

RAZVOJ PROGNOŠTIČNEGA MODULA ZA NAPOVEDOVANJE POJAVA DRUGEGA RODU OLJČNE MUHE (*Bactrocera oleae* GMELIN)

Uvod

Zaradi spremenljivih vremenskih razmer ter omejitev v naboru in rabi sredstev za varstvo rastlin je dobro poznavanje populacijske dinamike škodljivih žuželk ključno za učinkovito izvajanje ukrepov varstva rastlin ter omejen vpliv kemičnih pripravkov na ne ciljne organizme. Slednje še posebej velja za oljčno muho (*Bactrocera oleae* Gmelin), predstavnika iz reda dvokrilcev (Diptera). Omenjena vrsta lahko v ugodnih vremenskih razmerah v oljčnikih slovenskega Primorja povzroča izjemno škodo predvsem na lokalni sorti Istrska belica, ki je v slovenskih oljčnih nasadih tudi najbolj zastopana. (<https://www.gov.si teme/oljkarstvo/>, 8.5.2026). Pridelovalci se za omejevanje škode poslužujejo različnih metod zatiranja oljčne muhe. Med najpogostejše ukrepe spada uporaba insekticidne vabe na osnovi spinosada s katero škropijo le del krošnje, sledi škropljenje z registriranimi kontaktnimi in sistemičnimi insekticidi po celotni površini krošnje drevesa. Od nekemičnih metod se pogosto uporablja tudi odvrčala na osnovi kaolina ali zeolita in vabe za množični ulov odraslih osebkov. Uporabo metod z nizkim tveganjem spodbuja tudi Direktiva 2009/128/ES o trajnostni uporabi pesticidov (<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/128/2009-11-25>, 23.2.2026).

Poleg načina zatiranja oljčne muhe je zelo pomemben tudi čas izvedbe ukrepa. Uporaba insekticidnih pripravkov kot je npr. insekticidna vaba je namenjen zlasti preventivnemu zatiranju oljčne muhe ob prekoračenem pragu ulova. Z uspešnim zatiranjem imagov v času pojava lahko omejimo nadaljnji razvoj škodljivca in posledično zmanjšamo škodo na pridelku. Omenjeni način zatiranja je zelo pomemben ob pojavu drugega rodu oljčne muhe, ki se na zgodnejših, priobalnih legah lahko zgodi že v zadnji dekadi junija (Vesel et al., 2020).

V oljčnikih se spremljanje populacijske dinamike oljčne muhe izvaja s feromonskimi vabami ali rumenimi lepljivimi ploščami. Smiselno je tudi spremljanje poškodovanosti naključno nabranih plodov. Na slednjih ugotavljamo delež poškodovanosti, ki jo povzročajo preimaginalni stadiji oljčne muhe. Na podlagi ulovov ali deleža poškodovanosti plodov se prognošična služba oz. pridelovalec odloča o načinu in terminu varstva. Zaradi zahtevnosti zatiranja vrste in »dolgotrajnega« vzorčenja plodov so bili v preteklosti razviti napovedovalni modeli, ki temeljijo na izračunih ulovov samic in povprečnih tedenskih temperatur (Pucci et al., 2013). V uporabi so tudi drugi načini napovedovanja pojava ŠO, ki temeljijo na spremljanju abiotičnih dejavnikov kot sta temperatura zraka in relativna zračna vlaga (Marković et al., 2021). V zadnjih letih se za napovedovanje pojava vrst v svetu uveljavlja tudi pridobivanje podatkov z naprednimi orodji umetne inteligence (globoko učenje – DL, strojno učenje – ML in drugi) (Ahmad et al., 2024).

V sklopu aktivnosti projekta Poseidone (Program Interreg VI-A Italija–Slovenija 2021–2027) je bil med leti 2023 in 2025 na podlagi večletnih opazovanj Oddelka za varstvo rastlin Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica in literature razvit prognošični model za napovedovanje pojava drugega rodu

oljčne muhe (*Bactrocera oleae* Gmelin). Model je bil konec leta 2025 vključen kot modul v Agrometeorološki portal in bo v prihodnje javno dostopen zainteresiranim uporabnikom.

Materiali in metode

Za namene napovedovanja pojava oljčne muhe sodelavci Oddelka za varstvo rastlin Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica že od leta 2013 na več kot dvajsetih lokacijah na območju celotne Primorske spremljajo populacijsko dinamiko vrste. Spremljanje poteka v tedenskih intervalih s pomočjo feromonskih vab Dacotrap. Vabe se v oljčne nasade postavi takoj po zaključku cvetenja, spremljanje praviloma poteka do obiranja oljk v oktobru. Cilj sistematičnega spremljanja škodljivca je določiti pojav prvih imagov drugega rodu in posledično pridelovalcem svetovati glede termina in načina obvladovanja oljčne muhe. Po prvem zatiranju oljčne muhe z nadaljnjim spremljanjem pridobimo podatke o morebitnem ponovnem prekoračenem pragu ulova. Če je prag ulova presežen sledi ukrepanje z registriranim insekticidom oz. omejevanje škode s sredstvi z nizkim tveganjem. Poleg spremljanja ulova odraslih muh se v tedenskih intervalih izvaja tudi preglede poškodovanosti sto naključno izbranih plodov na posamezen oljčnik. V primeru, da je delež aktivnih poškodb presežen ($\geq 3\%$) prav tako sledi napoved za izvedbo nadaljnjih varstvenih ukrepov. Tedenski podatki o ulovu oljčne muhe in delež poškodovanih plodov na različnih lokacijah so objavljeni na spletni strani Agrometeorološkega portala Slovenije (UVHVVR) ter na spletni strani Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica.

Vzporedno s spremljanjem ulova samcev oljčne muhe in ugotavljanjem deleža poškodb na plodovih, na območju celotne Primorske s pomočjo približno štiridesetih meteoroloških in agrometeoroloških postaj različnih virov (UVHVVR, ARSO, ZRSKP in Občina Brda), v polurnih časovnih presledkih potekajo meritve okoljskih parametrov kot so temperatura zraka in tal, omočenost listov, relativna zračna vlaga in količina padavin. Podatki so dostopni uporabniku v sklopu Agrometeorološkega portala, dodatno je omogočen vpogled v podatke iz preteklih pridelovalnih sezon.

Poleg prej omenjenih načinov spremljanja populacijske dinamike in napovedovanja ukrepov zatiranja na podlagi le-teh, obstajajo tudi računski modeli, ki upoštevajo vremenske podatke. Za razvoj žuželk je ključnega pomena akumulirana temperatura, ki preseže določen (minimalni) temperaturni prag. Akumulirana temperatura predstavlja vsoto efektivnih temperatur, ki je izražena kot kumulativna vsota dnevnih povprečnih zračnih temperatur, ki presegajo določen temperaturni prag. Izračun vsote razlik med povprečno dnevno temperaturo in pragom se začne od 1. januarja dalje. Izračun določenih modelov pa kot izhodišče lahko upošteva tudi določeni razvojni stadij. Kot primer slednjega je modul za določanje pojava ameriškega škrtatka (Agrometeorološki portal Slovenije).

V literaturi se pogosto kot orodje za izračun minimalnega temperaturnega praga omenja različne modele, kot je npr. Ikemotov linearni model s katerim so bili v treh iranskih regijah minimalni temperaturni pragovi za preimaginalne stadije določeni z vrednostmi 9,31, 8,41 in 9,39 °C (Mohammadipour et al., 2022). Podobne vrednosti minimalnega pragu navaja tudi portugalska raziskava, kjer minimalni temperaturni prag za pojav drugega rodu oljčne muhe predstavlja vrednost 8,99 °C (Gonçalves in Torres, 2011). Slednjega smo uporabili tudi sami pri izračunu vsote efektivnih

temperatur za razvoj škodljivca v Sloveniji. Analiza ulovov oljčne zajema obdobje med leti 2018 in 2025 in upošteva na vseh lokacijah spremljanja ŠO.

$$VEF = \sum EFT_{\text{dnevna}}$$

Efektivna temperatura posameznega dne od prvega januarja v posameznem letu do zadnjega datuma postavitve feromonskih vab.

T_{dnevna} Povprečna dnevna temperatura zraka.

VEF Vsota efektivne temperature

$\sum EFT_{\text{dnevna}}$ Vsota efektivnih temperature posameznih dni

Preglednica 1: Spremljanje ulova škodljivega organizma v sezonah 2018-2025 na območju Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica.

Pridelovalno območje	Lokacija spremljanja oljčne muhe s feromonskimi vabami
Slovenska Istra	Baredi, Beneša (Ankaran), Bonini, Dekani, Gažon, Grbci, Kavaliči, Liminjan, Osp, Padna, Pivol (Izola), Strunjan, Seča, Mala Seva, Sermin, Šmarje pri Kopru, Sveti Peter, Trebeše, Truške
Vipavska dolina in Kras	Kromberk, Lokvica, Osek, Plače, Šempas, Vrtojba, Vrtovin, Zalošče
Goriška Brda	Gornje Cerovo, Kozana, Višnjevnik, Vipolže

Na posameznih lokacijah na območju Slovenske Istre in Vipavske doline se dodatno spremlja tudi fenofaze sorte Istrska belica. Beleženje fenofaz poteka od razvoja poganjkov do obiranja oljk. Pridobljene podatke spremljanja fenoloških stadijev se uporablja za pripravo prognostičnih obvestil, zlasti za napovedovanje zatiranja nekaterih glivičnih bolezni oljk.

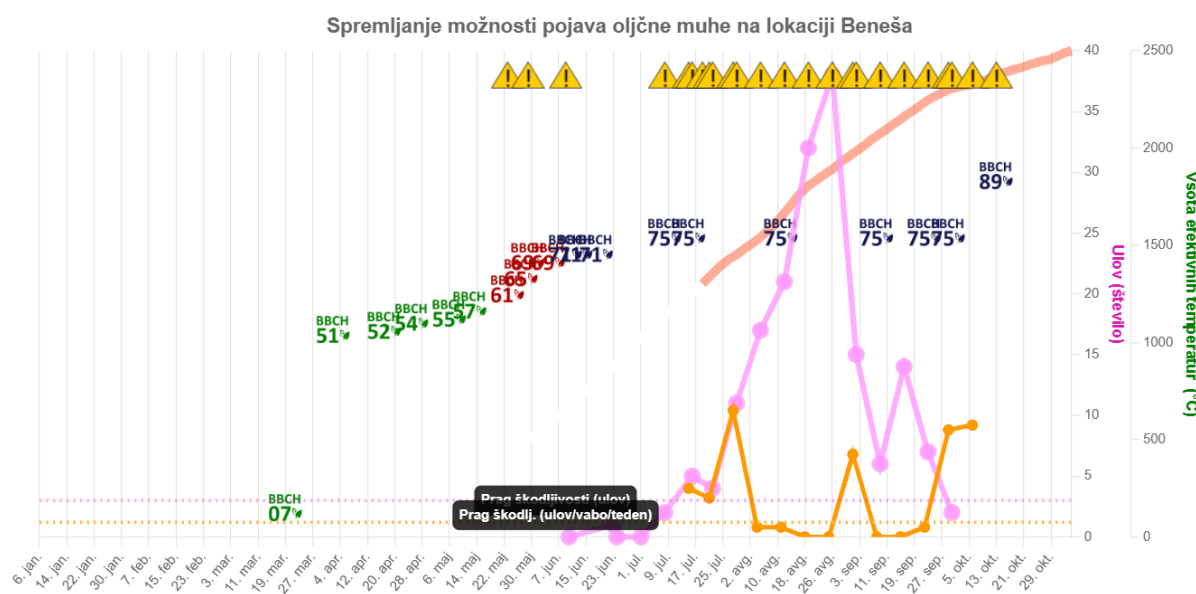
Podatke o opravljenih ulovih smo obdelali z osnovnimi statistikami (minimum, maksimum, mediana, povprečje). Za namen integracije modela v Agrometeorološki portal smo vse podatke potrebne za avtomatske izračune in prikaze (podatki o lokacijah, vhodni podatki, izhodni podatki, mejne vrednosti meteoroloških izračunov, ulovov, dogodke in opozorila) organizirali v posebno matriko za vključitev v podatkovni model podatkovne zbirke Agrometeorološkega informacijskega sistema MS SQL.

V izračune je vključena tudi napoved meteoroloških parametrov in vsote efektivnih temperatur na podlagi podatkov ALADIN-ARSO, ki se 4 krat dnevno prepisujejo v sistem. Na podlagi pripravljenih specifikacij so bile s strani zunanjih izvajalcev izdelane bazne procedure in spletni gradniki za vključitev modula v spletno aplikacijo Agrometeorološkega portala.

Rezultati

Na podlagi opravljenih analiz meteoroloških podatkov med leti 2018 in 2025 ter ulovov oljčne muhe na enaintridesetih lokacijah smo ugotovili, da se pri minimalnem temperaturnem pragu 8,99 °C interval vsote efektivnih temperatur za pojav drugega rodu oljčne muhe giblje med 445,3 in 821,8 °C. V sezonah, ko se oljčna muha pojavi nekoliko bolj zgodaj to pomeni, omenjeni temperaturni prag sovпада s fenofazami, ki potekajo od začetka cvetenja BBCH 61 (Začetek cvetenja: 10% cvetov je odprtih) do zaključka fenološkega stadija BBCH 71 (Velikost plodu je približno 10% končne velikosti).

Za spremljanje celotne dinamike leta oljčne muhe smo v modul vključili tudi šest oljčnikov v katerih se ugotavlja celoletno dinamiko oljčne muhe, torej se spremlja tudi pomladanski rod škodljivca. Za razliko od spremljanja drugega rodu za celoletno spremljanje uporabljamo vabe za množični ulov Flypack Dacus Trap (proizvajalec SEDQ Healthy Crops S.L.), ki kot privabilo vsebujejo prehransko vabo ter feromonski dispenzor. V omenjene pasti se lovita oba spola. S podatki pridobljenimi iz celoletnega spremljanja oljčne muhe lahko ugotovimo v kolikšni meri je škodljivec prezimil in dobimo grobo oceno o potencialu za pojav drugega rodu oljčne muhe.



Slika 1: Sezonska dinamika oljčne muhe (*Bactrocera oleae* Gmelin) v oljčniku na lokaciji Beneša (Ankaran) za sezono 2025. Na grafu so prikazane vrednosti ulova, deleža poškodovanosti (oranžna krivulja) fenofaze in podatki vsote efektivnih temperatur (krivulja rožnate barve). Krivulja vsote efektivnih temperatur se obarva, ki se obarvajo, ko je presežena minimalna vsota efektivnih temperatur. Graf označuje tudi opozorila (⚠) v katerih so podrobno opisani ukrepi za omejevanje ŠO.

Modul na spletni strani Agrometeorološkega portala (<https://agromet.mkgp.gov.si/APP2/Zoo/OMuha>) sestoji iz vstopne strani in strani z vsemi podrobnimi podatki za posamezno lokacijo. Na vstopni strani je hiter vpogled v stanje oljčne muhe za vsako spremljano lokacijo z osnovnimi parametri: zadnja fenofaza, meteorološki izračuni za pretekli dan (padavine, temperatura in vsota efektivnih temperatur), zadnji ulov oljčne muhe in % poškodb, opozorilo in priporočilo na podlagi izmerjenih in spremljanih parametrov, napoved vsote efektivnih temperatur (na podlagi izračunov po sistemu ALADIN (ARSO), opozorila in priporočila za tekoči in naslednji dan (Slika 1) glede na napovedano vsoto efektivnih temperatur.

Z izbiro lokacije se prikažejo vsi podrobni podatki: obvestila in opozorila, grafični prikaz podatkov, arhivski podatki, podrobni izračuni in podatki o spremljanjih ter zbirna tabela po letih, iz katere je razvidna dinamika parametrov skozi leta. V grafičnem prikazu podatkov in podrobnih izračunih je prikazana tudi napoved meteoroloških parametrov.

Pri lokacijah, kjer oljčno muho spremljamo na pasteh Flypack Dacus Trap, se prikazuje zgolj dinamika oljčne muhe z meteorološkimi parametri a brez opozoril za presežene pragove škodljivosti.

Sklepi

Oljčno muho na območju Slovenske Istre, Goriških Brd, Vipavske doline in Krasa sistematično spremljamo že od leta 2013 dalje. Za namene projekta smo statistično obdelali podatke ulovov in povprečne dnevne temperature za obdobje med leti 2018 in 2025 in pripravili prognostični model, ki je od leta 2025 vključen kot prognostični modul Prognostičnega portala. Modul za spremljanje in napovedovanje pojava drugega rodu oljčne muhe je javno dostopen. Na podlagi dobljenih rezultatov spremljanja ugotavljamo, da se pri minimalnem temperaturnem pragu 8,99 °C (Gonçalves in Torres, 2011) odrasli osebk drugi rodu škodljivca pojavijo pri vsoti efektivnih temperatur med 445,3 in 821,8 °C, kar je manj kot navajata portugalski avtorici. V njunem prispevku so se predstavniki drugega rodu pojavili pri vsoti efektivnih temperatur 1837.20 ± 35.82 °DD (8.99 °C). Zaradi spremenljivih vremenskih razmer bomo tudi v prihodnje podrobno spremljali populacijsko dinamiko oljčne muhe na različnih lokacijah in primerjali ulove z izmerjenimi efektivnimi temperaturami. V primeru novih spoznanj glede pojava škodljivca se bo prognostični modul v prihodnje še posodabljal oz. nadgrajeval. Dobljeno orodje predstavlja pomembno pridobitev za prognostično službo, saj pripomore pri odločanju glede ukrepov omejevanja oljčne muhe ter na ta način pripomore k bolj ciljanemu zatiranju z manjšim negativnim vplivom na okolje.

Marko DEVETAK¹, Rahela IPAVEC², Jolanda PERSOLJA³, Jana ŽVEPLAN⁴

^{1,2,4} Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica Oddelek za varstvo rastlin

³ Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

Datum: oktober 2025

Viri:

- Agrometeorološki portal Slovenije; <https://agromet.mkgp.gov.si/APP2/Home/Index> (23.2.2026)
- Ahmad, A., Liew, A. X. W., Venturini, F., Kalogeras, A., Candiani, A., Di Benedetto, G., Ajibola, S., Cartujo, P., Romero, P., Lykoudi, A., Mastrococco De Grandis, M., Xouris, C., Lo Bianco, R., Doddy, I., Elegbede, I., Falvo D'Urso Labate, G., García del Moral, L. F., Martos, V. 2024. AI can empower agriculture for global food security: challenges and prospects in developing nations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7: 1328530, doi: 10.3389/frai.2024.1328530
- Direktiva 2009/128/ES Evropskega parlamenta in sveta; <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/128/2009-11-25> (23.2.2026)
- Gonçalves, M., F., Torres, L., M. 2011. The use of the cumulative degree-days to predict olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), activity in traditional olive groves from the northeast of Portugal. *Journal of Pest Science*, 84: 187–197, <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0340-3>
- Marković, D., Vujičić, D., Tanasković, S., Đorđević, B., Randić, S., Stamenković, Z. 2021. Prediction of Pest Insect Appearance Using Sensors and Machine Learning. *Sensors*, 21, 14: 4846, <https://doi.org/10.3390/s21144846>
- Ministrstvo za kmetijsko, gozdarstvo in prehrano, rastlinska pridelava-oljkarstvo; <https://www.gov.si teme/oljkarstvo/> (8.5.2026)
- Mohammadipour, A., Gharekhani, G., Aghdam, H., R., Keyhanian, A., A. 2022. Estimation of the lower temperature threshold and thermal requirement of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Rossi. (Diptera:Tephritidae) using Degree-Day and Ikemoto linear models. *Journal of Entomological Society of Iran*, 41, 4: 301-319
- Pucci, C., Iannotta, N., Duro, N., Jaupi, A., Thomaj, F., Speranza, S., Paparatti, B. 2013. Application of a statistical forecast model on the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) infestation and oil analysis in Albania. *Bulletin of Insectology*, 66, 2: 309-314
- Vesel, V., Vrhovnik, V., Jančar, M., Bandelj, D., Devetak, M., Baruca Arbeiter, A. 2020. Oljka. Ljubljana, Kmečki glas: 216 str.

¹ dr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica

² mag. inž. hort., prav tam

³ mag., Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

⁴ univ. dipl. inž. agr., Pri hrastu 18, SI-5000 Nova Gorica