

Spletna orodja za upravljanje s smrekovimi podlubniki

Web Tools for Management of Spruce Bark Beetles

Nikica OGRIS^{1,*}**Izvleček:**

Ogris, N.: Spletna orodja za upravljanje s smrekovimi podlubniki; Gozdarski vestnik, 78/2020, št. 9. V slovenščini z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 26. Prevod avtor, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V prispevku predstavljamo spletna orodja, s katerimi si lahko pomagamo pri upravljanju s smrekovimi podlubniki. Na voljo je več spletnih orodij, ki pomagajo pri načrtovanju spremljanja kontrolnih pasti in kontrolnih nastav, ki jih uporabljamo za ugotavljanje gostote populacij smrekovih podlubnikov. Na podlagi teh podatkov vsako leto ugotavljamo lokacije pasti, kjer so se podlubniki prenamnožili. Posledično moramo na takšnih lokacijah povečati obseg ukrepov in pospešiti izvajanje varstva gozdov pred podlubniki zaradi preprečevanja škode v gozdovih. Rezultate teh analiz objavljamo v spletni reviji Napovedi o zdravju gozdov. V okviru Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije, tj. Poročevalsko prognostično-diagnosticske službe za gozdove, vsako leto izdelamo kratkoročno napoved sanitarnega poseka smreke. Napoved je verjetnostna in pomaga pri bolj osredotočenem iskanju žarišč smrekovih lubadark; najprej iščemo žarišča na lokacijah, kjer je največja verjetnost pojava žarišč. Tako se poveča verjetnost, da žarišča najdemo še v zgodnji fazi napada, kar omogoči več časa za ukrepanje. Ko enkrat najdemo žarišče, nas zanima, koliko časa imamo za sanacijo. Za ta namen smo razvili spletno orodje, ki izračuna priporočen rok za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov. S tem orodjem si lahko postavimo prioritete za sanacijo žarišč lubadark, tj. najprej saniramo žarišča, katerim bo rok za izvedbo ukrepov potekel najprej. Izdelali smo tudi dolgoročno napoved sanitarne sečnje zaradi žuželk, ki je lahko v pomoč pri določitvi smernic za dolgoročno gospodarjenje s smreko in pri usmerjanju ciljne drevesne sestave v gozdnogospodarskih načrtih. Vsa navedena spletna orodja je razvil Gozdarski inštitut Slovenije in so javno dostopna na spletnem portalu Varstvo gozdov (www.zdravgozd.si).

Ključne besede: rok sanitarne sečnje, fenološki model, RITY, CHAPY, osmerozobi smrekov lubadar, *Ips typographus*, šesterozobi smrekov lubadar, *Pityogenes chalcographus*, pripomoček, spremljanje, monitoring, namnožitve, napoved, prognoza, gostota populacije

Abstract:

Ogris, N.: Web Tools for Management of Spruce Bark Beetles; Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 78/2020, vol 9. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. 26. Translated by author, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

In this article, we present online tools that can help in the management of spruce bark beetles. There are several online tools available to help us plan the monitoring of pheromone traps and trap trees that we use to determine the density of spruce bark beetle populations. Based on that data, we determine the locations of traps where a high density of spruce bark beetles was detected and where the attack on Norway spruce is very likely to occur. The results of these analyses are published in the online journal Forecasts about Forest Health. Within the Public Forestry Service at the Slovenian Forestry Institute, i.e. Reporting, prognostic-diagnostic service for forests, we make a short-term forecast of sanitary felling of spruce every year. The prediction is probabilistic and helps us in a more focused search for outbreaks of spruce bark beetles, i.e. we first look for attacked trees in the locations that have the highest probability for occurring outbreak. This increases the likelihood that outbreaks are found at an early stage of the attack, allowing us more time to act. Once we locate the outbreak, we wonder how much time is available to take sanitary measures. For this purpose, we have developed an online tool that calculates the recommended deadline for the implementation of measures to control spruce bark beetle outbreaks. With this tool we can set priorities for the sanitation of attacked spruce trees, i.e. higher priority has a location for which the deadline for the implementation of measures will expire first. We have also made a long-term forecast of sanitary felling due to insects, which can help us in setting guidelines for long-term management of spruce and in directing the target tree composition in forest management plans. All these online tools were developed by the Slovenian Forestry Institute and are publicly available on the web portal Varstvo gozdov (www.zdravgozd.si).

Key words: deadline of sanitary felling, phenological model, RITY, CHAPY, eight-toothed bark beetle, *Ips typographus*, six-toothed spruce bark beetle, *Pityogenes chalcographus*, online tool, monitoring, reproduction, forecast, prognosis, population density, abundance, control

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov. Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

* dopisni avtor: nikica.ogris@gozdis.si

1 UVOD

Integralno varstvo gozdov vključuje preventivne, profilaktične in kurativne ukrepe, ki se jih izvaja sočasno, neprekinjeno in trajno v vseh razvojnih fazah gozdnih sestojev (Jurc in sod., 2000). Razvili smo niz javno dostopnih spletnih orodij, ki lahko služijo kot pomoč pri izvajanju preventivnih, profilaktičnih in kurativnih ukrepov v okviru integralnega varstva gozdov pred smrekovimi podlubniki.

Pri snovanju preventivnih ukrepov so lahko v pomoč dolgoročne napovedi poškodb gozdov, kot je dolgoročna napoved sanitarnih sečenj zaradi žuželk za različne scenarije podnebnih sprememb (Ogris, 2007a, 2007b). Dolgoročne napovedi lahko pomagajo pri dolgoročnem usmerjanju gospodarjenja z gozdovi, kar posledično zagotavlja njihovo trajno rabo in prilagajanje na nove razmere, kar lahko potencialno zagotovi bolj zdrave gozdove.

Med profilaktične ukrepe uvrščamo stalno spremljanje zdravstvenega stanja gozdov, kontrolo gostote populacij motečih organizmov, preprečevalno zmanjševanje gostote populacij motečih organizmov v fazi progradacije in kratkoročne prognoze. Razvili smo spletna orodja, ki pomagajo in racionalizirajo spremljanje gostote smrekovih podlubnikov v kontrolnih pasteh s specifičnimi feromonskimi vabami ter pomagajo pri pravočasnemu postavljanju in spremljanju lovnih nastav. Razvili, umerili in preverili smo dva fenološka modela za dva najpomembnejša smrekova podlubnika, tj. osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*, model RITY) in šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*, model CHAPY), ki sta osnovno ogroditelj za več spletnih orodij, opisanih v nadaljevanju (Ogris in sod., 2019a, 2020). Poleg tega je pri iskanju žarišč smrekovih lubadark v pomoč kratkoročna napoved sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov, ki jo izdaja Poročevalsko prognostično-diagnostična služba za gozdove vsako leto in javno objavlja v spletni reviji Napovedi o zdravju gozdov (Ogris in de Groot, 2020).

Glavni kurativni ukrep za zatiranje smrekovih podlubnikov sta pravočasen sanitarni posek in izvedba zatiralnih del. Ko enkrat najdemo žarišče lubadark, moramo lubadarke sanitarno posekati in izdelati pred izletom nove generacije hroščev. Za ta namen smo pripravili spletno orodje, ki pomaga izračunati priporočeni rok za izvedbo zatiralnih del (Ogris, 2020).

V nadaljevanju predstavljamo spletna orodja za upravljanje s smrekovimi podlubniki, ki smo jih razvili na Gozdarskem inštitutu Slovenije in so prosto dostopna javnosti na našem spletnem portalu Varstvo gozdov, www.zdravgozd.si (Ogris, 2011a, 2011b, 2012).

2 DOLOČITEV ROKA ZA IZVEDBO UKREPOV ZA ZATIRANJE

Najučinkovitejši način zatiranja smrekovih podlubnikov je pravočasna izvedba zatiralnih ukrepov v žariščih podlubnikov s sanitarno sečnjo in izdelavo lubadark ter uničenje podlubnikov na napadenem materialu. Lubadarke izdelamo tako, da jih posekamo, obvejimo in olupimo, podlubnike v vejah in skorji pa uničimo (RS, 2009). Lubadarke moramo izdelati pred izletom podlubnikov, kajti tako preprečimo nadaljnje širjenje žarišča podlubnikov.

Podlubnike v gozdu ali zunaj njega uničujemo tudi s sežiganjem napadenih delov dreves (skorja, lesni ostanki) na urejenih kuliščih, z mletjem napadenih delov dreves in drugimi ukrepi, ki jih določi Zavod za gozdove Slovenije.

Pomembno je, da žarišče smrekovih podlubnikov najdemo čim bolj zgodaj, ker tako pridobimo več časa za izvedbo ukrepov za zatiranje. Ko odkrijemo žarišče smrekovih lubadark, se pojavi vprašanje, koliko časa imamo za izvedbo ukrepov.

Gozdarski inštitut Slovenije je razvil spletno aplikacijo za izračun priporočenega roka za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov (Ogris, 2020). Pravidelnik o varstvu gozdov (2009) v osnovi določuje 21-dnevni rok, ki pa se ustrezno prilagodi, pri čemer se upošteva razvojna faza podlubnikov v žarišču, velikost žarišča, delež iglavcev v preostalem sestoj, vremenske in druge razmere ter populacijske značilnosti smrekovih podlubnikov na območju žarišča.

Med naštetimi dejavniki spletna aplikacija upošteva razvojno fazo podlubnikov v žarišču, vremenske razmere in populacijske značilnosti na območju žarišča (Ogris, 2020). Aplikacija ne upošteva velikosti žarišča in deleža iglavcev v sestoj. Rok za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov se ustrezno podaljša glede na količino napadenih smrek, tako da bodo zatiralni ukrepi izvedljivi glede na veljavne normative del v gozdovih. Če je lanski napad, moramo zatiralne ukrepe opraviti pred spomladanskim rojenjem.

Ciljni uporabniki spletne aplikacije so Zavod za gozdove Slovenije in lastniki gozdov, ki so sami odkrili žarišče smrekovih podlubnikov.

Vhodni podatki

Lokacija

GKX m GKY m [Izbor lokacije iz karte](#)

Vrsta podlubnika

Vrsta podlubnika

Razvojna faza

Izberemo najbolj razvito razvojno fazo na znani datum. Če razvojne faze ne poznamo, izberemo "Modelni razvoj", ki prevzame hipotetični razvoj izbrane vrste podlubnika na izbrani lokaciji od najzgodnejšega napada spomladi naprej. Stopnjo razvitosti ličinke ocenjujemo po dolžini rova ličinke: 10% = 0,4-0,6 cm; 25% = 1-1,5 cm; 50% = 2,0-3,0 cm; 75% = 3,1-4,5 cm; 90% = 4,6-5,4 cm.

Razvojna faza

Datum

Izberemo datum, ko smo razvojno fazo zabeležili. Če gre za zgodnji letošnji napad pred 8.3., izberemo datum 8.3.

Datum zabeležbe razvojne faze Format: dd.MM.yyyy

Izračunaj

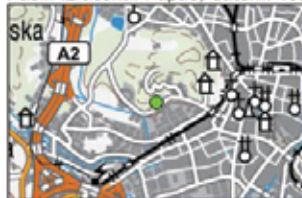
Slika 1: Obrazec za določitev vhodnih podatkov za izračun priporočenega roka za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov (Ogris, 2020)

Modelski rok za izvedbo ukrepov za zatiranje podlubnikov

Vrsta podlubnika: *Ips typographus*

Lokacija: X = 460066 m, Y = 101045 m, Z = 315 m n.m

Način izračuna: Napad, datum: 13.08.2020



Priporočeni rok (pred pojavom razvojne faze mladega hrošča): **11.09.2020**

Prezimele generacije zatiramo do prvega rojenja spomladi.

Pri večjih žariščih najprej posekamo zeleni rob, katerih posekana drevesa služijo kot lovne nastave, šele nato nadaljujemo s sanacijo samega žarišča.

Modelski razvoj izbrane vrste smrekovega podlubnika

Rojenje:	10.08.2020
Napad:	13.08.2020
Jajčece:	14.08.2020
Ličinka:	17.08.2020
Buba:	04.09.2020
Mladí hrošč:	11.09.2020
Odrasel hrošč:	10.11.2020

Slika 2: Primer hipotetičnega izračuna roka za izvedbo ukrepov za zatiranje osmerozobega smrekovega lubadarja na izbrani lokaciji na Rožniku v Ljubljani (Ogris, 2020)

Spletna aplikacija je javna in brezplačna za uporabo. Dostopna je na naslednji povezavi: https://www.zdravgozd.si/proгноze_zapis.aspx?idpor=53

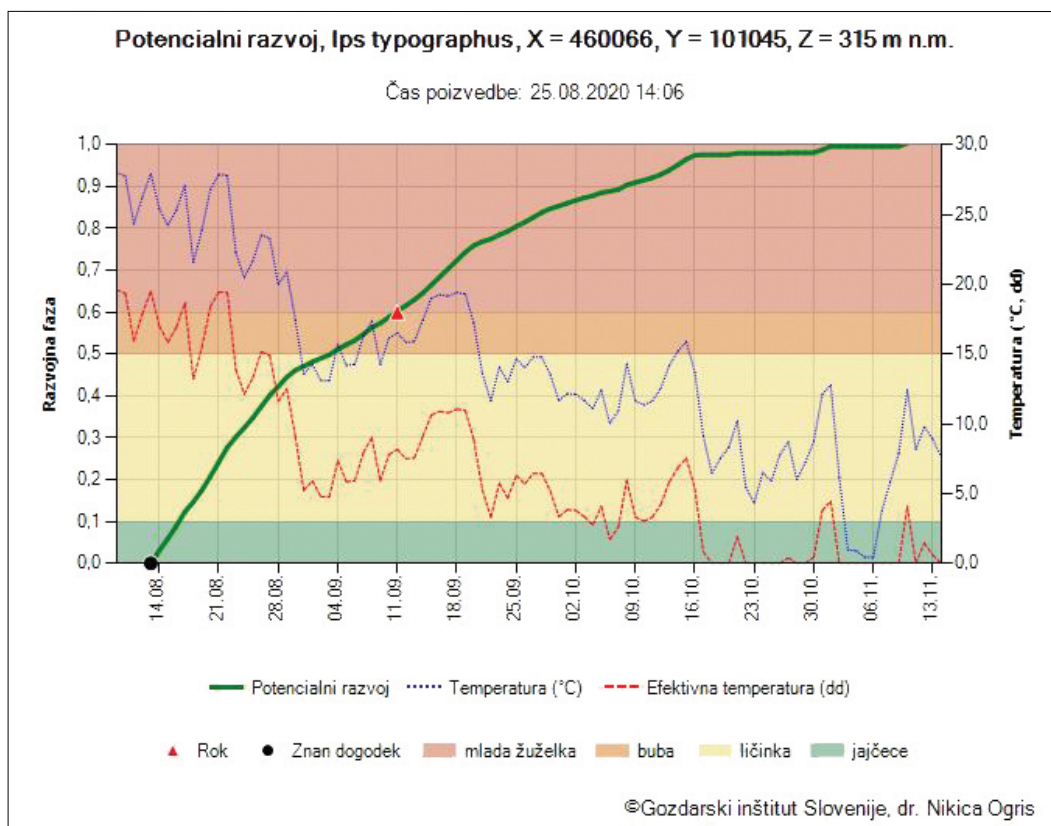
Uporba spletne aplikacije je zelo preprosta. V prvem koraku določimo lokacijo žarišča smrekovih podlubnikov s pomočjo priložene interaktivne spletne karte ali ročnim vnosom koordinat (slika 1). Poleg lokacije izberemo vrsto podlubnika, ki je napadel smreke, tj. osmerozobi smrekov lubadar ali šestrozobi smrekov lubadar. V nadaljevanju iz spustnega seznama izberemo najbolj razvito razvojno fazo smrekovega podlubnika v žarišču na znani datum. Izbiramo lahko med naslednjimi možnostmi: rojenje, napad, jajčece, različne stopnje razvitosti ličink, buba in mladi hrošč, pri čemer stopnjo razvitosti ličinke ocenjujemo po dolžini rova ličinke.

Če ne poznamo razvojne faze podlubnika v žarišču, iz spustnega seznama izberemo »Modelni razvoj«, ki prevzame hipotetični razvoj izbrane vrste podlubnika na izbrani lokaciji od naj-

zgodnejšega napada spomladi naprej. V tem primeru se poveča verjetnost večje napake pri izračunu roka za izvedbo zatiralnih ukrepov, še posebno, če gre za izračun druge ali tretje generacije podlubnikov.

Za simulacijo uporabe spletne aplikacije smo naredili en primer. Iz spletne karte smo izbrali lokacijo na Rožniku v Ljubljani, kjer smo hipotetično 9. 8. 2020 opazili začetni napad osmerozobega smrekovega lubadarja. Spletna aplikacija izračuna priporočeni rok za izvedbo ukrepov za zatiranje, tj. čas pred pojavom razvojne faze mladega hrošča (). V rezultatu poizvedbe se poleg priporočenega roka izpiše tudi modelski razvoj izbrane vrste smrekovega podlubnika po razvojnih fazah na izbrani lokaciji, in sicer z navedbo ključnih datumov v preglednici in s prikazom na grafikonu (slika 3).

Včasih se zgodi, da se datum določene razvojne faze podlubnika ne izračuna, kar lahko pomeni, da se razvojna faza zgodi pred 8. marcem ali naslednjo



Slika 3: Grafikon hipotetičnega razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja na izbrani lokaciji na Rožniku v Ljubljani (Ogris, 2020)

Izračun razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja

Izberite leto:

Izberite lokacijo na enega izmed naslednjih načinov:

1. Kraj:

2. Izberi lokacijo na karti Zadnja lokacija: X = 460064 m, Y = 101061 m

3. Določitev koordinat (GK)
X: Y:

Interpoliraj temperaturo za izbran kraj glede na njegovo nadmorsko višino (Izračun traja dlje)

Slika 4: Obrazec z vhodnimi podatki za izračun razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja z modelom RITY (Ogris, 2019a)

sezono ali pa sploh ne. V takšnih primerih si pomagamo z grafikonom potencialnega razvoja generacije (slika 3). To velja tudi za generacije, ki so prezimile, ki jih zatiramo do prvega rojenja spomladi.

Potencialni razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja je izračunan s fenološkim modelom RITY (Ogris in sod., 2019a), potencialni razvoj šesterozobega smrekovega lubadarja pa s fenološkim modelom CHAPY (Ogris in sod., 2020). Oba modela sta bila preverjena in umerjena za območje Slovenije. Spletna aplikacija upošteva najhitrejši mogoč scenarij razvoja podlubnikov, tj. najvišjo dnevno temperaturo zraka.

Zanesljivost modelskega izračuna je relativno visoka. Model RITY napove trajanje razvoja ene generacije osmerozobega smrekovega lubadarja s srednjo napako en dan, model CHAPY pa napove trajanje razvoja ene generacije šesterozobega smrekovega lubadarja s srednjo absolutno napako dva dneva.

Pri uporabi spletne aplikacije se moramo zavedati, da le-ta samo predlaga priporočeni rok za izvedbo ukrepov, kar je lahko v pomoč pri organizaciji dela in postavljanju prioritet za izvajanje sanitarnih ukrepov. Pri izvedbi ukrepov moramo upoštevati rok sanitarne sečnje, ki ga določi Zavod za gozdove Slovenije z odločbo.

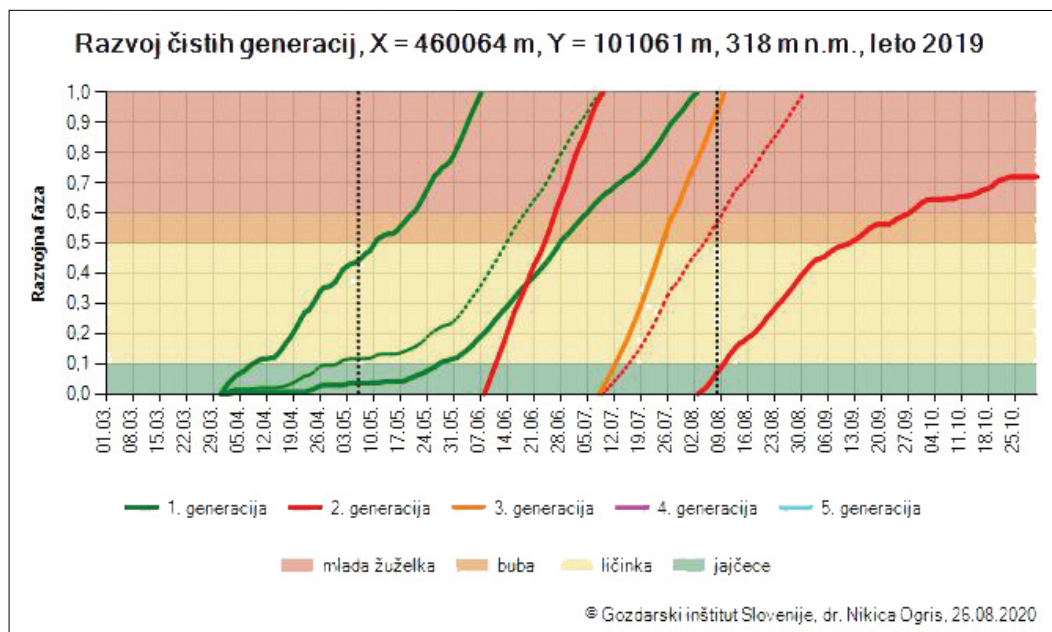
3 RAZVOJ OSMEROZOBEGA SMREKOVEGA LUBADARJA

3.1 Točkovna poizvedba

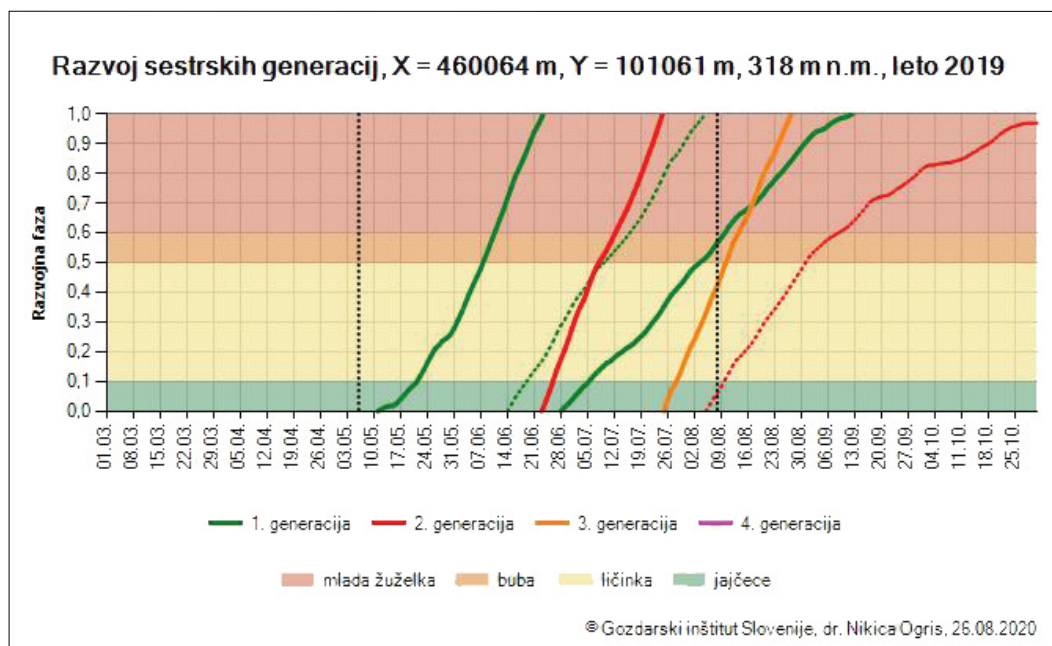
S spletno aplikacijo za izračun fenološkega modela RITY lahko izračunamo potencialni razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja za poljubno točko v Sloveniji (Ogris, 2019a); dostopna je na naslednjem naslovu: https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=48

Uporaba spletne aplikacije je preprosta, saj od uporabnika zahteva le izbor lokacije, kar lahko naredimo na tri načine: (1) z interaktivnim izborom s priložene spletne karte; (2) z ročnim vnosom koordinat; (3) z izborom kraja s spustnega seznama (slika 4). Na voljo je tudi potrditveno polje, s čimer se odločimo, ali želimo interpolirati temperaturo za izbrano lokacijo glede na njeno nadmorsko višino. Tak način izračuna v določenih primerih izboljša točnost rezultata, ko je izbrana lokacija na območju, kjer so večje nadmorske višinske razlike na horizontalni razdalji en kilometer, kakor je prostorska ločljivost modela RITY. Poizvedbo privzeto zaženemo za tekoče leto, lahko pa naredimo poizvedbo tudi za prejšnja leta od 2016 naprej.

Poizvedba vrne rezultate v obliki štirih grafikonov in ene preglednice. Na prvemu grafikonu je prikazan potencialni potek razvoja čistih generacij *I. typographus* (slika 5), na drugemu je prikazan potencialni razvoj sestrskih generacij (slika 6). Model RITY se izračuna v treh temperaturnih scenarijih: AVG-scenarij označuje srednji scenarij, ki upošteva povprečno dnevno temperaturo in ustreza senčnim do polsenčnim razmeram v gozdnem sestoju; MIN-scenarij označuje najpočasnejši mogoč razvoj na lokaciji, ki upošteva najnižjo dnevno temperaturo in ustreza severnim in bolj mrzlim legam; MAX-scenarij označuje najhitrejši mogoči razvoj na izbrani lokaciji, ki upošteva najvišjo dnevno temperaturo in ustreza presvetljenim sestojem ter južnim legam. Na grafikonih se prikazuje potencialni razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja v vseh treh scenarijih. Prva polna črta prikazuje MAX-scenarij, druga polna črta enake barve MIN-scenarij. AVG-scenarij je prikazan s črtkano črto enake barve. V grafikonu je prikazan



Slika 5: Primer izračuna potencialnega razvoja čistih generacij *Ips typographus* za izbrano točko v Ljubljani v letu 2019. Črte enake barve predstavljajo najhitrejši (prva neprekinjena črta z desne) in najpočasnejši (druga neprekinjena črta z leve) mogoč potek razvoja določene generacije, črtkana črta pa prikazuje srednjo možnost. Druga črna črtkana navpična črta prikazuje prag dolžine dneva 14,5 ure, ko napoči diapavza. Ordinata prikazuje razvojno fazo ali relativno vsoto učinkovitih temperatur na intervalu od 0 do 1 glede na temperaturno vsoto 557 stopinj dni, ki je potrebna za razvoj ene generacije *I. typographus* (Ogris, 2019a).



Slika 6: Primer izračuna potencialnega razvoja sestrskih generacij *Ips typographus* za izbrano točko v Ljubljani v letu 2019 (Ogris, 2019a). Za legendo glej sliko 5.

potek razvoja različnih generacij, ki ji označujejo različne barve črt: prva generacija je označena z zeleno, druga z rdečo, tretja z oranžno. Ordinata (Y os) prikazuje razvojno fazo ali relativno vsoto učinkovitih temperatur na intervalu od 0 do 1 glede na temperaturno vsoto učinkovitih temperatur 557 stopinj dni, ki je potrebna za razvoj ene generacije *I. typographus*. Razvojni stadij jajčeca zaseda 10 % časa za razvoj ene generacije, ličinke 40 %, bube 10 % in mladega hrošča 40 %. Zadnja črta v grafikonu se velikokrat ne razvije do konca. Če se razvije samo do 60 %, tj. do razvojne faze bube, potem taka generacija v mrzli zimi propade; če se razvije več kot 60 %, model upošteva, da ta generacija uspešno prezimi in se upošteva pri izračunu števila generacij v letu. Na grafikonu izstopa tudi vertikalna črna črtkana črta, ki označuje dolžino dneva 14,5 ure, ko se začne diapavza, tj. ko osmerozobi smrekov lubadar preneha z množičnim rojenjem in ne zalega več novih generacij.

Na preostalih dveh grafikonih je prikazan potek temperature zraka in učinkovite temperature skorje za vse tri scenarije. Rezultat poizvedbe je tudi preglednica z datumi začetka rojenja, začetka razvoja posameznih čistih in sestrskih generacij, številom čistih in sestrskih generacij, vključno z napovedjo za nekaj dni vnaprej.

Podatke s te spletne aplikacije uporabljamo pri načrtovanju spremljanja kontrolnih pasti s feromonskimi vabami in kontrolnimi nastavami. Kontrolne pasti postavimo vsaj en teden pred načrtovanim

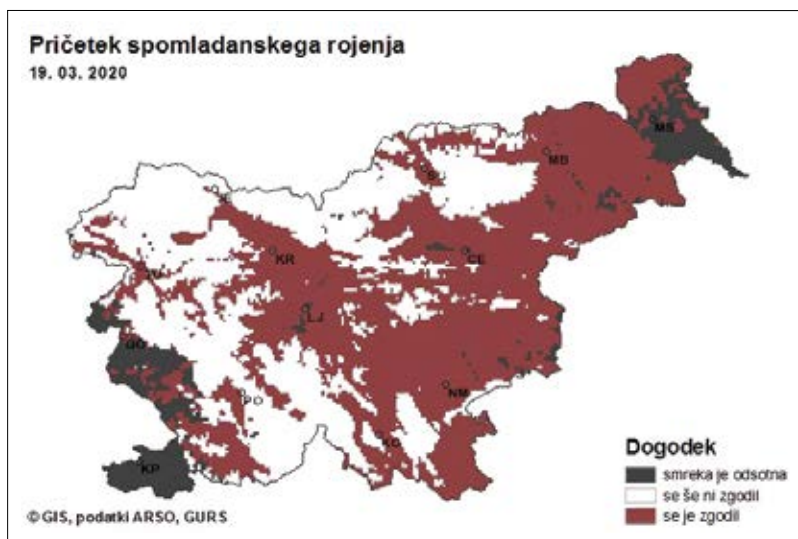
rojenjem in jih spremljamo do konca razvoja prve generacije, tj. pred začetkom razvoja druge generacije. Spletna aplikacija poda oba podatka.

Rezultate modela RITY uporabljamo tudi pri preverjanju, ali je na lokaciji kontrolne pasti nastala prenamnožitev populacije osmerozobega smrekovega lubadarja, ker je na takih lokacijah treba pospešiti ukrepe varstva gozdov pred podlubniki za preprečevanje škode v gozdovih (Ogris in Kolšek, 2019, 2020). Prav tako točkovno poizvedbo uporabljamo pri izračunu priporočenega roka za izvedbo ukrepov za zatiranje (Ogris, 2020).

3.2 Prostorski prikaz

Razvili smo sistem za prostorski prikaz potencialnega razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja za območje celotne Slovenije (Ogris, 2017). Sistem je za končnega uporabnika implementiran v javno dostopni spletni aplikaciji na naslovu https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=49 (Ogris, 2019c).

V tej spletni aplikaciji imamo na voljo tri parametre, s katerimi nastavimo prikaz karte: leto, vrsta karte in datum. Prva dva parametra sta v obliki spustnega seznama, tretji pa je v obliki drsnega traku. Z letom določimo sezono, za katero želimo pregledovati karte razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja. Izbiramo lahko med naslednjimi vrstami kart: razvoj od prve do četrte čiste generacije, razvoj od prve do tretje sestrske generacije, začetek spomladanskega rojenja (slika 7), število

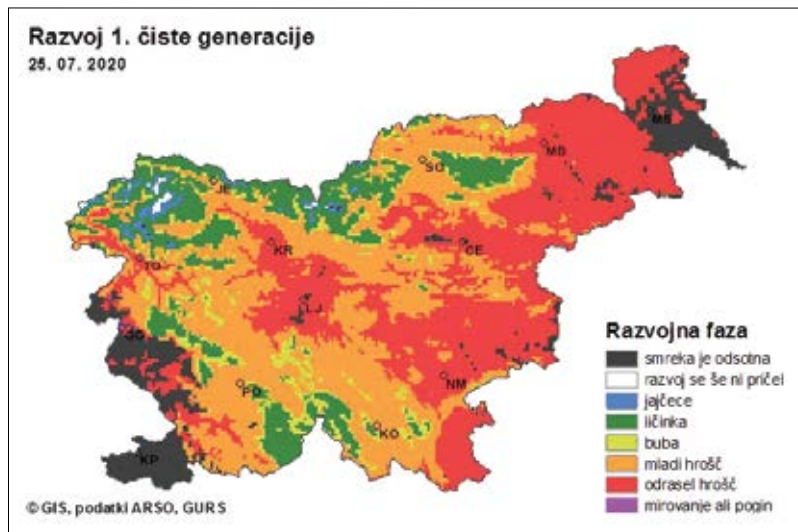


Slika 7: Karta z lokacijami, kjer je osmerozobi smrekov lubadar potencialno začel rojiti do 19. 3. 2020 (Ogris, 2019c)

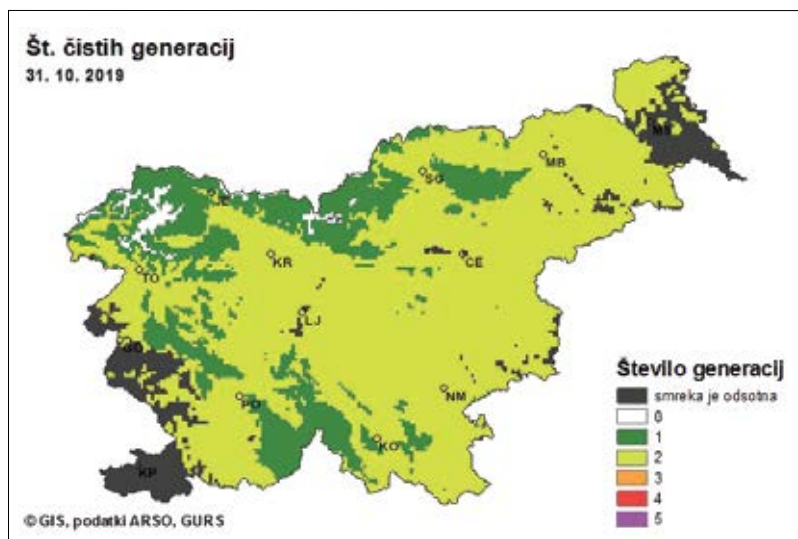
čistih in sestrskih generacij, začetek razvoja prve in druge čiste generacije. V tej aplikaciji je na voljo samo omejen nabor vrst kart, na interaktivni karti pa razširjen nabor grafičnih slojev. Pri izbiri vrste karte je v oklepaju naveden temperaturni scenarij, po katerem je model izračunan (MIN, AVG, MAX). Z drsnim trakom nastavimo datum v izbranem letu, za katerega želimo prikazati karto. Pod drsnim trakom so na voljo kontrolni gumbi, s katerimi se lahko premikamo za en dan naprej ali nazaj, na

začetek (7. marec) ali na konec (31. oktober) ter gumba za zagon in zaustavitev samodejne animacije.

Različne razvojne faze *I. typographus* so prikazane z različnimi barvami (slika 8): bela – razvoj se še ni pričel, modra – jajčece, zelena – ličinka, svetlo zelena – buba, oranžna – mladi hrošč, rdeča – odrasel hrošč, vijolična – mirovanje ali pogin. Razvojna faza je določena glede na relativni delež potrebne vsote učinkovitih temperatur skorje za popolni razvoj ene generacije, kar znaša 557



Slika 8: Potencialni razvoj prve čiste generacije osmerozobega smrekovega lubadarja; izračun z modelom RITY, stanje na dan 25. 7. 2020 (Ogris, 2019c)



Slika 9: Število čistih generacij *Ips typographus* v 2019, kot jih je izračunal model RITY (Ogris, 2019c).

stopinj dni: jajčece (10 %), ličinka (50 %), buba (60 %), mladi hrošč (100 %), odrasel hrošč pogine ali začne z mirovanjem (150 %). Število generacij je na karti označeno z barvo (slika 9): bela (nič), zelena (ena), svetlo zelena (dve), oranžna (tri).

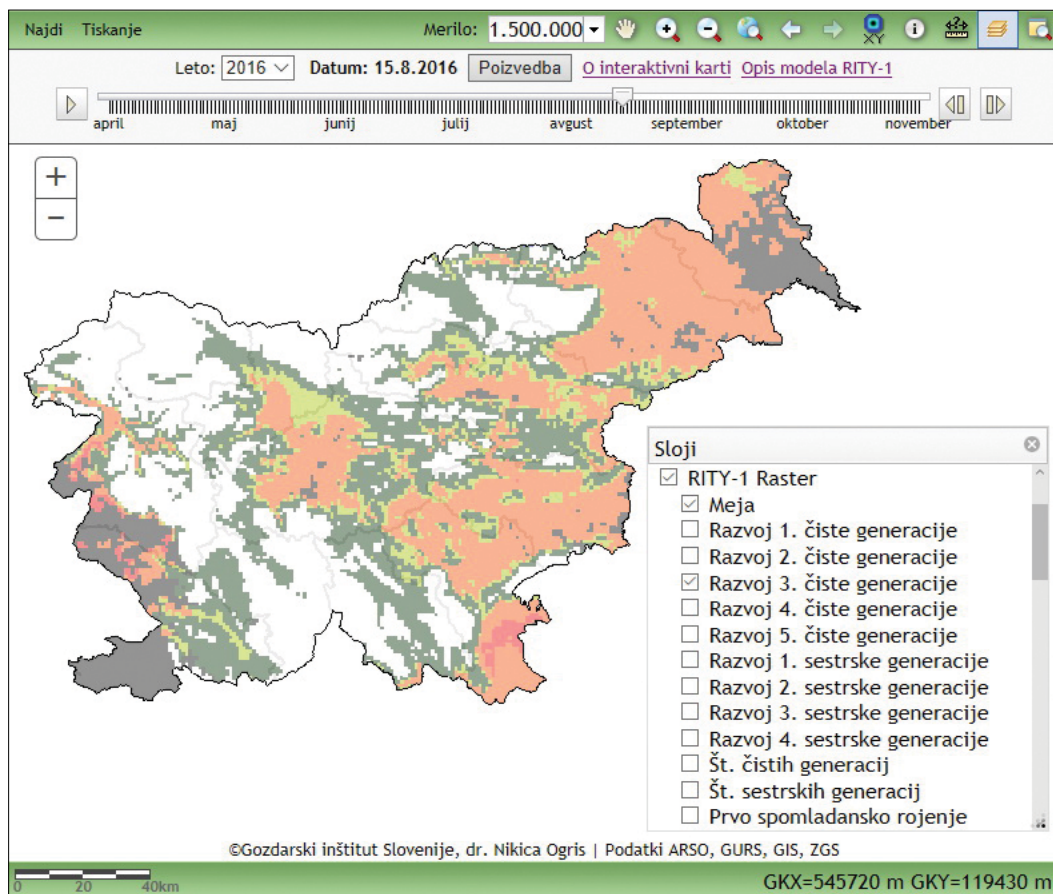
Model RITY se izračunava vsak dan od 7. marca do 31. oktobra. Pri izračunu števila generacij upošteva vse generacije, ki so se razvile do odrasle žuželke (imaga), in zadnjo generacijo, ki se je razvila do mlade žuželke, ki lahko uspešno preživi zimo (Baier in sod., 2007).

3.3 Interaktivna spletna karta

Razvili smo tudi interaktivno spletno karto, kjer je na voljo več orodij in možnosti za analizo kot pri prej opisani osnovni spletni aplikaciji za prostorski prikaz rezultatov modela RITY. Za osnovno grafično podlago za orientacijo v prostoru lahko

izbiramo med tremi sloji (slika 10): topografska karta (GURS), digitalni ortofoto (GURS) in meje gozdnogospodarskih območij Zavoda za gozdove Slovenije (GGO). Uporabnik spletne aplikacije lahko izbira med naslednjimi grafičnimi sloji, ki so rezultat modela RITY: razvoj od prve do četrte čiste generacije, razvoj od prve do tretje sestrskse generacije, število čistih in sestrskih generacij, prvo spomladansko rojenje, začetek razvoja od prve do četrte čiste generacije, začetek razvoja od prve do tretje sestrskse generacije. Vsi grafični sloji v interaktivni karti se nanašajo na srednjo možnost razvoja (scenarij AVG), razen začetka rojenja in začetka razvoja prve čiste generacije, ki se nanašata na najhitrejšo možnost razvoja (scenarij MAX). Vse navedene grafične sloje lahko poljubno vkloppljamo ali izkloppljamo.

Na vrhu spletnega obrazca interaktivne karte so na voljo naslednji kontrolniki (slika 10): (1)



Slika 10: Interaktivna spletna karta za prostorski pregled razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja (model RITY) (Ogris, 2019c)

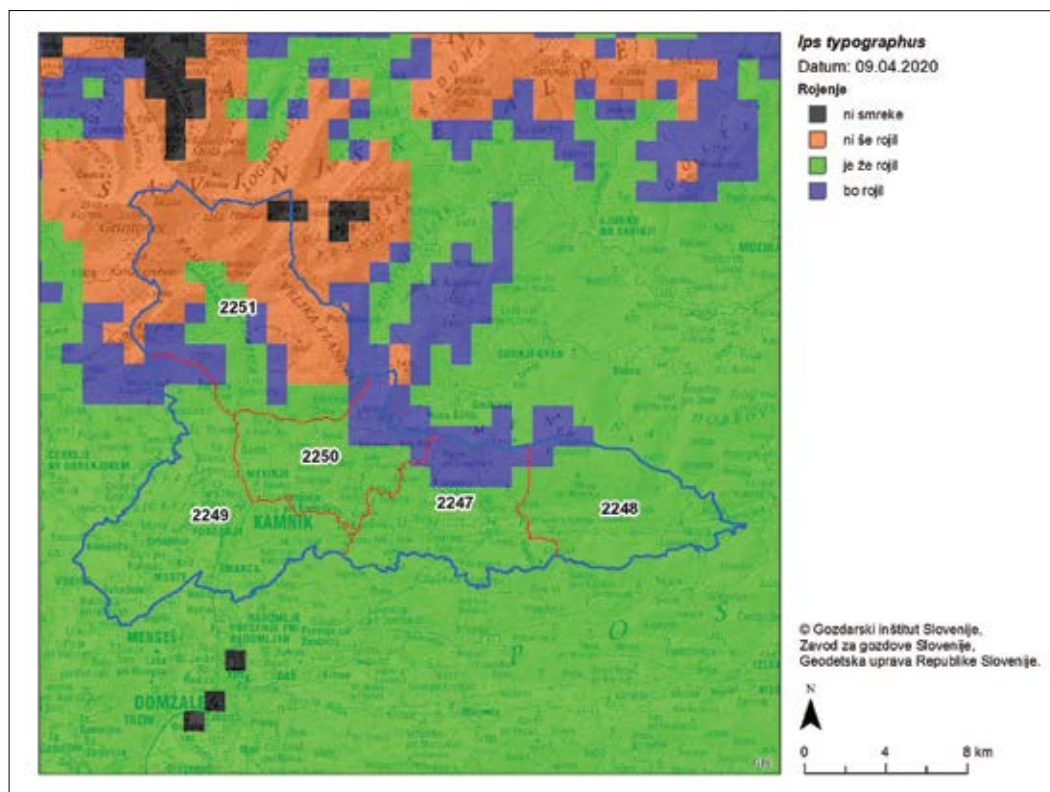
spustni seznam, v katerem izberemo leto analize; (2) drsni trak, s katerim izberemo dan med 7. marcem in 31. oktobrom v izbranem letu; (3) v napisu Datum se izpiše izbrani dan; (4) gumb Poizvedba; (5) povezava do opisa modela RITY; (6) set standardnih kontrolnikov za delo s karto, kot so približaj, oddalji, premakni, tiskanje, iskanje, merjenje razdalj in površin ter pregledna karta. Legenda barv je v interaktivni karti identična kot

v osnovni spletni aplikaciji za prostorski prikaz in je v obrazcu s seznamom grafičnih slojev.

S pritiskom na gumb Poizvedba naredimo poizvedbo za poljubno točko v Sloveniji za izbrani dan. Ko na karti izberemo lokacijo, se odpre obrazec z rezultati poizvedbe, kjer so navedene vrednosti vseh atributov modela RITY (slika 4). Razvoj čistih in sestrskih generacij je izražen v deležu potrebne vsote učinkovitih temperatur skorje

Preglednica 1: Primer preglednice iz samodejnega obveščanja o napovedi začetka rojenja in zaključka prve generacije za *Ips typographus* za KE Kamnik za datum 4. 8. 2020

IDREVIR	Revir	Rojenje (MAX)	Prva generacija (MAX)	Rojil (%)	Zaključil prvo generacijo (%)
042247	Tuhinj	21.03.2020	16.06.2020	100	95,7
042248	Motnik	22.03.2020	16.06.2020	100	85,4
042249	Komenda	20.03.2020	04.06.2020	100	100
042250	Sela	21.03.2020	08.06.2020	100	97,5
042251	Kamniška Bistrica	21.03.2020	14.06.2020	100	53,5



Slika 11: Primer karte iz samodejnega obveščanja ZGS o začetku rojenja za KE Kamnik za *Ips typographus* na dan 9. 4. 2020. Karto uporabljamo kot pripomoček za pravočasno postavitev pasti, ki jih postavimo na območjih, kjer še ni bilo rojenja (oranžna) ali bo le-to v kratkem (modra). Če je rojenje že bilo (zelena), smo postavitev pasti zamudili.

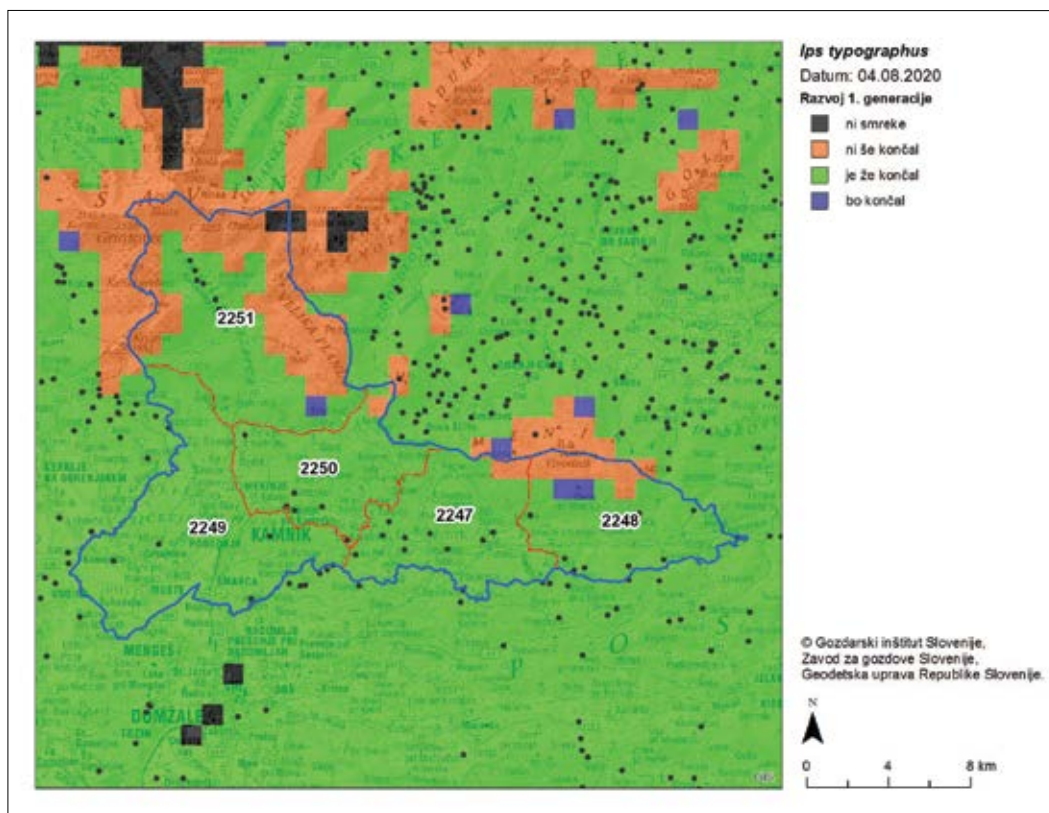
za popolni razvoj ene generacije ($K = 557$ stopinj dni); npr.: vrednost 1,0 pomeni, da se je generacija v polnosti razvila in odrasli hrošči so izleteli iz napadenega drevesa, vrednost 0,56 pomeni, da je generacija v razvojni fazi bube (glej opis osnovne spletne aplikacije). Poleg rezultatov je na voljo povezava do spletne aplikacije za točkovno poizvedbo, ki za izbrano lokacijo izriše grafikon poteka razvoja čistih in sestrskih generacij.

3.4 Samodejno obveščanje

Rezultate prostorskega modela RITY uporabljamo v sistemu samodejnega obveščanja krajevnih in območnih enot Zavoda za gozdove Slovenije o pričetku rojenja in koncu prve generacije osmerozobega in šestrozobega smrekovega lubadarja (Ogris in sod., 2019b), kar se uporablja pri načrtovanju spremljanja gostote populacij smrekovih podlubnikov s kontrolnimi pastmi, ki so

opremljene s specifičnimi feromonskimi vabami.

Samodejno obveščanje krajevnih in območnih enot ZGS poteka dvakrat na teden. Samodejno sporočilo se samodejno pošlje na vse KE in vse OE ter vključuje podatke o predvidenem datumu prvega rojenja smrekovih lubadarjev in predvidenem datumu zaključku prve generacije. Na podlagi podatka o predvidenem začetku rojenja lahko ZGS pravočasno postavi kontrolne pasti za spremljanje ulova smrekovih podlubnikov. S podatkom o predvidenem zaključku prve generacije pa dobimo informacijo, do katerega spremljamo ulov v kontrolne pasti. Tako smo racionalizirali porabo časa za spremljanje ulova smrekovih lubadarjev v kontrolnih pasteh. Samo obvestilo je strukturirano po revirjih ter predvidenih datumih prvega rojenja in zaključka rojenja prve generacije, vključno s podatkom, kolikšen delež površine revirja je že zajelo rojenje in kolikšen delež površine revirja je



Slika 12: Primer karte iz samodejnega obveščanja ZGS o zaključku prve generacije za KE Kamnik za *Ips typographus* na dan 4. 8. 2020. Karto uporabljamo za določitev zaključka spremljanja gostote smrekovih podlubnikov v kontrolnih pasteh. Pasti pospravimo na območjih, kjer se je razvoj prve generacije že končal (zelena) ali se bo končal v kratkem (modra). Če se razvoj prve generacij še ni končal (oranžna), moramo s spremljanjem ulova v pasti še nadaljevati.

že končal razvoj prve generacij ločeno za osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja (preglednica 1). Poleg preglednic je vsako sporočilo opremljeno tudi s štirimi kartami o začetku rojenja in zaključku prve generacije za *I. typographus* in *P. chalcographus* (slika 11, slika 12). Sporočilo spremlja tudi navodilo za postavitev pasti in za zaključek spremljanja.

4 RAZVOJ ŠESTEROZOBEGA SMREKOVEGA LUBADARJA

Šesterozobi smrekov lubadar je drugi najpomembnejši škodljivec navadne smreke v centralni Evropi (Göthlin in sod., 2000; Hedgren, 2004). Za simulacijo njegovega razvoja smo razvili, preverili in umerili fenološki model, ki smo ga poimenovali CHAPY (Ogris in sod., 2020). Ugotovili smo, da je za razvoj ene generacije *P. chalcographus* potrebna vsota efektivnih temperatur 635,4 stopinj dni in da je minimalna temperatura za razvoj 7,4 °C. Diapavza se začne, ko je dolžina dneva krajša od 13,6 ure (Ogris in sod., 2020).

Za izračun modela CHAPY smo pripravili podoben sklop javnih spletnih orodij kot za model RITY. Potencialni razvoj šesterozobega smrekovega lubadarja za poljubno točko v Sloveniji lahko izračunamo s spletno aplikacijo na naslednjem naslovu https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=45 (Ogris, 2019b). Prostorski prikaz potencialnega razvoja *P. chalcographus* je na voljo v posebni spletni aplikaciji na naslovu https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=46 (Ogris, 2019d). Prav tako je na voljo spletna interaktivna karta, kjer lahko izvajamo podrobne analize razvoja šesterozobega smrekovega lubadarja.

Rezultate modela CHAPY uporabljamo pri načrtovanju postavljanja in spremljanja kontrolnih pasti in kontrolnih nastav (Ogris in sod., 2019b), ugotavljanju prenamnožitve populacij na lokacijah kontrolnih pasti (Ogris in Kolšek, 2019, 2020), avtomatskemu obveščanju krajevnih in območnih enot Zavoda za gozdove Slovenije (Ogris in sod., 2019b) ter izračunu priporočenega roka za izvedbo ukrepov za zatiranje (Ogris, 2020).

5 NAMNOŽITEV POPULACIJ SMREKOVIH PODLUBNIKOV

Zavod za gozdove Slovenije na podlagi letnega programa varstva gozdov in strokovnih navodil (Kolšek in Jakša, 2012) redno spremlja gostoto populacij podlubnikov na navadni smreki s

kontrolnimi pastmi s specifičnimi feromonskimi pripravki ter s kontrolnimi nastavi (RS, 2009). Pasti redno čistimo (pobiramo ulov), podatke o ulovu v kontrolne pasti tekoče vnašamo v računalniški program Varstvo gozdov (Ogris, 2012). Na podlagi teh podatkov vsako leto ugotavljamo lokacije kontrolnih pasti, kjer je bila prenamnožitev osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja, ker bo na takih lokacijah zelo verjetno nastal pojav žarišč lubadark in kjer je treba pospešiti ukrepe varstva gozdov pred podlubniki za preprečevanje škode.

Prenamnožitev populacije smrekovih podlubnikov ugotavljamo z metodo, ki je opisana v 24. členu Pravilnika o varstvu gozdov (2009) in Prilogi 8 tega pravilnika. Po tej metodi izračunamo kumulativno ulova osebkov v posamezni kontrolni pasti, in sicer od začetka spomladanskega rojenja do konca razvoja prve generacije podlubnikov. Ko v tem obdobju kumulativni ulov osmerozobega smrekovega lubadarja preseže 9.000 osebkov na kontrolno past, velja, da je populacija prenamnožena. Populacija šesterozobega smrekovega lubadarja je prenamnožena, ko kumulativni ulov hroščev v tem obdobju preseže 20.000 osebkov na kontrolno past.

Datum začetka spomladanskega rojenja in datum konca razvoja prve generacije podlubnikov ugotavljamo s fenološkim modelom RITY za *I. typographus* (Ogris in sod., 2019a) in s fenološkim modelom CHAPY za *P. chalcographus* (Ogris in sod., 2020). Za vsako kontrolno past naredimo točkovno poizvedbo z modeloma RITY in CHAPY, s čimer pridobimo časovni okvir za podatke o ulovu v kontrolnih pasteh, ki jih uporabimo za evaluacijo gostote populacije na lokaciji posamezne pasti. Pri izračunu upoštevamo tudi vrsto feromonske vabe in število kontrolnih pasti na posamezni lokaciji.

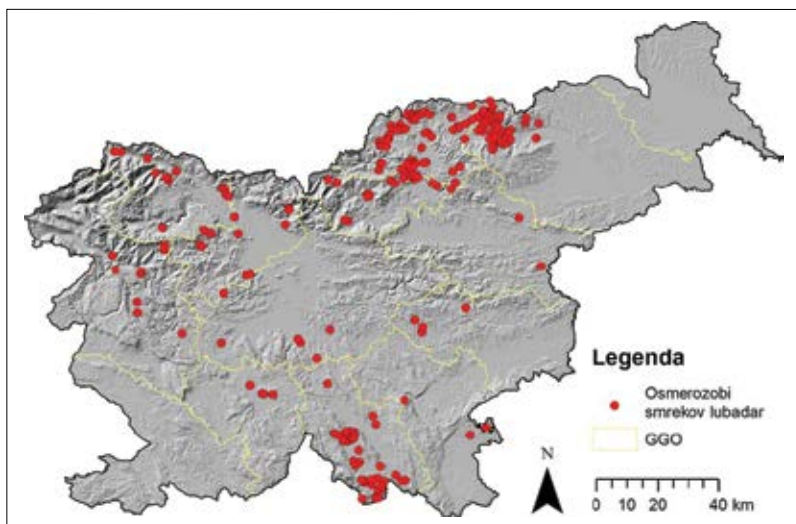
Rezultat analize je seznam lokacij kontrolnih pasti, kjer je bila ugotovljena prenamnožitev smrekovih podlubnikov, tj. kjer je gostota populacije podlubnikov velika (Ogris in Kolšek, 2019, 2020). Seznam je na voljo v obliki preglednice in na kartah (slika 13, slika 14) ter v interaktivnem pregledovalniku; primer interaktivne karte z lokacijami pasti, kjer so se prenamnožili smrekovi podlubniki v letu 2020 je na naslovu <https://www.zdravgozd.si/karta.aspx?idprognoza=54>.

Pri vseh lokacijah, kjer je bila zaznana prenamnožitev smrekovih podlubnikov, pričakujemo napade smrekovih podlubnikov tudi na povsem zdravih smrekah. Zato moramo na takih lokacijah nujno zagotoviti pravočasno varstvo pred podlub-

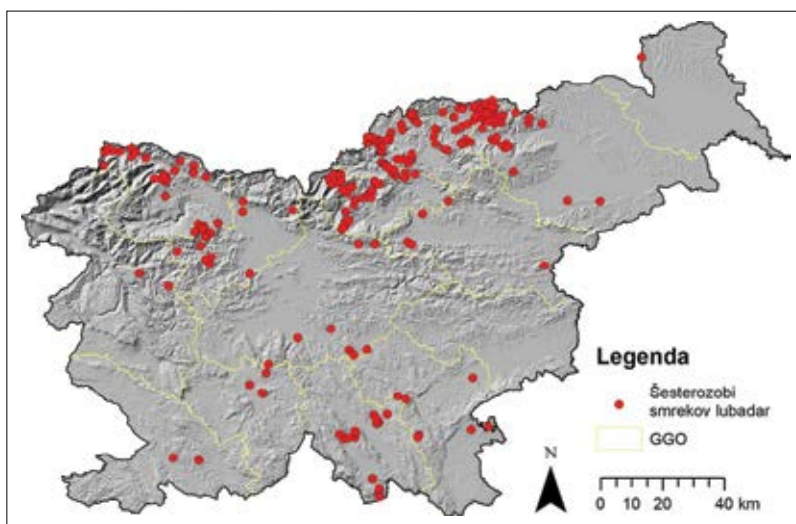
niki. Pri tem je najpomembnejše, da zagotovimo pravočasen posek in odvoz neobeljenega okroglega lesa, naseljenega s podlubniki, iz gozda v predelavo na lesno-predelovalne obrate (ZGS, 2016a, 2016b). S podlubniki napadene smreke moramo čim prej odkriti, da lahko zagotovimo pravočasen posek in uničenje podlubnikov zunaj gozda. Zato redno nadzorujemo ogrožene gozdove s poudarkom na vplivnih območjih lokacij pasti, kjer je nastala prenamnožitev smrekovih podlubnikov,

ter smo pozorni na prve znake napada podlubnikov. Zanesljiv prvi znak napada je rjava črvina v obliki grobo mlete prave kave, ki se nabira ob koreničniku napadenega drevesa, iglice v krošnji pa so še zelene. Drevesa s temi znaki imenujemo lubadarke in se bodo zanesljivo posušila, zato s posekom ne smemo odlašati.

Zatiralni ukrepi za podlubnike potekajo v žariščih podlubnikov s sanitarno sečnjo in izdelavo lubadarke ter uničenjem podlubnikov na



Slika 13: Lokacije kontrolnih pasti, kjer je bil v letu 2020 presežen prag 9.000 osebkov *Ips typographus*, kar označuje prenamnoženost populacije osmerozobega smrekovega lubadarja (Ogris in Kolšek, 2020).

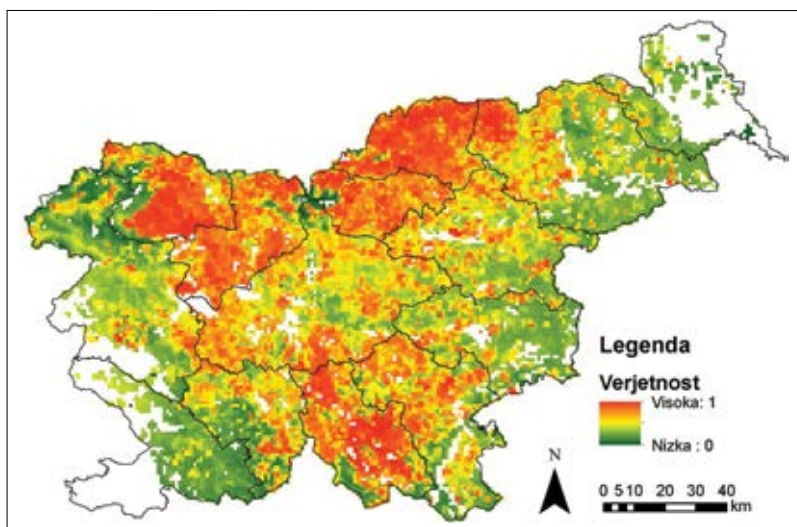


Slika 14: Lokacije kontrolnih pasti, kjer je bil v letu 2020 presežen prag 20.000 osebkov *Pityogenes chalcographus*, kar označuje prenamnoženost populacije šesterozobega smrekovega lubadarja (Ogris in Kolšek, 2020).

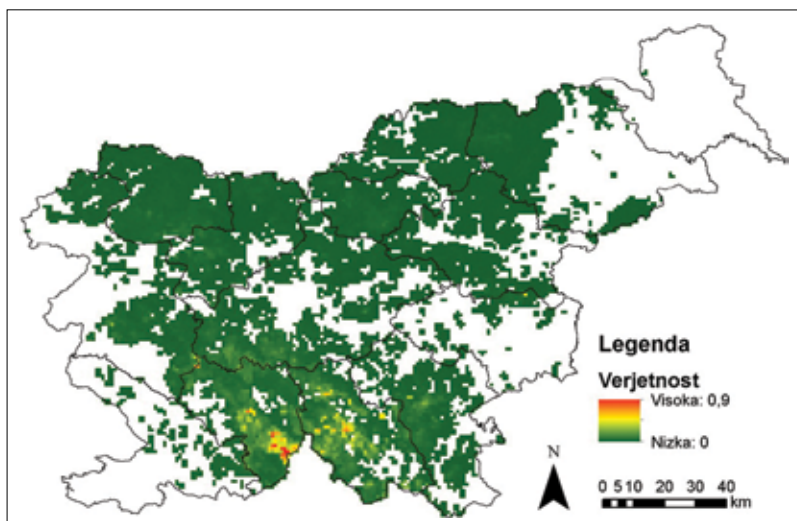
preostalem napadenem materialu. Če posekanih lubadark ni mogoče pravočasno odpeljati iz gozda na lesnopredelovalne obrate, lubadarke izdelamo tako, da jih posekamo, obvejimo in olupimo lubje, podlubnike v vejah in skorji pa uničimo. S takojšnjo izvedbo zatiralnih ukrepov preprečimo napad podlubnikov na sosednje smreke, tj. preprečimo širjenje žarišča podlubnikov, pa tudi ohranimo večjo vrednost posekanega lesa. Pred zaključkom sečišča še enkrat pozorno pregledamo okoliške smreke. Če ugotovimo na novo napadena drevesa, jih je treba takoj posekati.

6 KRATKOROČNA NAPOVED SANITARNEGA POSEKA SMREKE ZARADI SMREKOVIH PODLUBNIKOV

Podlubniki na smreki in jelki so velik izziv za gospodarjenje z gozdovi. Prvi korak pri reševanju tega problema je čim zgodnejše odkritje žarišč (lubadark), sledi hitra izvedba zatiralnih ukrepov. K zgodnejšemu odkrivanju lubadark lahko pripomorejo prognostični modeli, s pomočjo katerih bolj ali manj uspešno določimo območja, kjer je



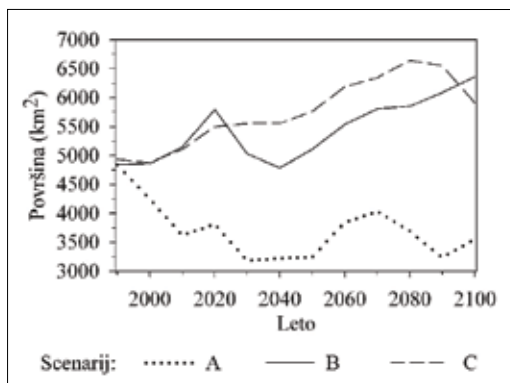
Slika 15: Verjetnost sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v letu 2020 (Ogris in de Groot, 2020)



Slika 16: Verjetnost sanitarne sečnje jelke zaradi podlubnikov v letu 2020 (Ogris in de Groot, 2020)

večja verjetnost pojava žarišč podlubnikov. Tako dobimo informacijo o lokacijah, kamor bo treba prednostno usmeriti napore za iskanje lubadark in izvajanje sanitarnih ukrepov.

Vsako leto naredimo kratkoročne napovedi sanitarnega poseka smreke in jelke s pomočjo modelov, ki sta ju razvila de Groot in Ogris (2019) v okviru projekta Razvoj metod zaznavanja poškodb iglavcev zaradi smrekovih in jelovih podlubnikov ter izdelava modelov za napovedovanje prenamnožitve smrekovih in jelovih podlubnikov v slovenskih razmerah (V4-1623) (Ogris in sod., 2019b).

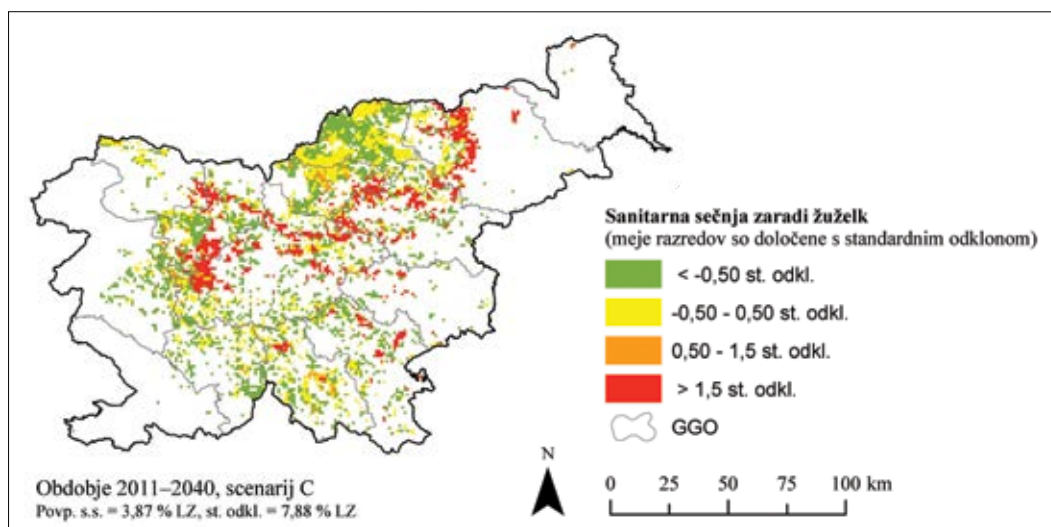


Slika 17: Projekcije gibanja potencialnih površin za sanitarno sečnjo zaradi žuželk v Sloveniji za tri scenarije podnebnih sprememb za obdobje 1981–2100 (Ogris, 2007b)

Modela sta razvila z logistično regresijo. Na podlagi dejavnikov, izmerjenih v prejšnjem letu, z modeloma napovemo verjetnost sanitarne sečnje smreke in jelke zaradi podlubnikov v tekočem letu. Validacija modelov je pokazala, da je zanesljivost napovedi velika in zato primerna za uporabo v praksi. AUC (angl. Area under the curve) za model za smreko je znašal 0,89 in AUC za model za jelko 0,84. Več podrobnosti o modelih je na voljo v izvirnem opisu modela (de Groot in Ogris, 2019).

Napoved za leto 2020 je pokazala največjo verjetnost sanitarne sečnje smreke v gozdno-gospodarskih območjih (GGO) Slovenj Gradec, Nazarje, Kranj, Kočevje, Bled (slika 15) (Ogris in de Groot, 2020). Jelka je glede na verjetnosti model lokalno najbolj ogrožena v GGO Postojna in GGO Kočevje (slika 16).

Rezultate napovedi sanitarne sečnje smreke in jelke zaradi podlubnikov lahko s pridom uporabimo za bolj osredotočeno iskanje novih lubadark. Za ta namen smo pripravili pripomoček, tj. spletno interaktivno karto na naslovu <https://www.zdravgozd.si/karta.aspx?idprognoza=52>, na kateri lahko poiščemo območja z večjo verjetnostjo pojava sanitarnih sečenj smreke in jelke zaradi podlubnikov v Sloveniji v letu 2020. Zaradi relativno velike zanesljivosti napovedi (de Groot in Ogris, 2019) verjamemo, da bo njihova uporaba pripomogla k zgodnejšim odkritjem žarišč napada podlubnikov in posledično k pravočasnejši izvedbi ukrepov.



Slika 18: Prostorski razpored sanitarne sečnje zaradi žuželk v Sloveniji za scenarij C podnebnih sprememb v obdobju 2011–2040 (Ogris, 2007b)

7 DOLGOROČNA NAPOVED

Izdelali smo dolgoročne projekcije pojavljanja sanitarnih sečenj zaradi žuželk do konca 21. stoletja za tri scenarije podnebnih sprememb. Metoda dela je opisana v Ogris (2007a), rezultati so javno objavljeni na naslovu https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=8 (Ogris, 2007b).

Dolgoročno napoved smo naredili z modelom v obliki regresijskega drevesa. Zanesljivost regresijskih dreves merimo s korelacijskim koeficientom, ki je za model ocenjevanja sanitarnih sečenj zaradi žuželk $r = 0,67$.

Zagon modela za ocenjevanje poškodb zaradi žuželk v scenariju A kaže zmanjševanje, pri scenarijih B in C pa večanje potencialno dovzetnih površin za poškodbe zaradi žuželk. Po scenariju C je trend večanja povprečno 150 km² na deset let; izraženo v indeksu povprečnih sprememb potencialnih površin je to 3,1 % na deset let glede na površino, ki so jo žuželke prizadele v obdobju 1995–2005 (slika 17).

Rezultati modela za ocenjevanje potencialnih sanitarnih sečenj zaradi žuželk nakazujejo, da se bo intenzivnost poškodb zaradi žuželk najbolj povečala v scenariju C, manj v scenariju B in najmanj v scenariju A podnebnih sprememb. V scenariju A je projekcija povečanje povprečnih potencialnih poškodb zaradi žuželk, in sicer za 0,025 % v lesni zalogi na deset let oz. 3,2 % več poškodb na deset let glede na povprečni podatek iz referenčnega obdobja 1995–2005. Po scenariju B se bo potencialni sanitarni posek zaradi žuželk povprečno povečeval za 4,1 %, po scenariju C pa za 7,9 % na deset let glede na referenčno obdobje (Ogris, 2007b).

Površina potencialnih sanitarnih sečenj zaradi žuželk se bo predvidoma najbolj povečala v GGO Slovenj Gradec, Tolmin, Nazarje in Postojna (Ogris, 2007b). Iz prostorskega prikaza projekcij je mogoče ugotoviti, da se bodo potencialne poškodbe zaradi žuželk povečale na severu države in na splošno se bo verjetno intenzivnost potencialnih poškodb zaradi žuželk premaknila v smeri proti severu in v višje lege nad morjem (slika 18) (Ogris, 2007b).

Dolgoročne napovedi sanitarne sečnje so nam lahko v pomoč pri usmerjanju dolgoročnega gospodarjenja z gozdovi, posebno pri usmerjanju drevesne sestave v prihodnosti, ki se bo spremenila zaradi podnebnih sprememb. Na takšen način lahko dolgoročno omilimo negativne vplive

globalnih sprememb in gospodarjenje z gozdovi naredimo bolj vzdržno. Gospodarjenje z gozdovi terja dolgoročne spremembe in prilagajanja glede na spremembe podnebnih razmer.

8 ZAHVALA

Strokovni prispevek je nastal v okviru Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije, Poročevalske, prognostično-diagnostične službe za gozdove, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

9 VIRI

- Baier, P., Pennerstorfer, J., Schopf, A., 2007. PHENIPS—A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecology and Management*, 249: 171–186. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.05.020>
- de Groot, M., Ogris, N., 2019. Short-term forecasting of bark beetle outbreaks on two economically important conifer tree species. *Forest Ecology and Management*, 450: 117495. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112719305584>. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117495>
- Göthlin, E., Schroeder, L. M., Lindelöw, A., 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15, 5: 542–549. <https://doi.org/10.1080/028275800750173492>. <http://dx.doi.org/10.1080/028275800750173492>
- Hedgren, P. O., 2004. The bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) (Scolytidae) in living trees: reproductive success, tree mortality and interaction with *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology*, 128, 3: 161–166. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1439-0418.2003.00809.x>. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0418.2003.00809.x>
- Jurc, M., Titovšek, J., Jurc, D., Munda, A., Pavlin, R., 2000. Bolezni in moteči dejavniki v konceptu integralnega varstva gozdnih ekosistemov: zaključno poročilo o rezultatih opravljenega dela na področju ciljnih raziskovalnih programov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 45 str. <https://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=6634&lang=slv>
- Kolšek, M., Jakša, J., 2012. Navodila za postavitve in vzdrževanje kontrolnih in kontrolno-lovnih pasti za smrekove podlubnike. V: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in boleznih gozdnega drevja v Sloveniji. Jurc D., Kolšek M. (eds.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, *Silva Slovenica*: 20–27
- Ogris, N., 2007a. Model zdravlja gozdov v Sloveniji: doktorska disertacija. Ljubljana, [N. Ogris]: 138 str.

- Ogris, N., 2007b. Trend sanitarnih sečenj zaradi žuželk za tri scenarije podnebnih sprememb. Napovedi o zdravju gozdov, 2007. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.8>
- Ogris, N., 2011a. E-varstvo gozdov Slovenije: Portal. V: 10. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, 2011 March 1–2. Maček J., Trdan S. (eds.). Podčetrtek, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 237–240
- Ogris, N., 2011b. Vsebine spletnega portala o varstvu gozdov v Sloveniji. Les, 63, 5: 214–217
- Ogris, N., 2012. Prognozične osnove za varstvo gozdov Slovenije. Ljubljana, Silva Slovenica: 104 str.
- Ogris, N., 2017. Prostorski prikaz razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) na območju Slovenije. Novice iz varstva gozdov, 10: 3–7. <http://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=10-2>. <https://doi.org/10.20315/NVG.10.2>
- Ogris, N., 2019a. Spletna aplikacija za izračun fenološkega modela za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) RITY-2. Napovedi o zdravju gozdov, 2018. http://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=32. <https://doi.org/10.20315/NZG.48>
- Ogris, N., 2019b. Spletna aplikacija za izračun fenološkega modela za šestrozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*), model CHAPY-1. Napovedi o zdravju gozdov, 2019. http://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=45. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.45>
- Ogris, N., 2019c. Spletna aplikacija za prostorski prikaz razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*), model RITY-2. Napovedi o zdravju gozdov, 2018. http://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=35. <https://doi.org/10.20315/NZG.49>
- Ogris, N., 2019d. Spletna aplikacija za prostorski prikaz razvoja šestrozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*), model CHAPY-1. Napovedi o zdravju gozdov, 2019. http://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=46. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.46>
- Ogris, N., 2020. Pripomoček za določitev roka za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov. Napovedi o zdravju gozdov, 2020. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.53>
- Ogris, N., de Groot, M., 2020. Kratkoročni napovedi sanitarnega poseka smreke in jelke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2020. Napovedi o zdravju gozdov, 2020. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.52>
- Ogris, N., Ferlan, M., Hauptman, T., Pavlin, R., Kavčič, A., Jurc, M., De Groot, M., 2019a. RITY – A phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring. Ecological Modelling, 410: 108775. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108775>
- Ogris, N., Ferlan, M., Hauptman, T., Pavlin, R., Kavčič, A., Jurc, M., De Groot, M., 2020. Sensitivity analysis, calibration and validation of a phenology model for *Pityogenes chalcographus* (CHAPY). Ecological Modelling, 430: 109137. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109137>
- Ogris, N., Kobler, A., Veljanovski, T., Pehani, P., De Groot, M., 2019b. Razvoj metod zaznavanja poškodb iglavcev zaradi smrekovih in jelovih podlubnikov ter izdelava modelov za napovedovanje namnožitve smrekovih in jelovih podlubnikov v slovenskih razmerah (V4-1623): Končno poročilo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 70 str. https://www.zdravgozd.si/projekti/podlubniki/doc/koncno_porocilo_V4_1623.pdf
- Ogris, N., Kolšek, M., 2019. Namnožitev populacij osmerozobega smrekovega lubadarja in šestrozobega smrekovega lubadarja v Sloveniji v 2019. Napovedi o zdravju gozdov, 2019: 6. https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=50. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.50>
- Ogris, N., Kolšek, M., 2020. Namnožitev osmerozobega in šestrozobega smrekovega lubadarja v Sloveniji v 2020. Napovedi o zdravju gozdov, 2020. https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=54. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.54>
- RS. 2009. Pravilnik o varstvu gozdov. Uradni list RS, 114–5220/2009 in 31/2016
- ZGS. 2016a. Podlubniki ogrožajo slovenske gozdove tudi v letu 2016. Zavod za gozdove Slovenije. http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/varstvo/2016_Lubadarji/Podlubniki_ogrozajo2016.pdf (25. 7. 2019)
- ZGS. 2016b. Varstvo gozdov pred podlubniki. Zavod za gozdove Slovenije. http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/varstvo/2015_Lubadarji/Varstvo_pred_podlubniki2015.pdf (25. 7. 2019)