5565e/x5565e06.htm>.
- van Asselt, H. 2012. Managing the fragmentation of international environmental law: forests at the intersection of the climate and biodiversity regimes, 44 New York University Journal of International Law & Politics. str. 8
- Zelena knjiga o varstvu gozdov in informacijah o stanju gozdov v EU: Kako pripraviti gozdove na podnebne spremembe (Zelena knjiga o varstvu gozdov v EU). 2010.SEC(2010)163 final, COM(2010)66konč., Bruselj, 01. 03. 2010.