

Napoved pojava pooglenitve bukve v Sloveniji 2014

Nikica OGRIS*

Uvod

Pooglenitev bukve je bolezen navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.), ki jo povzroča novčičasta biskonjoja, *Biscogniauxia nummularia* (Bull.) Kuntze (Fungi : Ascomycota : Sordariomycetes : Xylariales). *B. nummularia* je v običajnih razmerah neškodljiv endofit skorje, postane pa parazit, ko se pojavijo ustrezni pogoji: 2–3 °C višje povprečne mesečne temperature in daljša sušna obdobja (vsaj 6 mesecev manj kot 50 % padavin v primerjavi s 30 letnim povprečjem) ali pa samo višje temperature 4–5 °C (lahko je dovolj padavin) (Hendry in sod., 1998). Novčičasta biskonjoja po sušnem stresu povzroči odmiranje predelov skorje v obliki klinov ali pasov kjerkoli na deblu (slika 1). Odmrli deli skorje se kasneje luščijo in odpadajo. Trosnjaki *B. nummularia* se razvijejo na odmrli skorji iz prejšnjega leta. Mladi trosnjaki so prekriti z opnatim odpadljivim slojem, ko ta odpade, se sprosti črna površina strome v obliki krogov (novčičev) velikosti 5–20 mm (slika 2). Če je odmrli velik pas skorje, ki ga kalus ne more dovolj hitro zarasti, v drevo prodrejo glive, ki povzročajo trohnobo, in zato okuženo drevo hitro zgublja tehnično vrednost. Če poškodba zajame večji del debla, se drevo lahko posuši (Ogris, 2014).

V Sloveniji imamo zabeležene vsaj tri dogodke, kjer je *B. nummularia* povzročila veliko površinsko odmiranje navadne bukve: v Prekmurju v bližini Lendave po letu 2003 (Jurc, 2007), na Primorskem na Brkinih po letu 2003 (Jurc in sod., 2007), na območju Bohorja po letu 2005 (Ogris in Jurc, 2008).

Endofitni način življenja *B. nummularia* omogoča hiter razvoj in izrazito patogenost za navadno bukev v sušnem ali drugem stresnem okolju (Granata in Sidoti, 2004; Nugent in sod., 2005). Gliva *B. nummularia* se hitreje razvija v drevesu ob višjih temperaturah, tj. 25–30 °C in nad 30 °C, kjer zlahka tekmuje z drugimi glivami (Hendry in sod., 2002), kar jo naredi nevarnejšo v kontekstu podnebnih sprememb (Lonsdale in Gibbs, 1996; La Porta in sod., 2008).

Slovenijo je v letu 2013 prizadela huda poletna suša. Vroče in suho vreme se je začelo v mesecu juniju in se je nadaljevalo v julij in avgust (Cegnar, 2013a, 2013b, 2013c). Zato v letu 2013 pričakujemo povišano stopnjo intenzitete poškodb zaradi pooglenitve bukve. Cilj raziskave je bil izdelati kratkoročno napoved potencialne pojavitve poškodb zaradi *B. nummularia* na navadni bukvi v Sloveniji v letu 2014.

Metode dela

Kratkoročno napoved pojavitve pooglenitve bukve za 2014 smo izvedli na podlagi izboljšane empiričnega modela, ki smo ga razvili za namen izdaje napovedi za 2013 (Ogris, 2013). Model upošteva korelacijo pojavljanja pooglenitve bukve in klimatskih paramet

trov (Hendry in sod., 1998). Empirični model je bil zgrajen iz naslednjih dveh pravil:

- pooglenitev bukve se potencialno pojavi, ko je povprečna maksimalna mesečna temperatura višja za 2,5 °C ali več in ob daljših sušnih obdobjih, tj. vsaj v 4 mesecih pade manj kot 50 % padavin v primerjavi s 30 letnim povprečjem;
- pooglenitev bukve se potencialno pojavi, ko so povprečne maksimalne mesečne temperature višje za 4 °C ali več v primerjavi s 30 letnim povprečjem, kjer količina padavin ni upoštevana.

Ker je *B. nummularia* termofilni patogen, smo pri izračunu razlike med povprečno maksimalno mesečno temperaturo v letu 2013 in povprečno maksimalno mesečno temperaturo v obdobju 1971–2000 upoštevali samo mesece in območja s povprečno maksimalno mesečno temperaturo nad 28,9 °C. Omenjeni temperaturni prag smo določili glede na podatek, da pooglenitev bukve pred letom 2003 ni povzročala primarnih poškodb navadne bukve v Sloveniji; zato smo za temperaturni prag vzeli najvišjo povprečno maksimalno temperaturo najtoplejšega meseca, tj. julija v obdobju 1971–2000. Izbrani prag je ena izmed izboljšav modela. Poleg tega smo namesto povprečne mesečne temperature upoštevali povprečno maksimalno mesečno temperaturo.

Zbrali smo podatke o povprečni maksimalni mesečni temperaturi in skupni količini padavin po mesecih za 34 meteoroloških in klimatoloških postaj ter 151 padavinskih postaj. Pridobili smo podatke od januarja do decembra za leto 2013 (ARSO, 2014). Za primerjalno referenčno obdobje smo vzeli 1971–2000 (ARSO, 2006a, 2006b).

Glavna pomanjkljivost izvirnega modela iz leta 2013 je bila njegova prostorska ločljivost napovedi, saj se je nanašala samo na točkovne lokacije, tj. na lokacije meteoroloških postaj. V tej raziskavi smo model izboljšali tako, da smo uporabili statistično metodo prostorske interpolacije kokriging (Chilčs in Delfiner, 2008), s katero smo pridobili karte povprečne maksimalne mesečne temperature in skupno količino padavin po mesecih v ločljivosti 1 km × 1 km. Za spremenljivko zunanega vpliva smo izbrali digitalni model reliefa v ločljivosti 100 m × 100 m (GURS, 2000). Karte smo izdelali v programski opremi ESRI ArcGIS 10.2 z orodjem za izdelavo geostatističnih in prostorskih analiz. Validacijo smo izvedli z navzkrižnim preverjanjem (angl. crossvalidation). Modeli kokriginga so dostopni pri avtorju.

Končni rezultat modela je karta verjetnosti pojava pooglenitve bukve v Sloveniji v 2014, ki smo jo izračunali po naslednji enačbi:

$$v = (a + T_4 \times \max[a] / \max[T_4]) / (\max[T_{2,5}] \times 50 \times \max[P_{st}] + \max[a]),$$

kjer $a = T_{2,5} \times (100 - P) \times P_{st}$, $T_{2,5} = |T_i - rT_i| \geq 2,5$ °C in $T_i > 28,9$ °C, T_i = povprečna mesečna maksimalna temperatura v mesecu i , rT_i = referenčna povprečna mesečna maksimalna temperatura v mesecu i za obdobje 1971–2000, $P = P_i / rP_i * 100$, ko je $P_i / rP_i * 100 < 50$, P_i = skupna količina padavin v mesecu i (mm), rP_i referenčna povprečna skupna količina padavin v mesecu i (mm) v obdobju 1971–2000, P_{st} = število mesecev, ko je padlo manj kot 50 % padavin v primerjavi z 1971–2000, $T_4 = |T_i - rT_i| \geq 4$ °C in $T_i > 28,9$ °C, $\max[y] =$ maksimum izbrane spremenljivke.

Model verjetnosti pojava pooglenitve bukke ima razpon vrednosti med 0 in 1, kjer 0 pomeni najmanjšo in 1 največjo verjetnost pojava bolezni. Ogrožene površine smo korigirali tako, da smo upoštevali samo površine, kjer je prisotna bukev, tj. na približno 346.648 ha (ZGS, 2012).

Rezultati

Natančnost modela definirata dve spremenljivki, tj. skupna mesečna količina padavin in povprečna maksimalna mesečna temperatura, ki smo jo pridobili s pomočjo kokriginga. Povprečna standardna napaka za povprečno maksimalno mesečno temperaturo je znašala 0,3 °C in za mesečno količino padavin 16 mm.

V letu 2013 je primanjkovalo padavin po vsej Sloveniji (slika 3). Največ padavin v posameznem mesecu je primanjkovalo (padlo je samo 10,3–20 % običajnih padavin) v severovzhodnem delu države, na Primorski ter na območju okrog Mokronoga in Grosupljega. Pomemben dejavnik za pojavitev pooglenitve bukke je primanjkovanje padavin skozi daljši čas, tj. vsaj štiri mesece (slika 4). Območja, kjer je vsaj štiri mesece padlo manj kot 50 % padavin v primerjavi s povprečjem 1971–2000, obsegajo 35,3 % Slovenije. Na območju Pohorja med Roglo, Lovrencem in Rušami je kar 6 mesecev primanjkovalo padavin. Šest mesecev je primanjkovalo padavin tudi na manjšem območju pri Sviščakih pod Velikim Snežnikom. Vsaj štiri mesece je padlo manj kot 50 % padavin na širšem območju vzhodne Slovenije, Notranjske, Kočevskega, pa tudi na manjših območjih Julijskih in Kamniško – Savinjskih Alp.

Spremembo povprečne maksimalne mesečne temperature za 2,5 °C ali več smo zaznali na 35,6 % države in je zaobsegla predvsem vzhodni del Slovenije, Celjsko kotlino, Novo meško – Krško – Brežiško kotlino, Ljubljansko kotlino, Belo krajino, dolino Kolpe, priobalno območje, Soško dolino, dolino reke Idrijce (slika 5). Posebej veliki odkloni (≥ 4 °C) povprečne maksimalne mesečne temperature so zajeli 2,5 % Slovenije, tj. Goričko, predel med Ljutomerom in Ormožem, območje med Mariborom in Šentiljem, posamezni predeli v dolini Drave, Save in Idrijce, posamezna območja Halož, Kozjanskega, Posavskega hribovja, Gorjancev, Suhe krajine in Bele krajine.

Pooglenitev bukke se lahko potencialno pojavi na 13,3 % (46.045 ha) površin bukovih gozdov (slika 6, preglednica 1). Najbolj ogroženi sta gozdnogospodarski območji (GGO) Brežice (27,6 % vse ogrožene površine) in Maribor (26,3 %). Večji delež potencialno ogroženih površin se nahaja še v GGO Novo mesto (18,3 %), Celje (17 %), Murska Sobota (5,9 %), Lju-

bljana (2,9 %) in Tolmin (1,8 %). Zelo visoka verjetnost ($v \geq 0,8$) pojava bolezni je na 7,1 % (3.270 ha) vseh potencialno ogroženih površin. Posebej je izpostavljeno zahodno Goričko, posamezne površine pri Šentilju v Slovenskih goricah, posamezni predeli ob reki Dravi od Radelj do Ptuja, Haloze, Kozjansko, posamezna območja ob reki Savi od Zagorja do Sevnice, Gorjancev, Bele krajine, Suhe krajine in Krma. Na večini ogroženih območij (75,3 %) je verjetnost pojava bolezni majhna ($v < 0,4$). Srednja in visoka verjetnost ($0,4 \leq v < 0,8$) pojava pooglenitve bukke obsega 17,6 % vseh potencialno ogroženih površin in se nahajajo v neposredni bližini območij z zelo veliko ogroženostjo, tj. obsegajo Goričko, območje med Mariborom in Šentiljem, območje med Mariborom, Slovenske Bistrice in Miklavžem na Dravskem polju, območje severno od Ptuja, predel med Ljutomerom in Ormožem, osrednji del Halož, območja v dolini Idrijce, Nadiže, Save med Litijo in Zidanim mostom ter Savinje med Laškim in Zidanim mostom.

Razprava

Rezultati modela nam lahko v določeni meri pomagajo pri spremljanju pojava pooglenitve bukke v letu 2014, saj nam pokažejo, na katera širša območja v Sloveniji se naj osredotočimo pri iskanju poškodb zaradi novčičaste biskonjoje.

Zanesljivost modela bi lahko bila večja, če bi v njegova pravila vključili tudi lastnosti tal, kot so vodna kapaciteta, prepustnost in talni tip, ki zelo vplivajo na pojavitev sušnega stresa pri navadni bukvi. Napovedno točnost modela bi lahko konec leta 2014 preverili s pomočjo podatkov s terena, kjer se bo bolezen dejansko pojavila.

Podobne lastnosti kot *B. nummularia* ima *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kuntze, ki se prav tako pojavlja kot fakultativni parazit skorje ob sušnem stresu in višjih temperaturah na ceru (*Quercus cerris* L.) in puhastem hrastu (*Quercus pubescens* Willd.), kjer povzroča bolezen, ki jo imenujemo pooglenitev hrastov. V Sloveniji se je pojavila po letu 2003 v jugozahodnem delu Slovenije (Jurc in Ogris, 2004). Obstaja verjetnost, da bo pooglenitev bukke spremljala tudi pooglenitev hrastov v 2014 zaradi sušnega in vročega poletja v 2013.

Zahvala

Prispevek je nastal v okviru Javne gozdarske službe, naloge Poročevalsko, prognostično-diagnostične službe za gozdove, ki se izvaja na Gozdarskem inštitutu Slovenije in jo financira Ministrstvo za kmetijstvo in okolje.

Viri

- ARSO. 2006a. Povprečna maksimalna temperatura zraka za obdobje 1971–2000: 12 mesečnih kart in 1 letna karta v digitalni rasterski obliki z ločljivostjo 1 km. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo
- ARSO. 2006b. Povprečna mesečna in letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971–2000: 12 mesečnih kart in 1 letna karta v digitalni rasterski obliki z ločljivostjo 1 km. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo
- ARSO. 2014. Arhiv – opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji. <http://meteo.arslo.gov.si/met/sl/app/webmet> (11. 4. 2014)

- Cegnar T. 2013a. Podnebne razmere v avgustu 2013. Naše okolje, 20, 8: 3–24.
- Cegnar T. 2013b. Podnebne razmere v juliju 2013. Naše okolje, 20, 7: 3–24.
- Cegnar T. 2013c. Podnebne razmere v juniju 2013. Naše okolje, 20, 6: 3–23.
- Chilès J.-P., Delfiner P. 2008. Geostatistics: modeling spatial uncertainty. John Wiley & Sons, Inc.: 695 str.
- Granata G., Sidoti A. 2004. *Biscogniauxia nummularia*: pathogenic agent of a beech decline. Forest Pathology, 34: 363–367.
- GURS. 2000. Interferometrični radarski digitalni model višin 100×100 m (InSAR DMV 100). Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije
- Hendry S.J., Boddy L., Lonsdale D. 2002. Abiotic variables effect differential expression of latent infections in beech (*Fagus sylvatica*). New Phytologist, 155, 3: 449.
- Hendry S.J., Lonsdale D., Boddy L. 1998. Strip-cankering of beech (*Fagus sylvatica*): Pathology and distribution of symptomatic trees. New Phytologist, 140, 3: 549–565.
- Jurc D. 2007. Patogeni drevja in spremembe podnebja v Sloveniji. V: Podnebne spremembe - vpliv na gozd in gozdarstvo. Jurc M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 203–216.
- Jurc D., Ogris N. 2004. Sušenje cera in drugega drevja pod hribom Žekanec. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov: 10 str.
- Jurc D., Ogris N., Jurc M. 2007. Gliva novčičasta biskonjoja (*Biscogniauxia nummularia*) povzroča pooglenitev navadne bukve (*Fagus sylvatica*) na Brkinih. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov: 14 str.
- La Porta N., Capretti P., Thomsen I.M., Kasanen R., Hietala A.M., Von Weissenberg K. 2008. Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. Canadian Journal of Plant Pathology, 30, 2: 177–195.
- Lonsdale D., Gibbs J.N. 1996. Effect of climate change on fungal diseases of trees. V: Fungi and environmental change. Symposium of the British Mycological Society, held at Cranfield University, March 1994. Frankland J.C., Magan N., Gadd G.M. (ur.). Cambridge, British Mycological Society: 1–19.
- Nugent L.K., Sihanonth P., Thienhirun S., Whalley A.J.S. 2005. *Biscogniauxia*: a genus of latent invaders. Mycologist, 19, 1: 40–43.
- Ogris N. 2013. Kratkoročna prognoza pojava pooglenitve bukve (*Biscogniauxia nummularia*) v Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov 11. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (in okrogle mize o zmanjšanju tveganja zaradi rabe FFS v okviru projekta CropSustaIn), Bled, 5.–6. marec 2013. Trdan S., Maček J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin: 62–68.
- Ogris N. 2014. Priručnik za določevanje vzrokov poškodb drevja: medmrežna različica. www.zdravgozd.si (11. 4. 2014)
- Ogris N., Jurc D. 2008. Suša je omogočila nekaterim endofitom in fakultativnim parazitom povzročiti poškodbe bukve na področju Reštanja, Bohor. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 5 str.
- ZGS. 2012. Gozdni fond. Podatkovna zbirka. Zavod za gozdove Slovenije

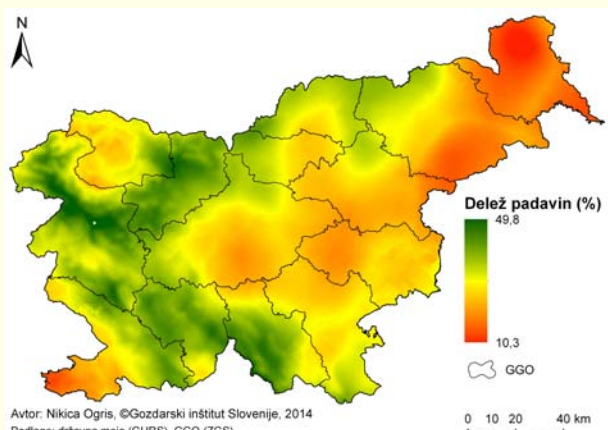
*Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana
 nika.ogris@gozdis.si



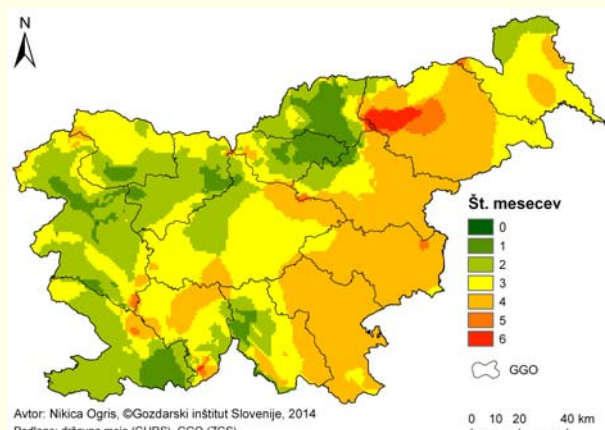
Slika 1: Nekroza in odmiranje skorje v obliki klina ali pasov, ki ga je povzročila *Biscogniauxia nummularia* (foto: N. Ogris)



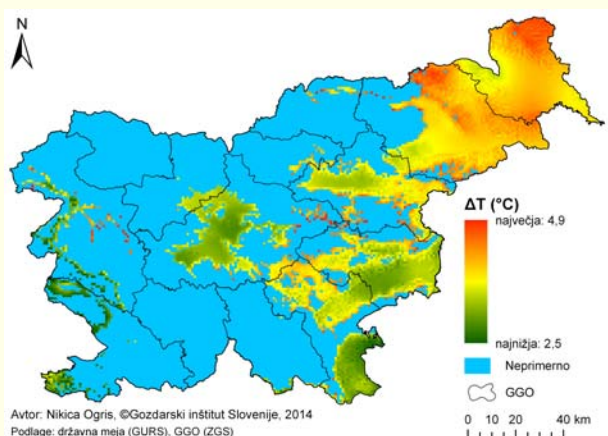
Slika 2: Tronsnjaki glive *Biscogniauxia nummularia* (foto: N. Ogris)



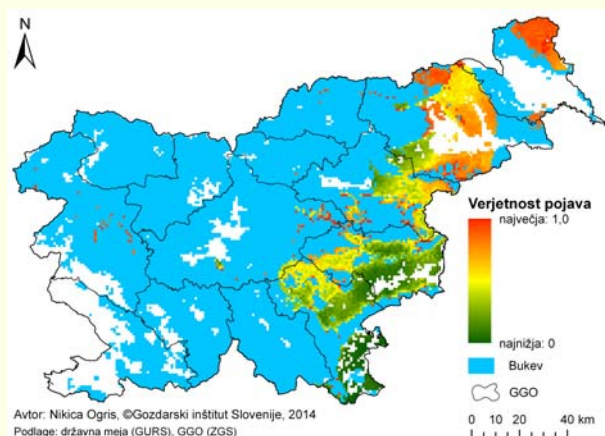
Slika 3: Višina padavin v 2013 v primerjavi s povprečjem 1970–2000. Prikazana so območja z manj kot 50 % padavin.



Slika 4: Število mesecev, ko je padlo manj kot 50 % padavin v primerjavi s 30 letnim povprečjem.



Slika 5: Sprememba povprečne maksimalne mesečne temperature v primerjavi z obdobjem 1970–2000 večja kot 2,5 °C



Slika 6: Verjetnost pojava pooglenitve bukve v Sloveniji v 2014

% celotne ogrožene površine glede na verjetnost pojava

GGO	Površina (ha)	vse	majhna	srednja	visoka	zelo visoka
BREŽICE	12.721	27,6	25,8	0,5	0,1	1,2
MARIBOR	12.101	26,3	15,2	8,7	0,2	2,1
NOVO MESTO	8.434	18,3	17,8	0,0	0,0	0,5
CELJE	7.842	17,0	14,6	0,8	0,0	1,6
MURSKA SOBOTA	2.734	5,9	0,8	4,6	0,0	0,5
LJUBLJANA	1.317	2,9	1,0	0,6	0,0	1,2
TOLMIN	829	1,8	0,0	1,8	0,0	0,0
SLOVENJ GRADEC	38	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
KOČEVJE	27	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
NAZARJE	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Skupaj	46.045	100,0	75,3	17,2	0,4	7,1

Preglednica 1: Potencialno ogrožena površina po gozdnogospodarskih območij zaradi pooglenitve bukve v Sloveniji v 2014. Legenda verjetnosti pojava: majhna: $0 < v < 0,4$; srednja: $0,4 \leq v < 0,6$; visoka: $0,6 \leq v < 0,8$; zelo visoka: $v \geq 0,8$.