

Živeti s podlubniki: trajnostno upravljanje gozdov v Evropi

Living with Bark Beetles: Sustainable Forest Management in Europe

Maja JURC^{1,*}

Izvleček:

Jurc, M.: Živeti s podlubniki: trajnostno upravljanje gozdov v Evropi; Gozdarski vestnik, 78/ 2020, št. 9. V slovenščini z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 35. Prevod M. Jurc, jezikovni pregled angleškega besedila Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Gozdovi pokrivajo več kot 31 odstotkov kopnega, evropski gozdovi, skupaj z ruskimi, pa 44,3 odstotka površine Evrazije. Že stoletja gozdovi zagotavljajo človeštvu bistvene ekosistemske storitve in ekonomske dobičke. Vrednosti gozdov vedno bolj ogrožajo ekstremni dogodki, kot so suša, orkanski veter ter podlubniki. Prav tako so nekatere prejšnje prakse upravljanja z gozdovi pomembno povečale njihovo ranljivost. Tako so v minulem stoletju zaradi relativno hitre rasti in dobrih lastnosti lesa sadili navadno smreko (*Picea abies*) v monokulturah v nižinskih območjih, zunaj njenega naravnega areala. Nastala so velika območja tako imenovanih sekundarnih gozdov, v katerih pešajo zdravje, vitalnost in odpornost smreke in njeni sestoji so izredno občutljivi za številne motnje, med katerimi so najpomembnejši smrekovi podlubniki (predvsem *Ips typographus*). Namen prispevka je pomoč nacionalnim oblikovalcem politik razumeti zapletene vloge, ki jih imajo podlubniki v gozdovih, in predstaviti najpomembnejše znanstvene podlage za gozdno politiko in različne možnosti upravljanja s podlubniki v evropskih gozdovih.

KLjučne besede: podlubniki, gozdovi, trajnostno gospodarjenje, strategije, ukrepi, Evropa

Abstract:

Jurc, M.: Living with Bark Beetles: Sustainable Forest Management in Europe; Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 78/2020, vol. 9. In Slovenian, abstracts in English, lit. quot. 35. Translated by M. Jurc, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Forests cover more than 31 percent of the world's land area, European forests, together with the Russian ones, 44,3 percent of Eurasia. Forests have provided human societies with essential ecosystem services and economic values for centuries. These values are increasingly threatened by extreme events such as drought, hurricane wind and bark beetles. Also, some past forest management practices have significantly increased the vulnerability of Europe's forests. Thus, in the past century, due to the relatively rapid growth and good properties of wood, Norway spruce (*Picea abies*) has been planted in monocultures in lowland areas, outside its native range. Large areas of the so-called secondary forests have been created, where the waning health, vitality and resistance of the Norway spruce led to several disorders, among which the most important are spruce bark beetles (mainly *Ips typographus*). The purpose of this paper is to help national policy makers understand the complex roles bark beetles play in forests and to present the most important scientific basis for forest policy and different options for bark beetle management in Europe's forests.

Key words: bark beetles, forests, sustainable management, strategies, actions, Europe

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Gozdovi pokrivajo več kot 31 odstotkov kopne površine Zemlje, evropski gozdovi, skupaj z ruskimi, pa 44,3 odstotka površine Evrazije (FAO, 2005). Pri nas beležimo 74 gozdno-vegetacijskih tipov na 58,9 odstotka površine ozemlja (ZGS, 2020) in smo po gozdnosti na tretjem mestu v Evropi; za Finsko in Švedsko (FAO, 2005). Drago-

cene vloge gozda poznamo: gozd zadržuje in čisti vodo, slabi moč vetra, preprečuje erozije, vgrajuje ogljik iz ozračja v rastlinska tkiva (sekvestracija), izboljšuje kakovost zraka ter omili posledice ekstremnih vremenskih dogodkov. Naš kakovosten gozd ponuja visoko cenjene gozdne proizvode, kot je okrogli les, les za energetske namene, preostale gozdne proizvode (hrano, med, okrasne rastline, rastlinske eksudate, rastline za medicinsko pro-

¹ Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Katedra za zdravje gozda in upravljanje prstoživečih živali, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

* dopisni avtor: maja.jurc@bf.uni-lj.si

izvodnjo, meso divjadi ...). Lahko naštejemo 17 funkcij gozda, med katerimi po pomenu izstopajo proizvodna, ekološka in socialna. Iz ekološkega vidika je, v času intenzivnih podnebnih sprememb, med najpomembnejšimi vloga gozdnih ekosistemov v prizvemu (ponoru) atmosferskega CO₂ s fotosintezo, pri kateri se ogljik veže v les, opad in tla, kjer je vezan dolgotrajneje. CO₂ je eden od najpomembnejših toplogrednih plinov in strokovnjaki menijo, da je bistvena funkcija gozda prav vezava CO₂. Trajnostno upravljanje gozda na 30,3 odstotka Zemlje, ko jo pokriva gozd (FAO, 2005), lahko občutno zmanjša negativne učinke podnebnih sprememb (Seidl in sod., 2014).

Evropski gozdovi že stoletja zagotavljajo človeški družbi bistvene ekosistemske storitve in velike ekonomske koristi. Nekatere prejšnje prakse gospodarjenja z gozdom so povečale njegovo ranljivost. Tako so navadno smreko (*Picea abies* (L.) Karsten) zaradi relativno hitre rasti, ugodnih tehnoloških lastnosti in ugodne cene lesa v minulem stoletju v Evropi množično sadili v monokulturah na rastiščih domorodnih listavcev. Nastala so velika območja tako imenovanih sekundarnih gozdov, v katerih pešajo zdravje, vitalnost in odpornost smreke za številne motnje, kot so veter, suša, bolezni in podlubniki (Wermelinger, 2004; Neuner, 2014). Tudi pri nas se smreka pojavlja večinoma kot sajena vrsta v nižinskih območjih in v lesni zalogi naših gozdov zavzema okoli 32-odstotni delež (ZGS, 2020).

V zadnjih desetletjih so podnebne spremembe zelo vplivale na razvoj podlubnikov in povzročale njihove namnožitve v iglastih gozdovih Evrope in Severne Amerike (Marini in sod., 2012; Thom in Seidl, 2016; Dhar in sod., 2016; Aukema in sod., 2006). Tako se je v Evropi v zadnjih štirih desetletjih sanitarni posek poškodovane smreke in bora povečal za skoraj 700 %, z 2,1 mil. m³/leto (1971–1980) na 14,5 mil. m³/leto (2002–2010) (Hlásny in sod., 2019). Hlásny in sodelavci (2019) napovedujejo, da se bodo podnebne spremembe nadaljevale: ekstremni vremenski dogodki se ne bodo dogajali enakomerno, ampak pričakujejo, da bodo prišli v valovih. Verjetno bodo sinhronizirani in se bodo pojavili na več sto kilometrih, sprožale pa jih bodo vremenske skrajnosti, kot so ciklonski nevihtni dogodki in velike suše. Simulacije za centralno Evropo na primer kažejo, da bi lahko celo zmerno segrevanje za + 2,4 °C povzročilo tri- do petkratno povečanje količine lesa, poškodovanega zaradi podlubnikov do konca 21. stoletja v primerjavi

z obdobjem 1990–2004 (Hlásny in sod., 2019). Napovedujejo, da se bodo izbruhi podlubnikov pojavljali tudi v naravnih sestojih smreke v alpskih gorskih gozdovih, kar je bilo doslej zabeleženo le izjemoma (Zeppenfeld in sod., 2015).

Torej, kako gospodariti predvsem z iglastimi gozdovi v prihodnosti v Evropi? Odgovore ponujajo kompleksne raziskave podlubnikov v srednjeevropskih gozdovih (Hlásny in sod., 2019; Kautz in sod., 2014; Jurc in sod., 2017b; Podlesnik in sod., 2017; Ogris in sod., 2019; Seidl, R. in sod. 2014).

2 TRENUTNO RAZUMEVANJE BIOEKOLOGIJE PODLUBNIKOV

2 CURRENT UNDERSTANDING OF BARK BEETLES BIOECOLOGY

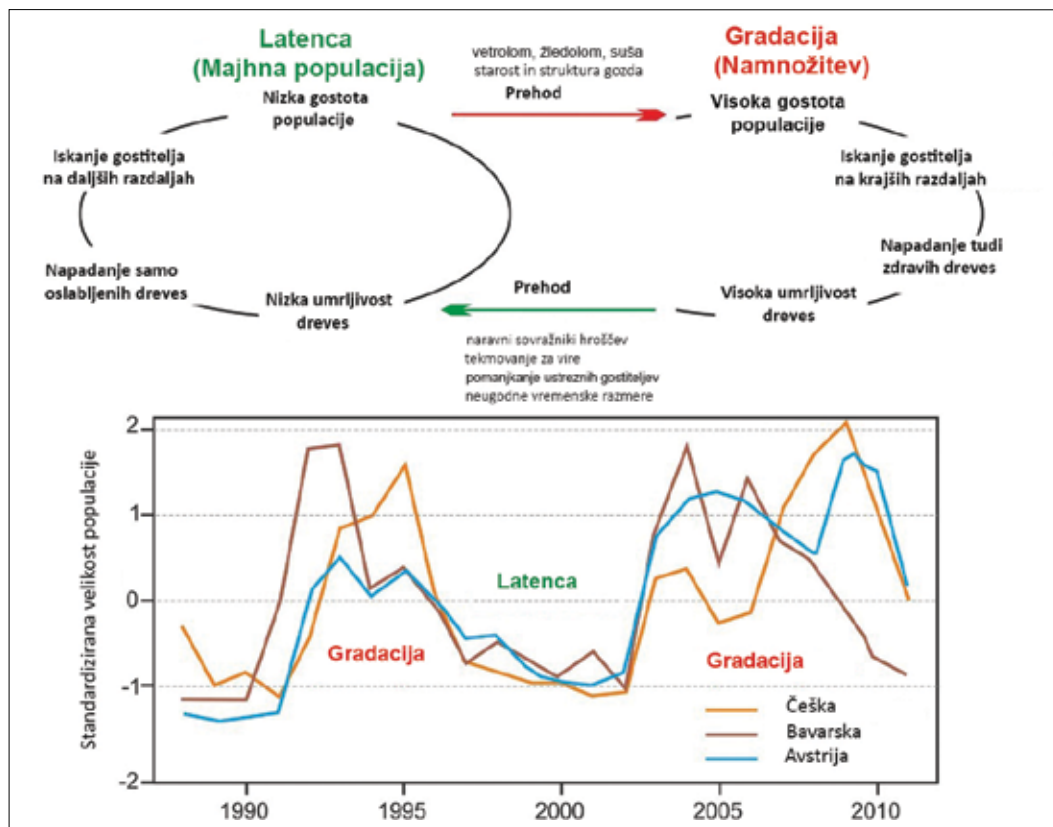
Iglasti gozdovi Evrope so dom za številne dendrobionte, med katerimi so najpomembnejši podlubniki (Curculionidae: *Scolytinae*). Večina vrst se razmnožuje le na mrtvih drevesih ter igra pomembno vlogo pri razgradnji lesa. Nekaj vrst povzroča namnožitve – to so dvotrni podlubnik *Ips duplicatus* (Sahlberg, 1836), mali osmerozobi smrekov lubadar *Ips amitinus* (Eichhoff, 1817) ter najpomembnejši osmerozobi smrekov lubadar *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). Zadnji naseli drevje z zmanjšano vitalnostjo ter poškodovano in sušeče se drevje, ko je velikost njegove populacije majhna, vendar lahko množično napade veliko zdravih dreves pri povečani populaciji (Raffa in sod., 2008; Kautz in sod., 2011; Vega in Hofstetter, 2015) (slika 1).

Podlubniki, ki preidejo v gradacijo, uspešno kolonizirajo zdrava drevesa, kar je zanje največkrat usodno, saj na stotine napadov podlubnikov uniči žive dele drevesa pod skorjo, kot so ličje, kambialno tkivo in beljavo, kar drevesu onemogoča transport asimilatov in vode z rudninski snovmi. To so vrste, ki imajo lahko eno ali več generacij na leto. Fekunditeta (realizirano potomstvo v idealnih razmerah okolja) se povečuje s premerom drevesa in debelino skorje. V optimalnih razmerah se lahko populacije podlubnikov številčno povečajo več kot 15-krat od ene generacije do naslednje. To teoretično pomeni 225-kratno povečanje števila osebkov v naslednjem letu za populacije, ki imajo dve generaciji na leto (Hlásny in sod., 2019). Vsi podlubniki tudi okužijo gostiteljska drevesa z asociacijskimi in patogenimi glivami, kar dodatno poškoduje drevo (Néve Repe in sod., 2015).

Podnebne spremembe ugodno vplivajo na razvoj podlubnikov, ker (Hlásny in sod., 2019; Jurc in sod., 2006) (a) olajšajo preživetje in razvoj podlubnikov (npr. z dokončanjem dodatnih generacij hroščev na leto), (b) povečajo potencialni habitat hroščev tako, da omogočijo širjenje hroščev v višje nadmorske višine in bolj proti severu, (c) povečujejo verjetnost za ekstremne vremenske dogodke, ki zajemajo celotno regijo (npr. suša), kar slabi obrambo dreves, in (d) so napadena drevesa dovzetnejša za druge

škodljive organizme. Poleg spreminjanja dinamike populacije hroščev in dovzetnosti gostiteljskih dreves podnebne spremembe povečujejo tudi tveganje za širjenje tujerodnih vrst žuželk.

Tudi pri nas smo v zadnjih desetletjih beležili ekstremne vremenske dogodke v gozdovih. Tako je npr. februarja 2014 več kot polovico naših gozdov prizadel katastrofalen žled, ki je z 9,32 mil. m³ poškodovanega drevja največja zabeležena naravna ujma v slovenskih gozdovih nasploh.



Slika 1: Prikaz populacijske dinamike *Ips typographus*. Zunanji dejavniki (suša, vetrolom, žledolom) lahko sprožijo prehod iz majhne in številčno stabilne populacije v fazo namnožitve (zgornji graf, prilagojeno po Kautz in sod., 2014). Ta faza po navadi traja več let. Prehod nazaj v latentno fazo uravnavajo naravni antagonisti podlubnikov (entomopatogene glive, entomopatogene ogorčice, virusi, praživali, pršice, druge žuželke, ptice itn.), neugodno vreme ali pomanjkanje primernih gostiteljskih dreves. Graf prikazuje dinamiko populacije med sinhronimi izbruhi *I. typographus* na Češkem, Bavarskem (Nemčija) in Avstriji (spodnji graf, prilagojeno po Hlásny in sod., 2019; Seidl, R. in sod., 2014).

Figure 1: Presentation of the population dynamics of *Ips typographus*. External factors (drought, windthrow, ice breakage) can trigger the transition from a small and numerically stable population into the gradation phase (the upper graph, adjusted after Kautz et al., 2014). This phase usually lasts for several years. The transition back into the latent phase is regulated by natural antagonists of bark beetles (entomopathogenic fungi, entomopathogenic nematodes, viruses, protozoa, mites, other insects, birds etc.), unfavorable weather or lack of appropriate host trees. The graph presents the population dynamics during synchronous outbreaks of *I. typographus* in the Czech Republic, Bavaria (Germany), and Austria (the lower graph, adjusted after Hlásny et al., 2019; Seidl, R. et al., 2014).



Slika 2: Zapuščina motnje. 29. junija 2006 je Jelovico prizadel orkan, ki je v manj kot 20 minutah na ozko omejenem območju na površini 106 ha podrl 85.000 bto m³ smrekovega debeljaka. (foto: M. Jurc)

Figure 2: The legacy of a disturbance. On June 29, 2006, Jelovica was struck by a hurricane that knocked down 85.000 gross m³ of mature spruce trees in less than 20 minutes on a narrowly limited area on the area of 106 ha. (photo: M. Jurc)



Slika 3: Poškodovan les zaradi gradacij podlubnikov v Italiji odkupuje Kitajska (severna Italija, 11. 8. 2019). (foto: D. Jurc)

Figure 3: Wood damaged through the gradation of bark beetles in Italy is bought by China (North Italy, 11. 8. 2019). (photo: D. Jurc)



Slika 4: Namnožitve *Ips typographus* zelo in dolgotrajno vplivajo na gozdne ekosisteme; segajo od pozitivnih (spodbujanje biotske raznovrstnosti) do zelo negativnih vplivov na gozdove. Negativno vplivajo na ekološke storitve (zmanjševanje skladiščenja ogljika, spremenjeno kroženje hranil, izgube dušika, spremembe vodne bilance, kar povečuje poplave in erozijo itn.), gospodarske (lahko zmanjšujejo vrednost lesa zaradi okužb z glivami modrivkami, motijo trg z lesom) in družbene (trgi, zaposlenost, socialni odnosi) (foto: M. Jurc).

Figure 4: Gradations of Ips typographus affect forest ecosystems very much and for a long time; they extend from positive (encouraging biodiversity) to extremely negative impacts on woods. They affect the following negatively: ecological services (reducing the carbon storage, changed nutrients circulation, nitrogen loss, changes of water balance increasing floods and erosion, etc.), economy (they can reduce wood value due to the infection with bluestain fungi, they disrupt wood market), and social ones (markets, employment, social relationships) (photo: M. Jurc).

Vendar je žledolom poškodoval manj lesa kot poznejši napadi *I. typographus* (sanitarni posek v letih 2014–2018 je zaradi žledoloma znašal 5,86 mil. m³, zaradi podlubnikov pa 7,13 mil. m³, vir ZGS, 2020).

Kljub dolgi zgodovini raziskav podlubnikov je relativno malo znanega, kako se namnožitve dejansko ustavijo, prav tako ne vemo veliko o vplivu eksogenih biotskih dejavnikov na populacije podlubnikov (slika 2).

V prihodnosti naj bi se po vsej Evropi povečale gradacije podlubnikov. Največje kratkoročno povečanje pričakujejo v atlantskem območju Evrope. Povprečna letna škoda zaradi podlubnikov v letih 2021–2030 bo predvidoma skoraj šestkrat večja kot je bila v letih 1971–2010. Pričakovati je, da se bodo kratkoročni trendi nadaljevali v Evropi v celotnem 21. stoletju (Hlásny in sod. 2019) (slika 3).

GozdVestn 78 (2020) 9

3 VPLIVI PODLUBNIKOV NA GOZDNE EKOSISTEME IN DRUŽBO

3 IMPACTS OF BARK BEETLES ON FOREST ECOSYSTEMS AND SOCIETY

Izbruhi *I. typographus* imajo globok in dolgotrajen pozitiven vpliv, kamor prištevamo spodbujanje biotske raznovrstnosti v gozdnem ekosistemu (Jurc 2004; Beudert in sod., 2015; Thom in sod., 2017; Jurc in sod., 17a; Hilmers in sod., 2018; Hagge in sod., 2018), povezovanje skupnosti pri ukrepih po epidemijah (Flint in Luloff, 2007), nove priložnosti pri prodaji lesnih sortimentov po gradacijah (Bogdanski in sod., 2011) ter uporaba lesa, okuženega z glivami modrivkami, za umetniške lesne izdelke (Robinson, 2014). Zelo negativno pa vplivajo na ekološke funkcije gozdnega ekosistema, kot so zmanjševanje skladiščenja ogljika, spremenjeno kroženje hranil, izgube dušika, spremembe vodne bilance, kar povečuje poplave in erozijo (Holling, 1973), ter tudi na gospodarske funkcije zaradi zmanjševanja vrednosti lesa in motenj v oskrbi z njim (Loeffer in Andreson, 2017; Pye in sod., 2011). Prav tako gradacije podlubnikov negativno vplivajo na družbene odnose, kot so trgi, zaposlenost, lahko povzročajo politične konflikte (Müller, 2011). Negativno vplivajo na rekreacijo (Rosenberger in sod., 2013) ter na socialne odnose (Qin in sod., 2015). Namnožitve *I. typographus* povzročijo torej predvsem negativne družbene, gospodarske, ekološke in socialne posledice (slika 4).

4 POLITIČNA PRIPOROČILA

4 POLITICAL RECOMMENDATIONS

4.1 Prilagojene strategije upravljanja z izbruhi podlubnikov lokalnim potrebam

4.1 Strategies of bark beetle outbreak management adjusted to the local needs

Rezultati obsežne študije (Hlásny in sod., 2019) kažejo, da je treba glede na lokalne cilje upravljanja oceniti, ali izbruhi podlubnikov škodujejo ali koristijo. To je neposredno odvisno od lokalnih ciljev upravljanja.

4.1.1 Jasna opredelitev lokalnega cilja upravljanja

4.1.1 Clear definition of local management goal

Cilje upravljanja je treba izrecno opredeliti v tesnem sodelovanju z različnimi deležniki, da

bi zmanjšali verjetnost družbenih konfliktov in povečali njihovo legitimnost. Za učinkovito vključevanje lokalnih skupnosti in drugih zainteresiranih v ta proces so nujne raziskave socialnih razsežnosti izbruhov podlubnikov, ki jih v Evropi trenutno primanjkuje. Za razširjanje novih informacij in odpravljanje morebitnih napačnih predstav o naravnih motnjah so potrebni tudi izboljšani izobraževalni in komunikacijski programi na vseh upravnih in strokovnih (gozdarskih) ravneh.

Učinkovito upravljanje z namnožitvami podlubnikov je treba začeti z jasno določitvijo ciljev gospodarjenja za obravnavani gozd, tj. katere so glavne načrtovane vrednosti, ki jih je treba pridobiti iz gozda (gospodarske, ekološke, družbene). Predstavljamo strategije za obvladovanje izbruhov podlubnikov, in sicer dveh kontrastnih ciljev upravljanja, med katerimi je mogoča paleta drugačnih, lokalnim potrebam prilagojenih ciljev upravljanja. Zaradi enostavnosti jih označujejo kot: **VEČNAMENSKI IN PROIZVODNI GOZDOVI** in **GOZDOVI Z VISOKO ZAŠČITNO VREDNOSTJO**.

VEČNAMENSKI IN PROIZVODNI GOZDOVI so gozdovi, v katerih je proizvodnja lesa ključni cilj, čeprav se po navadi realizira skupaj z več drugimi storitvami ekosistemov. V takih gozdovih se upoštevajo vse pravne podlage varovanja gozdov. Pri upravljanju z izbruhi podlubnikov upoštevamo pravne omejitve za upravljanje izbruhov podlubnikov. Slovenska gozdarska šola uspešno sonaravno gospodari z gozdovi z upoštevanjem proizvodnih, ekoloških in socialnih funkcij gozda. Velika večina orodij in ukrepov za upravljanje z izbruhi podlubnikov je že vključena v naš sistem gospodarjenja z gozdom (Titovšek, 1988; Jurc in sod., 2017b), nekatera evropska priporočila (Hlásny in sod., 2019) bo treba preizkusiti tudi pri nas in tako zmanjšati vedno večjo škodo, ki jih povzročajo namnožitve podlubnikov.

GOZDOVI Z VISOKO ZAŠČITNO VREDNOSTJO so gozdovi, kjer je ohranjanje biotske raznovrstnosti, naravnih procesov in drugih nesnovnih vrednosti prednostna naloga. Taki gozdovi pogosto nudijo tudi pomembne ekosistemske storitve in/ali kulturno identiteto lokalnim in širšim skupnostim. V takih gozdovih, ki so z zakonom ali drugimi instrumenti določeni za ohranitev, so na voljo bolj omejeni ukrepi upravljanja.

4.1.2 Prostorsko definirani in celoviti ukrepi

4.1.2 Spatially defined and comprehensive measures

Za učinkovito obvladovanje izbruhov podlubnikov je potreben integriran okvir upravljanja, ki vključuje monitoring – spremljanje stanja, sanacijo in, pozneje, snovanje novega gozda. V gozdovih z visoko zaščitno vrednostjo lahko sploh ne posredujemo.

Glavni elementi obvladovanja namnožitev

(1) Uravnotežen poudarek v pristopih za zmanjševanje tveganja in preprečevanje namnožitev ter upravljavskih ukrepov, ki spodbujajo odpornost gozdov, tj. sposobnost gozda, da se obnovi po motnjah. (2) Sanacija motenj mora obsegati celotna območja motenj in ne sme biti le lokalna. To terja boljše usklajevanje in komunikacijo med lastniki gozdov (npr. tudi prek združen lastnikov) ter javno gozdarsko službo. (3) Sprejetje zakonodaje, ki podpira izvajanje širšega spektra metod in ukrepov za varstvo gozdov, da bi povečali prožnost za razvoj strategij ravnanja pri namnožitvah, prilagojenih specifičnim upravljavskim ciljem in okoljem. (4) Posodobitev sedanjega razumevanja sanitarnih sečenj in množičnega ulova podlubnikov glede na znanstveno razumevanje njihove učinkovitosti (ali pomanjkanja razumevanja). To lahko na primer prepreči učinkovito uporabo virov, stranske vplive sanitarnih sečenj ali zlorabe obstoječih instrumentov politike. (5) Olajšanje izmenjave podatkov o škodljivih organizmih in boleznih, ki jih zbirajo nacionalne agencije za varstvo gozdov in podobni organi, ter oblikovanje skladnega mednarodnega sistema spremljanja podlubnikov v Evropi.

4.2 Orodja in ukrepi za obvladovanje tveganj za skupnosti in okolje

4.2 Tools and measures for controlling the risks for the community and environment

Kako torej gospodariti predvsem z iglastimi gozdovi v prihodnosti v Evropi in pri nas?

V nadeljavanju je predstavljen poenostavljen koncept predlaganih orodij in ukrepov, ki naj bi bili vključeni v gospodarjenje z gozdovi (povzeto po Hlásny in sod., 2019).

PRIPRAVLJENOST: (1) Izboljšano izobraževanje in usposabljanje – v mnogih delih Evrope še vedno prevladujejo tradicionalni pristopi k obvladovanju izbruhov in dojemanju motenj, ki pogosto nimajo znanstvene podlage. Zato je potreben razvoj novih učnih načrtov ter inten-

zivno izobraževanje in usposabljanje na vseh ravneh gozdne politike in odločanja. (2) Krepitev mednarodnega sodelovanja – področje izmenjave podatkov in znanja, spremljanja škodljivih organizmov in kriznega upravljanja. (3) Povečanje prenosa znanja in odločanja na podlagi dokazov – potreben je boljši prenos znanja od znanosti do politike, zakonodaje in praktičnega upravljanja, pa tudi razvoj primerov najboljše prakse. (4) Razvoj učinkovitih programov kriznega upravljanja – izbruhi terjajo dobro pripravljene medsektorske odzive (gozdarstvo, okolje, finance, promet, javna varnost itn.). Namesto tega dandanes prevladujejo *ad hoc* rešitve, ki pogosto nimajo širšega soglasja in doslednosti in so pogosto vir socialnih konfliktov. (5) Načrtovanje ter vzpostavitev varovalne cone za območja ohranjanja narave, ki preprečujejo širjenje škodljivih organizmov v sosednje gospodarske gozdove. (6) Okrepljen dialog med različnimi deležniki, posebno znanost-politika. (7) Razvoj in vzdrževanje ustrezne mreže gozdnih cest. (9) Vzpostavljeni programi spremljanja populacij podlubnikov. (10) Ohranitev ali povečanje zadostne zmogljivosti gozdnih drevesnic. (11) Povečanje zmogljivosti za skladiščenje lesa.

PREPREČEVANJE: (1) Razvoj sistemov zgodnjega opozarjanja (ki temeljijo na vremenskih podatkih v realnem času, samodejnem spremljanju hroščev in/ali podatkih na daljinsko zaznavanje) in njihovo vključevanje v obvladovanje izbruhov. (2) Koordiniranje gospodarjenja s podlubniki v večlastniškem okolju. (3) Uporaba feromonskih pasti za spremljanje populacij podlubnikov in potencialne invazije tujerodnih škodljivih organizmov. (4) Vzdrževanje strukturno raznolikih sestojev. (5) Zmanjšanje obdobja obhodnje – dovzetnosti dreves za vetrolome in napade podlubnikov se veča s starostjo dreves. (6) Povečanje odpornosti gostiteljskih dreves s pravočasnim redčenjem. (7) Zgodnje odkrivanje napadenih dreves – pogoj za učinkovito sanitarno sečnjo je zgodnje zaznavanje napadenih dreves (v fazi zelenega napada) s terestričnim in daljinskim zaznavanjem. (8) Zmanjšanje nevarnosti izbruha z odstranjevanjem napadenih in v ujmah podrhtih dreves – odstranjevanje napadenih dreves iz gozda in uničenjem, ko so podlubniki v skorji, lahko zmanjša populacije hroščev, ohrani zdravje gozdov in zmanjša nevarnost izbruha. (9) Preprečevanje širjenja podlubnikov s podrtega drevja in hlodov – mehanska obdelava (npr. žlebljenje), lovne naprave ter pravočasna odstranitev napadenih

dreves iz gozda lahko preprečijo, da bi hrošči zapustili drevesa in napadli živa drevesa. (10) Ustvarjanje habitatov za naravne antagoniste podlubnikov, kot so ptice, plenilski hrošči, ose najezdnic, mravlje itn. Ustvarjanje pestrih sestojev z ugodnimi habitatnimi razmerami za antagoniste lahko zmanjša populacije podlubnikov in tveganje izbruha. (11) Sajenje sadik tujerodnih vrst drevja (ki so prilagojene lokalnim rastiščnim razmeram) v prizadetih sestojih, ki niso primerni gostitelji za domače podlubnike.

ODZIV: (1) Učinkovitejša sanitarne sečnje – odstranitev napadenih dreves, podrhtih ali drugače poškodovanih dreves, katerih glavni namen je preprečiti ekonomsko škodo ali preprečiti širjenje podlubnikov. (2) Zmanjšanje načrtovanega poseka za ublažitev učinkov začasnega presežka lesa na trgu. (3) Subvencioniranje ukrepov varstva gozdov lastnikom gozda, kot so subvencioniranje prevoza, skladiščenja in drugih sestavnih delov ravnanja z izbruhi, lahko ublaži gospodarske pritiske in poveča učinkovitost ukrepov sanacij. (4) Odločitev »brez ukrepanja« kot morebitna možnost – ko reševanje ni ekonomsko izvedljivo, ko so sanitarne sečnje preobsežne, ko zatiranje populacij in drugi ukrepi ne obetajo, da bi preprečili izbruh. Takšne situacije izkoristimo za dobrobit, ki jo namnožitve podlubnikov pomenijo za ohranjanje in povečanje biotske raznovrstnosti na prizadetem območju. (5) Izboljšanje dialoga z zainteresiranimi deležniki ter dobro obveščanje o opravljenem delu.

OBNOVA: (1) Ustvarjanje ustrezne strukture in raznolikosti gozdov – med fazo obnove so možnosti za vpliv na sestavo drevesnih vrst, s čimer se zmanjša ranljivost za prihodnje izbruhe. (2) Podpiranje obstoječe regeneracije – mladje, ki je že na sečišču, je treba ohraniti, saj omogoča hitrejšo obnovo sestojev. (3) Spodbujanje naravnega pomlajevanja. (4) Usmerjanje razvoja podmladka, odstranjevanje invazivnih vrst. (5) Zaščita podmladka pred objedanjem divjadi. (6) Vključiti v obnovo mrtev les ter preostala živa drevesa, ki so nastala/ostala po naravni motnji. (6) Zavarovanje gozdov – lastniki gozdov se lahko zavarujejo za primere nekaterih vrst škode v gozdu in izgubo dohodka, kot je to urejeno drugod (npr. na Finskem in Norveškem). (7) Subvencije – obnova je lahko učinkovitejša s subvencioniranjem pogozdovanja z mešano drevesno sestavo in vrstami, ki so dobro prilagojene lokalnemu podnebnju, zaščitnim ukrepom pred objedanjem itn.

5 UKREPITI USKLAJEVANJE NA EVROPSKI RAVNI

5 ENHANCING COORDINATION AT EUROPEAN LEVEL

Za obvladovanje velikih izbruhov, ko bodo po napovedih zajeli širše regije v Evropi, je potrebno okrepljeno mednarodno sodelovanje na področju zdravja gozdov, spremljanja škodljivih organizmov in upravljanja z gozdovi. Medsektorski načrti kriznega upravljanja (npr. gozdarski, okoljski, finančni, prometni in javni varnostni sektorji) so nujni za ublažitev škodljivih učinkov izbruhov podlubnikov za lastnike gozdov in družbo.

6 ZAKLJČEK

6 CONCLUSION

Učinkovito upravljanje z namnožitvami podlubnikov je treba začeti z jasno določitvijo ciljev gospodarjenja za obravnavani gozd. V prispevku so predstavljene strategije za obvladovanje izbruhov podlubnikov v Evropi, in sicer za gozdove z dvema različnima ciljema upravljanja, med katerima je mogoča paleta drugačnih, lokalnim potrebam prilagojenih ciljev upravljanja. Zaradi enostavnosti jih označujejo kot: **VEČNAMENSKI IN PROIZVODNI GOZDOVI** in **GOZDOVI Z VISOKO ZAŠČITNO VREDNOSTJO**.

Slovenski gozdovi so dobro ohranjeni in imajo veliko biotsko pestrost zaradi splošno sprejetih in udejanjenih načel sonaravnega, trajnostnega in multifunkcionalnega gospodarjenja. Tako gospodarjenje z gozdovi posredno že vključuje oba izbrana cilja upravljanja.

Izvajamo veliko večino ukrepov, ki jih vsebujejo predlagane evropske strategije upravljanja s populacijami podlubnikov. Taki ukrepi so: razvijanje sistemov zgodnjega opozarjanja, subvencije za lastnike gozdov, uporaba feromonskih pasti za spremljanje populacij podlubnikov in morebitnega vnosa tujerodnih škodljivih organizmov, vzdrževanje vrstne in strukturne raznolikosti sestojev.

Vendar se namnožite podlubnikov v naših smrekovih gozdovih pojavljajo v rednih fluktuacijah, gospodarske škoda za lastnike gozdov in izgube drugih vrednosti gozda so velike. Razlogov je več in objektivni so predvsem pogostejši vremenski ekstremni dogodki in spremenjena bionomija najnevarnejših smrekovih podlubnikov. Premalo pa naredimo glede preventive, nenehnega spremljanja zdravja gozda, predvsem v času do rojenja, ter hitre in učinkovite sanacije

poškodovanih gozdov v istem letu, ko poškodbe nastanejo. Premalo se tudi upoštevajo priporočila gozdarske stroke o drevesni vrstni sestavi pri obnovi gozdov.

Preprečevanje namnožitev podlubnikov ni le dolžnost gozdarske stroke; v skrbi za zdravje gozda imajo temeljni pomen v raziskavami podkrepljeno znanje in preizkušene strategije, ki jih lahko uresničita le stroka in politika oziroma družba (država) kot celota.

7 POVZETEK

Gozdovi pokrivajo več kot 31 odstotkov terestričnih ekosistemov Zemlje, evropski gozdovi, pa skupaj z ruskimi, 44,3 odstotka površine Evrazije. Že stoletja gozd zagotavlja človeštvu bistvene ekosistemske storitve (zadržuje in čisti vodo, slabi moč vetra, preprečuje erozije, vgrajuje ogljik iz ozračja v rastlinska tkiva, izboljšuje kakovost zraka ter omili posledice ekstremnih vremenskih dogodkov) ter ekonomske dobičke (les, nelesne dobrine). Iz ekološkega vidika je, v času intenzivnih podnebnih sprememb, izrednega pomena vloga gozdnih ekosistemov v privzemu (ponoru) atmosferskega CO₂ s fotosintezo, pri kateri se ogljik veže v les, opad in tla, kjer je dolgotrajneje vezan. CO₂ je eden od najpomembnejših toplogrednih plinov in strokovnjaki menijo, da je bistvena funkcija gozda prav vezava CO₂. Vrednosti gozdov vedno bolj ogrožajo ekstremni dogodki kot so suša, orkanski veter, sneg, žled. V Evropi prevladujejo nižinski, močno zasmrečeni, enomerni in zato slabo stojni ter postarani gozdovi na nenaravnih rastiščih, ki s starostjo izgubljajo vitalnost, so izredno občutljivi na vremenske ujme in napade podlubnikov (predvsem *Ips typographus*). Priporočilo strokovnjakov, ki se ukvarjamo z varstvom gozda je povzeto v poročilu European Forest Institute (april 2019) je jasno: pri upravljanju s podlubniki uporabimo Prilagojene strategije upravljanja z izbruhi podlubnikov lokalnim potrebam. Zaradi enostavnosti jih označujejo kot: **VEČNAMENSKI IN PROIZVODNI GOZDOVI** in **GOZDOVI Z VISOKO ZAŠČITNO VREDNOSTJO**. **VEČNAMENSKI IN PROIZVODNI GOZDOVI** so gozdovi, kjer je proizvodnja lesa ključni cilj, čeprav se ponavadi realizira skupaj z več drugimi storitvami ekosistemov. V teh gozdovih se upoštevajo vse pravne podlage varovanja gozdov. Pri upravljanju z izbruhi podlubnikov upoštevamo pravne omejitve za upravljanje izbruhov

podlubnikov. Slovenska gozdarska šola uspešno sonaravno gospodari z gozdovi z upoštevanjem proizvodnih, ekoloških in socialnih funkcij gozda. Velika večina orodij in ukrepov za upravljanje z izbruhi podlubnikov so že vključeni v naš sistem gospodarjenja z gozdom (Titovšek, 1988; Jurc in sod., 2017b), nekatera evropska priporočila (Hlásny in sod., 2019) bo potrebno preizkusiti tudi pri nas in tako zmanjšati vedno večje škode, ki jih povzročajo namnožitve podlubnikov. **GOZDOVI Z VISOKO ZAŠČITNO VREDNOSTJO** so gozdovi, kjer je ohranjanje biotske raznovrstnosti, naravnih procesov in drugih nesovnih vrednosti prednostna naloga. Ti gozdovi pogosto nudijo tudi pomembne ekosistemske storitve in/ali kulturno identiteto lokalnim in širšim skupnostim. V teh gozdovih, ki so z zakonom ali drugimi instrumenti določeni za ohranitev, so na voljo bolj omejeni ukrepi upravljanja. Omenjenim strategijam sledijo ukrepi: Pripravljenost, Preprečevanje, Odziv in Obnova.

Preprečevanje namnožitve podlubnikov pa ni le dolžnost gozdarske stroke: v skrbi za zdravje gozda imajo temeljni pomen z raziskavami podkrepljeno znanje in preizkušene strategije, te pa lahko uresničijo le stroka in politika oziroma družba (država) kot celota.

7 SUMMARY

Forests cover over 31 percent terrestrial ecosystems of the Earth; European forests, together with the Russian ones, cover 44.3 percent of the Eurasian area. The forest ensures crucial ecosystem services (it retains and clears the water, reduces the wind power, prevents erosion, build the carbon from the atmosphere into plant tissues, improves air quality, and alleviates the consequences of extreme weather events) and economic profits (wood, non-wood goods) to humanity for centuries. From the ecological point of view in, the role of forest ecosystems in the binding of the atmospheric CO₂ through photosynthesis, where the carbon is bound into the wood, leafdrop, and soil, where it stays bound for a longer period, is of extraordinary importance the time of intense climate changes. CO₂ is one of the most important greenhouse gases and the experts believe that the crucial forest function is binding of CO₂. The forest values are more and more endangered by extreme events like drought, hurricane wind, snow, sleet. In Europe, lowland, having a high share of spruce and fir, even-aged

and therefore poorly stable and aged forest on non-natural sites prevail. They lose their vitality with age; they are extremely sensitive to weather disasters and bark beetle gradations (above all *Ips typographus*). The recommendation of the experts dealing with forest protection is summarized in the European Forest Institute (April 2019) is clear: managing bark beetles we apply Strategies of bark beetle outbreak management adjusted to local needs. Due to the simplicity, they are marked as: **MULTIFUNCTIONAL AND PRODUCTION FORESTS** and **HIGH CONSERVATION VALUE FORESTS**. **MULTIFUNCTIONAL AND PRODUCTION FORESTS** are forests, where the wood production represents the crucial goal, although it is usually realized together with several other ecosystem services. In these woods, all legal standings for forest protection are complied with. Managing bark beetle outbreaks, we comply with legal limitations for bark beetle outbreak management. Slovenian forestry school manages sustainable forest management successfully, bearing in mind production, ecological, and social functions of the forest. The vast majority of tools and measures for managing bark beetle outbreaks is already incorporated in our system of forest management (Titovšek, 1988; Jurc et al., 2017b), some European recommendations (Hlásny in sod., 2019) will also have to be tested in Slovenia and thus reduce the ever-greater damages caused by bark beetle gradations. **HIGH CONSERVATION VALUE FORESTS** are forests where conservation of biodiversity, natural processes, and other immaterial values represent a primary task. These forests also frequently offer important ecosystem services and/or cultural identity to local and broader communities. In these forests, which are specified for preservation, rather limited management measures are available. The mentioned strategies are followed by measures: Preparedness, Prevention, Response, and Recovery.

Prevention of bark beetle gradations is not only a duty of the forestry profession: in the concern about forest health, knowledge supported by research and well-tied strategies have a fundamental significance. These strategies can only be realized by the profession or society (the country) as a whole.

8 VIRI

8 REFERENCES

- Aukema, B. H. in sod., 2006. Landscape level analysis of mountain pine beetle in British Columbia, Canada: spatiotemporal development and spatial synchrony within the present outbreak. *Ecography*, 29: 427–441.
- Beudert, B. in sod., 2015. Bark beetles increase biodiversity while maintaining drinking water quality. *Conservation Letters*, 8: 272–281.
- Bogdanski, B. in sod., 2011. Markets for forest products following a large disturbance: opportunities and challenges from the mountain pine beetle outbreak in western Canada. Canadian Forest Service. Pacific Forestry Centre. Information Report BC-X-429, 69 p.
- Dhar, A. in sod., 2016. Consequences of mountain pine beetle outbreak on forest ecosystem services in western Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 46: 987–999.
- Flint, C. G., Luloff, A. E., 2007. Community activeness in response to forest disturbance in Alaska. *Society and Natural Resources*, 20: 431–450.
- Hagge, J., Leibl, F., Müller, J., Plechinger, M., 2018. Reconciling pest control, nature conservation, and recreation in coniferous forests. *Conservation Letters*. A journal of Society for Conservation Biology. 2018; e12615, <https://doi.org/10.1111/conl.12616>. (9. 9. 2020).
- Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M.-J., Seidl, R., Svoboda, M., Viiri H., 2019. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. *From Science to Policy* 8. European Forest Institute, 50 p.
- Hilmers, T. in sod., 2018. Biodiversity along temperate forest succession. *Journal of Applied Ecology*, 55: 2756–2766.
- Holling, C. S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 4: 1–23.
- Jurc, M., 2004. Insect pathogens with special reference to pathogens of bark beetles (COL. Solytidae: *Ips typographus* L.) : preliminary results of isolation of entomopathogenic fungi from two spruce bark beetles in Slovenia. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, ISSN 0351-3114. [Tiskana izd.], 2004, št. 74, str. 97–124, ilustr. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/270>. (10. 9. 2020).
- Jurc, M., Perko, M., Džeroski, S., Demšar, D., Hrašovec, B., 2006. Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia : monitoring and modeling. *Ecological modelling*, ISSN 0304-3800, vol. 194, issues 1-3, (2006). Amsterdam: Elsevier. 2006, 194, 1/3: 219–226. <http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=4CB783F18E1961BDECF8>. (11. 9. 2020)
- Jurc, M., Pavlin, R., Hauptman, T., 2017a. Funkcionalna biodiverziteta biocenoz je temelj varstva gozda V: BORDJAN, Dejan (ur.), JERINA, Klemen (ur.). *Preučevanje in upravljanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji : včeraj, danes, jutri : zbornik prispevkov posvetovanja*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. 2017, str. 91–98, graf. prikazi. http://web.bf.uni-lj.si/go/gsd2017/material/Zbornik_GSD_2017.pdf <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=99481&lang=slv>. (29. 11. 2019).
- Jurc, M., Pavlin, R., Kavčič, A., De Groot, M., Hauptman, T., 2017b. Priporočila za uporabo različnih biotehniških metod in kemičnih sredstev za obvladovanje podlubnikov (Curculionidae: *Scolytinae*). *Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo*, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], mar. 2017, 75, 2: 94–111. <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=6311>.
- Kautz in sod., 2011. Quantifying spatio-temporal dispersion of bark beetle infestations in epidemic and non-epidemic conditions. *Forest Ecology and Management*, 262: 598–608.
- Loeffler, D., Andreson, N., 2017. Impacts of the mountain pine beetle on sawmill operations, costs, and product values in Montana. *Forest Products*, 68: 15–24.
- Marini, L. in sod., 2012. Climate affects severity and altitudinal distribution of outbreaks in an eruptive bark beetle. *Climatic Change*, 115: 327–341.
- Müller, M., 2011. How natural disturbances triggers political conflict: bark beetles and the meaning of landscape in the Bavarian Forest. *Global Environmental Change*, 21: 935–946.
- Neuner, S. in sod., 2014. Survival of Norway spruce remains higher in mixed stands under a dryer and warmer climate. *Global Change Biology*, 21: 935–946.
- Néve Repe, A., Bojović, S., Jurc, M., 2015. Pathogenicity of ophiostomatoid fungi on *Picea abies* in Slovenia. *Forest pathology*, ISSN 1439-0329, 2015, 45, 4: 290–297. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/efp.12170>. (10. 9. 2020).
- Ogris, N., Ferlan, M., Hauptman, T., Pavlin, R., Kavčič, A., Jurc, M., De Groot, M., 2019. RITY - a phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring. *Ecological modelling*, ISSN 0304-3800. [Print ed.], 410, article 108775, 12 str. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108775>. (10. 9. 2020).
- Podlesnik, J., Mihajlović, Lj., Jurc, M., 2017. A two-year study of parasitoid entomofauna associated with spruce bark beetles (Coleoptera: Curculionidae) in the altimontane belt of Slovenia (Pohorje). *Phytoparasitica*, ISSN 0334-2123, 2017, 45, 2: 135–145, doi: 10.1007/s12600-017-0574-1.
- Pye, J. in sod., 2011. Economic impacts of southern pine beetle. Chapter 14 in *Southern Pine Beetle II*, Coulson, R.N.; Klepzig, Kier; General Technical Report (GTR)-SRS-140. Asheville, NC:U.S. department

- of Agriculture Forest Service, Southern Research Station, 213–222.
- Qin, H. in sod., 2015. Tracing temporal changes in the human dimensions of forest insect disturbance on the Kenai Peninsula, Alaska. *Human Ecology*, 38: 567–579.
- Raffa, K. F. in sod., 2008. Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience*, 58: 501–517.
- Robinson, S., 2009. Spalted wood: Find out how wood and fungi interact to create beautiful boards. *Fine Woodworking*. Taunton Press. Retrieved, 2009-10-08.
- Rosenberger, R.S. in sod., 2013. Estimating the economic value of recreation losses in the Rocky Mountain pine beetle outbreak. *Proceedings of the Western economics forum*: 31–39.
- Seidl, R. in sod., 2014. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*, 4: 806–810.
- Thom, D. & Seidl, R., 2016. Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. *Biological Reviews*, 91: 760–781.
- Thom, D. in sod., 2017. Disturbances catalyse the adaptation of forest ecosystems to changing climate conditions. *Global Change Biology*, 23: 269–282.
- Titovšek, J., 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije. Obvladovanje podlubnikov. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Gozdarska založba, 128 str.
- Vega E. F., Hofstetter, R.W. (Ed.). 2015. *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Edition: 1. Publisher: Elsevier Academic Press, ISBN: 9780124171565, 620 p.
- Wermelinger, B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*-a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202: 67–82.
- Zeppenfeld, T. in sod., 2015. Response of mountain Picea abies forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: neighbourhood effects lead to self-replacement. *Journal of Applied Ecology*, 52: 1402–1411.
- Zavod za gozdove Slovenije, Poročilo o gozdovih 2018, http://www.zgs.si/zavod/publikacije/letna_porocila/index.html (13. 9. 2020).
- FAO 2005, Gozdni fond, razvoj gozdov: SVET, EVROPA, SLOVENIJA http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2686/varstvo_okolja/Gozdovi_Svet_Evropa_Slovenija.pdf (20. 9. 2020)