



Kratki znanstveni prispevek

Napovedi o zdravju gozdov, 2022


DOI: [10.20315/NZG.63](https://doi.org/10.20315/NZG.63)

# Preverjanje verjetnostne in količinske napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022

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

<sup>1</sup>Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

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

 Datum izdaje: 13.12.2022

 Veljavnost: 2022

**Ključne besede:** navadna smreka, *Picea abies*, sanitarni posek, napoved, ogroženost, model, validacija, zmogljivost, zanesljivost, točnost, natančnost, AUC, občutljivost, specifičnost

## Povzetek

Preverili smo zanesljivost verjetnostne in količinske napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022. Verjetnostni model za napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov je potrdil visoko zanesljivost (AUC modela = 0,89, AUC napovedi = 0,83). Ugotovili smo optimalni prag za verjetnost sanitarnega poseka, ki jih bomo lahko uporabili pri naslednjih napovedih za bolj jasno določitev območij, kjer se bodo potencialno pojavila žarišča smrekovih podlubnikov. Optimalen prag za verjetnostni model v letu 2022 je bil 0,30. Količinska napoved je zelo podcenila dejansko količino sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov, saj je bil ta 3,9- do 8,2-krat višji od napovedane. Predlagamo izboljšavo količinskega modela pred njegovo nadaljnjo uporabo.

## Uvod

Gozdarski inštitut Slovenije na podlagi modelov (de Groot in Ogris, 2019, 2022) vsako leto izda verjetnostno in količinsko napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov za tekoče leto. Validacija modelov je pokazala, da je zanesljivost napovedi relativno visoka, saj je vrednost AUC (angl. Area under the curve) za verjetnostni model znašala 0,89,  $R^2$  za količinski model pa 0,38. Ko izdelamo napoved za novo obdobje, uporabimo obstoječi model za ekstrapolacijo. Zanesljivost ekstrapolirane napovedi pa se lahko razlikuje od zanesljivosti, ki je bila izračunana v procesu razvoja modela. Posledično so lahko napovedi iz leta v leto različno zanesljive. Cilj raziskave je bil preveriti zanesljivost verjetnostne in količinske napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022 (Ogris in de Groot, 2022).







Rezultate raziskave bomo lahko uporabili tako za izboljšavo modelov kot tudi za določitev optimalnega praga, ki ga bomo lahko v praksi uporabili za določitev območij z večjo verjetnostjo pojava žarišč smrekovih podlubnikov.

## Metode dela

Preverjali smo zanesljivost dveh napovedi, tj. verjetnostno in količinsko napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022 (Ogris in de Groot, 2022). V primeru verjetnostne napovedi se vrednosti gibljejo od 0 do 1, kjer 1 pomeni največjo verjetnost, 0 pa najmanjšo. Napovedi sta bili narejeni samo za območja, kjer se pojavlja smreka. Prostorska ločljivost napovedi je 1 km × 1 km. Za vsako modelsko celico smo preverili, ali je bila v njej zabeležena označba dreves za posek smreke zaradi podlubnikov, kar je vključevalo sanitarni posek lubadark (vrsta poseka 301), posek oslabelih dreves (vrsta poseka 901) in dodatno posekana drevesa (vrsta poseka 991). Upoštevali

smo vse podatke iz zbirke o evidenci označbe dreves za posek iz 2022 (zbirka Timber), ki so bili zbrani do 6. 12. 2022 (ZGS, 2022).

Zanesljivost napovedi smo izračunali s pomočjo več kazalcev (Witten in Frank, 2005):

-  Točnost =  $(RP + RN) / (RP + RN + LP + LN)$ ,
-  Natančnost =  $RP / (RP + LP)$ ,
-  Občutljivost =  $RP / (RP + LN)$ ,
-  Specifičnost =  $RN / (RN + LP)$ ,
-  Koeficient podobnosti =  $2 \times RP / (2 \times RP + LP + LN)$ ,
-  AUC = površina pod krivuljo Občutljivost (1 - Specifičnost),

kjer RP = resnično pozitiven, RN = resnično negativen, LP = lažno pozitiven, LN = lažno negativen.

Ker je napoved verjetnostna [0, 1], smo kazalce zanesljivosti napovedi izračunali večkrat (21- krat) in sicer na intervalu [0, 1] s korakom 0,05. S pomočjo kazalcev zanesljivosti napovedi smo določili optimalni prag, ki ga je smiselno upoštevati pri izboru modelskih celic, kjer se bodo z večjo verjetnostjo pojavila žarišča smrekovih podlubnikov.

Zanesljivost količinske napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2022 smo preverjali tako, da smo primerjali evidenco označenih dreves smreke za sanitarni posek in napovedano količino. Poleg tega smo uporabili standardne kazalce za ovrednotenje zanesljivosti modela. To so: koeficient determinacije ( $R^2$ ), povprečna napaka (ME), povprečna absolutna napaka (MAE), koren povprečne kvadratne napake (RMSE).

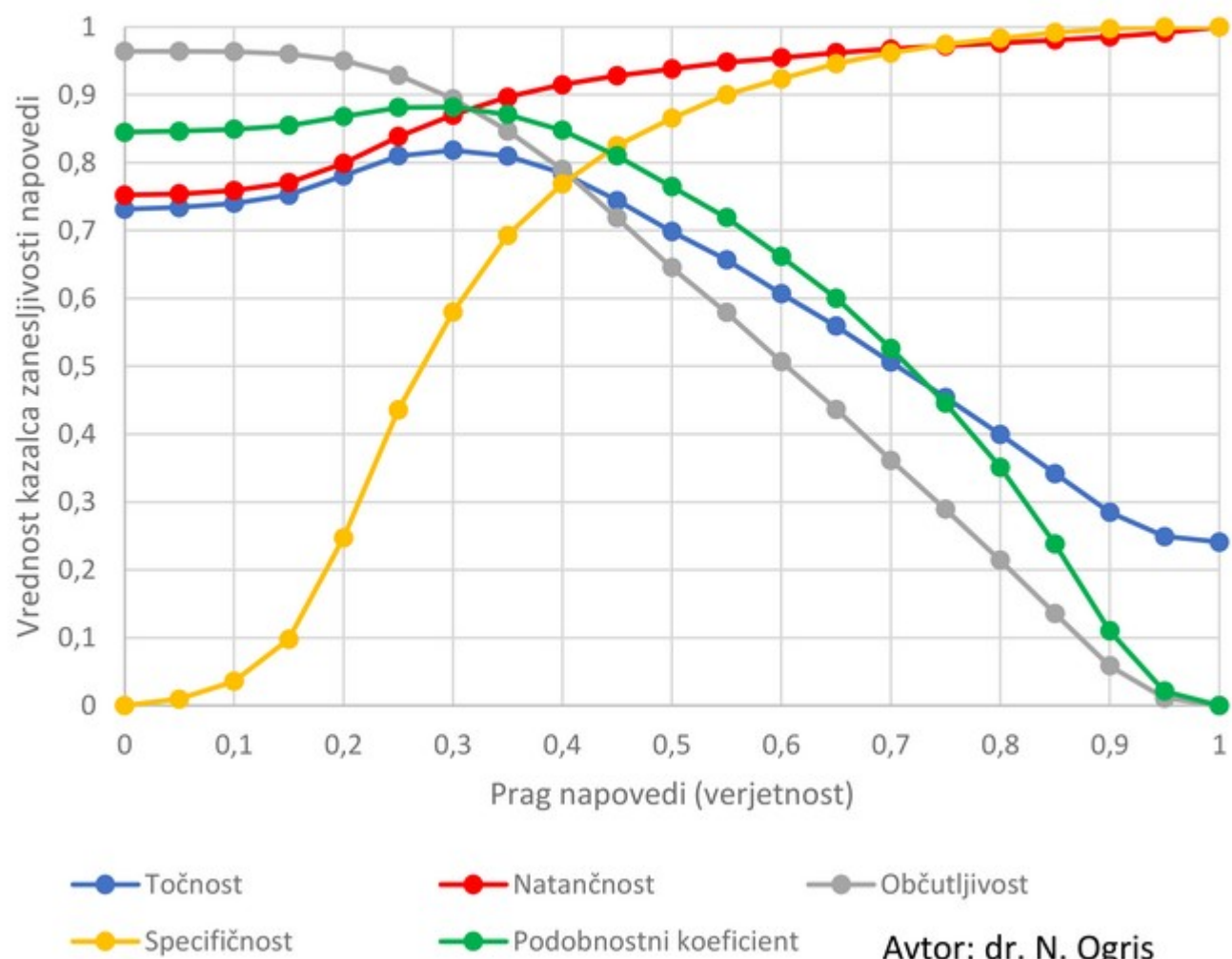
## Rezultati

### Preverjanje verjetnostne napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2022

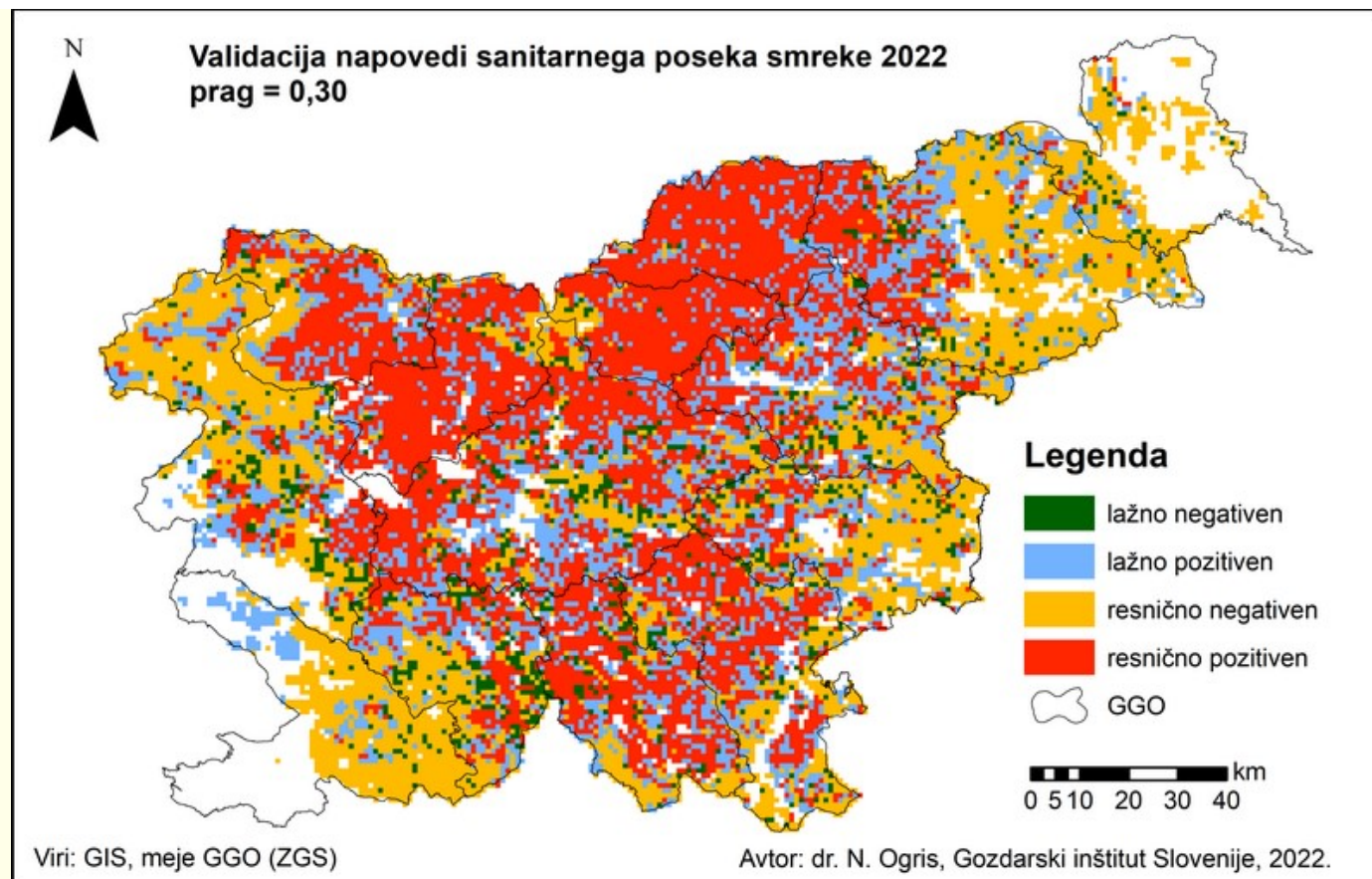
Vrednost kazalca AUC je znašala 0,83. Točnost je naraščala do praga 0,30, kjer je dosegla vrednost 0,82, potem pa je upadla (slika 1). Natančnost je naraščala do verjetnosti 1, kjer je znašala 1. Občutljivost je bila največja pri pragu 0, kjer je imela vrednost 0,96, potem pa je do verjetnosti 1 postopoma padla na 0. Krivulja za specifičnost je imela obliko črke S. Specifičnost je naraščala od verjetnost 0 do 1. Koeficient podobnosti je imel pri pragu 0 vrednost 0,84, potem je naraščal do praga 0,30, pri katerem je dosegel vrednost 0,88. Nato je do verjetnosti 1 padel na vrednost 0. Za optimalni prag smo izbrali verjetnost 0,30.

Pri pragu 0,30 je bilo lažno pozitivnih modelskih celic 23,6 % in so se večinoma nahajale v neposredni bližini resnično pozitivnih modelskih celic (slika 2). Lažno negativnih modelskih celic pri pragu verjetnosti 0,30 je bilo 5,9 %, resnično negativnih celic 32,5 % in resnično pozitivnih 38,0 %.

## Zanesljivost napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2022



**Slika 1:** Točnost, natančnost, občutljivost, specifičnost in koeficient podobnosti verjetnostne napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2022 glede na različen prag napovedi



**Slika 2:** Preverjanje verjetnostne napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2022 z upoštevanjem praga 0,30 (verjetnost napovedi)

### Preverjanje količinske napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2022

Do 6. 12. 2022 je bilo za sanitarni posek zaradi žuželk označenih 666.467 m<sup>3</sup> smreke. Model je 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> (Ogris in de Groot, 2022). Dejanska količina je bila 8,2-krat višja od napovedane oz. 4,3-krat višja, če vzamemo zgornjo mejo 95 % intervala zaupanja. Koeficient determinacije je bil nizek ( $R^2 = 0,24$ ), model je v povprečju podcenjeval količino sanitarne sečnje (ME = -32,2), povprečna absolutna napaka je bila relativno velika (MAE = 34,8), variabilnost točnosti napovedi je bila zelo visoka (RMSE % = 110,7 %).

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> (Ogris in de Groot, 2022). Če upoštevamo verjetnostni prag 0,55 je bilo za posek zaradi žuželk označenih 447.275 m<sup>3</sup> smreke. Dejanska količina je bila 7,3 krat višja od napovedane oz. 4,1 krat višja, če vzamemo zgornjo mejo 95 % intervala zaupanja. Koeficient determinacije je bil nizek ( $R^2 = 0,15$ ), model je v povprečju podcenjeval količino sanitarne sečnje (ME = -86,6), povprečna absolutna napaka je bila relativno velika (MAE = 92,0), variabilnost točnosti napovedi je bila zelo visoka (RMSE % = 200,5 %).

Če upoštevamo samo modelske celice, kjer je bila izračunana verjetnost sanitarnega poseka večja kot 0,30, je bilo do 6. 12. 2022 po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije za posek zaradi žuželk označenih 607.429 m<sup>3</sup> smreke. To je 7,5 krat več kot modelska napoved, ki je upoštevala celo območje države ne glede na verjetnostni prag, in 3,9 krat več kot napoved zgornje meje 95 % intervala zaupanja.

### Razprava

Z raziskavo smo ugotovili visoko zanesljivost verjetnostne napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2022, saj je vrednost AUC znašala 0,83, kar je le malenkost nižje kot v izvirni validaciji modela (de Groot in Ogris, 2019). Ugotovili smo, da je optimalni prag pri verjetnosti 0,30,



ko je bila točnost napovedi 81,8 %, tj. v bližini mesta na grafikonu (slika 1), ko se je sekala večina krivulj kazalcev zanesljivosti napovedi. Za napoved smo upoštevali prag 0,55 (Ogris in de Groot, 2022), ki se je izkazal kot najbolj optimalen v 2020 in 2021 (Ogris in de Groot, 2020, 2021). Ker se optimalni pragovi med leti spreminjajo, se postavlja vprašanje, katerega izbrati pri napovedi v naslednjem letu. Predlagamo, da upoštevamo najaktualnejšega, ker odraža zadnje stanje. Prag verjetnosti 0,30 bomo lahko uporabili pri naslednji napovedi za bolj jasno določitev območij, kjer se bodo lahko pojavila žarišča smrekovih podlubnikov.

Količinska napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022 je bistveno odstopala od dejanskih razmer na terenu in sicer je napoved odstopala kar za 3,9- do 8,2-krat od napovedanih vrednosti. Razlogi za to so lahko: (1) izjemno suho in vroče poletje 2022; (3) splošna nizka zanesljivost modela ( $R^2 = 0,38$ ); (3) drugi neznani vzroki. Model upošteva razmere v prejšnjem letu. Zato letošnje izjemno suho in vroče poletje ni bilo upoštevano v napovedi za 2022. Količinski model bi lahko izboljšali z vključitvijo dodatnih pojasnjevalnih spremenljivk, napovedjo vremena za naslednje leto, ali z drugačno vrsto modela.

Zaradi prevelikega odstopanja je nadaljnja uporaba količinskega modela vprašljiva. Zato predlagamo, da količinski model pred nadaljnjo uporabo izboljšamo, tako da bo dajal realnejše napovedi.

Oba obravnavana modela imata še veliko možnosti za izboljšave, s katerimi bi lahko dodatno povečali zanesljivost napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov. Upoštevati je treba dejstvo, da v času preverjanja napovedi v podatkovni zbirki Timber še niso bili vneseni vsi podatki za leto 2022 in zato morda nismo upoštevali nekaj lokacij, kjer je prišlo do pojava žarišč smrekovih lubadark.

Znano je, da napovedna zanesljivost modelov s časom upada. Zato se morajo vsakih nekaj let modeli ponovno kalibrirati z novimi podatki. Predlagamo, da se model za kratkoročno napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji kalibrira vsakih 5 let.

## 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 pripombe in predloge izboljšav.

## 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://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://dx.doi.org/10.20315/NZG.55>
- Ogris N., de Groot M. 2021. Preverjanje kratkoročnih napovedi sanitarnega poseka smreke in jelke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2021. *Napovedi o zdravju gozdov*, 2021. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.59>
- Ogris N., de Groot M. 2022. Verjetnostna in količinska napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022. *Napovedi o zdravju gozdov*, 2022. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.61>
- Witten I.H., Frank E. 2005. *Data mining: practical machine learning tools and techniques*, 2<sup>nd</sup> edition. San Francisco, Morgan Kaufmann: 524 str.
- ZGS. 2022. *Timber*. Podatkovna zbirka o poseku gozdnega drevja. Zavod za gozdove Slovenije

**Citiranje:** Nikica OGRIS, Maarten de GROOT. 2022. Preverjanje verjetnostne in količinske napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2022. *Napovedi o zdravju gozdov*, 2022. URL: <https://www.zdravgozd.si/>

Prispelo: 12. 12. 2022. Sprejeto: 13. 12. 2022. Objavljeno: 13. 12. 2022.