





Kratki znanstveni prispevek

Preverjanje verjetnostne napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2024

Nikica OGRIS^{1*}, Maarten de GROOT¹¹Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana*nikica.ogris@gozdis.si Datum izdaje: 16.12.2024 Veljavnost: 2024

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

Izvleček

Preverili smo zanesljivost verjetnostne napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2024. Verjetnostni model za napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov je potrdil visoko zanesljivost (AUC modela = 0,83, AUC napovedi = 0,83). Ugotovili smo optimalni prag za verjetnost sanitarnega poseka, ki ga bomo lahko uporabili pri naslednjih napovedih za bolj jasno določitev območij, kjer se bodo potencialno pojavila žarišča smrekovih podlubnikov. Napoved za leto 2024 smo naredili s pragom 0,45, ki pa se je izkazal za prenizkega, saj je bilo 24,1 % modelskih celic lažno pozitivnih. Optimalen prag za verjetnostni model v letu 2024 je bil 0,50, ki ga predlagamo za izdelavo vseh nadaljnjih verjetnostnih napovedih sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji.

Validation of the probabilistic forecast of sanitation felling of spruce due to bark beetles in Slovenia in 2024

Abstract

We tested the reliability of the probabilistic forecast of the sanitation felling of spruce due to bark beetles in Slovenia in 2024. The probabilistic model for the prediction of the sanitation felling of spruce due to bark beetles showed high reliability (model AUC = 0.83, forecast AUC = 0.83). We identified an optimal threshold for the probability of sanitation felling, which can be used in subsequent forecasts to more clearly identify areas where potential outbreaks of spruce bark beetles are likely to occur. A threshold of 0.45 was used for the forecast of 2024, but this proved to be too low, as 24.1% of the model cells were false positives. The optimal threshold for the probabilistic model in 2024 was 0.50, which we propose to use for future probabilistic forecasts of sanitation felling of spruce due to bark beetles in Slovenia.

Uvod

Gozdarski inštitut Slovenije na podlagi modela (de Groot in Ogris, 2019) vsako leto izda verjetnostno 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 model znašala 0,83. 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 napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2024 (Ogris in de Groot, 2024).

Metode dela

Preverjali smo zanesljivost verjetnostne napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v letu 2024 (Ogris in de Groot, 2024). Vrednosti verjetnostne napovedi se gibljejo od 0 do 1, kjer 1 pomeni največjo verjetnost, 0 pa najmanjšo. Napoved je bila narejena 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 2024 (zbirka Timber), ki so bili zbrani do 10. 12. 2024 (ZGS, 2024).

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.

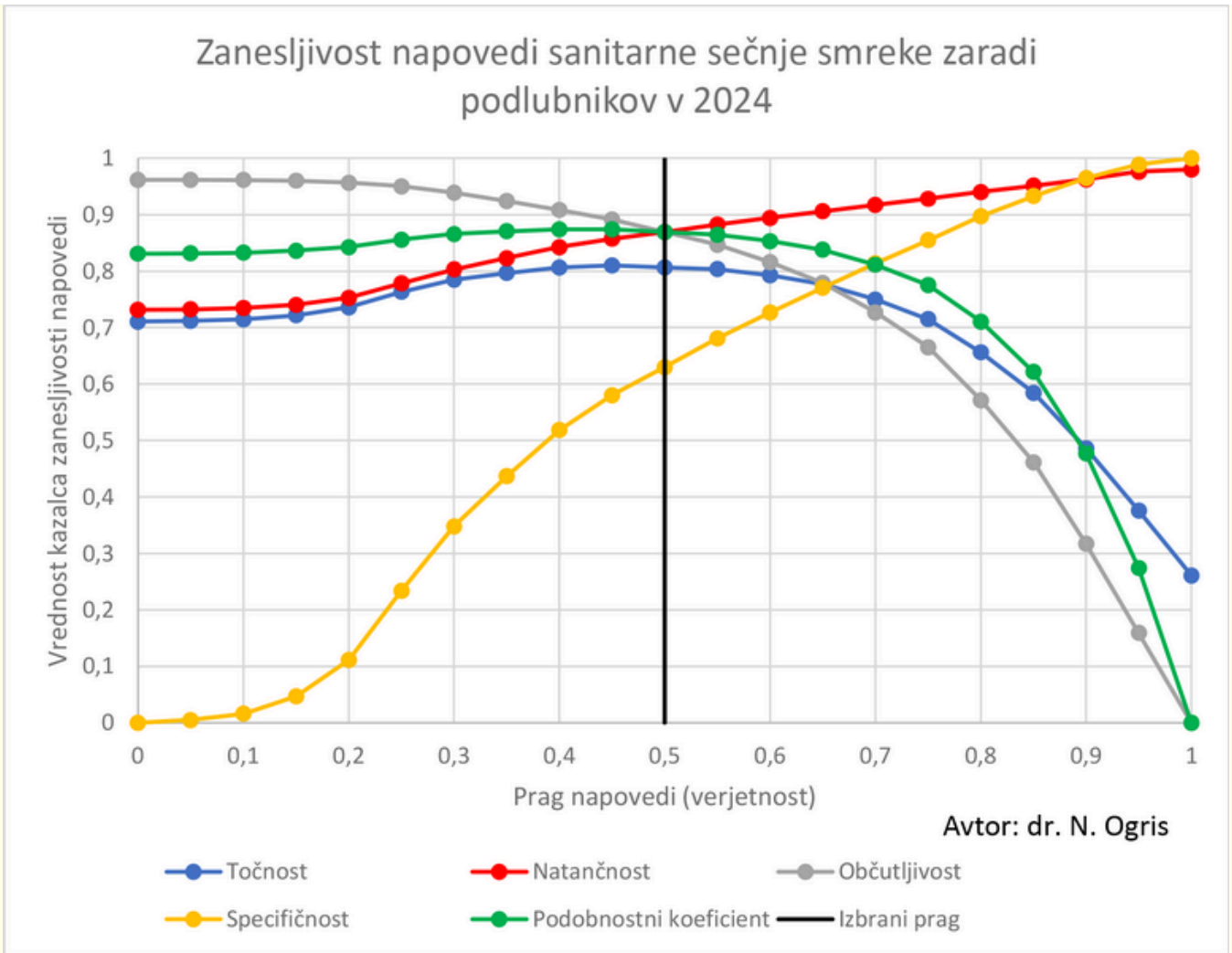
Verjetnostno napoved za leto 2024 smo naredili pri pragu 0,45 (Ogris in de Groot, 2024). Zato smo preverili, kakšna je bila zanesljivost napovedi pri pragu 0,45.

Dodatno smo preverili, ali se uporabljen optimalni prag za napoved razlikuje od prejšnjih let in ga izboljšali. Optimalni prag za napoved smo izbrali, tako da smo najprej za vsak kazalec zanesljivosti napovedi določili optimalni prag, nato pa smo izbrali optimalni prag za napoved, kjer se je večina krivulj kazalcev med seboj sekala.

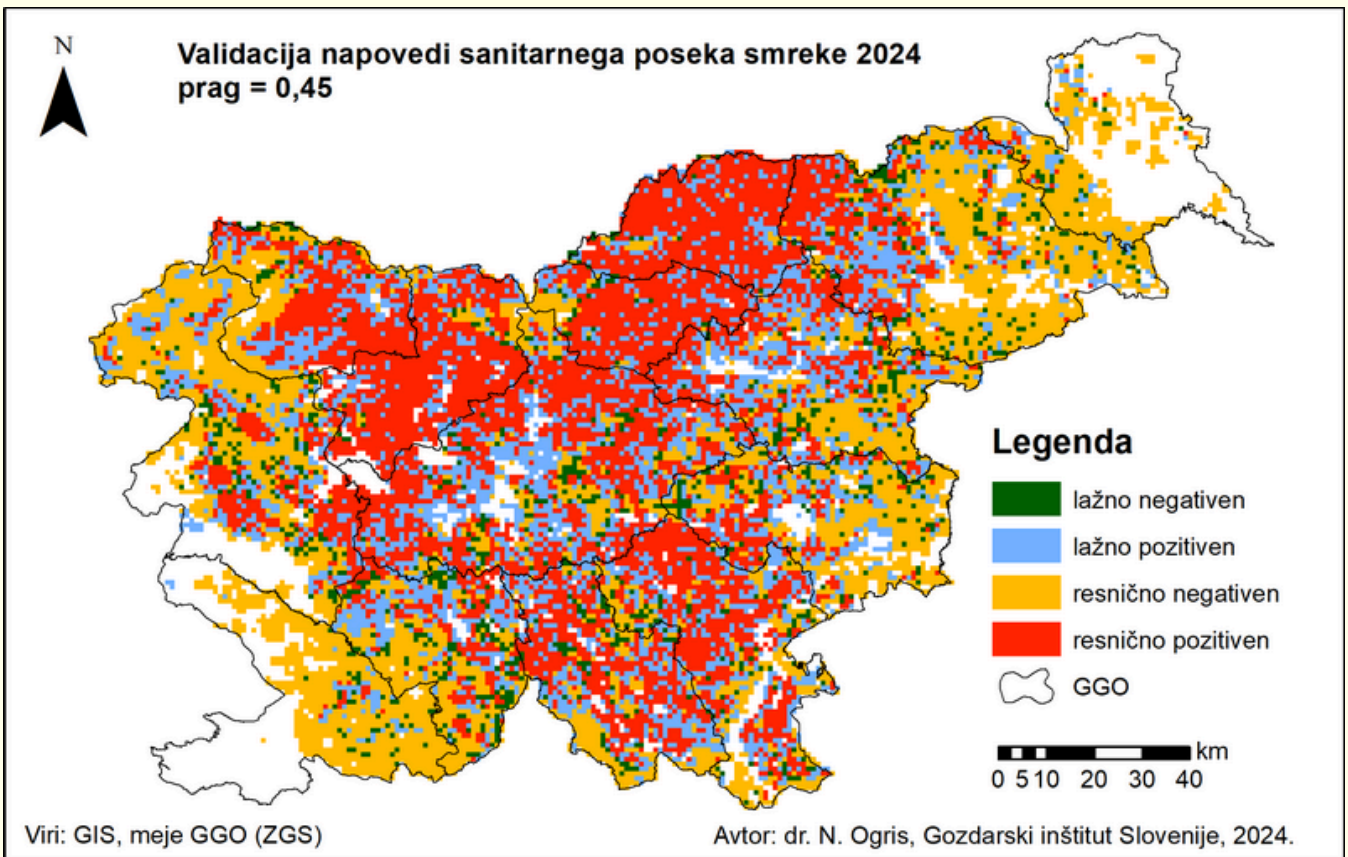
Rezultati

Vrednost kazalca AUC je znašala 0,83. Točnost je naraščala do praga 0,45, kjer je dosegla vrednost 0,81, potem pa je upadla (slika 1). Natančnost je naraščala do verjetnosti 1, kjer je znašala 0,98. 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 0,83, potem je naraščal do praga 0,4, pri katerem je dosegel vrednost 0,87. Nato je do verjetnosti 1 padel na vrednost 0. Optimalni prag za napoved v letu 2024 je bila verjetnost 0,50, kjer so se sekale tri krivulje, tj. natančnost, občutljivost in koeficient podobnosti.

Pri pragu 0,45 je bilo lažno pozitivnih modelskih celic 24,1 % in so se večinoma nahajale v neposredni bližini resnično pozitivnih modelskih celic (slika 2). Lažno negativnih modelskih celic pri pragu verjetnosti 0,45 je bilo 6,2 %, resnično negativnih celic 33,3 % in resnično pozitivnih 36,4 %.



Slika 1: Točnost, natančnost, občutljivost, specifičnost in koeficient podobnosti verjetnostne napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2024 glede na različen prag napovedi



Slika 2: Preverjanje verjetnostne napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2024 z upoštevanjem praga 0,45 (verjetnost napovedi)

Razprava

Z raziskavo smo ugotovili visoko zanesljivost verjetnostne napovedi sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v 2024, saj je vrednost AUC znašala 0,83, kar je enako kot v izvirni validaciji modela (de Groot in Ogris, 2019). Ugotovili smo, da je optimalni prag pri verjetnosti 0,5, tj. v bližini mesta na grafikonu (slika 1), ko se je sekala večina krivulj kazalcev zanesljivosti napovedi. Ker se optimalni pragovi med leti spreminjajo, se postavlja vprašanje, katerega izbrati pri napovedi v naslednjem letu. Povprečen optimalni prag v obdobju 2020-2024 je znašal 0,46. Trend letnih optimalnih pragov nakazuje, da je dolgoročno optimalni prag najverjetneje 0,50, kar je statistično pričakovano. Zato predlagamo, da v vseh naslednjih verjetnostnih napovedih sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji uporabimo prag 0,50.

Obravnava modela ima 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 2024 in zato morda nekaterih lokacij, kjer je prišlo do pojave žarišč smrekovih podlubnikov, nismo upoštevali. V letih 2020-2023 smo v validacijo vključili 2,5-12,8 % (povprečno 8,3 %) manj evidentiranega volumna poseka smreke zaradi podlubnikov (ZGS, 2024).

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, prognozično-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>

Ogris N., de Groot M. 2024. Verjetnostna napoved sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2024. *Napovedi o zdravju gozdov, 2024*. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.69>

Witten I.H., Frank E. 2005. *Data mining: practical machine learning tools and techniques*, 2nd edition. San Francisco, Morgan Kaufmann: 524 str.

ZGS. 2024. *Timber*. Podatkovna zbirka o poseku gozdnega drevja. Zavod za gozdove Slovenije

Citiranje: Nikica OGRIS, Maarten de GROOT. 2024. Preverjanje verjetnostne napovedi sanitarnega poseka smreke zaradi podlubnikov v Sloveniji v 2024. *Napovedi o zdravju gozdov, 2024*. URL:

https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=70. DOI: [10.20315/NZG.70](https://doi.org/10.20315/NZG.70)

Prispelo: 11. 12. 2024. Sprejeto: 16. 12. 2024. Objavljeno: 16. 12. 2024.