

Kratki znanstveni prispevek

**Napovedi o zdravju gozdov, 2022**

DOI: [10.20315/NZG.61](https://doi.org/10.20315/NZG.61)


# Verjetnostna in količinska napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022

**Nikica OGRIS<sup>1\*</sup>, Maarten de GROOT<sup>1</sup>**

Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

**\*[nikica.ogris@gozdis.si](mailto:nikica.ogris@gozdis.si)**

 Datum izdaje: 29.03.2022

 Veljavnost: 2022

**Ključne besede:** navadna smreka, *Picea abies*, sanitarni posek, napoved, prognoza, ogroženost, model, smrekovi podlubniki *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*

## Uvod

Podlubniki so prepoznani kot najpomembnejši biotski škodljivi dejavnik v gozdovih v Sloveniji. V letu 2020 je bilo v Sloveniji zaradi podlubnikov posekanih 0,85 mio m<sup>3</sup> dreves (ZGS, 2021). Smreka je bila najpogostejša drevesna vrsta, ki je bila poškodovana zaradi podlubnikov (99 % poseka zaradi žuželk), predvsem zaradi osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* L.).

Smrekovi podlubniki predstavljajo velik izziv za gospodarjenje z gozdovi. Prvi korak pri reševanju tega problema je čim zgodnejše odkritje žarišč (lubadark), ki mu sledi hitro ukrepanje (sanitarni posek in izdelava lubadark). K zgodnejšemu odkrivanju lubadark lahko pripomorejo prognostični modeli, s pomočjo katerih bolj ali manj uspešno identificiramo območja, kjer je večja verjetnost pojava žarišč podlubnikov. S tem dobimo informacijo o lokacijah, kamor je treba prednostno usmeriti napore za iskanje lubadark in izvajanje ukrepov. Poleg verjetnostne napovedi je pomembna tudi količinska ocena sanitarnega poseka smreke in razporeditev le-tega v prostoru, kar lahko uporabimo npr. za ustrezno organizacijo dela v gozdu in predvidimo vpliv na tržne razmere.

Cilj raziskave je bil narediti verjetnostno in količinsko napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v 2022 v Sloveniji.

## Metode dela

Verjetnostno napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov smo naredili s pomočjo prostorskega modela, ki sta ga razvila de Groot in Ogris (2019). Količinsko napoved smo naredili s pomočjo prostorskega modela, ki sta ga razvila prav tako de Groot in Ogris (2022). Končno smo rezultate obeh modelov združili in sicer smo verjetnostno napoved uporabili za bolj jasno določitev območij, kjer se bodo potencialno pojavila žarišča smrekovih podlubnikov (de Groot in Ogris, 2022). Verjetnostno napoved smo že večkrat preverili in ugotovili smo, da je optimalen prag za verjetnost sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov 0,55 (Ogris in de Groot, 2020, 2021b). Verjetnostno napoved s pragom 0,55 smo uporabili pri določanju območij (modelskih celic) pri količinski napovedi, kakor sta to prikazala de Groot in Ogris (2022).

Verjetnostni model je bil razvit z logistično regresijo. Na podlagi dejavnikov, izmerjenih v preteklem letu, z modelom napovemo verjetnost sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v tekočem letu. V model za napoved verjetnosti sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov so vključene naslednje spremenljivke: lesna zaloga smreke, lokacija (koordinati X in Y), naklon terena, količina fosforja v tleh, kationska izmenjevalna kapaciteta tal, delež nasičenosti tal z bazami, standardizirani padavinski indeks (SPI), temperatura zraka, sanitarni posek smreke zaradi žuželk v prejšnjem letu,

posek oslabljene smreke zaradi abiotских poškodb v prejšnjem letu, sanitarni posek smreke zaradi abiotских poškodb v prejšnjem letu.

Validacija verjetnostnega modela je pokazala, da je zanesljivost napovedi visoka, zato je model primeren za uporabo v praksi. AUC (angl. Area under the curve) je znašal 0,83-0,89 (de Groot in Ogris, 2019; Ogris in de Groot, 2020, 2021b). Več podrobnosti o verjetnostnem modelu je na voljo v izvirnem opisu modela (de Groot in Ogris, 2019).

Količinski model je bil razvit z linearnim mešanim modelom. Na podlagi dejavnikov, izmerjenih v preteklem letu, z modelom napovemo količino sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v tekočem letu. V model za napoved količine sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov so vključene naslednje spremenljivke: naklon terena, globina tal, kationska izmenjevalna kapaciteta tal, delež nasičenosti tal z bazami, temperatura zraka, standardizirani padavinski indeks (SPI), sanitarni posek smreke zaradi žuželk v prejšnjem letu, sanitarni posek smreke zaradi abiotских poškodb v prejšnjem letu, lesna zaloga smreke.

Validacija količinskega modela je pokazala, da je zanesljivost napovedi srednje visoka (koeficient determinacije  $R^2$  je znašal 0,38). Več podrobnosti o količinskem modelu je na voljo v izvirnem opisu modela (de Groot in Ogris, 2022).

Verjetnostni in količinski model imata prostorsko ločljivost 1 km × 1 km (enemu kvadratu pravimo modelska celica) in pokrivata območje cele Slovenije (21.001 modelskih celic).

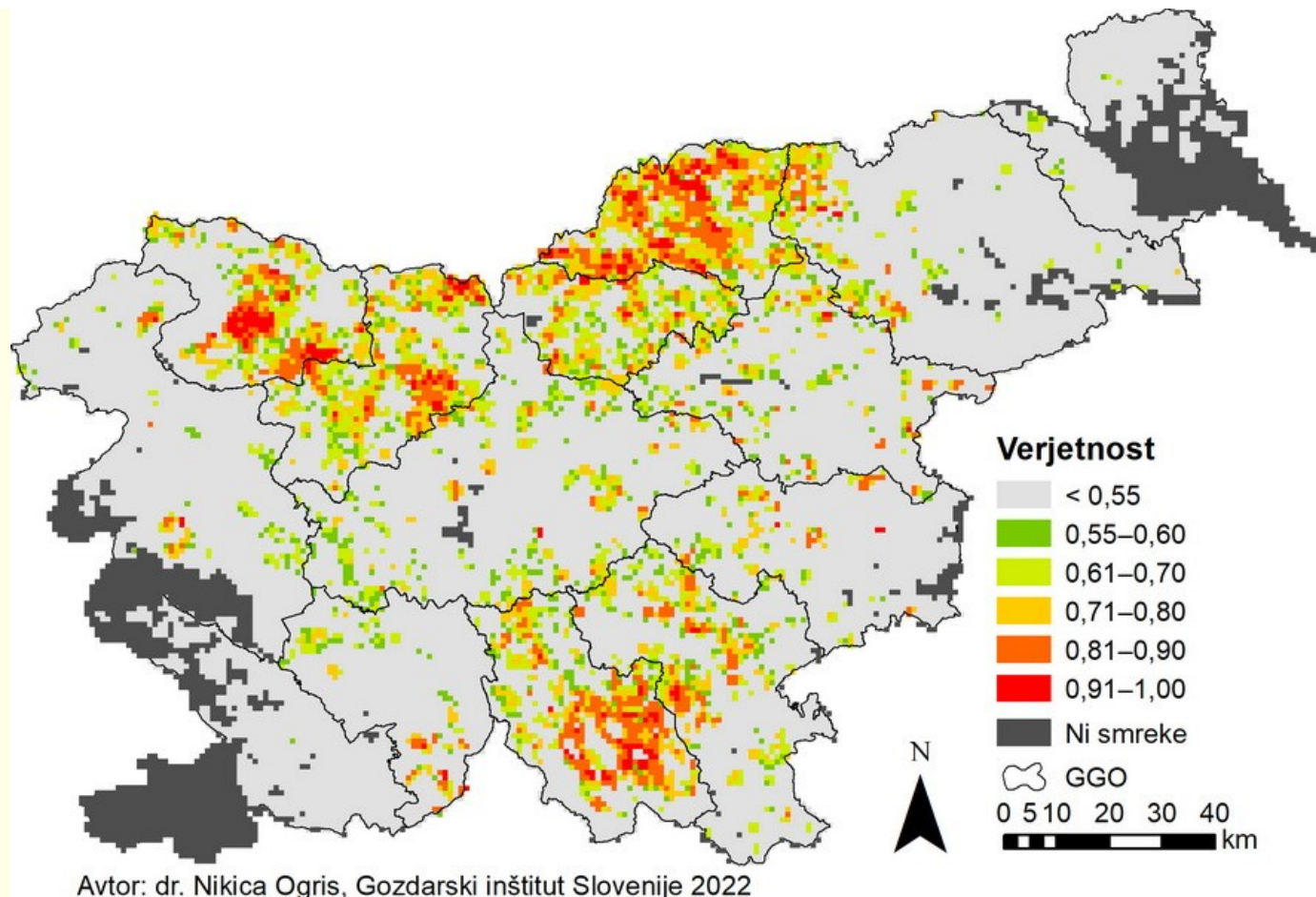
Količinski model nekoliko podcenjuje količino sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov (de Groot in Ogris, 2022). Zaradi tega smo izračunali še 95 % interval zaupanja. To smo naredili tako, da smo najprej poiskali 95 % interval zaupanja za regresijske koeficiente s funkcijo qnorm v statističnem programu R (R Core Team, 2021). Nato smo izračunali interval zaupanja na nivoju posameznih modelskih celic. Končno smo izračunali 95 % interval zaupanja količine sanitarnega poseka za območje cele Slovenije.

Analizo smo izvedli v podatkovni zbirki Microsoft SQL Server 13.0 s pomočjo računalniškega programa Microsoft SQL Server Management Studio 18.11.1. Karti smo izrisali v ESRI ArcMap 10.6.1.

## Rezultati

### Napoved verjetnosti sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v 2022

Če vzamemo samo modelske celice, kjer je bila izračunana verjetnost sanitarnega poseka večja kot 0,55, je modelski izračun ugotovil verjetnost pojava sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v 25,6 % modelskih celic s smreko (slika 1). Med najbolj ogroženimi so naslednja gozdnogospodarska območja (GGO) (preglednica 1): Slovenj Gradec, Nazarje, Kranj, Kočevje, Bled. Lokalno se bodo pojavljala žarišča podlubnikov v vseh GGO.



**Slika 1:** Verjetnost sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v letu 2022 (območja z verjetnostjo večjo kot 0,55)

**Preglednica 1:** Statistika verjetnosti sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v 2022 po gozdnogospodarskih območjih (GGO)

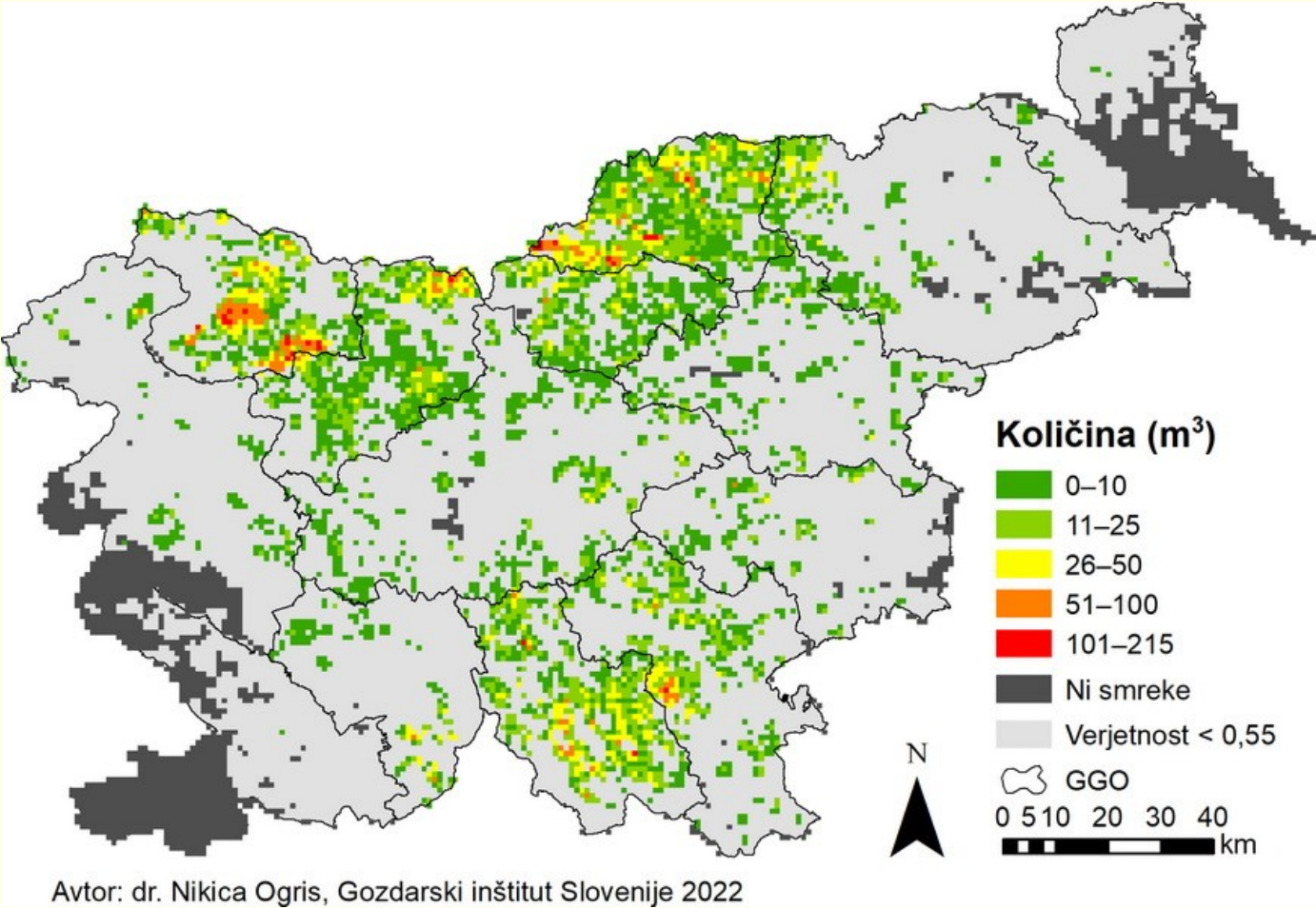
GGO	Povprečna verjetnost	Standardni odklon	Delež modelskih celic z verjetnostjo > 0,55
Tolmin	0,29	0,15	7,2
Bled	0,51	0,26	45,8
Kranj	0,57	0,20	55,2
Ljubljana	0,42	0,15	18,8
Postojna	0,33	0,18	12,3
Kočevje	0,54	0,25	49,5
Novo mesto	0,44	0,20	29,2
Brežice	0,33	0,16	11,4
Celje	0,41	0,17	19,3
Nazarje	0,56	0,20	56,7
Slovenj Gradec	0,70	0,18	77,9
Maribor	0,34	0,17	12,8
Murska Sobota	0,24	0,11	3,9
Sežana	0,23	0,08	0,1

### Napoved količine sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v 2022

Če vzamemo samo modelske celice, kjer je bila izračunana verjetnost sanitarnega poseka večja kot 0,55 in kjer se pojavlja smreka, je modelski izračun napovedal 61.049 m<sup>3</sup> sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov; 95 % interval zaupanja je znašal od 32.988 m<sup>3</sup> do 110.060 m<sup>3</sup> (preglednica 2). Če



upoštevamo vse modelske celice, kjer se pojavlja smreka ne glede na verjetnost sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov, je model napovedal 81.260 m<sup>3</sup> sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov; 95 % interval zaupanja je bil od 39.310 m<sup>3</sup> do 154.011 m<sup>3</sup>. Večje količine sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov so predvidene v naslednjih gozdnogospodarskih območjih (GGO) (preglednica 2; slika 2): Slovenj Gradec, Kočevje, Bled.



**Slika 2:** Količinska napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v letu 2022 (območja z verjetnostjo večjo kot 0,55)

**Preglednica 2:** Napoved količine sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v 2022 po gozdnogospodarskih območjih (GGO) vključno s 95 % intervalom zaupanja (sp. in zg. meja)

GGO	Količina (m <sup>3</sup> ) v vseh celicah s smreko			Količina (m <sup>3</sup> ) v celicah z verjetnostjo > 0,55		
	Sp. meja	Napoved	Zg. meja	Sp. meja	Napoved	Zg. meja
Tolmin	282	1.755	4.264	331	678	1.285
Bled	6.928	12.762	22.888	6.458	11.597	20.545
Kranj	4.114	7.857	14.338	3.649	6.746	12.122
Ljubljana	2.671	6.232	12.324	1.403	2.736	5.033
Postojna	1.101	2.638	5.269	664	1.252	2.276
Kočevje	6.616	12.503	22.815	5.192	9.557	17.213
Novo mesto	3.744	7.686	14.576	2.872	5.361	9.728
Brežice	909	2.555	5.428	496	984	1.845
Celje	1.105	2.985	6.226	705	1.440	2.721
Nazarje	2.480	4.879	9.089	2.136	4.067	7.468
Slovenj Gradec	8.003	14.716	26.483	7.615	13.897	24.914
Maribor	1.687	4.334	8.815	1.408	2.613	4.687
Murska Sobota	-8	348	942	60	119	221
Sežana	-322	10	555	0	1	3

Skupaj	39.310	81.260	154.011	32.988	61.049	110.060
--------	--------	--------	---------	--------	--------	---------

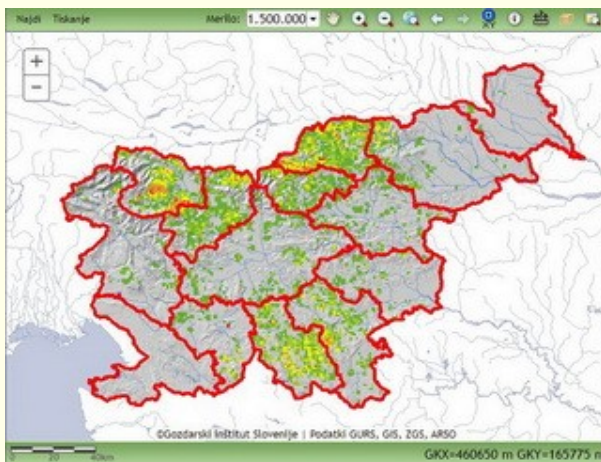
## Razprava

Modelski izračun predvideva upadanje sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov. V letu 2022 je modelski izračun napovedal sanitarno sečnjo smreke v 25,6 % modelskih celicah, kar je za 13,2 % manj kot v letu 2021 (Ogris in de Groot, 2021a). Količinski model je predvidel ok. 61.000 m<sup>3</sup> sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov. Ker je količinski model samo srednje zanesljiv ( $R^2 = 0,38$ ), lahko pričakujemo večje odstopanje v dejanskem sanitarnem poseku smreke zaradi podlubnikov, tj. vse do ok. 154.000 m<sup>3</sup>, kakor je znašala zgornja meja 95 % intervala zaupanja za napoved v 2022 (preglednica 2).

Površine z večjo verjetnostjo pojava in večjo količino sanitarnega poseka zaradi podlubnikov v 2022 se pojavljajo večinoma na območjih, kjer so se v zadnjih letih zgodili večji vetrolomi in kjer so se že pojavljala žarišča podlubnikov v preteklem letu (ZGS, 2021).

Rezultate napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v 2022 s pridom uporabimo za bolj osredotočeno iskanje novih lubadark. Za ta namen smo pripravili pripomoček, tj. spletno interaktivno karto, na kateri lahko poiščemo območja z večjo in manjšo verjetnostjo pojava sanitarnih sečenj smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022 (slika 3). Zaradi relativno visoke zanesljivosti napovedi (de Groot in Ogris, 2019) verjamemo, da bo njihova uporaba pripomogla k hitrejšemu in bolj učinkovitemu ukrepanju.

Količinska napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov nam omogoča (1) izdelati bolj natančno oceno tveganja, (2) oceniti stroške in izgube zaradi poškodb smreke, (3) oceniti prostorsko razporeditev in količino sanitarne sečnje smreke, (4) boljšo pripravo oz. organizacijo na povečan obseg sanitarne sečnje, (5) oceniti vpliv sanitarne sečnje na trg idr.



**Slika 3:** Interaktivna spletna aplikacija za podroben pregled lokacij, kjer obstaja verjetnost za sanitarni posek v 2022 zaradi podlubnikov.  
Povezava: <http://www.zdravgozd.si/karta.aspx?idprognoza=61>

## Zahvala

Članek je nastal v okviru Javne gozdarske službe, naloge 2 (Poročevalska, prognostično-diagnostična služba za gozdove) na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Recenzentu se zahvaljujemo za koristne predloge in izboljšave članka.

## Karte

Nekatere podatke s prognoze si lahko ogledamo na [karti](#).



## Viri

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. [https://](https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis_tiskanje.aspx?idpor=61)

[doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117495](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117495)

de Groot M., Ogris N. 2022. Combining an occurrence model and a quantitative model for the prediction of the sanitary felling of Norway spruce because of bark beetles. *Forests*, 13, 2: 319.

<https://doi.org/10.3390/f13020319>

Ogris N., de Groot M. 2020. Preverjanje kratkoročnih napovedi sanitarnega poseka smreke in jelke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2020. *Napovedi o zdravju gozdov*, 2020: 5. [http://](http://dx.doi.org/10.20315/NZG.55)

[dx.doi.org/10.20315/NZG.55](http://dx.doi.org/10.20315/NZG.55)

Ogris N., de Groot M. 2021a. Kratkoročni napovedi sanitarnega poseka smreke in jelke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2021. *Napovedi o zdravju gozdov*, 2021. [http://dx.doi.org/10.20315/](http://dx.doi.org/10.20315/NZG.57)

[NZG.57](http://dx.doi.org/10.20315/NZG.57)

Ogris N., de Groot M. 2021b. Preverjanje kratkoročnih napovedi sanitarnega poseka smreke in jelke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2021. *Napovedi o zdravju gozdov*, 2021. [http://](http://dx.doi.org/10.20315/NZG.59)

[dx.doi.org/10.20315/NZG.59](http://dx.doi.org/10.20315/NZG.59)

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

ZGS. 2021. Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2020. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 125 str.

**Citiranje:** Nikica OGRIS, Maarten de GROOT. 2022. Verjetnostna in količinska napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022. *Napovedi o zdravju gozdov*, 2022. URL: [https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=61](https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=61). DOI: [10.20315/NZG.61](https://doi.org/10.20315/NZG.61)

Prispelo: 28. 03. 2022. Sprejeto: 29. 03. 2022. Objavljeno: 29. 03. 2022.