

Stručni rad  
*Professional paper*

Nikola Zorić<sup>1\*</sup>, Tomislav Krcivoj<sup>1</sup>, Andrija Jukić<sup>1</sup>

## POSEBNI NADZOR KARANTENSKIH ŠTETNIH ORGANIZAMA U ŠUMAMA REPUBLIKE HRVATSKE

### SAŽETAK

Rad se fokusira na analizu i provedbu programa posebnog nadzora karantenskih štetnih organizama u šumama Republike Hrvatske. Ovaj program, koordiniran od strane Ministarstva poljoprivrede u suradnji s Hrvatskim šumarskim institutom te Hrvatskom agencijom za poljoprivredu i hranu, ključan je za identifikaciju, prevenciju i kontrolu širenja invazivnih vrsta koje predstavljaju prijetnju šumskim ekosustavima. Detaljno se razmatraju metode i strategije nadzora, uključujući planiranje, vizualne preglede, upotrebu feromonskih klopki, te analizu prikupljenih uzoraka. Rad također ističe značaj primjene modernih tehnologija u nadzoru, poput upotrebe bespilotnih letjelica i naprednih molekularnih metoda kao što je LAMP tehnika za brzu detekciju štetnika. Kroz ovaj pristup, rad demonstrira efikasnost programa u praćenju i suzbijanju štetnih karantenskih organizama, ističući važnost kontinuirane adaptacije i uvođenja novih tehnoloških rješenja u zaštitu šumskih ekosustava Hrvatske.

**Ključne riječi: feromonske klopke, invazivne vrste, zaštita šuma**

<sup>1</sup> Hrvatski šumarski institut, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, Hrvatska

\* nikolaz@sumins.hr

## UVOD

Šume su ključne u održavanju biološke raznolikosti i ekološke stabilnosti naše planete, a njihova vitalnost i opstanak izravno su povezani s kompleksnom kombinacijom biotskih i abiotskih čimbenika. Biotski čimbenici obuhvaćaju razne organizme, uključujući kukce, životinje i gljive, koje mogu imati pozitivne ili negativne učinke na šume. S druge strane, abiotski čimbenici kao što su temperatura, oborine, vjetar, poplave i požari kontinuirano utječu na strukturu i dinamiku šumskih ekosustava (Sierota i sur. 2019). Primjer složenosti ovih interakcija može se vidjeti u studiji Pernek i sur. (2019), gdje su visoke temperature i ekstremne suše uzrokovale kumulativni stres na ekosustav u park šumi Marjan, omogućujući brzo širenje mediteranskog potkornjaka (*Orthotomicus erosus*), što je rezultiralo sušenjem borova. Kao biotski čimbenik, potkornjaci su pokazali veliku sposobnost brze adaptacije na promjenjive uvjete, čime su značajno utjecali na dinamiku šumskog ekosustava.

Unos štetnih stranih vrsta je ozbiljan problem, pogotovo u doba sve veće globalne trgovine. Kontrola ovog unosa je ključna, a Program posebnog nadzora (Zakon o biljnom zdravlju, NN 127/19, 83/22; UREDBA (EU) 2016/2031) pokrenula je Europska unija, koja nastoji identificirati, spriječiti širenje i ukloniti takve organizme. Ovaj program provodi se u suradnji s Europskom i mediteranskom organizacijom za zaštitu bilja (EPPO) i Europskom agencijom za sigurnost hrane (EFSA), koja procjenjuje rizike povezane s potencijalno štetnim organizmima. EFSA radi u suradnji s nacionalnim tijelima i drugim stručnjacima kako bi identificirali potencijalne prijetnje, procijenila rasprostranjenost i rizik od širenja te predložila mjere za njihovu kontrolu i suzbijanje (Ciubotaru i sur. 2018).

U Hrvatskoj je program posebnog nadzora pokrenut je 2000. godine i koordinira ga Ministarstvo poljoprivrede. Hrvatski šumarski institut (HŠI) provodi nadzor u šumama, dok Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu provodi nadzor na poljoprivrednom zemljištu. FAO (Food and Organization of the United Nations) karantenskog štetnika opisuje kao štetnika koji ima potencijalno značajan ekonomski utjecaj na ugroženo područje, a još nije prisutan, ili je prisutan, ali nije široko rasprostranjen i službeno se kontrolira. HŠI prati

karantenske štetnike u šumama, a laboratorijske analize prikupljenih uzoraka provode se u Zavodu za zaštitu šuma i lovno gospodarstvo. Tijekom proteklih 5 godina pratilo se 16 različitih karantenskih štetnika: *Agrilus bilineatus*, *Aromia bungii*, *Anoplophora chinensis*, *Anoplophora glabripennis*, *Agrilus auroguttatus*, *Agrilus anxius*, *Agrilus planipennis*, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Dendrolimus sibiricus*, *Fusarium circinatum*, *Geosmithia morbida*, *Monochamus* spp., *Popillia japonica*, *Polygraphus proximus*, *Pissodes* spp., *Xylosandrus crassiusculus*.

Ovaj članak opisuje metode provođenja programa posebnog nadzora nad karantenskim organizmima u šumama u Republici Hrvatskoj. Program obuhvaća različite faze: planiranje, vizualne preglede, prikupljanje i analizu podataka, tumačenje rezultata i evaluaciju. Detaljnije je opisana jedna od metoda, a to je upotreba feromonskih klopki za monitoring karantenskih organizama.

## MATERIJALI I METODE

### METODE PROVOĐENJA PROGRAMA POSEBNOG NADZORA

Provođenje programa posebnog nadzora uključuje nekoliko faza, a one mogu varirati ovisno o cilju nadzora, vrsti karantenskog organizma i drugim čimbenicima. Zajedničke faze za sve karantenske organizme u provođenju programa posebnog nadzora su sljedeće: planiranje, vizualni pregledi, prikupljanje podataka, analiza podataka, tumačenje rezultata. U slučaju pojave karantenskog organizma potrebno je provoditi mjere zaštite, sustavno pratiti mogućnost širenja te evaluirati procjenu učinkovitosti poduzetih mjera. Prvo je potrebno odrediti koji su potencijalni štetni karantenski organizmi koji bi se mogli pojaviti na području Republike Hrvatske. Na temelju biologije, rasprostranjenosti organizma, ekološke prilagodljivosti te ostalih čimbenika koji su navedeni u EFSA smjernicama za pojedini karantenski organizam moguće je prognozirati pojavu te planirati preglede rizičnih područja. Nakon definiranja područja nadzora odabire se najpogodnija metoda monitoringa koja je prikladna za vrstu promatranog karantenskog organizma. Najčešća i najzastupljenija metoda monitoringa karantenskih organizama je korištenje feromonskih klopki. Feromonska klopka je vrsta klopke koja koristi određeni feromonski pripravak kako bi privukla određene vrste lokalne entomofaune. Uporaba feromonskih klopki pruža

nekoliko prednosti u odnosu na ostale metode monitoringa. Ovaj tip klopki je relativno jeftin i lako ih je postaviti. Na tržištu postoji nekoliko različitih tipova feromonskih klopki, te je potrebno odabrati klopku koja je najprikladnija za praćenje potencijalnog štetnog organizma. Razlikujemo različite tipove feromona kao što su seksualni, agregacijski te kairomoni. Klopke se postavljaju s obzirom na biologiju praćenog organizma tj. vrijeme izlaska odrasle jedinke. Uglavnom se postavljaju u proljeće i rano ljeto te se ostavljaju sve do jeseni. Također, vrijeme trajanja nadzora može ovisiti o brzini širenja organizma te o tome koliko je brzo potrebno poduzeti mjere kontrole. Feromonske klopke love većinom samo ciljane vrste te je bitno navesti da su učinkovite i u slučaju male gustoće populacije (Elkinton i Ring 1981).

Nakon definiranja vremenskog okvira, područja nadzora te odgovarajuće metodologije praćenja počinje se s terenskim obilascima. Provođenje vizualnih pregleda iznimno je važno jer se time omogućuje prikupljanje stvarnih podataka o stanju na terenu, a time i donošenje točnih odluka o potrebnim daljnjim mjerama. Vizualni pregledi se mogu provoditi pješice, vozilima ili čak bespilotnim letjelicama ovisno o području koje treba pokriti i dostupnosti prometne infrastrukture. Na terenu je potrebno uspostaviti transekt koji može biti fiksne dužine ili se može prilagoditi ovisno o uvjetima terena. Nakon uspostavljanja transekta i vizualnog pregleda svih stabala (Slika 1) na tom lokalitetu se postavlja feromonska klopka.



Slika 1: Simptomi prisutnosti *Monochamus* sp.



Slika 2: Unitrap i Lindgren multifunnel klopke

Mjesto postavljanja feromonske klopke treba biti pažljivo odabrano na temelju poznavanja životnog ciklusa ciljane vrste. Klopka se obično postavlja na stablo ili neku drugu vertikalnu površinu. Trebala bi biti postavljena na visinu koja odgovara visini leta praćene vrste (Slika 2). Potrebno je obilaziti transekte u određenim vremenskim razmacima (tjednim, mjesečnim) kako bi se pratio ulov u klopkama. Feromone je potrebno zamijeniti kada prestanu biti učinkoviti te izgube svoja svojstva ili u skladu s preporukama proizvođača. U slučaju neprivlačenja entomofaune, feromonsku klopku je potrebno premjestiti na drugo mjesto. Prikupljeni uzorci analiziraju se u laboratoriju Zavoda za zaštitu šuma HŠI. U slučaju pojave morfološki sumnjivog organizma provode se i molekularnoj analizi koja kojom se dobiva točna potvrda nađenog organizma. Za svaki uzeti uzorak na terenu se izrađuje zapisnik u mobilnoj aplikaciji PPN koja je dizajnirana i napravljena samo za potrebe Programa posebnog nadzora. Svaki uzeti uzorak dobiva jedinstveni QR kod kako bi se osigurala sljedivost uzoraka od uzimanja na terenu do konačnih analiza (Slika 3). Podaci o svim uzorcima i zapisnici unose se u bazu podataka Štetnici Hr koja omogućuje lakše pretraživanje, upravljanje i ažuriranje svih raspoloživih podataka te olakšava izradu strategije Programa posebnog nadzora.

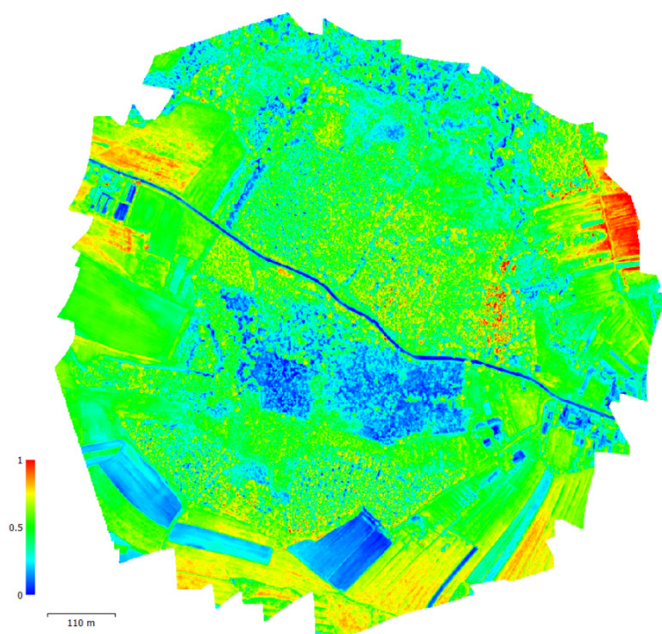
### KORIŠTENJE MODERNIH TEHNOLOGIJA

Korištenje modernih tehnologija postaje sve zastupljenija metoda u provođenju Programa posebnog nadzora. Jedna od njih je upotreba bespilotnih letjelica koja dobiva sve više na važnosti u području šumarstva. Bespilotne letjelice nude niz prednosti i mogućnosti za nadzor šumskih područja



Slika 3: Prikupljanje uzoraka na terenu i označavanje uzoraka

i praćenje karantenskih organizama. Bepilotne letjelice mogu preletjeti teško dostupna područja, snimati visokokvalitetne slike uz relativno nizak trošak i postale su bitan alat u metodama monitoringa u zaštiti šuma. Letjelice mogu biti opremljene različitim senzorima kao što su multispektralne, hiperspektralne i termalne kamere koje pomoću različitih numeričkih indeksa procjenjuju zdravlje i gustoću vegetacije (Tang 2018). Pomoću njih moguće je provesti detaljan pregled šumskih područja iz zraka te identificirati promjene koje su nastale pod utjecajem biotskih i abiotskih čimbenika (Slika 4).



Slika 4: NDVI ortomozaik generiran iz snimaka prikupljenih bespilotnom letjelicom

Na temelju razlike apsorpcije svjetlosti u crvenom (R) i infracrvenom (IR) spektralnom području elektromagnetskog spektra dobiva se tražena vrijednost (Balenović i sur. 2022). Uz sve prednosti važno je znati da korištenje dronova zahtjeva dobro poznavanje operativnih postupaka, sigurnosnih mjera i lokalnih propisa o letenju.

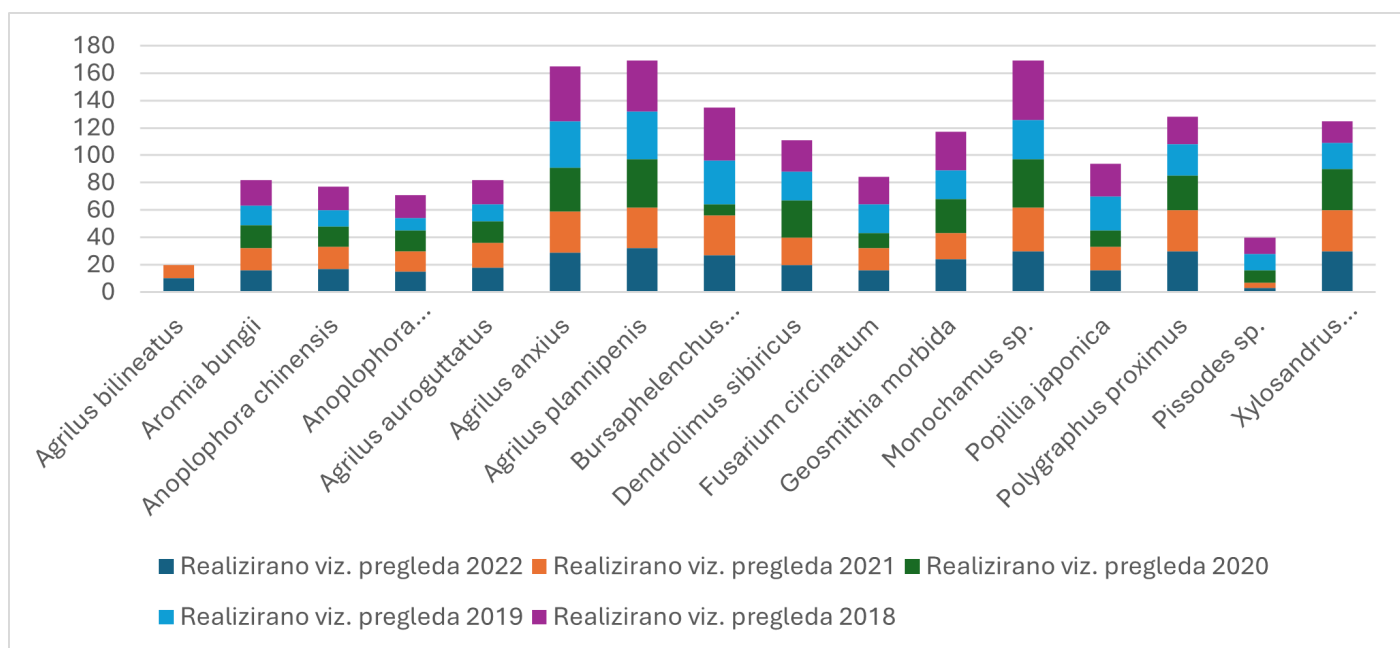
Nova brza metoda detekcije štetnih organizama na terenu je LAMP metoda (Peterson i sur. 2023). LAMP (Loop-mediated isothermal amplification) je molekularna tehnika amplifikacije DNA koja se koristi za detekciju specifičnih sekvenci gena ili patogena. Navedena metoda ima nekoliko prednosti u odnosu na tradicionalnu PCR metodu a to su: brzina analiziranja (30 min), jednostavnost korištenja i mogućnost izvođenja amplifikacije pri konstantnoj temperaturi i mogućnost korištenja na terenu uz brzo dobivanje rezultata. Navedena metoda prema Blaser i suradnici (2018) se pokazala visoko efikasnom na točkama ulaska koje kontrolira fitosanitarna inspekcija kao što su aerodromi, luke te ostale granične točke u Švicarskoj. Metodu su provodili fitosanitarni inspektori s minimalnim laboratorijskim znanjem. Iz perspektive provođenja fitosanitarnih programa, metode molekularne dijagnostike za brzu identifikaciju uhvaćenih potencijalnih karantenskih organizama ključne su za sprječavanje unošenja i širenja organizama u nova područja (Blaser i sur. 2018; Peterson i sur 2023).

#### PROGRAM POSEBNOG NADZORA OD 2018. DO 2022. GODINE

Kako bi pokazali kako je Program posebnog nadzora bitna metoda nadzora karantenskih organizama u šumama Republike Hrvatske dajemo prikaz podataka o godišnjim pregledima različitih vrsta i broju pregledanih lokacija po županijama u Hrvatskoj za razdoblje od 2018. do 2022. godine. Detaljno smo pratili trendove i promjene u broju pregleda za svaku vrstu kao i geografsku distribuciju pregledanih lokacija

Na Slici 5 prikazani su godišnji pregledi za različite vrste praćenih organizama.

Tablica 1 prikazuje broj pregledanih lokacija po županijama u Hrvatskoj za razdoblje od 2018. do 2022. godine.



Slika 5: Provedeni vizualni pregledi od 2018. do 2022. godine

Tablica 1: Broj pregledanih lokacija po županijama od 2018. do 2022. godine

ŽUPANIJA / GODINA	2018	2019	2020	2021	2022
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	4	4	4	2	2
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	6	5	1		2
GRAD ZAGREB	5	5	5	6	6
ISTARSKA	27	28	24	23	27
KARLOVAČKA	14	14	17	11	11
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	5	4	3	4	6
KRAPINSKO-ZAGORSKA	4	4	4	2	2
LIČKO-SENJSKA	18	16	14	11	11
MEĐIMURSKA	3	3	3	2	3
OSJEČKO-BARANJSKA	7	7	5	5	5
POŽEŠKO-SLAVONSKA	9	7	6	4	4
PRIMORSKO-GORANSKA	27	27	27	24	24
SISAČKO-MOSLAVAČKA	7	7	7	6	6
SPLITSKO-DALMATINSKA	12	11	8	5	6
VARAŽDINSKA	3	3	2	2	3
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	4	5	4	3	4
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	5	5	5	6	6
ZADARSKA	17	21	16	10	10
ZAGREBAČKA	6	6	6	8	8
ŠIBENSKO-KNINSKA	3	3	2	4	5
<b>Ukupno</b>	<b>186</b>	<b>185</b>	<b>163</b>	<b>138</b>	<b>151</b>

## ZAKLJUČAK

Program posebnog nadzora je bitna aktivnost kojom se sustavno prati unos i širenje opasnih karantenskih štetnika koji bi mogli imati štetan utjecaj na šumske ekosustave u Republici Hrvatskoj. Redovitim monitoringom nije utvrđen niti jedan od karantenskih organizama koji se prate od 2018. do 2022. godine. U sljedećim godinama sve ćemo više primjenjivati nove tehnologije, poput bespilotnih letjelica i terenskih molekularnih metoda, što omogućuje preciznije i učinkovitije praćenje karantenskih organizama. Zajedno s vizualnim pregledima, feromonskim klopama, ove metode omogućuju brzo otkrivanje i identifikaciju karantenskih organizama, što je ključno za pravovremeno poduzimanje mjera zaštite i suzbijanja karantenskih štetnih organizama.

Suradnja s relevantnim tijelima na razini Europske unije, uključujući Europsku agenciju za sigurnost hrane (EFSA), ključna je za dublje razumijevanje i učinkovito upravljanje rizicima povezanim s karantenskim organizmima. U okviru našeg angažmana, posebnu pažnju posvećujemo korištenju alata RIPEST, koji je razvijen za statistički opravdan nadzor štetnika. RIPEST pruža sofisticiranu analitičku podršku, omogućujući nam da preciznije identificiramo i procijenimo rizike povezane s karantenskim štetnicima u šumskim područjima te definiramo potreban broj uzoraka i nadzora koje moramo provesti.

Osim toga, aktivno sudjelujemo u treninzima organiziranim od strane Europske komisije u okviru programa Better Training for Safer Food (BTSF). Ovi treninzi su izuzetno važni jer pružaju dodatne edukacijske resurse i stručno usavršavanje u području zaštite šuma, s posebnim naglaskom na metodologije praćenja i suzbijanja karantenskih štetnika. Kroz ovu edukaciju, stječemo nove vještine i znanja koja su od suštinske važnosti za unapređenje strategija zaštite šuma na nacionalnoj i europskoj razini.

## LITERATURA

Balenović, I., Jurjević, L., Indir, K., Medak, J., Perić, S., 2022. Geoprostorna analiza stanja Park šume Marjan temeljena na fotogrametrijskim podacima bespilotne letjelice. *Radovi*. 48, 2-14.

Blaser, S., Diem, H., von Felten, A., Gueuning, M., Andreou, M., Boonham, N., ... & Bühlmann, A.. 2018. From laboratory to point of entry: development and implementation of a loop-mediated isothermal amplification (LAMP)-based genetic identification system to prevent introduction of quarantine insect species. *Pest Management Science*. 74(6), 1504-1512.

Coleman, T.W., Graves, A.D., Hoddle, M., Heath, Z., Chen, Y., Flint, M.L., & Seybold, S.J., 2012. Forest stand composition and impacts associated with *Agrilus auroguttatus* Schaeffer (Coleoptera: Buprestidae) and *Agrilus coxalis* Waterhouse in oak woodlands. *Forest Ecology and Management*. 276, 104-117.

Elkinton, J.S., & Cardé, R.T., 1981. The use of pheromone traps to monitor distribution and population trends of the gypsy moth. *Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practice*. 41-55.

European Food Safety Authority (EFSA), Ciubotaru, R.M., Cortiñas Abrahantes, J., Oyedele, J., Parnell, S., Schrader, G., Zancanaro, G., and Vos, S., 2018. Work-plan and methodology for EFSA to develop plant pest survey guidelines for EU Member States. 15(3), p. 1399E).

Pernek, M., Zorić, N., Matek, M., Lukić, I., Novak Agbaba, S., Liović, B., Mihaljević, I., Lacković, N., 2019. Sušenje alepskog bora i gradacija potkornjaka *Orthotomicus erosus* u park šumi Marjan. *Radovi*. 46, 1–18.

Peterson, D. L., Kyle, K., Sallé, A., Pecori, F., Migliorini, D., Santini, A., ... & Cleary, M. 2023. Specificity and Sensitivity of a Rapid LAMP Assay for Early Detection of Emerald Ash Borer (*Agrilus planipennis*) in Europe. *Forests*, 14(2), 436.

Sierota, Z., Grodzki, W., Szczepkowski, A., 2019. Abiotic and Biotic Disturbances Affecting Forest Health in Poland over the Past 30 Years: Impacts of Climate and Forest Management. *Forests*. 10, 75.

Tang, L., & Shao, G., 2015. Drone remote sensing for forestry research and practices. *Journal of Forestry Research*. 26, 791-797.

## **FINANCIRANJE**

Ovaj rad financiran je od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva Republike Hrvatske kroz Program posebnog nadzora karantenskih štetnih organizama.

## **SUKOB INTERESA**

Autori nemaju sukob interesa za prijaviti.

# QUARANTINE PEST SURVEY IN FOREST AREA OF CROATIA

## SUMMARY

The paper focuses on the analysis and implementation of the Survey programme of quarantine pests in forests of the Republic of Croatia. This programme, coordinated by the Ministry of Agriculture in cooperation with the Croatian Forest Research Institute and the Croatian Agriculture and Food Agency, is crucial for the identification, prevention and control of the spread of invasive species that pose a threat to forest ecosystems. Monitoring methods and strategies, including planning, visual inspections, use of pheromone traps, and analysis of collected samples, shall be considered in detail. The paper also emphasizes the importance of applying modern technologies in surveillance, such as the use of unmanned aerial vehicles and advanced molecular methods such as THE LAMP Rapid pest detection technique. Through this approach, the paper demonstrates the effectiveness of the programme in monitoring and combating harmful quarantine organisms, stressing the importance of continual adaptation and introduction of new technological solutions in the protection of forest ecosystems in Croatia.

**Keywords:** forest protection, invasive species, pheromone traps