



# Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

Zadnja sprememba: 12. 08. 2022 07:35:31

## A. Podatki o raziskovalnem projektu

### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra in naziv	V4-1822 - Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda
Vodja	29092 - Maarten De Groot
Naziv težišča v okviru CRP	3.6.1 - Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih pasti ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in številčnosti kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	812
Cenovna kategorija	C
Obdobje trajanja	od 1. 11. 2018 do 31. 10. 2021
Nosilna raziskovalna organizacija	404 - Gozdarski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 - Biotehnika 4.01 - Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo 4.01.01 - Gozd - gozdarstvo
Družbeno-ekonomski cilj	08 - Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FORD	4 - Kmetijske vede 4.01 - Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

### 2. Sofinancerji

DODAJ

## B. Rezultati in dosežki raziskovalnega projekta

### 3. Povzetek raziskovalnega projekta

SLO

V projektu »Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda« smo želeli izboljšati sistem monitoringa podlubnikov v Sloveniji s poudarkom na izboru lokaciji in številu kontrolnih feromonskih pasti in kontrolnih nastav ter uporabi različnih vrst feromonov in tipov pasti.

V DS2 smo razvili dva modela za oceno števila kontrolnih pasti in kontrolnih nastav, ki jih bomo v prihodnjem letu uporabljali za monitoring osmerozobega smrekovega podlubnika. Na podlagi teh modelov smo pripravili predloge protokolov za lokacije in število pasti. Pripravljene so bile spletne aplikacije za načrtovanje lokacij in števila pasti.

Za DS3 smo ocenili različne vrste feromonov in tip pasti ter njihovo stroškovno učinkovitost. Opravili smo terenske poskuse s feromoni Pheroprax®, IT Ecolure Extra®, Ipsotyp®, Ipsowit® in Typosan®. Ugotovili smo, da so IT Ecolure Extra®, Ipsowit® in Pheroprax® najučinkovitejše vrste feromonov. Vsi so v pasti privabili zelo malo plenilcev podlubnikov. Primerjali smo tudi feromone tipa IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus® in ugotovili, da je IT Ecolure Extra® najučinkovitejši, a dražji.

Za primerjavo med režastimi pastmi, lijakastimi in križnimi pastmi smo uporabili samo en tip feromonov. Poleg tega smo primerjali med enojnimi, dvojnimi in trojnimi režastimi pastmi. Režaste pasti, lijakaste in križne pasti so bile podobne po številu ujetih hroščev in številu ujetih netarčnih organizmov. Med enojnimi, dvojnimi in trojnimi režastimi pastmi je prišlo do porasta ujetih hroščev od enojnih do trojnih pasti.

Rezultati so bili razširjeni preko 5 delavnic za lastnike gozdov v DS4. Pripravljena sta bili tudi letak in brošura, kjer je bila predstavljena problematika podlubnikov in rezultati projekta.

V DS5 smo pregledali predpise s področja gozdarstva in ocenili ustreznost določb s področja varstva gozdov. Predlagali smo ustrezne spremembe zakonskih aktov, ki bodo odpravile nedoslednosti in povečale učinkovitost spremljanja in preprečevanja škod zaradi podlubnikov. Številne predlagane spremembe so bile vključene v prenovljeni zakon o varstvu gozdov.

### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta

Osmerozobi smrekovi lubadar je najpomembnejši škodljiv dejavnik za navadno smreko. V zadnjih desetletjih so se zgodile velike abiotične motnje in posledično namnožitve smrekovih podlubnikov. Klimatske spremembe z vedno več vremenskimi ekstremi, pa povečujejo možnost pogostejšega pojavljanja takšnih dogodkov v prihodnje. Za ustrezno odzivanje na tako velike in obsežne namnožitve podlubnikov je nujno kar najhitreje odkriti njihov izvor. V Sloveniji obstaja sistem spremljanja gostote populacij smrekovih podlubnikov s feromonskimi pastmi, ki spremlja številčnost osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja in lahko predvidi namnožitve teh dveh vrst podlubnikov. Vendar pa je vzpostavljen sistem spremljanja trenutno precej neučinkovit in zelo drag. Novi tipi pasti, feromonskih vab in boljše usmeritve glede števila pasti in lokacij namestitve pasti pa bi sistem spremljanja naredila bolj učinkovit in racionalen glede na stroške.

Projekt je bil razdeljen na 5 delovnih sklopov: 1) vodenje projekta, 2) modeliranje in računalniška aplikacija za optimizacijo števila in lokacij

postavljenih pasti ter položenih nastav, 3) testiranje različnih tipov feromonskih vab in pasti za spremljanje številčnosti smrekovih podlubnikov, 4) diseminacija rezultatov projekta in 5) predlogi za izboljšanje pravne ureditve področja varstva gozdov pred podlubniki v Sloveniji.

DS1. Koordinacija  
Odgovorna oseba: Maarten de Groot

S koordinacijo projekta smo usmerjali potek vseh delovnih sklopov skladno s planom. Dvakrat smo gostili tudi dr. Gernota Hocha z Zveznega raziskovalnega centra za gozd (Bundesforschungszentrum für Wald, BFW) – Inštitut za varstvo gozdov (Institut für Waldschutz) iz Avstrije kot zunanjega strokovnjaka.

DS 2. Modeliranje in računalniške aplikacije  
Odgovorna oseba: Nikica Ogris

Aktivnost 2.1: Kriteriji in postopki za določanje optimalnega števila kontrolnih pasti in kontrolnih nastav  
V okviru aktivnosti 2.1 smo določili kriterije, roke in postopke za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve kontrolnih feromonskih pasti ter kontrolnih nastav z upoštevanjem lokalnih razlik v geografskih, klimatskih in ekoloških značilnostih posameznih območij. Iz podatkovne zbirke Varstvo gozdov, ki jo razvija in vzdržuje GIS in kjer ZGS vnaša podatke o ulovu v kontrolne pasti, smo izbrali pasti, ki smo jih vključili v analizo. Izbrali smo pasti od leta 2015 do 2019. V analizo smo vključili podatke iz 7.877 pasti. V obravnavo smo vključili 128 spremenljivk, s katerimi smo zajeli lokalne razlike v geografskih, klimatskih in ekoloških značilnostih posameznih območij. Razvili smo dva modela za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve kontrolnih pasti in kontrolnih nastav. Rezultati so predstavljeni v naslednjem prosto dostopnem članku na spletnem portalu Varstvo gozdov: <https://doi.org/10.20315/NVG.13.3>

Na podlagi razvitih modelov in predlaganih postopkov smo naredili predlog števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. Rezultati so predstavljeni v naslednjem prosto dostopnem članku: <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.56>. V okviru izdelave predloga števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav za leto 2021 smo dodatno izboljšali predloge postopkov in izdali novo različico predlogov postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za *Ips typographus* (Priloga 4 v zgoraj naveden članku).

Aktivnost 2.2: Računalniške aplikaciji za načrtovanje števila in lokacij kontrolnih pasti in kontrolnih nastav  
V okviru aktivnosti 2.2. smo razvili javno dostopni spletni aplikaciji za načrtovanje števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav po posameznih ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS). Spletni aplikaciji implementirata modela, ki sta bila razvita v okviru aktivnosti 2.1. Spletni aplikaciji vključujejo tako tabelarični del in kot grafični del, tj. interaktivno karto. V tabelaričnem delu lahko uporabnik naredi poizvedbo o optimalnem številu kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v tekočem letu za različne ureditvene enote ZGS. V grafičnem delu (interaktivni karti) lahko uporabnik pregleduje optimalne lokacije kontrolnih pasti in kontrolnih nastav v tekočem letu. Aplikaciji omogočata tudi pregled dejanskih lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav za obravnavano leto. Spletni aplikaciji za izračun za leto 2021 sta na voljo na povezavi: [https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=56](https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=56)

DS3. Izboljšanje sistema spremljanja smrekovih podlubnikov z izbiro najbolj učinkovite in ekonomične metode  
Odgovorna oseba: Andreja Kavčič

Aktivnost 3.1: Primerjava učinkovitosti različnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus*, na ulov hroščev te vrste in drugih vrst žuželk, s poudarkom na plenilcih osmerozobega smrekovega lubadarja, na območju Slovenije, natančneje na območjih, prizadetih zaradi ujma.

Poskus smo izvajali v 2019. Med pastmi z različnimi feromonskimi pripravki za *I. typographus* (Pheroprax®, IT Ecolure Extra®, Ipstyp®, Ipsowit® in Tyosan®) smo primerjali ulov *I. typographus*, stranski ulov in ulov plenilcev *I. typographus*. IT Ecolure Extra®, Ipsowit® in Pheroprax® so bili najbolj učinkoviti za privabljanje *I. typographus* in najbolje opisujejo fenologijo hroščev. Po ulovu *I. typographus* je izstopal IT Ecolure Extra®. Netačnih organizmov je bilo v ulovu manj kot 6 %, plenilcev iz rodov *Thanasimus* in *Nemosoma* pa samo nekaj osebkov. Najbolj učinkoviti feromonski pripravki so bili višjega cenovnega razreda. Stroški feromonskih pripravkov predstavljajo manjši del stroškov spremljanja smrekovih podlubnikov, a ta ni zanemarljiv. Največji delež stroškov predstavlja delovna sila oz. delo s postavljanjem pasti in pobiranjem ulova. Primerjava ulova v pasteh z IT Ecolure Extra® in v pasteh z IT Ecolure Tubus® v 2020 je pokazala, da je prvi bolj učinkovit in selektiven, vendar tudi dražji.

Dosegli smo vse zastavljene cilje:

- Izbrali smo feromonski pripravek.
- ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle. *Journal of applied entomology*, ISSN 1439-0418. [Spletna izd.], 2021, vol. 145, iss. 4, str. 312-325, ilustr. <https://doi.org/10.1111/jen.12853>, [COBISS.SI-ID 47183619]
- ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Na kaj moramo biti pozorni, ko izbiramo feromonski pripravek za ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v režaste pasti?. *Novice iz varstva gozdov*, 2021, št. 14, str. 1-4, ilustr. ISSN 1855-8348. <https://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=14-1>, <https://doi.org/10.20315/NVG.14.1>, [COBISS.SI-ID 63715843]
- ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (75 str.)).

Aktivnost 3.2: Primerjava učinkovitosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus*, ter drugih vrst žuželk, s poudarkom na plenilcih osmerozobega smrekovega lubadarja, med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo tipa Theysoh na območju Slovenije, natančneje na območjih, prizadetih zaradi ujma.

V 2020 smo ugotavljali razlike v ulovu med enojno režasto pastjo, lijakasto pastjo in križno pastjo ter med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo. Kot vabo smo uporabili IT Ecolure Extra®, ki je bil izbran v predhodni raziskavi. Enojne režaste, križne in lijakaste pasti se ne razlikujejo po učinkovitosti (ulov *I. typographus*) in selektivnosti (ulov netačnih organizmov). Najbolj cenovno ugodna je lijakasta past, najdražja pa je enojna režasta past. Ulav *I. typographus* v trojno past je približno dvakrat večji od ulova v enojno režasto past – enako velja za stranski ulov in ulov plenilcev. Stroški pasti so se pri uporabi dvojne pasti podvojili, pri uporabi trojne pa potrojili.

Dosegli smo vse zastavljene cilje:

- Izbrali smo tip pasti, ki je najbolj primeren za spremljanje smrekovih podlubnikov.
- ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce bark beetle. Članek objavljen v »Austrian Journal of Forest Science«
- ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (78 str.)).

DS4. Diseminacija  
Odgovorna oseba: Maarten de Groot.

Aktivnost 4.1: Izdelava brošure in letaka

V projektu smo izdelali letak in brošuro, s katerima smo želeli lastnike gozdov ozaveščati o nevarnosti in škodi, ki jo povzročajo smrekovi podlubniki, ter o pomembnosti pravilnega polaganja kontrolnih nastav ter spremljanju smrekovih podlubnikov. Letak je bil oblikovan v obliki A4 zloženke in natiskan v 10.000 izvodih. Preko ZGS je bil razdeljen lastnikom gozdov na različnih dogodkih ter preko revirnih gozdarjev.

Brošura vsebuje osnovne informacije o simptomih, škodi in možnih ukrepih ter podaja predloge za izboljšanje sistema spremljanja podlubnikov (rezultati DS2 in DS3). Predstavljena so spletna orodja, ki so v pomoč lastnikom gozdov pri upravljanju s smrekovimi podlubniki (DS2). Oblikovana je na 16 straneh A5 formata in izdana v 10.000 izvodih ter distribuirana preko ZGS.

Aktivnost 4.2: Organizacija delavnic za lastnike gozdov

Organizirali smo 5 celodnevih delavnic za lastnike gozdov, na katerih smo predstavili pomen spremljanja podlubnikov in rezultate projekta. Delavnice so bile sestavljene iz teoretičnega in terenskega dela. Skupno se jih je udeležilo 136 lastnikov gozdov. Udeleženci so prejeli letak in brošuro.

Dodatna diseminacija:

Rezultate projekta smo predstavili na domačih in mednarodnih strokovnih srečanjih - na 11. seminarju in delavnici iz varstva gozdov (1.-2.6.2021) in na 64. seminarju iz varstva rastlin (Opatija, 4.-7.2.2020).

DS 5 – Predlogi za pravno ureditev področja podlubnikov  
Odgovorna oseba: Nikica Ogris

V DS 5 smo pregledali predpise s področja gozdarstva in presodili ustreznost določil s področja varstva gozdov. Osredotočili smo se na naslednja področja: spremljanje pojava smrekovih podlubnikov v gozdu in skladiščih, odkrivanje žarišč, zatiralni ukrepi, roki za izvedbo. Preverili smo ustreznost in povezljivost med različnimi nivoji pravnih aktov (zakon, pravilniki, uredbe). Predlagali smo ustrezne spremembe pravnih aktov, ki bodo odpravljale neskladnosti in povečale učinkovitost spremljanja in preprečevanja škode zaradi podlubnikov. Predlogi vključujejo tudi nova znanja in izkušnje tako pridobljenih s tem projektom kot tudi drugih projektov in raziskovalcev iz drugih držav. Rezultat aktivnosti je elaborat s predlogi za pravno ureditev področja upravljanja smrekovih podlubnikov. Elaborat smo poslali naročniku projekta in ga prilagamo h končnemu poročilu projekta: OGRIS, Nikica, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Predlogi za pravno ureditev področja upravljanja s smrekovimi podlubniki. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. <http://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=14151>. [COBISS.SI-ID 68492803]

Predlagali smo ustrezne spremembe pravnih aktov, ki odpravljajo neskladnosti, povečajo učinkovitost spremljanja in preprečujejo škode zaradi podlubnikov. Predlagali smo spremembe in dopolnitve Pravilnika o varstvu gozdov in sicer osredotočili smo se na področja upravljanja s smrekovimi podlubniki, tj. spremljanje pojava smrekovih podlubnikov, odkrivanje žarišč, zatiralni ukrepi in roki za izvedbo ukrepov za zatiranje podlubnikov. Naročniku smo priporočili, da se čim prej posodobi Pravilnik o varstvu gozdov s predlaganimi spremembami. Ministrstvo je pravilnik posodobilo in v spremembe vključilo večino predlaganih sprememb oz. izboljšav: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV9492>

## 5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev

Dosegli smo vse ob začetku projekta zastavljene cilje.

Rezultati raziskave so bili objavljeni v domačih in mednarodnih revijah. Poleg tega so bili rezultati posredovani zainteresirani javnosti preko poljudnih člankov kot tudi predstavljeni gozdarski stroki in lastnikom gozdov v sklopu organiziranih delavnic. Javnost smo o rezultatih projekta osveščali tudi preko letaka in brošure.

## 6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine

Pri izvajanju projekta ni bilo večji sprememb.

## 7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju

Naslov (Title) SLO

Ocena najbolj učinkovitega in ekonomičnega feromona za spremljanje smrekovega podlubnika

Naslov (Title) EN

Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle

Opis (Description) SLO

V zadnjih desetletjih je v Evropi čedalje več izbruhov *Ips typographus*. Kot posledica je bila izvedena obsežna sanitarna sečnja z velikimi gospodarskimi in ekološkimi posledicami. Da bi predvideli takšne obsežne izbruhe, je treba vzpostaviti učinkovit sistem spremljanja. Pomemben vidik spremljanja je odločitev, kateri feromon uporabiti. V ta namen smo se odločili testirati pet različnih komercialno dostopnih feromonskih vab v razmerah različnih motenj: Pheroprax®, IT Ecolure Extra®, Ipstyp®, Ipsowit® in Typosan®. Raziskali smo sposobnost feromonov, da omogočijo razlikovanje med lokacijami z motnjami in brez motenj, njihovo razmerje med stroškovno učinkovitostjo in neželjene stranske učinke, kot sta številčnost in sestava prilova. Postavili smo 50 pasti na dveh območjih z lokacijami, ki so jih prizadele ujme in kjer jih niso. Ulov iz pasti smo pobirali vsake 1–2 tedna od konca marca do konca septembra leta 2019. Ugotovili smo, da so IT Ecolure Extra®, Ipsowit® in Pheroprax® ujeli največ *I. typographus* in najbolje prikazali spremembe ulova *I. typographus* v pasteh skozi celotno sezono. Prilov je bil majhen (<6 % celotnega ulova) in ulov plenilcev nizek (nekaj primerkov), vendar se zdi, da imajo nekatere skupine raje določene feromone. Cena feromonov se je povečala z njihovo učinkovitostjo. Vendar pa so stroški feromonov nizki glede na stroške osebja, ki sodeluje pri postavljanju pasti in zbiranju ulova. Na podlagi vseh zbranih podatkov smo izdelali indeks, ki pomaga oceniti stroškovno učinkovitost petih izbranih komercialno dostopnih feromonov. Predstavili smo tudi smernice, kako oblikovati tak indeks, ki bo pomagal drugim raziskovalcem pri izbiri pravega feromona za spremljanje populacij *I. typographus* ali drugih vrst podlubnikov.

Opis (Description) EN

In recent decades, there have been an increasing number of outbreaks of *Ips typographus* in Europe. A large amount of sanitary felling has taken place, with significant economic and ecological consequences. In order to anticipate such large-scale outbreaks, an effective monitoring system should be set up. One important aspect of monitoring is deciding which pheromone to use. Therefore, we decided to test five different commercially available pheromone lures under different disturbance conditions: Pheroprax®, IT Ecolure Extra®, Ipstyp®, Ipsowit® and Typosan®. We investigated the ability of the pheromones to distinguish between disturbed and undisturbed locations, their cost-efficiency ratio, and side effects such as bycatch abundance and composition. We set 50 traps in two areas with sites that were disturbed and undisturbed by windstorms. We collected the catch from traps every 1–2 weeks from the end of March until the end of September in 2019. We found that IT Ecolure Extra®, Ipsowit® and Pheroprax® caught the most *I. typographus* and best showed changes in the trap catch of *I. typographus* throughout the whole season. There was a low amount of bycatch (<6% of the total catch) and a low number of predators (a few specimens), but some groups seem to prefer certain pheromones. The cost of the pheromones increased with their effectiveness. However, pheromone costs are low relative to the personnel costs involved in setting traps and collecting the catch. Based on all of the gathered data, we created an index which helps to assess the cost-efficiency of the five chosen commercially available pheromones. We also present guidelines on how to make such an index to assist other researchers in choosing the right pheromone for monitoring populations of *I. typographus* or other bark beetle species.

Objavljeno v (Published in)

Wiley-Blackwell; Journal of applied entomology; 2021; Vol. 145, iss. 4; str. 312-325; Impact Factor: 2.603; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.993; A: 1; WoS: IY ; Avtorji/Authors: Šramel Nina, Kavčič Andreja, Kolšek Marija, De Groot Maarten;

COBISS ID  
47183619

Leto  
2021

Tipologija (Tipology)  
1.01 - Izvirni znanstveni članek (Original Scientific Article)

Naslov (Title) SLO

Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovni nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*)

Naslov (Title) EN

Proposed procedures for determining the optimal number and locations of monitoring traps, monitoring logs and trap logs for the eight-toothed spruce bark beetles (*Ips typographus*)

Opis (Description) SLO

V prispevku opisujemo predloge postopkov za izračun optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti za namen kontrole gostote populacije, kontrolnih nastav za preprečevalno zatiranje in lovni nastav za zatiranje osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758).

Opis (Description) EN

In the paper, we describe proposals for procedures for calculating the optimal number and locations of monitoring traps for the purpose of population density monitoring, monitoring logs for preventive suppression and trap logs for the suppression of the eight-toothed spruce bark beetles, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758).

Objavljeno v (Published in)

Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov; Novice iz varstva gozdov; 2020; Št. 13; str. 8-11; Avtorji/Authors: Ogris Nikica, Kolšek Marija, De Groot Maarten;

COBISS ID

43787523

Leto

2020

Tipologija (Tipology)

1.03 - Kratki znanstveni prispevek (Short Scientific Article)

Naslov (Title) SLO

Analiza stroškov in koristi različnih pasti za spremljanje smrekovega lubadarja (*Ips typographus*)

Naslov (Title) EN

A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce bark beetle (*Ips typographus*)

Opis (Description) SLO

V večini evropskih držav imajo pasti pomembno vlogo pri spremljanju *Ips typographus* in sistemu zgodnjega obveščanja za napovedovanje izbruhov smrekovih podlubnikov. Za spremljanje različnih vrst organizmov so primerne različne vrste pasti. V raziskavi smo ugotavljali učinkovitost pasti pri ulovu *I. typographus*, ulovu netarčnih organizmov in plenilcev *I. typographus* ter primerjali stroške nakupa za 5 različnih vrst pasti: enojne, dvojne in trojne režaste pasti, križne pasti in lijakaste pasti. Med seboj smo primerjali posebej alternativne vrste pasti (enojna, dvojna in trojna režasta past) ter posebej različne tipe pasti (enojne režaste, križne in lijakaste pasti). Ulov v pasteh v nepoškodovanih gozdnih sestojih (kontrolne lokacije) smo primerjali z ulovom v pasti v gozdnih sestojih, ki so bili v istem letu poškodovani (vetrolom, testne lokacija).

Skupaj smo uporabili 50 pasti, ki so bile vse opremljene z istim feromonskim pripravkom (IT Ecolure Extra®). Vsaka past je imela pet ponovitev v testnem območju in 5 ponovitev v kontrolnem območju. Ulov smo pobirali v intervalih 1–2 tedna od sredine aprila do konca septembra 2020.

Glede na rezultate se enojne režaste, križne in lijakaste pasti ne razlikujejo niti po učinkovitosti niti po selektivnosti. Cenovno najugodnejša je bila lijakasta past, sledili sta ji križna in enojna režasta past. Ulov *I. typographus* v režastih pasteh se je povečeval od enojne preko dvojne do trojne režaste pasti. Enak trend smo opazili tudi pri stranskem ulovu in ulovu plenilcev *I. typographus*. Medtem ko je bil ulov *I. typographus* v trojne režaste pasti približno dvakrat večji kot ulov v enojne režaste pasti, je bila cena trojnih režastih pasti trikrat večja od cene enojnih režastih pasti. Med alternativnimi pastmi je najvišjo oceno pri indeksu učinkovitosti dosegla enojna režasta past, sledila pa ji je enojna režasta past. Enojna režasta past je imela največji indeks učinkovitosti v primerjavi s križno in lijakasto pastjo. Čeprav so stroški pasti precej nižji v primerjavi s stroški dela, njihova vloga v sistemu spremljanja smrekovih podlubnikov nikakor ni zanemarljiva.

Opis (Description) EN

In most European countries, traps play an important role in *Ips typographus* monitoring, early warning system for predicting future outbreaks and for decision making which approach is best to repair the damage. However, to make a good monitoring system, the most effective trap type should be used. We investigated the effectiveness of traps in catching *I. typographus*, their selectivity towards bycatch and towards 3 selected predators (*Nemosoma elongatum*, *Thanasimus femoralis* and *Thanasimus formicarius*), and the cost of using 5 different types of traps: single slot, double slot, triple slot, cross-vane and funnel traps. We investigated the difference between alternative traps (single slot, cross-vane and funnel traps) and separately between different types of slot traps (single, double and triple slot traps). We also tested whether we could sense the difference in *I. typographus* abundance in the locations where the natural disturbance happened in the same year as the experiment took place (tested location), compared to the undisturbed locations (control location). Altogether, we used 50 traps, where every trap type had five repetitions per treatment (undisturbed/disturbed area) and was baited with the pheromone IT Ecolure Extra%. We collected the catch from mid-April until the end of September 2020. We found that the single slot, cross-vane and funnel traps did not differ in their effectiveness and selectivity towards bycatch. The most affordable trap type is the funnel trap,...

Objavljeno v (Published in)

University of Natural Resources and Life Sciences; Austrian journal of forest science; 2022; Jg. 139, H. 2; str. 137-168; Impact Factor: 1.065; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.973; Avtorji/Authors: Šramel Nina, Kavčič Andreja, Kolšek Marija, De Groot Maarten;

COBISS ID

117236483

Leto

2022

Tipologija (Tipology)

1.01 - Izvirni znanstveni članek (Original Scientific Article)

## 8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnost

Naslov (Title) SLO

Na kaj moramo biti pozorni, ko izbiramo feromonski pripravek za ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v režaste pasti?

Naslov (Title) EN

What should we pay attention to when choosing a pheromone preparation for catching the eight-toothed spruce beetle in slot traps?

Opis (Description) SLO

V prispevku povzemamo ugotovitve raziskave, ki je bila narejena v sodelovanju med Gozdarskim inštitutom Slovenije, Oddelkom za varstvo gozdov in Zavodom za gozdove Slovenije (Šramel in sod., 2021). Cilj raziskave je bila primerjava ulova v režaste pasti ob uporabi različnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). Izdelan je bil indeks, s katerim je mogoče določiti učinkovitost feromonskega pripravka za osmerozobega smrekovega lubadarja. Ugotovili smo, da se pripravki med seboj razlikujejo po učinkovitosti, njihova učinkovitost pa ni sorazmerna s ceno.

Opis (Description) EN

In this paper, we summarize the findings of the research, which was carried out in cooperation between the Slovenian Forestry Institute, the Department for Forest Protection and the Slovenia Forest Service (Šramel et al., 2021). The aim of the research was to compare catches in slot traps using different pheromone preparations to attract the eight-toothed spruce bark beetle, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). An index was

created, which can be used to determine the effectiveness of the pheromone preparation for the eight-toothed spruce grouse. We found that the preparations differ from each other in terms of effectiveness, and their effectiveness is not proportional to the price.

Objavljeno v (Published in)

Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov; Novice iz varstva gozdov; 2021; Št. 14; str. 1-4; Avtorji/Authors: Šrnel Nina, Kavčič Andreja, Kolšek Marija, De Groot Maarten;

Šifra

A.01 - članek

COBISS ID  
63715843

Leto  
2021

Tipologija (Typology)  
1.03 - Kratki znanstveni prispevek (Short Scientific Article)

Naslov (Title) SLO

Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021

Naslov (Title) EN

Proposal for the number and locations of control-hunting traps and control-hunting setups in 2021

Opis (Description) SLO

Glede na predloge postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) smo pripravili predlog števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. V večini modelskih celic velikosti 8 × 8 km je bil v 2020 zabeležen napad smrekovih podlubnikov. Zato postopek ni predvidel nobene redne kontrolno-lovne pasti v 2021. Vendar postopek predvideva tudi minimalno število stalnih kontrolno-lovnih pasti, katerih lokacija se ne spreminja in jih spremljamo vsako leto od marca do oktobra vsakih 7 dni. Predvidena je najmanj ena stalna kontrolno-lovna past na eno krajevno enoto Zavoda za gozdo Slovenije, tj. 64 stalnih kontrolno-lovnih pasti. Glede na predlog postopka bi kontrolno-lovne nastave I. serije položili v 111 modelskih celicah. Pri izvedbi postopkov smo identificirali več pomanjkljivosti in v tem prispevku predlagamo njihovo dopolnitev: a) Predlagamo najmanj 266 stalnih kontrolno-lovnih pasti, tj. ena kontrolno-lovna past na modelsko celico, kjer se pojavlja smreka; b) Izbris postopka za izračun rednih kontrolno-lovnih pasti; c) V oba postopka za kontrolno-lovne nastave in lovne nastave dodati izboljšavo, da iz identificiranih modelskih celic odstranimo območja okoli žarišč s polmerom 1 km; d) Dopolnitev postopka za bolj točen izračun števila nastav v modelski celici in sicer tako, da se število nastav prilagodi proporcionalnem deležu sestojev s smreko v modelski celici, kjer se v lanskem letu niso pojavila žarišča smrekovih podlubnikov.

Opis (Description) EN

Based on the proposed procedures for determining the optimal number and locations of monitoring traps, monitoring logs and trap logs for the eight-toothed spruce bark beetles (*Ips typographus*), we have prepared a proposal for the number and locations of monitoring traps and monitoring logs in 2021. In most of 8 × 8 km model cells, an attack of spruce bark beetles was recorded in 2020. Therefore, the procedure did not envisage any regular monitoring traps in 2021. However, the procedure also foresees a minimum number of permanent monitoring traps, the location of which does not change and we monitor them every year from March to October every 7 days. At least one permanent monitoring trap is planned per local unit of the Slovenian Forestry Institute, i.e. 64 permanent monitoring traps. According to the proposal of the procedure, the monitoring logs of the I series would be placed in 111 model cells. We have identified several deficiencies in the implementation of the procedures, and in this contribution we propose to supplement them: a) We propose at least 266 permanent control-hunting traps, i.e. one monitoring trap per model cell where spruce occurs; b) Deletion of the procedure for calculating regular monitoring traps; c) Add an improvement to both procedures for monitoring logs and trap logs to remove areas around hotspots with a radius of 1 km from the identified model cells; d) Supplementing the procedure for a more accurate calculation of the number of settings in the model cell, namely by adjusting the number of logs to the proportional share of stands with spruce in the model cell, where there were no outbreaks of spruce bark beetles last year.

Objavljeno v (Published in)

Gozdarski inštitut Slovenije; Napovedi o zdravju gozdov; 2021; str. 1-8; Avtorji/Authors: Ogris Nikica, Kolšek Marija, De Groot Maarten;

Šifra

A.01 - članek

COBISS ID  
49798915

Leto  
2021

Tipologija (Typology)  
1.03 - Kratki znanstveni prispevek (Short Scientific Article)

Naslov (Title) SLO

Predlogi za pravno ureditev področja upravljanja s smrekovimi podlubniki

Naslov (Title) EN

Proposals for the legal regulation of the management of spruce bark beetles

Opis (Description) SLO

Pripravili smo predloge sprememb pravilnik o varstvu gozdov glede varstva pred podlubniki v gozdovih in na začasnih skladiščih (24. 25., 26. in 29. člen in priloge 8 tega pravilnika).

Opis (Description) EN

We prepared suggestions for changes in the act of forest protection regarding bark beetle management in forests and temporal storage (article 24, 25, 26 and 29 and annex 8 of this act).

Objavljeno v (Published in)

Gozdarski inštitut Slovenije; 2021; 1 spletni vir (1 datoteka PDF (13 str.)); Avtorji/Authors: Ogris Nikica, Kavčič Andreja, Kolšek Marija, De Groot Maarten;

Šifra

COBISS ID  
68492803

Leto  
2021

Tipologija (Typology)  
2.13 - Elaborat, predštudija, študija (Treatise, Preliminary Study, Study)

## 9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine

- 5 seminarjev za lastnike gozdov
- letak
- brošura

## 10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine

## 10.1. Pomen za razvoj znanosti

SLO

Sistem spremljanja smrekovih podlubnikov obstaja že več kot 20 let, a se sproti ni prilagajal sodobnim tehnologijam. Danes obstaja vrsta možnosti za optimizacijo v učinkovitejši sistem spremljanja, ki bi omogočal še ustrežnejše odzivanje na namnožitve smrekovih podlubnikov v prihodnje. Opisani projekt je na različne načine zato pomemben za znanost, še posebej za gozdarstvo. Optimiziran sistem spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja v kontrolnih feromonskih pasteh (DS2) zagotavlja bolj ekonomično vzdržan sistem tako v smislu porabe časa kot porabe finančnih in drugih sredstev. Optimiziran sistem spremljanja številčnosti osmerozobega smrekovega lubadarja s kontrolnimi feromonskimi pastmi in kontrolnimi nastavi (DS2) je povečal zanesljivost napovedi razvoja populacij in namnožitve te najbolj škodljive vrste smrekovega podlubnika. Tekom projekta smo testirali različne tipe pasti. Cilj je bil ugotoviti, kateri tip pasti je najboljši za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) in njegovih potencialnih naravnih sovražnikov kot so plenilci in parazitoidi. Rezultati so ponudili metodo lova s pastmi, ki daje dober vpogled v stanje populacije osmerozobega smrekovega lubadarja obenem pa čim manj negativno vpliva na naravne sovražnike osmerozobega smrekovega lubadarja. V zadnjih letih je bilo razvito več različnih feromonskih vab za osmerozobega smrekovega lubadarja. Do zdaj ni bilo znano, kateri tip je glede na stroške in količino ulova najbolj učinkovit. Primerjali smo ulov med različnimi tipi feromonov in testirali njihovo učinkovitost. Rezultati projekta so pokazali, kateri feromoni so najboljši za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja in istočasno ne ustvarjajo pritiska na naravne sovražnike osmerozobega smrekovega lubadarja, kot so plenilci in parazitoidi.

ANG

At the moment, the monitoring system for spruce bark beetles already exists for more than 20 years, but it has not adapted to the contemporary technology and there are many possibilities to make the system more efficient in order to react to bark beetle outbreaks in the future. This project was therefore in different ways important for science and forestry in particular. An optimized monitoring system for catching spruce bark beetles in control pheromone traps (DS2) has provided more economical maintenance of the control pheromone trap system to monitor the abundance of spruce bark beetles, both in terms of time consumption and the consumption of financial and other assets. An optimized monitoring system for spruce populations with control pheromone traps and control settings (DS2) increases the reliability of forecasting the development of populations and the multiplication of spruce bark beetles. During the project the efficiency of different traps was tested. The aim was to see which traps are best to catch European spruce bark beetle (*Ips typographus*) and possible natural enemies like predators and parasitoids. The outcome gave the trapping method which gives a good insight into the status of the population of the European spruce bark beetle. Besides that this project also showed the method which is least affecting the natural enemies of the European spruce bark beetle. In the last years several types of pheromones were developed for the European spruce bark beetle. Until now it was not known which is the most cost effective. A comparison in catch between the pheromone types was made and the efficiency of the pheromones was tested. We showed which pheromone is best for the monitoring of bark beetles and in the same time does not affect the population pressure by natural enemies like predators and parasitoids.

## 10.2. Pomen za razvoj Slovenije

SLO

Navadna smreka (*Picea abies*) je ena najbolj razširjenih vrst v Sloveniji. Vrsta je ekonomsko zelo pomembna, saj predstavlja osnovo večine lesno predelovalne industrije tako v Evropi kot v Sloveniji. Osmerozobi smrekovi lubadar letno napada velike količine navadne smreke in je zato en izmed pomembnejših škodljivcev te drevesne vrste. Zato je nujno potreben učinkovit sistem nadzora tega škodljivca za namen zmanjšanja uničujočih napadov smrekovih podlubnikov.

En izmed ključnih delov nadzora tega škodljivca je zgodnja zaznava namnožitve populacij podlubnikov. Ko je zaznana namnožitev osmerozobega smrekovega lubadarja, Zavod za gozdove Slovenije označi drevesa za sanitarni posek (C odločba) in tako prične postopek za preprečitev širjenja žarišča in s tem napada še zdravih dreves. S projektom smo optimizirali sistem spremljanja smrekovih podlubnikov in s tem tudi zmanjšanje škode, ki jo podlubniki povzročajo.

Projekt je nadgradil elektronski sistem za varstvo gozdov v Sloveniji, ki je del Javne gozdarske službe, ki jo izvajata Zavod za gozdove Slovenije in Gozdarski inštitut Slovenije. S tem je bila nadgrajena družbena infrastruktura za državno upravo. Elektronski sistem za varstvo gozdov je bogatejši za dve spletni interaktivni aplikaciji: (1) spletna aplikacija za načrtovanje števila in lokacij kontrolnih pasti; (2) spletna aplikacija za načrtovanje števila in lokacij kontrolnih nastav. Poročevalska, prognostična-diagnostična služba za gozdove je postala bogatejša za več prognostičnih modelov: (1) model za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve feromonskih pasti; (2) model za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve kontrolnih nastav.

Postavitev in vzdrževanje (menjavanje feromonov, čiščenje pasti) predstavlja velik strošek. Dosedanje metode spremljanja številčnosti in razvoja populacije smrekovih podlubnikov niso bile optimalne. Optimiziran sistem spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti (DS2) omogoči znižanje stroškov vzdrževanja sistema kontrolnih feromonskih pasti za spremljanje številčnosti smrekovih podlubnikov, tako z vidika porabe časa, kot tudi porabe finančnih in drugih sredstev, ki bremenijo predvsem državni proračun.

ANG

Norway spruce (*Picea abies*) is one of the most abundant species in Slovenia. This species is economically very important, it is the basis of the majority of the wood processing industry in Europe. European spruce bark beetles attack yearly huge quantities of Norway spruce and are therefore one of the most important pests of this tree species. Therefore good working pest management system is needed to reduce the destructive attacks of the bark beetles.

One of the most crucial parts of pest management is the early detection of the bark beetle outbreaks. When a bark beetle outbreak is detected the Slovenia Forest Service can fell the attacked tree and avoid that bark beetles will attack other healthy trees. This project was aiming to optimise the monitoring system for bark beetles and therefore reduce the damage by bark beetles.

Installation and maintenance (replacement of pheromones, trap cleaning) represent a great cost. The methods used to monitor the abundance and development of spruce populations are not optimal. An optimized monitoring system for catching spruce bark beetles in pheromone traps (DS2) will reduce the costs of maintaining the control pheromone trap system in order to monitor the abundance of spruce bark, both in terms of time consumption and the consumption of financial and other assets.

The project upgraded the electronic forest protection system in Slovenia, which is part of the Public Forestry Service, which is carried out by the Slovenia Forest Service and the Slovenian Forestry Institute. This I upgraded the social infrastructure for state administration. The Electronic Forest Protection System is richer for two online interactive applications: (1) an online application for planning the number and locations of control traps; (2) web application for planning the number and locations of control settings.

The reporting, prognostic-diagnostic service for forests became richer for several prognostic models: (1) a model for determining the optimal number and location of the pheromone traps; (2) a model for determining the optimal number and locations for setting up control assignments.

## 11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

### 11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

v domačih znanstvenih krogih  pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Lastniki gozdov, Zavod za Gozdove Slovenije, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano,

### 11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

v mednarodnih znanstvenih krogih  pri mednarodnih uporabnikih

**Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami:**

Sodelovali smo z Zveznim raziskovalnim centrom za gozd (Bundesforschungszentrum für Wald, BFW; Avstrija). Kot strokovni svetovalec projekta je bil vključen dr. Gernot Hoch. Imeli smo dva sestanka, na katerih smo sprva predstavili predloge projektnih raziskav in kasneje rezultate projekta.

**Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:**

Pri vseh objavah, objavljenih v tujih revijah, so bili upoštevani nasveti dr. Gernota Hocha. V teh člankih je bil tudi omenjen v zahvali.

**12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj	
<b>F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.03 Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.04 Dvig tehnološke ravni</b>	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
<b>F.06 Razvoj novega izdelka</b>	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
<b>F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.08 Razvoj in izdelava prototipa</b>	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

Cilj

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Dosežen

Uporaba rezultatov

V celoti

**F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.11 Razvoj nove storitve**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Dosežen

Uporaba rezultatov

V celoti

**F.12 Izboljšanje obstoječe storitve**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Dosežen

Uporaba rezultatov

V celoti

**F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Dosežen

Uporaba rezultatov

V celoti

**F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Dosežen

Uporaba rezultatov

V celoti

**F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso**

Zastavljen cilj

DA  NE



Cilj

Rezultat

Dosežen

Uporaba rezultatov

V celoti

**F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi,**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Dosežen

Uporaba rezultatov

V celoti

**F.19 Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.20 Ustanovitev novega podjetja ("spin off")**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.21 Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.22 Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.23 Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.24 Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.25 Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.26 Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev**

Zastavljen cilj

DA  NE

Cilj

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.28 Priprava/organizacija razstave**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.29 Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.30 Strokovna ocena stanja**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.31 Razvoj standardov**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.32 Mednarodni patent**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.33 Patent v Sloveniji**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.34 Svetovalna dejavnost**

Zastavljen cilj

DA  NE

Rezultat

Ni dosežen

Uporaba rezultatov

Ni uporabljen

**F.35 Drugo**

Zastavljen cilj

DA  NE

Cilj	
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen

**Komentar**

**13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

Vpliv				
<b>G.01. Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>				
G.01.01. Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.01.02. Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.01.03. <input type="text" value="Drugo"/>	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
<b>G.02. Gospodarski razvoj</b>				
G.02.01. Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.02.02. Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.02.03. Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.02.04. Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input checked="" type="radio"/> Velik vpliv
G.02.05. Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input checked="" type="radio"/> Velik vpliv
G.02.06. Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input checked="" type="radio"/> Velik vpliv
G.02.07. Večji delež izvoza	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.02.08. Povečanje dobička	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input checked="" type="radio"/> Velik vpliv
G.02.09. Nova delovna mesta	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input checked="" type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.02.10. Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input checked="" type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.02.11. Nov investicijski zagon	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.02.12. <input type="text" value="Drugo"/>	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
<b>G.03. Tehnološki razvoj</b>				
G.03.01. Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input checked="" type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.03.02. Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.03.03. Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input checked="" type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.03.04. <input type="text" value="Drugo"/>	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
<b>G.04. Družbeni razvoj</b>				
G.04.01. Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input checked="" type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.04.02. Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input checked="" type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.04.03. Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input checked="" type="radio"/> Velik vpliv
G.04.04. Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.04.05. Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
G.04.06. <input type="text" value="Drugo"/>	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
<b>G.05. Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input checked="" type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv
<b>G.06. Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>	<input type="radio"/> Ni vpliva	<input type="radio"/> Majhen vpliv	<input checked="" type="radio"/> Srednji vpliv	<input type="radio"/> Velik vpliv

Vpliv

**G.07. Razvoj družbene infrastrukture**

G.07.01. Informacijsko-komunikacijska infrastruktura  Ni vpliva  Majhen vpliv  Srednji vpliv  Velik vpliv

G.07.02. Prometna infrastruktura  Ni vpliva  Majhen vpliv  Srednji vpliv  Velik vpliv

G.07.03. Energetska infrastruktura  Ni vpliva  Majhen vpliv  Srednji vpliv  Velik vpliv

G.07.04.   Ni vpliva  Majhen vpliv  Srednji vpliv  Velik vpliv

**G.08. Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva**  Ni vpliva  Majhen vpliv  Srednji vpliv  Velik vpliv

**G.09.**   Ni vpliva  Majhen vpliv  Srednji vpliv  Velik vpliv

Komentar

14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi Javnih razpisov za sofinanciranje ciljnih raziskovalnih projektov za leta 2017, 2018 in 2019

<http://podlubniki.gozdis.si/>

## C. Izjave



Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat, ki ga bomo posredovali v digitalni obliki ali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Potrjujemo zgoraj navedene izjave.

**Podpisa:**

Zastopnik oz. pooblaščenca oseba

in

Vodja programa/projekta

Primož Simončič

Digitalno podpisano

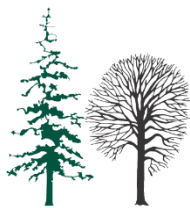
Maarten De Groot

Digitalno podpisano

ŽIG

Datum: 12. 08. 2022

Oznaka obrazca: 5eyw-j12u-1cv0-5q50-88kl-msge-o



**GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE**  
**SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE**

Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija  
T: +386(0)1 200 78 00; F: +386(0)1 257 35 89

Datum: 12.11.2021

Kraj: Ljubljana

**KONČNO POROČILO ZA CILJNI RAZISKOVALNI PROJEKT »IZBOLJŠANJE  
SISTEMA SPREMLJANJA ULOVA SMREKOVIH PODLUBNIKOV V  
KONTROLNE FEROMONSKE PASTI IN SISTEMA POLAGANJA KONTROLNIH  
NASTAV TER IZDELAVA APLIKACIJE ZA NAČRTOVANJE LOKACIJ IN  
ŠTEVILA KONTROLNIH PASTI TER KONTROLNIH NASTAV PO  
UREDITVENIH ENOTAH ZAVODA ZA GOZDOVE SLOVENIJE«**

št. projekta: V4-1822

javni razpis: CRP »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2018

vodja projekta: dr. Maarten de Groot

trajanje projekta: od 1.11.2018 do 31.10.2021

vrednost projekta: 135.000,00 EUR (cenovna kategorija C)

**Vodja projekta:**  
dr. Maarten de Groot

**Direktor Gozdarskega inštituta Slovenije:**  
doc. dr. Primož Simončič

## Kazalo

Kazalo .....	2
Uvod.....	3
DS 1. Koordinacija.....	5
DS 2. Modeliranje in računalniške aplikacije .....	6
DS 3. Izboljšanje sistema spremljanja smrekovih podlubnikov z izbiro najbolj učinkovite in ekonomične metode .....	8
DS 4. Diseminacija.....	11
DS 5. Predlogi za pravno ureditev področja podlubnikov .....	13
Priloge.....	14

## Uvod

Osmerozobi smrekov lubadar je najpomembnejši škodljiv dejavnik za navadno smreko. V zadnjih desetletjih so se zgodile velike abiotске motnje in posledično namnožitve smrekovih podlubnikov. Klimatske spremembe z vedno več vremenskimi ekstremi, kot so suša, žledolom, vetrolom in snegolom, pa povečujejo možnost pogostejšega pojavljanja takšnih dogodkov v prihodnje. Za ustrezno odzivanje na tako velike in obsežne namnožitve podlubnikov je nujno kar najhitreje odkriti njihov izvor. V Sloveniji obstaja sistem spremljanja gostote populacij smrekovih podlubnikov s feromonskimi pastmi, ki spremlja številčnost osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja in lahko predvidi namnožitve teh dveh vrst podlubnikov. Vendar pa je vzpostavljen sistem spremljanja trenutno precej neučinkovit in zelo drag. Novi tipi pasti, feromonskih vab in boljše usmeritve glede števila pasti in lokacij namestitve pasti pa bi sistem spremljanja naredila bolj učinkovit in racionalen glede na stroške.

Projekt je bil razdeljen na 5 delovnih sklopov: 1) vodenje projekta, 2) modeliranje in računalniška aplikacija za optimizacijo števila in lokacij postavljenih pasti ter položenih nastav, 3) testiranje različnih tipov feromonskih vab in pasti za spremljanje številčnosti smrekovih podlubnikov, 4) diseminacija rezultatov projekta in 5) predlogi za izboljšanje pravne ureditve področja varstva gozdov pred podlubniki v Sloveniji.

V okviru projekta smo dosegli naslednje cilje:

1. določili kriterije, roke in postopke za določanje optimalnega števila kontrolnih feromonskih pasti in lokacij njihove postavitve z upoštevanjem lokalnih razlik v geografskih, klimatskih in ekoloških značilnostih posameznih območij,
2. določili kriterije in postopke za določanje optimalnega števila in lokacij kontrolnih nastav;
3. primerjali učinkovitost feromonskih pripravkov oz. atraktantov različnih proizvajalcev (npr. Pheroprax, ECOLURE, Typosan) na ulov osmerozobega smrekovega lubadarja ter na dodatni ulov s poudarkom na plenilcih osmerozobega smrekovega lubadarja na območjih prizadetih zaradi ujm,
4. primerjali učinkovitost ulova osmerozobega smrekovega lubadarja med različnimi tipi pasti z enakim atraktantom (npr. režasta past, križna past) ter dodatnega ulova s poudarkom na plenilcih osmerozobega smrekovega lubadarja na območjih prizadetih zaradi ujm,
5. primerjali ulov osmerozobega smrekovega lubadarja in dodatnega ulova, s poudarkom na plenilcih osmerozobega smrekovega lubadarja, v enojne, dvojne in trojne Theysohnove pasti,
6. izdelali javno dostopne računalniške aplikacije za načrtovanje števila in lokacij kontrolnih pasti in kontrolnih nastav po posameznih ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS),

7. izdelali publikacijo, s katero se lastnike gozdov ozavešča o nevarnosti in škodi, ki jo povzročajo smrekovi podlubniki ter se ozavešča o pomenu pravilnega polaganja kontrolnih nastav kot sestavnemu delu integralnega varstva gozdov pred podlubniki,

8. organizirali delavnice za lastnike gozdov z namenom ozaveščanja o nevarnosti in škodi, ki jo povzročajo smrekovi podlubniki ter o pomenu pravilnega polaganja kontrolnih nastav kot sestavnemu delu integralnega varstva gozdov pred podlubniki, ter

9. pregledali relevantne predpise s področja gozdarstva, presoditi o ustreznosti določil s področja varstva gozdov pred podlubniki (spremljava pojavljanja smrekovih podlubnikov v gozdu in na skladiščih, odkrivanje žarišč, zatiralni ukrepi in roki za izvedbo) in predlagali možne izboljšave.



## DS 1. Koordinacija

Odgovorna oseba: Maarten de Groot

S koordinacijo projekta smo usmerjali potek vseh delovnih sklopov skladno s planom. Sestajali smo se na rednih sestankih projektne skupine in pripravljali letna poročila o projektu. Tekom projekta smo dvakrat gostili dr. Gernota Hocha z Zveznega raziskovalnega centra za gozd (Bundesforschungszentrum für Wald, BFW) – Inštitut za varstvo gozdov (Institut für Waldschutz) iz Avstrije, ki je projekt obiskal kot zunanji ekspert. V *Prilogi 1* sta njegovi evalvacijski poročili.

## DS 2. Modeliranje in računalniške aplikacije

Odgovorna oseba: Nikica Ogris

### Aktivnost 2.1: Kriteriji in postopki za določanje optimalnega števila kontrolnih pasti in kontrolnih nastav

V okviru aktivnosti 2.1 smo določili kriterije, roke in postopke za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve kontrolnih feromonskih pasti ter kontrolnih nastav z upoštevanjem lokalnih razlik v geografskih, klimatskih in ekoloških značilnostih posameznih območij.

Iz podatkovne zbirke Varstvo gozdov, ki jo razvija in vzdržuje GIS in kjer ZGS vnaša podatke o ulovu v kontrolne pasti, smo izbrali pasti, ki smo jih vključili v analizo. Izbrali smo pasti od leta 2015 do 2019 (5 let) in sicer samo tiste, ki so jih praznili vsaj trikrat. Tako smo v analizo vključili podatke iz 7.877 pasti. Ker je določen delež pasti stalen, je v isti pasti na isti lokaciji lahko spremljan ulov več let zapored. Zato je bilo v analizo izbranih 14.000 spremljanih kontrolnih pasti po letih.

V obravnavo smo vključili 128 spremenljivk, s katerimi smo zajeli lokalne razlike v geografskih, klimatskih in ekoloških značilnostih posameznih območij. Spremenljivke smo pripravili v več merilih, tj. velikosti modelne celice (500 m, 1 km, 2 km itd. do 10 km), s čimer smo preskušali tudi vpliv prostorskega merila. S pomočjo multiple regresije smo ugotavljali povezave med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami. Novo znanje, ki smo ga s tem pridobili, smo uporabili pri pripravi predlogov postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja.

Dosegli smo vse zastavljene cilje in rezultate Aktivnosti 2.1:

- Kriteriji, roki in postopki za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve feromonskih pasti
- Kriteriji, roki in postopki za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve kontrolnih nastav
- Model za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve feromonskih pasti
- Model za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve kontrolnih nastav

Rezultati so predstavljeni v naslednjem prosto dostopnem članku na spletnem portalu Varstvo gozdov:

OGRIS, Nikica, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). *Novice iz varstva gozdov*, ISSN 1855-8348, 2020, št. 13, str. 8-11, ilustr. <https://doi.org/10.20315/NVG.13.3> [COBISS.SI-ID 43787523] – Priloga 2

Na podlagi razvitih modelov in predlaganih postopkov smo naredili predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. Rezultati so predstavljeni v naslednjem prosto dostopnem članku na spletnem portalu Varstvo gozdov:

OGRIS, Nikica, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. Napovedi o zdravju gozdov, ISSN 2350-6466, 2021, ilustr. [https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=56](https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=56) [COBISS.SI-ID 49798915] - *Priloga 3*

V okviru izdelave predloga števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav za leto 2021 smo dodatno izboljšali predloge postopkov in izdali novo različico predlogov postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). Nova različica predlogov postopkov je dostopna v zgoraj naveden članku v *Prilogi 3*, na povezavi [https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_priloga.ashx?zapst=17](https://www.zdravgozd.si/prognoze_priloga.ashx?zapst=17)

### Aktivnost 2.2: Računalniški aplikaciji za načrtovanje števila in lokacij kontrolnih pasti in kontrolnih nastav

V okviru aktivnosti 2.2. smo razvili javno dostopni spletni aplikaciji za načrtovanje števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav po posameznih ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS). Spletni aplikaciji sta del nadgradnje obstoječega elektronskega sistema za varstvo gozdov Slovenije in njegov integralni del ([www.zdravgozd.si](http://www.zdravgozd.si)), neposredni uporabniki sistema pa so zaposleni v javni gozdarski službi (ZGS in GIS). Spletni aplikaciji implementirata modela, ki sta bila razvita v okviru aktivnosti 2.1. Spletni aplikaciji vključujejo tako tabelarični del in kot grafični del, tj. interaktivno karto. V tabelaričnem delu lahko uporabnik naredi poizvedbo o optimalnem številu kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v tekočem letu za naslednje ureditvene enote ZGS: gozdnogospodarsko območje (GGO), krajevna enota (KE) in revir. V grafičnem delu (interaktivni karti) lahko uporabnik pregleduje optimalne lokacije kontrolnih pasti in kontrolnih nastav v tekočem letu. Aplikaciji omogočata tudi pregled dejanskih lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav za obravnavano leto.

Spletni aplikaciji za izračun za leto 2021 sta na voljo na povezavi:

[https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=56](https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=56)

Spletni aplikaciji smo implementirali tudi v namizno aplikacijo Varstvo gozdov (VG), ki jo ZGS uporablja v vsakodnevnih opravilih, tj. izpolnjevanju obveznosti po Pravilniku o varstvu gozdov in Zakonu o gozdovih.

Pripravili smo predloge postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja. Pridobljeno znanje smo implementirali v spletnih aplikacijah znotraj elektronskega informacijskega sistema za varstvo gozdov in v DS 5.

## DS 3. Izboljšanje sistema spremljanja smrekovih podlubnikov z izbiro najbolj učinkovite in ekonomične metode

Odgovorna oseba: Andreja Kavčič

Aktivnost 3.1: Primerjava učinkovitosti različnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus*, na ulov hroščev te vrste in drugih vrst žuželk, s poudarkom na plenilcih osmerozobega smrekovega lubadarja, na območju Slovenije, natančneje na območjih, prizadetih zaradi ujme.

V zadnjih desetletjih se je v Evropi in v Sloveniji povečalo število napadov osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). Posledično se je povečala količina sanitarne sečnje smreke, kar ima velike ekonomske in ekološke posledice. Da bi lahko predvideli, kje bo prišlo do prenamnožitve osmerozobega smrekovega lubadarja, je potrebno vzpostaviti učinkovit sistem spremljanja (monitoringa) številčnosti njegove populacije. Eden izmed zelo pomembnih vidikov spremljanja *I. typographus* je uporaba primerne feromonskega pripravka. V ta namen smo naredili raziskavo, v kateri smo preizkusili in med seboj primerjali pet različnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja (Pheroprax®, IT Ecolure Extra®, Ipstyp®, Ipsowit® in Typosan®). Izbrali smo feromonske pripravke, ki se v Evropi pogosteje uporabljajo v praksi in v raziskavah, njihova obstojnost na terenu pa je med 6 in 8 tedni. Poskus smo izvajali od konca marca do konca septembra 2019. Primerjali smo učinkovitost feromonskih pripravkov pri ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja, stranskem ulovu in ulovu plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja. Zanimalo nas je tudi, ali lahko na podlagi ulova v pasti ločimo med območjem, ki je bilo prizadeto zaradi naravne ujme (zaradi vetroloma, ki se je zgodil leto dni pred poskusom), in območjem z nepoškodovanim smrekovim gozdom. Ugotovili smo, da so IT Ecolure Extra®, Ipsowit® in Pheroprax® najbolj učinkoviti v privabljanju osmerozobega smrekovega lubadarja in najbolje pokažejo dinamiko količine ulova skozi čas. Po učinkovitosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja je izstopal IT Ecolure Extra®. Stranskega ulova je bilo pri vseh uporabljenih feromonskih pripravkih malo (manj kot 6% celotnega ulova) in prav tako je bilo zelo malo ujetih plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja (le nekaj osebkov iz rodov *Thanasimus* in *Nemosoma*). Opazili smo, da se osebki določenih družin hroščev stranskega ulova pogosteje pojavljajo v pasteh, opremljenih z določenimi feromonskimi pripravki. Feromonski pripravki, ki so se izkazali za učinkovitejše pri ulovu ciljne vrste, t.j. osmerozobega smrekovega lubadarja, so bili višjega cenovnega razreda.

Stroški feromonskih pripravkov predstavljajo le manjši del stroškov celotnega spremljanja. Največji delež stroškov predstavlja delovna sila oz. delo s postavljanjem pasti in pobiranjem ulova.

V sezoni 2020 smo IT Ecolure Extra® primerjali s feromonskim pripravkom IT Ecolure Tubus®, ki se v zadnjem času uporablja pri rednem spremljanju smrekovih podlubnikov v Sloveniji. Rezultati so pokazali, da je feromonski pripravek IT Ecolure Extra® bolj učinkovit in selektiven v primerjavi s feromonskim pripravkom IT Ecolure Tubus®, vendar je slednji nekoliko cenejši.

Dosegli smo vse zastavljene cilje in rezultate Aktivnosti 3.1:

- Feromonski pripravek, ki bo imel najboljše razmerje med ceno in učinkovitostjo ulova osmerozobega smrekovega lubadarja za potrebe zanesljivega in natančnega napovedovanja namnožitve po naravnih ujmah na območju Slovenije, s kar najmanjšim vplivom na ostale vrste organizmov, predvsem plenilcev smrekovih podlubnikov.
- Elaborat

Rezultati so bili objavljeni v znanstvenem članku:

ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle. *Journal of applied entomology*, ISSN 1439-0418. [Spletna izd.], 2021, vol. 145, iss. 4, str. 312-325, ilustr. <https://doi.org/10.1111/jen.12853>, [COBISS.SI-ID 47183619] – *Priloga 4a*

ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Na kaj moramo biti pozorni, ko izbiramo feromonski pripravek za ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v režaste pasti?. *Novice iz varstva gozdov*. 2021, št. 14, str. 1-4, ilustr. ISSN 1855-8348. <https://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=14-1>, <https://doi.org/10.20315/NVG.14.1>, <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=14069>, DOI: 10.20315/NVG.14.1. [COBISS.SI-ID 63715843] – *Priloga 4b*

In v elaboratu:

ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (75 str.)). – *Priloga 5*

Aktivnost 3.2: Primerjava učinkovitosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus*, ter drugih vrst žuželk, s poudarkom na plenilcih osmerozobega smrekovega lubadarja, med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo tipa Theysoh na območju Slovenije, natančneje na območjih, prizadetih zaradi ujma.

V sezoni 2020 smo tudi ugotavljali razlike v ulovu med tremi različnimi vrstami pastmi, ki se v Evropi najpogosteje uporabljajo za lovljenje osmerozobega smrekovega lubadarja in imajo podobno lovilno površino, t.j. enojno režasto pastjo (Theysohn tip), lijakasto pastjo in križno pastjo. V raziskavi smo ugotavljali tudi razlike med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo. V vseh primerih smo kot vabo uporabili feromonski pripravek IT Ecolure Extra®, ki se je v raziskavi z različnimi feromonskimi pripravki izkazal kot najbolj učinkovit. Poleg analize ulova smo tudi preverili, ali lahko na podlagi ulova v pasti razlikujemo med območjem, ki ga je prizadela naravna ujma (vetrolom, ki se je zgodil manj kot leto dni pred poskusom), in območjem z nepoškodovanim smrekovim gozdom. Ugotovili smo, da se enojne režaste, križne in lijakaste pasti med seboj ne razlikujejo po svoji učinkovitosti (ulov osmerozobega smrekovega lubadarja) in selektivnosti (stranski ulov). Ulav osmerozobega smrekovega lubadarja in stranski ulov se med temi pastmi nista

statistično značilno razlikovala. Najbolj cenovno ugodna je lijakasta past, najdražja pa je enojna režasta past. Rezultati za vse tri vrste režastih pasti so pokazali, da se ulov osmerozobega smrekovega lubadarja povečuje od enojne, preko dvojne do trojne režaste pasti – ulov v trojno past je približno dvakrat večji kot v enojno past, razlika pa je statistično značilna. Enak trend je bil opažen tudi pri stranskem ulovu in ulovu plenilcev. Stroški pasti so se pri uporabi dvojne pasti podvojili, pri uporabi trojne pa potrojili. Na podlagi izračunanega indeksa, kjer smo primerjali učinkovitost in selektivnost pasti s primerljivo lovno površino (enojna režasta, križna in lijakasta past), smo najvišji skupni indeks zabeležili pri enojni režasti pasti. Na podlagi indeksa, kjer smo primerjali vse tri postavitev režastih pasti, pa smo najvišji skupni indeks zabeležili pri trojni režasti pasti, kmalu pa ji je sledila enojna režasta past. Čeprav so stroški pasti nižji v primerjavi s stroški delovne sile, lahko kljub temu igrajo pomembno vlogo pri izbiri vrste pasti za monitoring ali raziskavo.

Dosegli smo vse zastavljene cilje in rezultate Aktivnosti 3.2:

- Kombinacija režaste pasti tipa Theysohn (enojna, dvojna ali trojna past), ki bo ob uporabi iste feromonske vabe omogočala najbolj natančno in zanesljivo napovedovanje namnožitve osmerozobega smrekovega lubadarja po naravnih ujmah na območju Slovenije, s kar najmanjšim vplivom na ostale vrste organizmov, predvsem plenilcev smrekovih podlubnikov.
- Tip pasti, ki bo imel ob uporabi iste feromonske vabe najboljše razmerje med ceno in učinkovitostjo ulova osmerozobega smrekovega lubadarja za potrebe zanesljivega in natančnega napovedovanja namnožitev po naravnih ujmah na območju Slovenije, s kar najmanjšim vplivom na ostale vrste organizmov, predvsem plenilcev smrekovih podlubnikov.
- Elaborat

Rezultati bodo objavljeni v znanstvenem članku:

ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce bark beetle. Članek je poslan v revijo »Austrian Journal of Forest Science« - *Priloga 6*

In v elaboratu:

ŠRAMEL, Nina, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (75 str.)). – *Priloga 5*

## DS 4. Diseminacija

Odgovorna oseba: Maarten de Groot.

### Aktivnost 4.1: Izdelava brošure in letaka

V projektu smo izdelali brošuro in letak (zloženko), s katerima smo želeli lastnike gozdov ozaveščati o nevarnosti in škodi, ki jo povzročajo smrekovi podlubniki, in o pomembnosti pravilnega polaganja kontrolnih nastav.

Letak (zloženka) je bil izdelan z namenom hitrega prenosa informacij o problemih, ki jih prinašajo smrekovi podlubniki, in o sistemu spremljanja njihove številčnosti. Letak je bil oblikovan v obliki dvostranske A4 zloženke in natisnjen v 10.000 izvodih. Preko ZGS se je letak razdeljeval lastnikom gozdov na različnih delavnicah, srečanjih in dogodkih (npr. sejem Narava Zdravje, delavnice v sklopu projekta, ...), poleg tega pa je bil lastnikom gozdov razdeljen tudi preko lokalnih gozdarjev.

ZIDAR, Simon, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, OGRIS, Nikica, DE GROOT, Maarten. *Smrekovi podlubniki : spremljanje njihove številčnosti*. [Ljubljana: Založba Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije], 2021. 1 zloženka ([6 str.], ilustr. <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=14595>. [COBISS.SI-ID 84569347] – Priloga 7

Brošura vsebuje nekoliko bolj poglobljene informacije o problemih s podlubniki, o sistemu spremljanja in o rezultatih tega projekta. Oblikovana je bila na 16 straneh A5 formata in informacije podaja preko besedila in veliko fotografij. Vsebinsko je sestavljena iz več poglavij: uvodna predstavitev smrekovih podlubnikov, simptomi, škoda in možni ukrepi, predlogi za izboljšanje sistema spremljanja podlubnikov: izbira pasti in feromonov (predstavitev rezultatov DS3), določitev optimalnega števila kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav (predstavitev rezultatov DS2) ter uporabna spletna orodja, ki so v pomoč lastnikom gozdov pri upravljanju s smrekovimi podlubniki (tudi rezultati DS2). Brošura je bila izdana v 10.000 izvodih in bila tekom projekta distribuirana preko ZGS na različnih srečanjih z revirnimi gozdarji in na delavnicah, v okviru projekta.

DE GROOT, Maarten (avtor, fotograf), KAVČIČ, Andreja (avtor, fotograf), OGRIS, Nikica (avtor, fotograf), KOLŠEK, Marija, ZIDAR, Simon (urednik). *Spremljanje smrekovih podlubnikov : pomen, metode in učinkovitost*. 1. izd. [Ljubljana]: Založba Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. 15 str., ilustr. <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=14594>. [COBISS.SI-ID 84565251] – Priloga 8

### Aktivnost 4.2: Organizacija delavnic za lastnike gozdov

Organizirali smo 5 celodnevni delavnice za lastnike gozdov, na katerih smo predstavili pomen spremljanja podlubnikov in rezultate projekta. Delavnice so bile sestavljene tako iz teoretičnega kot

terenskega (praktičnega) dela. Delavnice smo organizirali v OE ZGS v delih Slovenije, kjer je bila napadenost s smrekovimi podlubniki v preteklih letih največja.

Delavnice so potekale 21. 6. 2021 v Kočevju, 7.9.2021 v Mokronogu, 29. 9. 2021 v Gorjušah, 19. 10. 2021 v Preddvoru in 20. 10. 2021 v Slovenj Gradcu (Legen). Teoretična predstavitev je poslušalcem ponudila 1) kratko predstavitev projekta, 2) pregled današnjega stanja podlubnikov v Evropi in Sloveniji, 3) predstavitev najbolj učinkovitih in ekonomičnih metod spremljanja glede na tip pasti in feromonov (rezultati DS3), 4) izbor mest za kontrolne nastave in potrebno število pasti za uspešen sistem spremljanja (rezultati DS2), 3) predstavitev delovanja aplikacije za načrtovanje števila in lokacij kontrolnih pasti in kontrolnih nastav (rezultati DS2). Po predstavitvi so bili rezultati aktivnosti (npr. prikaz postavitve kontrolnih pasti in kontrolnih nastav za spremljanje številčnosti populacije osmerozobega smrekovega lubadarja na območju, prizadetih zaradi ujm, obravnava morebitnih problemov, odgovori na vprašanja, ...) predstavljeni tudi na terenu.

Skupno se je delavnic udeležilo 136 lastnikov gozdov (*Priloga 9*).

Udeležencem delavnic sta bili razdeljeni tudi letak in brošura izdelana v aktivnosti 4.1.

#### Dodatna diseminacija:

Rezultate projekta smo predstavili na domačih in mednarodnih strokovnih srečanjih in sicer na 11. seminarju in delavnici iz varstva gozdov (spletni dogodek, 1.-2.6.2021) (*Priloge 10a, b, c*) in na 64. seminarju iz varstva rastlin (Opatija, 4.-7.2.2020) (*Priloga 11*).



## DS 5. Predlogi za pravno ureditev področja podlubnikov

Odgovorna oseba: Nikica Ogris

Izvajalci aktivnosti so: GIS in ZGS.

Pregledali smo predpise s področja gozdarstva in presoditi o ustreznosti določil s področja upravljanja s smrekovimi podlubniki: spremljanje pojava smrekovih podlubnikov, odkrivanje žarišč, zatiralni ukrepi in roki za izvedbo ukrepov za zatiranje podlubnikov. Preverili smo tudi ustreznost in povezljivost med različnimi nivoji pravnih aktov.

Predlagali smo ustrezne spremembe pravnih aktov, ki odpravljajo neskladnosti, povečajo učinkovitost spremljanja in preprečujejo škode zaradi podlubnikov. Pri tem smo upoštevali rezultate projekta CRP MONPOD (V4-1822), CRP Podlubniki (V4-1623), JGS-PPD in najnovejša znanja iz področja varstva gozdov.

V DS 5 smo pregledali predpise s področja gozdarstva in presodili ustreznost določil s področja varstva gozdov. Osredotočili smo se na naslednja področja: spremljanje pojava smrekovih podlubnikov v gozdu in skladiščih, odkrivanje žarišč, zatiralni ukrepi, roki za izvedbo. Preverili smo ustreznost in povezljivost med različnimi nivoji pravnih aktov (zakon, pravilniki, uredbe). Predlagali smo ustrezne spremembe pravnih aktov, ki bodo odpravljale neskladnosti in povečale učinkovitost spremljanja in preprečevanja škode zaradi podlubnikov. Predlogi vključujejo tudi nova znanja in izkušnje tako pridobljenih s tem projektom kot tudi drugih projektov in raziskovalcev iz drugih držav. Rezultat aktivnosti je elaborat s predlogi za pravno ureditev področja upravljanja smrekovih podlubnikov. Elaborat smo poslali naročniku projekta in ga prilagamo h končnemu poročilu projekta:

OGRIS, Nikica, KAVČIČ, Andreja, KOLŠEK, Marija, DE GROOT, Maarten. Predlogi za pravno ureditev področja upravljanja s smrekovimi podlubniki. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (13 str.)). <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=14151>. [COBISS.SI-ID 68492803] – *Priloga 12*

Predlagali smo ustrezne spremembe pravnih aktov, ki odpravljajo neskladnosti, povečajo učinkovitost spremljanja in preprečujejo škode zaradi podlubnikov. Predlagali smo spremembe in dopolnitve Pravilnika o varstvu gozdov in sicer osredotočili smo se na področja upravljanja s smrekovimi podlubniki, tj. spremljanje pojava smrekovih podlubnikov, odkrivanje žarišč, zatiralni ukrepi in roki za izvedbo ukrepov za zatiranje podlubnikov. Naročniku priporočamo, da se čim prej posodobi Pravilnik o varstvu gozdov s predlaganimi spremembami.

## Priloge

Priloga 1: Poročili obiska nadzornika projekta dr. Gernot Hoch

Priloga 2: Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*)

Priloga 3: Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021

Priloga 4a: članek: Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle

Priloga 4b: članek: Na kaj moramo biti pozorni, ko izbiramo feromonski pripravek za ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v režaste pasti?

Priloga 5: elaborat: Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov

Priloga 6: osnutek članka: A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce bark beetle

Priloga 7: Letak

Priloga 8: Brošura

Priloga 9: Delavnice za lastnike gozdov - liste prisotnosti

Priloga 10: 11. seminar in delavnica iz varstva gozdov - predstavitev

Priloga 11: 64. seminar varstva rastlin, Opatija - program

Priloga 12: Predlogi za pravno ureditev področja podlubnikov

To  
Dr. Maarten de Groot  
Department of Forest Protection  
Slovenian Forestry Institute  
Vecna pot 2  
1000 Ljubljana  
SLOVENIA

 GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE Ljubljana, Večna pot 2		
<b>25 -07- 2019</b>		
Datum:		
Številka	Priloge	Odd.
21/20		dr. de Groot

Datum  
**19.7.2019**

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

SachbearbeiterIn  
DI Dr. Gernot Hoch

Telefon/DW  
+43 1 878 38 - 1155

E-Mail  
[gernot.hoch@bfw.gv.at](mailto:gernot.hoch@bfw.gv.at)

### CRP MonPod: Reviewer's report on project workshop in Ljubljana, 5<sup>th</sup> June, 2019

The project leader M. de Groot presented the objectives, structure and methodical approach of the project CRP MonPod. Details on particular activities were provided by A. Kavčič and N. Ogris (all Slovenian Forestry Institute). The Department of Forest Protection of the Slovenian Forestry Institute was represented by department head B. Piškur, the Slovenian Forest Service was represented by M. Kolšek.

De Groot first introduced the background of the project. An unprecedented outbreak of *Ips typographus* in Slovenia followed the ice storm in 2014; sanitary felling reached the maximum in 2016. Slovenia has a very intensive bark beetle monitoring system using pheromone traps. More than 3000 traps were used in 2018. Optimization of this monitoring system was presented as one important aim of CRP MonPod.


Objectives of CRP MonPod were presented by de Groot. Ogris and Kavčič added detailed information on applied methods for their respective work packages. Questions were discussed throughout the presentations. Objectives of the project are to define criteria, deadlines, optimal number, and placement of traps. Different lures and different trap types will be compared. A modeling approach will be used to determine optimal trap numbers and trap placement. A web application to support the monitoring program will be made publically available. Finally, the Slovenian forestry regulations regarding bark beetle management will be reviewed for potential improvement.

The presentations and discussions were followed by a field trip to Jezersko, one of the experimental sites. We saw and discussed the set up of traps for testing lures. Five traps with different commercially available lures (Pheroprax, IpsTyp, Ipsowit, Typosan, IT Ecolure extra) are set up in one

area. Traps are set up at more than 1000 m distance from each other. In total, 50 traps are used in two areas, one affected by winthrow and one unaffected serving as control. Five replicates per lure per area are used. In 2020, a similar experiment will be set up comparing different types of traps, such as Theysohn traps, Lindgren funnel traps or crossvane traps. We discussed the rationale for trap set up at relatively big distance. The main argument was that this way any influence between traps can be excluded. The disadvantage is that local differences in beetle populations between trap locations will become more important. However, this should be outweighed by the good number of replicates. Measuring trap catches of both, *I. typographus* and non-target insects, observing the field life of the pheromone dispensers, and considering the costs will give a good data basis for recommendations of a particular lure and trap type in the monitoring program.

One very important task for the project team in the first year will be to clearly define what a bark beetle monitoring system should achieve. Which kind of information will be derived from the monitoring data? How will this information be used by forest managers? This will be the essential basis for the evaluation of lures and trap types (see above) as well as for the recommendation of the optimal trap density and placement.

Overall, I believe that this project can be extremely valuable for Slovenian forestry; the outcome is of great practical importance. Bark beetle monitoring with pheromone traps is one central tool in bark beetle management since it provides information on flight activity and allows for better planning of search for new infestations as well as for timely removal of breeding material or infested trees. However, this monitoring is very costly due to high costs of lures, traps and most importantly labor for weekly controls. Therefore, the CRP MonPod can contribute to a substantial improvement of the efficiency of the bark beetle monitoring by recommending the most effective (also considering costs) lures and traps and particularly by suggesting optimal trap numbers and placement. And it will make the system more easily available by developing new online applications.



Priv.-Doz. Dr. Gernot Hoch  
Department of Forest Protection, BFW Vienna



To  
Dr. Maarten de Groot  
Department of Forest Protection  
Slovenian Forestry Institute  
Vecna pot 2  
1000 Ljubljana  
SLOVENIA

Datum  
**4.11.2021**

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

SachbearbeiterIn  
DI Dr. Gernot Hoch

Telefon/DW  
+43 1 878 38 - 1155

E-Mail  
[gernot.hoch@bfw.gv.at](mailto:gernot.hoch@bfw.gv.at)

### CRP MonPod: Reviewer's report on project workshop in Ljubljana, 11<sup>th</sup> October, 2021

The project leader Maarten de Groot presented the objectives, structure and methodical approach of the project CRP MonPod. Details on particular activities were provided by A. Kavčič, N. Ogris and M. de Groot (all Slovenian Forestry Institute). The Department of Forest Protection of the Slovenian Forestry Institute was represented by department head B. Piškur, the Slovenian Forest Service was represented by M. Kolšek, and the Slovenian Ministry of Agriculture, Forestry and Food was represented by Alenka Korenjak.

Ogris presented his analysis of the current bark beetle trapping system with 2953 traps in Slovenia. A good correlation between spring catch and sanitary felling in a 4 km radius suggests that pheromone traps are suitable monitoring tools. Ogris' results clearly indicate that the number of monitoring traps can be significantly reduced to 266 permanent monitoring traps for *Ips typographus*. These traps must be activated before the onset of spring swarming and must be checked weekly.

Kavčič presented the results of a test of commercially available pheromone lures for *I. typographus*. Lures were evaluated regarding catch of *I. typographus*, non-target insects and costs; an index to assess cost efficiency was calculated. Overall, the product Ipsowit ranked highest in the analysis. The results have already been published in an international, peer reviewed scientific journal (Šramel, Kavčič, Kolšek and de Groot, 2021: Journal of Applied Entomology, DOI: 10.1111/jen.12853).

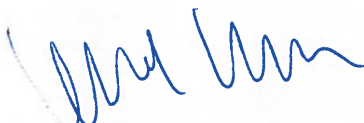
De Groot presented the results of a test of different trap types (single, double and triple Theysohn traps, a cross vein trap, and a multi-funnel trap). The well designed experiment followed the same basic approach as the test of the lures. Catches of *I. typographus* did not differ significantly between single Theysohn, cross vein and multi-funnel trap. However, non-target bycatch was much higher in

the latter types. *I. typographus* catches were significantly higher in triple traps. The combined cost efficiency index gave best results for single and triple Theysohn traps; the better catch performance of the latter is outweighed by its higher costs.

Kolšek summarized the dissemination activities in the project, such as workshops for foresters and forest managers (being complicated by the Covid situation), and showed new leaflets and brochures on bark beetle management.

After a general discussion, the workshop was continued in the field. Several trapping sites in the area of Kranj were visited and practical issues of monitoring and managing bark beetles were discussed together with Martin Umek, leader of the regional unit Kranj (Slovenia forest service).

Overall, the project achieved its goals to define criteria, deadlines, optimal number, and placement of traps very well. Experiments and analysis were very well conducted by the project team. The experimental tests of traps and lures together with the calculation of cost effectiveness indices for the tested products provide the basis for decisions by the Forest Service which traps and pheromone lures to use. The analysis of current traps and modelling the effect of trap density and trap placement are another important basis for designing a revised bark beetle monitoring system. The project gave the very clear recommendation that number of traps for the monitoring network can be significantly reduced from currently 2953 to 266 traps – given that these traps are very well maintained. This way, costs for the monitoring can be cut significantly by reducing costs for material and particularly the very labor intensive trap maintenance. Together with the phenology model RITY (Ogris et al. 2019) the optimized trap network will be one highly effective, basic tool for integrated bark beetle management in Slovenia. This was a highly successful project; and it has to be mentioned that besides presenting results of great practical importance for the Slovenian Forest Service and forestry practice as well as activities for outreach and training, the project team also achieved to publish the results in an acknowledged scientific journal.



Priv.-Doz. Dr. Gernot Hoch

Department of Forest Protection, BFW Vienna

## Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*)

Nikica OGRIS<sup>1\*</sup>, Marija KOLŠEK<sup>2</sup>, Maarten de GROOT<sup>1</sup>

### Povzetek

V prispevku opisujemo predloge postopkov za izračun optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti za namen kontrole gostote populacije, kontrolnih nastav za preprečevalno zatiranje in lovnih nastav za zatiranje osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758).

**Ključne besede:** kontrolna past, kontrolna nastava, lovna nastava, optimizacija, protokol, osmerozobi smrekov lubadar, *Ips typographus*, smreka, *Picea abies*, spremljanje, monitoring

### 1 Uvod

V Sloveniji imamo vzpostavljen sistem spremljanja gostote populacij dveh vrst smrekovih podlubnikov, in sicer osmerozobega smrekovega lubadarja (*I. typographus*) in šestrozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761)) z uporabo kontrolnih pasti s feromonskimi vabami, ki jih namešča Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) na podlagi letnega programa varstva gozdov, strokovnih navodil (Kolšek in Jakša, 2012b) in Pravilnika o varstvu gozdov (RS, 2009).

Kontrolne pasti in kontrolne nastave se prednostno namestijo v gozdovih, ki so starejši od 60 let in imajo lesno zalogo smreke več kot 50 %, ter kjer so se v preteklih letih pojavljale namnožitve smrekovih podlubnikov, in sicer se praviloma namesti ena past ali nastava na 50 ha (RS, 2009).

V letu 2020 je bilo za spremljanje gostote smrekovih podlubnikov v gozdovih uporabljenih 3.340 kontrolnih pasti (Ogris in Kolšek, 2020). Za primerjavo, Avstrija ima približno štirikrat večjo površino gozdov (ok. 4,0 milijonov ha) vendar ima za namen kontrole gostote populacije smrekovih podlubnikov samo 185 kontrolnih pasti (Krehan in Steyrer, 2016). Zato domnevamo, da število kontrolnih pasti za namen kontrole gostote populacije podlubnikov v Sloveniji ni optimalno. Poleg tega domnevamo, da tudi njihova razporejenost ni optimalna glede na lokalne razlike v klimatskih in ekoloških značilnostih območij, ki pomembno vplivajo na populacijsko dinamiko smrekovih podlubnikov.

Postavitve in vzdrževanje pasti (menjava feromonskih vab, čiščenje, pasti) namreč poleg delovne sile zahtevata tudi relativno velik materialni finančni vložek, razlike v klimatskih in ekoloških značilnostih lokacij posameznih pasti pa vplivajo na razliko v fenologiji hroščev. Z inovativno zasnovano omrežja feromonskih pasti, ki bi temeljilo na upoštevanju vrednosti ključnih dejavnikov razvoja smrekovih podlubnikov na posameznih lokacijah po Sloveniji, bi sedanje stroške lahko zmanj-

šali, hkrati pa bi povečali zanesljivost napovedi prenamnožitve populacij, kar bi omogočalo učinkovitejše in bolj ekonomično načrtovanje in izvajanje (preprečevalno-zatiralnih) ukrepov proti prenamnožitvam smrekovih podlubnikov.

Cilj raziskave je bil razviti predlog postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti za namen kontrole gostote populacije, kontrolnih nastav za preprečevalno zatiranje in lovnih nastav za zatiranje *I. typographus*. Predlagani postopki temeljijo na neobjavljenih rezultatih raziskave (Ogris, 2020). Zato v uvodnem delu vsakega od postopkov podajamo znanstvene osnove, ki so usmerjale razvoj teh postopkov.

Integralna metoda obvladovanja podlubnikov temelji na treh sklopih ukrepov (Titovšek, 1988): (a) preprečevalni (preventivni) ukrepi, (b) preprečevalno-zatiralni (profilaktični) ukrepi, (c) zatiralni (kurativni, represivni) ukrepi. Tako kontrolno-lovne pasti in kontrolno-lovne nastave uporabljamo v preprečevalno-zatiralnih ukrepih, ko je gostota populacije endemična, tj. pod pragom, ki označuje prenamnožitev. Ko pride do prenamnožitve podlubnikov, pričnemo z izvajanjem zatiralnih ukrepov, ki med drugimi vključujejo tudi uporabo lovnih pasti in lovnih nastav. Namen naše raziskave ni bil celostna obravnava integralnega varstva pred podlubniki, kakor je to zajel Titovšek (1988) v svoji monografiji. V naši raziskavi kontrolno-lovne pasti imenujemo kontrolne, ker smo želeli poudariti, da je predlog postopka namenjen zgolj kontroli gostote populacije smrekovih podlubnikov, manj pa zmanjševanju gostote njihovih populacij (preprečevanju namnožitve) oz. uničevanju ujetih hroščev.

## 2 Predlog postopka za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti

### 2.1 Uvodna dejstva

Namen kontrolne pasti je spremljanje gostote populacije *I. typographus*, tj. ugotavljanje ali je populacija prenamnožena, ali se bo zgodil izbruh in napad zdravih gostiteljev v tekočem letu na vplivnem območju pasti.

Spomladanski ulov v tem prispevku razumemo kot kumulativni ulov v kontrolni pasti od datuma prvega rojenja do datuma zaključka razvoja prve generacije, kot ju napove model RITY (Ogris in sod., 2019).

Spomladanski ulov v pasteh pozitivno korelira s količino evidentiranih lubadark v bližini v prejšnjem letu. Najmanjša še statistično značilna korelacija je bila v kolarju s polmerom 4 km in širino 500 m (premer 8 km) (Ogris, 2020). Sklep: kontrolne pasti ni treba postavljati v bližino lanskih žarišč, ker podatek o prenamnoženosti populacije dobimo že iz sanitarne sečnje smreke zaradi *I. typographus*.

Spomladanski ulov v pasteh pozitivno korelira tudi s količino evidentiranih lubadark v bližini v tekočem letu. Najvišja korelacija je bila zabeležena v kolobarju s polmerom 4 km in širino 500 m (premer 8 km) (Ogris, 2020).

Kontrolne pasti je treba postaviti pravočasno. Če pasti niso postavljene pravočasno, se korelacija ulova v pasti in količine evidentiranih lubadark v tekočem letu bistveno zmanjša (do 400%) (Ogris, 2020).

Populacija *I. typographus* je na lokaciji pasti prenamnožena, če spomladanski ulov v eni pasti šteje 7.000 ali več osebkov *I. typographus* (Ogris, 2020). Na takšnih lokacijah navadno pride do napada zdravih smrek in posledično sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov.

## 2.2 Predlog postopka

Predlog postopka za izračun optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti za *I. typographus* za namen ugotavljanja prenamnožitve populacij na vplivnem območju pasti je naslednji:

1. Izdelava karte iz evidence ZGS izbire smreke za sanitarni posek zaradi podlubnikov v lanskem letu. Vzamemo centroide odsekov, kjer je bil zabeležen sanitarni posek zaradi podlubnikov v lanskem letu in zarišemo kroge s polmerom 4000 m, s čimer pridobimo karto 1, ki predstavlja območja, kjer pasti ni treba postavljati.
2. Izdelava karte gozdov, kjer se pojavlja smreka z lesno zalogo večjo kot nič (karta 2). Karto pridobimo z generalizacijo sestojne karte.
3. Izdelati razliko med karto 1 in 2, s čimer pridobimo območja, kjer se pojavlja smreka in v lanskem letu ni bilo zabeleženih žarišč (karta 3). Na teh lokacijah je potrebna kontrola gostote populacije *I. typographus* s kontrolnimi pastmi.
4. Identificirati modelne celice  $8 \times 8$  km s prisotnostjo smreke, kjer v lanskem letu ni bilo žarišč:
  - a. Izdelati presek mreže  $8 \times 8$  km s karto 2 (karta 4a)
  - b. Izdelati presek mreže  $8 \times 8$  km s karto 3 (karta 4b)
  - c. Identificirati modelne celice, kjer ni bilo zaznanih žarišč v prejšnjem letu: površina (4a) = površina (4b), s čimer pridobimo karto 4c
5. Dodatna pravila:
  - a. Vsaj 10 % površine modelske celice morajo zasedati sestoji s smreko, sicer kontrolne pasti ne postavimo.
  - b. Dodatno pravilo za obravnavo robnih celic na državni meji: če je imela vsaj ena sosednja modelska celica žarišče v lanskem letu, se domneva, da jo je imela tudi robna celica na državni meji.
6. V identificiranih modelskih celicah se postavi po ena kontrolna feromonska past in vloži se feromonska vaba za *I. typographus*.
  - a. Če modelska celica seka različne krajevne enote ZGS (KE), se past postavi v tisto KE, ki ima najmanj smreke, izraženo v deležu lesne zaloge, ker je količina ulova v pasti v negativni korelaciji s količino smreke v lesni zalogi v bližini pasti (Ogris, 2020).

7. Past moramo postaviti pred pričetkom rojenja *I. typographus*, kot ga napove model RITY. Če rojenje zamudimo, pasti ne postavimo.
8. Past redno spremljamo enkrat na teden in merimo ulov v pasti. Podatke o ulovu sproti vnašamo v računalniški program Varstvo gozdov (Ogris, 2012a, 2012b).
9. Past spremljamo do konca razvoja prve generacije, kot ga napove model RITY. Past se potem pospravi.
10. Populacija *I. typographus* je na lokaciji pasti (modelski celici) prenamnožena, če se je v obdobju od pričetka spomladanskega rojenja do konca razvoja prve generacije v eno past ulovilo 7.000 ali več osebkov *I. typographus* (Ogris, 2020).

Splošno pravilo:

- Minimalno število kontrolnih pasti je ena past na KE, kjer je delež lesne zaloge smreke vsaj 5 % (64 KE). V teh pasteh trajno spremljamo *I. typographus* vsako leto (kontrola enkrat na teden) in sicer od začetka marca do konca oktobra, lokacije teh pasti načeloma ne spreminjamo, zato takšne pasti imenujemo stalne pasti.

## 3 Predlog postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih in lovnih nastav (dreves in debel)

### 3.1 Uvodna dejstva

Predlog postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij nastav uporabljamo kot priporočila.

Namen nastav je zmanjšati gostoto populacije *I. typographus* na lokacijah, kjer:

1. bo v tekočem letu prišlo do prenamnožitve populacije *I. typographus*, kar ugotovimo s kontrolnimi pastmi (če je ugotovljena namnožitev, govorimo o lovni nastavi),
2. je gostota populacije *I. typographus* nizka, tj. še pod pragom, ki kaže na prenamnožitev (v tem primeru je to kontrolna nastava).

Lovne nastave (lovna debela, lovna drevesa) so lahko do 31-krat bolj učinkovite kot režaste pasti opremljene s feromonsko vabo za *I. typographus* (Raty in sod., 1995). V pasti se ujame le manjši delež celotne populacije podlubnikov (Fettig in Hilszczanski, 2015). Raziskava iz severovzhodne Italije je ugotovila, da uporaba lovnih pasti in lovnih nastav zmanjša napadenost dreves, vendar pa ni pokazala statističnih razlik v učinkovitosti med obema metodama (Faccoli in Stergulc, 2008).

Za kontrolo gostote populacije *I. typographus* so ekonomsko bolj učinkovite kontrolne pasti (režaste pasti s feromonsko vabo) (Bakke, 1989). Zato za kontrolo uporabljamo pasti, za lov pa nastave.

Nastave niso učinkovite na območjih aktivnih žarišč z lubadarkami. Zato nastav na takšnih območjih ni smiselno polagati (Jurc in sod., 2017).

Nastave so učinkovite samo na območjih, kjer je prišlo do prenamnožitve populacije *I. typographus* v tekočem letu, kar smo ugotovili s kontrolnimi pastmi (lahko tudi s kontrolno-lovnimi nastavi, vendar tega v naši raziskavi nismo obravnavali).



Nastave so najbolj učinkovite pri ulovu smrekovih podlubnikov v polmeru do 1 km (Ogris, 2020).

Nastave položimo najkasneje tik pred rojenjem (Holuša in sod., 2017).

Debelejše smreke ulovijo večjo količino podlubnikov (Holuša in sod., 2017). V gozdnem sestoju za nastave uporabimo vitalne, sveže, z vodo ustrezno preskrbljene (ne izsušene) smreke debelejših dimenzij, ki so lahko (v lesno pridelovalnem smislu) slabše kakovosti.

Prenamnoženost populacije *I. typographus* ugotavljamo s kontrolnimi feromonskimi pastmi (glej protokol za kontrolne pasti).

Populacija *I. typographus* je prenamnožena, če se je v obdobju od pričetka spomladanskega rojenja do konca razvoja prve generacije v eno past ulovilo 7.000 ali več osebkov *I. typographus* (Ogris, 2020).

### 3.2 Predlog postopka za položitev kontrolnih nastav za prezimele podlubnike (nastave I. serije)

1. Kontrolne nastave I. serije priporočamo položiti na območjih, kjer so kontrolne pasti v lanskem letu pokazale trend povečanja gostote populacije *I. typographus*.
2. Kontrolne nastave I. serije lahko položimo tudi na območjih, kjer je gostota populacije *I. typographus* visoka vendar pod pragom za gradacijo, tj. v lanskem spomladanskem ulovu je bilo v kontrolno past ujetih od 2.000 do 7.000 osebkov *I. typographus*.
3. Nastave položimo en teden pred pričakovanim rojenjem spomladi (Holuša in sod., 2017), pri čemer upoštevamo napoved modela RITY (Ogris in sod., 2019).

### 3.3 Predlog postopka za položitev lovnih nastav za prvo in drugo generacijo podlubnikov (nastave II. serije)

1. Nastav ne polagamo v modelskih celicah, kjer so bila ugotovljena žarišča podlubnikov v prejšnjem letu.
2. V modelskih celicah, kjer v lanskem letu vključno do marca v tekočem letu ni prišlo do izbire smrek za posek zaradi podlubnikov, postavimo feromonske pasti (glej protokol za kontrolne pasti). S feromonskimi pastmi ugotovimo lokacije (modelske celice 8 × 8 km), kjer bo v tekočem letu prišlo do prenamnožitve *I. typographus*.
3. Nastave II. serije položimo na območjih (v modelskih celicah), kjer smo s kontrolnimi pastmi ugotovili, da je prišlo do prenamnožitve populacije *I. typographus* v tekočem letu (glej protokol za kontrolne pasti).
4. Nastave položimo čimbolj enakomerno po celotni modelski celici v medsebojni razdalji ok. 2 km (vsaj 16 lovnih nastav) (Ogris, 2020). Nastave položimo en teden pred pričakovanim rojenjem prve in druge generacije, pri čemer upoštevamo napoved rojenja modela RITY in lokalne razmere (Ogris in sod., 2019). Na eni lokaciji lahko položimo več lovnih nastav (do 10 nastav na hektar).
5. Nastave redno spremljamo (vsaj enkrat na teden). Ko je nastava polno zasedena (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup>) oz. najpozneje, ko se na delu na-

stave, ki je bil prvi napaden, nova generacija podlubnikov razvije do razvojne faze bube ali mladega hrošča, moramo nastave izdelati (olupimo), skorjo in zalego uničiti (zažgemo) (glej strokovna navodila za nastave) (Kolšek in Jakša, 2012a). Dodatni napotki:

- a. Beljenje lahko opravimo v gozdu, ali pa sortimente prepeljemo v skladišča z lupilnimi linijami.
- b. Če so nastave na eni lokaciji polno zasedene (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup> povprečno na več kot 50% površine nastave), priporočamo zraven položiti še najmanj eno dodatno lovno nastavo.

## 4 Zaključek

Na znanstvenih osnovah smo razvili predlog postopkov za optimizacijo števila kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za *I. typographus*. Optimizirali smo tudi razporeditev kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav, ker postopki upoštevajo lokalne razlike v klimatskih in ekoloških značilnosti območij ter fenologijo smrekovih podlubnikov. Predlogi postopkov so bili usklajeni z Zavodom za gozdove Slovenije in predstavljeni na delavnici, kjer so udeleženci potrdili, da sta postopka izvedljiva v praksi.

Optimalno število in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav bo vsako leto določil Gozdarski inštitut Slovenije v okviru Poročevalsko, prognostično-diagnostične službe za gozdove (Javna gozdarska služba). Razvili bomo javno dostopni spletni aplikaciji za načrtovanje števila in lokacij kontrolnih pasti ter kontrolnih in lovnih nastav po posameznih ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije. Spletni aplikaciji bosta del nadgradnje obstoječega elektronskega sistema za varstvo gozdov Slovenije in njegov integralni del ([www.zdravgozd.si](http://www.zdravgozd.si)), neposredni uporabniki sistema pa bodo zaposleni v Javni gozdarski službi (ZGS in GIS).

Do sedaj je Zavod za gozdove Slovenije spremljal ok. 3.300 kontrolno-lovnih pasti letno (Ogris in Kolšek, 2020). Nov predlog predvideva maksimalno 366 kontrolnih pasti (eno past na modelsko celico dimenzij 8 × 8 km) in minimalno 64 pasti, ki bi se spremljale trajno. Tako nov predlog predvideva od 9- do 52-krat manj kontrolnih pasti kot do sedaj. Poudariti je treba, da kontrolne pasti lahko uporabljamo tudi v okviru drugih preprečevalno-zatiralnih ukrepov, redkeje pa tudi zatiralnih ukrepov. V drugem primeru jih imenujemo lovne pasti. Vendar to presega cilj naše raziskave in jih tukaj nismo obravnavali.

Za primerjavo, Titovšek (1988) je predlagal medsebojno oddaljenost 250–500 m med posameznimi kontrolno-lovnimi nastavi ali pastmi, kar ustreza gostoti ena past na 6,25–25,0 ha, kar je še najmanj dvakrat gosteje kakor določa Pravilnik o varstvu gozdov, tj. ena past ali nastava na 50 ha (RS, 2009). Tukaj je nujno poudariti različen namen pasti, tj. Titovšek (1988) govori o celotni vlogi kontrolno-lovnih pasti, mi pa smo se v našem prispevku omejili le na njihovo vlogo pri spremljanju (monitoringu) populacij vrste *I. typographus*.

Drastično zmanjšanje pasti v smislu spremljanje gostote podlubnikov bi pomenilo velik prihranek za

ZGS in državo pri materialnih stroških za postavitev in čiščenja pasti (pasti, feromonske vabe, stojala za postavitev pasti, prevozni stroški) in tudi prihranek pri delu (delovnih urah). Sproščeni viri (sredstva) se bi tako lahko uporabili za druge pomembnejše aktivnosti, kot je npr. za iskanje lubadark in za iskanje invazivnih tujerodnih vrst.

Poleg zmanjšanja stroškov bi postopki hkrati povečali zanesljivost napovedi prenamnožitve smrekovih podlubnikov zaradi kakovostnejših podatkov, kar bi omogočalo učinkovitejše in bolj ekonomično načrtovanje in izvajanje profilaktičnih (preprečevalno-zatiralnih) ukrepov proti prenamnožitvam smrekovih podlubnikov.

Predlagali smo tudi optimizacijo postopka za določitev števila in lokacij kontrolnih nastav in lovnih nastav. Postopek je podoben dosedanjim strokovnim navodilom za polaganje in spremljanje kontrolnih in lovnih nastav (Kolšek in Jakša, 2012a). Predlog predvideva večjo spremembo v smislu, da bolj podrobno določa načelne lokacije za polaganje in samo število nastav.

Vendar da se bodo predlogi postopkov lahko pričeli dejansko uporabljati v praksi, bo treba posodobiti Pravidnik o varstvu gozdov (RS, 2009).

V naši raziskavi smo predlagali postopke za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti za namen kontrole gostote populacije *I. typographus* in kontrolnih (za preprečevanje namnožitve) ter lovnih nastav (za zatiranje) *I. typographus*. Obravnavali smo le omejen izbor ukrepov integralnega obvladovanja podlubnikov iz sklopa preprečevalno-zatiralnih in zatiralnih ukrepov. Kljub temu ne smemo pozabiti, da je poglavitni preprečevalno-zatiralni in zatiralni ukrep zoper smrekove podlubnike sanitarna sečnja, izdelava lubadark in uničenje podlubnikov pred izletom podlubnikov iz lubadark in ostalega napadenega materiala (RS, 2009; Titovšek, 1988).

### Zahvala

Raziskava je nastala v okviru ciljnega raziskovalnega projekta "Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (V4-1822)", ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Trem recenzentom se zahvaljujemo za kritičen pregled in koristne pripombe, na podlagi katerih smo lahko izboljšali kakovost članka.

### Viri

- Bakke A. 1989. The recent *Ips typographus* outbreak in Norway: experiences from a control program. *Holarctic Ecology*, 12, 4: 515-519. <http://www.jstor.org/stable/3682063>
- Faccoli M., Stergulc F. 2008. Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). *Annals of Forest Science*, 65, 3: 309-309. <https://doi.org/10.1051/forest:2008010>. 10.1051/forest:2008010
- Fettig C.J., Hilszczanski J. 2015. Management strategies for bark beetles in conifer forests. V: *Bark Beetles. Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Vega F.E., Hofstetter R.W. (eds.). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sidney, Tokio, Academic Press: 555-584
- Holuša J., Hlásny T., Modlinger R., Lukášová K., Kula E. 2017. Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased? *Forest Ecology and Management*, 404: 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.019>
- Jurc M., Pavlin R., Kavčič A., de Groot M., Hauptman T. 2017. Priporočila za uporabo različnih biotehniških metod in kemičnih sredstev za obvladovanje podlubnikov (Curculionidae: Scolytinae). *Gozdarski vestnik*, 75, 2: 94-111
- Kolšek M., Jakša J. 2012a. Navodila za postavitev in izdelavo kontrolnih in lovnih nastav za podlubnike. V: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji: Priročnik za javno gozdarsko službo. Jurc D., Kolšek M. (eds.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, *Silva Slovenica*: 28-31
- Kolšek M., Jakša J. 2012b. Navodila za postavitev in vzdrževanje kontrolnih in kontrolno-lovnih pasti za smrekove podlubnike. V: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji. Jurc D., Kolšek M. (eds.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, *Silva Slovenica*: 20-27
- Krehan H., Steyrer G. 2016. Bark-beetle monitoring in Austria. [waldwissen.net](http://www.waldwissen.net). [https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/bfw\\_borkenkaefer-monitoring/index\\_EN](https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/bfw_borkenkaefer-monitoring/index_EN) (15. 9. 2020)
- Ogris N. 2012a. Priročnik za računalniški program Varstvo gozdov. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 36 str.
- Ogris N. 2012b. Prognostične osnove za varstvo gozdov Slovenije. Ljubljana, *Silva Slovenica*: 104 str.
- Ogris N. 2020. Znanstvene osnove za optimizacijo števila in lokacij kontrolnih pasti in lovnih nastav. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije (neobjavljeno)
- Ogris N., Ferlan M., Hauptman T., Pavlin R., Kavčič A., Jurc M., De Groot M. 2019. RITY – A phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring. *Ecological Modelling*, 410: 108775. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108775>
- Ogris N., Kolšek M. 2020. Namnožitev osmerozobega in šesterozobega smrekovega lubadarja v Sloveniji v 2020. Napovedi o zdravju gozdov, 2020. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.54>
- Raty L., Drumont A., De Windt N., Grégoire J.-C. 1995. Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.: traps or trap trees? *Forest Ecology and Management*, 78, 1: 191-205. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03582-1](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03582-1)
- RS. 2009. Pravidnik o varstvu gozdov. Uradni list RS, 114-5220/2009 in 31/2016
- Titovšek J. 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije: obvladovanje podlubnikov. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Gozdarska založba: 128 str.

<sup>1</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana; <sup>2</sup> Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana  
\*nikica.ogris@gozdis.si



Napredno iskanje

domov  
www.zdravgozd.si

VARSTVO GOZDOV

PRIROČNIK

NOVICE IZ VARSTVA

DOGODKI

GRADIVO

NAPOVEDI

Izdaje revije

Iskanje

Podatki o reviji

Objava v reviji

POVEZAVE

KONTAKTI

OSEBNA IZKAZNICA



Invazivke

Boletus informaticus

DanubeForestHealth

Laboratorij LVG

GIS-VARGO

Varstvo gozdov / Napovedi o zdravju gozdov / Napoved

Kratki znanstveni prispevek

Napovedi o zdravju gozdov, 2021

DOI: [10.20315/NZG.56](https://doi.org/10.20315/NZG.56)

## Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021

Nikica OGRIS <sup>1\*</sup>, Marija KOLŠEK <sup>2</sup>, Maarten de GROOT <sup>1</sup><sup>1</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana; <sup>2</sup> Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana\*[nikica.ogris@gozdis.si](mailto:nikica.ogris@gozdis.si)

Datum izdaje: 29.01.2021

Veljavnost: 2021

**Ključne besede:** kontrolno-lovna past, kontrolno-lovna nastava, optimizacija, protokol, osmerozobi smrekov lubadar, *Ips typographus*, smreka, *Picea abies*, spremljanje, monitoring

### Povzetek

Glede na predloge postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) smo pripravili predlog števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. V večini modelskih celic velikosti 8 × 8 km je bil v 2020 zabeležen napad smrekovih podlubnikov. Zato postopek ni predvidel nobene redne kontrolno-lovne pasti v 2021. Vendar postopek predvideva tudi minimalno število stalnih kontrolno-lovnih pasti, katerih lokacija se ne spreminja in jih spremljamo vsako leto od marca do oktobra vsakih 7 dni. Predvidena je najmanj ena stalna kontrolno-lovna past na eno krajevno enoto Zavoda za gozdove Slovenije, tj. 64 stalnih kontrolno-lovnih pasti. Glede na predlog postopka bi kontrolno-lovne nastave I. serije položili v 111 modelskih celicah. Pri izvedbi postopkov smo identificirali več pomanjkljivosti in v tem prispevku predlagamo njihovo dopolnitev: a) Predlagamo najmanj 266 stalnih kontrolno-lovnih pasti, tj. ena kontrolno-lovna past na modelsko celico, kjer se pojavlja smreka; b) Izbris postopka za izračun rednih kontrolno-lovnih pasti; c) V oba postopka za kontrolno-lovne nastave in lovne nastave dodati izboljšavo, da iz identificiranih modelskih celic odstranimo območja okoli žarišč s polmerom 1 km; d) Dopolnitev postopka za bolj točen izračun števila nastav v modelski celici in sicer tako, da se število nastav prilagodi proporcionalnem deležu sestojev s smreko v modelski celici, kjer se v lanskem letu niso pojavila žarišča smrekovih podlubnikov.

### Uvod

Pripravili smo predlog števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021 glede na predloge postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758) (Ogris in sod., 2020).

Opomba: V naši raziskavi je namen kontrolno-lovne pasti zgolj kontrola gostote populacije smrekovih podlubnikov, manj pa zmanjševanju gostote njihove populacije (preprečevanju namnožitve) oz. uničevanju ujetih hroščev.

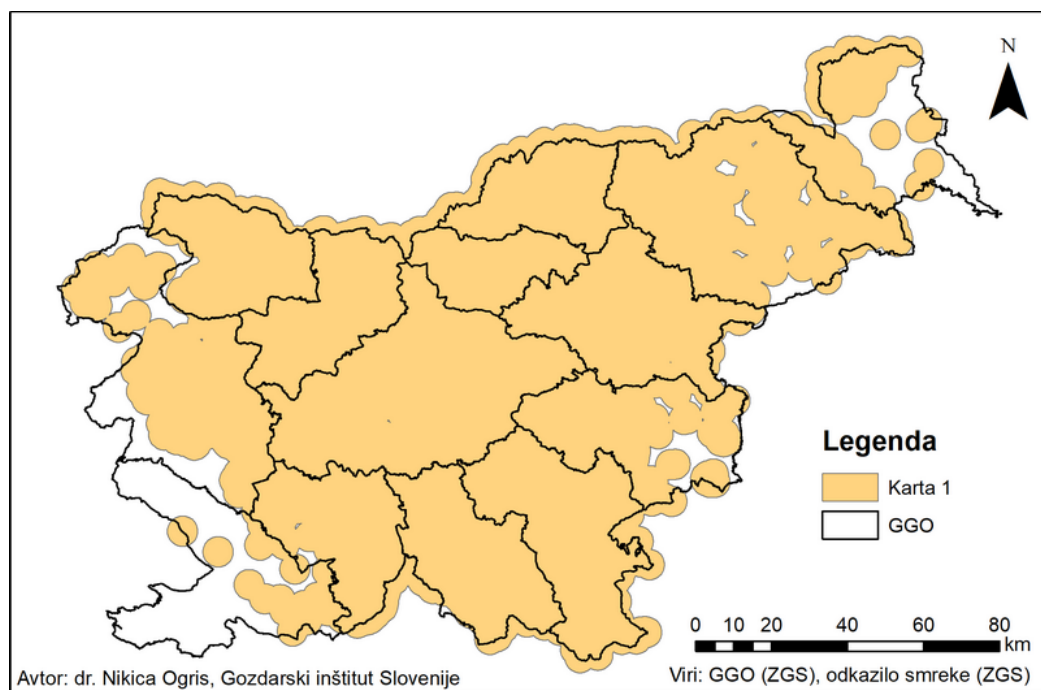
### Metode dela in rezultati

#### Kontrolno-lovne pasti

Sledili smo navodilom predloga postopka za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti (Ogris in sod., 2020):

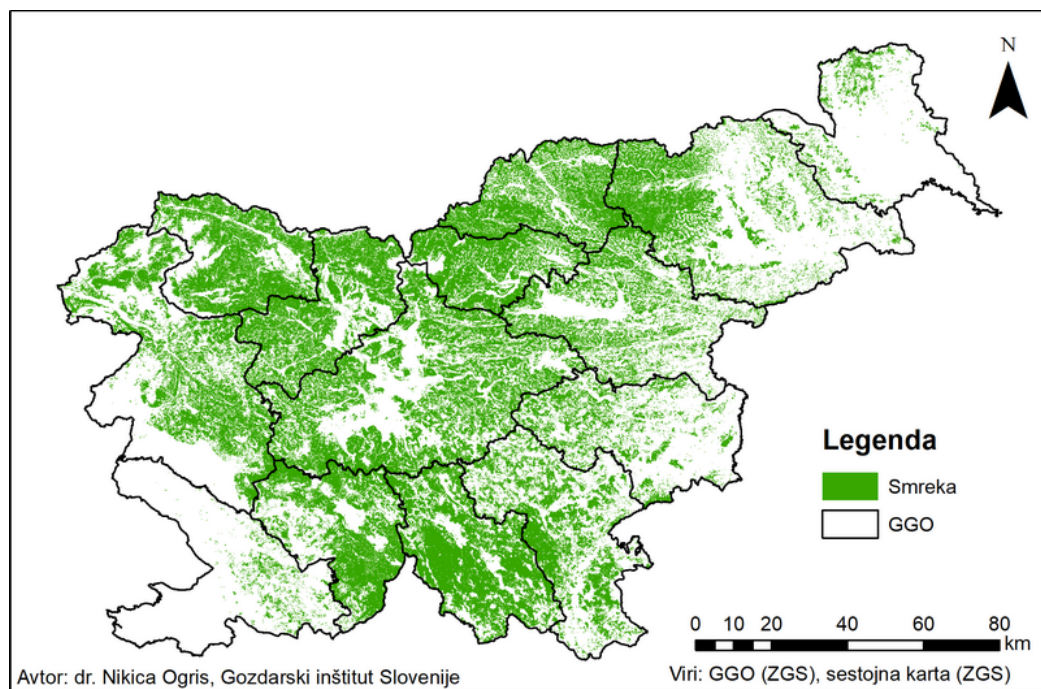
1. Izdelava karte iz evidence ZGS izbire smreke za sanitarni posek zaradi podlubnikov v letu 2020 s stanjem na dan 11. 1. 2021. Upoštevali smo točne lokacije žarišč (22.436 zapisov). Če

lokacije žarišč niso bile določene (243 zapisov), smo vzeli centroide odsekov, kjer je bil zabeležen žarišče smrekovih podlubnikov v lanskem letu in zarisali smo kroge s polmerom 4 km, s čimer smo pridobili karto 1, ki predstavlja območja, kjer pasti ni treba postavljati (slika 1).



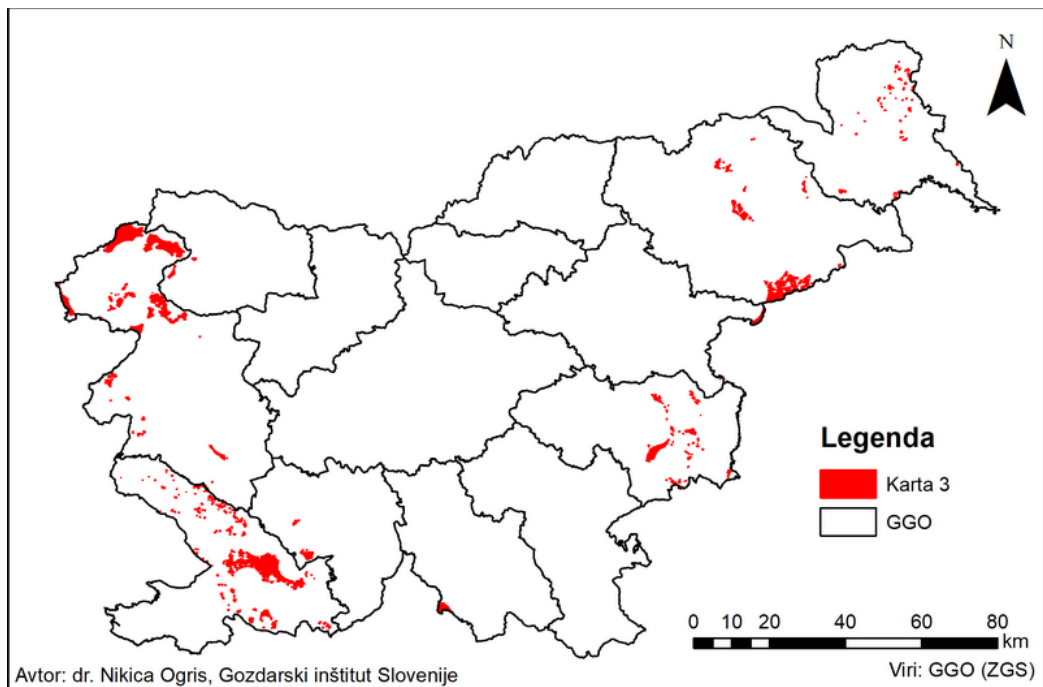
Slika 1: Karta 1 - žarišča smrekovih podlubnikov v letu 2021 označena s krogi s polmerom 4 km.

2. Izdelava karte gozdov, kjer se pojavlja smreka z lesno zalogo večjo kot nič (karta 2, slika 2). Karto smo pridobili z posplošitev sestojne karte iz leta 2019.



Slika 2: Karta 2 - karta gozdov, sestojev s smreko, stanje 2019.

3. Izdelali smo razliko med karto 1 in 2, s čimer smo pridobili območja, kjer se pojavlja smreka in v lanskem letu ni bilo zabeleženih žarišč (karta 3, slika 3). Na teh lokacijah je potrebna kontrola gostote populacije *I. typographus* s kontrolno-lovnimi pastmi.



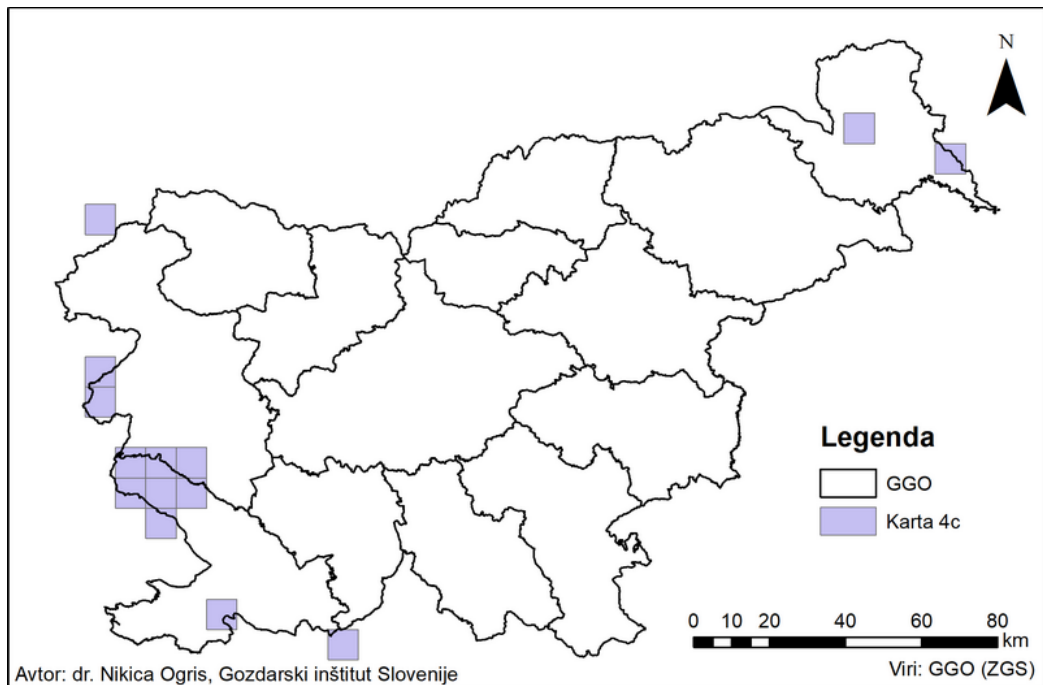
Slika 3: Karta 3 - območja, kjer se pojavlja smreka in v lanskem letu ni bilo zabeleženih žarišč smrekovih podlubnikov.

4. Identificirali smo modelne celice  $8 \times 8$  km s prisotnostjo smreke, kjer v lanskem letu ni bilo žarišč:

a) Izdelava preseka mreže  $8 \times 8$  km s karto 2 (karta 4a)

b) Izdelava preseka mreže  $8 \times 8$  km s karto 3 (karta 4b)

c) Identificirali smo modelne celice, kjer ni bilo zaznanih žarišč v prejšnjem letu: površina (4a) = površina (4b), s čimer pridobimo karto 4c (slika 4). Rezultat: identificiranih je 14 modelskih celic, nekatere tudi čisto na robu državne meje.



Slika 4: Karta 4c - modelne celice  $8 \times 8$  km, kjer ni bilo zaznanih žarišč v prejšnjem letu.

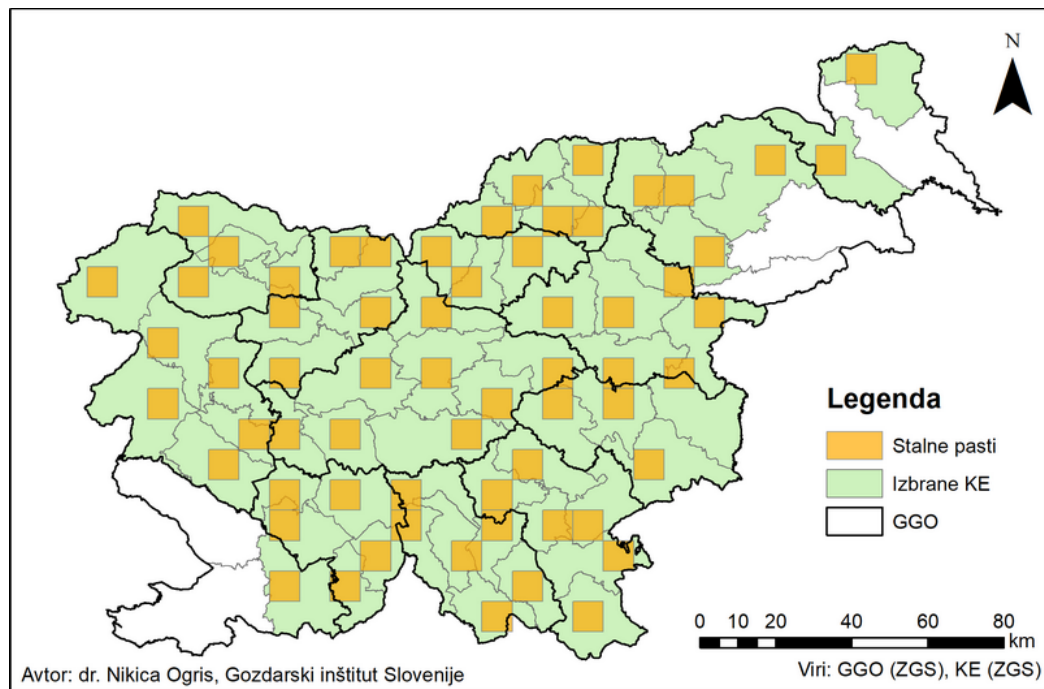
5. Dodatna pravila:

a) Vsaj 10 % površine modelske celice morajo zasedati sestoji s smreko, sicer kontrolno-lovne pasti ne postavimo. Rezultat: samo še ena modelska celica ustreza vsem pogojem in še ta je robna, na robu državne meje.

b) Dodatno pravilo za obravnavo robnih celic na državni meji: če je imela vsaj ena sosednja modelska celica žarišče v lanskem letu, se domneva, da jo je imela tudi robna celica na državni meji.

**Končni rezultat: nobena modelska celica ne ustreza navedenim pogojem. Zato predlog postopka priporoča, da se v letu 2021 ne postavi nobena redna kontrolno-lovna past. Spremljajo se le stalne kontrolno-lovne pasti (glej splošno pravilo v nadaljevanju).**

Splošno pravilo: Minimalno število kontrolno-lovnih pasti je ena past na KE, kjer je delež lesne zaloge smreke vsaj 5 % (64 KE) (slika 5). V teh pasteh trajno spremljamo *I. typographus* vsako leto (kontrola enkrat na teden) in sicer od začetka marca do konca oktobra, lokacije teh pasti načeloma ne spreminjamo, zato takšne pasti imenujemo stalne kontrolno-lovne pasti.



Slika 5: Predlog lokacij stalnih kontrolno-lovnih pasti

Predlog lokacij stalnih kontrolno-lovnih pasti si lahko ogledamo na spletni karti (Priloga 1).

### Kontrolno-lovne nastave I. serije

Sledili smo navodilom predloga postopka za položitev kontrolno-lovnih nastav za prezimele podlubnike (nastave I. serije) (Ogris in sod., 2020):

1. Kontrolno-lovne nastave I. serije priporočamo položiti na območjih, kjer so kontrolno-lovne pasti v lanskem letu pokazale trend povečanja gostote populacije *I. typographus*. Ta pogoj smo upoštevali glede na pogoj v 2. točki.
2. Kontrolno-lovne nastave I. serije lahko položimo tudi na območjih, kjer je gostota populacije *I. typographus* visoka vendar pod pragom za gradacijo, tj. v lanskem spomladanskem ulovu je bilo v kontrolno-lovno past ujetih od 2.000 do 7.000 osebkov *I. typographus*. Spomladanski ulov razumemo kot kumulativni ulov v kontrolno-lovni pasti od datuma prvega rojenja do datuma zaključka razvoja prve generacije, kot ju napove model RITY (Ogris in sod., 2019).

Podatke o ulovu smo pridobili iz 3.301 kontrolno-lovnih pasti v letu 2020, ki jih je spremljal Zavod za gozdove Slovenije. Podatke smo aplicirali na modelsko mrežo 8 × 8 km. Iz analize smo odstranili modelske celice, v katerih je prišlo do prenamnožitve *I. typographus* v 2020, tj. kjer je z vsaj eno kontrolno-lovno pastjo ugotovljeno več kot 7.000 osebkov *I. typographus*.

Poleg tega smo potencialna območja za položitev nastav I. serije dodatno skrčili, tj. iz predlaganih modelskih celic smo odstranili območja, kjer so se v 2020 pojavila žarišča

smrekovih podlubnikov. Okoli vsakega žarišča smo zarisali krog s polmerom 1 km in površino odšteli iz modelske celice.

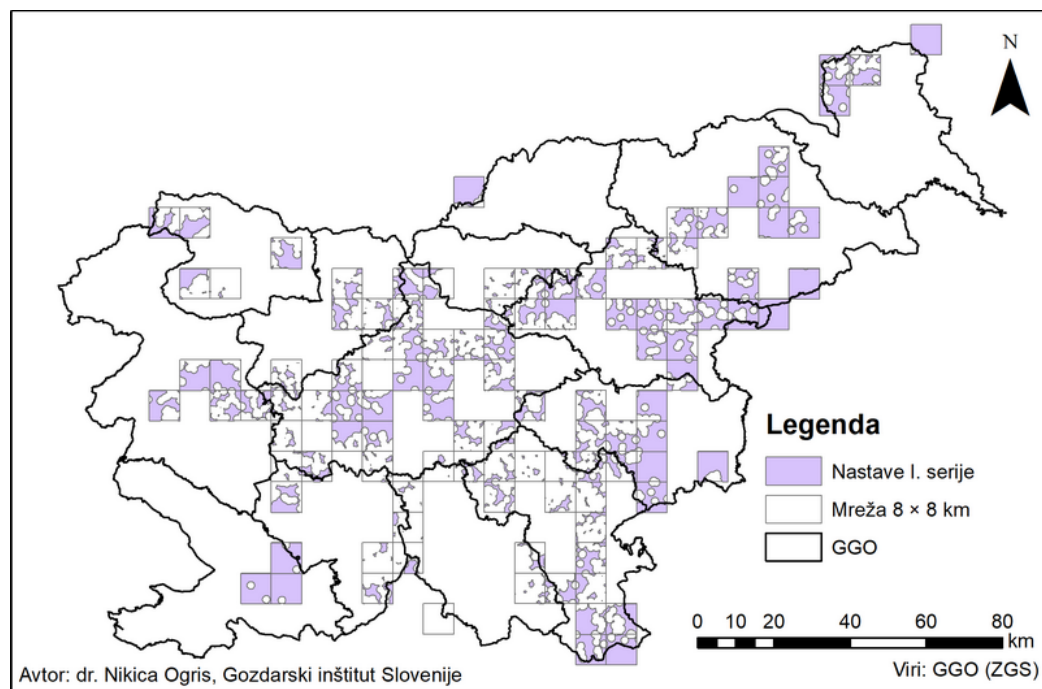
3. Nastave položimo en teden pred pričakovanim rojenjem spomladi (Holuša in sod., 2017), pri čemer upoštevamo napoved modela RITY (Ogris, 2019a, 2019b; Ogris in sod., 2019).

Točki 4. in 5. v nadaljevanju smo dodali glede na predlog postopka za položitev lovni nastav za prvo in drugo generacijo podlubnikov (nastave II. serije) (Ogris in sod., 2020).

4. Nastave položimo čimbolj enakomerno po celotni modelski celici v medsebojni razdalji ok. 2 km (vsaj 16 lovni nastav) (Ogris, 2020). Nastave položimo en teden pred pričakovanim rojenjem prve in druge generacije, pri čemer upoštevamo napoved rojenja modela RITY in lokalne razmere (Ogris in sod., 2019). Na eni lokaciji lahko položimo več lovni nastav (do 10 nastav na hektar).

5. Nastave redno spremljamo (vsaj enkrat na teden). Ko je nastava polno zasedena (več kot ena vhodna odprtina na  $\text{dm}^2$ ) oz. najpozneje, ko se na delu nastave, ki je bil prvi napaden, nova generacija podlubnikov razvije do razvojne faze bube ali mladega hrošča, moramo nastave izdelati (olupimo), skorjo in zalego uničimo (zažgemo) (glej strokovna navodila za nastave) (Kolšek in Jakša, 2012). Dodatni napotki: Beljenje lahko opravimo v gozdu, ali pa sortimente prepeljemo v skladišča z lupilnimi linijami. Če so nastave na eni lokaciji polno zasedene (več kot ena vhodna odprtina na  $\text{dm}^2$  povprečno na več kot 50 % površine nastave), priporočamo zraven položiti še najmanj eno dodatno lovno nastavo.

**Končni rezultat postopka: kontrolno-lovne nastave I. serije predlagamo položiti v 111 modelskih celicah (slika 6).**



Slika 6: Predlog lokacij za postavitev kontrolno-lovni nastav I. serije v 2021

Predlog postopka za položitev kontrolno-lovni nastav za prezimele podlubnike (nastave I. serije) smo dopolnili z dodatnimi koraki, ki omogočajo bolj točen izračun gostote lokacij kontrolno-lovni nastav I. serije:

6. Iz identificiranih modelskih celic odstranimo območja okoli žarišč s polmerom 1 km.
7. Upoštevamo samo sestoje s smreko, katerih nadmorska višina je manjša kot 1718 m. To je nadmorska višina, do katere se lahko razvije ena generacija *I. typographus* na leto po modelu RITY in scenariju AVG (Ogris in sod., 2019).
8. Število nastav se prilagodi sorazmernemu deležu površine sestojev s smreko, kjer se v lanskem letu niso pojavila žarišča smrekovih podlubnikov.
9. Upoštevamo samo tiste nastave, ki imajo v izračunu po 8. točki vrednost večjo kot 0,5 na nivoju revirja, tj. več kot pol nastave na revir.

## Končen rezultat: postopek predlaga položitev kontrolno-lovnih nastav I. serije na 156 lokacijah (preglednica 1).

Predlog lokacij za postavitev kontrolno-lovnih nastav I. serije v 2021 si lahko ogledamo na spletni karti (Priloga 2).

Večje število lokacij je predvideno v GGO Ljubljana, Celje, Maribor in Tolmin (preglednica 1). Na eni lokaciji lahko položimo več kontrolno-lovnih nastav (upoštevamo točki 4. in 5.). Predlagano število kontrolno-lovnih nastav I. serije za 2021 po krajevnih enotah in revirjih ZGS je na voljo v Prilogi 3. Opomba: v preglednici je št. predlaganih lokacij za nastave navedeno z decimalnim številom zaradi postopka izračuna. Navodilo: decimalno število zaokrožimo navzgor in dobimo celo število, ki ga upoštevamo kot predlog števila lokacij kontrolno-lovnih nastav I. serije.

**Preglednica 1:** Število predlaganih lokacij za kontrolno-lovne nastave I. serije v 2020 po GGO

GGO	Št. lokacij
Bled	3,8
Kranj	4,6
Ljubljana	41,4
Postojna	3,1
Kočevje	1,9
Novo mesto	8,2
Brežice	15,8
Celje	27,9
Nazarje	1,4
Bled	3,8
Slovenj Gradec	0
Maribor	21,7
Murska Sobota	2,9
Sežana	6,3

Opomba: upoštevane so samo nastave, ki so imele v izračunu vrednost več kot 0,5 na nivoju enega revirja.

### Razprava

Obstoječi postopek za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti je predvidel, da v 2021 ni potrebe po kontrolno-lovnih pasteh, ker je bil v 2020 v večini modelskih celic zabeležen napad smreke zaradi smrekovih podlubnikov. Do 4. točke postopka je bilo identificiranih 14 modelskih celic, kjer se bi postavile kontrolno-lovne pasti. Vendar sta dodatna pogoja v 5. točki postopka odstranile še te modelske celice. Kljub temu postopek predvideva postavitev najmanj 64 stalnih kontrolno-lovnih pasti v 64 KE, ki se bi spremljale vsakih 7 dni.

V navodilih predloga postopka za položitev kontrolno-lovne nastave I. serije smo ugotovili več pomanjkljivosti in zato predlagamo njihovo dopolnitev:

a) Ugotovili smo, da bi za zanesljivo identifikacijo območij (modelskih celic  $8 \times 8$  km), kjer je gostota populacije *I. typographus* visoka vendar pod pragom za gradacijo (2. točka postopka), potrebovali najmanj 266 stalnih kontrolno-lovnih pasti, tj. ena kontrolno-lovna past na eno modelsko celico, v kateri se nahaja smreka. Pri izbiri mikrolokacije upoštevamo strokovna navodila za postavljanje pasti (Kolšek in Jakša, 2012). Zato predlagamo spremembo splošnega pravila za minimalno število stalnih kontrolno-lovnih pasti, ki sedaj določuje najmanj 64 kontrolno-lovnih pasti, tj. ena past na KE. Ker bi po novem predlogu imeli v vseh 266 modelskih celicah s smreko postavljeno vsaj eno stalno kontrolno-lovno past (slika 7), bi odpadel vsakoleten izračun optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti za *I. typographus* (točke 1 do 5 v postopku).

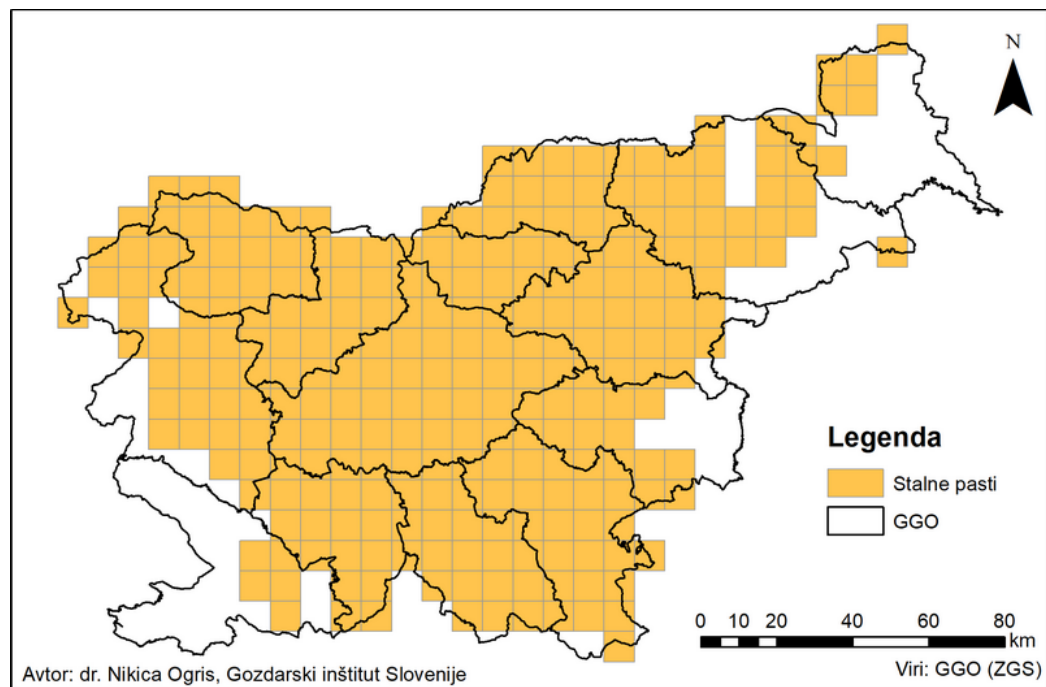
b) Nastave ni smiselno polagati v aktivna žarišča (Jurc in sod., 2017) in ker so nastave najbolj učinkovite v polmeru do 1 km (Ogris, 2020), je smiselno iz identificiranih modelskih celic odstraniti območja okoli žarišč s polmerom 1 km. S to dopolnitvijo postopka dobimo ožja območja za položitev nastav.

c) Za izračun optimalnega števila kontrolno-lovnih nastav I. serije znotraj identificiranih modelskih celicah je pomanjkljiva 4. točka postopka, ki pravi, da nastave položimo čimbolj enakomerno po celotni modelski celici v medsebojni razdalji ok. 2 km (vsaj 16 lovnih nastav).



Predlagamo njeno dopolnitev in sicer, da se število kontrolno-lovnih nastav prilagodi proporcionalnem deležu površine sestojev s smrekovo v modelski celici, kjer se v lanskem letu niso pojavila žarišča smrekovih podlubnikov.

Nova različica predlogov postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za *I. typographus*, ki upošteva zgoraj omenjene dopolnitve, je na voljo v Prilogi 4.



**Slika 7:** Predlog lokacij modelskih celic, kjer se bi postavila po ena stalna kontrolno-lovna past (n = 266). [Pregled na karti](#)

V naši raziskavi smo določili optimalno število in lokacije kontrolno-lovnih pasti za namen kontrole gostote populacije *I. typographus* in kontrolno-lovnih nastav v 2021. Obravnavali smo le omejen izbor ukrepov integralnega obvladovanja podlubnikov iz sklopa preprečevalno-zatiralnih in zatiralnih ukrepov. Kljub temu ne smemo pozabiti, da je pglavitni preprečevalno-zatiralni in zatiralni ukrep zoper smrekove podlubnike sanitarna sečnja, izdelava lubadark in uničenje podlubnikov pred izletom podlubnikov iz lubadark in ostalega napadenega materiala (RS, 2009; Titovšek, 1988).

### Zahvala







Raziskava je nastala v okviru ciljnega raziskovalnega projekta "Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (V4-1822)", ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

### Viri

- Holuša J., Hlásny T., Modlinger R., Lukášová K., Kula E. 2017. Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased? *Forest Ecology and Management*, 404: 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.019>.
- Jurc M., Pavlin R., Kavčič A., de Groot M., Hauptman T. 2017. Priporočila za uporabo različnih biotehniških metod in kemičnih sredstev za obvladovanje podlubnikov (Curculionidae: Scolytinae). *Gozdarski vestnik*, 75, 2: 94-111
- Kolšek M., Jakša J. 2012. Navodila za postavitve in izdelavo kontrolnih in lovnih nastav za podlubnike. V: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji: Priročnik za javno gozdarsko službo. Jurc D., Kolšek M. (eds.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, *Silva Slovenica*: 28-31
- Ogris N. 2019a. Spletna aplikacija za izračun fenološkega modela za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) RITY-2. Napovedi o zdravju gozdov, 2018. <https://doi.org/10.20315/NZG.48>
- Ogris N. 2019b. Spletna aplikacija za prostorski prikaz razvoja osmerozobega smrekovega

- lubadarja (*Ips typographus*), model RITY-2. Napovedi o zdravju gozdov, 2018. <https://doi.org/10.20315/NZG.49>
- Ogris N. 2020. Znanstvene osnove za optimizacijo števila in lokacij kontrolnih pasti in lovnih nastav. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije (neobjavljeno)
- Ogris N., Ferlan M., Hauptman T., Pavlin R., Kavčič A., Jurc M., De Groot M. 2019. RITY - A phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring. Ecological Modelling, 410: 108775. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108775>
- Ogris N., Kolšek M., de Groot M. 2020. Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). Novice iz varstva gozdov, 13: 8-11. <http://dx.doi.org/10.20315/NVG.13.3>
- RS. 2009. Pravilnik o varstvu gozdov. Uradni list RS, 114-5220/2009 in 31/2016
- Titovšek J. 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije: obvladovanje podlubnikov. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Gozdarska založba: 128 str.

## Priloge

-  Priloga 1: [Spletna karta za pregled predlaganih lokacij stalnih kontrolno-lovnih pasti](#)
-  Priloga 2: [Spletna karta za pregled predlaganih lokacij kontrolno-lovnih nastav I. serije za 2021](#)
-  Priloga 3: [Predlagano število kontrolno-lovnih nastav I. serije za 2021 po krajevnih enotah in revirjih ZGS \(16 kB\)](#)
-  Priloga 4: [Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja \(\*Ips typographus\*\), različica 21. 1. 2021 \(180 kB\)](#)
-  Priloga 5: [Spletna karta za pregled predlaganih lokacij stalnih kontrolno-lovnih pasti glede na nov predlog postopka, 266 celic](#)
-  Priloga 6: [Lokacije stalnih kontrolnih lovnih pasti za \*Ips typographus\* glede na nov predlog postopka po revirjih in krajevnih enotah ZGS \(25 kB\)](#)

Citiranje: Nikica OGRIS , Marija KOLŠEK , Maarten de GROOT . 2021. Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. Napovedi o zdravju gozdov, 2021. URL: [https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=56](https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=56). DOI: [10.20315/NZG.56](https://doi.org/10.20315/NZG.56)

Prispelo: 22. 01. 2021. Sprejeto: 29. 01. 2021. Objavljeno: 29. 01. 2021.

 [na vrh strani](#)

[Pogoji uporabe](#) [Piškotki](#) [Kazalo](#) [Skrbnik strani](#)



# Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle

Nina Šramel<sup>1</sup> | Andreja Kavčič<sup>1</sup> | Marija Kolšek<sup>2</sup> | Maarten de Groot<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Slovenian Forestry Institute, Ljubljana, Slovenia

<sup>2</sup>Slovenia Forest Service, Ljubljana, Slovenia

## Correspondence

Maarten de Groot, Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia.

Email: maarten.degroot@gozdis.si

## Funding information

Javna Agencija za Raziskovalno Dejavnost RS, Grant/Award Number: V4-1822

## Abstract

In recent decades, there have been an increasing number of outbreaks of *Ips typographus* in Europe. A large amount of sanitary felling has taken place, with significant economic and ecological consequences. In order to anticipate such large-scale outbreaks, an effective monitoring system should be set up. One important aspect of monitoring is deciding which pheromone to use. Therefore, we decided to test five different commercially available pheromone lures under different disturbance conditions: Pheroprax®, IT Ecolure Extra®, Ipstyp®, Ipsowit® and Typosan®. We investigated the ability of the pheromones to distinguish between disturbed and undisturbed locations, their cost-efficiency ratio, and side effects such as bycatch abundance and composition. We set 50 traps in two areas with sites that were disturbed and undisturbed by windstorms. We collected the catch from traps every 1–2 weeks from the end of March until the end of September in 2019. We found that IT Ecolure Extra®, Ipsowit® and Pheroprax® caught the most *I. typographus* and best showed changes in the trap catch of *I. typographus* throughout the whole season. There was a low amount of bycatch (<6% of the total catch) and a low number of predators (a few specimens), but some groups seem to prefer certain pheromones. The cost of the pheromones increased with their effectiveness. However, pheromone costs are low relative to the personnel costs involved in setting traps and collecting the catch. Based on all of the gathered data, we created an index which helps to assess the cost-efficiency of the five chosen commercially available pheromones. We also present guidelines on how to make such an index to assist other researchers in choosing the right pheromone for monitoring populations of *I. typographus* or other bark beetle species.

## KEYWORDS

bark beetles, cost-efficiency, *Ips typographus*, monitoring, pheromones, *Picea abies*

## 1 | INTRODUCTION

Climate change has strong effects on forests and all their functions (Lindner et al., 2010; Sturrock et al., 2011). In recent years, conditions have been favourable for the spread of forest pests and diseases, which has resulted in large-scale tree dieback and other negative effects on forest ecosystems (de Groot & Ogris, 2019; Seidl et al., 2017;

Sturrock et al., 2011). In addition, increasing temperatures and associated extreme climatic events such as windthrows, droughts and ice storms have impacted the health of trees and forests (de Groot et al., 2018; Nagel et al., 2017; Seidl et al., 2017; ZGS, 2019a, 2019b), with large-scale outbreaks of forest pests as a cascading effect (Buma, 2015; de Groot et al., 2018; Raffa et al., 2008). These large-scale outbreaks have significant economic consequences, and it is

therefore important to find methods to respond to them as soon as possible. However, the response should not be overly expensive or have a large impact on the environment (Lewis et al., 1997).

The European spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.), Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) has been one of the most problematic forest pests in Central Europe in the last decades (Vité, 1989; Wermelinger, 2004). The increasing frequency of catastrophic climatic events, inappropriate forest management (Bončina et al., 2017; de Groot et al., 2019) and monocultures have led to more frequent and severe outbreaks (de Groot et al., 2019; Potterf et al., 2019; Wichmann & Ravn, 2001). In Slovenia, one of the most noticeable changes was afforestation with *P. abies* for the timber industry in the 19th and in the 20th century. Unfortunately, the planting of Norway spruce trees (*Picea abies*) in new habitats, in most cases at lower altitudes, resulted in lower viability (Levanič et al., 2009). One of the negative consequences of this was a rise in *I. typographus* infestations (Ogris & Jurc, 2010). According to the work of de Groot et al. (2019), in the period from 1996 to 2017, in natural or unchanged forests with a median *P. abies* growing stock of 5.61%, the median sanitary felling because of *I. typographus* was 0.025 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>, while in highly changed forests, the median sanitary felling increased to 0.26 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>. Additionally, droughts and increasing temperatures indirectly worsen outbreaks by weakening *P. abies* and accelerating the development of *I. typographus* (de Groot & Ogris, 2019; Netherer et al., 2019). The most effective way to deal with these outbreaks is to radically change forest management, but in cases of catastrophic climatic events, this is not possible, and an ad hoc response should be devised as well as an early warning system for *I. typographus* outbreaks. In such a system, early warning consists of a short-term forecasting system which predicts the risk areas in the next year (de Groot & Ogris, 2019). Furthermore, the development of the life history stages of *I. typographus* should be modelled in order to predict the timing of outbreaks, timing of swarming and, therefore, the timing of the placement of the pheromone traps (Baier et al., 2007; Ogris et al., 2019). In Europe, the monitoring of *I. typographus* outbreaks consists of pheromone traps, trap logs or field assessments of trees (Fettig & Hilszczański, 2015; Wermelinger, 2004), all of which have their pros and cons. Trap logs and field assessments are time-consuming and require a large number of people, and they can only cover a relatively small surface. Pheromone traps can cover a large area, but after windthrows, the volatiles emitted by fallen trees can override the attractiveness of the pheromone used in the traps (Lobinger, 1995; Wermelinger, 2004). It is therefore important to find a pheromone that maintains its attractiveness under all disturbance regimes.

In other words, a framework should be developed to decide which pheromone should be used for sustainable management. The first step would be to assess the effectiveness of the pheromone in attracting *I. typographus* and how the trap catch changes over the year. The next step would be to determine the cost of the pheromone and the monitoring system, as well as its influence on the bycatch. Taking the bycatch into account might become even more

important in the future because in recent years, a marked decrease in different insect species has been recorded around the world (Hallmann et al., 2017; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019), including in forest ecosystems (Seibold et al., 2019). There is also growing concern over population decreases in many beneficial insect species which control populations of pests (Ryall & Fahrig, 2005), and for this reason, some modifications have already been made to lower the bycatch of *I. typographus* predators (Martín et al., 2013). Monitoring systems, therefore, should minimize the negative effect on populations of beneficial insects and other insect diversity. A good pheromone should be effective in recording *I. typographus* under all situations, and as pointed out earlier, it should be relatively cheap and should not affect insect diversity, especially that of beneficial insects.

The aim of this study was to prepare an index in order to determine the most effective and economical pheromone for the monitoring of *I. typographus*. We tested five different commercially available pheromones in the field under undisturbed and disturbed conditions. We prepared a standardized index to compare the efficiency, sensitivity and bycatch to the pheromone costs, and we set out to determine (i) whether the pheromones differ in terms of their trapping efficiency of *I. typographus* in different situations, (ii) whether they differ in terms of the bycatch in different situations and (iii) what proportion of the total cost of monitoring is represented by the cost of the pheromones. We hypothesized that (i) the most expensive pheromone might not be the most efficient; (ii) the pheromone with the highest catch rate would also be the one that shows the greatest difference between disturbed and undisturbed locations; (iii) in the case of bycatch and predators, the catch pattern would be similar to that of *I. typographus* for each type of pheromone; (iv) the species composition between the pheromones would be different; (v) the bycatch composition would be different for each pheromone; and (vi) the cost of pheromones represents a significant share of the total cost of monitoring.

## 2 | MATERIALS AND METHODS

### 2.1 | Area description

Slovenia is a geographically diverse country with the Alps in the north, the Dinaric Mountains in the south, the Pannonian Plain in the east and the Mediterranean region in the west. Altitude ranges from 0 to 2,864 m (Kozjek et al., 2017). It is one of most forested European countries. In 2018, forests covered 58.1% of the surface or 1,193,750 ha. Currently, the share of the growing stock of deciduous trees is 55.1%, and the share of coniferous trees is 44.9%, the majority of which consists of Norway spruce (*P. abies*) (ZGS, 2019a).

The study took place in two areas: the Kranj forest management area (FMA) (X: 455,736, Y: 138,421) and the Slovenj Gradec FMA (X: 513,997, Y: 150,761). The Kranj FMA is located in the Alpine and sub-Alpine region of the middle northwest part of

Slovenia, with an altitude ranging from 320 m to 2,558 m. The area encompasses 107,641 ha, of which 67% is forested. The soil base consists mainly of dolomite and limestone. The area experiences a mixture of the temperate Alpine and humid continental climates (ZGS, 2012a). The Slovenj Gradec FMA is located in the Alpine and Dinaric-Pannonian region of the middle northeast part of Slovenia, with an altitude ranging from 320 m to 2,128 m. The area encompasses 88,828 ha, of which 68% is forested. The soil base is silicate. The area experiences a mixture of the Alpine and Pannonian climates (ZGS, 2012b).

## 2.2 | Experimental design and survey protocol

The experiment was carried out in 2019, from late March until the end of September. Even though Slovenia has a high percentage of forest, its patchiness presents challenges for field experiments. Our desired working area was a combination of two locations: (i) a disturbed location which was affected by windthrow in the previous year and (ii) an undisturbed location which was not affected by windthrow. For both locations, some of the parameters had to be the same: the population of *I. typographus* had to be below the multiplication threshold, the share of Norway spruce (*P. abies*) had to be 70% or more of the growing stock, other ecological conditions had to be comparable (tree composition, altitude, slope, insolation, average monthly air temperature, average monthly rainfall) and the locations had to be big enough to make it possible to set up five repetitions of each pheromone in both locations. To fulfil our conditions, it was necessary to use two areas: the Slovenj Gradec FMA and the Kranj FMA. For each FMA, we selected one area as a disturbed location (Slovenj Gradec for the Slovenj Gradec FMA and Jezersko for the Kranj FMA) and one area as an undisturbed location (Mislinja for the Slovenj Gradec FMA and Tržič for the Kranj FMA). In total, we used 50 single Theysohn slit traps and five different commercially available pheromones: IT Ecolure Extra®, Typosan®, Ipstyp®, Ipsowit® and Pheroprax® (Table 1). Since we had to divide five repetitions per treatment (disturbed and undisturbed), we set up 30 traps in the Slovenj Gradec FMA and 20 traps

in the Kranj FMA. The altitude of the traps in the Slovenj Gradec FMA ranged from 468 m to 1,275 m for the Slovenj Gradec location and from 666 m to 1,046 m for the Mislinja location. The minimum distance between the disturbed and undisturbed location was approximately 3.5 km. In each trap, there was only one pheromone, and there were three repetitions of each pheromone per location. The altitude of the traps in the Kranj FMA ranged from 883 m to 1,073 m for the Jezersko location and from 899 m to 1,111 m for the Tržič location. The minimum distance between the disturbed and undisturbed locations was approximately 6.5 km. In each trap, there was only one pheromone, and there were two repetitions of each pheromone per location. Traps were distributed randomly and evenly across the selected locations, and each trap was at least 1 km away from adjacent traps. The pheromones were changed by the Slovenia Forest Service (SFS) depending on temperature and an assessment of the pheromones in the field; thus, the pheromones were changed every 30–50 days in the Kranj FMA and every 60–70 days in the Slovenj Gradec FMA.

Traps were set up at the end of March (28.3.2019, Mislinja) or at the beginning of April (2.4.2019, Slovenj Gradec; 4.4.2019, Jezersko; 9.4.2019, Tržič). Traps were emptied every seven to 14 days, depending on the temperature. If the temperature was higher than 24°C, it was mandatory to empty the traps every seven days. The catch was collected into plastic pots and marked with the trap ID and date of collection. All samples were delivered to the Slovenian Forestry Institute Department of Forest Protection and placed into a refrigerator until morphological analysis. All collections were carried out by district foresters of the SFS.

The morphological analysis was done in the laboratory with the help of a stereomicroscope and identification keys. First, we separated all specimens of *I. typographus*, counted them when the number of specimens was low and measured their volume when counting was too time-consuming (1 ml equals 40 specimens of *I. typographus*). The Coleoptera bycatch was determined to the family level. Only predators of *I. typographus* were determined to the species level if possible (*Thanasimus* sp., *Thanasimus femoralis*, *Thanasimus formicarius* and *Nemosoma elongatum*). Other taxa in the bycatch were determined to the order level.

**TABLE 1** Name of used commercially available pheromones, their producer, composition, type and time of efficacy specified by the manufacturer

Pheromone	Producer	Composition	Type	Time of efficacy
Pheroprax®	BASF	S-Ipsdienol S-cis-Verbenol 2-metil-3-buten-2-ol	ampoule	8–12 weeks
Typosan®	Sintagro AG	S-cis-Verbonol 2-metil-3-buten-2-ol	blotter	8–12 weeks
Ipstyp®	AlphaScents Inc.	S-Ipsdienol S-cis-Verbenol 2-Methyl-3-buten-2-ol	blotter	6 weeks
Ipsowit®	Witasek	S-Ipsdienol S-cis-Verbenol	blotter	6–8 weeks
IT Ecolure Extra®	Fytofarm	S-cis-Verbenol	blotter	6–8 weeks

## 2.3 | Statistical analysis

The data were condensed to the trap level for comparison between pheromones, FMA and type of disturbance (disturbed/undisturbed). All specimens of *I. typographus* and bycatch collected over the year per trap were summed for all 50 traps. The bycatch was separated into the total number of specimens, the specimens per beetle family and the number of *I. typographus* predators from the Coleoptera family.

For differences in catch effectiveness and bycatch, we used the general linear model (GLM) method using a negative binomial error distribution. For predators, there were many zeros in the data set; therefore, a hurdle model, which is divided into a binomial model and a truncated Poisson model (Zuur et al., 2009), was used. For effectiveness, the dependent variable was the number of *I. typographus* caught during the whole season. For the bycatch, the dependent variable was the number of specimens other than *I. typographus*. For predators, the dependent variable was the number of specimens of predators of *I. typographus* (*Thanasimus femoralis*, *Thanasimus formicarius* and *Nemosoma elongatum*). The independent variables were the type of pheromone, type of disturbance and FMA (Slovenj Gradec and Kranj). All of the different models were built from a model including all independent variables and the interaction between disturbance and pheromones. These models were compared with the help of the Akaike Information Criterion (AIC) (Burnham & Anderson, 2004). The model with the lowest AIC was the best model. When more models were within 2 AIC units from the best model, the model with the least variables was selected as the best model. For the number of bycatch and *I. typographus* predators, the same approach was taken as that for catch effectiveness. For this analysis, the statistical program R was used (R Core Team, 2018).

The changes in trap catch throughout the season of *I. typographus* were investigated with a generalized additive model with a Poisson error distribution. The dependent variable was the number of *I. typographus* per day per catch period. The analysis involved two steps: first, the difference in phenology was checked for the different FMAs, and then the difference in phenology for the pheromones was checked per FMA. The model selection was done on the basis of the AIC. For the analysis with the GAM, the library 'mgcv' was used (Wood, 2011).

For the composition of the bycatch, we only used beetle families. For the difference in beetle bycatch composition, we used the absence and presence of the families. The dissimilarity in beetle families between the pheromones was analysed with PERManova (Anderson, 2001). For the dependent variable, a matrix was made with the families in the columns and traps in the rows. The independent variables were the type of pheromone and type of disturbance. The analysis was done with 999 permutations, and the Jaccard index was used. The results were presented with an NMDS using the Jaccard index. The PERManova was done with the 'vegan' library (Oksanen et al., 2013) in the statistical program R (R Core Team, 2018).

In order to determine which beetle family was attracted to a specific pheromone, an IndVal analysis was done. We only did this

analysis for the pheromones and used 999 permutations when computing the model. The 'indicpecies' library in the statistical program R was used for the analysis (De Caceres & Legendre, 2009).

To assess the cost-efficiency of the pheromones and their share of the total cost of monitoring, it was necessary to assess all the components that relate to their purchase and use. Here, we present the cost of pheromones, cost of traps and cost of work and travel expenses. All pheromone and trap prices are taken from invoices that we received from companies. District foresters provided the kilometres driven, and for calculating travel expenses, we used the standard price per mile used by the SFS. For calculating the cost of work, the SFS provided us with the average hourly rate for the second gross payment for district foresters, and the hours used for work were also provided by district foresters.

$$indexTC = average \left( \frac{TC}{maxTC} \right)$$

$$indexSS = \frac{average(TCTx) - average(TCCx)}{max(TCT - TCC)}$$

$$indexBTCTC = average \left( \frac{BTC/TC}{max(BTC/TC)} \right)$$

$$index = \frac{indexTC + indexSS + indexBTCTC}{3}$$

In the end, we made an index in which we calculated the effectiveness of the pheromones. The index was calculated per pheromone as follows:

1. the average catch index (indexTC), where the total catch of *I. typographus* beetles per trap (TC) was divided by the maximum catch of beetles for all pheromones of all the traps (maxTC) and then averaged per pheromone;
2. the standardized sensitivity index (indexSS) in which the difference in the average catch of *I. typographus* beetles per pheromone per trap (x) between disturbed (TCT) and undisturbed areas (TCC) was divided by the maximum difference of the average trap catch of *I. typographus* beetles per pheromone for all pheromones;
3. the ratio between the bycatch and the catch of *I. typographus* beetles (indexBTCTC), which is the number of bycatch (BTC) divided by the number of *I. typographus* beetles (TC), was divided by the maximum ratio of bycatch/catch and averaged per pheromone;
4. All three components were summed and divided by three to obtain the total index of effectiveness (index). The index was then compared with the costs of the pheromone.

## 3 | RESULTS

In the period from March to September 2019, we collected a total of 586,846 specimens, of which 554,882 specimens were *I. typographus* and the remaining 32,024 specimens comprised the bycatch.

### 3.1 | The effectiveness of pheromones for *I. typographus*

For the number of *I. typographus*, the model including the pheromones and disturbance type was the most explanatory (Table 2). IT Ecolure Extra® had a median of 13,711 specimens, Ipsowit® a median of 12,749 specimens, Pheroprax® a median of 11,973 specimens, Ipstyp® a median of 5,234 specimens and Typosan® a median 2,920 specimens. For the pheromones, IT Ecolure Extra® and Pheroprax® had a higher number of caught *I. typographus* compared to Ipsowit® (Figure 1, Table 3), but the difference was not statistically significant. For Ipstyp® and Typosan®, there were statistically significantly fewer *I. typographus* caught compared to Ipsowit®. A statistically significant increase in *I. typographus* was observed in the disturbed locations, with a total number of 344,184 specimens, compared to the undisturbed locations, with total number of 210,638 specimens. There were on average more specimens found for the Slovenj Gradec FMA (on average 116,816 specimens) than for the Kranj FMA (on average 102,187 specimens), but the difference was not statistically significant. There was no significant interaction found between pheromones and disturbed compared to undisturbed locations.

### 3.2 | Changes in the trap catch of *I. typographus* throughout the season

The trap catch of *I. typographus* was different between the different FMAs (Figure 2a). In the Slovenj Gradec FMA, there was one peak observed in early summer ( $\chi^2 = 10,237$ ,  $p < 0.001$ ). For the Kranj FMA, there were two peaks, a smaller one in early summer and a larger one in late summer ( $\chi^2 = 24,390$ ,  $p < 0.001$ ). The average abundance per sampling period per trap for the Slovenj Gradec FMA was higher than that in the Kranj FMA ( $z = 5.491$ ,  $p < 0.001$ ).

In the Slovenj Gradec FMA, all the pheromones showed one peak, which was the general trend in the beginning of the summer; however, Ipsowit® also showed an additional peak in late summer (Figure 2b; Ipsowit®:  $\chi^2 = 5,439$ ,  $p < 0.001$ ; Ipstyp®:  $\chi^2 = 3,223$ ,

$p < 2e-16$ ; IT Ecolure Extra®:  $\chi^2 = 6,831$ ,  $p < 0.001$ , Pheroprax®:  $\chi^2 = 5,895$ ,  $p < 0.001$ ; Typosan®:  $\chi^2 = 1,263$ ,  $p < 0.001$ ). There was a difference in the abundance of *I. typographus* between pheromones, where Ipstyp® and Typosan® had the lowest catch (compared to Ipsowit®: Ipstyp®:  $z = -23.22$ ,  $p < 0.001$ , Typosan®:  $z = -22.04$ ,  $p < 0.001$ ), while IT Ecolure Extra®, Ipsowit® and Pheroprax® had a higher catch (compared to Ipsowit®: IT Ecolure Extra®:  $z = -10.15$ ,  $p < 0.001$ ; Pheroprax®:  $F = -13.36$ ,  $p < 0.001$ ).

In the Kranj FMA, Ipsowit®, Ipstyp® and IT Ecolure Extra® showed one peak in late summer, while Pheroprax® and Typosan® showed an additional peak in the beginning of the summer (Figure 2c; Ipsowit®:  $\chi^2 = 2,341.0$ ,  $p < 0.001$ ; Ipstyp®:  $\chi^2 = 816.4$ ,  $p < 0.001$ ; IT Ecolure Extra®:  $\chi^2 = 2,654.7$ ,  $p < 0.001$ , Pheroprax®:  $\chi^2 = 2,901.2$ ,  $p < 0.001$ ; Typosan®:  $\chi^2 = 973.4$ ,  $p < 0.001$ ). There was a difference in the abundance of *I. typographus* between the pheromones, where Ipstyp® and Typosan® had the lowest catch (compared to Ipsowit®: Ipstyp®:  $z = 2.503$ ,  $p < 0.05$ , Typosan®:  $z = -0.442$ ,  $p = 0.6587$ ), while IT Ecolure Extra®, Ipsowit® and Pheroprax® had a higher catch (compared to Ipsowit®: IT Ecolure Extra®:  $z = 9.638$ ,  $p < 0.001$ ; Pheroprax®:  $z = 14.287$ ,  $p < 0.001$ ).

### 3.3 | Bycatch

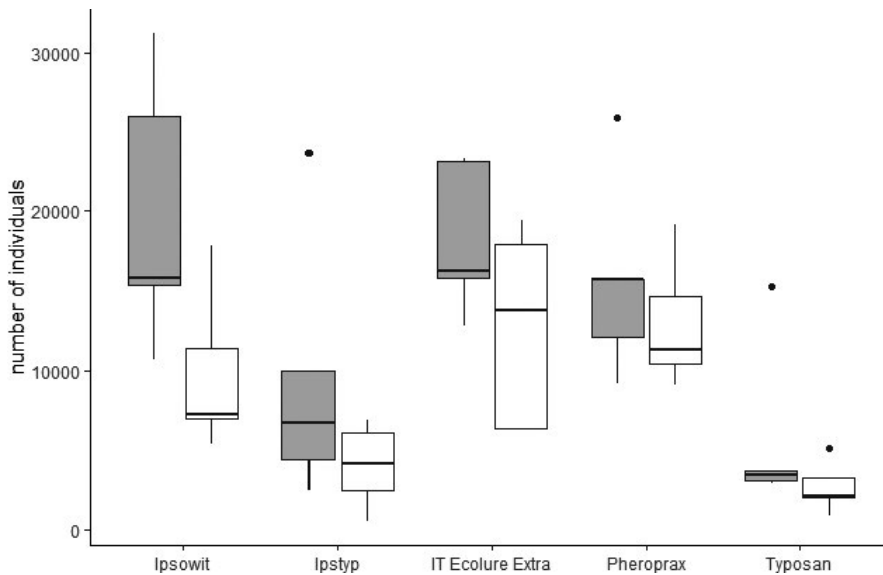
The bycatch represented only 5.8% of the total catch. In total, there were 68 to 2,354 specimens caught per trap during the whole monitoring season. The majority of the bycatch was composed of the order Coleoptera (29,741 specimens). Most specimens belonged to other Curculionidae (24,642), Staphylinidae (1,255), Scarabaeidae (726) and Elateridae (703). Other families had less than 250 specimens caught in the whole season. There were also specimens from the order Hymenoptera (235 specimens), Hemiptera (196 specimens), Diptera (190 specimens), Dermaptera (115 specimens) and Araneae (92 specimens). All other orders had less than 10 specimens caught in the whole season. IT Ecolure Extra® had a median of 796 specimens, Ipsowit® a median of 654 specimens, Pheroprax® a median of 351 specimens, Ipstyp® a median of 292 specimens and Typosan® a median 135 specimens. The best model for the bycatch

**TABLE 2** Model selection table for the models with pheromones and disturbance area

Models	Number of bark beetles		Number of bycatch		Number of bark beetle predators	
	df	AIC	df	AIC	df	AIC
Pheromones x Disturbance + FMA	12	1,005.17	12	<b>737.71</b>	-	-
Pheromones + Disturbance +FMA	8	<b>1,000.03</b>	8	740.60	14	107.71
Pheromones + FMA	7	1,009.78	7	740.76	12	<b>104.92</b>
Disturbance + FMA	4	1,025.92	4	750.98	6	148.01
FMA	3	1,029.14	3	749.45	4	147.28

Note: The models are shown for the number of *I. typographus*, number of bycatch and number of *I. typographus* predators.

The best models, which have the lowest AIC, are shown in bold.



**FIGURE 1** The effect of pheromones and disturbance on the number of caught *I. typographus*. The grey boxplots show disturbed locations, and the white boxplots show undisturbed locations. The data are represented by the median value, 25th and 75th percentile, and outliers

included the pheromones, type of disturbance and FMA (Table 2). Compared to Ipsowit®, Ipstyp®, Typosan® and Pheroprax® had a lower bycatch (Figure 3, Table 3), while IT Ecolure Extra® had a higher bycatch. However, the differences were not statistically significant (Table 3). The interaction of the model showed that the differences between the disturbed and undisturbed locations for IT Ecolure Extra®, Ipstyp® and Typosan® were larger compared to the differences for Ipsowit®. However, the differences were not statistically significant. For Pheroprax®, the difference was smaller compared to the difference in disturbed and undisturbed locations for Ipsowit®, but it also was not statistically significant. Overall, there was a larger amount of bycatch in disturbed locations (median of 452 specimens) compared to undisturbed locations (median of 262 specimens) (Figure 3, Table 3), but the difference was not statistically significant. Nevertheless, we found that there was a statistically significant difference between the number of bycatch specimens between FMAs, with the Slovenj Gradec FMA having higher bycatch abundance than the Kranj FMA (median of 583 vs. 271 specimens, respectively).

There was a difference in the composition of beetle families for the pheromones ( $F = 8.5216$ ,  $R^2 = 0.431$ ,  $p = 0.000999$ ) (Figure 4). An especially large difference was found in family composition between Pheroprax® and IT Ecolure Extra® in comparison to Ipstyp® and Typosan® (Figure 4). Ipsowit® was indicative for the Salpingidae family ( $N = 84$ ) (stat = 0.573,  $p = 0.043$ ), and Typosan® was indicative for the families Scydmaenidae ( $N = 23$ ) and Carabidae ( $N = 115$ ) (stat = 0.611,  $p = 0.005$ , stat = 0.599,  $p = 0.011$ ). For the other pheromones, no indicative family was found, which means that the families were distributed equally across the other pheromones.

### 3.4 | Predators

In our study, the total number of predators amounted to 46 specimens, of which 40 were from the genus *Thanasimus* (*Thanasimus*

*femoralis* 26; *Thanasimus formicarius* 4; *Thanasimus* spp. 10) and 6 were *Nemosoma elongatum*. The pheromone with the highest total number of predators caught was Ipstyp® (19) followed by IT Ecolure Extra® (16), Ipsowit® (5) and Pheroprax® (5), and Typosan® (1). For the bycatch of predators, the model including the pheromones and FMA was the best explanatory model (Table 2). There were a larger number of predators caught by Ipstyp® and IT Ecolure Extra® compared to Ipsowit® (Table 3), which was also statistically significant. There was no difference observed between Ipsowit® and the other pheromones. There were in total more specimens found for the Slovenj Gradec FMA (41) than for the Kranj FMA (5), and the difference was statistically significant (Table 3).

### 3.5 | Budget

In the experiment, we used 50 traps with stands (Table 4), which cost €29.83. In total, the costs of work and travel expenses associated with traps were €10,906.66 and €1,471.86, respectively (Table 4). The costs of work were relatively high compared to the cost of pheromones. There were large differences in the prices of different pheromones, with Pheroprax® being the most expensive. Travel expenses and the cost of traps represented the smallest shares of total monitoring costs, that is, 9.2% and 9.4%, respectively. The pheromones were somewhat more expensive and represented 12.8% of all costs. The costs of work represented the highest percentage of all costs, that is, 68.6% (Table 4).

### 3.6 | Cost-efficiency index

The index showed that the pheromones had different scores for the number of caught *I. typographus*, sensitivity for disturbed and undisturbed locations and ratio of bycatch/catch (Table 5).



**TABLE 3** Model statistics of the effectiveness, bycatch and *I. typographus* predator model. The other pheromones are compared to Ipsowit®, undisturbed locations are compared to disturbed locations and the Slovenj Gradec FMA is compared to the Kranj FMA. The hurdle model prepared for the number of predators shows two models: a truncated Poisson model for the abundance above zero and a binomial model for the probability of predators of *I. typographus*

Best model	Variables	Estimate	Std. Error	z value	p
Effectiveness	(Intercept)	9.74	0.21	47.15	<0.001
	<b>Pheromone - Ipstyp</b>	<b>-0.80</b>	<b>0.24</b>	<b>-3.37</b>	<b>&lt;0.001</b>
	Pheromone - IT Ecolure Extra	0.12	0.24	0.49	0.622
	Pheromone - Pheroprax	0.06	0.24	0.25	0.804
	<b>Pheromone - Typosan</b>	<b>-1.26</b>	<b>0.24</b>	<b>-5.30</b>	<b>&lt;0.001</b>
	<b>Disturbance - control</b>	<b>-0.56</b>	<b>0.15</b>	<b>-3.71</b>	<b>&lt;0.001</b>
Bycatch	FMA - SG	0.11	0.15	0.69	0.488
	(Intercept)	6.39	0.33	19.27	<0.001
	Pheromone - Ipstyp	-0.39	0.44	-0.89	0.375
	Pheromone - IT Ecolure Extra	0.47	0.44	1.07	0.285
	Pheromone - Pheroprax	-0.62	0.44	-1.43	0.153
	Pheromone - Typosan	-0.71	0.44	-1.62	0.106
	Disturbance - control	-0.10	0.44	-0.23	0.815
	<b>FMA - SG</b>	<b>0.48</b>	<b>0.20</b>	<b>2.41</b>	<b>0.016</b>
	<b>Pheromone - Ipstyp<sup>a</sup> disturbance - control</b>	<b>-1.12</b>	<b>0.62</b>	<b>-1.80</b>	<b>0.072<sup>a</sup></b>
	Pheromone - IT Ecolure Extra <sup>a</sup> disturbance - control	-0.24	0.62	-0.39	0.696
Pheromone - Pheroprax <sup>a</sup> disturbance - control	0.95	0.62	1.54	0.124	
Pheromone - Typosan <sup>a</sup> disturbance - control	-0.68	0.62	-1.09	0.275	
Predators	(Intercept)	-2.45	1.16	-2.11	<0.05
	<b>Pheromone - Ipstyp</b>	<b>2.73</b>	<b>0.70</b>	<b>3.88</b>	<b>&lt;0.001</b>
	<b>Pheromone - IT Ecolure Extra</b>	<b>1.47</b>	<b>0.71</b>	<b>2.07</b>	<b>&lt;0.05</b>
	Pheromone - Pheroprax	-10.71	158.89	-0.07	0.946
	Pheromone - Typosan	-9.19	132.09	-0.07	0.945
	<b>FMA - SG</b>	<b>2.57</b>	<b>0.96</b>	<b>2.69</b>	<b>&lt;0.001</b>
Binomial	(Intercept)	-1.45	0.86	-1.68	0.092
	Pheromone - Ipstyp	-0.56	1.07	-0.52	0.602
	Pheromone - IT Ecolure Extra	0.46	0.97	0.48	0.633
	Pheromone - Pheroprax	0.89	0.96	0.93	0.355
	Pheromone - Typosan	-1.39	1.27	-1.09	0.277
	FMA - SG	0.93	0.71	1.31	0.192

Note: Differences with significant values are shown in bold.

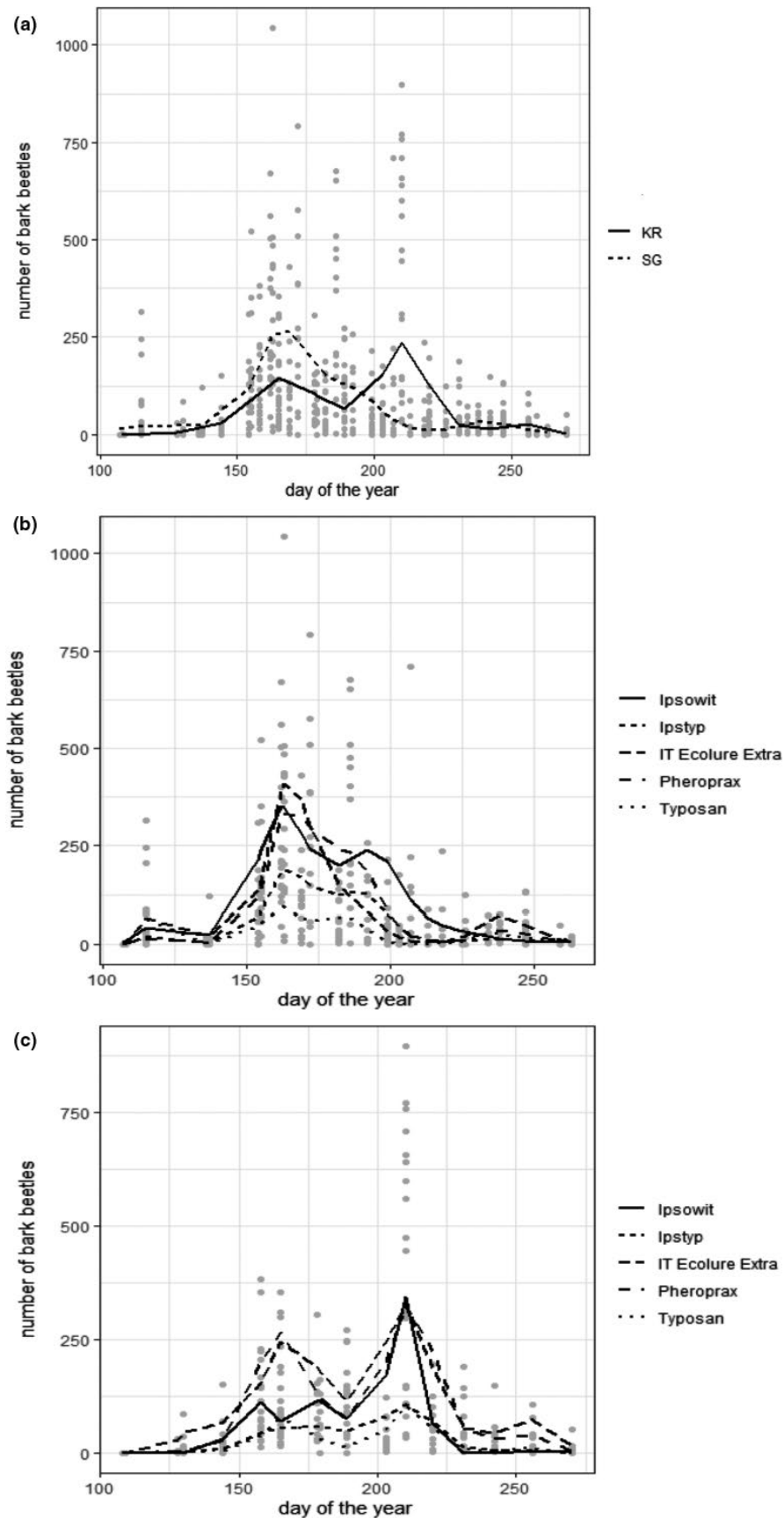
<sup>a</sup>Indicates results with a slight tendency.

Ipsowit® had the best performance. Relative to pheromone costs, the most expensive pheromone was not as good as the cheapest one.

## 4 | DISCUSSION

A trapping system using synthetic pheromone lures has been an established method for monitoring populations of *I. typographus*

in Slovenia and Europe for decades. Moreover, it has been shown that pheromone traps can be used to assess the risk of damage caused by *I. typographus* (Duelli et al., 1997; Vité, 1989; Weslien et al., 1989). Since the discovery of the key aggregation pheromone components of *I. typographus* in the 1960s (Bakke et al., 1977), several commercial products have been put on the market as synthetic aggregation pheromone lures for *I. typographus*. For assessing which of them is the most effective and affordable at the same time, we compared the trapping efficiency

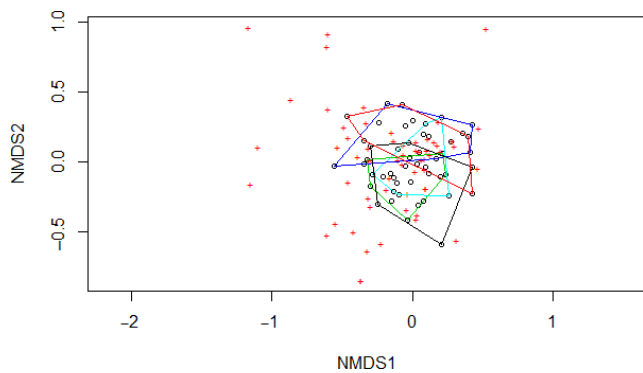
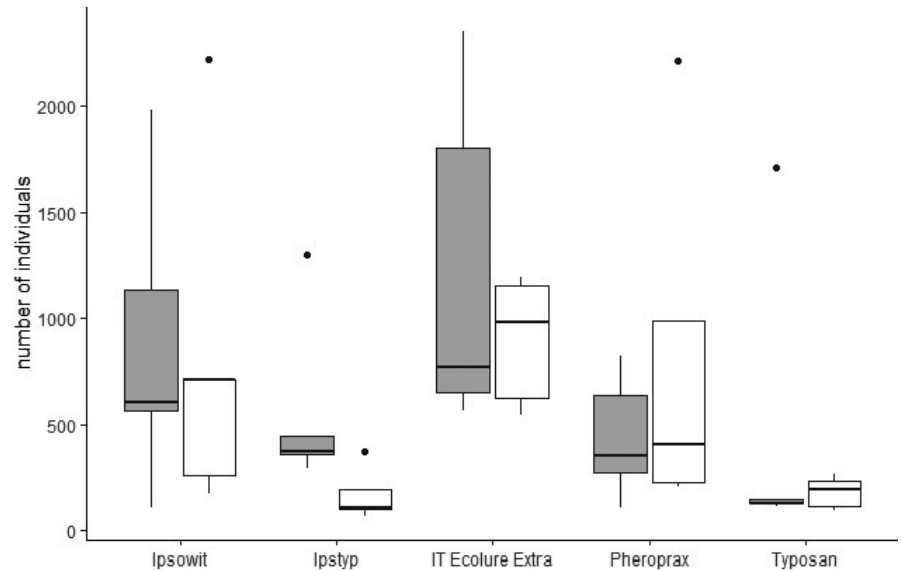


**FIGURE 2** The changes in the trap catch of *I. typographus* for the FMAs (a) and difference in pheromones for the Slovenj Gradec FMA (b) and Kranj FMA (c). The background shows the raw data

of five pheromones (IT Ecolure Extra®, Typosan®, Ipstyp®, Ipsowit®, and Pheroprax®) in two different treatments (disturbed and undisturbed locations).

Pheromones are a mix of volatile chemical components that induce changes in the behaviour of specimens of the same species (Bakke, 1981; Birgersson et al., 1984; Dickens, 1981; Schlyter

**FIGURE 3** Difference in bycatch between the different pheromones. The grey boxplots show disturbed locations, and the white boxplots show undisturbed locations. The data are represented by the median value, confidence interval, and the dots represent outliers



**FIGURE 4** NMDS plot of the difference in family composition caught as bycatch between the different pheromones. The light blue line shows Ipsowit®, the dark blue line shows Ipstyp®, the green line shows IT Ecolure Extra®, the black line shows Pheroprax® and the red line shows Typosan®

et al., 1987; Schlyter et al., 1987; Schlyter et al., 1987). Different pheromones are released in different stages of *I. typographus* aggregation (Birgersson et al., 1984) and therefore have a different influence on behaviour (Bakke, 1981; Dickens, 1981; Birgersson et al., 1984; Dickens, 1981; Schlyter, Löfqvist, et al., 1987; Schlyter, Birgersson, et al., 1987; Schlyter, Byers, et al., 1987). For *I. typographus*, 2-methyl-3-buten-2-ol and cis-verbenol were found as essential components for attraction (Bakke, 1981; Birgersson et al., 1984; Schlyter, Löfqvist, et al., 1987; Schlyter, Birgersson, et al., 1987; Schlyter, Byers, et al., 1987; Vité, 1989). Adding verbenone and ipsenol to the mixture of the synthetic aggregation pheromone significantly reduces the catch, which means that verbenone and ipsenol act as inhibitors (Bakke, 1981). Birgersson et al. (1984) noticed that ipsenol and ipsdienol are not present in the initial aggregation and are first produced only by males after the females enter the nuptial chamber, and especially high quantities are released when females start to lay eggs. He proposed that ipsdienol

**TABLE 4** The total cost of work force and travel expenses, including the cost of all the traps with stands and pheromone cost

	Cost	Total cost	Percentage (%)
<b>Logistics</b>			
Cost of traps and stands <sup>a</sup>		€ 1,491.50	9.4
Cost of the work force		€ 10,906.66	68.6
Travel expenses		€ 1,471.86	9.2
<b>Pheromones</b>			
IT Ecolure Extra	€ 351.22	€ 2029.80	12.8
Ipstyp	€ 236.98		
Ipsowit	€ 480.42		
Typosan	€ 350.20		
Pheroprax	€ 610.98		
<b>Total</b>		<b>€ 15,899.82</b>	<b>100</b>

<sup>a</sup>Initial costs of the traps, but they can be used over several seasons.

has a different behavioural role and that it might act as a hormonal control of *I. typographus* production. When low quantities of ipsdienol were added to a mixture of methylbutenol and cis-verbenol, the trap catch increased (Birgersson et al., 1984; Schlyter, Byers, et al., 1987). However, if a higher quantity of ipsdienol was added to the mixture, the catch decreased (Schlyter, Byers, et al., 1987). Furthermore, Dickens (1981) showed in his research that there are different detection thresholds of a certain chemical and that the threshold differs between females and males of *I. typographus*. He also proposed that 2-methyl-3-buten-2-ol could be a short-range orientation pheromone. In addition, a combination of different chemicals yields different results (Bakke, 1981; Birgersson et al., 1984; Dickens, 1981; Schlyter, Löfqvist, et al., 1987; Schlyter, Birgersson, et al., 1987; Schlyter, Byers, et al., 1987). The effectiveness of a pheromone not only depends on its chemical structure, but also on the ratio of chemicals used. As seen from Schlyter, Löfqvist, et al. (1987),

TABLE 5 Standardized index compared to the different pheromones

Pheromones	Average catch index per trap (indexTC)	Standardized sensitivity (indexSS)	Average index ratio catch/bycatch (indexBTCTC)	Combined index (index)	Pheromone costs
Ipsowit	0.47	1.00	0.59	0.69	€ 480.42
Ipstyp	0.22	0.54	0.52	0.42	€ 236.98
IT Ecolure Extra	0.50	0.55	0.46	0.50	€ 351.22
Pheroprax	0.46	0.28	0.73	0.49	€ 610.98
Typosan	0.13	0.30	0.55	0.33	€ 350.20

a mixture with a larger quantity of 2-methyl-3-buten-2-ol than of (4S)-cis-verbenol has the most significant influence on catch effectiveness. They also noticed that increasing (4S)-cis-verbenol to 10 times higher than the standard amount decreases the male proportion by 14%. When raising 2-methyl-3-buten-2-ol to 20 times higher, the effect on the male proportion decreased only slightly.

Our results show that pheromones can be put into two groups. The first group consists of pheromones with high effectiveness: IT Ecolure Extra®, Pheroprax® and Ipsowit®. The second group consists of pheromones with low effectiveness: Ipstyp® and Typosan®. Because the exact concentrations of the ingredients in the pheromones used were not given, it is difficult to explain why there was such a large difference between the numbers of beetles caught in traps lured by Pheroprax® (with a very high number) and Ipstyp® (with a very low number) even though both lures contained cis-verbenol and 2-methyl-3-buten-2-ol. We can only speculate that the reason could be the difference in chemical ratio or the different amount of content, or perhaps the chemicals are released differently because of different types of packaging, that is, Pheroprax® is available as an ampule and Ipstyp® as a blotter. Even based on the ingredients themselves, it is difficult to determine why IT Ecolure Extra®, Pheroprax® and Ipsowit® are so similar in effectiveness. The same is true for the similarity in effectiveness between Ipstyp® and Typosan®. What is interesting is that our results contrast those of Göktürk et al. (2005), who found Ipsowit® to be less effective than Ipstyp® and Typosan®. However, in that study the traps were set in late May for 45 days, while our results cover the whole season. There are also some differences between our results and those from the neighbouring country of Croatia (Pernek, 2002). The most effective pheromone was also Pheroprax®; however, Ipsowit® was nearly as effective as Pheroprax®, while IT Ecolure Extra® was significantly less effective (Pernek, 2002). Since the compositions of pheromones were not given in the articles mentioned, the answer for the difference in results might lie in changes in the composition of commercially available pheromones since that time. Galko et al. (2010) and Zahradník and Zahradníková (2014) also found Pheroprax® to be the most efficient. Galko et al. (2010) compared it to the Ipslure®, which had the same components as Pheroprax®, that is, cis-verbenol, ipsdienol and methylbutenol. Nevertheless, the catch with Ipslure® was two times lower than the catch with Pheroprax®. Although Ipslure® was not used in our experiment, its efficiency is comparable to the efficiency of Ipstyp® and Typosan®. Two of their assumptions as to why there is such a big difference in

efficiency were similar to ours: (i) lower/larger content of active substance and differences in the ratio of chemicals used and (ii) Ipslure® might behave differently in different climates. Zahradník and Zahradníková (2014) observed that when comparing the data gathered in the exchange treatment, a higher number of *I. typographus* were caught in the traps with Pheroprax®, followed by traps with IT Ecolure Mega®, FeSex Typo®, IT Ecolure Extra®, Pheagr IT Forte®, IT Ecolure Tubus®, Pheagr IT Extra®, Pheagr IT®, PCIT Ecolure® and PCHIT Etokap®. These results are in contrast with our results, since in our study, Pheroprax® had a lower number of caught *I. typographus* than IT Ecolure Extra®. According to the provided contents of the pheromones from Zahradník and Zahradníková (2016), the ingredients are the same as those used in our study. However, the stated length of efficacy did change from the time their experiment was carried out, which might mean that the ratio of chemicals might have also changed.

Nevertheless, the most expensive pheromone Pheroprax® did not have the highest efficiency for catching *I. typographus*. Even Ipsowit®, which was the second most expensive pheromone, did not have the highest efficiency. IT Ecolure Extra®, which is half the price of Pheroprax®, had the highest efficiency. We are thus able to confirm our first hypothesis that the most expensive pheromone might not also be the most efficient one. From this, we can conclude that pheromone producers are improving their products and that evaluation of their efficiency and efficacy is necessary. In addition, as seen from Galko et al. (2010) and other research (Bakke, 1989; Galko et al., 2016; Martín et al., 2013), the type of trap is another variable that should be taken into the account when setting up monitoring or an experiment. The results for the comparison between the two chosen locations show that on average, more *I. typographus* were caught in the Slovenj Gradec FMA than in the Kranj FMA, but the difference was not statistically significant when looking only at the whole catch. When analysing the abundance separately through time, the difference between the FMAs became more apparent and statistically significant.

We also found significant differences in the trap catches between the chosen FMAs. The Slovenj Gradec FMA had one significant peak for all pheromones at the beginning of the summer, and only one pheromone (Ipsowit®) showed one additional peak in late summer. In contrast, for the Kranj FMA, we found one peak for all pheromones in late summer and one additional peak for two pheromones (Pheroprax® and Typosan®) at the beginning of the summer. The explanation for the difference in trap catches might lie in

the overall difference in altitudes between the chosen FMAs. The traps in the Slovenj Gradec FMA were set at an average altitude of 885 m for Mislinja and 898 m for Slovenj Gradec, while those in the Kranj FMA were set at an average altitude of 957 m for Jezersko and 989 m for Tržič, meaning that traps in the Kranj FMA were exposed to a higher overall altitude than those in the Slovenj Gradec FMA and consequently to lower yearly temperatures. From the biology of *I. typographus*, we know that the development time (Ogris et al., 2019; Wermelinger & Seifert, 1998) and consequently flight season strongly correlate with temperature (Faccoli, 2009).

Our prediction that a difference in the numbers of caught *I. typographus* can be observed between disturbed and undisturbed locations was confirmed. Traps with the same synthetic aggregation pheromone caught more *I. typographus* in disturbed locations compared to traps set in undisturbed locations. The results are consistent with the findings of Angst et al. (2012) that the abundance of *I. typographus* decreases from infested sites towards non-infested sites. According to this study, the abundance of *I. typographus* is also affected by the composition of the habitat, with abundance in forests being two times higher than that in open areas (Angst et al., 2012). When comparing the efficiency and sensitivity results to distinguish the undisturbed location from the disturbed location, the pheromone IT Ecolure Extra®, which had the highest efficiency, was not the one with the highest sensitivity. The pheromone with better sensitivity than IT Ecolure Extra® was Ipsowit®. Therefore, we reject our second hypothesis that the pheromone with the highest catch rate would also be the one that shows the highest difference between disturbed and undisturbed locations.

It is known that synthetic aggregation pheromones used in monitoring *I. typographus* may also attract non-target insects (Panzavolta et al., 2014; Valkman et al., 1997; Wermelinger, 2002) or 'bycatch'. When deciding which pheromone to use, it is favourable to use one that attracts the lowest number of bycatch species. Our results show that the total number of specimens considered as bycatch was much smaller than the number of *I. typographus* caught in traps, regardless of the pheromone used. This coincides with the results of Valkman et al. (1997), even though they used the 1979 black drainpipe trap model and only the Ipslure® pheromone. However, our results contrast those of Panzavolta et al. (2014), which could be due to different pheromones and traps used by Panzavolta, that is, pheromones for *Ips sexdentatus* and Lindgren multiple funnel traps (Lindgren, 1983).

The pattern of bycatch was similar to the pattern of *I. typographus* catch for all five pheromones; therefore, we confirm the first part of the third hypothesis. The bycatch was composed mostly of Coleoptera. The Coleoptera families caught are mostly the same as those found in other studies, with other Curculionidae taxa being the most abundant, followed by Staphylinidae, Scarabaeidae and Elateridae species (Panzavolta et al., 2014; Valkman et al., 1997; Wermelinger, 2002). Between 90 and 250 specimens across whole season were also caught from the orders of Hymenoptera, Hemiptera, Diptera, Dermaptera and Araneae. The model showed that, overall, there was no difference between disturbed and

undisturbed locations; only the pheromone Ipsotyp® had a slightly higher difference between disturbed and undisturbed locations, with disturbed locations having higher abundance. According to Müller et al. (2008), the gaps made by *I. typographus* positively correlate with the diversity of true bugs, bees and wasps and have the most significant impact on saproxylic beetles. However, further research is needed. There was also a noticeable difference in representation of different beetle families caught as bycatch between the pheromones used. In pheromone traps with Ipsowit®, the most indicative beetle family was Salpingidae. Some researchers have identified certain species from the family Salpingidae as predators of *I. typographus* (Panzavolta et al., 2014; Wermelinger, 2002) and suggest that synthetic pheromones can act as kairomones for them. For traps with the pheromone Typosan®, the family Scydmaenidae and Carabidae were the most indicative. For other pheromones, Coleoptera families were equally represented. Pheromone mixtures may also contain terpenes and other host-specific chemicals that attract species that use weakened or decomposing trees as breeding or foreign habitat (Panzavolta et al., 2014; Valkman et al., 1997). Therefore, although some pheromones overlap, we can still confirm our third hypothesis that pheromones had different bycatch composition. Overall, there was a higher number of bycatch beetles in the Slovenj Gradec FMA than in the Kranj FMA. This could be explained by the higher altitude of the traps in the Kranj FMA compared to the those in the Slovenj Gradec FMA, as seen in the catch of *I. typographus* beetles.

The predatory Clerid beetles (*Thanasimus* spp.) are among the most effective natural enemies of *I. typographus* (Martín et al., 2013; Weslien, 1994). Wermelinger (2004) also confirmed a positive correlation between the number of *Thanasimus formicarius* specimens and the number of *I. typographus* specimens. Bakke and Kvamme (1981) found that the pheromones ipsenol and ipsdienol, which are naturally produced by *I. typographus*, act as kairomones or attractants for *Thanasimus* species. They also found that adding cis-verbenol to the mixture enhances attractiveness. The synergistic effect was also found when mixing methylbutenol with cis-verbenol and Ipsdienol, even though it had no effect when applied alone. In our study, the total number of predators amounted to 46 specimens, of which 40 were from the genus *Thanasimus* and six specimens were *Nemosoma elongatum*. In all cases, the number of predators did not exceed five specimens per collection of the trap sample. This is in agreement with the fact that *T. formicarius* readily escapes from the container of slit traps. In addition, other studies have shown that slit traps are of little concern regarding the bycatch of *Thanasimus formicarius* beetles (Martín et al., 2013), which might be the case in our study, and could apply to our catch of *Thanasimus formicarius*, as well as for *Nemosoma elongatum* and *Thanasimus femoralis*. The pheromones with the highest total number of predators caught were Ipsotyp® and IT Ecolure Extra®. Other pheromones had much lower numbers of specimens. The reason could be related to the different concentrations of ipsdienol, methylbutenol and cis-verbenol in the pheromone mixture. Zhang and Schlyter (2010) found that adding two C8-alcohols

(3-octanol and 1-octen-3-ol) to the kairomone mixture (aggregation pheromones for *I. typographus*) decreases the catch of *T. formicarius* by more than 36%. Unfortunately, the two C8-alcohols also decreased the catch of *I. typographus*. However, none of the pheromone producers stated that these alcohols are present in their pheromone mixture and none of the listed components of the pheromones acted as an inhibitor for *T. formicarius*. From the gathered data, we can conclude that the pattern of predator catch was not similar to the pattern of *I. typographus* catch for all five pheromones; therefore, we reject the second part of the third hypothesis.

As we found for *I. typographus* and the bycatch, there were more specimens caught in the Slovenj Gradec FMA than in the Kranj FMA, which can also be explained by altitude and the lifestyle of *Thanasimus* species, which are density dependent on *I. typographus* (Weslien, 1994).

From the budget analysis, where we compared five different commercially available pheromones, we can see that in our case, the pheromones represented 12.8% of the total cost of monitoring. If only the cheapest pheromones were used, their percentage would drop to 7.5% of the total cost, and if only the most expensive ones were used, the percentage would rise to 19.2% of the total cost. Even though the pheromone and trap costs in our research were relatively low, we can see from the control programme report of Bakke (1989) that the cost of pheromones and traps can represent up to one third of the total cost. Nevertheless, pheromone cost did not represent a significant share of the total cost of our monitoring, and therefore, we reject our last hypothesis.

## 5 | CONCLUSIONS

In conclusion, we found that different pheromones yield different results under opposing disturbance circumstances. A pheromone should be effective and catch many beetles, but also show outbreaks and differences in the trap catch of *I. typographus*. In this way, foresters can anticipate future outbreaks (Faccoli & Stergulc, 2006) and respond as soon as possible. We show that pheromones which attract a large number of beetles do not necessarily distinguish between disturbed and undisturbed areas. Another important aspect when deciding on which pheromone to use is the bycatch. The more effective pheromones do not necessarily have the highest bycatch. In comparison with the economic evaluation, the most expensive pheromone was not necessarily the one which was most efficient and had the lowest bycatch. However, the costs of the pheromones are only minor compared to the total monitoring budget including logistics. Taking these factors into account when deciding on the appropriate pheromones would give the best option for quickly reacting to potential outbreaks, but also have as less potential impact on non-target organisms. This framework allows us to make a constructive decision regarding the best pheromone for monitoring *I. typographus*, which is important for responding to outbreaks in forests in a changing world.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the foresters from ZGS that helped with the sampling of the traps and Eva Groznik for helping to sort the samples. The authors acknowledge the project 'Improvement of the monitoring system for catching spruce bark beetles in control pheromone traps and the system of setting of control traps, and the development of an application for location planning and abundance of control traps and trap logs by regulatory units of the Slovenia Forest Service' (V4-1822), which was financially supported by the Slovenian Research Agency and the Ministry of Agriculture, Forestry and Food.

## CONFLICT OF INTEREST

There was no conflict of interest.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

MG and AK conceived the ideas and designed methodology; AK and MK coordinated the fieldwork; NS performed the species identification and prepared the data for analysis; MG analysed the data; NS led the writing of the manuscript. All authors contributed critically to the drafts and gave final approval for publication.

## DATA AVAILABILITY STATEMENT

All data underlying the analyses and the R scripts in this study are available on Dryad (<https://datadryad.org/stash/share/V7vofWmXsOibiWI-prb9OwpZojUu08QiH0mHAuxiAp8>, de Groot et al., 2020).

## ORCID

Nina Šramel  <https://orcid.org/0000-0003-3451-6497>

Andreja Kavčič  <https://orcid.org/0000-0002-0302-955X>

Maarten de Groot  <https://orcid.org/0000-0002-5721-6676>

## REFERENCES

- Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26, 32–46. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- Angst, A., Rüegg, R., & Forster, B. (2012). Declining bark beetle densities (*Ips typographus*, Coleoptera: Scolytinae) from infested Norway spruce stands and possible implications for management. *Psyche A Journal of Entomology*, 3, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2012/321084>
- Baier, P., Pennerstorfer, J., & Schopf, A. (2007). PHENIPS—a comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecology and Management*, 249, 171–186. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.05.020>
- Bakke, A. (1981). Inhibition of the response in *Ips typographus* to the aggregation pheromone; field evaluation of verbenone and ipsenol. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 92, 172–177. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1981.tb01666.x>
- Bakke, A. (1989). The recent *Ips typographus* outbreak in Norway - Experiences from a control program. *Holarctic Ecology*, 12, 515–519. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1989.tb00930.x>
- Bakke, A., Frøyen, P., & Skattebøl, L. (1977). Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. *Naturwissenschaften*, 64, 98–99. <https://doi.org/10.1007/BF00437364>

- Bakke, A., & Kvamme, T. (1981). Kariomone response in *Thanasimus* predators to pheromone components of *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 7(2), 305–312. <https://doi.org/10.1007/BF00995753>
- Birgersson, G., Schlyter, F., Löfqvist, J., & Bergström, G. (1984). Quantitative variation of pheromone components in the spruce bark beetle *Ips typographus* from different attack phases. *Journal of Chemical Ecology*, 10, 1029–1055.
- Bončina, A., Klopčič, M., Simončič, T., Dakskobler, I., Ficko, A., & Rozman, A. (2017). A general framework to describe the alteration of natural tree species composition as an indicator of forest naturalness. *Ecological Indicators*, 77, 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.039>
- Buma, B. (2015). Disturbance interactions: Characterization, prediction, and the potential for cascading effects. *Ecosphere*, 6(4), 1–15. <https://doi.org/10.1890/ES15-00058.1>
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer-Verlag.
- De Caceres, M., & Legendre, P. (2009). Associations between species and groups of sites: Indices and statistical inference. *Ecology*, 90, 3566–3574. <https://doi.org/10.1890/08-1823.1>
- de Groot, M., Diaci, J., & Ogris, N. (2019). Forest management history is an important factor in bark beetle outbreaks lesson for the future. *Forest Ecology and Management*, 433, 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.025>
- 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., & Kobler, A. (2018). The effects of a large-scale ice storm event on the drivers of bark beetle outbreaks and associated management practices. *Forest Ecology and Management*, 408, 195–201. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.035>
- de Groot, M., Šramel, N., Kavčič, A., & Kolšek, M. (2020). Difference in effect of pheromone for monitoring the European spruce bark beetle, Dryad, Dataset. Retrieved from <https://doi.org/10.5061/dryad.zs7h44j6t>
- Dickens, J. C. (1981). Behavioural and electrophysiological responses of the bark beetle, *Ips typographus*, to potential pheromone components. *Physiological Entomology*, 6, 251–261. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1981.tb00269.x>
- Duelli, P., Zahradnik, P., Knizek, M., & Kalinova, B. (1997). Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps. *Journal of Applied Entomology*, 121, 297–303. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01409.x>
- Faccoli, M. (2009). Effect of weather on *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae) phenology, voltinism, and associated spruce mortality in the southeastern Alps. *Environmental Entomology*, 38, 307–316. <https://doi.org/10.1603/022.038.0202>. PMID: 19389278
- Faccoli, M., & Stergulc, F. (2006). A practical method for predicting the short-time trend of bivoltine populations of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 130, 61–66. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2005.01019.x>
- Fettig, C. J., & Hilszczanski, J. (2015). Chapter 14 - Management Strategies for Bark Beetles in Conifer Forests. In F. E. Vega, & R. W. Hofstetter (Eds.), *Bark Beetles - Biology and Ecology of Native and Invasive Species* (pp. 555–584). : Elsevier/AP. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00014-9>
- Galko, J., Gubka, A., Vakula, J., & Brutovský, D. (2010). Comparison of catches of the spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) (Coleoptera: Scolytidae) in pheromone traps of Canadian and European production. *Lesnícky Časopis - Forestry Journal*, 56(4), 337–347. <https://doi.org/10.2478/v110114-009-0017-0>
- Galko, J., Nikolov, C., Kunca, A., Vakula, J., Gubka, A., Zúbrík, M., ... Konôpka, B. (2016). Effectiveness of pheromone traps for the European spruce bark beetle: A comparative study of four commercial products and two new models. *Lesnícky Časopis - Forestry Journal*, 62, 207–215. <https://doi.org/10.1515/forj-2016-0027>
- Göktürk, T., Akkuzu, E., & Aksu, Y. (2005). Comparing the effectiveness ratios of pheromone lures of IPSOWIT®, IPSTYP®, and TYPOSAN® against *Ips typographus* (L.) (Col.: Scolytidae). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6, 155–160. <https://doaj.org/article/0b4f67e9408a43bb895e30428b565184>
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., ... de Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS One*, 12(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Kozjek, K., Dolinar, M., & Skok, G. (2017). Objective climate classification of Slovenia. *International Journal of Climatology*, 37, 848–860. <https://doi.org/10.1002/joc.5042>
- Levanič, T., Gričar, J., Gagen, M., Jalkanen, R., Loader, N. N., McCarroll, D., Oven, P., & Robertson, I. (2009). The climate sensitivity of Norway spruce [*Picea abies*(L.) Karst.] in the southeastern European Alps. *Trees*, 23, 169–180. <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0265-0>
- Lewis, W. J., van Lenteren, J. C., Phatak, S. C., & Tumlinson, J. H. (1997). A total system approach to sustainable pest management. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(23), 12243–12248. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.23.12243>
- Lindgren, B. S. (1983). A multiple funnel trap for scolytid beetles (Coleoptera). *Canadian Entomologist*, 115, 259–273. <https://doi.org/10.4039/Ent115299-3>
- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., ... Marchetti, M. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 698–709. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.023>
- Lobinger, G. (1995). Einsatzmöglichkeiten von Borkenkäferfallen. *Allg. Forst. Z. Waldwirtsch. Umweltvorsorge*, 50, 198–201. [https://www.researchgate.net/publication/306193775\\_Einsatzmoglichkeiten\\_von\\_Borkenkaeferfalle](https://www.researchgate.net/publication/306193775_Einsatzmoglichkeiten_von_Borkenkaeferfalle)
- Martín, A., Etxebeeste, I., Pérez, G., Álvarez, G., Sánchez, E., & Pajares, J. (2013). Modified pheromone traps help reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*, 15, 86–97. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00594.x>
- Müller, J., Bußler, H., Goßner, M., Rettelbach, T., & Duelli, P. (2008). The European spruce bark beetle *Ips typographus* in a national park: From pest to keystone species. *Biodiversity and Conservation*, 17, 2979–3001. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9409-1>
- Nagel, T. A., Mikac, S., Dolinar, M., Klopčič, M., Keren, S., Svoboda, M., ... Paulic, V. (2017). The natural disturbance regime in forests of the Dinaric Mountains: A synthesis of evidence. *Forest Ecology and Management*, 388, 29–42. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.047>
- Netherer, S., Panassiti, B., Pennerstorfer, J., & Matthews, B. (2019). Acute Drought is an important driver of bark beetle infestation in Austrian Norway spruce stands. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2, 39. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00039>
- Ogris, N., Ferlan, M., Hauptman, T., Pavlin, R., Kavčič, A., Jurc, M., & de Groot, M. (2019). RITY – A phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring. *Ecological Modelling*, 410, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108775>
- Ogris, N., & Jurc, M. (2010). Sanitary felling of Norway spruce due to spruce bark beetles in Slovenia: A model and projections for various climate change scenarios. *Ecological Modelling*, 221, 290–302. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.05.015>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., ... Wagner, H. (2013). Vegan: Community Ecology Package, R package version 2.0-7 edn. *Journal of Statistical Software*, 48, 1–21. [https://www.researchgate.net/publication/282247686\\_Vegan\\_Community\\_Ecology\\_Package\\_R\\_package\\_version\\_20-2](https://www.researchgate.net/publication/282247686_Vegan_Community_Ecology_Package_R_package_version_20-2)

- Panzavolta, T., Bracalini, M., Bonuomo, L., Croci, F., & Tiberi, R. (2014). Field response of non-target beetles to *Ips sexdentatus* aggregation pheromone and pine volatiles. *Journal of Applied Entomology*, 138, 586–599. <https://doi.org/10.1111/jen.12121>
- Pernek, M. (2002). Analysis of biological efficiency of pheromone preparations and types of traps used for capturing bark beetle (*Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae)). *Rad. Šumar. Inst.*, 37(1), 61–83. [https://www.sumins.hr/wp-content/uploads/2016/09/04\\_pernak.pdf](https://www.sumins.hr/wp-content/uploads/2016/09/04_pernak.pdf)
- Potterf, M., Nikolov, C., Kočická, E., Ferenčík, J., Mezei, P., & Jakuš, R. (2019). Landscape-level spread of beetle infestations from windthrown- and beetle-killed trees in the non-intervention zone of the Tatra National Park, Slovakia (Central Europe). *Forest Ecology and Management*, 432, 489–500. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.050>
- R Core Team. (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Raffa, K. F., Aukema, B. H., Bentz, B. J., Carroll, A. L., Hicke, J. A., Turner, M. G., & Romme, W. H. (2008). Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience*, 58(6), 501–517. <https://doi.org/10.1641/B580607>
- Ryall, K. L., & Fahrig, L. (2005). Habitat loss decreases predator-prey ratios in a pine-bark beetle system. *Oikos*, 110(2), 265–270. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13691.x>
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Schlyter, F., Birgersson, G., Byers, J. A., Löfqvist, J., & Bergström, G. (1987). Field response of spruce bark beetle, *Ips typographus*, to aggregation pheromone candidates. *Journal of Chemical Ecology*, 13, 701–716. <https://doi.org/10.1007/BF01020153>
- Schlyter, F., Byers, J. A., & Löfqvist, J. (1987). Attraction to pheromone sources of different quantity, quality, and spacing: Density-Regulation Mechanisms in Bark Beetle *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 13(6), 1503–1523. <https://doi.org/10.1007/BF01012294>
- Schlyter, F., Löfqvist, J., & Byers, J. A. (1987). Behavioural sequence in the attraction of the bark beetle *Ips typographus* to pheromone sources. *Physiological Entomology*, 12, 185–196. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1987.tb00741.x>
- Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarli, D., ... Weisser, W. W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), 671–767. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., ... Reyer, C. P. O. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7(6), 395–402. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J., Worrall, J. J., & Woods, A. J. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 60(1), 133–149. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x>
- Valkman, H., Rätty, M., & Niemelä, P. (1997). Catches of *Ips duplicatus* and other non-target Coleoptera by *Ips typographus* pheromone trapping. *Entomological Fennica*, 8, 153–159. <https://doi.org/10.33338/ef.83934>
- Vité, J. P. (1989). The European struggle to control *Ips typographus* - past, present and future. *Holarctic Ecology*, 12(4), 520–525. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1989.tb00931.x>
- Wermelinger, B. (2002). Development and distribution of predators and parasitoids during two consecutive years of an *Ips typographus* (Col., Scolytidae) infestation. *Journal of Applied Entomology*, 126, 521–527. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00707.x>
- Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - A review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202(1–3), 67–82. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>
- Wermelinger, B., & Seifert, M. (1998). Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 122, 185–191. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1998.tb01482.x>
- Weslien, J. (1994). Interactions within and between species at different densities of the bark beetle *Ips typographus* and its predator *Thanasimus formicarius*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71, 133–143. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1994.tb01779.x>
- Weslien, J., Annala, E., Bakke, A., Bejer, B., Eidmann, H. H., Narvestad, K., Nikula, A., & Ravn, H. P. (1989). Estimating risks for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.)) damage using pheromone-baited traps and trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 4(1–4), 87–98. <https://doi.org/10.1080/02827588909382549>
- Wichmann, L., & Ravn, H. P. (2001). The spread of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark, analyzed using GIS. *Forest Ecology and Management*, 148, 31–39. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00477-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00477-1)
- Wood, S. N. (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)*, 73(1), 3–36. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2010.00749.x>
- Zahradník, P., & Zahradníková, M. (2014). Evaluation of the efficacy duration of different types of pheromone dispensers to lure *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Forest Science*, 60, 456–463. <https://doi.org/10.17221/15/2014-JFS>
- Zahradníková, M., & Zahradník, P. (2016). *Metodická příručka INTEGROVANÉ OCHRANY ROSTLIN PRO LESNÍ POROSTY - Příloha 1. Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa 2016–*. . : Lesnická práce, s.r.o. [https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/06/Seznam-PCHP-2019\\_5-FINAL-lq.pdf](https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/06/Seznam-PCHP-2019_5-FINAL-lq.pdf)
- ZGS. (2012a). Gozdnogospodarski Načrt Gozdnogospodarskega Območja Kranj (2011–2020).
- ZGS. (2012b). Gozdnogospodarski Načrt Gozdnogospodarskega Območja Slovenj Gradec (2011–2020).
- ZGS. (2019a). *Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2018*. Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS. (2019b). *Poročilo o delu Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2018*. Zavod za gozdove Slovenije.
- Zhang, Q. H., & Schlyter, F. (2010). Inhibition of predator attraction to Kairomones by non-host plant volatiles for herbivores: a bypass-trophic signal. *PLoS One*, 5(6), e11063. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011063>
- Zuur, A., Ieno, E., Walker, N., Savelie, A., & Smith, G. (2009). *Mixed Effect Models and Extensions in Ecology with R*. Springer Verlag.

**How to cite this article:** Šramel N, Kavčič A, Kolšek M, de Groot M. Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle. *J Appl Entomol*. 2021;00:1–14. <https://doi.org/10.1111/jen.12853>



## Na kaj moramo biti pozorni, ko izbiramo feromonski pripravek za ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v režaste pasti?

Nina ŠRAMEL<sup>1</sup>, Andreja KAVČIČ<sup>1</sup>, Marija KOLŠEK<sup>2</sup>, Maarten DE GROOT<sup>1\*</sup>

### Povzetek

V prispevku povzemamo ugotovitve raziskave, ki je bila narejena v sodelovanju med Gozdarskim inštitutom Slovenije, Oddelkom za varstvo gozdov in Zavodom za gozdove Slovenije (Šramel in sod., 2021). Cilj raziskave je bila primerjava ulova v režaste pasti ob uporabi različnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus* (Linnaeus, 1758). Izdelan je bil indeks, s katerim je mogoče določiti učinkovitost feromonskega pripravka za osmerozobega smrekovega lubadarja. Ugotovili smo, da se pripravki med seboj razlikujejo po učinkovitosti, njihova učinkovitost pa ni sorazmerna s ceno.

**Ključne besede:** *Ips typographus*, feromonski pripravki, spremljanje, učinkovitost, stroški.

### Uvod

V zadnjih desetletjih smo priča naraščajočim številom prenamnožitev osmerozobega smrekovega lubadarja tako v Evropi kot tudi v Sloveniji, zaradi česar beležimo visoko sanitarno sečnjo (de Groot in sod., 2019). Učinkovit sistem spremljanja dinamike populacije osmerozobega smrekovega lubadarja nam lahko pomaga predvideti njegove prenamnožitve, kar nam lahko omogoči pravočasno izvajanje ukrepov in preprečitev širjenja žarišč. Pomemben element pri načrtovanju spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja s feromonskimi pastmi je izbira feromonskega pripravka. Ugotovljeno je bilo, da so za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja glavne kemične komponente ipsdienol, metilbutenol in *cis*-verbenol (Bakke in sod., 1977). Na trgu so na voljo različni feromonski pripravki, ki vsebujejo omenjene komponente. Vendar pa niso vse mešanice enako učinkovite. Feromonski pripravki se razlikujejo po obliki (pivnik, ampula), dobi trajanja oz. učinkovanja na terenu, ceni, ter kot kažejo raziskave, tudi po učinkovitosti (Pernek, 2002, Göktürk in sod., 2005, Galko in sod., 2010). Med pregledom literature smo ugotovili, da je zelo malo študij, ki bi vključevale tudi ekonomski vidik uporabe feromonskih pripravkov. Ker v Sloveniji feromonske pripravke za spremljanje dinamike populacije osmerozobega smrekovega lubadarja nabavljamo na podlagi javnih naročil, smo želeli ugotoviti, ali je dražji feromonski pripravek tudi bolj učinkovit oz. kako je cena povezana z učinkovitostjo feromonskega pripravka. V raziskavi Šramel in sod. (2021) smo primerjali ulov v pasti, opremljene s petimi različnimi komercialno dostopnimi feromonskimi pripravki. Pri-

pravili smo indeks, ki omogoča primerjavo med feromonskimi pripravki na podlagi njihovih lastnosti (učinkovitost, občutljivost, selektivnost) in cene.

### Metode dela

Poskus smo izvajali od začetka marca do konca septembra 2019. Uporabili smo 50 enojnih režastih pasti tipa Theysohn in feromonske pripravke Pheroprax<sup>®</sup>, IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Ipstyp<sup>®</sup>, Ipsowit<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>. Pasti smo postavili v smrekovih gozdovih, ki so bili v pretekli sezoni (december 2017) prizadeti zaradi vetroloma (testne lokacije, 25 pasti), in v vetrolomu nepoškodovanih smrekovih sestojih (kontrolne lokacije, 25 pasti). Pasti so bile na vseh lokacijah postavljene enakomerno in naključno, ter med seboj oddaljene najmanj 1 km. Populacija osmerozobega smrekovega lubadarja je bila pod pragom prenamnožitve in v sestoji je bila lesna zaloga navadne smreke (*Picea abies*) 70 % ali več. Prav tako so bile primerljive druge ekološke razmere (drevesna sestava, nadmorska višina, naklon, osončenost, povprečna mesečna temperatura zraka, povprečna mesečna količina padavin). Pasti so bile praznjene na 7 do 14 dni, odvisno od temperature. V kolikor je bila temperatura višja od 24 °C, so se pasti praznile na vsakih 7 dni. Izbira lokacij, praznjenje in menjava feromonskih pripravkov so bili izvedeni s strani revirnih gozdarjev Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS). Raziskavo smo izvajali v gozdnogospodarskem območju (GGO) Kranj (20 pasti) in GGO Slovenj Gradec (30 pasti). V vsakem GGO smo izbrali testno in kontrolno lokacijo. V GGO Kranj (Slika 1) so bile testne pasti od kontrolnih oddaljene 6,5 km in v GGO Slovenj Gradec (Slika 2) 3,5 km. Testni lokaciji v raziskavi sta bili Jezersko (10 pasti) v krajevni enoti (KE) Preddvor in južni del Pohorja (15 pasti) v KE Slovenj Gradec. Kontrolni lokaciji pa sta bili izbrani v KE Tržič na območju Loma (6 pasti) in Podljubela (4 pasti), ter na južnem pobočju nad Mislinjo (15 pasti) v KE Mislinja. V letu 2018 je bila populacija osmerozobih smrekovih podlubnikov na vseh izbranih lokacijah pod pragom prenamnožitve. V GGO Kranj smo imeli 2 ponovitvi v testni in kontrolni lokaciji, v GGO Slovenj Gradec 3 ponovitve – vsega skupaj 10 ponovitev za vsak feromonski pripravek. Na vsaki lokaciji smo uporabili vseh pet feromonskih pripravkov. Metode dela so podrobneje predstavljene v izvornem delu (Šramel in sod., 2021).

<sup>1</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana; \*maarten.degroot@gozdis.si

<sup>2</sup> Zavod za Gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana



Slika 1: Lokacije pasti v GGO Kranj.

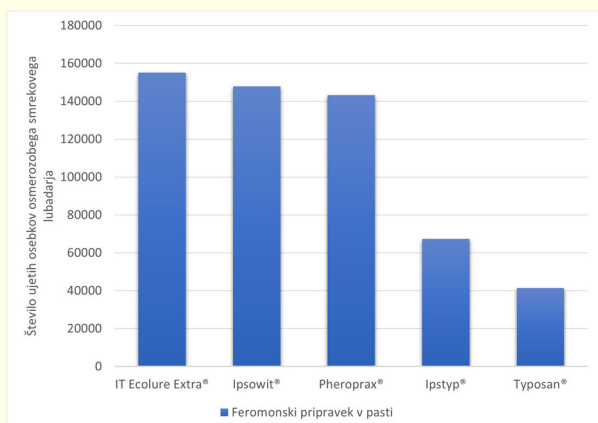


Slika 2: Lokacije pasti v GGO Slovenj Gradec.

## Rezultati

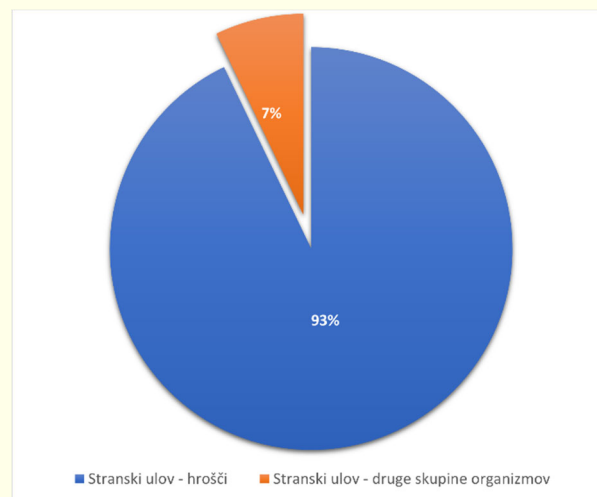
### Ulov v pasti

Skupno smo ujeli 554.822 osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja. Od tega je bilo največ osebkov ujetih v pasti s feromonskim pripravkom IT Ecolure Extra® (155.083 osebkov), sledile so pasti z Ipsowit® (147.844 osebkov), Pheroprax® (143.232 osebkov), Ipstyp® (67.252 osebkov) in Typosan® (41.411 osebkov) (Slika 3). Število ujetih osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja se je statistično značilno razlikovalo le med feromonskimi pripravki IT Ecolure Extra®, Ipsowit® in Pheroprax® v primerjavi z Ipstyp® in Typosan®.



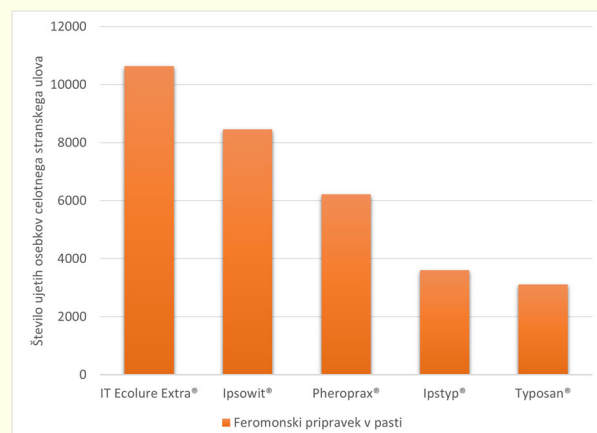
Slika 3: Število ujetih osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja glede na feromonski pripravek.

Pri analizi smo zabeležili skupno 32.024 primerkov neciljnih organizmov (stranski ulov), od tega je bilo 29.741 predstavnikov reda hroščev (Coleoptera), 2.283 osebkov pa je pripadalo drugim skupinam žuželk (Slika 4). Med ulovljenimi hrošči smo našli tudi 46 primerkov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja.



Slika 4: Struktura stranskega ulova.

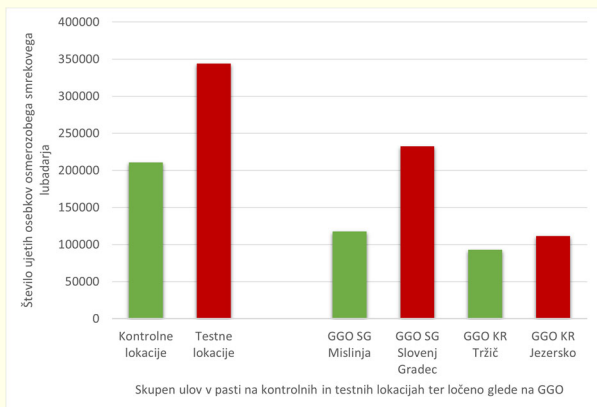
Stranski ulov vrst je bil sorazmeren z ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja. Največji delež stranskega ulova smo zabeležili v pasteh s feromonskim pripravkom IT Ecolure Extra® (10.634 osebkov), sledile so pasti s feromonskimi pripravki Ipsowit® (8.456 osebkov), Pheroprax® (6.221 osebkov), Ipstyp® (3.603 osebkov) in Typosan® (3.110 osebkov) (Slika 5). Razlike v količini stranskega ulova med pastmi z različnimi feromonskimi pripravki niso bile statistično značilne. Kljub temu, da je bilo število ujetih plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja zelo majhno (6 osebkov *Nemosa elongatum*, 26 osebkov *Thanasimus femoralis*, 4 osebkvi *T. formicarius* in 10 osebkov *Thanasimus* spp.), je bilo njihovo število v pasteh s feromonskima pripravkoma Ipstyp® in IT Ecolure Extra® statistično značilno večje kot v pasteh, opremljenih z ostalimi feromonskimi pripravki.



Slika 5: Število ujetih organizmov stranskega ulova glede na feromonski pripravek.

Analiza je pokazala pričakovane razlike v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja med testnimi in kontrolnimi lokacijami. Nepričakovano, pa je analiza

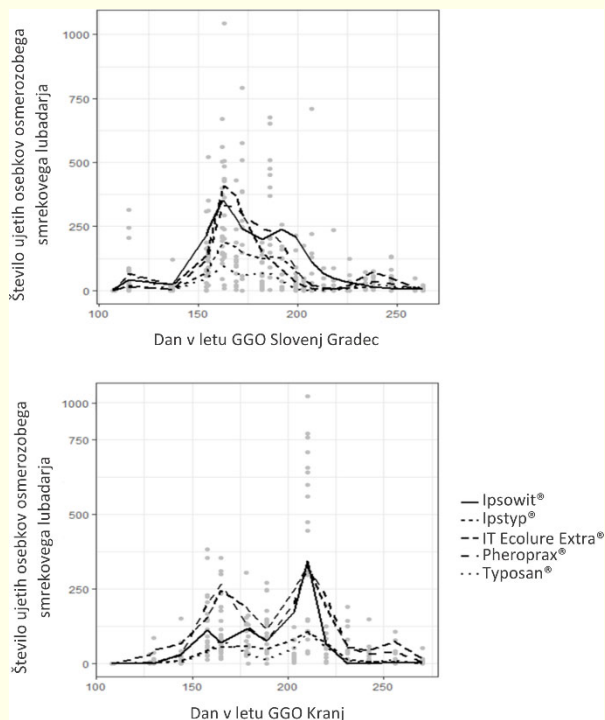
pokazala razlike med obema GGO. Celoten ulov osmerozobega smrekovega lubadarja ne glede na vrsto feromonskega pripravka je bil na testnih lokacijah za 38,8 % višji kot na kontrolnih lokacijah (Slika 6). To kaže na povečanje številčnosti populacije osmerozobega smrekovega lubadarja v drugi vegetacijski dobi po vetro-lomu, ki se je zgodil konec leta 2017.



**Slika 6:** Razlika v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja z različnimi feromonskimi pripravki med testnimi in kontrolnimi lokacijami.

Pri količini stranskega ulova se je razlika med testnimi in kontrolnimi lokacijami videla samo pri feromonskem pripravku Ipstyp®, ki je prav tako pokazal večji stranski ulov na testnih lokacijah. V GGO Slovenj Gradec je bil stranski ulov večji za 51,4 % in število plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja večji za 87,8 %, kot v GGO Kranj.

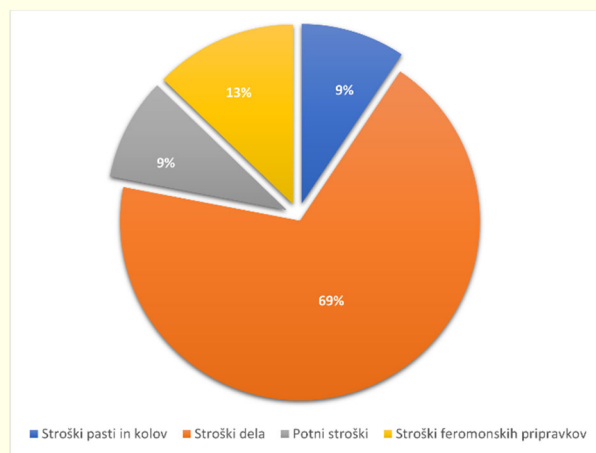
Časovna dinamika količine ulova osmerozobega smrekovega lubadarja je bila za vse feromonske pripravke zelo podobna. Kljub temu pa se je pri vseh feromonskih pripravkih razlikovala med GGO Kranj in GGO Slovenj Gradec (Slika 7).



**Slika 7:** Časovna dinamika količine ulova osmerozobega smrekovega lubadarja z različnimi feromonskimi pripravki v

GGO Kranj in GGO Slovenj Gradec. Prevedena slika iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

Za analizo stroškov smo upoštevali nabavno vrednost pasti, kolov za postavitve pasti, feromonskih pripravkov, stroške dela in potne stroške. Stroški dela vključujejo ure za postavitve pasti, pobiranje ulova, menjavanje feromonskih pripravkov in v našem primeru tudi za pospravo pasti. Analiza stroškov je pokazala, da stroški dela predstavljajo največji delež (69 % od celotnih stroškov). Vrednost feromonskih pripravkov predstavlja razmeroma majhen delež skupnih stroškov (13 %) (Slika 8), vendar lahko izbira cenejšega pripravka pred dražjim pomeni končno razliko v ceni tudi do 2.000 € za celoletno uporabo v 50 pasteh. Potrebno je izpostaviti, da pasti in kole za postavitve pasti, lahko uporabljamo še nadaljnjih 10 let, medtem ko so ostali stroški prisotni vsako leto.



**Slika 8:** Stroški spremljanja populacije osmerozobega smrekovega lubadarja.

Rezultati so podrobneje predstavljeni v izvirnem delu (Šramel in sod., 2021).

### Indeks

Na podlagi zbranih podatkov smo izdelali indeks za primerjavo vseh petih feromonskih pripravkov glede na izbrane tri lastnosti in ceno (Preglednica 1). V stolpcu z imenom "Učinkovitost" se nahaja vrednost, ki jo predstavlja povprečje, izračunano iz deljenja seštevka ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh izbranega feromonskega pripravka z najvišjim zabeleženim ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja s strani vseh feromonskih pripravkov. "Občutljivost" je vrednost, ki jo dobimo iz povprečja razlik med ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh iz testnih in kontrolnih lokacijah izbranega feromonskega pripravka, ki jih delimo z najvišjo zabeleženo razliko med ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh na testnih in kontrolnih lokacijah s strani vseh feromonskih pripravkov. "Selektivnost" je vrednost, ki jo predstavljamo povprečje, izračunano z delitvijo vrednosti, ki jo dobimo z delitvijo razmerja med ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja in stranskim ulovom za izbrani feromonski pripravek, z najvišjo razliko med ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja in stranskim ulovom od vseh feromonskih pripravkov. Iz pridobljenih vrednosti za posamično lastnost smo izračunali "Končni indeks" za

posamezni feromonski pripravek, ki nam pove, kateri feromonski pripravek je glede na vse izbrane lastnosti najboljše. Za "Končni indeks" smo izračunane vrednosti za posamezno lastnost izbranega feromonskega pripravka (učinkovitost, občutljivost in selektivnost) sešteli in jih delili s številom izračunanih vrednosti, kar je v našem primeru število 3. Pridobljena končna vrednost se nahaja v stolpcu "Končni indeks". Višja kot je vrednost, boljši je feromonski pripravek glede na izbrane lastnosti v primerjavi z drugimi feromonskimi pripravki. V zadnjem

stolpcu "Cena" pa je navedena vrednost za 34 feromonskih pripravkov, kolikor smo jih uporabili v celotni sezoni za vsako vrsto feromonskega pripravka (Preglednica 1).

Primerjava lastnosti feromonskih pripravkov in cene (Preglednica 1) kaže, da najdražji feromonski pripravek ni nujno najbolj primeren za naše potrebe. Povedano drugače: višja cena feromonskega pripravka ni zagotovilo, da je pripravek tudi najbolj primeren za naše potrebe.

**Preglednica 1:** Primerjava izbranih lastnosti in cene feromonskih pripravkov (najvišje vrednosti so izpisane krepko).  
Prevedena preglednica iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

Feromoni	Učinkovitost	Občutljivost	Selektivnost	Končni indeks	Cena
Ipsowit®	0,47	<b>1,00</b>	0,59	<b>0,69</b>	480,42 €
Ipstyp®	0,22	0,54	0,52	0,42	236,98 €
IT Ecolure Extra®	<b>0,50</b>	0,55	0,46	0,50	351,22 €
Pheroprax®	0,46	0,28	<b>0,73</b>	0,49	610,98 €
Typosan®	0,13	0,30	0,55	0,33	350,20 €

### Izbira feromonskega pripravka

Glede na rezultate je od uporabljenih feromonskih pripravkov najboljši Ipsowit®, ki ima skupni indeks najvišji (0,69). Prav tako je od vseh petih feromonskih pripravkov tudi najbolj občutljiv (1,00), vendar ima nižjo učinkovitost (0,47) in nižjo selektivnost (0,59). Glede na strošek je ta feromonski pripravek drugi najdražji (Preglednica 1).

Če za spremljanje izberemo najbolj učinkovit feromonski pripravek, IT Ecolure Extra® (0,50), ima ta nižjo občutljivost (0,55) in najmanjšo selektivnost (0,46). Glede na strošek je skoraj za polovico cenejši od najdražjega feromonskega pripravka (Preglednica 1).

V kolikor želimo imeti najmanjši vpliv na stranski ulov oziroma najbolj selektiven feromonski pripravek, vsekakor izstopa Pheroprax® (0,73), ki ima nižjo učinkovitost (0,46) in najmanjšo občutljivost (0,28). Glede na stroške je ta feromonski pripravek najdražji (Preglednica 1).

### Zaključek

Feromonski pripravki imajo različne lastnosti in samo učinkovitost oziroma količina ulova ciljnega organizma ni vedno najbolj pomembna lastnost, ki jo iščemo pri izbiri primernega feromonskega pripravka za spremljanje stanja gozdov ali raziskavo. Ker je težko ugotoviti razlike med feromonskimi pripravki na podlagi podatkov, ki so navedeni na njihovi embalaži, smo mnenja, da lahko s pomočjo predstavljenega indeksa olajšamo izbiro primernega feromonskega pripravka vsaj v primeru osmerozobega smrekovega lubadarja.

Poleg lastnosti, kot so učinkovitost, občutljivost, selektivnost in cena, na izbiro feromonskega pripravka vpliva tudi čas delovanja na terenu, ki pa v omenjeni raziskavi žal ni bil zajet. Predvsem je ta lastnost feromonskih pripravkov pomembna, saj prihaja do odstopanj med navedenim časom trajanja s strani proizvajalca in dejanskim časom trajanja na terenu, na kar so opozorili v raziskavi Zahradnik in Zahradniková (2014).

### Zahvala

Zahvaljujemo se gozdarjem Zavoda za gozdove Slovenije za pomoč pri postavitvi pasti in vzorčenju na terenu, ter študentki Evi Groznic za pomoč pri razvrščanju vzorcev v laboratoriju. Raziskava je bila opravljena v sklopu projekta Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (V4-1822), ki sta ga financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Projekt se je izvajal v sklopu raziskovalne skupine Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (P4-0107) na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

### Viri

- Bakke A., Frøyen P., Skattebøl L. 1977. Field Response to a New Pheromonal Compound Isolated from *Ips typographus*. *Naturwissenschaften*, 64: 98-99. <https://doi.org/10.1007/BF00437364>
- de Groot M., Diaci J., Ogris N. 2019. Forest management history is an important factor in bark beetle outbreaks: Lesson for the future. *Forest Ecology and Management*, 433: 467-474. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.025>
- Galko J., Gubka A., Vakula J., Brutovský D. 2010. Comparison of catches of the spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) (Coleoptera: Scolytidae) in pheromone traps of Canadian and European production. *Forestry Journal*, 56, 4: 337-347. <http://doi.org/10.2478/v110114-009-0017-0>
- Göktürk T., Akkuzu E., Aksu Y. 2005. Comparing the effectiveness ratios of pheromone lures of Ipsowit®, Ipstyp®, and Typosan® against *ips typographus* (L.) (Col.: Scolytidae) Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 6, 1: 155-160. <https://doaj.org/article/0b4f67e9408a43bb895e30428b565184>
- Pernek M. 2002. Analysis of biological efficiency of feromon preparations and types of traps used for capturing bark beetle *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae). *Radovi - Šumarski Institut Jastrebarsko*, 37, 1: 61-83. <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-biological-efficiency-of-pheromone-and-Pernek/0990b2913522a85fd5431e3ecf29bc3078032ad0>
- Šramel N., Kavčič A., Kolšek M., de Groot M. 2021. Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle. *Journal of Applied Entomology*, 0: 1-14. <https://doi.org/10.1111/jen.12853>
- Zahradník P., Zahradníková M. 2014. Evaluation of the efficacy duration of different types of pheromone dispensers to lure *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) *Journal of Forest Science*, 60: 456-463. <http://doi.org/10.17221/15/2014-JFS>



# Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov

Nina ŠRAMEL, Andreja KAVČIČ, Marija KOLŠEK in Maarten DE GROOT



*Izdajatelj*

Gozdarski inštitut Slovenije  
Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www.gozdis.si>

*Naslov*

Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov

*Avtorji*

Nina ŠRAMEL, Andreja KAVČIČ, Marija KOLŠEK, Maarten DE GROOT

*Naslovnica*

osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus*), avtorica: Andreja KAVČIČ

*Sofinanciranje*

Izdelavo elaborata sta financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v sklopu projekta Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (V4-1822).

Ljubljana 2021

## Kazalo

<b>1</b>	<b>Uvod</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Metode in materiali</b> .....	<b>9</b>
2.1	Opis tarčnega organizma .....	9
2.2	Opis območja.....	13
2.3	Terensko delo .....	15
2.3.1	<i>Primerjava različnih feromonskih pripravkov</i> .....	15
2.3.2	<i>Primerjava različnih vrst pasti</i> .....	20
2.3.3	<i>Primerjava feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus®</i> .	24
2.4	Laboratorijsko delo .....	26
2.5	Statistika .....	27
2.5.1	<i>Primerjava različnih feromonskih pripravkov</i> .....	27
2.5.2	<i>Primerjava feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus®</i> .	29
2.5.3	<i>Primerjava različnih vrst pasti</i> .....	30
<b>3</b>	<b>Rezultati</b> .....	<b>31</b>
3.1	Primerjava različnih feromonskih pripravkov.....	31
3.1.1	<i>Spreminjanje številčnosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja skozi sezono</i> 33	
3.1.2	<i>Razlike v številčnosti in sestavi stranskega ulova</i> .....	36
3.1.3	<i>Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja</i> .....	40
3.1.4	<i>Ekonomski vidik uporabe različnih feromonskih pripravkov</i> .....	40
3.1.5	<i>Razmerje med učinkovitostjo feromonskega pripravka in njegovo ceno</i> .....	41
3.2	Primerjava feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus® .....	41
3.2.1	<i>Razmerje med učinkovitostjo feromonskega pripravka in njegovo ceno</i> .....	45
3.3	Primerjava različnih vrst pasti.....	45
3.3.1	<i>Razlike v ulovu med enojno režasto, križno in lijakasto pastjo</i> .....	47
3.3.2	<i>Razlike v ulovu med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo</i> .....	48
3.3.3	<i>Ekonomski vidik uporabe različnih vrst pasti</i> .....	50
3.3.4	<i>Razmerje med učinkovitostjo pasti in njihovo ceno</i> .....	50
<b>4</b>	<b>Sklepi</b> .....	<b>52</b>
4.1	Primerjava različnih feromonskih pripravkov.....	52
4.1.1	<i>Primerjava učinkovitosti različnih feromonskih pripravkov</i> .....	53

4.1.2	<i>Primerjava ulova hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja med testnimi in kontrolnimi območji glede na feromonski pripravke.....</i>	<i>55</i>
4.1.3	<i>Primerjava stranskega ulova glede na feromonski pripravek.....</i>	<i>55</i>
4.1.4	<i>Ekonomski vidik uporabe različnih feromonskih pripravkov .....</i>	<i>57</i>
4.1.5	<i>Standardizirani indeksi za različne feromonske pripravke.....</i>	<i>57</i>
4.2	<i>Primerjava različnih vrst pasti.....</i>	<i>58</i>
4.2.1	<i>Primerjava ulova v enojne režaste, križne in lijakaste pasti .....</i>	<i>58</i>
4.2.2	<i>Primerjava ulova v enojne, dvojne in trojne režaste pasti.....</i>	<i>61</i>
4.2.3	<i>Ekonomski vidik uporabe različnih vrst pasti.....</i>	<i>62</i>
4.2.4	<i>Standardizirani indeksi za različne vrste pasti.....</i>	<i>63</i>
<b>5</b>	<b>Zaključek.....</b>	<b>64</b>
5.1	Zahvala.....	65
<b>6</b>	<b>Viri.....</b>	<b>66</b>



## Povzetek

V zadnjih desetletjih se je v Evropi in v Sloveniji povečalo število napadov osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). Posledično se je povečala količina sanitarne sečnje smreke, kar ima velike ekonomske in ekološke posledice. Da bi lahko predvideli, kje bo prišlo do prenamnožitve osmerozobega smrekovega lubadarja, je potrebno vzpostaviti učinkovit sistem spremljanja (monitoringa) številčnosti njegove populacije. Eden izmed zelo pomembnih vidikov spremljanja *I. typographus* je uporaba primerne feromonske pripravke. V ta namen smo naredili raziskavo, v kateri smo preizkusili in med seboj primerjali pet različnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja (Pheroprax<sup>®</sup>, IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Ipstyp<sup>®</sup>, Ipsowit<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>). Izbrali smo feromonske pripravke, ki se v Evropi pogosteje uporabljajo v praksi in v raziskavah, njihova obstojnost na terenu pa je med 6 in 8 tedni. Poskus smo izvajali od konca marca do konca septembra 2019. Primerjali smo učinkovitost feromonskih pripravkov pri ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja, stranskem ulovu in ulovu plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja. Zanimalo nas je tudi, ali lahko na podlagi ulova v pasti ločimo med območjem, ki je bilo prizadeto zaradi naravne ujme (zaradi vetroloma, ki se je zgodil leto dni pred poskusom), in območjem z nepoškodovanim smrekovim gozdom. Ugotovili smo, da so IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Ipsowit<sup>®</sup> in Pheroprax<sup>®</sup> najbolj učinkoviti v privabljanju osmerozobega smrekovega lubadarja in najbolje pokažejo dinamiko količine ulova skozi čas. Po učinkovitosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja je izstopal IT Ecolure Extra<sup>®</sup>. Stranskega ulova je bilo pri vseh uporabljenih feromonskih pripravkih malo (manj kot 6% celotnega ulova) in prav tako je bilo zelo malo ujetih plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja (le nekaj osebkov iz rodov *Thanasimus* in *Nemosoma*). Opazili smo, da se osebki določenih družin hroščev stranskega ulova pogosteje pojavljajo v pasteh, opremljenih z določenimi feromonskimi pripravki. Feromonski pripravki, ki so se izkazali za učinkovitejše pri ulovu ciljne vrste, t.j. osmerozobega smrekovega lubadarja, so bili višjega cenovnega razreda.

Stroški feromonskih pripravkov predstavljajo le manjši del stroškov celotnega spremljanja. Največji delež stroškov predstavlja delovna sila oz. delo s postavljanjem pasti in pobiranjem ulova.

V sezoni 2020 smo IT Ecolure Extra<sup>®</sup> primerjali s feromonskim pripravkom IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>, ki se v zadnjem času uporablja pri rednem spremljanju smrekovih podlubnikov v Sloveniji. Rezultati so pokazali, da je feromonski pripravek IT Ecolure Extra<sup>®</sup> bolj učinkovit in selektiven v primerjavi s feromonskim pripravkom IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>, vendar je slednji nekoliko cenejši.

V sezoni 2020 smo tudi ugotavljali razlike v ulovu med tremi različnimi vrstami pastmi, ki se v Evropi najpogosteje uporabljajo za lovljenje osmerozobega smrekovega lubadarja in imajo podobno lovilno površino, t.j. enojno režasto pastjo (Theysohn tip), lijakasto pastjo in križno pastjo. V raziskavi smo ugotavljali tudi razlike med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo. V vseh primerih smo kot vabo uporabili feromonski pripravek IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, ki se je v raziskavi z različnimi feromonskimi pripravki izkazal kot najbolj učinkovit. Poleg analize ulova smo tudi preverili, ali lahko na podlagi ulova v pasti razlikujemo med območjem, ki ga je prizadela naravna ujma (vetrolom, ki se je zgodil manj kot leto dni pred poskusom), in

območjem z nepoškodovanim smrekovim gozdom. Ugotovili smo, da se enojne režaste, križne in lijakaste pasti med seboj ne razlikujejo po svoji učinkovitosti (ulov osmerozobega smrekovega lubadarja) in selektivnosti (stranski ulov). Ulov osmerozobega smrekovega lubadarja in stranski ulov se med temi pastmi nista statistično značilno razlikovala. Najbolj cenovno ugodna je lijakasta past, najdražja pa je enojna režasta past. Rezultati za vse tri vrste režastih pasti so pokazali, da se ulov osmerozobega smrekovega lubadarja povečuje od enojne, preko dvojne do trojne režaste pasti – ulov v trojno past je približno dvakrat večji kot v enojno past, razlika pa je statistično značilna. Enak trend je bil opažen tudi pri stranskem ulovu in ulovu plenilcev. Stroški pasti so se pri uporabi dvojne pasti podvojili, pri uporabi trojne pa potrojili. Na podlagi izračunanega indeksa, kjer smo primerjali učinkovitost in selektivnost pasti s primerljivo lovno površino (enojna režasta, križna in lijakasta past), smo najvišji skupni indeks zabeležili pri enojni režasti pasti. Na podlagi indeksa, kjer smo primerjali vse tri postavitve režastih pasti, pa smo najvišji skupni indeks zabeležili pri trojni režasti pasti, kmalu pa ji je sledila enojna režasta past. Čeprav so stroški pasti nižji v primerjavi s stroški delovne sile, lahko kljub temu igrajo pomembno vlogo pri izbiri vrste pasti za monitoring ali raziskavo.

*Ključne besede:* feromonski pripravki, režasta past, lijakasta past, križna past, razmerje med stroški in učinkovitostjo, podlubniki, osmerozobi smrekov lubadar, *Ips typographus*, stranski ulov, navadna smreka, *Picea abies*, spremljanje, indeks.

## 1 Uvod

V zadnjem desetletju smo po Evropi in Sloveniji priča vse pogostejšim izbruhom škodljivih organizmov, ki so posledica podnebnih sprememb (Forest Europe, 2020) in imajo močan vpliv na gozdove in njegove funkcije (Lindner in sod., 2010, Sturrock in sod., 2011). Razmere postajajo vse bolj ugodne za pojav in širjenje gozdnih škodljivcev in bolezni, kar ima za posledico obsežno umiranje dreves in negativno vpliva na gozdne ekosisteme (Sturrock in sod., 2011, Seidl in sod., 2017, de Groot in Ogris, 2019). Po drugi strani naraščajoče temperature in z njimi povezani ekstremni podnebni dogodki, kot so vetrolomi, suše in žled, negativno vplivajo na zdravje dreves in gozdov (Nagel in sod., 2017, Seidl in sod., 2017, de Groot in sod., 2018, ZGS, 2019a; 2019b), kar dodatno ugodno vpliva na škodljive organizme, zato se ti prenamnožijo oz. pride do izbruhov škodljivcev in bolezni (Raffa in sod., 2008, Buma, 2015, de Groot in sod., 2018). Izbruhi škodljivih organizmov v gozdovih imajo praviloma velike gospodarske posledice, zato je nujno, da v čim krajšem času izvedemo ustrezne ukrepe za preprečevanje oz. omejevanje škode. Vendar ukrepi ne smejo biti finančno zahtevni ali imeti velikega negativnega vpliva na okolje (Lewis in sod., 1997).

Osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus* (L.)) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) je v zadnjih desetletjih eden od najbolj problematičnih gozdnih škodljivcev v Srednji Evropi (Vité, 1989, Wermelinger, 2004, Nagel in sod., 2017, Hlásny in sod., 2019). Glavni gostitelj osmerozobega smrekovega lubadarja je navadna smreka (*Picea abies*), ki je ena izmed gospodarsko najpomembnejših drevesnih vrst v Evropi (Forest Europe, 2020). Škoda, ki jo je povzročil osmerozobi smrekov lubadar med letoma 1958 in 2001, je ocenjena na 2,88 milijona m<sup>3</sup> na leto (Grégoire in sod., 2015). Vse pogostejša vremenska neurja, neustrezno gospodarjenje z gozdovi (Bončina in sod., 2017, de Groot in sod., 2019) in sadnja monokultur smreke imajo za posledico pogostejše in obsežnejše izbruhe osmerozobega smrekovega lubadarja (Wichmann in Ravn, 2001, de Groot in sod., 2019, Potterf in sod., 2019). Izrazit porast števila napadov osmerozobega smrekovega lubadarja je v prvi vrsti posledica pogozdovanja z navadno smreko (*Picea abies*) za namen lesne industrije v 19. in 20. stoletju. Sadnja navadne smreke je potekala na nižjih nadmorskih višinah, kot je njen naravni areal, kar je negativno vplivalo na njeno vitalnost in odpornost (Levanič in sod., 2009). Posledično se je število izbruhov osmerozobega smrekovega lubadarja povečalo (Ogris in sod., 2019). Tako je v obdobju med 1996 in 2017 v naravnih oziroma nespremenjenih gozdovih Slovenije, kjer je bila prisotnost navadne smreke 5,61 %, sanitarna sečnja zaradi podlubnikov znašala 0,025 m<sup>3</sup> / ha / leto. V spremenjenih gozdovih, kjer je bila smreka prisotna v 56,73 %, pa je sanitarna sečnja znašala kar 0,26 m<sup>3</sup> / ha / leto (de Groot in sod., 2019). K povečanju števila napadov prispevajo tudi vse pogostejše suše in naraščajoče temperature, ki dodatno slabijo navadno smreko na nenaravnih rastiščih, po drugi strani pa ugodno vplivajo na razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja (de Groot in Ogris, 2019, Netherer in sod., 2019).

Najučinkovitejši način za trajno obvladovanje smrekovih podlubnikov bi bilo načrtno zmanjšanje deleža smreke na zanj manj primernih rastiščih in korenita sprememba gospodarjenja z gozdovi. Ker pa so tovrstni ukrepi dolgotrajni in učinkoviti šele na daljši rok, moramo za primere naravnih ujm ali drugih katastrof, ki zahtevajo takojšen odziv in ukrepanje, izbrati kratkoročne ukrepe. Mednje spadata napovedovanje prenamnožitve osmerozobega smrekovega lubadarja in kratkoročna napoved sanitarnega poseka smreke, ki omogočata

predvidevanje kritičnih lokacij in prednostno usmerjanje aktivnosti za preprečevanje oz. zmanjševanje škode zaradi podlubnikov na območja z večjim tveganjem za pojav žarišč. V Sloveniji tako Gozdarski inštitut Slovenije na podlagi ulova v kontrolne pasti v tekočem letu ugotovi, na katerih lokacijah je populacija podlubnikov preseгла prag za prenamnožitev, na podlagi podatkov o ulovu v pasti v preteklem letu pa izdela kratkoročno napoved sanitarnega poseka smreke (de Groot in Ogris, 2019). Zato je pomembno, da imamo vzpostavljen dober sistem spremljanja številčnosti osmerozobega smrekovega lubadarja, ki preko spremljanja ulova v pasti omogoča napovedovanje prenamnožitev in pravočasno ukrepanje za zmanjšanje oz. preprečitev škode (Fettig in Hilszczański, 2015a).

S pomočjo spremljanja številčnosti populacije gozdnih škodljivcev pa lahko predvidimo, ali bo mirujoča populacija spomladi močno narasla in prešla v prenamnožitev (gradacijo) (Wermelinger, 2004). V primeru hitrega naraščanja številčnosti populacije mora biti odziv gozdarjev zelo hiter, da lahko uspešno zajezijo in ublažijo posledice izbruha (Fettig in Hilszczański, 2015a). Ker ima pri hitrem naraščanju številčnosti podlubnikov že majhno povečanje običajno velike negativne posledice, morajo biti metode spremljanja številčnosti populacije čim bolj precizne (Wermelinger, 2004, Fettig in Hilszczański, 2015a, Fernandez-Carrillo in sod., 2020).

V gozdarstvu se uporabljajo različne metode spremljanja številčnosti podlubnikov in ocenjevanja škode, tudi s pomočjo daljinskega zaznavanja s satelitskimi posnetki ali brezpilotnimi letali (Fernandez-Carrillo in sod., 2020), kot tudi še vedno z iskanjem napadenih dreves na terenu, s postavitvijo kontrolnih pasti in polaganjem kontrolnih nastav (Wermelinger, 2004, Fettig in Hilszczański, 2015b; 2015a) itd. Vsaka od njih ima svoje prednosti in slabosti. Kontrolno-lovne nastave in pregledi dreves na terenu so zamudni in zahtevajo veliko delovne sile, pokrivajo pa lahko le razmeroma majhno površino. S feromonskimi pastmi lahko pokrijemo večje območje spremljanja. Za spremljanje populacij podlubnikov se najbolj pogosto uporabljajo feromonske pasti (Lobinger, 1995, Wermelinger, 2004). Tovrstna metoda se je izkazala za zelo učinkovito, saj dobro prikazuje spreminjanje številčnosti hroščev skozi čas. Slaba stran spremljanja podlubnikov s feromonskimi vabami je, da v primeru naravnih ujm privlačnost poškodovanih dreves prevlada nad privlačnostjo feromonskih pasti, zato v takih razmerah ulov ne poda vedno realne ocene stanja populacije. S tako pridobljenimi podatki in ob sočasnem upoštevanju fenoloških modelov razvoja podlubnikov lahko uspešno napovemo pojav gradacij (Baier in sod., 2007, Ogris in sod., 2019).

Pri načrtovanju spremljanja je pomembno, da izberemo primeren feromonski pripravek (Schlyter in sod., 1987a, Schlyter in sod., 1987b, Schlyter in sod., 1987c, Pernek, 2002, Šramel in sod., 2021), primeren tip pasti (Regnander in Solbreck, 1981, Lindgren, 1983, Lindgren in sod., 1983, Niemeyer, 1985, Jakuš, 1998, Flechtmann in sod., 2000, Pernek, 2002, Galko in sod., 2010, Galko in sod., 2016, Kasumović in sod., 2016) in nenazadnje tudi, da pasti pravilno postavimo (Lindgren in sod., 1983, Bakke, 1985, Jakuš, 1998, Hayes in sod., 2008, Andersson in sod., 2011, Zahradník in Zahradníková, 2015, Galko in sod., 2016).

Pri izbiri feromonskega pripravka je potrebno upoštevati več lastnosti. Vsekakor je pomembno, da privablja ciljni organizem, ohranja svojo privlačnost v različnih ekoloških pogojih in učinkuje enakomerno skozi celotno obdobje delovanja. Feromonski pripravek prav tako ne sme predstavljati previsoke finančne obremenitve ter mora imeti čim manjši vpliv na ekosistem, med drugim ne-tarčne organizme. Slednje bi lahko v prihodnosti postalo še

pomembnejše, saj v zadnjih letih po vsem svetu beležimo znaten upad različnih vrst žuželk (Hallmann in sod., 2017, Sánchez-Bayo in Wyckhuys, 2019), tudi v gozdnih ekosistemih (Seibold in sod., 2019), kar je v največji meri posledica človekovih aktivnosti, globalno segrevanje pa celoten proces dodatno pospešuje (Hillebrand in Matthiessen, 2009, Pereira in sod., 2010, Gossner in Wohlgemuth, 2020). Upada tudi številčnost populacij številnih koristnih vrst žuželk, ki uravnavajo populacije škodljivcev (Ryall in Fahrig, 2005), na primer plenilcev podlubnikov (Bakke, 1989, Weslien, 1992, Pernek, 2002, Martín in sod., 2013, Galko in sod., 2016, Kasumović in sod., 2016, Šramel in sod., 2021). V ta namen so že bile narejene izboljšave s ciljem zmanjšanja ulova plenilcev in drugih ne-tarčnih organizmov pri določenih tipih pasti (Martín in sod., 2013). Zato je bistvenega pomena, da si pri svojem delu še naprej prizadevamo najti način, kako med spremljanjem čim bolj znižati stranski ulov, še posebej število plenilcev smrekovih podlubnikov oz. v konkretnem primeru plenilcev ciljnega organizma, t.j. osmerozobega smrekovega lubadarja (Bakke, 1989, Weslien, 1992, Valkama in sod., 1997, Pernek, 2002, Wermelinger, 2002, Martín in sod., 2013, Galko in sod., 2016, Kasumović in sod., 2016).

V želji po bolj učinkoviti in občutljivi oz. zanesljivi in selektivni metodi spremljanja podlubnikov je bilo skozi zgodovino razvitih veliko različnih vrst pasti (Regnander in Solbreck, 1981, Lindgren, 1983, Niemeyer, 1985, Jakuš, 1998, Galko in sod., 2016), ki jim je sledilo več izboljšav (Regnander in Solbreck, 1981, Lindgren, 1983, Niemeyer, 1985, Bakke, 1989, Galko in sod., 2016). Najosnovnejša lastnost vsake pasti je sposobnost ulova ciljnega organizma. Pri tem je pomembno, da lahko lovi ciljne organizme tudi pri nizki številčnosti populacije in da prikazuje sezonsko dinamiko številčnosti osebkov. Past mora tudi imeti čim manjši vpliv na netarčne organizme oz. stranski ulov. V večini dosedanjih raziskav je bil poudarek analiz ulova v pasti za spremljanje smrekovih podlubnikov na učinkovitosti pasti oz. na ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja (Regnander in Solbreck, 1981, Niemeyer, 1985, Pavlin, 1991, Pernek, 2002, Galko in sod., 2010, Galko in sod., 2016, Kasumović in sod., 2016). Redke raziskave so v analizo vključile tudi stranski ulov (Pavlin, 1991, Pernek, 2002) ali plenilce osmerozobega smrekovega lubadarja (Kasumović in sod., 2016). Nekatere raziskave so v analizo stranskega ulova vključile druge vrste podlubnikov (Galko in sod., 2010) ali druge vrste, ki so se jim zdele pomembne (Galko in sod., 2016).

V Evropi obstaja več vrst feromonskih pripravkov in vrst pasti, ki se uporabljajo za lovljenje osmerozobega smrekovega lubadarja. V naši raziskavi smo preizkusili pet feromonskih pripravkov, ki se v Evropi uporabljajo v praksi in v raziskavah – izbrali smo pripravke, ki imajo čas trajanja na terenu 6–8 tednov: Pheroprax<sup>®</sup>, IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Ipstyp<sup>®</sup>, Ipsowit<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>. Naknadno smo primerjali pripravka IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> – slednji se je zadnja leta (2017-2021) uporabljal za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja v Sloveniji. Poleg feromonskih pripravkov smo testirali tudi različne vrste pasti, ki se uporabljajo v Evropi za spremljanje podlubnikov – testirali smo tri vrste pasti, ki imajo podobno lovilno površino (enojne režaste pasti, križne pasti in lijakaste pasti), in tri različne postavitve enojne režaste pasti, ki je standardna past za spremljanje podlubnikov pri nas (enojna, dvojna in trojna postavitev režaste pasti).

V naši raziskavi smo pri analizi ulova upoštevali ulov ciljne vrste, ulov neciljnih vrst (stranski ulov), ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja ter ekološke razmere (v ujmi poškodovan gozdni sestoj, nepoškodovan gozdni sestoj). Iz podatkov smo izračunali indeks, na podlagi katerega je izmed petih testiranih feromonskih pripravkov in petih testiranih

tipov pasti mogoče izbrati najboljši feromonski pripravek in najboljšo past za spremljanje podlubnikov za potrebe bolj natančnega in zanesljivega napovedovanja gradacij v Sloveniji.

V raziskavi smo se osredotočili na učinkovitost lovljenja ciljnega organizma (osmerozobi smrekov lubadar), selektivnost pri stranskem ulovu (ulov neciljnih vrst, ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja) in občutljivost oz. zanesljivost, kjer smo preverili zmožnost feromonskih pripravkov za ločevanje med poškodovanimi (test) in nepoškodovanimi (kontrola) gozdnimi sestoji. V analizah smo upoštevali tudi ceno feromonskih pripravkov in pasti. Izdelali smo indeks, na podlagi katerega je mogoče določiti najboljši feromonski pripravek in najboljšo past glede na izbrane lastnosti in ceno za naše potrebe in z sredstvi, ki jih imamo na voljo.

Pri delu smo si zastavili naslednje hipoteze:

- 1) najdražji feromonski pripravek ni njuno najbolj učinkovit,
- 2) feromonski pripravek z največjim ulovom hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja kaže največjo razliko v ulovu med kontrolnimi in testnimi območji,
- 3) stopnja stranskega ulova in stopnja ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh z izbranim feromonskim pripravkom sta enaki stopnji ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh s tem feromonskim pripravkom,
- 4) vrstna sestava hroščev v stranskem ulovu je v pasteh z različnimi feromonskimi pripravki različna,
- 5) stroški feromonskih pripravkov predstavljajo velik del stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja,
- 6) feromonska pripravka IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> sta različno učinkovita in selektivna,
- 7) enojna režasta, lijakasta in križna past se razlikujejo po učinkovitosti oz. ulovu hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja,
- 8) ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v trojnih režastih pasti bo dvakrat večji od ulova v enojnih režastih pasteh,
- 9) stranski ulov v križnih in lijakastih pasteh ter v dvojnih in trojnih režastih pasteh bo večji od ulova v enojnih režastih pasteh,
- 10) stroški pasti predstavljajo znaten del celotnih stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja,
- 11) trojna režasta past bo od vseh pasti najbolj učinkovita,
- 12) različne vrste pasti bodo pokazale razliko v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja med kontrolnimi lokacijami in testnimi lokacijami.

## 2 Metode in materiali

### 2.1 Opis tarčnega organizma



Slika 1: Odrasel osebek osmerozobega smrekovega lubadarja. Pogled s strani (Foto: Andreja Kavčič)

Na vsakem robu koničnika ima štiri zobce, ki so med seboj enako oddaljeni. Tretji zobec je glavičasto zadebeljen (Slika 2). Pri samicah so zobci manj izraziti.

Osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus* [Linnaeus, 1758]) je eden od največjih predstavnikov podlubnikov pri nas, saj v dolžino meri od 4,2 do 5,5 mm. Telo ima bleščeče črnorjavo, prekrito s štrlečimi dlačicami zlate barve. Mladi hrošči so svetlo rjavi. Glava je skrita pod vratnim ščitom in z zgornje strani ni vidna. Zadek se končuje s koničnikom (Slika 1).



Slika 2: Značilni zobci na robu koničnika in glavičasto zadebeljen tretji zobec. Pogled s strani (Foto: Andreja Kavčič).



Koničnik ni bleščeč, kot preostalo telo, ampak matiran (Slika 3).

*Slika 3: Koničnik je matiran, t.j. nebleščeč. Pogled od zgoraj (Foto: Andreja Kavčič).*

Samci imajo na sredini čela izrazito grbico (Slika 4). Antene so rumenkaste, prelomljene, betičaste.



*Slika 4: Štrleča grbica na čelu samca. Pogled s strani (Foto: Andreja Kavčič).*



Ličinka je bela z rjavo glavo, zmerno upognjena v trebušni smeri, apodna (brez nog), dolga od 5 do 6 mm (Slika 5).

*Slika 5: Ličinka osmerozobega smrekovega lubadarja (Foto: Andreja Kavčič).*



Buba (Slika 6) je bela in enako velika kot odrasel hrošč. Na koncu zadka ima dva trnasta izrastka (Jurc, 2011).



*Slika 6: Buba osmerozobega smrekovega lubadarja (Foto: Andreja Kavčič).*

Osmerozobi smrekov lubadar napada starejše smrekove sestoje. Prednostno napada poškodovano in oslabele drevje debeline 15 cm in več (Jurc, 2011, Schroeder, 2013). Biotski (glive, žuželke) in abiotski (suša, neprimerno rastišče, vetrolom, ...) dejavniki, ki poškodujejo in oslabijo drevje, tako zagotavljajo velike količine materiala za zaleganje (Jurc, 2011, de Groot in Ogris, 2019, Netherer in sod., 2019). V takih razmerah lahko številčnost populacije močno naraste, tako da osmerozobi smrekov lubadar začne napadati tudi zdrava drevesa, t.j. postane primarni škodljivec (Christiansen in Bakke, 1988).

Osmerozobi smrekov lubadar naseli notranji del skorje (ličje) gostitelja in se hrani z živim rastlinskim tkivom (floem in kambij). Pri tem izdelava rovni sistem.

Rovni sistem osmerozobega smrekovega lubadarja je eno- do trikraki vzdolžni (Slika 7).

Sestavljajo ga vzdolžni materinski rovi / hodniki in ožji prečni rovi ličink. Materinski hodniki so dolgi 6–12 cm (izjemoma daljši) in široki 3–3,5 mm. Vsaka samica izdelava en tak hodnik. Na obeh straneh materinskega hodnika izdelava vdolbinice (t.i. jajčne kamrice), kamor odloži jajčeca. Ko se izležejo ličinke, te izjedajo larvalne rove, ki potekajo pravokotno na materinskega. Rovi ličink so dolgi do 6 cm, sprva ozki in nato vedno širši – zaključijo se z ovalno bubilnico (Jurc, 2011).



Slika 7: Rovni sistem osmerozobega smrekovega lubadarja (Foto: Andreja Kavčič).

Za razvoj in aktivnost hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja je ključna temperatura. Razvoj v skorji v običajnih razmerah traja 8–10 tednov. Najnižja in najvišja temperatura za razvoj osebkov sta 8 °C in 39 °C – pod oz. nad tema vrednostima ni razvoja osebkov (Ogris in sod. 2019). Optimalna temperatura za razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja je 29–30 °C. Tekom razvoja osmerozobi smrekov lubadar večino časa preživi v stadiju bube in mladega hrošča (58 % celotnega razvoja), stadij ličinke pa predstavlja tretjino razvoja (Ogris in sod. 2019).

Osmerozobi smrekov lubadar večinoma prezimuje kot hrošč ali ličinka v skorji gostitelja. Določen delež hroščev prezimuje v opadu na gozdnih tleh. Spomladi, ko se temperatura zraka dvigne nad 5°C, osebki preidejo iz zimskega mirovanja in nadaljujejo razvoj. Pri 10–15 °C postanejo normalno aktivni. Ko povprečna dnevna temperatura zraka preseže 14 °C (običajno je to v začetku aprila), hrošči začnejo izletati iz skorje. Množično izletanje hroščev (rojenje) in prvi napadi se pojavijo, ko povprečna dnevna temperatura zraka preseže 19 °C (v drugi polovici aprila). V naših razmerah spomladansko oz. prvo rojenje osmerozobega smrekovega lubadarja traja en mesec in več – rojenje doseže višek v prvi polovici maja in praviloma preneha do sredine junija. Nizke temperature lahko prekinajo rojenje, ki se zato raztegne na daljše časovno obdobje.

Hrošči, ki zapustijo drevo, naselijo novega gostitelja in zasnujejo novo generacijo podlubnikov. Preden hrošči zapustijo drevo, se zrelostno prehranjujejo, da spolno dozori. Zrelostno prehranjevanje je odvisno od temperature zraka ter kvalitete floema in traja od nekaj dni do nekaj tednov. Za uspešen napad novega drevesa mora biti vsaj tri dni zapored povprečna temperatura zraka nad pragom za letenje hroščev. Prvi napad se običajno zgodi v nekaj dneh po začetku rojenja – pri nas je to nekje sredi maja, v času viška spomladanskega rojenja. Hrošči najprej napadejo del debla tik pod krošnjo, nato pa naseljujejo deblo v smeri navzdol. Da hrošči drevo polno naselijo, lahko traja tudi več tednov. V posameznem, z osmerozobim smrekovim

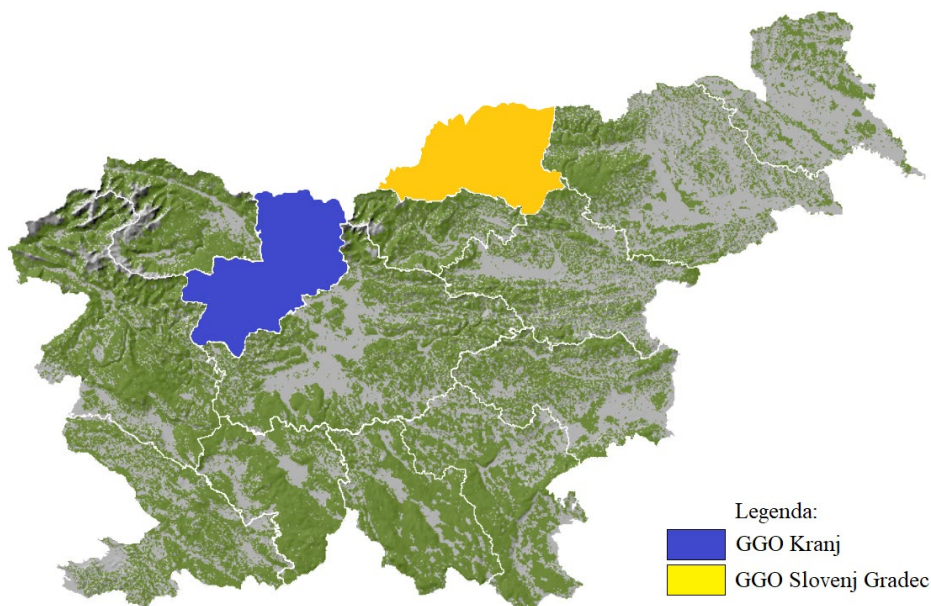
lubadarjem naseljenem drevesu, so zato lahko prisotni osebki različnih razvojnih stopenj – iz tega logično sledi, da bodo nekateri hrošči zaključili razvoj in zapustili drevo prej kot drugi.

Hrošči osmerozobega smrekovega lubadarja poleg ene ali dveh čistih generacij ustvarijo tudi eno ali več sestrskih generacij (1–3). Potem ko zasnujejo novo generacijo hroščev, lahko starševski osebki zapustijo drevo in letijo na novega gostitelja, kjer se ponovi ciklus iskanja partnerja, parjenja in odlaganja jajčec – iz teh se bo izlegla sestrška generacija podlubnikov. Običajno začnejo starševski osebki drevo zapuščati 3–4 tedne po prvem napadu, izletanje pa je najbolj intenzivno, ko je prva generacija hroščev v pozni fazi ličinke. Zaradi tega lahko pride do sovpadanja rojenja starševskih osebkov (ki bodo zalegli sestrsko generacijo) in rojenja njihovih potomcev (ki bodo zalegli naslednjo čisto generacijo), kar ima za posledico, da osmerozobi smrekov lubadar roji preko celega leta. Kljub temu se pri nas pojavita dva viška rojenja, eden sredi maja (višek rojenja prezimelih hroščev) in drugi konec julija (višek rojenja hroščev prve generacije). V letih s toplim in suhim poletjem lahko na nižjih geografskih legah pride do razvoja tretje generacije podlubnikov.

## **2.2 Opis območja**

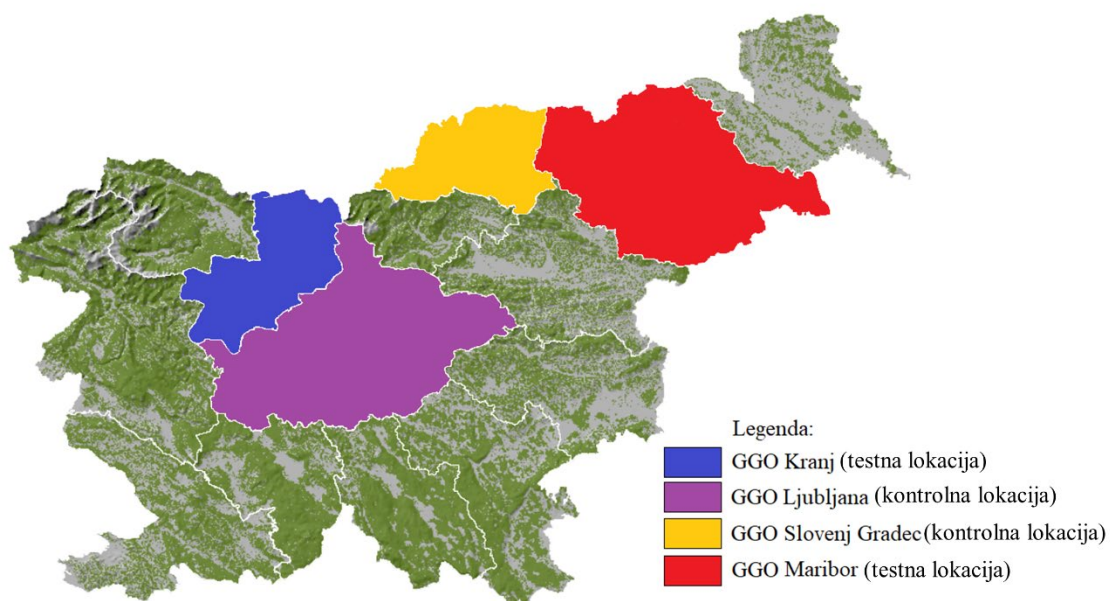
Slovenija je geografsko raznolika država, ki ima na severu Alpe, na jugu Dinarsko gorovje, na vzhodu se razteza Panonska nižina, ter na zahodu Mediteran. Nadmorska višina se giblje od 0 m do 2.864 m (Kozjek in sod., 2017). Je ena od najbolj gozdnatih Evropskih držav. V letu 2018 so gozdovi pokrivali kar 58,1 % površine oziroma 1.193.750 ha. Delež listavcev v lesni zalogi gozdov je bil 55,1 % in delež iglavcev 44,9 %, od katerih je večino predstavlja navadna smreka (ZGS, 2019b).

Raziskava, v kateri smo primerjali pet različnih feromonskih pripravkov, je potekala na dveh gozdnogospodarskih območjih (GGO) in sicer v GGO Kranj (X: 455736, Y: 138421) in GGO Slovenj Gradec (X: 513997, Y: 150761) (Slika 8). Primerjali smo učinkovitost, selektivnost in občutljivost posameznih feromonskih pripravkov.



Slika 8: Območji, izbrani za testiranje različnih feromonskih pripravkov. Vsako območje vključuje testno in kontrolno lokacijo, ki na sliki nista posebej označeni.

Raziskava, v kateri smo primerjali feromonska pripravka IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>, ter raziskava, v kateri smo primerjali pet različnih vrst pasti, sta potekali na štirih GGO v Sloveniji in sicer v GGO Kranj, GGO Ljubljana, GGO Maribor in GGO Slovenj Gradec (Slika 9). Tudi v teh dveh raziskavah smo ugotavljali učinkovitost, selektivnost in občutljivost različnih feromonskih pripravkov oz. pasti.



Slika 9: Območja, izbrana za testiranje različnih vrst pasti.

GGO Kranj (x: 454746, y: 121308) leži v srednjem severozahodnem delu Slovenije (Slika 8 in Slika 9) in ima značilnosti alpske in predalpske regije. Ima 72.144 ha gozda, kar predstavlja 67 % površine tega območja. Nadmorska višina se giblje med 320 m in 2558 m, matična kamnina pa je v glavnem sestavljena iz dolomitne in apnenčaste podlage. Ima mešanico zmernega alpskega in vlažnega celinskega podnebja (ZGS, 2012a).

GGO Ljubljana (x: 459159, y: 115192) leži v osrednjem delu Slovenije (Slika 9) in ima značilnosti alpske in dinarsko-panonske regije. Ima 145.254 ha gozda, kar predstavlja 58 % površine. Nadmorska višina se giblje med 189 m in 2558 m, matična kamnina pa je sestavljena iz dolomitne in apnenčaste podlage. Ima mešanico preddinarsko-panonskega in alpskega podnebja (ZGS, 2012b).

GGO Maribor (x: 542879, y: 149460) leži v srednjem severovzhodnem delu Slovenije (Slika 9) in ima značilnosti alpske in panonske regije. Ima 96.790,57 ha gozda, kar predstavlja 42 % površine tega območja. Nadmorska višina se giblje med 210 m in 1537 m, matična kamnina pa je v glavnem sestavljena iz karbonatne in silikatne podlage. Ima mešanico subalpskega in subpanonskega podnebja (ZGS, 2012c).

GGO Slovenj Gradec (x: 517703, y: 145879) leži v srednjem severovzhodnem delu Slovenije (Slika 8 in Slika 9) in ima značilnosti alpske in dinarsko-panonske regije. Ima 59.577 ha gozda, kar predstavlja 68 % površine. Nadmorska višina se giblje med 320 m in 2128 m, matična kamnina pa je v glavnem sestavljena iz silikatne podlage. Ima mešanico alpskega in panonskega podnebja (ZGS, 2012d).

## **2.3 Terensko delo**

### **2.3.1 Primerjava različnih feromonskih pripravkov**

Terensko delo za primerjavo petih izbranih komercialno dostopnih feromonskih pripravkov je potekalo od konca marca do konca septembra 2019. Čeprav Slovenijo prekriva velik delež gozdov, je gozdna površina razdrobljena, kar je predstavljalo velik izziv pri izbiri primerne območja za raziskavo. Naša želja je bila, da na enem območju lahko izberemo tako testno kot tudi kontrolno lokacije. Na testni lokaciji so morali biti gozdovi poškodovani zaradi vetroloma leto dni pred začetkom raziskave (december 2017), kontrolna lokacija pa ni smela biti prizadeta. Lokacije za postavitev pasti znotraj poškodovanih oz. zdravih sestojev, so morale zadostiti tudi naslednjim kriterijem:

- populacija osmerozobega smrekovega lubadarja je morala biti pod pragom prenamnožitve,
- lesna zaloga navadne smreke v sestoji je morala biti najmanj 70 %,
- primerljive druge ekološke značilnosti (drevesna sestava, lesna zaloga, debelinska struktura, starost drevnine; nadmorska višina; osončenost; naklon; povprečna mesečna temperatura zraka; povprečna mesečna količina padavin),
- lokacije morajo biti dovolj velike, da omogočajo 5 ponovitev za vsak feromonski pripravek.

Da bi zadostili zahtevanim pogojem, smo namesto enega območja morali za raziskavo izbrati dve območji – izbrali smo GGO Slovenj Gradec in GGO Kranj. Na vsakem območju smo si izbrali po eno testno lokacijo in po eno kontrolno lokacijo. Testni lokaciji v raziskavi sta bili Jezersko (10 pasti) v krajevni enoti (KE) Preddvor (GGO Kranj) in južni del Pohorja (15 pasti) v KE Slovenj Gradec (GGO Slovenj Gradec). Kontrolni lokaciji sta bili izbrani v KE Tržič na območju Loma in Podljubelja (10 pasti) (GGO Kranj), in v KE Mislinja (GGO Slovenj Gradec) na južnem pobočju nad Mislinjo (15 pasti).



Slika 10: Uporabljeni feromonski pripravki: Ipstyp®, Ipsowit®, IT Ecolure Extra®, Typosan®, Pheroprax® in enojna režasta past tipa Theysohn (Foto: Gorazd Mlinšek).

Postavili smo 50 enojnih režastih pasti tipa Theysohn (WitaTrap® Bark Beetle Slot Trap) in jih opremlili z enim od izbranih petih komercialno dostopnih feromonskih pripravkov: IT Ecolure Extra®, Typosan®, Ipstyp®, Ipsowit® in Pheroprax® (Preglednica 1 in Slika 10). Vsak feromonski pripravek je bil zastopan v 10 pasteh (v 5 pasteh na kontrolnih območjih in v 5 pasteh na testnih območjih).

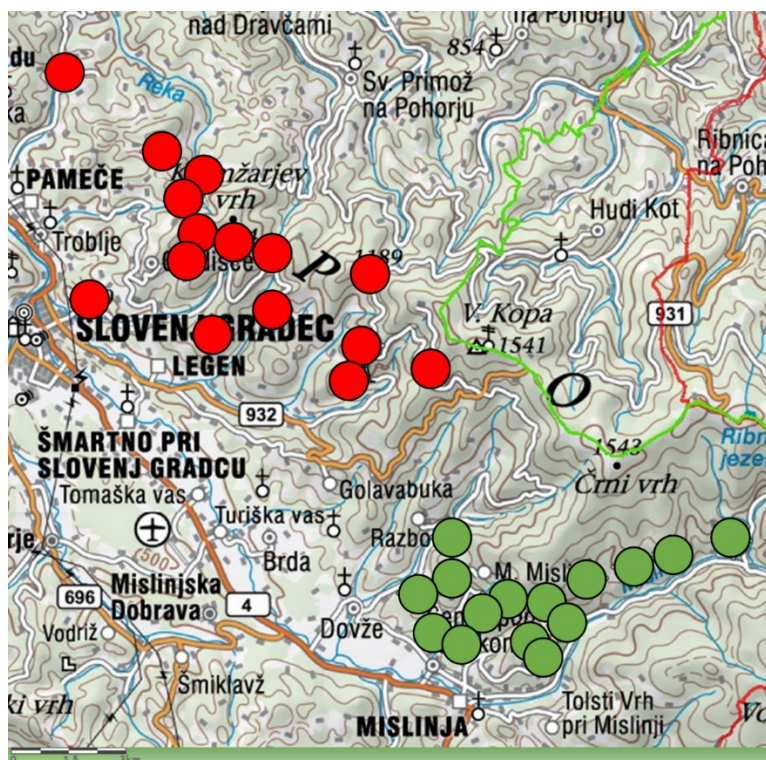
Preglednica 1: Podatki za izbrane feromonske pripravke. Prevedena preglednica iz izvirnega članka Šrnel in sod. (2021).

Feromonski pripravek	Proizvajalec	Komponente <sup>1</sup>	Oblika	Trajanje učinkovanja pripravka <sup>1</sup>
Pheroprax®	BASF	S-Ipsdienol, S-Cis-Verbenol, 2-metil-3-buten-2-ol	ampula	8–12 tednov
Typosan®	Sintagro AG	S-Cis-Verbenol, 2-metil-3-buten-2-ol	pivnik	8–12 tednov
Ipstyp®	AlphaScents Inc.	S-Ipsdienol, S-Cis-Verbenol, 2-Methyl-3-buten-2-ol	pivnik	6 tednov
Ipsowit®	Witasek	S-Ipsdienol, S-Cis-Verbenol	pivnik	6–8 tednov
IT Ecolure Extra®	Fytofarm	S-Cis-Verbenol	pivnik	6–8 tednov

<sup>1</sup> po navedbah proizvajalca

Da smo zadostili pogoju petih ponovitev na testnih in kontrolnih lokacijah, smo postavili 30 pasti v GGO Slovenj Gradec in 20 pasti v GGO Kranj.

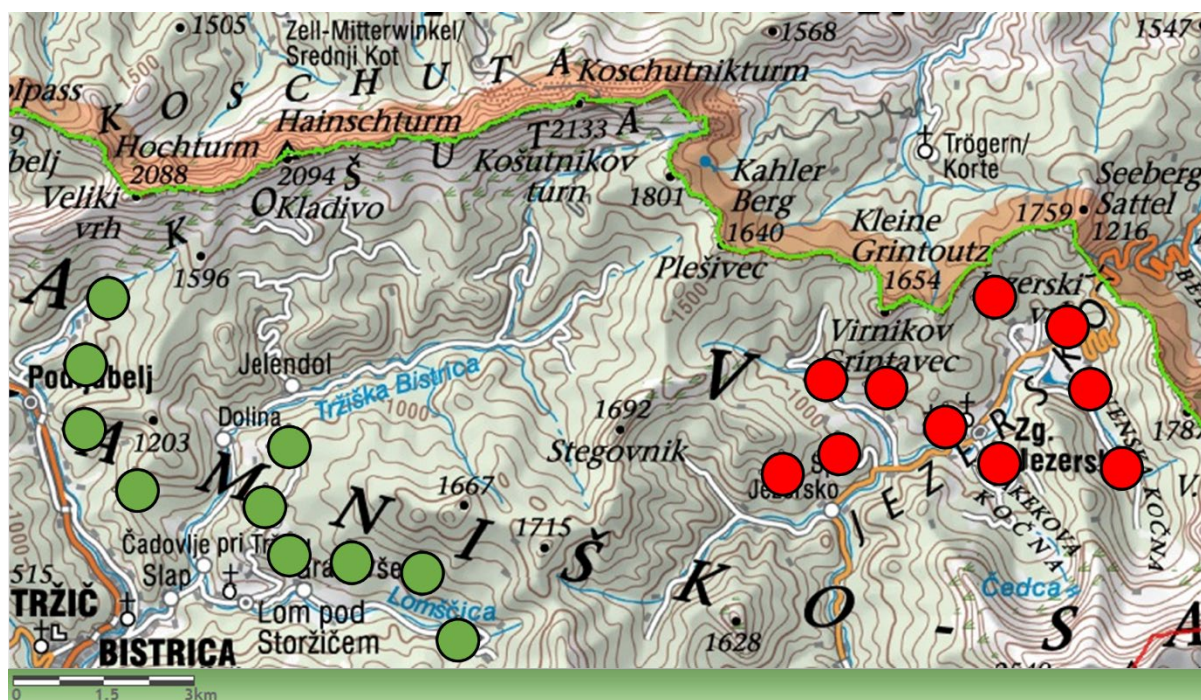
Nadmorska višina pasti v GGO Slovenj Gradec se je gibala od 468 m do 1.275 m za KE Slovenj Gradec in od 666 m do 1.046 m za KE Mislinja (Slika 11). Najmanjša razdalja med testno in kontrolno lokacijo je bila približno 3,5 km. Vsaka past je bila opremljena z enim izbranim feromonskim pripravkom in je imela tri ponovitve na lokacijo.



Slika 11: Lokacije pasti v GGO Slovenj Gradec: pasti na testnem območju (Slovenj Gradec, rdeči krogi) in pasti na kontrolnem območju (Mislinja, zeleni krogi). Zemljevid iz članka (Šrnel in Kolšek, 2021)

Nadmorska višina pasti v GGO Kranj pa se je gibala od 883 m do 1073 m za KE Jezersko in od 899 m do 1.111 m za KE Tržič (Slika 11). Najmanjša razdalja med kontrolno in testno lokacijo je bila približno 6,5 km. Vsaka past je bila opremljena z enim izbranim feromonskim pripravkom in je imela dve ponovitvi na lokacijo.

Vse pasti so bile naključno in enakomerno porazdeljene po izbranih lokacijah in vsaka past je bila oddaljena vsaj 1 km od sosednjih pasti.



Slika 11: Lokacije pasti v GGO Kranj: pasti na testnem območju (Jezersko, rdeči krogi) in pasti na kontrolnem območju (Tržič, zeleni krogi). Zemljevid iz članka (Šramel in Kolšek, 2021).

Pasti so bile postavljene konec marca (28.3.2019 v Mislinji) in v začetku aprila (2.4.2019 v Slovenj Gradcu; 4.4.2019 na Jezerskem; 9.4.2019 v Tržiču). Feromonske pripravke so revirni gozdarji Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) menjali glede na temperaturo in na podlagi ocene porabe feromonskih pripravkov na terenu. Pasti so praznili vsakih 7 do 14 dni. Če je bila temperatura višja od 24 °C, je bilo potrebno pasti prazniti vsakih 7 dni. Ulov je bil zbran v plastične posodice z navojnim pokrovčkom in označen z imenom oziroma številko pasti in datumom pobiranja. Vsi vzorci so bili dostavljeni na Gozdarski inštitut Slovenije na Oddelek za varstvo gozdov in shranjeni v hladilnik do morfološke analize. Zadnji vzorec s pasti je bil odvzet konec septembra (Mislinja 28.9.2019; Slovenj Gradec 19.9.2019; Jezersko 27.9.2019; Tržič 27.9.2019). Postavitev pasti, praznjenje in spravilo pasti je bilo opravljeno s strani revirnih gozdarjev ZGS. Seznam lokacij pasti za testiranje različnih feromonskih pripravkov je v Preglednici 2.



Preglednica 2: Seznam pasti, postavljenih na testnih lokacijah (Jezerško – J in Slovenj Gradec – SG) in kontrolnih lokacijah (Mislinja – M in Tržič – T). Lokacije pasti so podane v koordinatnem sistemu D48/GK.

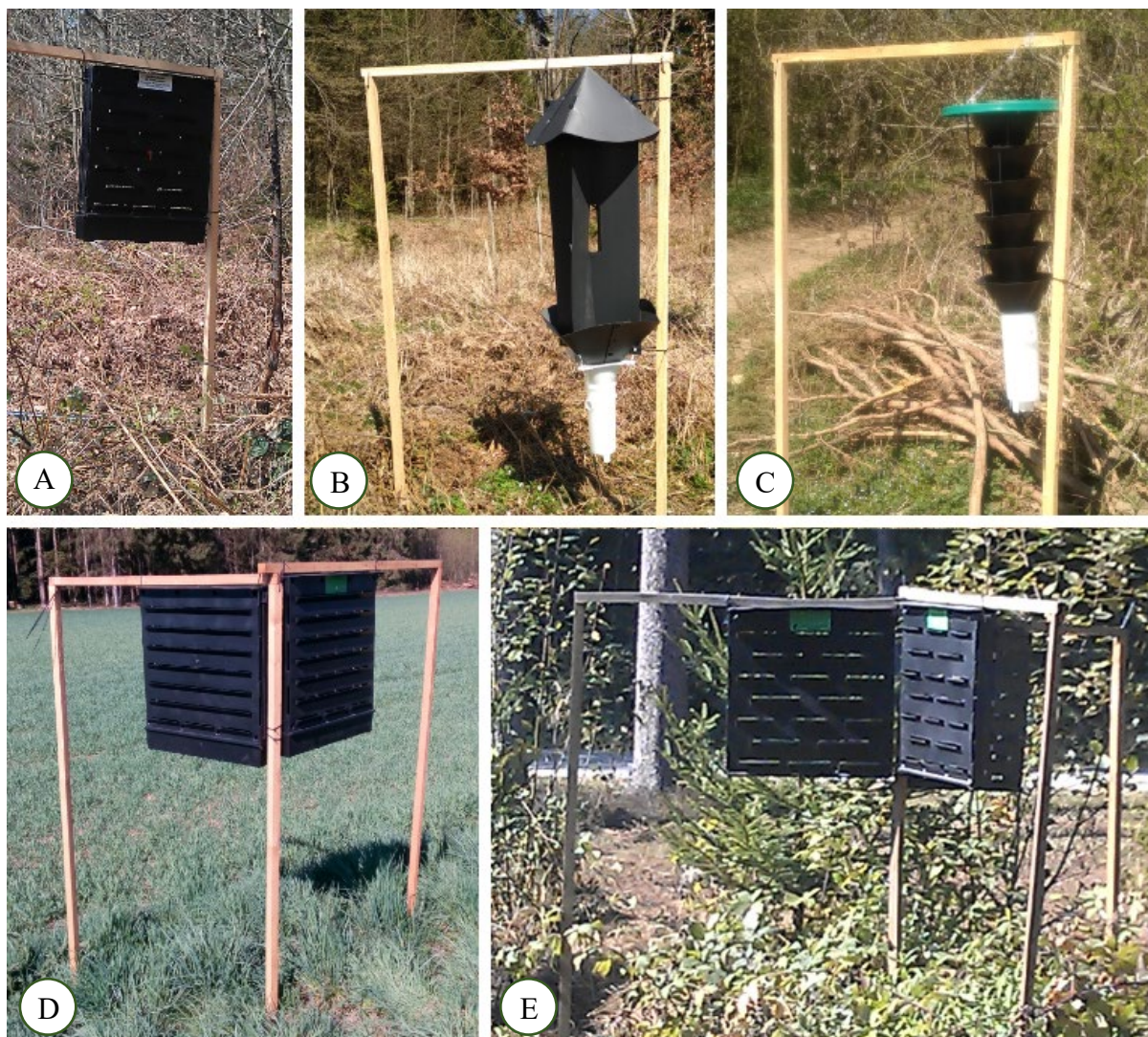
ID	Lok.	GGO	Ime lokacija	X	Y	Nad. višina	Feromonski pripravek
1J	KR		Anclovo	464391	138438	972 m	Pheroprax
2J	KR		Poseka za smučišče	463880	139775	918 m	IT Ecolure Extra
3J	KR		Štular	463518	140823	955 m	Ipsowit
4J	KR		Roblek - ob g. cesti	462204	141321	1073 m	Ipstyp
5J	KR		Makekova Koča - Muri	462250	138481	908 m	Typosan
6J	KR		Krničar	461417	139177	912 m	Pheroprax
7J	KR		Kamnolom	460342	139872	883 m	IT Ecolure Extra
8J	KR		Smrečje	459302	139953	893 m	Ipsowit
9J	KR		Rezman	459514	138685	994 m	Ipstyp
10J	KR		Kovk - zgornja cesta	458539	138346	1069 m	Typosan
1SG	SG		Partizanka	514633	151022	1275 m	Pheroprax
2SG	SG		Plajensko	513339	151400	1064 m	IT Ecolure Extra
3SG	SG		Kaštivsko	513430	152908	1177 m	Ipsowit
4SG	SG		slepi krak ceste	513034	150728	1006 m	Ipstyp
5SG	SG		Sv. Barbara	511478	152170	815 m	Typosan
6SG	SG		Sedlarjevo	510239	151728	835 m	Pheroprax
7SG	SG		Lampret	510713	153474	915 m	IT Ecolure Extra
8SG	SG		Mačkov krč	511448	153338	994 m	Ipsowit
9SG	SG		Kernik	509933	153663	970 m	Ipstyp
10SG	SG		Gradišer	507760	152382	468 m	Typosan
11SG	SG		Specan	509695	153142	759 m	Pheroprax
12SG	SG		Dobniško sedlo	509721	154466	891 m	IT Ecolure Extra
13SG	SG		tabla Podlesko	510031	154833	872 m	Ipsowit
14SG	SG		Poplaz	509195	155349	799 m	Ipstyp
15SG	SG		Lakuže kapelica	507274	156959	632 m	Typosan
1M	SG		Šertelov križ 74a	514692	145662	725 m	Pheroprax
2M	SG		Završnik 67a	515060	146734	899 m	IT Ecolure Extra
3M	SG		Tretjak 70a	514309	146458	666 m	Ipsowit
4M	SG		Tisnikar 68	515003	147582	806 m	Ipstyp
5M	SG		Krenker 77a	515708	146124	807 m	Typosan
6M	SG		Razbornik 75a	515302	145405	744 m	Pheroprax
7M	SG		Gratelj 142a	516856	145224	820 m	IT Ecolure Extra
8M	SG		Križovnik	517226	145869	902 m	Ipsowit
9M	SG		Smagej 84	517067	146263	1046 m	Ipstyp
10M	SG		Vavkan	516195	146349	1023 m	Typosan
11M	SG		Sovičevo 60b	517821	146787	957 m	Pheroprax
12M	SG		Miklavž 88a	518681	146994	968 m	IT Ecolure Extra
13M	SG		Grmišče	519450	147228	1005 m	Ipsowit
14M	SG		Sovič-Pavrovo 95b	520736	147529	983 m	Ipstyp
15M	SG		Višnar	516657	145478	928 m	Typosan
1T	KR		Senožeti pod Storžičem	452915	135471	995 m	Pheroprax
2T	KR		Raven	452255	136592	1111 m	IT Ecolure Extra
3T	KR		Pavšel	451027	136751	1053 m	Ipsowit
4T	KR		Hariževa senožet	449982	136905	942 m	Ipstyp
5T	KR		Vratni vrh	449565	137731	1049 m	Typosan

ID Lok.	GGO	Ime lokacija	X	Y	Nad. višina	Feromonski pripravek
6T	KR	Pinč	449989	138796	1049 m	Pheroprax
7T	KR	Počivav	447280	138032	909 m	IT Ecolure Extra
8T	KR	Reber	446411	139078	899 m	Ipsowit
9T	KR	Čižovnik	446425	140221	901 m	Ipstyp
10T	KR	Zajmen	446822	141356	960 m	Typosan

### 2.3.2 Primerjava različnih vrst pasti

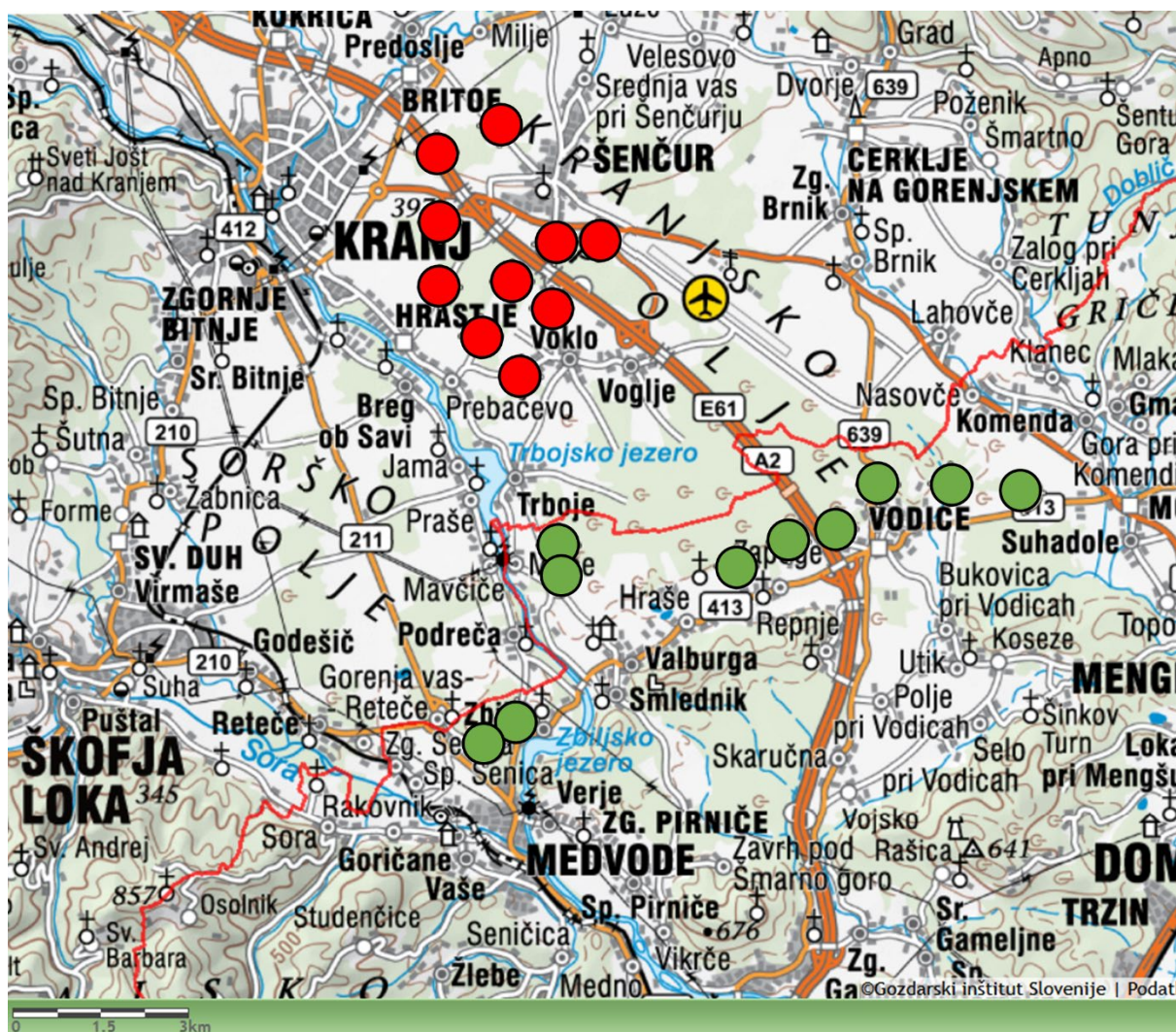
Terensko delo za primerjavo petih komercialno dostopnih pasti smo izvajali od sredine aprila do konca septembra 2020. Pasti so bile postavljene na dveh lokacijah v zahodnem delu Slovenije (GGO Kranj in GGO Ljubljana) in na dveh lokacijah v vzhodnem delu Slovenije (GGO Slovenj Gradec in GGO Maribor) (Slika 14, Slika 15). Vse štiri lokacije se nahajajo v Alpskem območju in imajo podobno lesno zalogo navadne smreke (*Picea abies*) in podobno drevesno sestavo. Čeprav se nadmorska višina razlikuje med vzhodno in zahodno Slovenijo, je bila ta podobna znotraj izbranega območja.

Kontrolne pasti so bile postavljene v GGO Ljubljana in GGO Slovenj Gradec v predelih, ki v letih 2019 in 2020 nista bili prizadeti s strani vetroloma ali druge naravne ujme. Prav tako je bila populacija osmerozobega smrekovega lubadarja na teh območjih pod pragom prenamnožitve. Testne pasti pa so bile postavljene v GGO Kranj in GGO Maribor. Omenjeni območji je v februarju 2020 prizadel vetrolom, populacija osmerozobega smrekovega lubadarja na teh območjih pa je bila pod pragom prenamnožitve (Slika 14, Slika 15).



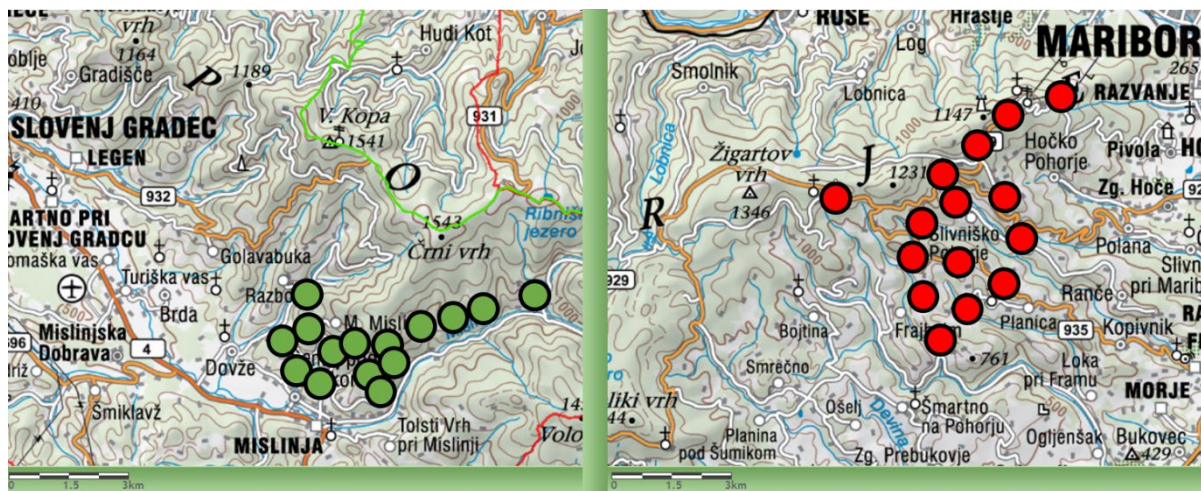
Slika 13: Vrste uporabljenih pasti: A) enojna režasta past, B) križna past, C) lijakasta past, D) dvojna režasta past in E) trojna režasta past (Foto: Gorazd Mlinšek).

Za primerjavo petih komercialno dostopnih pasti smo postavili vsega skupaj 50 pasti, tako da je vsak tip pasti imel 5 ponovitev na testnih lokacijah in 5 ponovitev na kontrolnih lokacijah. Tako smo postavili 10 enojnih, 10 dvojnih in 10 trojnih režastih pasti tipa Theysohn (WitaTrap® Bark Beetle Slot Trap), 10 križnih pasti (Wita® Prall Cross-vane panel Trap) in 10 lijakastih pasti (WitaTrap® Multi Funnel Trap) (Slika ). Vse pasti so bile nabavljene pri proizvajalcu WITASEK® PflanzenSchutz GmbH, uporabljali pa smo jih kot pasti za suh ulov. Pasti so bile na posameznem območju razporejene enakomerno in tako, da je bila razdalja med sosednjimi pastmi vsaj 1 km. Vse pasti so bile opremljene s feromonskim pripravkom za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, t.j. IT Ecolure Extra® (Fytofarm, Češka).



Slika 14: Lokacije pasti v GGO Kranj (testno območje, rdeči krogi) in GGO Ljubljana (kontrolno območje, zeleni krogi).

Na lokacijah GGO Ljubljana in GGO Kranj smo postavili 10 pasti (skupaj 20 pasti) tako, da je imela vsaka vrsta pasti dve ponovitvi (Slika , Preglednica 3). Pasti v GGO Ljubljana so bile postavljene na nadmorski višini od 340 m do 361 m (povprečno 386,90 m), pasti v GGO Kranj pa na nadmorski višini od 369 m do 413 m (povprečno 350,20 m). Na lokacijah GGO Slovenj Gradec in GGO Maribor smo postavili 15 pasti (skupaj 30 pasti) tako, da je imela vsaka vrsta pasti tri ponovitve (Slika , Preglednica 3). Pasti v GGO Slovenj Gradec so bile postavljene na nadmorski višini od 725 m do 1046 m (povprečno 891,47 m), pasti iz GGO Maribor pa na 666 m do 1178 m (povprečno 889,60 m).



Slika 15: Lokacije pasti v GGO Slovenj Gradec (kontrolno območje, zeleni krogi) in v GGO Maribor (testno območje, rdeči krogi).

Feromonske pripravke so revirni gozdarji ZGS menjali glede na temperaturo in na podlagi ocene porabe feromonskih pripravkov na terenu. Pasti so praznili vsakih 7 do 14 dni. Če je bila temperatura višja od  $24^{\circ}\text{C}$ , je bilo potrebno pasti prazniti vsakih 7 dni. Ulov je bil zbran v plastične posodice z navojnim pokrovčkom in označen z imenom oziroma številko pasti in datumom pobiranja. Vsi vzorci so bili dostavljeni na Gozdarski inštitut Slovenije na Oddelek za Varstvo gozdov in shranjeni v hladilnik do morfološke analize. Postavitvev pasti, praznjenje in spravilo pasti je bilo opravljeno s strani revirnih gozdarjev ZGS (Preglednica 3).

Preglednica 3: Seznam pasti, postavljenih na testnih lokacijah (GGO Kranj – KR in GGO Maribor – MB) in kontrolnih lokacijah (GGO Slovenj Gradec – SG in GGO Ljubljana – LJ). Lokacije pasti so podane v koordinatnem sistemu D48/GK.

ID Lok.	GGO	Ime lokacija	X	Y	Nad. višina	Vrsta pasti
1KR	KR	Hrastišče	454639	123217	413	enojna
2KR	KR	Primskovski Boršt	453555	122736	403	dvojna
3KR	KR	Šenčurska Gmajna	453619	121525	390	trojna
4KR	KR	Agromehanika	453627	120411	378	lijakasta
5KR	KR	Vrtički	454315	119584	372	križna
6KR	KR	Dobče	455020	118876	369	enojna
7KR	KR	Prešnica	455544	120069	380	dvojna
8KR	KR	Državna	454861	120510	382	trojna
9KR	KR	GIS 9	455570	121188	391	lijakasta
10KR	KR	Brezje	456347	121248	391	križna
1MB	MB	LIJAK 3	545659	152583	916	lijakasta
2MB	MB	KRIŽNA 1	544283	152160	1058	križna
3MB	MB	TROJNA 1	543538	151326	1043	trojna
4MB	MB	LIJAK 1	542634	150668	959	lijakasta
5MB	MB	ENOJNA 1	544177	150048	880	enojna
6MB	MB	DVOJNA 1	544597	149064	726	dvojna
7MB	MB	TROJNA 2	541980	149896	1028	trojna
8MB	MB	DVOJNA 2	539925	150100	1178	dvojna

ID Lok.	GGO	Ime lokacija	X	Y	Nad. višina	Vrsta pasti
9MB	MB	ENOJNA 2	541030	149353	984	enojna
10MB	MB	DVOJNA 3	541954	148505	889	dvojna
11MB	MB	LJAK 2	542132	147541	815	lijakasta
12MB	MB	KRIŽNA 2	542477	146469	740	križna
13MB	MB	TROJNA 3	542979	148380	740	trojna
14MB	MB	ENOJNA 3	544152	147845	722	enojna
15MB	MB	KRIŽNA 3	543238	147237	666	križna
1SG	SG	Tisnikar 2	515003	147582	806	enojna
2SG	SG	Tretjak 2	514309	146458	762	dvojna
3SG	SG	Završnik	515060	146734	899	trojna
4SG	SG	Šertelov Križ	514692	145662	725	križna
5SG	SG	Krenker 2	515708	146124	805	lijakasta
6SG	SG	Razbornik 2	515302	145405	743	enojna
7SG	SG	Gratelj	516856	145224	820	dvojna
8SG	SG	Višnar	516657	145478	928	trojna
9SG	SG	Križovnik	517226	145869	902	križna
10SG	SG	Smagej 2	517067	146263	1046	lijakasta
11SG	SG	Vavkan	516195	146349	1023	enojna
12SG	SG	Sovičevo 2	517821	146787	959	dvojna
13SG	SG	Miklavž 2	518681	146994	968	trojna
14SG	SG	Grmišče	519450	147228	1005	križna
15SG	SG	Sovič - Pavrovo 2	520736	147529	981	lijakasta
1LJ	LJ	Žeje	454378	112568	361	enojna
2LJ	LJ	Zbilje	454919	112973	350	dvojna
3LJ	LJ	Moše	455647	115950	357	trojna
4LJ	LJ	Hraše	455690	115464	360	križna
5LJ	LJ	Zapoge	458700	115606	343	lijakasta
6LJ	LJ	Torovo	459600	116018	344	enojna
7LJ	LJ	Pustnice	460431	116251	345	dvojna
8LJ	LJ	Vodice	461158	116993	359	trojna
9LJ	LJ	GIS-ŠTUDIJA	462382	117042	343	križna
10LJ	LJ	GIS-ŠTUDIJA	463658	116873	340	lijakasta

### 2.3.3 *Primerjava feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>*

Terensko delo z namenom primerjave ulova v pasti, opremljene s feromonskima pripravkoma IT Ecolure Extra<sup>®</sup> oz. IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>, je potekalo sočasno s poskusom, v katerem smo primerjali ulov med različnimi vrstami pasti. Na vsakem od štirih zgoraj omenjenih območij je bila postavljena dodatna enojna režasta past WitaTrap<sup>®</sup> Bark Beetle Slot Trap (Witasek, Avstrija), opremljena s feromonskim pripravkom IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> (Preglednica 4). Za feromonski pripravek IT Ecolure Extra<sup>®</sup> (10 pasti) smo uporabili podatke, ki smo jih pridobili iz enojnih režastih pasti iz poskusa, v katerem smo primerjali ulov v različne tipe pasti (Preglednica 3).

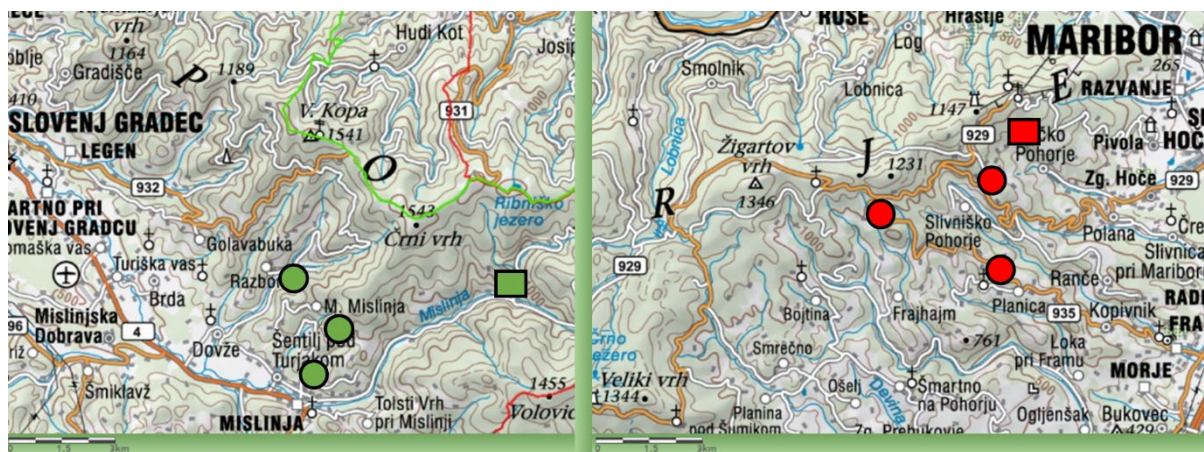
Preglednica 4: Seznam lokacij pasti, ki so bile opremljene s feromonskim pripravkom IT Ecolure Tubus®. Lokacije pasti so podane v koordinatnem sistemu D48/GK.

ID Lok.	GGO	Ime lokacije	X	Y	Nad. Višina	Vrsta pasti	Feromon
16SG	SG	Pistotnik	521011	147121	846	enojna	IT Ecolure Tubus
11KR	KR	GIS 11 PC Šenčur	454649	121505	391	enojna	IT Ecolure Tubus
11LJ	LJ	ZGS-Študija	463984	118061	346	enojna	IT Ecolure Tubus
16MB	MB	MB 16 - GIS CIRIL	544874	151520	856	enojna	IT Ecolure Tubus

Lokacije, ki smo jih uporabili za primerjavo feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus®, so predstavljene na spodnjih dveh zemljevidih (Slika 16 in Slika 13).



Slika 126: Lokacije pasti v GGO Ljubljana (kontrolno območje), opremljene z IT Ecolure Extra® (zeleni krogi) oz. IT Ecolure Tubus® (zelen kvadrat) in lokacije pasti v GGO Kranj (testno območje), opremljene z IT Ecolure Extra® (rdeči krogi) oz. IT Ecolure Tubus® (rdeč kvadrat). Pasti, opremljene IT Ecolure Extra®, so bile v dveh ponovitvah.



Slika 137: Lokacije pasti v GGO Slovenj Gradec (kontrolno območje), opremljene z IT Ecolure Extra® (zeleni krogi) oz. IT Ecolure Tubus® (zelen kvadrat) in lokacije pasti v GGO Maribor (testno območje), opremljene z IT Ecolure Extra® (rdeči krogi) oz. IT Ecolure Tubus® (rdeč kvadrat). Pasti, opremljene IT Ecolure Extra®, so bile v treh ponovitvah.

## 2.4 Laboratorijsko delo

Morfološke analize vzorcev so bile izvedene v Laboratoriju za varstvo gozdov s pomočjo stereomikroskopa in določevalnih ključev. Vzorce s terena smo najprej odcedili in ulov osušili. Nato smo ločili vse primerke osmerozobega smrekovega lubadarja od stranskega ulova in rastlinskega materiala (Slika ). Hrošče smo prešteli, kadar je bilo njihovo število majhno (do vključno 100 osebkov), oz. izmerili njihov volumen z merilnim valjem, kadar je bilo njihovo število veliko (več kot 100 osebkov). Za izračun števila smo uporabili razmerje, da se v 1 ml nahaja 40 osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja. Hrošče (Coleoptera) v stranskem ulovu smo določili do družine. Plenilske vrste osmerozobega smrekovega lubadarja (*Thanasimus femoralis*, *Thanasimus formicarius* in *Nemosoma elongatum*) smo določili do vrste, če je bilo mogoče. Predstavnike drugih skupin organizmov v stranskem ulovu smo določili do najnižjega taksona.





Slika 18: Sortiranje vzorca iz pasti: stranski ulov (manjša petrijevka levo), osebki osmerozobega smrekovega lubadarja in rastlinski material (večja petrijevka desno) (Foto: Šramel N.).

## 2.5 Statistika

Podatki so bili za potrebe analize razlik med feromonskimi pripravki, feromonskimi pastmi, kot tudi za razliko med feromonskima pripravkoma IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus® združeni na raven pasti. Narejene so bile tudi primerjave med izbranimi GGO ter glede na območje (testno / kontrolno). Sešteli smo število ulovljenih osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja in organizmov stranskega ulova v vseh pasteh in za celotno obdobje spremljanja oziroma celo sezono. Stranski ulov smo analizirali glede na tri komponente in sicer kot celoten ulov, glede na družine hroščev in glede na plenilce osmerozobega smrekovega lubadarja iz rodov *Thanasimus* in *Nemosoma*.

### 2.5.1 Primerjava različnih feromonskih pripravkov

Za analizo razlike v učinkovitosti med petimi komercialno dostopnimi feromonskimi pripravki pri ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja in količine stranskega ulova, smo uporabili metodo splošnega linearnega modela (GLM), ki uporablja negativno binomno porazdelitev napak (general linear model (GLM) method using a negative binomial error distribution). Ker je bilo v podatkih za plenilce veliko število ničel, je bilo potrebno uporabiti model ovire (hurdle model), ki je razdeljen na binomski model in okrnjeni Poissonov model (truncated Poisson model) (Zuur in sod., 2009). Za učinkovitost je bila odvisna spremenljivka število osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, ujetih v celotni sezoni. Za stranski ulov je bila odvisna spremenljivka število ulovljenih organizmov, razen osmerozobega smrekovega lubadarja. Pri plenilcih je bila odvisna spremenljivka število plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja (*Thanasimus femoralis*, *Thanasimus formicarius* in *Nemosoma elongatum*). Neodvisne

spremenljivke so bile vrsta feromonskega pripravka, območje (testno / kontrolno) in GGO (Slovenj Gradec in Kranj). Kombinacijo različnih modelov smo zgradili iz modela, ki je vključeval vse neodvisne spremenljivke in interakcijo med območjem in feromonskimi pripravki. Modele smo primerjali s pomočjo informacijskega merila Akaike (AIC) (Akaike Information Criterion) (Burnham in Anderson, 2004). Najboljši model je bil izbran glede na najnižjo vrednost AIC. V primeru, da sta dva modela imela najnižjo (najboljšo) vrednost AIC, je bil izbran model z najmanjšim številom spremenljivk. Za število osebkov stranskega ulova in število plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja je bil uporabljen enak pristop kot za učinkovitost ulova osmerozobega smrekovega lubadarja. Za to analizo je bil uporabljen statistični program R (R Core Team, 2018).

Spremembo količine ulova osmerozobega smrekovega lubadarja skozi celotno sezono smo raziskovali s splošnim aditivnim modelom s Poissonovo porazdelitvijo napak (generalized additive model with a Poisson error distribution). Odvisna spremenljivka je bila število hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja na dan. Analiza je obsegala dva koraka: najprej smo preverili razliko v fenologiji za različno GGO, nato pa razliko v fenologiji za vsak posamičen feromonski pripravek glede na GGO. Izbira modela je bila narejena na podlagi AIC. Za analizo z GLM je bila uporabljena knjižnica "mgcv" (Wood, 2011).

Za analizo sestave stranskega ulova smo uporabili samo podatke o družinah hroščev. Analiza je bila narejena glede na odsotnost in prisotnost družin. Razlike v zastopanosti posameznih družin hroščev v pasteh z različnimi feromonskimi pripravki so bila analizirane s pomočjo PERManova (Andersson, 2001). Za odvisno spremenljivko je bila narejena matrika z družinami v stolpcih in pastmi v vrsticah. Neodvisni spremenljivki sta bili vrsta feromonskega pripravka in vrsta lokacije (kontrolna/testna). Analiza je bila narejena z 999 permutacijami in uporabljen je bil Jaccardov indeks. Rezultati so bili predstavljeni z NMDS in uporabo Jaccardovega indeksa. PERManova je bila opravljena s knjižnico "vegan" (Oksanen in sod., 2013) v statističnem programu R (R Core Team, 2018).

Da bi ugotovili, ali obstaja povezava med družino hroščev in uporabljenim feromonskim pripravkom, je bila narejena analiza IndVal. Analiza je bila narejena samo na odvisni spremenljivki feromonski pripravek z 999 permutacijami. Uporabili smo knjižnico "indicpecies" v statističnem programu R (De Cáceres in Legendre, 2009).

Za oceno ekonomičnosti feromonskih pripravkov in deleža stroškov nakupa feromonskih pripravkov glede na celoten strošek spremljanja, je bilo treba upoštevati vse dejavnike, ki se nanašajo na njihov nakup in uporabo. Predstavljeni so stroški posamičnih feromonskih pripravkov, stroški pasti s kolom oziroma koli (odvisno od pasti), ter stroške dela in potne stroške. Vrednosti feromonskih pripravkov in pasti so bile vzete iz računov, ki smo jih prejeli od podjetij, od katerih smo posamezne feromonske pripravke nabavili. Revirni gozdarji so posredovali podatke o prevoženih kilometrih, za izračun potnih stroškov pa smo uporabili standardno vrednost za kilometrino ZGS. S pomočjo povprečne urne postavke drugega bruto plačilnega razreda za revirnega gozdarja ZGS smo preračunali strošek za opravljeno delo.

Na koncu smo izdelali indeks, v katerem so vključene učinkovitost, občutljivost in selektivnost feromonskih pripravkov. Indeks smo izračunali po spodnjem postopku:

$$(1) \text{indexTC} = \text{average} \left( \frac{TC}{\max TC} \right)$$

$$(2) \text{ indexSS} = \frac{\text{average}(TCT\ x) - \text{average}(TCC\ x)}{\max(TCT - TCC)}$$

$$(3) \text{ indexBTCTC} = \text{average} \left( \frac{BTC/TC}{\max(BTC/TC)} \right)$$

$$(4) \text{ index} = \frac{\text{indexTC} + \text{indexSS} + \text{indexBTCTC}}{3}$$

1) Povprečni indeks ulova (indexTC) dobimo tako, da celoten ulov osmerozobega smrekovega lubadarja na past (TC) delimo z največjim ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja za vse feromonske pripravke in vse pasti (maxTC), dobljeno vrednost pa povprečimo na feromon.

2) Standardizirani indeks občutljivosti (indexSS) dobimo tako, da razliko med testno (TCT) in kontrolno lokacijo (TCC) v povprečnem ulovu hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja na past (x) delimo z največjo razliko v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja med testno in kontrolno lokacijo za vse feromonske pripravke iz vseh pasti (max(TCT – TCC)).

3) Razmerje med stranskim ulovom in ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja (indexBTCTC) smo izračunali tako, da smo število osebkov stranskega ulova (BTC) delili s številom osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja (TC), dobljeno vrednost pa delili z največjim količnikom stranskega ulova z ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja, upoštevajoč vse feromonske pripravke in vse pasti (max(BTC/TC)).

4) Vse tri komponente smo sešteli in delili s tri (s številom komponent), da smo dobili skupni indeks učinkovitosti (index) za posamezni feromonski pripravek. Indeks smo nato primerjali s ceno feromonskega pripravka.

### 2.5.2 Primerjava feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus®

Za primerjavo učinkovitosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja med feromonskima pripravkoma IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus® je bila statistična analiza narejena na enak način kot za primerjavo učinkovitosti petih komercialno dostopnih feromonskih pripravkov. Na enak način smo naredili tudi analizo zastopanosti posameznih družin hroščev, analizo za ugotavljanje indikativne družine hroščev ter primerjavo učinkovitosti feromonskega pripravka glede na njegovo ceno.

### 2.5.3 *Primerjava različnih vrst pasti*

Analizirali smo razlike v številu ujetih osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, količini stranskega ulova in številu ujetih plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja ter razlike v zastopanosti posameznih družin hroščev med petimi različnimi tipi pasti. Analizo smo opravili posebej za pasti, ki imajo podobno lovilno površino (enojna režasta past, lijakasta past in križna past), in posebej za tri različne postavitve režaste pasti tipa Theysohn (enojna, dvojna in trojna režasta past). Za primerjavo ulova osmerozobega smrekovega lubadarja, stranskega ulova in ulova plenilcev smo uporabili posplošen linearni model s kvazipoissonovo porazdelitvijo napak (a generalized linear model with a quasipoisson error distribution). Neodvisne spremenljivke so bile tip pasti, vrsta lokacije (testna/kontrolna), vzhodna/zahodna Slovenija in interakcija med tipom pasti in vrsto lokacije. Izbira najbolj primernega modela je bila narejena s postopkom nasprotne prestopne izbire (stepwise backwards selection). Ker kvazipoissonovi modeli (quasipoisson models) ne podajo Akaikejevega informacijskega merila (Akaike information criterion), so bile spremenljivke izbrane glede na vrednost signifikance in sicer so bile izbrane spremenljivke, ki so imele vrednost P manjšo od 0,05.

Kompozicija stranskega ulova glede na tip pasti je bila analizirana samo za družine hroščev z uporabo analize PERManova z Jaccardovim indeksom (PERManova with a Jaccard index) (Andersson, 2001). Odvisna spremenljivka je bila matrika z družinami v stolpcih in lokacijami pasti v vrsticah, ter kot vrednost uporabljena odsotnost in prisotnost družin. Neodvisne spremenljivke so bile tip pasti in vrsta lokacije. Analiza je bila opravljena z modelom ADONIS in knjižnico "vegan" (Oksanen in sod., 2013) z 999 permutacijami.

Najbolj indikativna družina hroščev za posamezen tip pasti je bila določena z analizo IndVal. Preverili smo le razliko med izbranimi vrstami pasti in pri izračunu modela uporabili 999 permutacij. Za določitev najbolj indikativne družine je bila uporabljena knjižnica "indicspecies" (De Cáceres in Legendre, 2009).

Analiza stroškov je bila narejena na enak način kot pri primerjavi feromonskim pripravkov in je opisana zgoraj. Na enak način smo izdelali tudi indeks, s to razliko, da v primeru različnih pasti ni bila vključena občutljivost, saj statistika ni pokazala signifikantnih razlik med kontrolno in testno lokacijo.

## 3 Rezultati

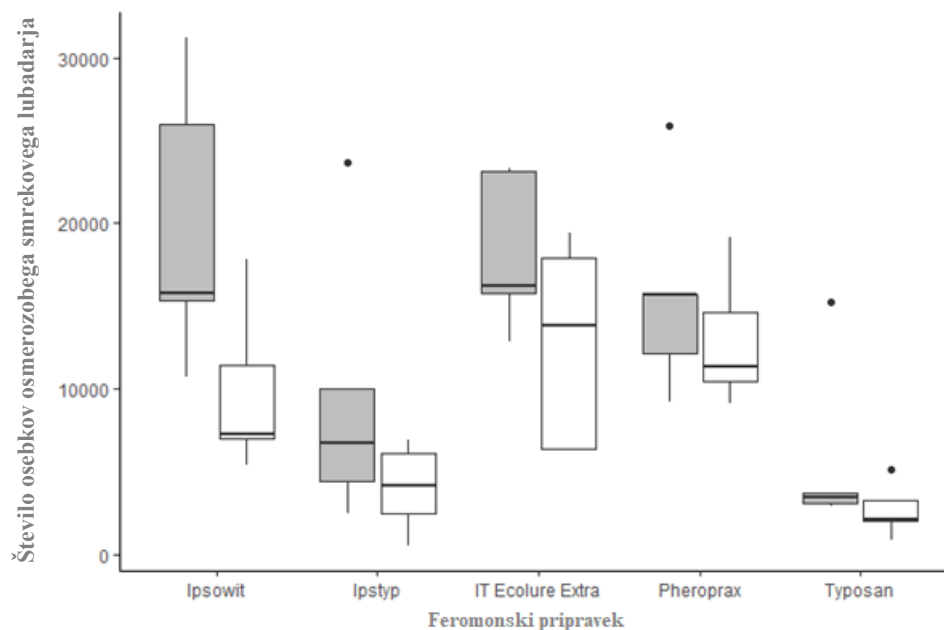
### 3.1 Primerjava različnih feromonskih pripravkov

V obdobju od marca do septembra 2019 smo v pasti ujeli 586.846 različnih organizmov, od tega je bilo 554.882 osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, preostalih 32.024 osebkov pa je predstavljalo stranski ulov.

*Preglednica 5: Tabela za izbiro najboljšega statističnega modela za analizo ulova osmerozobega smrekovega lubadarja, ulova netarčnih organizmov (stranski ulov) in ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi različnih vrst feromonskih pripravkov. Krepko izpisane vrednosti se nanašajo na model, ki se je izkazal kot najboljši – nižja kot je vrednost AIC, boljše je model. Prevedena preglednica iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021)*

Model	Ulov osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja	Stranski ulov	Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja
Feromonski pripravek x območje + GGO	df: 12; AIC: 1005,17	<b>df: 12; AIC:</b>	df: -; AIC: -
Feromonski pripravek + območje + GGO	<b>df: 8; AIC: 1000,03</b>	df: 8; AIC:	df: 14; AIC: 107,71
Feromonski pripravek + GGO	df: 7; AIC: 1009,78	df: 7; AIC:	<b>df: 12; AIC: 104,92</b>
Območje + GGO	df: 4; AIC: 1025,92	df: 4; AIC:	df: 6; AIC: 148,01
GGO	df: 3; AIC: 1029,14	df: 3; AIC:	df: 4; AIC: 147,28

Na učinkovitost feromonskih pripravkov so vplivale naslednje neodvisne spremenljivke: feromonski pripravek, območje (testno / kontrolno) in GGO (Preglednica 5). Mediana za ulov osmerozobega smrekovega lubadarja je znašala 13.711 za IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, 12.749 za Ipsowit<sup>®</sup>, 11.973 za Pheroprax<sup>®</sup>, 5.234 za Ipstyp<sup>®</sup> in 2.920 za Typosan<sup>®</sup>.



Graf 1: Ulov osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja v enojne režaste pasti glede na uporabljen feromonski pripravek (Ipsowit, Ipstyp, IT Ecolure Extra, Pheroprax, Typosan). Sivi stolpci – testne lokacije, beli stolpci – kontrolne lokacije. Preveden graf iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

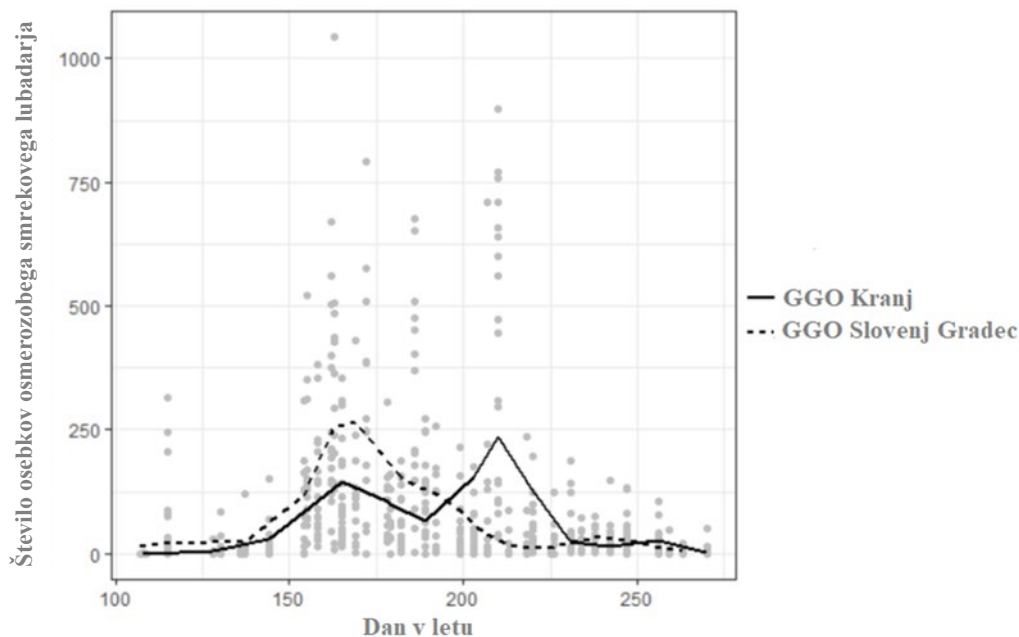
Feromonska pripravka IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in Pheroprax<sup>®</sup> sta imela večji ulov hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja kot Ipsowit<sup>®</sup>, vendar razlika ni bila statistično značilna (Graf 1, Preglednica 6). Ulov v pasti z Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup> pa je bil statistično značilno nižji od ulova v pasti z Ipsowit<sup>®</sup> (Graf 1, Preglednica 6). Pri analizi ulova osmerozobega smrekovega lubadarja glede na območje (kontrolno / testno) smo opazili statistično značilno večji ulov na testnih območjih (N = 344.184) v primerjavi s kontrolnimi območji (N = 210.638) (Preglednica 6). V GGO Slovenj Gradec se je ujelo več hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja (v povprečju 116.816) kot v GGO Kranj (v povprečju 102.187), vendar razlika ni bila statistično značilna (Preglednica 6). Analiza ulova osmerozobega smrekovega lubadarja z upoštevanjem interakcije med feromonskim pripravkom in območjem (testno / kontrolno) ni dala statistično značilnih razlik, kar pomeni, da razlika v ulovu med testnim in kontrolnim območjem za posamezni feromonski pripravek ni bila statistično značilna.

Preglednica 6: Analiza ulova osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, stranskega ulova in ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi različnih feromonskih pripravkov, na dveh območjih in na dveh GGO. Feromonski pripravki so primerjani z Ipsowit®, kontrolna območja so primerjana s testnimi, GGO Slovenj Gradec smo primerjali z GGO Kranj. Model ovire (hurdle model) za število plenilcev prikazuje dva modela: okrnjeni Poissonov model (a truncated Poisson model) za številčnost nad ničlo in binomni model za verjetnost plenilcev. Statistično značilne razlike so odebeljene, zvezdica (\*) pa prikazuje rezultate z rahlo tendenco. Prevedena preglednica iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

Najboljši model	Spremenljivka	Ocena	St. napaka	Vrednost z	P
Ulov osmerozobega smrekovega lubadarja	(Intercept)	9,74	0,21	47,15	< 0,001
	<b>Ipstyp®</b>	<b>-0,80</b>	<b>0,24</b>	<b>-3,37</b>	<b>&lt; 0,001</b>
	IT Ecolure Extra®	0,12	0,24	0,49	0,622
	Pheroprax®	0,06	0,24	0,25	0,804
	<b>Typosan®</b>	<b>-1,26</b>	<b>0,24</b>	<b>-5,30</b>	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>test – kontrola</b>	<b>-0,56</b>	<b>0,15</b>	<b>-3,71</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<hr/>					
Stranski ulov	(Intercept)	6,39	0,33	19,27	< 0,001
	Ipstyp®	-0,39	0,44	-0,89	0,375
	IT Ecolure Extra®	0,47	0,44	1,07	0,285
	Pheroprax®	-0,62	0,44	-1,43	0,153
	Typosan®	-0,71	0,44	-1,62	0,106
	test – kontrola	-0,10	0,44	-0,23	0,815
	<b>GGO SG – GGO KR</b>	<b>0,48</b>	<b>0,20</b>	<b>2,41</b>	<b>0,016</b>
	Ipstyp® x test – kontrola	-1,12	0,62	-1,80	*0,072
	IT Ecolure Extra® x test – kontrola	-0,24	0,62	-0,39	0,696
	Pheroprax® x test – kontrola	0,95	0,62	1,54	0,124
Typosan® x test – kontrola	-0,68	0,62	-1,09	0,275	
<hr/>					
Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja (Poisson)	(Intercept)	-2,45	1,16	-2,11	< 0,05
	<b>Ipstyp®</b>	<b>2,73</b>	<b>0,70</b>	<b>3,88</b>	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>IT Ecolure Extra®</b>	<b>1,47</b>	<b>0,71</b>	<b>2,07</b>	<b>&lt; 0,05</b>
	Pheroprax®	-10,71	158,89	-0,07	0,946
	Typosan®	-9,19	132,09	-0,07	0,945
<b>GGO SG – GGO KR</b>	<b>2,57</b>	<b>0,96</b>	<b>2,69</b>	<b>&lt; 0,001</b>	
<hr/>					
Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja (Binomial)	(Intercept)	-1,45	0,86	-1,68	0,092
	Ipstyp®	-0,56	1,07	-0,52	0,602
	IT Ecolure Extra®	0,46	0,97	0,48	0,633
	Pheroprax®	0,89	0,96	0,93	0,355
	Typosan®	-1,39	1,27	-1,09	0,277
<b>GGO SG – GGO KR</b>	<b>0,93</b>	<b>0,71</b>	<b>1,31</b>	<b>0,192</b>	

### 3.1.1 Spreminjanje številčnosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja skozi sezono

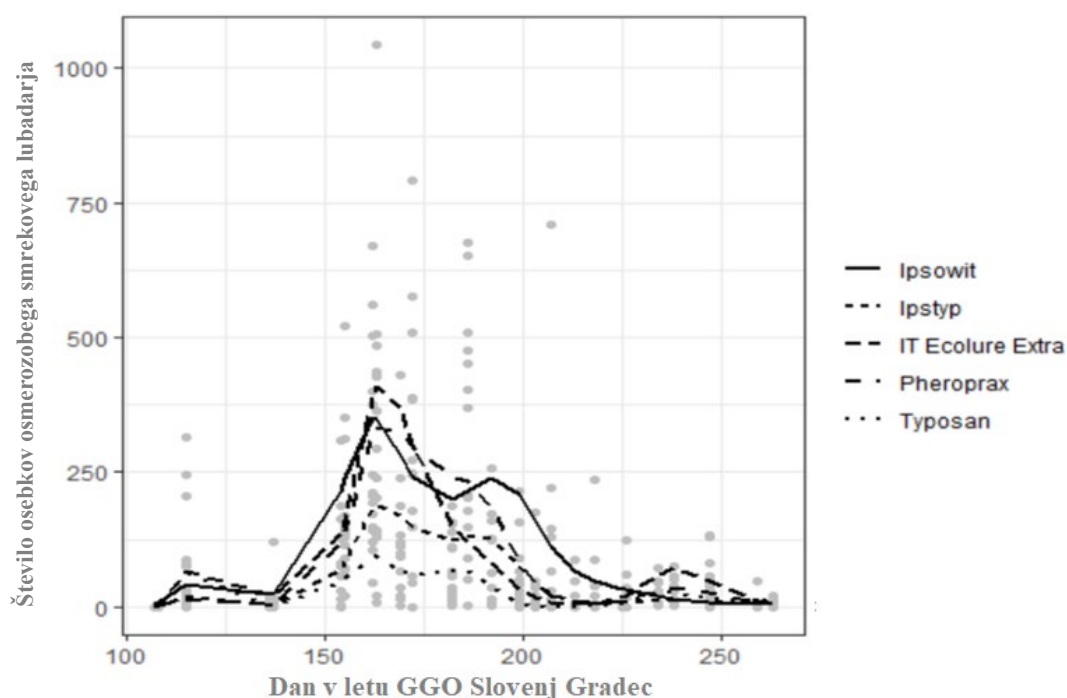
Ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v feromonske pasti tekom sezone se je razlikoval med obravnavanima GGO (Graf 2). Medtem ko je bil v GGO Slovenj Gradec zaznan en vrh v začetku poletja ( $\chi^2 = 10237$ ,  $P < 0,001$ ), sta bila v GGO Kranj zaznana dva vrhova in sicer manjši vrh v začetku poletja in večji vrh oba koncu poletja ( $\chi^2 = 24390$ ,  $P < 0,001$ ). Povprečna količina ulova na past na pobiranje je bila v GGO Slovenj Gradec višja kot v GGO Kranj ( $z = 5,491$ ,  $P < 0,001$ ).



Graf 2: Primerjava ulova hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja med GGO Kranj in GGO Slovenj Gradec tekom cele sezone spremljanja, upoštevajoč vse feromonske pripravke. Preveden graf iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

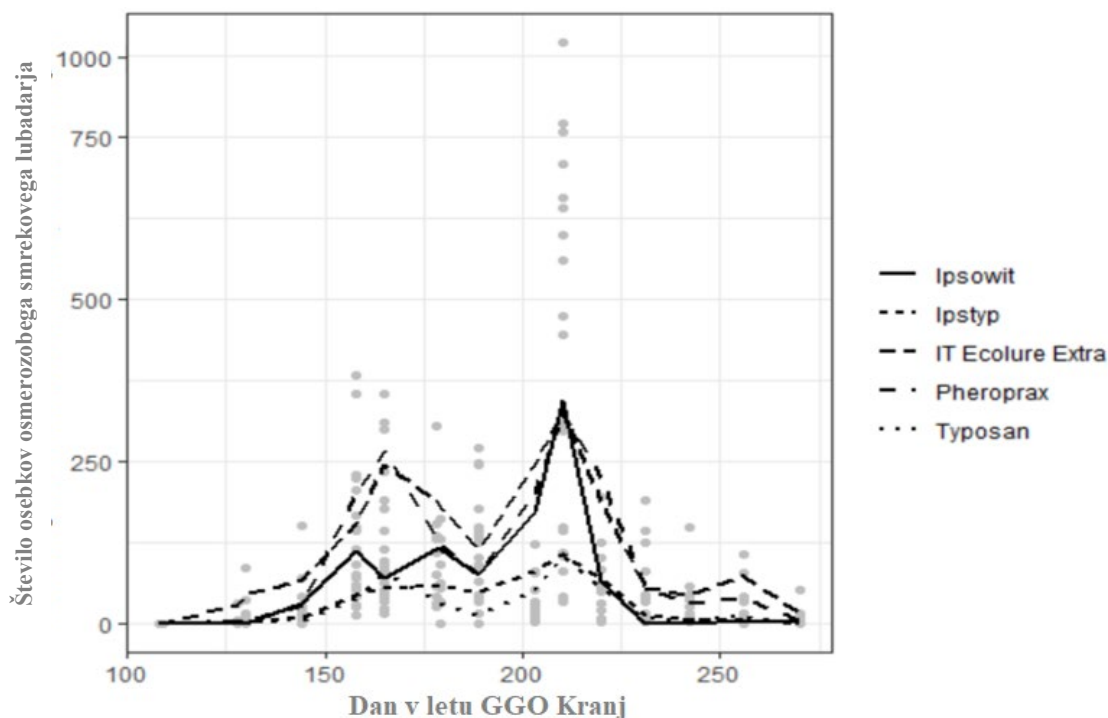
Gledano za posamezen feromonski pripravek so v GGO Slovenj Gradec vsi feromonski pripravki pokazali en vrh v začetku poletja. Ipsowit<sup>®</sup> je bil edini feromonski pripravek, pri katerem se je pojavil tudi nižji vrh konec poletja (Graf 4; Ipsowit<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 5439$ ,  $P < 0,001$ ; Ipstyp<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 3223$ ,  $P < 2e-16$ ; IT Ecolure Extra<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 6831$ ,  $P < 0,001$ , Pheroprax<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 5895$ ,  $P < 0,001$ ; Typosan<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 1263$ ,  $P < 0,001$ ). Analiza ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v GGO Slovenj Gradec je pokazala, da se je tekom sezone ulov v pastmi, opremljene z različnimi feromonskimi pripravki, statistično značilno razlikoval. Ulov v pasti z Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup> je bil statistično značilno manjši v primerjavi z ulovom v pasti z Ipsowit<sup>®</sup> (Ipstyp<sup>®</sup>:  $z = -23,22$ ,  $P < 0,001$ , Typosan<sup>®</sup>:  $z = -22,04$ ,  $P < 0,001$ ), ulov v pasti z IT Ecolure Extra<sup>®</sup> and Pheroprax<sup>®</sup> pa je bil statistično značilno večji od ulova v pasti z Ipsowit<sup>®</sup> (IT Ecolure Extra<sup>®</sup>:  $z = -10,15$ ,  $P < 0,001$ ; Pheroprax<sup>®</sup>:  $F = -13,36$ ,  $P < 0,001$ ).





Graf 3: Časovna dinamika ulova osmerozobega smrekovega lubadarja glede na feromonski pripravek za GGO Slovenj Gradec. Preveden graf iz izvirnega članka Šrnel in sod. (2021)

V GGO Kranj so Ipsowit<sup>®</sup>, Ipstyp<sup>®</sup> in IT Ecolure Extra<sup>®</sup> pokazali en vrh konec poletja, Pheroprax<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup> pa so pokazali en dodaten vrh tudi v začetku poletja (Graf 4; Ipsowit<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 2341,0$ ,  $P < 0,001$ ; Ipstyp<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 816,4$ ,  $P < 0,001$ ; IT Ecolure Extra<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 2654,7$ ,  $P < 0,001$ , Pheroprax<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 2901,2$ ,  $P < 0,001$ ; Typosan<sup>®</sup>:  $\chi^2 = 973,4$ ,  $P < 0,001$ ). Analiza ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v GGO Kranj je pokazala, da se je tekom sezone ulov med pastmi z različnimi feromonskimi pripravki statistično značilno razlikoval. V pasti z Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup> se je ujelo manj hroščev kot v pasti z Ipsowit<sup>®</sup> (Ipstyp<sup>®</sup>:  $z = 2,503$ ,  $P < 0,05$ , Typosan<sup>®</sup>:  $z = -0,442$ ,  $P = 0,6587$ ), razlika pa je bila statistično značilna samo v primeru Ipstyp<sup>®</sup>. V pasteh z IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in Pheroprax<sup>®</sup> je bil v primerjavi s pastmi z Ipsowit<sup>®</sup> ulov osmerozobega smrekovega lubadarja večji, razlika pa je bila v obeh primerih statistično značilna (IT Ecolure Extra<sup>®</sup>:  $z = 9,638$ ,  $P < 0,001$ ; Pheroprax<sup>®</sup>:  $z = 14,287$ ,  $P < 0,001$ ).



Graf 4: Časovna dinamika ulova osmerozobega smrekovega lubadarja glede na feromonski pripravek za GGO Kranj. Preveden graf iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

### 3.1.2 Razlike v številčnosti in sestavi stranskega ulova

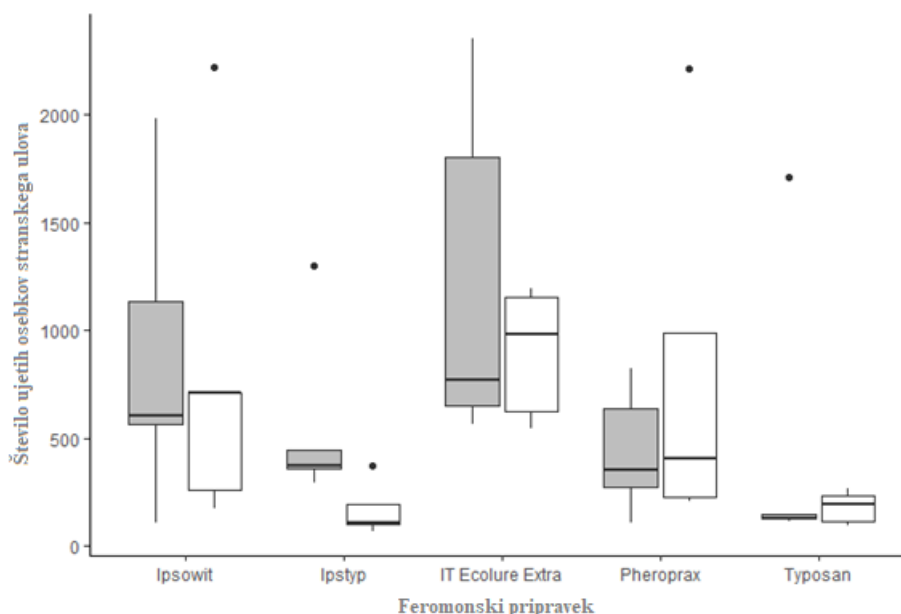
Stranski ulov je predstavljal 5,8 % celotnega ulova. Največji delež so zajemali predstavniki iz reda Coleoptera (hrošči). Večina osebkov je pripadala vrstam iz družine Curculionidae (pravi rilčkarji), sledili so jim predstavniki družin Staphylinidae (kratkokranci), Scarabaeidae (skarabeji) in Elateridae (pokalice). Druge družine so bile zastopane z manj kot 250 ujetimi osebki. Od drugih organizmov je bilo največ predstavnikov iz skupin Hymenoptera (kožekrilci), Hemiptera (polkrilci), Diptera (dvokranci), Dermaptera (strigalice) in Araneae (pajki). Predstavniki ostalih skupin živali smo ujeli manj kot 10 (Preglednica ). Mediana za stranski ulov v pasteh z IT Ecolure Extra<sup>®</sup> je znašala 796, v pasteh z Ipsowit<sup>®</sup> 654, v pasteh s Pheroprax<sup>®</sup> 351, v pasteh z Ipstyp<sup>®</sup> 292 in v pasteh s Typosan<sup>®</sup> 135.

Preglednica 7: Število predstavnikov različnih družin hroščev ter številčnost drugih skupin organizmov v stranskem ulovu glede na uporabljen feromonski pripravek (Ipsowit, Ipstyp, IT Ecolure Extra, Pheroprax, Typosan).

	<b>Ipsowit®</b>	<b>Ipstyp®</b>	<b>IT Ecolure Extra®</b>	<b>Pheroprax®</b>	<b>Typosan®</b>	<b>SKUPAJ</b>
<b>Družine hroščev</b>	<b>8.045</b>	<b>3.198</b>	<b>9.917</b>	<b>5.925</b>	<b>2.649</b>	<b>29.734</b>
Curculionidae	6.987	1.989	8.837	5.076	1.753	24.642
Staphylinidae	271	278	255	237	214	1.255
Scarabaeidae	92	222	125	85	202	726
Elateridae	193	182	114	141	73	703
Ciidae	71	49	46	28	56	250
Leiodidae	62	35	38	46	39	220
Silphidae	48	7	72	64	5	196
Mordellidae	31	55	52	27	28	193
Carabidae	26	26	37	34	69	192
Hydrophilidae	25	56	27	31	15	154
Salpingidae	51	23	26	25	15	140
Nitidulidae	37	27	36	11	19	130
Tenebrionidae	3	40	23	12	21	99
Histeridae	11	20	27	19	13	90
Dermeestidae	8	21	29	13	13	84
Cryptophagidae	6	25	27	10	9	77
Cerylonidae	8	31	14	4	14	71
Cleridae	4	20	18	5	1	48
Lucanidae	16	11	12	4	5	48
Latridiidae	8	10	5	3	8	34
Erotylidae	9	5	5	4	9	32
Dasytidae	13	3	11	4		31
Mycetophagidae	7	4	13	3	3	30
Scydmaenidae	3	4	5	2	16	30
Monotomidae	7	8	12	1	1	29
Anobiidae		8	6	4	4	22
Cerambycidae		7	7	2	4	20
Melandryidae	2	7	5	1	4	19
Scraptiidae	4	1	9	3	2	19
Anthribidae	4	4	2	1	4	15
Lymexylidae	6	1	7			14
Throscidae	2	3	2	3	2	12
Zopheridae	2	1	3	1	5	12
Silvanidae	1	1	1	1	7	11
Buprestidae		3	2	2	3	10
Eucnemidae	7		1	2		10
Chrysomelidae	5			2	2	9
Coccinellidae	2	2	1	1	3	9
Cantharidae	2		1	3	1	7
Sphindidae	3	1		2	1	7
Trogositidae	3	1		1	1	6
Sphaeritidae	1	2		2		5
Byrrhidae		1	1	1		3
Byturidae		1			2	3
Apionidae		1		1		2
Attelabidae				2		2
Endomychidae	1	1				2
Hydraenidae		1	1			2
Biphyllidae					1	1
Drilidae				1		1
Dytiscidae	1					1
Geotrupidae			1			1
Heteroceridae	1					1
Kateretidae			1			1

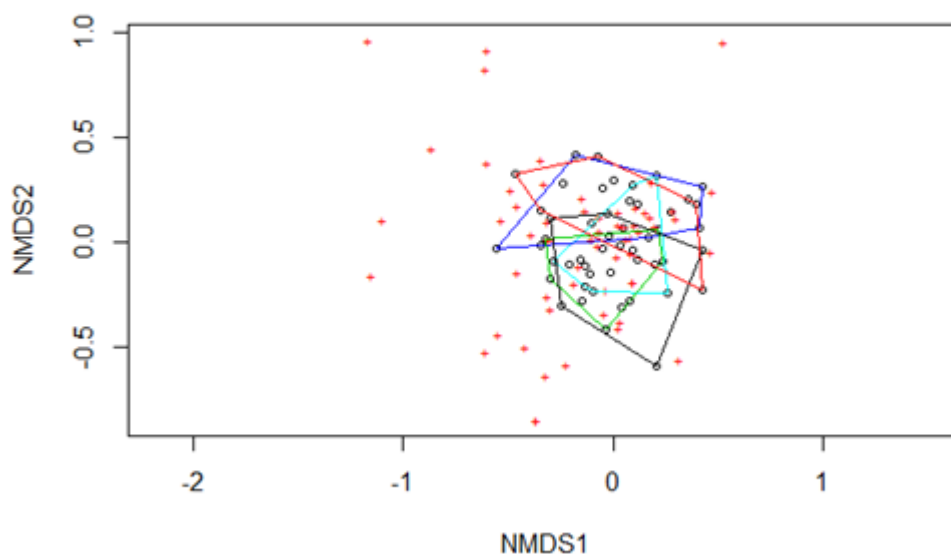
Malachiidae					1	1
Oedemeridae					1	1
Omalisidae	1					1
<b>Drugi organizmi</b>	<b>413</b>	<b>420</b>	<b>717</b>	<b>299</b>	<b>463</b>	<b>2.312</b>
Hymenoptera	148	92	294	62	168	764
Dermaptera	15	98	215	92	163	583
Diptera	130	95	83	78	42	428
Hemiptera	97	85	100	49	67	398
Araneae	18	32	16	10	16	92
Myriapoda		11		1		12
Lepidoptera	1	2	2	2	1	8
Neuroptera	1	3	3		1	8
Dictyoptera	2		1	2	1	6
Orthoptera	1		1	1		3
Entognatha			1		1	2
Isopoda		1			1	2
Mecoptera				1	1	2
Opiliones		1	1			2
Plecoptera				1		1
Trichoptera					1	1
<b>SKUPAJ</b>	<b>8.458</b>	<b>3.618</b>	<b>10.634</b>	<b>6.224</b>	<b>3.112</b>	<b>32.046</b>

Na količino stranskega ulova so vplivale naslednje neodvisne spremenljivke: feromonski pripravek v kombinaciji z območjem (testno / kontrolno) in GGO (Preglednica 5). V primerjavi s pastmi, opremljenimi z Ipsowit<sup>®</sup>, je bila količina stranskega ulova v pasteh, opremljenih z Ipstyp<sup>®</sup>, Typosan<sup>®</sup> in Pheroprax<sup>®</sup>, manjša, vendar pa razlika ni bila statistično značilna (Graf 5, Preglednica ). Količina stranskega ulova je bila največja v pasteh, opremljenih z IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, vendar tudi v tem primeru vrednost ni bila statistično značilno različna v primerjavi z vrednostjo za Ipsowit<sup>®</sup> (Graf 5, Preglednica ). Razlika v količini stranskega ulova med testnimi in kontrolnimi območji za feromonske pripravke IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup> je bila večja v primerjavi z razliko med testnim in kontrolnim območjem, ki jo je zaznal feromonski pripravek Ipsowit<sup>®</sup>. V pasteh s feromonskim pripravkom Pheroprax<sup>®</sup> je bila razlika v količini stranskega ulova med kontrolnimi in testnimi lokacijami manjša od razlike med testnim in kontrolnim območjem, ki jo je zaznal feromonski pripravek Ipsowit<sup>®</sup>. V nobenem primeru razlika ni bila statistično značilna. Celokupno gledano je bil na kontrolnih območjih stranski ulov večji (mediana 452) kot na testnih območjih (mediana 262), vendar razlika ni bila statistično značilna. Primerjava količine stranskega ulova med GGO je pokazala statistično značilne razlike, in sicer je bila količina stranskega ulova v GGO Slovenj Gradec večja (mediana 583) kot v GGO Kranj (mediana 271).



Graf 5: Ulov osebkov netarčnih organizmov (stranski ulov) v enojne režaste pasti glede na uporabljen feromonski pripravek (Ipsowit, Ipstyp, IT Ecolure Extra, Pheroprax, Typosan). Sivi stolpci – testne lokacije, beli stolpci – kontrolne lokacije. Preveden graf iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

Analiza je pokazala statistično značilne razlike v zastopanosti posameznih družin hroščev glede na uporabljen feromonski pripravek ( $F = 8,5216$ ,  $R^2 = 0,431$ ,  $P = 0,001$ ) (Graf 6). Največja razlika v zastopanosti družin hroščev je bila ugotovljena med feromonskima pripravkoma Pheroprax® in IT Ecolure Extra® v primerjavi s feromonskima pripravkoma Ipstyp® in Typosan®.



Graf 6: NMDS model za prikaz razlik v zastopanosti različnih družin hroščev v stranskem ulovu glede na uporabljen feromonski pripravek. Svetlo modra črta – Ipsowit®, temno modra črta – Ipstyp®, zelena črta – IT Ecolure Extra®, črna črta – Pheroprax®, rdeča črta – Typosan®. Preveden graf iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).

Kot indikativna za feromonski pripravek Ipsowit® se je izkazala družina Salpingidae (ozkopasi lubadarji) (N = 84) (stat = 0,573, P = 0,043), za Typosan® pa sta bili indikativni družini Scydmaenidae (mravljeliki hrošči) (N = 23) in Carabidae (krešiči) (N = 115) (stat = 0,611, P = 0,005, stat = 0,599, P = 0,011). Za ostale feromonske pripravke ni bila indikativna nobena družina hroščev, kar pomeni, da je bila v pasteh s temi feromonskimi pripravki zastopanost posameznih družin hroščev primerljiva.

### 3.1.3 Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja

Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja je najbolje pojasnjeval model, ki je vključeval feromonske pripravke in GGO (Preglednica 5). V enojne režaste pasti z različnimi feromonskimi pripravki se je ulovilo skupno 46 primerkov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja – od tega je bilo 40 predstavnikov pisancev (*Thanasimus femoralis* 26; *Thanasimus formicarius* 4; *Thanasimus* spp. 10) in 6 predstavnikov ploščatih hroščev *Nemosoma elongatum*. Feromonska priprava z največjim skupnim številom ujetih plenilcev sta bila Ipstyp® (19) in IT Ecolure Extra® (16), sledili pa so jima Ipsowit® (5), Pheroprax® (5) in Typosan® (1). Razlike v ulovu plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja med pastmi z Ipstyp® in IT Ecolure Extra® v primerjavi s pastmi z Ipsowit® so bile statistično značilne, primerjava ulova v pasti s Pheroprax® (5) in Typosan® (1) z ulovom v pasti z Ipsowit® pa ni pokazala statistično značilnih razlik (Preglednica 6). Primerjava ulova plenilcev med GGO je pokazala, da je bilo več plenilcev ujetih v GGO Slovenj Gradec (41) kot v GGO Kranj (5), razlika pa je bila statistično značilna (Preglednica 6).

### 3.1.4 Ekonomski vidik uporabe različnih feromonskih pripravkov

Strošek ene enojne režaste pasti s stojalom (nabavna cena ene režaste pasti ter 3 lesenih kolov za izdelavo ogrodja pasti; Slika 10) je znašal 29,83 € na kos. V raziskavi smo uporabili 50 takih pasti. Stroški dela so za celotno sezono znašali 10.906,66 €, potni stroški pa 1.471,86 € (Preglednica ). Pri feromonskih pripravkih smo opazili velik razpon cen, pri čemer je bil najdražji Pheroprax®. Potni stroški (9,2 %) ter stroški pasti in stojal (9,4 %) so predstavljali najmanjši delež skupnih stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja. Feromonski pripravki so bili nekoliko dražji in so predstavljali 12,8 % vseh stroškov. Največji delež vseh stroškov so predstavljali stroški dela (68,6 %).

*Preglednica 8: Razrez stroškov za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi različnih feromonskih pripravkov – prikazani so stroški delovne sile, potni stroški, stroški pasti in stojal ter stroški feromonskih pripravkov. \* Nakup pasti je enkrat, saj se jih lahko uporabi večkrat. Prevedena preglednica iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).*

	Strošek	Cena	Skupna cena	Odstotki
	Strošek pasti in stojal*		€ 1.491,50	9,4 %
<b>Logistika</b>	Strošek delovne sile		€ 10.906,66	68,6 %
	Potni stroški		€ 1.471,86	9,2 %

	IT Ecolure Extra <sup>®</sup>	€ 351,22		
	Ipstyp <sup>®</sup>	€ 236,98		
<b>Feromonski pripravek</b>	Ipsowit <sup>®</sup>	€ 480,42	€ 2.029,80	12,8 %
	Typosan <sup>®</sup>	€ 350,20		
	Pheroprax <sup>®</sup>	€ 610,98		
	<b>Skupaj</b>		<b>€ 15.899,82</b>	<b>100 %</b>

### 3.1.5 Razmerje med učinkovitostjo feromonskega pripravka in njegovo ceno

Izračun indeksov je pokazal, da se feromonski pripravki med seboj razlikujejo po učinkovitosti oz. količini ujetih hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja, po zanesljivosti oz. občutljivosti na razliko med testnim in kontrolnim območjem, ter po selektivnosti oz. razmerju med količino stranskega ulova in količino ulova osmerozobega smrekovega lubadarja. Ipsowit<sup>®</sup> se je glede na skupni indeks izkazal kot najboljši feromonski pripravek (Preglednica ). Glede na druge feromonske pripravke je Ipsowit tudi najbolj občutljiv. V učinkovitosti se je kot najboljši izkazal IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, v selektivnosti pa Pheroprax<sup>®</sup>, ki je od vseh najdražji.

*Preglednica 9: Primerjava standardiziranih indeksov med različnimi feromonskimi pripravki. Višja vrednost končnega indeksa pomeni, da je feromonski pripravek boljši glede na izbrane lastnosti (učinkovitost, občutljivost in selektivnost). Prevedena preglednica iz izvirnega članka Šramel in sod. (2021).*

<b>Feromonski pripravek</b>	<b>Učinkovitost (indexTC)</b>	<b>Občutljivost (indexSS)</b>	<b>Selektivnost (indexBTCTC)</b>	<b>Končni indeks (index)</b>	<b>Cena z DDV</b>
Ipsowit <sup>®</sup>	0,47	<b>1,00</b>	0,59	<b>0,69</b>	480,42 €
Ipstyp <sup>®</sup>	0,22	0,54	0,52	0,42	236,98 €
IT Ecolure Extra <sup>®</sup>	<b>0,50</b>	0,55	0,46	0,50	351,22 €
Pheroprax <sup>®</sup>	0,46	0,28	<b>0,73</b>	0,49	610,98 €
Typosan <sup>®</sup>	0,13	0,30	0,55	0,33	350,20 €

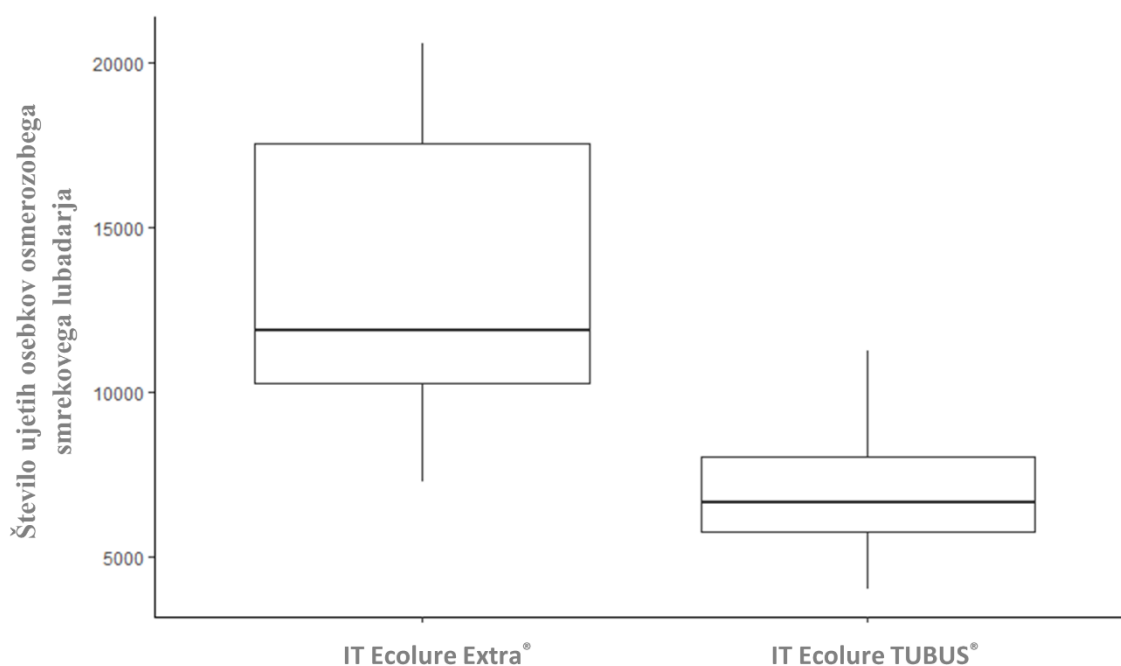
### 3.2 Primerjava feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>

Skupno smo v enojne režaste pasti s feromonskima pripravkoma IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> ulovili 161.860 hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja in 24.724 organizmov stranskega ulova, od tega 28 primerkov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja (1 *Thanasimus* sp., 5 *Thanasimus femoralis*, 2 *Thanasimus formicarius*, 20 *Nemosoma elongatum*).

Preglednica 10: Analiza ulova osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, stranskega ulova in ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus® na dveh območjih (kontrola, test). Feromonski pripravek IT Ecolure Extra je bil primerjan z IT Ecolure Tubus®, kontrolne lokacije primerjamo s testnimi lokacijami. Statistično značilne razlike so odebeljene.

Odvisna spremenljivka	Neodvisna spremenljivka	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
Ulov osmerozobega smrekovega lubadarja	(Intercept)	9,4978	0,1064	89,228	<2e-16
	IT Ecolure Extra – IT Ecolure Tubus	<b>-0,6245</b>	<b>0,2534</b>	<b>-2,464</b>	<b>0,0298</b>
	(Intercept)	5,8714	0,6425	9,139	1,8e-06
Stranski ulov	IT Ecolure Extra – IT Ecolure Tubus	<b>1,4419</b>	<b>0,5073</b>	<b>2,843</b>	<b>0,0160</b>
	Kontrola – test	<b>1,4300</b>	<b>0,6210</b>	<b>2,303</b>	<b>0,0418</b>
	(Intercept)	0,09531	0,30776	0,310	0,76211
Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja	IT Ecolure Extra – IT Ecolure Tubus	<b>1,35161</b>	<b>0,39497</b>	<b>3,422</b>	<b>0,00506</b>

Povprečno število osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja na enojno režasto past, opremljeno z IT Ecolure Extra®, je znašalo 838,39 osebkov. Povprečno število osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja na enojno režasto past, opremljeno z IT Ecolure Tubus®, pa je znašalo 460,58 osebkov. Razlika v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja med pastmi s feromonskima pripravkoma IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus® je bila statistično značilna – večja količina osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja je bila ujeta v pasti s feromonskim pripravkom IT Ecolure Extra® (Preglednica in Graf).

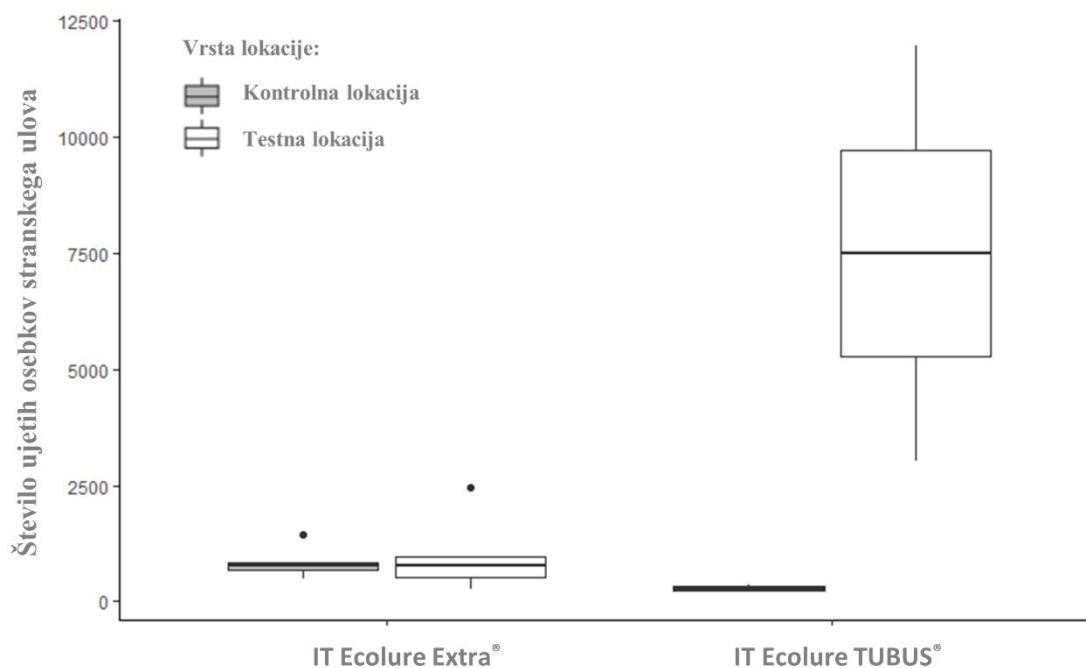


Graf 7: Ulov osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja v enojne režaste pasti glede na uporabljen feromonski pripravek (IT Ecolure Extra®, IT Ecolure Tubus®)

Povprečno število primerkov netarčnih organizmov na enojno režasto past, opremljeno z IT Ecolure Extra®, je znašalo 57,06. Povprečno število primerkov netarčnih organizmov na enojno

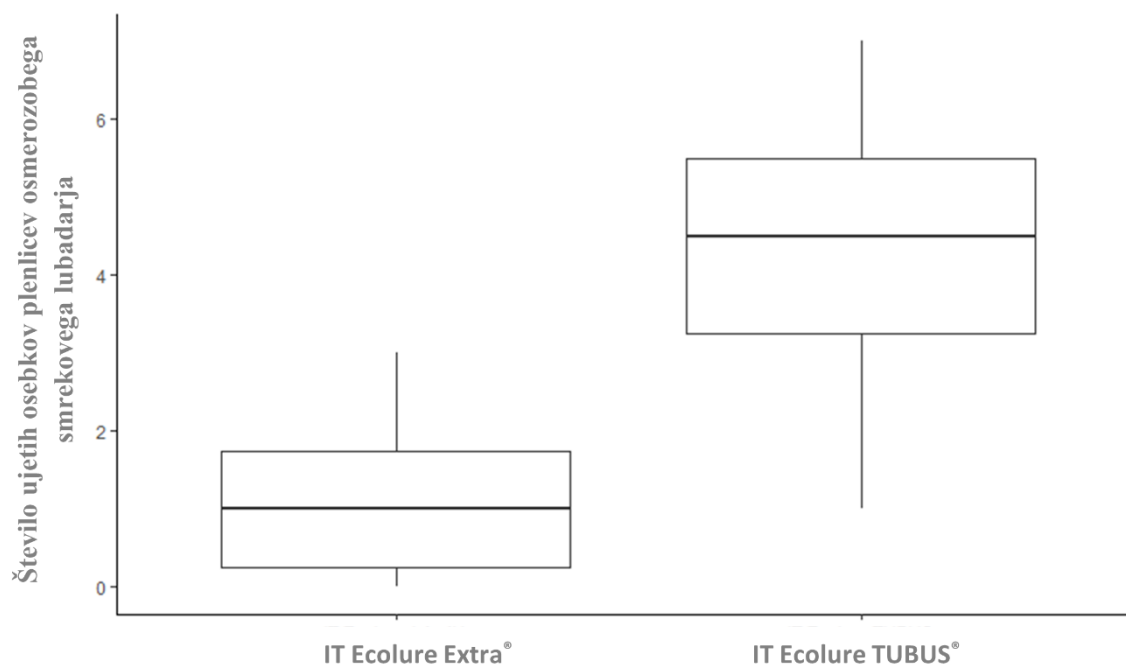


režasto past, opremljeno z IT Ecolue Tubus<sup>®</sup>, pa je znašalo 239,05. Analiza je pokazala, da obstaja statistično značilna razlika v količini stranskega ulova med feromonskima pripravkoma – več osebkov netarčnih organizmov je bilo ujetih v pasti, opremljene z IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> (Preglednica ). Prav tako se je pokazala statistično značilna razlika v količini stranskega ulova med testnim in kontrolnim območjem (Preglednica 10, Graf 8), in sicer je bila večja količina stranskega ulova ujeta na testnih območjih.



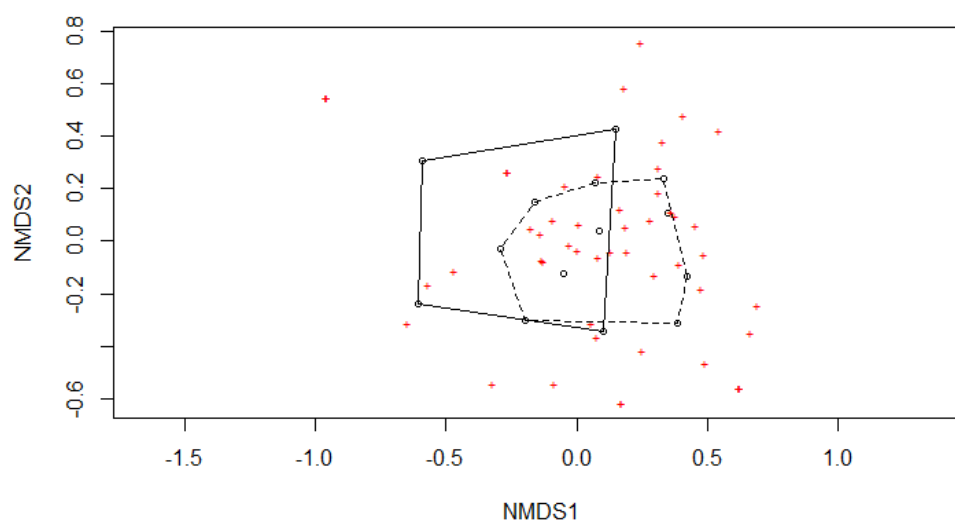
Graf 8: Ulov osebkov netarčnih organizmov (stranski ulov) v enojne režaste pasti glede na uporabljen feromonski pripravek (IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>) na testnih in kontrolnih lokacijah.

V pasti, opremljene z IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, smo na posamezno pobiranje ujeli od 0 do 2 plenilca osmerozobega smrekovega lubadarja – povprečje na past je znašalo 0,07 osebkov. Od tega je bilo: 4 osebkov *Nemosoma elongatum*, 5 osebkov *Thanasimus femoralis* in 2 osebkov *Thanasimus formicarius*. V pasteh z IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> je število plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja na posamezno pobiranje znašalo od 0 do 7, s povprečjem 0,3 osebkov na past. Od tega je bilo 16 osebkov *Nemosoma elongatum* – ulovljen ni bil noben predstavnik iz roda *Thanasimus*. Razlika v ulovu plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja med feromonskima pripravkoma IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> je bila statistično značilna in večje število plenilcev je bilo ujetih v pasti s feromonskim pripravkom IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> (Preglednica in Graf).



Graf 9: Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja v enojne režaste pasti glede na uporabljen feromonski pripravek (IT Ecolure Extra®, IT Ecolure Tubus®).

V pasteh z različnima feromonskima pripravkoma (IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus®) smo zaznali tudi statistično značilne razlike v zastopanosti predstavnikov različnih družin hroščev ( $F = 3,012$ ,  $R^2 = 0,201$ ,  $P = 0,017$ ) (Graf 10). Analiza je pokazala, da so za IT Ecolure Extra® indikativne vrste iz družine pokalic (Elateridae) (stat = 0,918,  $P = 0,017$ ;  $N = 94$ ) in slaninarjev (Dermestidae) (stat = 0,894,  $P = 0,035$ ;  $N = 33$ ).



Graf 10: NMDS model za prikaz razlik v zastopanosti različnih družin hroščev v stranskem ulovu glede na uporabljen feromonski pripravek. Črtkana črta – IT Ecolure Extra®, polna črta – IT Ecolure Tubus®.

### 3.2.1 Razmerje med učinkovitostjo feromonskega pripravka in njegovo ceno

Analiza je pokazala, da je od testiranih feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> boljši prvi. IT Ecolure Extra<sup>®</sup> je tudi najbolj učinkovit in selektiven od obeh, hkrati pa je tudi najdražji (Preglednica 15).

*Preglednica 11: Primerjava standardiziranih indeksov med feromonskima pripravkoma IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>, feromonskimi pripravki. Višja vrednost končnega indeksa pomeni, da je feromonski pripravek boljši glede na izbrane lastnosti (učinkovitost, občutljivost in selektivnost). Navedena cena je za en feromonski pripravek.*

Feromonski pripravek	Učinkovitost (indexTC)	Selektivnost (indexBTCTC)	Končni indeks (index)	Cena z DDV
IT Ecolure Extra <sup>®</sup>	0,65	0,92	0,79	10,33 €
IT Ecolure Tubus <sup>®</sup>	0,28	0,74	0,51	6,97 €

### 3.3 Primerjava različnih vrst pasti

Vsega skupaj smo od sredine aprila do konca septembra 2020 ulovili 797.242 primerkov različnih skupin organizmov. Od tega je bilo 727.249 hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja in 69.993 primerkov drugih vrst (stranski ulov). Kot stranski ulov smo zabeležili 63.826 predstavnikov vrst iz rodu Coleoptera (hrošči) in 6.167 predstavnikov drugih skupin živali. Med hrošči smo zabeležili 143 primerkov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja (71 osebkov *Nemosoma elongatum*, 46 osebkov *Thanasimus femoralis* in 26 osebkov *Thanasimus formicarius*). Najbolj zastopane družine hroščev so bile Curculionidae (pravi rilčkarji), sledile so jim Staphylinidae (kratkokrlici), Silphidae (mrharji), Leiodidae (zemljariji), Scarabaeidae (skarabeji) in Elateridae (pokalice). Vse druge družine hroščev so bile zastopane z manj kot 400 primerki. Največji delež ostalih organizmov stranskega ulova so predstavljali predstavniki Hymenoptera (kožekrilci) in Hemiptera (polkrilci), sledili pa so jim še predstavniki Diptera (dvokrlici), Dermaptera (strigalice) in Araneae (pajki). Vse druge skupine organizmov so bile v ulovu zastopane z manj kot 80 primerki. Ulov, ki nas je presenetil, so bili 4 predstavniki glodalcev (Preglednica ). Vsi štirje osebki so bili najdeni v križnih pasteh.

*Preglednica 12: Število predstavnikov različnih družin hroščev ter številčnost drugih skupin organizmov v stranskem ulovu glede na uporabljeno past.*

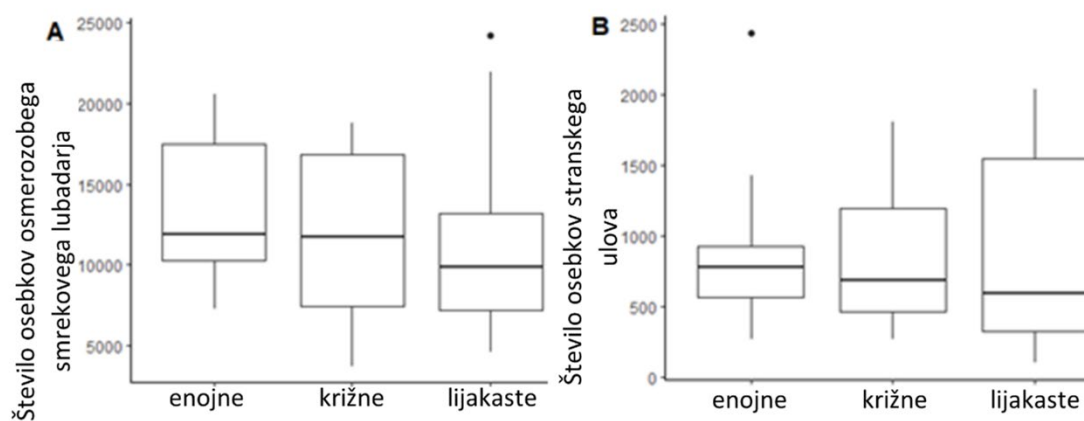
	Enojna režasta	Dvojna režasta	Trojna režasta	Lijakasta	Križna	SKUPAJ
<b>Družine hroščev</b>	<b>8.620</b>	<b>21.154</b>	<b>18.789</b>	<b>7.646</b>	<b>7.617</b>	<b>63.826</b>
Curculionidae	7.536	19.991	16.541	5.689	6.032	55.789
Staphylinidae	245	229	534	582	228	1,818
Silphidae	38	133	78	310	209	768
Leiodidae	43	123	102	234	230	732
Scarabaeidae	134	138	229	98	79	678
Elateridae	94	81	226	63	158	622
Hydrophilidae	76	50	141	53	28	348
Carabidae	65	64	58	77	76	340
Ciidae	31	39	127	47	51	295
Histeridae	38	22	65	44	66	235
Nitidulidae	42	37	88	35	10	212

	<b>Enojna režasta</b>	<b>Dvojna režasta</b>	<b>Trojna režasta</b>	<b>Lijakasta</b>	<b>Križna</b>	<b>SKUPAJ</b>
Cerylonidae	27	14	34	31	57	163
Dermestidae	33	9	82	13	13	150
Mordellidae	5	6	13	54	67	145
Erotylidae	26	13	49	15	21	124
Tenebrionidae	30	16	43	11	19	119
Cerambycidae	3	5	16	39	52	115
Salpingidae	16	14	42	11	26	109
Cryptophagidae	19	23	36	11	16	105
Cleridae	7	14	10	26	26	83
Latridiidae	13	9	23	13	22	80
Throscidae	19	9	33	8	10	79
Trogositidae	5	12	5	37	14	73
Dasytidae	4	21	11	12	11	59
Byrrhidae	7	8	11	18	14	58
Lucanidae	3	6	13	8	14	44
Mycetophagidae	11	5	18	5	5	44
Anobiidae	8	3	21	3	4	39
Monotomidae	4	6	12	7	8	37
Scydmaenidae	2	8	11	10	5	36
Silvanidae	7	1	15	2	8	33
Chrysomelidae		5	6	13	5	29
Sphindidae	4	2	6	10	3	25
Anthribidae		9	8	5	2	24
Cucujidae	5	3	9	2	5	24
Zopheridae	1	1	7	3	6	18
Cantharidae	1	2	4	8	1	16
Buprestidae	1	1	11	1	1	15
Melandryidae		2	3	9		14
Eucnemidae		1	7	4	0	12
Lymexylidae		3	6		3	12
Scraptiidae	2	2	5	2	1	12
Geotrupidae	1	1	3	1	4	10
Byturidae	1	4	3			8
Endomychidae			4	3	1	8
Coccinellidae	2	1	2	1	1	7
Dytiscidae		3	3			6
Apionidae		2	3			5
Bostrichidae	4		1			5
Elmidae				5		5
Ptiliidae		1		4		5
Hydraenidae		1	1	2		4
Lampyridae	1			2	1	4
Oedemeridae	1	1	1	1		4
Laemophloeidae	2			1		3
Malachiidae			1	2		3
Prostomidae					3	3
Anthicidae	1		1			2
Corylophidae			2			2
Sphaeritidae	1			1		2
Biphyllidae					1	1
Clambidae			1			1
Dascillidae			1			1
Drilidae	1					1
Kateretidae			1			1
Lycidae			1			1
Trogidae			1			1
<b>Drugi organizmi</b>	<b>566</b>	<b>1.093</b>	<b>2.147</b>	<b>1.629</b>	<b>732</b>	<b>6.167</b>
Hymenoptera	191	209	1.040	562	146	2.148
Hemiptera	146	279	554	686	366	2.031

	Enojna režasta	Dvojna režasta	Trojna režasta	Lijakasta	Križna	SKUPAJ
Diptera	99	112	190	234	111	746
Dermaptera	74	392	185	49	12	712
Araneae	25	52	92	44	26	239
Collembola	12	17	31	7	9	76
Lepidoptera	2	10	14	18	13	57
Julida	8	5	17	3	20	53
Isopoda	2	8	16	5	10	41
Neuroptera	1	1	1	12	4	19
Gastropoda	1	4		4	8	17
Dictyoptera	1	2	5	2		10
Orthoptera	1	1		2		4
Rodentia					4	4
Opiliones					3	3
Symphyla	1		1			2
Mecoptera	1					1
Plecoptera				1		1
Psocoptera			1			1
Thysanoptera	1					1
Trichoptera		1				1
<b>SKUPAJ</b>	<b>9.186</b>	<b>22.247</b>	<b>20.936</b>	<b>9.275</b>	<b>8.349</b>	<b>69.993</b>

### 3.3.1 *Razlike v ulovu med enojno režasto, križno in lijakasto pastjo*

Pri analizi ulova osmerozobega smrekovega lubadarja se je izkazalo, da nobena neodvisna spremenljivka ni imela statistično značilnega vpliva na učinkovitost uporabljenih pasti (Preglednica 13). Med enojnimi režastimi ( $N = 133.304$ ; mediana = 11.876), križnimi ( $N = 116.384$ ; mediana = 11.745,5) in lijakastimi pastmi ( $N = 118.014$ ; mediana = 9.879,5) ni bilo statistično značilnih razlik v ulovu (Graf A in Preglednica 13). Prav tako ni bilo razlik v ulovu hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja med testnimi in kontrolnimi območji in tudi ne med zahodno in vzhodno Slovenijo (Preglednica 13).



Graf 11: Ulov osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja (A) in ulov osebkov netarčnih organizmov (stranski ulov) (B) glede na uporabljeno past (enojna režasta, križna in lijakasta past)

Prav tako nobena od neodvisnih spremenljivk ni imela statistično značilnega vpliva na količino stranskega ulova (Preglednica 13). Med enojno režasto (mediana = 777,5), križno (mediana = 690) in lijakasto pastjo (mediana = 595) (Graf B, Preglednica 13) ni bilo statistično značilnih razlik v količini stranskega ulova. Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med testnimi in kontrolnimi območji in tudi ne med zahodno in vzhodno Slovenijo (Preglednica 13).

Nobena od neodvisnih spremenljivk tudi ni imela statistično značilnega vpliva na ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja. Statistično značilnih razlik v ulovu plenilcev med enojnimi režastimi (N = 11), križnimi (N = 38) in lijakastimi pastmi (N = 58) ni bilo. Prav tako ne med testnimi in kontrolnimi lokacijami in tudi ne med zahodno in vzhodno Slovenijo (Preglednica 13).

V zastopanosti različnih družin hroščev v stranskem ulovu med različnimi vrstami pasti ni bilo statistično značilnih razlik ( $F = 1,0797$ ,  $R^2 = 0,07405$ ,  $P = 0,3457$ ). Za lijakasto past sta bili indikativni družini Staphylinidae (kratkokranci) ( $stat = 0,743$ ,  $P = 0,021$ ) in Melandryidae (nepravi črnivci) ( $stat = 0,632$ ,  $P = 0,025$ ).

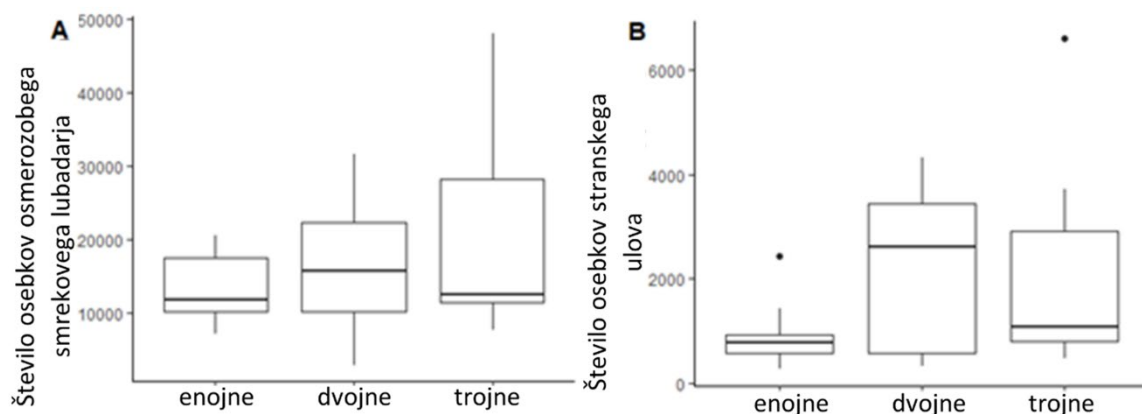
Preglednica 13: Analiza ulova osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, stranskega ulova in ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi različnih vrst pasti (enojna režasta, križna in lijakasta past). Pasti so primerjane z enojno režasto pastjo, kontrolna območja so primerjana s testnimi, zahodni del Slovenije smo primerjali z vzhodnim.

Odvisna spremenljivka	Neodvisna spremenljivka	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
<b>Ulov osmerozobega smrekovega lubadarja</b>	(Intercept)	9,4681	0,1975	47,930	<2e-16
	Križna past	-0,1357	0,2068	-0,656	0,518
	Ljakasta past	-0,1294	0,2065	-0,627	0,537
	Testno proti kontrolno območje	-0,1589	0,1708	-0,931	0,361
	Vzhod proti zahodu	0,1709	0,1774	0,963	0,345
<b>Stranski ulov</b>	(Intercept)	6,7875	0,3116	21,786	<2e-16
	Križna past	-0,0959	0,3280	-0,292	0,772
	Ljakasta past	0,0092	0,3193	0,029	0,977
	Testno proti kontrolno območje	-0,0716	0,2651	-0,270	0,789
	Vzhod proti zahodu	0,1149	0,2740	0,420	0,678
<b>Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja</b>	(Intercept)	-0,6451	1,0137	-0,636	0,53
	Križna past	1,2397	0,9464	1,310	0,202
	Ljakasta past	1,6625	0,9091	1,829	0,079
	Testno proti kontrolno območje	0,4367	0,5472	0,798	0,432
	Vzhod proti zahodu	0,7309	0,6231	1,173	0,252

### 3.3.2 Razlike v ulovu med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo

Ulov osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi različnih režastih pasti je bil odvisen od vrste pasti (enojna, dvojna, trojna režasta past) in dela Slovenije (vzhodna Slovenija, zahodna Slovenija) (Preglednica 14). Količina ulova osmerozobega smrekovega lubadarja se je povečevala od enojne (N = 133.304; mediana = 11.876), preko dvojne (N = 158.992; mediana = 15.856) do trojne režaste pasti (N = 200.555; mediana = 12.487,5) (Graf A in Preglednica 14). Razlika v količini ulova je bila statistično značilna le med enojno in trojno režasto pastjo (Preglednica 14). Prav tako smo zabeležili večje število ujetih hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja v vzhodni Sloveniji (Slovenj Gradec in Maribor) v

primerjavi z zahodno Slovenijo (Kranj in Ljubljana) in razlika je bila statistično značilna (Preglednica 14).



Graf 12: Ulov osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja (A) in ulov osebkov netarčnih organizmov (stranski ulov) (B) glede na uporabljeno past (enojna, dvojna in trojna režasta past)

Količina stranskega ulova pri uporabi različnih režastih pasti je bila odvisna od vrste pasti (enojna, dvojna, trojna režasta past) in dela Slovenije (vzhodna Slovenija, zahodna Slovenija) (Preglednica 14). Dvojna (mediana = 2.617,5) in trojna režasta past (mediana = 1.081,5) sta imeli večjo količino stranskega ulova v primerjavi z enojno režasto pastjo (mediana = 777,5) (Graf 12 B, Preglednica 14). Razlika je bila statistično značilna. Stranski ulov je bil tako kot v primeru ulova osmerozobega smrekovega lubadarja višji v vzhodni Sloveniji v primerjavi z zahodno Slovenijo (Preglednica 14) – tudi v tem primeru je bila razlika statistično značilna.

Nobena neodvisna spremenljivka ni imela statistično značilnega vpliva na ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja v enojno, dvojno in trojno režasto past (Preglednica 14). Število ujetih plenilcev je bilo zelo majhno za vse tri vrste pasti (enojna N = 11; dvojna N = 22; trojna N = 14) pasti. Statistično značilnih razlik v ulovu plenilcev v posamezen tip pasti med kontrolno in testno lokacijo ni bilo, prav tako ne med vzhodno in zahodno Slovenijo (Preglednica 14).

Kar se tiče zastopanosti družin hroščev v stranskem ulovu nismo zabeležili statistično značilnih razlik med enojnimi, dvojnimi in trojnimi režastimi pastmi ( $F = 1,65$ ,  $R^2 = 0,11$ ,  $P = 0,17$ ). Za trojno režasto past smo ugotovili kar sedem indikativnih družin hroščev: Ciidae (hrošči drevesnih gob) ( $stat = 0,803$ ,  $P = 0,001$ ), Elateridae (pokalice) ( $stat = 0,751$ ,  $P = 0,037$ ), Staphylinidae (kratkokranci) ( $stat = 0,728$ ,  $P = 0,010$ ), Nitidulidae (svetlini) ( $stat = 0,726$ ,  $P = 0,018$ ), Salpingidae (ozkopasi lubadarji) ( $stat = 0,725$ ,  $P = 0,043$ ), Histeridae (prisekančki) ( $stat = 0,721$ ,  $P = 0,04$ ) in Zopheridae (oklopni hrošči) ( $stat = 0,624$ ;  $P = 0,034$ ) (Preglednica ).

*Preglednica 14: Analiza ulova osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, stranskega ulova in ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi različnih vrst režastih pasti (enojna, dvojna in trojna). Pasti so primerjane z enojno režasto pastjo, kontrolna območja so primerjana s testnimi, zahodni del Slovenije smo primerjali z vzhodnim. Statistično značilne razlike so odebeljene.*

Odvisna spremenljivka	Neodvisna spremenljivka	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
Ulov osmerozobega smrekovega lubadarja	(Intercept)	9,0873	0,2009	45,242	<2e-16
	Dvojna režasta past	0,1762	0,1882	0,936	0,358
	Trojna režasta past	0,4085	0,1791	2,280	<b>0,031</b>
	Testno proti kontrolno območje	-0,2736	0,1458	-1,877	0,072
	Vzhod proti zahodu	0,7828	0,1706	4,587	<b>0,000</b>
Stranski ulov	(Intercept)	6,0432	0,3606	16,761	4.17e-15
	Dvojna režasta past	0,8845	0,2988	2,960	<b>0,007</b>
	Trojna režasta past	0,8238	0,3016	2,732	<b>0,011</b>
	Testno proti kontrolno območje	-0,3101	0,2131	-1,455	0,158
	Vzhod proti zahodu	1,2605	0,2880	4,377	<b>0,000</b>
Ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja	(Intercept)	-0,1067	0,5147	-0,207	0,837
	Dvojna režasta past	0,6932	0,4849	1,429	0,165
	Trojna režasta past	0,2412	0,5291	0,456	0,652
	Testno proti kontrolno območje	0,3878	0,3903	0,993	0,330
	Vzhod proti zahodu	-0,0177	0,3903	-0,045	0,964

### 3.3.3 *Ekonomski vidik uporabe različnih vrst pasti*

Stroški delovne sile (51,25%) so predstavljali največji delež celotnih stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja z različnimi vrstami pasti. V naši raziskavi so tudi stroški pasti (vključno s stojali, potrebnimi za postavitve) stoyal predstavljali znaten delež (24,71%). Feromonski pripravki (15,06%) in potni stroški (8,98%) pa so predstavljali manjši delež celotnih stroškov (Preglednica ).

Kar se tiče pasti, največji delež stroškov predstavljajo stroški trojnih režastih pasti (24,98%), sledijo jim stroški dvojnih (21,71%) in enojnih režastih pasti (18,45%) ter stroški križnih (17,83%) in lijakastih pasti (17,03%) (Preglednica ).

*Preglednica 15: Razrez stroškov za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja pri uporabi različnih vrst pasti – prikazani so stroški delovne sile, potni stroški, stroški pasti in stoyal ter stroški feromonskih pripravkov. \* Nakup pasti je enkrat, saj se jih lahko uporabi večkrat.*

	Enojna režasta	Dvojna režasta	Trojna režasta	Križna	Ljakasta	Odstotki
<b>Strošek pasti</b>	344,22 €	675,26 €	1.006,30 €	281,70 €	199,70 €	24,71%
Stroški glede na vse pasti			1.528,07 €			15,06 %
<b>Feromonski pripravki</b>			5.200,30 €			51,25 %
<b>Delovna sila</b>			911,11 €			8,98 %
<b>Potni stroški</b>						
<b>Celoten strošek na vrsto pasti</b>	1.872,11 €	2.203,15 €	2.534,20 €	1.809,60 €	1.727,60 €	
<b>Odstotek</b>	18,45 %	21,71 %	24,98 %	17,83 %	17,03 %	

### 3.3.4 *Razmerje med učinkovitostjo pasti in njihovo ceno*

Izmed testiranih vrst pasti s primerljivo naletno površino (enojna režasta, križna in lijakasta past) se je izkazala enojne režasta past, ki je bila od ostalih pasti tudi najbolj učinkovita in



najbolj selektivna. Vendar pa je enojna režasta past dražja v primerjavi z ostalima dvema (Preglednica ).

Pri analizi treh vrst režastih pasti (enojna, dvojna, trojna režasta past) se je za najboljšo izkazala trojna režasta past, sledili sta ji enojna in dvojna režasta past. Trojna režasta past je bila v primerjavi z enojno in dvojno tudi najbolj učinkovita. Enojna režasta past je bila od vseh treh režastih pasti najbolj selektivna. Primerjava cen vseh treh vrst režastih pasti pokaže, da je najboljša past (trojna režasta past) trikrat dražja od druge najboljše (enojna režasta past) (Preglednica ).

*Preglednica 16: Standardizirani indeksi za primerjavo lastnosti (učinkovitost in selektivnost) med različnimi vrstami pasti.*

<b>Vrsta pasti</b>	<b>Učinkovitost ulova (indexTC)</b>	<b>Selektivnost (indexBTCTC)</b>	<b>Skupni indeks (index)</b>	<b>Strošek pasti in stojal</b>
Enojna režasta past	<b>0,55</b>	<b>0,47</b>	<b>0,51</b>	344.22 €
Križna past	0,48	0,40	0,44	281.70 €
Lijakasta past	0,48	0,44	0,46	199.70 €
Enojna režasta past	0,28	<b>0,68</b>	0,48	344.22 €
Dvojna režasta past	0,33	0,49	0,41	675.26 €
Trojna režasta past	<b>0,42</b>	0,61	<b>0,51</b>	1,006.30 €

## 4 Sklepi

Sistem lova osmerozobega smrekovega lubadarja s sintetičnimi feromonskimi pripravki je že desetletja uveljavljena metoda v Sloveniji in v Evropi. Poleg tega je bilo dokazano, da lahko feromonske pasti uporabimo za oceno škode, ki jo potencialno lahko povzroči osmerozobi smrekov lubadar (Vité, 1989, Weslien, 1992, Duelli in sod., 1997). Od odkritja ključnih agregacijskih feromonskih komponent za osmerozobega smrekovega lubadarja leta 1960 (Bakke in sod., 1977) se je na trgu pojavilo več sintetičnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja. Razvoj je šel tudi v smeri optimizacije pasti, tako da je za lovljenje smrekovih podlubnikov na trgu na voljo tudi več vrst pasti. V naši raziskavi smo primerjali ulov v enojnih režastih pasteh, opremljenih z različnimi feromonskimi pripravki (IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Typosan<sup>®</sup>, Ipstyp<sup>®</sup>, Ipsowit<sup>®</sup> in Pheroprax<sup>®</sup>), in ulov v različnih vrstah pasti (enojna režasta past, križna past, lijakasta past, dvojna režasta past in trojna režasta past), opremljene z enakim feromonskim pripravkom. Zanimal nas je ulov osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja, stranski ulov in ulov plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja. Poskus smo izvajali v dvojnih različnih ekoloških pogojih, in sicer v gozdnih sestojih, poškodovanih zaradi vetroloma v največ eni vegetacijski dobi pred postavitvijo pasti (test), ter v nepoškodovanih gozdnih sestojih (kontrola).

### 4.1 Primerjava različnih feromonskih pripravkov

Feromoni so mešanica hlapnih kemičnih komponent, ki povzročajo spremembe v obnašanju osebkov iste vrste (Bakke, 1981, Dickens, 1981, Birgersson in sod., 1984, Schlyter in sod., 1987a, Schlyter in sod., 1987b, Schlyter in sod., 1987c). Različni feromoni se sproščajo v različnih fazah agregacije oziroma rojenja osmerozobega smrekovega lubadarja (Birgersson in sod., 1984) in imajo posledično različen vpliv na vedenje osebkov (Bakke, 1981, Dickens, 1981, Birgersson in sod., 1984, Schlyter in sod., 1987a, Schlyter in sod., 1987b, Schlyter in sod., 1987c). Za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja sta najbolj pomembni komponenti metilbutenol in cis-verbenol (Bakke, 1981, Birgersson in sod., 1984, Schlyter in sod., 1987a, Schlyter in sod., 1987b, Schlyter in sod., 1987c, Vité, 1989). Verbenon in ipsenol delujeta kot zaviralca, saj je ob dodatku teh dveh komponent v mešanico sintetičnega feromonskega pripravka prišlo do zmanjšanja ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh (Bakke, 1981). Birgersson in sod. (1984) so opazili, da v začetni fazi rojenja nista prisotna ipsenol in ipsdienol, ki ju prvi začnejo proizvajati samci, potem ko samice vstopijo v zarodno kamrico. Velike količine obeh komponent pa se začnejo sproščati, ko samice začnejo odlagati jajčeca. Ipsdienolu tako pripisujejo vlogo hormonalnega agregacijskega nadzora, saj se z dodatkom manjše količine ipsdienola mešanici metilbutenola in cis-verbenola številčnost ulova hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja sprva poveča (Birgersson in sod., 1984, Schlyter in sod., 1987c), ob dodajanju večjih količin ipsdienola pa se ulova zmanjša (Schlyter in sod., 1987c). Poleg tega je Dickens (1981) v svoji raziskavi pokazal, da se hrošči osmerozobega smrekovega lubadarja razlikujejo po občutljivosti za zaznavanje določene aktivne komponente in da se po občutljivost razlikujejo samci in samice. Tako ima različna kombinacija komponent (Bakke, 1981, Dickens, 1981, Birgersson in sod., 1984, Schlyter in sod., 1987a, Schlyter in sod., 1987b, Schlyter in sod., 1987c) in njihovih količin oziroma

razmerja med njimi različne vplive na vedenje hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja (Schlyter in sod., 1987a). Kot je razvidno iz Schlyter in sod. (1987a), ima največji vpliv na številčnost ulova osmerozobega smrekovega lubadarja mešanica, v kateri je količina metilbutenola večja kot količina cis-verbenola. Rezultati kažejo tudi, da se pri povečanju količine cis-verbenola za desetkrat glede na standardno količino delež samcev v ulovu zmanjša za 14 %, medtem ko dvajsetkratno povečanje količine metilbutenola v mešanici na ulov hroščev minimalno vpliva (zmanjšanje).

#### 4.1.1 Primerjava učinkovitosti različnih feromonskih pripravkov

Glede na naše rezultate lahko testirane feromonske pripravke razdelimo v dve skupini. V prvi skupini so feromonski pripravki z visoko učinkovitostjo oz. visokim ulovom osmerozobega smrekovega lubadarja: IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Pheroprax<sup>®</sup> in Ipsowit<sup>®</sup>. V drugi skupini pa sta feromonska pripravka s statistično značilno nižjo učinkovitostjo: Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>. Količine oz. deleži sestavin, prisotnih v uporabljenih feromonskih pripravkih, niso bili podani s strani proizvajalcev, zato je težko razložiti, zakaj je prišlo do tako velikih razlik v količini ulova hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja med posameznimi feromonskimi pripravki – zlasti tistimi, pri katerih so bile uporabljene enake kemične komponentne, kot je bilo to v primeru pripravkov Pheroprax<sup>®</sup> (z zelo velikim številom ujetih hroščev) in Ipstyp<sup>®</sup> (z zelo majhnim številom ujetih hroščev). Domnevamo lahko, da je vzrok za razlike v različni vsebnosti prisotnih komponent med posameznimi feromonskimi pripravki. Možno je tudi, da se zaradi različnega načina aplikacije feromonskega pripravka (pripravek Pheroprax<sup>®</sup> je na voljo v obliki ampule, pripravek Ipstyp<sup>®</sup> pa kot pivnik) posamezne komponente v okolje sproščajo na različen način, kar vpliva na ulov hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja.

Samo na podlagi aktivnih komponent je težko tudi pojasniti, zakaj so si feromonski pripravki IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Pheroprax<sup>®</sup> in Ipsowit<sup>®</sup> na eni strani ter pripravek Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup> na drugi strani tako podobni po učinkovitosti. Zanimivo je, da so naši rezultati v nasprotju z rezultati Göktürk in sod. (2005), kjer so ugotovili, da je pripravek Ipsowit<sup>®</sup> manj učinkovit kot pripravek Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>. Vendar pa so bile v tej študiji pasti postavljene konec maja za 45 dni, medtem ko so bile v naši raziskavi aktivne skozi celotno sezono (170–176 dni, odvisno od lokacije). Do drugačnih rezultatov kot mi so prišli tudi na Hrvaškem (Pernek, 2002). V raziskavi, kjer so testirali različne feromonske pripravke, se je kot najbolj učinkovit izkazal Pheroprax<sup>®</sup>, učinkovitost feromonskega pripravka Ipsowit<sup>®</sup> pa je bila primerljivo visoka. IT Ecolure Extra<sup>®</sup> se je v tej raziskavi izkazal kot bistveno manj učinkovit kot ostali testirani feromonski pripravki (Pernek, 2002). Ker količine posameznih komponent v uporabljenih feromonskih pripravkih niso bile znane, je razlike v rezultatih med raziskavami težko pojasniti. Ena od možnih razlag je ta, da je prišlo v času med raziskavami do sprememb v sestavi feromonskih pripravkov.

V raziskavi iz leta 2010 so Galko in sod. (2010) primerjali Pheroprax<sup>®</sup> in Ipslure<sup>®</sup>, ki sta imela enako sestavo. V pasti, opremljene z Ipslure<sup>®</sup>, je bil ulov hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja dvakrat manjši kot v pasti, opremljene s feromonskim pripravkom Pheroprax<sup>®</sup>. V našem poskusu Ipslure<sup>®</sup> nismo uporabili, je pa glede na podatke učinkovitost tega feromonskega pripravka primerljiva z učinkovitostjo Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>, uporabljena v naši raziskavi. Kot možen razlog za razliko v učinkovitosti feromonskih pripravkov kljub temu,

da vsebujeta enake komponente, avtorji navajajo razliko v količini aktivnih snovi oz. razliko v razmerju med komponentami, ki jih vsebujeta feromonska pripravka. Po mnenju avtorjev je mogoče tudi, da ima Ipslure<sup>®</sup> drugačen način sproščanja v različnih podnebnih razmerah.

Zahradník in Zahradníková (2014) sta pri redni menjavi feromonskih pripravkov na vsake 4 tedne čez celo lovilno sezono (približno 16 tednov) zabeležila največjo učinkovitost oz. ulov hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja pri pripravku Pheroprax<sup>®</sup>, sledili pa so mu IT Ecolure Mega<sup>®</sup>, FeSex Typo<sup>®</sup>, IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, Pheagr IT Forte<sup>®</sup>, IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>, Pheagr IT Extra<sup>®</sup>, Pheagr IT<sup>®</sup>, PCIT Ecolure<sup>®</sup> in PCHIT Etokap<sup>®</sup>. Kar se ne sklada z našimi rezultati, saj je bil v naši študiji ulov hroščev v pasteh s feromonskim pripravkom Pheroprax<sup>®</sup> manjši kot v pasteh, opremljenih z IT Ecolure Extra<sup>®</sup>. V sestavi feromonskih pripravkov, uporabljenih v obeh raziskavah, ni bilo razlik. Edina razlika je bila v tem, da je bilo trajanje oz. čas učinkovanja feromonskih pripravkov, ki je bil podan na embalaži, v našem primeru krajši. Ena od možnih razlag za razliko je ta, da je v času med obema raziskavama prišlo do sprememb v sestavi feromonskih pripravkov oz. količini posameznih komponent.

Najdražji feromonski pripravek, uporabljen v naši raziskavi (Pheroprax<sup>®</sup>), ni bil najbolj učinkovit. Prav tako ne Ipsowit<sup>®</sup>, ki je bil drugi najdražji feromonski pripravek. Kot najbolj učinkovit se je v naši raziskavi izkazal IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, ki je skoraj za polovico cenejši od feromonskega pripravka Pheroprax<sup>®</sup>. **S tem potrjujemo našo prvo hipotezo, da najdražji feromonski pripravek ni nujno najbolj učinkovit.** Glede na primerjavo naših podatkov s podatki iz literature domnevamo, da proizvajalci feromonskih pripravkov izboljšujejo oz. nadgrajujejo svoje izdelke, zato je za zagotavljanje zanesljivih oz. željenih rezultatov treba preverjati njihovo učinkovitost (Pernek, 2002, Göktürk in sod., 2005, Galko in sod., 2010, Zahradník in Zahradníková, 2014).

Primerjava učinkovitosti feromonskih pripravkov IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> je pokazala statistično značilno večjo učinkovitost in selektivnost pripravka IT Ecolure Extra<sup>®</sup>. Rezultat je v skladu z raziskavo Zahradník in Zahradníková (2014), v kateri se je pripravek IT Ecolure Extra<sup>®</sup> izkazal za bolj učinkovitega pri lovu osmerozobega smrekovega lubadarja kot IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> pri redni menjavi pripravka vsake 4 tedne čez celo lovilno sezono. Zanimivo, v isti raziskavi se je v obdobju osmih tednov kot bolj učinkovit izkazal IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>. Feromonski pripravek IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> se je v naši raziskavi izkazal kot manj selektiven, predvsem se je pokazala njegova močna privlačnost za šesterezobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes calcographus*) in za plenilca osmerozobega smrekovega lubadarja ploščatega hrošča *Nemosoma elongatum*. **Rezultat potrjuje našo hipotezo, da se feromonska pripravka IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> med seboj razlikujeta v učinkovitosti in selektivnosti.** Možen vzrok za razlike bi lahko bil različen način aplikacije teh dveh feromonskih pripravkov (IT Ecolure Extra<sup>®</sup> – pivnik, IT Ecolure Tubus<sup>®</sup> – ampula), kar bi lahko vplivalo na razlike v izhlapevanju aktivnih komponent in s tem na delovanje feromonskega pripravka v testiranem časovnem obdobju.

#### 4.1.2 Primerjava ulova hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja med testnimi in kontrolnimi območji glede na feromonski pripravek

V pasti, opremljene z enakim feromonskim pripravkom, se je na testnih območjih ujelo večje število hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja kot v pasteh na kontrolnih območjih, vendar razlika ni bila statistično značilna. **Glede na ta rezultat, lahko zavržemo našo hipotezo, da bo feromonski pripravek z največjim ulovom hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja izražal tudi največjo razliko v ulovu med testnim in kontrolnim območjem.** Ko smo upoštevali vse pasti ne glede na feromonski pripravek, se je večji ulov na testnih lokacijah v primerjavi s kontrolnimi pokazal kot statistično značilen.

Iz rezultatov lahko sklepamo, da je tekom raziskave na testnih območjih prišlo do namnožitve osmerozobega smrekovega lubadarja, kar se je izrazilo v večjem ulovu hroščev v pasteh. Večji ulov na testnih območjih je v skladu z ugotovitvami Angst in sod. (2012), ki kažejo, da se številčnost hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh zmanjšuje v smeri od žarišča proti neprizadetim predelom gozda. V isti raziskavi so avtorji ugotovili tudi, da na številčnost hroščev pomembno vpliva habitat, saj je bila številčnost hroščev v pasteh, postavljenih v gozdnih sestojih, dvakrat večja od tiste v pasteh, postavljenih na odprtih območjih (Angst in sod., 2012).

#### 4.1.3 Primerjava stranskega ulova glede na feromonski pripravek

Znano je, da feromonski pripravki, ki se uporabljajo za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, privabljajo tudi netarčne organizme (stranski ulov) (Bakke, 1989, Pavlin, 1991, Valkama in sod., 1997, Pernek, 2002, Panzavolta in sod., 2014, Galko in sod., 2016). Pri odločanju, kateri feromonski pripravek uporabiti, je smiselno izbrati tistega, ki privabi najmanj netarčnih organizmov oz. je v pasteh, opremljenih s tem feromonskim pripravkom, stranski ulov najmanjši. V naši raziskavi je bil stranski ulov veliko manjši od ulova hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja, kar se ujema z rezultati Valkama in sod. (1997), čeprav so v omenjeni raziskavi uporabili drugo vrsto pasti (lijakaste) in drugo feromonsko vabo (Ipslure®). Po drugi strani pa so naši rezultati v nasprotju z rezultati raziskave Panzavolta in sod. (2014). Vzrok za neujemanje v tem primeru bi lahko iskali v tem, da je bil v raziskavi Panzavolta in sod. (2014) uporabljen feromonski pripravek za drugo vrsto podlubnika (*Ips sexdentatus*), uporabljena pa je bila tudi druga vrsta pasti (lijakasta past) (Lindgren, 1983).

Delež stranskega ulova v skupnem ulovu se med pastmi z različnimi feromonskimi pripravki ni bistveno razlikoval (cca. 6 %). Stopnja stranskega ulova v pasteh pa je sovpadala s stopnjo ulova osmerozobega smrekovega lubadarja, kar **potrjuje prvi del hipoteze, ki pravi, da sta stopnja stranskega ulova in stopnja ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh z izbranim feromonskim pripravkom enaki stopnji ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh s tem feromonskim pripravkom.** Največji delež stranskega ulova so predstavljali hrošči (Coleoptera). V pasteh so bile večinoma zastopane iste družine hroščev kot v drugih študijah. Najbolj številčni so bili predstavniki pravih rilčkarjev (Curculionidae), sledili pa so jim kratkokrilci (Staphylinidae), skarabeji (Scarabaeidae) in pokalice (Elateridae) (Pavlin, 1991, Valkama in sod., 1997, Wermelinger, 2002, Panzavolta in sod., 2014). Med najbolj številnimi predstavniki drugih skupin organizmov so bili kožekrilci

(Hymenoptera), ki so jim sledile strigalice (Dermaptera), dvokrilci (Diptera) in polkrilci (Hemiptera).

Največji stranski ulov smo zabeležili v pasteh z IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, v katerih je bil v primerjavi s pastmi z drugimi feromonskimi pripravki tudi največji ulov hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja. Analiza ni pokazala razlik med testnimi in kontrolnimi lokacijami v količini stranskega ulova v pasteh z različnimi feromonskimi pripravki.

V raziskavi smo opazili razlike v zastopanosti različnih družin hroščev v stranskem ulovu v pasteh, opremljenih z različnimi feromonskimi pripravki. To **potrjuje našo hipotezo, da se vrstna sestava hroščev v stranskem ulovu med pastmi z različnimi feromonskimi pripravki razlikuje**. V analizi določene hrošče smo identificirali do družine (razen plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja iz rodov *Thanasimus* in *Nemosoma*, ki smo jih določili do vrste). Razlike v zastopanosti različnih družin hroščev so bile največje v pasteh, opremljenih s Pheroprax<sup>®</sup> in IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, v primerjavi s pastmi, opremljenimi z Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>. V pasteh z nekaterimi feromonskimi pripravki so bile **prednostno zastopane določene družine hroščev (t.im. indikativne družine)**. Za pasti s feromonskim pripravkom Ipsowit<sup>®</sup> je bila indikativna družina ozkopasih lubadarjev (Salpingidae), v pasteh s feromonskim pripravkom Typosan<sup>®</sup> pa sta bili indikativni družini mravljeliki hrošči (Scydmaenidae) in krešiči (Carabidae). Vrste iz družine Salpingidae nekateri viri navajajo kot plenilce osmerozobega smrekovega lubadarja (Wermelinger, 2002, Panzavolta in sod., 2014), sintetični feromonski pripravki za osmerozobega smreovega lubadarja pa naj bi nanje delovali kot kairomoni. Privabljanje drugih vrst žuželk v pasti za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja potrjujejo tudi druge raziskave (Valkama in sod., 1997, Panzavolta in sod., 2014). Več družin hroščev se je pojavljalo v pasteh ne glede na .

Na splošno je bil v pasteh v GGO Slovenj Gradec stranski ulov statistično značilno večji kot v GGO Kranj. Vzrok za to bi lahko bila večja številčnost in pestrost žuželk na nižjih nadmorskih višinah.

Plenilski hrošči iz družine pisancev (Cleride), predvsem so to vrste iz rodu *Thanasimus*, so med najučinkovitejšimi naravnimi sovražniki osmerozobega smrekovega lubadarja (Weslien, 1992; 1994, Wermelinger, 2002). Potrjena je bila pozitivna povezava med številom osebkov mravljinčastega pisanca (*Thanasimus formicarius*) in številom osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja (Wermelinger, 2004). V raziskavi Bakke in Kvamme (1981) je bilo ugotovljeno, da alkohola ipsenol in ipsdienol, ki sta naravni komponenti feromona osmerozobega smrekovega lubadarja, delujeta kot kairomona in privabljata osebkove *Thanasimus* spp. Rezultati iste raziskave kažejo tudi, da dodajanje cis-verbenola mešanici ipsenola in ipsdienola poveča njeno privlačnost za vrste *Thanasimus* spp. Sinergistični učinek je bil ugotovljen tudi za dodajanje metilbutenola mešanici cis-verbenola in ipsdienola.

V naši študiji je bilo skupno število plenilcev v stranskem ulovu majhno, znašalo je le 46 osebkov, od tega 40 predstavnikov iz rodu *Thanasimus* in 6 predstavnikov *Nemosoma elongatum*. Največje število ujetih plenilcev na past je bilo 5. Rezultat potrjuje predvidevanje, da plenilski hrošči pobegnejo iz pasti, kar so Martín in sod. (2013) v svoji študiji tudi potrdili za vrsto *T. formicarius*. Podobno bi lahko veljalo tudi za *T. femoralis* in nenazadnje tudi za *Nemosoma elongatum*.

Največ plenilcev se je ujelo v pasti, opremljene z Ipstyp<sup>®</sup> in IT Ecolure Extra<sup>®</sup>. Pasti z drugimi feromonskimi pripravki so imele veliko manjše število ujetih plenilcev, ki pa je bilo

primerljive velikosti. Na številčnost plenilcev v pasteh bi lahko vplivala sestava feromonskih pripravkov oz. z različnimi koncentracijami ipsdienola, metilbutenola in cis-verbenola. Zhang in Schlyter (2010) sta ugotovila, da dodajanje dveh C8-alkoholov (3-oktanol in 1-okten-3-ol) v mešanico kairomonov zmanjša ulov *T. formicarius* za več kot 36 %. Na žalost sta oba C8-alkohola zmanjšala tudi ulov osmerozobega smrekovega lubadarja. V naši raziskavi za noben feromonski pripravek ni bilo navedeno, da bi bili v njih prisotni omenjeni alkoholi.

Stopnja ulova plenilcev v pasteh ni sovpadala s stopnjo ulova osmerozobega smrekovega lubadarja, zato **zavračamo drugi del tretje hipoteze, ki pravi, da sta stopnja stranskega ulova in stopnja ulova plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh z izbranim feromonskim pripravkom enaki stopnji ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v pasteh s tem feromonskim pripravkom.**

V GGO Slovenj Gradec se je v pasti ujelo večje število plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja kot v GGO Kranj, kar smo zaznali tudi za stranski ulov. Rezultat je mogoče pojasniti s tem, da so bile pasti v GGO Slovenj Gradec postavljene na nižji nadmorski višini, kjer je številčnost in pestrost plenilcev večja, ter tudi s samo biologijo vrst iz rodu *Thanasimus* – številčnost osebkov teh vrst je namreč pozitivno odvisna od številčnosti osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja (Weslien, 1994).

#### 4.1.4 Ekonomski vidik uporabe različnih feromonskih pripravkov

Iz analize stroškov je razvidno, da so feromonski pripravki predstavljali 12,8 % skupnih stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja v naši raziskavi. Če bi uporabili le najcenejše feromonske pripravke, bi ta odstotek padel na 7,5 %, v primeru uporabe najdražjega feromonskega pripravka pa bi se ta odstotek povzpел na 19,2 %. Čeprav so bili stroški feromonskih pripravkov in pasti v naši raziskavi razmeroma nizki, iz poročila Bakke (1989) o programu za spremljanje in zatiranje osmerozobega smrekovega lubadarja vidimo, da lahko stroški feromonskih pripravkov in pasti v nekaterih primerih predstavljajo kar tretjino celotnih stroškov. Iz naših rezultatov sledi, da stroški feromonskih pripravkov predstavljajo manjši delež stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja, **zato zavračamo peto hipotezo, ki pravi, da stroški feromonskih pripravkov predstavljajo velik del stroškov celotnega spremljanja.**

#### 4.1.5 Standardizirani indeksi za različne feromonske pripravke

Na podlagi izračunanega indeksa se je kot najboljši feromonski pripravek izkazal Ipsowit<sup>®</sup>, ki ima najvišji skupni indeks. Ta je od vseh petih preizkušenih feromonskih pripravkov tudi najbolj občutljiv oz. zanesljiv. Glede na strošek je ta feromonski pripravek drugi najdražji. Če za spremljanje izberemo najbolj učinkovit feromonski pripravek, t.j. IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, ima ta nižjo občutljivost in je najmanj selektiven. Glede na ceno je ta feromonski pripravek skoraj za polovico cenejši od najdražjega feromonskega pripravka. Pheroprax<sup>®</sup> je najbolj selektiven oz. ima najmanjši vpliv na stranski ulov, vendar je po drugi strani manj učinkovit in selektiven. Ta feromonski pripravek je od vseh testiranih najdražji.

Primerjava učinkovitosti, selektivnosti in cene za feromonska pripravka IT Ecolure Extra® in IT Ecolure Tubus® je pokazala, da je IT Ecolure Extra® bolj učinkovit in selektiven, toda nekoliko dražji.

## 4.2 Primerjava različnih vrst pasti

### 4.2.1 Primerjava ulova v enojne režaste, križne in lijakaste pasti

Za čim bolj učinkovito lovljenje morajo biti pasti prilagojene tarčnemu organizmu, se pravi njegovi velikosti in biologiji (Southwood, 1975, Epsky in sod., 2008, Chandler, 2010). Številne študije so pokazale, da so za različne vrste podlubnikov primerne različne vrste oziroma oblike pasti (Lindgren in sod., 1983, Flechtmann in sod., 2000, McCravy in sod., 2000). Za nekatere vrste podlubnikov je tudi barva pasti pomemben dejavnik, ki vpliva na ulov hroščev (Campbell in Borden, 2006, González-Audino in sod., 2011). Za hrošče osmerozobega smrekovega lubadarja barva pasti ne igra pomembne vloge. Izjema je bela barva, za katero so Dubbel in sod. (1985) ugotovili, da manj privlači hrošče. V njihovi raziskavi se je v pasti bele barve ujelo manj hroščev, kot v pasti drugih barv (transparentna, črna, zelena, siva ali rdeče-rjava).

Analiza ulova osmerozobega smrekovega lubadarja v različne vrste pasti v naši raziskavi ni pokazala statistično značilnih razlik med enojnimi režastimi, križnimi in lijakastimi pastmi. Na podlagi tega rezultata lahko zavrtnemo **našo hipotezo, da bodo enojne režaste, križne in lijakaste pasti različno učinkovite**. Podobne rezultate so dobili tudi Galko in sod. (2016) v študiji, v kateri so testirali več vrst pasti za lovljenje podlubnikov (Ecotrap, BEKA past, enojna režasta past, Lindgren lijakasta past, Funnel lijakasta trap in Cross past – podobna naši križni pasti). Do enakih rezultatov so prišli tudi Flechtmann in sod. (2000), ki so ugotavljali razlike v ulovu različnih vrst podlubnikov med različnimi vrstami pasti. Tudi njihovi rezultati med testiranimi pastmi niso pokazali statistično značilnih razlik v količini ulova podlubnikov. Je pa analiza pokazala statistično značilno večji ulov podlubnikov v pasti ESALQ-84 v primerjavi z drugimi vrstami pasti, ko so v statistični model za analizo vključili površino pasti. Past ESALQ-84 je podobna križni pasti, ki smo jo uporabili v naši raziskavi, le da je manjša, ožja in bolj podobna kocki kot kvadratu (15,6 x 14 x 14 cm). Tudi v primeru podlubnikov *Ips calligraphus* razlike v ulovu med različnimi vrstami pasti niso zaznali (McCravy in sod., 2000). Druge raziskave, v katerih so primerjali razlike v ulovu podlubnikov med različnimi vrstami pasti, ne dajejo enotnih rezultatov. Pernek (2002) je na primer v svoji raziskavi pokazal, da je enojna režasta past boljša za lovljenje osmerozobega smrekovega lubadarja od pasti tipa Ecotrap in od pasti tipa Bakke. Podobno so se podlubniki *Ips avulsus* in *Ips grandicollis* pogosteje oziroma v večjem številu lovili v režaste pasti kot v lijakaste pasti. Rezultati, ki so jih dobili Galko in sod. (2010), pa so pokazali za 18 % večji ulov hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja v lijakaste pasti v primerjavi z ulovom v režaste pasti, čeprav se razlika kljub triletnemu trajanju raziskave ni pokazala kot statistično značilna.

Razlog za različne rezultate bi lahko bil v tem, da so bili v različnih raziskavah uporabljeni nekoliko različni modeli istih vrst pasti, kar bi lahko vplivalo na ulov. V primerjavi z uporabljenimi pastmi v Galko in sod. (2016) so uporabljene enojne režaste pasti skoraj enake kot v naši raziskavi (naša: 50 x 49 x 6,5 cm; njihova: 57 x 49 x 6 cm), njihova križna past je



nekoliko nižja in širša od naše (naša: 129 x 40 x 40 cm; njihova: 115 x 50 x 50 cm), obe lijakasti pasti pa sta bistveno daljši od modela iz naše raziskave (naša: 5 lijakov; njihova: 12 lijakov oba modela). Zanimivi so tudi podatki iz zadnjega leta v Galko in sod. (2016), kjer je bil največji ulov zabeležen v križni pasti. Žal niso primerjali količine ulova za celotno obdobje raziskave in so vsako leto uporabili drugačno postavitev pasti na izbranih lokacijah ter so nekatere pasti tudi modificirali, zato je na podlagi teh rezultatov težko karkoli sklepati o vplivu vrste pasti na ulov. Glede na nasprotujoče si rezultate različnih raziskav menimo, da so potrebne nadaljnje raziskave vpliva oblike pasti na ulov hroščev podlubnikov. Predvsem pa je treba preveriti zanesljivost pasti s spremljanjem ulova skozi daljše časovno obdobje, na kar nakazujejo tudi raziskave Galko in sod. (2010) ter Galko in sod. (2016).

Ob naravnih ujmah se povečanje ulova hroščev pojavi drugo leto po ujmi. Na podlagi dejstva, da ima osmerozobi smrekov lubadar v Sloveniji dve generaciji na leto (Jurc in sod., 2006, Jurc in Kolšek, 2012, Šramel in sod., 2021), pa smo v raziskavi z različnimi vrstami pasti želeli preveriti, ali se na podlagi ulova v pasti da zaznati razliko med območji, ki so bila prizadeta zaradi vetroloma manj kot eno leto pred raziskavo, in neprizadetimi gozdnimi sestoji. Vetrolom se je na naših izbranih testnih lokacijah zgodil februarja 2020, dva meseca pred postavitvijo pasti. Naši rezultati niso pokazali razlik med testnimi in kontrolnimi območji in so v skladu z drugimi raziskavami (Inouye, 1962, Wermelinger in sod., 1999, Göthlin in sod., 2000, de Groot in sod., 2018), ki kažejo, da se znatna razlika v številčnosti osebkov osmerozobega smrekovega lubadarja pojavi šele eno leto po naravni ujmi.

### *Primerjava stranskega ulova med enojnimi režastimi, križnimi in lijakastimi pastmi*

Stranski ulov ali ulov netarčnih organizmov je neizogiben del spremljanja s pastmi, opremljenimi s feromonskimi pripravki (Bakke, 1989, Pavlin, 1991, Valkama in sod., 1997, Pernek, 2002, Galko in sod., 2016). Medtem ko plenilce in nekatere druge vrste organizmov privabljujejo snovi, ki se nahajajo v feromonskih pripravkih in delujejo kot kairomoni (Bakke in Kvamme, 1981), druge organizme privabljujejo snovi, ki jih oddajajo razpadajoči osebki v pasti, nekateri organizmi pa se v pasteh znajdejo ponesreči (Pavlin, 1991, Valkama in sod., 1997).

V naši raziskavi je bila najmanjša količina stranskega ulova izmerjena v enojnih režastih pasteh v primerjavi z lijakastimi in križnimi pastmi, vendar razlika v deležih med različnimi pastmi ni bila statistično značilna. **S tem lahko našo hipotezo, ki pravi, da bo stranski ulov v enojnih režastih pasteh najmanjši v primerjavi z ostalimi vrstami pasti, le delno potrdimo.** Ker nismo našli statistično značilnih razlik v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja med različnimi vrstami pastmi, je bila odsotnost razlik v stranskem ulovu med pastmi pričakovana, saj običajno količina stranskega ulova sovpada s količino ulova osmerozobega smrekovega lubadarja (Pavlin, 1991, Šramel in sod., 2021). Delež stranskega ulova se je gibal od 6,5 % (ulov v enojne režaste pasti) do 7,3 % (ulov v lijakaste pasti), kar je primerljivo z raziskavo Šramel in sod. (2021), kjer se je odstotek stranskega ulova v enojne režaste pasti, opremljene z različnimi feromonskimi pripravki, gibal od 4,2 % do 7 %.

Stranski ulov v pasteh za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja je preučeval že Pavlin (1991). V Pavlinovi (1991) raziskavi je stranski ulov v enojnih režastih pasteh, opremljenih s feromonskim pripravkom Pheroprax<sup>®</sup>, predstavljal 5% celotnega ulova. Ko je

avtor primerjal stranski ulov med enojno režasto pastjo in cevno pastjo (drainpipe), ki ju je opremil s feromonskim pripravkom za osmerozobega smrekovega lubadarja (Pheroprax®) in hkrati za šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*) (Chalcoprax®), se je stranski ulov v pasteh izrazilo povečal in je znašal kar 91,2 % za enojne režaste pasti in 72,3 % za cevne pasti. Vendar pa je avtor stranski ulov obravnaval drugače, kot smo ga mi v naši raziskavi, in sicer je iz stranskega ulova izločil vse podlubnike, ne samo osmerozobega smrekovega lubadarja. Čeprav je Bakke (1989) zapisal, da imajo cevne pasti najmanjši vpliv na stranski ulov od vseh preizkušenih pasti, žal v svojem prispevku ni navedel niti vrst testiranih pasti niti količine stranskega ulova. Valkama in sod. (1997) so ugotovili, da imajo cevne pasti s feromonom Ipslure® 17,5 % stranskega ulova. Vpliv pasti na stranski ulov je zelo malo raziskan, saj v določenih člankih podatki o tem niso navedeni zaradi majhnega števila netarčnih osebkov (Galko in sod., 2016) ali drugih tehničnih težav (Pernek, 2002), kar otežuje primerjavo med raziskavami. Dubbel in sod. (1985) in Niemeyer (1985) so opazili, da je stranski ulov v pasteh bele barve večji kot v pasteh drugih barv, zato odsvetujejo uporabo bele barve za nove prototipe pasti.

Tako kot v raziskavi vpliva različnih feromonskih pripravkov na ulov (Šramel in sod. 2021) so tudi v tej raziskavi večino stranskega ulova predstavljali hrošči (Coleoptera). Najpogostejši družini hroščev sta bili isti kot pri Šramel in sod. (2021), t.j. pravi rilčkarji (Curculionidae) in kratkokrilci (Staphylinidae), ki sta jima sledili družini Silphidae (mrharji) in Leodidae (zemljarji), katerih številčnost je bila večja v primerjavi z rezultati navedene študije. Medtem ko povezava družine Leodidae z ulovom podlubnikov ni znana, je za mrharje znano, da je njihova prisotnost običajno povezana s slabim mehanizmom odtekanja deževnice iz pasti (Galko in sod., 2016, Kasumović in sod., 2016), zaradi česar hrošči razpadajo, pri tem pa se sprošča vonj gnijočih organizmov, ki so se ujeli v past, ki te vrste privlači (Kretschmer, 1990). Slaba sposobnost odvajanja vode iz pasti pa ne pomeni le večjega števila ujetih vrst iz družine Silphidae, ampak tudi manjši ulov osmerozobega smrekovega lubadarja (Kretschmer, 1990). V naši raziskavi je bilo največ primerkov iz družine Silphidae zabeleženih v lijakastih pasteh, najmanj pa v enojnih režastih pasteh.

Zastopanost družin hroščev v stranskem ulovu je bila primerljiva s tisto, ki so jo zabeležili Pavlin (1991) in Šramel in sod. (2021). Zanimivo je, da smo v naši študiji skoraj v vseh pasteh našli predstavnike polžev (Gastropoda), ki jih v raziskavi Šramel in sod. (2021) ni bilo. Prisotnost polžev v pasteh za spremljanje podlubnikov sicer ni nič novega in je bila že dokumentirana v preteklosti (Pavlin, 1991). Izstopal je stranski ulov v križne pasti, kamor so se ujeli tudi štirje predstavniki glodalcev oz. vrste podlesek (*Muscardinus avellanarius*). Kljub temu, da gre za zelo malo primerkov, je tovrstni ulov lahko zelo neprijeten za delavce, ki praznijo pasti. Samo v enem primeru je bil osebek še živ in izpuščen nazaj v naravo.

Feromon, ki ga oddajajo hrošči osmerozobega smrekovega lubadarja, privlači plenilce te vrste (Bakke in Kvamme, 1981), ki jih je več vrst in se hranijo z ličinkami in odraslimi hrošči (Weslien, 1992, Valkama in sod., 1997, Wermelinger, 2002, Hilszczajski in sod., 2007). Naravni sovražniki so pomembni regulatorji številčnosti populacije podlubnikov. Weslien (1992) je ocenil, da plenilci in drugi naravni sovražniki lahko zmanjšajo populacijo osmerozobega smrekovega lubadarja za kar 83 %. Podobne rezultate navaja tudi Wermelinger (2002). V naši študiji smo pozornost usmerili le na tri vrste plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja in sicer na ploščate hrošče *Nemosoma elongatum* ter pisanca *Thanasimus femoralis* in *Thanasimus formicarius*. Najmanj ujetih plenilcev je bilo zabeleženih

v enojnih režastih pasteh, največ pa v lijakastih, vendar tako kot v primeru celotnega stranskega ulova, razlike med pastmi niso bile statistično značilne.

Zanimivo je bilo, da je bil ulov vrste *Nemosoma elongatum* v lijakastih pasteh dvakrat večji kot v križnih pasteh. Pavlin (1991) je v svoji študiji ugotovil, da je razlika v ulovu *Nemosoma elongatum* bolj kot od vrste pasti odvisna od feromonskega pripravka. Pokazal je, da se v pasti, opremljene s feromonskim pripravkom za privabljanje šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*) (Chalcoprax®) ujame večje število osebkov *Nemosoma elongatum*. Ker smo v naši študiji uporabili enak feromonski pripravek (IT Ecolure Extra®) v vseh pasteh, je lahko razlog za večjo stopnjo ulova vrste *Nemosoma elongatum* v lijakaste pasti posledica njene drugačne oblike, ki osebkom te vrste oteži ali celo onemogoči pobeg. Martín in sod. (2013) so recimo pokazali, da lijakaste pasti ulovijo znatno večje število osebkov *Thanasimus formicarius* v primerjavi z enojnimi režastimi pastmi in da je to posledica večje sposobnosti pobega osebkov iz enojnih režastih pasti.

#### 4.2.2 Primerjava ulova v enojne, dvojne in trojne režaste pasti

Ko smo primerjali ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v enojne, dvojne in trojne režaste pasti, smo ugotovili statistično značilno razliko v ulovu med enojno in trojno režasto pastjo, razlika med enojno in dvojno ter dvojno in trojno režasto pastjo pa ni bila statistično značilna. V primerjavi z enojno režasto pastjo je imela dvojna režasta past 1,2-krat večji ulov osmerozobega smrekovega lubadarja, trojna pa 1,5-krat večji ulov. **Na podlagi naših rezultatov zavračamo hipotezo, ki pravi, da bo ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v trojnih režastih pasteh dvakrat večji kot v enojnih režastih pasteh.**

Pernek (2002) je med enojno in trojno režasto pastjo zabeležil nekoliko večjo razliko v ulovu, in sicer je bil ulov v trojno režasto past v njegovem primeru 1,9-krat večji v primerjavi z enojno režasto pastjo. Razlika v rezultatih med obema raziskavama bi lahko bila posledica večjih razlik v ulovu v trojne režaste pasti med lokacijami v naši raziskavi. Ulov v trojne režaste pasti na nekaterih lokacijah v vzhodnem delu Slovenije je bil namreč zelo majhen v primerjavi z ulovom v pasti iste vrste na drugih lokacijah. To je razvidno tudi iz statistične analize, ki je pokazala, da je ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v trojne režaste pasti večji v primerjavi z ulovom v dvojne režaste pasti, vendar je mediana ulova v primeru dvojnih režastih pasti večja od mediane ulova v primeru trojnih režastih pasti. Čeprav smo za postavitev pasti poskušali izbrati lokacije s čim bolj enakimi pogoji, so lahko obstajale med njimi razlike v mikroklimi, ki jih nismo mogli predvideti in bi lahko vplivale na ulov. Schroeder (2013) je namreč opazil, da je ulov osmerozobega smrekovega lubadarja veliko bolj odvisen od zunanjih dejavnikov kot ulov šesterozobega smrekovega lubadarja, kar se odraža v spremenljivosti ulova osmerozobega smrekovega lubadarja med pastmi. Razlog za to naj bi bila ožja ekološka niša osmerozobega smrekovega lubadarja, ki je zaradi svoje velikosti omejen na drevesa s premerom nad 15 cm.

Podobna variabilnost v ulovu med različnimi vrstami režastih pasti je bila opažena tudi v raziskavah Galko in sod. (2016) ter Dimitri in sod. (1992). Dimitri in sod. (1992) so primerjali ulov v množično postavljene enojne in trojne režastih pasti ter sporadično postavljene enojne režaste pasti. Rezultati so pokazali, da je bil ulov v sporadično postavljene enojne režaste pasti

skoraj enak, v nekaterih primerih pa tudi nižji oz. višji v primerjavi z ulovom v masovno postavljene režaste pasti. Glede na rezultate raziskave Zahradník in Zahradníková (2015) bi bila lahko razlika v količini ulova med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo večja, če bi v dvojno režasto past vstavili dva feromonska pripravka naenkrat, v trojno pa tri. Kasumović in sod. (2016) so primerjali ulov osmerozobega smrekovega lubadarja med enojno režasto pastjo za mokri ulov in enojno režasto pastjo za suhi ulov in niso zaznali statistično značilnih razlik v ulovu.

Tako kot pri uporabi enojnih režastih, križnih in lijakastih pasti se tudi pri uporabi enojnih, dvojnih in trojnih režastih pasti ulov osmerozobega smrekovega lubadarja ni bilo statistično značilnih razlik v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja med testnimi in kontrolnimi območji. **Na podlagi teh rezultatov zavračamo našo hipotezo, ki pravi, da se bo ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v različne vrste pasti razlikoval med testnimi in kontrolnimi območji.**

Kot smo pričakovali, je bil stranski ulov najmanjši v enojnih režastih pasteh, razlika v primerjavi z dvojnimi in trojnimi režastimi pastmi pa je bila statistično značilna. **S tem lahko potrdimo del hipoteze, ki pravi, da bo stranski ulov v križnih in lijakastih pasteh ter v dvojnih in trojnih režastih pasteh večji od ulova v enojnih režastih pasteh.** Presenetil nas je večji stranski ulov v dvojnih režastih pasteh v primerjavi s trojnimi. Sklepamo, da je bilo to najverjetneje posledica zgoraj omenjenega vpliva mikroklima na nekaterih lokacijah trojnih režastih pasti. Tako kot v primeru ulova osmerozobega smrekovega lubadarja je bil tudi v stranski ulov v pasteh v vzhodni Sloveniji statistično značilno večji kot v pasteh v zahodni Sloveniji.

Število plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja v stranskem ulovu se tako kot med enojno režasto, križno in lijakasto pastjo tudi med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo ni statistično značilno razlikovalo. Indikativne družine hroščev v stranskem ulovu smo našli samo v trojnih režastih pasteh: Ciidae, Elateridae, Staphylinidae, Nitidulidae, Salpingidae, Histeridae in Zopheridae. V ulovu plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja med enojno, dvojno in trojno režasto pastjo ni bilo statistično značilnih razlik.

#### 4.2.3 *Ekonomski vidik uporabe različnih vrst pasti*

Strošek spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja ni zanemarljiv, zato je aktivnosti treba načrtovati preudarno (Lindgren, 1983, Bakke, 1989; 1991, Dimitri in sod., 1992, Jakuš, 1998, González-Audino in sod., 2011, Šramel in sod., 2021). Analiza stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja z uporabo različnih vrst pasti je dala primerljive rezultate, kot so jih dobili Šramel in sod. (2021) z analizo stroškov spremljanja z različnimi feromonskimi pripravki. Največji delež so v obeh raziskavah predstavljali stroški delovne sile, ki so predstavljali več kot polovico vseh stroškov. Sledili so stroški pasti, ki so predstavljali 24,71 % vseh stroškov. Stroški pasti v tej raziskavi so bili večji kot v raziskavi Šramel in sod. (2021), čeprav je bilo število uporabljenih pasti enako v obeh raziskavah. Razlog za to je, da smo v naši raziskavi uporabljali dvojne in trojne režaste pasti, ki so dvakrat oz. trikrat dražje od enojnih režastih pasti.

V kolikor bi se odločili za uporabo izključno najcenejših pasti (lijakaste pasti), bi se celoten strošek spremljanja zmanjšal za 14,87 %, če pa bi uporabili samo najdražje pasti (trojne režaste pasti), bi bil strošek spremljanja za 19,92 % višji v primerjavi s stroškom v naši raziskavi.

Lijakaste in cevne pasti se praviloma postavljajo v skupinah po tri (Bakke, 1985, Weslien, 1992, Ryall in Fahrig, 2005, Hayes in sod., 2008). Če bi takšno postavitve uporabili v naši študiji, bi se pri uporabi samo lijakastih pasti stroški spremljanja povečali za 4,6 % v primerjavi z dejanskimi stroški, ki so nastali v naši raziskavi. Ta strošek pa bi bil še vedno za 16,07 % nižji, kot če bi uporabljali samo trojne režaste pasti. Na ceno lijakastih pasti vpliva število delov pasti. V naši raziskavi smo uporabili 5-delne lijakaste pasti, v drugih študijah pa so uporabljali tudi 10-delne lijakaste pasti (Flechtmann in sod., 2000, Campbell in Borden, 2006, Andersson in sod., 2011, Galko in sod., 2016). V primeru, da bi pri istem proizvajalcu namesto 5-delnih izbrali 10-delne lijakaste pasti, bi bile te še vedno najcenejše. Naši rezultati **potrjujejo hipotezo, da stroški pasti predstavljajo znaten delež celotnih stroškov spremljanja osmerozobega smrekovega lubadarja**. Vendar pa iste pasti praviloma uporabljamo več sezon, tako da ta strošek ni vsakoleten.

#### 4.2.4 Standardizirani indeksi za različne vrste pasti

Na podlagi izračunanega indeksa je imela enojna režasta past v primerjavi s križno in lijakasto najvišje število točk tako za učinkovitost ulova in selektivnost, kar je posledično privedlo do najvišjega končnega indeksa. Z drugimi besedami, enojna režasta past se je izkazala kot najboljša v primerjavi s križno in lijakasto. Med režastimi pastmi (enojna, dvojna in trojna) pa se je kot najboljša izkazala trojna režasta past, ki je bila tudi najbolj učinkovita. **Ta rezultat potrjuje našo hipotezo, da bo trojna režasta past od vseh pasti, ki smo jih testirali v raziskavi, najbolj učinkovita.** Enojna režasta past je bila med tremi režastimi pastmi najmanj učinkovita, a se je izkazala kot najbolj selektivna. Po skupnem indeksu je bila enojna režasta past takoj za trojno, torej druga najboljša. Glede na to, da je trojna režasta past trikrat dražja od enojne režaste pasti, učinkovita pa manj kot dvakrat toliko kot enojna, je izbira enojne režaste pasti za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja bolj smiselna.

## 5 Zaključek

Testirani feromonski pripravki so se med seboj razlikovali po učinkovitosti, občutljivosti oz. zanesljivost ter selektivnosti. V pasti s feromonskimi pripravki Ipsowit<sup>®</sup>, IT ecolure Extra<sup>®</sup> in Pheroprax<sup>®</sup> se ujelo statistično značilno več hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja kot v pasti z Ipstyp<sup>®</sup> in Typosan<sup>®</sup>. Količina stranskega ulova je bila majhna in se med pastmi z različnimi feromonskimi pripravki ni razlikovala. Od plenilcev osmerozobega smrekovega lubadarja se je v pasti ne glede na feromonski pripravek ujelo samo nekaj osebkov. Kot najboljši glede na izbrane lastnosti so se izkazali Ipsowit<sup>®</sup>, IT Ecolure Extra<sup>®</sup> in Pheroprax<sup>®</sup>. Kot najboljši med njimi se je izkazal Ipsowit<sup>®</sup>, ki pa ni bil tudi najbolj učinkovit. Najbolj učinkovit je bil IT Ecolure Extra<sup>®</sup>, najbolj selektiven pa je bil Pheroprax<sup>®</sup>. Ipsowit<sup>®</sup> je bil od vseh treh najbolj občutljiv. Tako najdražji feromonski pripravek (Pheroprax<sup>®</sup>) ni bil niti najboljši niti najbolj učinkovit. IT Ecolure Extra<sup>®</sup> se je izkazal kot boljši v primerjavi z IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>, pri čemer je bil tudi bolj učinkovit in selektiven, hkrati pa je ta feromonski pripravek tudi dražji od IT Ecolure Tubus<sup>®</sup>. Potrdili smo statistično značilno večji ulov v enojnih režastih pasteh na testnih območjih v primerjavi s pastmi na kontrolnih območjih, vendar pa razlika na nivoju pasti s posameznim feromonskim pripravkom ni bila statistično značilna. Ugotavljamo, da so stroški feromonskih pripravkov predstavljali manjši delež celotnih stroškov, potrebnih za spremljanje populacije osmerozobega smrekovega lubadarja. Z upoštevanjem različnih lastnosti feromonskih pripravkov lahko optimiziramo spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, tako da povečamo njegovo učinkovitost in zanesljivost.

Med enojno režasto, križno in lijakasto pastjo ni bilo statistično značilnih razlik v ulovu osmerozobega smrekovega lubadarja, niti v količini stranskega ulova. Prav tako ne v ulovu plenilcev, ki smo jih ujeli samo nekaj primerkov. Razlike v ulovu med testnimi in kontrolnimi območji nismo zaznali niti v primeru ulova osmerozobega smrekovega lubadarja niti v primeru stranskega ulova. Razlika v ulovu hroščev osmerozobega smrekovega lubadarja je bila statistično značilna samo med enojnimi in trojnimi režastimi pastmi. Medtem ko je bil v trojnih režastih pasteh ulov 1,5-krat večji kot v enojnih režastih pasteh, pa je bila cena trojnih režastih pasti trikrat večja. Stranski ulov v dvojne in trojne režaste pasti je bil statistično značilno večji kot v enojne režaste pasti. Kot najboljša izmed pasti z enako naletno površino (enojna režasta, križna, lijakasta) se je izkazala enojna režasta past, ki je bila od vseh tudi najbolj učinkovita in selektivna, hkrati pa tudi najdražja. V primerjavi z dvojno in trojno režasto pastjo je bila enojna režasta past pričakovano najcenejša. Trojna režasta past, ki je bila najdražja, se je izkazala kot najboljša od vseh treh režastih pasti, bila pa je tudi najbolj učinkovita. Enojna režasta past je bila v primerjavi z dvojno in trojno režasto pastjo najbolj selektivna. Dvojna režasta past je imela od vseh treh najslabšo oceno. Na podlagi rezultatov dosedanjih raziskav menimo, da so enojne režaste pasti najbolj primerne za spremljanje smrekovih podlubnikov v Sloveniji.

## 5.1 Zahvala

Zahvaljujemo se gozdarjem ZGS, ki so pomagali pri izbiri lokacij, postavitvi, praznjenju in pospravljanju pasti, ter Evi Groznik za pomoč pri razvrščanju vzorcev v laboratoriju. Avtorji se zahvaljujejo Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za financiranje projekta *Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda (V4-1822)*. Projekt se je izvajal v sklopu raziskovalne skupine Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (P4-0107) na Gozdarskem inštitutu Slovenije.

## 6 Viri

- Andersson M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- Andersson M.N., Binyameen M., Sadek M.M., Schlyter F. 2011. Attraction Modulated by Spacing of Pheromone Components and Anti-attractants in a Bark Beetle and a Moth. *Journal of Chemical Ecology*, 37: 899-911. Povezava: <https://doi.org/10.1007/s10886-011-9995-3>
- Angst A., Rüegg R., Forster B. 2012. Declining Bark Beetle Densities (*Ips typographus*, Coleoptera: Scolytinae) from Infested Norway Spruce Stands and Possible Implications for Management. *A Journal of Entomology*, 321084: 1-7. Povezava: <https://doi.org/10.1155/2012/321084>
- Baier P., Pennerstorfer J., Schopf A. 2007. PHENIPS—A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecology and Management*, 249, 3: 171-186. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.05.020>
- Bakke A. 1981. Inhibition of the response in *Ips typographus* to the aggregation pheromone; field evaluation of verbenone and ipsenol. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 92: 172-177. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1981.tb01666.x>
- Bakke A. 1985. Deploying pheromone-baited traps for monitoring *Ips typographus* populations. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 99: 33-39. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1985.tb01956.x>
- Bakke A. 1989. The Recent *Ips typographus* Outbreak in Norway: Experiences from a Control Program. *Holarctic Ecology*, 12, 4: 515-519. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1989.tb00930.x>
- Bakke A. 1991. Using pheromones in the management of bark beetle outbreaks. °V Forest Insect Guilds: Patterns of Interaction with Host Trees. Baranchikov Y.N., Mattson W.J., Hain F.P. & Payne T.L. °(ur.). °U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Radnor: °371-377°str. <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/19642>.
- Bakke A., Frøyen P., Skattebøl L. 1977. Field Response to a New Pheromonal Compound Isolated from *Ips typographus*. *Naturwissenschaften*, 64: 98-99. Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF00437364>
- Bakke A., Kvamme T. 1981. Kairomone response in *Thanasimus* predators to pheromone components of *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 7: 305-312. Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF00995753>
- Birgersson G., Schlyter F., Löfqvist J., Bergström G. 1984. Quantitative variation of pheromone components in the spruce bark beetle *Ips typographus* from different attack phases. *Journal of Chemical Ecology*, 10, 7: 1029-1055. Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF00987511>
- Bončina A., Klopčič M., Simončič T., Dakskoblera I., Ficko A., Rozman A. 2017. A general framework to describe the alteration of natural tree species composition as an indicator of forest naturalness. *Ecological Indicators*, 77: 194-204. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.039>
- Buma B. 2015. Disturbance interactions: characterization, prediction, and the potential for cascading effects. *ECOSPHERE*, 6, 70: 1-15. Povezava: <https://doi.org/10.1890/ES15-00058.1>
- Burnham K.P., Anderson D.R. 2004. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. °Springer, New York°str. <http://doi.org/10.1007/b97636>.
- Campbell S.A., Borden J.H. 2006. Close-range, in-flight integration of olfactory and visual information by a host-seeking bark beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 120: 91-98. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00425.x>
- CHANDLER P. °(ur.). 2010. A Dipterist's Handbook (2nd Edition). °Orpington, °Amateur Entomologists' Society, °525°str.
- Christiansen E., Bakke A. 1988. The Spruce Bark Beetle of Eurasia. °V Dynamics of Forest Insect Populations. Population Ecology (Theory and Application). Berryman A.A. °(ur.). °Springer, Boston: °479-503°str. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0789-9\\_23](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0789-9_23).



- De Cáceres M., Legendre P. 2009. Associations between species and groups of sites: Indices and statistical inference. *Ecology*, 90: 3566-3574. Povezava: <https://doi.org/10.1890/08-1823.1>
- de Groot M., Diaci J., Ogris N. 2019. Forest management history is an important factor in bark beetle outbreaks: Lesson for the future. *Forest Ecology and Management*, 433: 467-474. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.025>
- 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: 1-8. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117495>
- de Groot M., Ogris N., Kobler A. 2018. The effects of a large-scale ice storm event on the drivers of bark beetle outbreaks and associated management practices. *Forest Ecology and Management*, 408: 195-201. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.035>
- Dickens J.C. 1981. Behavioural and electrophysiological responses of the bark beetle, *Ips typographus*, to potential pheromone components. *Physiological Entomology*, 6, 3: 251-261. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1981.tb00269.x>
- Dimitri L., Gebauer U., Lösekrug L., Vaupe O. 1992. Influence of mass trapping on the population dynamic and damage-effect of bark beetles. *Journal of Applied Entomology*, 114, 1-5: 103-109. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1992.tb01102.x>
- Dubbel V., Kerck K., Sohrt M., Mangol S. 1985. Influence of trap color on the efficiency of bark beetle pheromone traps. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 99: 59-64. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1985.tb01960.x>
- Duelli P., Zahradník P., Knizek M., Kalinova B. 1997. Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps. *Journal of Applied Entomology*, 121: 297-303. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1997.tb01409.x>
- Epsky N.D., Morrill W.L., Mankin R.W. 2008. Traps for Capturing Insects. °V Encyclopedia of Entomology. Capinera J.L. °(ur.). °Springer, Dordrecht: °3887-3901°str. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6\\_2523](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_2523).
- Faccoli M. 2009. Effect of weather on *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae) phenology, voltinism, and associated spruce mortality in the southeastern Alps. *Environmental Entomology*, 38, 2: 307-316. Povezava: <http://doi.org/10.1603/022.038.0202>
- Faccoli M., Stergulc F. 2006. A practical method for predicting the short-time trend of bivoltine populations of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) *Journal of Applied Entomology*, 130, 1: 61-66. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2005.01019.x>
- Fernandez-Carrillo A., Patočka Z., Dobrovolný L., Franco-Nieto A., Revilla-Romero B. 2020. Monitoring Bark Beetle Forest Damage in Central Europe. A Remote Sensing Approach Validated with Field Data. *Remote Sensing*, 12, 21: 1-19. Povezava: <https://doi.org/10.3390/rs12213634>
- Fettig C.J., Hilszczański J. 2015a. Chapter 14 - Management Strategies for Bark Beetles in Conifer Forests. °V Bark Beetles. Vega F.E. & Hofstetter R.W. °(ur.). °Academic Press, San Diego: °555-584°str. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00014-9>.
- Fettig C.J., Hilszczański J. 2015b. Management Strategies for Bark Beetles in Conifer Forests. °V Bark Beetles - Biology and Ecology of Native and Invasive Species. Vega F.E. & Hofstetter R.W. °(ur.). °Elsevier/AP, London: °555-584°str.
- Flechtmann C.A.H., Ottati A.L.T., Berisford C.W. 2000. Comparison of Four Trap Types for Ambrosia Beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian Eucalyptus Stands. *Journal of Economic Entomology*, 93, 6: 1701-1707. Povezava: <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.6.1701>
- Forest Europe. 2020. State of Europe's Forests 2020. °Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe - FOREST EUROPE, Bratislava, °392°str. [https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF\\_2020.pdf](https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf).
- Galko J., Gubka A., Vakula J., Brutovský D. 2010. Comparison of catches of the spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) (Coleoptera: Scolytidae) in pheromone traps of Canadian and European production. *Forestry Journal*, 56, 4: 337-347. Povezava: <http://doi.org/10.2478/v110114-009-0017-0>
- Galko J., Nikolov C., Kunca A., Vakula J., Gubka A., Zúbrik M., Rell S., Konôpka B. 2016. Effectiveness of pheromone traps for the European spruce bark beetle: a comparative study of

- four commercial products and two new models. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*, 62: 207-215. Povezava: <https://doi.org/10.1515/forj-2016-0027>
- Göktürk T., Akkuzu E., Aksu Y. 2005. Comparing the effectiveness ratios of pheromone lures of Ipsowit<sup>®</sup>, Ipstyp<sup>®</sup>, and Typosan<sup>®</sup> against *ips typographus* (L.) (Col.: Scolytidae) Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 6, 1: 155-160. Povezava: <https://doaj.org/article/0b4f67e9408a43bb895e30428b565184>
- González-Audino P., Gatti P., Zerba E. 2011. Traslucent pheromone traps increase trapping efficiency of ambrosia beetle *Megaplatypus mutatus*. *Crop Protection*, 30: 745-747. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.02.008>
- Gossner M.M., Wohlgemuth T. 2020. Do we need squirrels everywhere? On the distinction between biodiversity and nature.°V How to balance forestry and biodiversity conservation. A view across Europe. Krumm F., Schuck A. & Rigling A. °(ur.). °European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf: °133-145°str. <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:25616>.
- Göthlin E., Schroeder L.M., Lindelöw A. 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on Windthrown Spruces (*Picea abies*) During the Two Years Following a Storm Felling. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15, 5: 542-549. Povezava: <https://doi.org/10.1080/028275800750173492>
- Grégoire J.C., Raffa K.F., Lindgren B.S. 2015. Chapter 15 - Economics and Politics of Bark Beetles.°V Bark Beetles. Vega F.E. & Hofstetter R.W. °(ur.). °Academic Press, San Diego: °585-613°str. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00015-0>.
- Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W., Müller A., Sumser H., Hörren T., Goulson D., de Kroon H. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*, 12, 10: 1-21. Povezava: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hayes C.J., Degomez T.E., Clancy K.M., Williams K.K., Mcmillin J.D., Anhold J.A. 2008. Evaluation of Funnel Traps for Characterizing the Bark Beetle (Coleoptera: Scolytidae) Communities in Ponderosa Pine Forests of North-Central Arizona *Journal of Economic Entomology*, 101, 4: 1253-1265. Povezava: <https://doi.org/10.1093/jee/101.4.1253>
- Hillebrand H., Matthiessen B. 2009. Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional biodiversity research. *Ecology Letters*, 12: 1405-1419. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01388.x>
- Hilszczajski J., Gibb H., Bystrowski C. 2007. Insect natural enemies of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytinae) in managed and unmanaged stands of mixed lowland forest in Poland. *Journal of Pest Science*, 80: 99-107. Povezava: <https://doi.org/10.1007/s10340-006-0160-7>
- Hlásny T., Krokene P., Liebhold A., Montagné-Huck C., Müller J., Qin H., Raffa K., Schelhaas M.J., Seidl R., Svoboda M., Viiri H. 2019. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. °From Science to Policy 8. European Forest Institute,°52°str. <https://doi.org/10.36333/fs08>.
- Inouye M. 1962. Details of Bark Beetle Control in the Storm-swept Areas in the Natural Forest of Hokkaido, Japan. *Journal of Applied Entomology*, 51, 1-4: 160-164. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1962.tb04074.x>
- Jakuš R. 1998. A method for the protection of spruce stands against *Ips typographus* by the use of barriers of pheromone traps in north-eastern Slovakia 71, 8: 152-158. Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF02769004>
- Jurc D., Kolšek M. 2012. Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezní gozdnega drevja v Sloveniji. °Silva Slovenica, Gozdarski institut Slovenije, Ljubljana,°104°str.
- Jurc M. 2011. Gozdna Zoologija. °Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana,°348°str.
- Jurc M., Perko M., Džeroski S., Demšar D., Hrašovec B. 2006. Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia: Monitoring and modeling. *Ecological Modelling*, 194: 219-226. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.10.014>
- Kasumović L., Hrasovec B., Jazbec A. 2016. Efficiency of dry and wet flight barrier Theysohn pheromone traps in catching the spruce bark beetles *Ips typographus* L. and *Pityogenes*

- chalcographus L. Šumarski list, 9-10: 477-484. Povezava: <https://doi.org/10.31298/sl.140.9-10.4>
- Kozjek K., Dolinar M., Skok G. 2017. Objective climate classification of Slovenia. International Journal of Climatology, 37, 1: 848-860. Povezava: <https://doi.org/10.1002/joc.5042>
- Kretschmer V.K. 1990. Zur Wirkung von Aasgeruch auf die Fangleistung von Buchdruckerfallen. Anzeiger Für Schädlingskde Pflanzensdautz Umweltschutz, 63, 3: 46-48. Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF01903463>
- Levanič T., Gričar J., Gagen M., Jalkanen R., Loader N.N., McCarroll D., Oven P., Robertson I. 2009. The climate sensitivity of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in the southeastern European Alps. Trees, 23, 169: 169-180. Povezava: <https://doi.org/10.1007/s00468-008-0265-0>
- Lewis, W. J., van Lenteren J.C., Phatak S.C., Tumlinson III J.H. 1997. A total system approach to sustainable pest management. Proceedings of the National Academy of Sciences, 94, 23: 12243-12248. Povezava: <https://doi.org/10.1073/pnas.94.23.12243>
- Lindgren B.S. 1983. A multiple funnel trap for Scolytid beetles (Coleoptera). The Canadian Entomologist, 115: 299-302. Povezava: <https://doi.org/10.4039/Ent115299-3>
- Lindgren B.S., Borden J.H., Chong L., Friskie L.M., Orr D.B. 1983. Factors influencing the efficiency of pheromone-baited traps for three species of ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). The Canadian Entomologist, 115: 303-313. Povezava: <https://doi.org/10.4039/Ent115303-3>
- Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., Garcia-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolström M., Lexer M.J., Marchetti M. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. Forest Ecology and Management, 259, 4: Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.023>
- Lobinger G. 1995. Einsatzmöglichkeiten von Borkenkäferfallen. Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge, 50: 198-201. Povezava:
- Martín A., Etxebeste I., Pérez G., Álvarez G., Sánchez E., Pajares J. 2013. Modified pheromone traps help reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. Agricultural and Forest Entomology, 15: 86-97. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00594.x>
- McCravy K.W., Nowak J.T., Douce G.K., Berisford C.W. 2000. Evaluation of Multiple-Funnel and Slot Traps for Collection of Southern Pine Bark Beetles and Predators. Journal of Entomological Science, 35, 1: 77-82. Povezava: <https://doi.org/10.18474/0749-8004-35.1.77>
- Müller J., Bußler H., Goßner M., Rettelbach T., Duelli P. 2008. The European spruce bark beetle *Ips typographus* in a national park: from pest to keystone species. Biodiversity and Conservation, 17: 2979–3001. Povezava: <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9409-1>
- Nagel T.A., Mikac S., Dolinar M., Klopčič M., Keren S., Svoboda M., Diaci J., Boncina B., Paulic V. 2017. The natural disturbance regime in forests of the Dinaric Mountains: A synthesis of evidence. Forest Ecology and Management, 388: 29-42. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.047>
- Netherer S., B. P., J. P., Matthews B. 2019. Acute Drought is an Important Driver of Bark Beetle Infestation in Austrian Norway Spruce Stands. Forests and Global Change, 2, 39: Povezava: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00039>
- Niemeyer H. 1985. Field response of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) to different trap structures and white versus black flight barriers. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 99: 44-51. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1985.tb01958.x>
- Ogris N., Ferlan M., Hauptman T., Pavlin R., Kavčič A., Jurc M., de Groot M. 2019. RITY – A phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring. Ecological Modelling, 410, 108775: 1-14. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108775>
- Oksanen J., Blanchet F.G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlinn D., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L., Solymos P., Stevens M.H.H., Szoecs E., Wagner H. 2013. Vegan: Community Ecology Package, R package version 2.0-7 edn. Journal of Statistical Software, 48: 1-21. Povezava: [https://www.researchgate.net/publication/282247686\\_Vegan\\_Community\\_Ecology\\_Package\\_R\\_package\\_version\\_20-2](https://www.researchgate.net/publication/282247686_Vegan_Community_Ecology_Package_R_package_version_20-2)
- Panzavolta T., Bracalini M., Bonuomo L., Croci F., Tiberi R. 2014. Field response of non-target beetles to *Ips sexdentatus* aggregation pheromone and pine volatiles. Journal of Applied Entomology, 138: 586-599. Povezava: <https://doi.org/10.1111/jen.12121>

- Pavlin R. 1991. Problem selektivnosti sintetičnih feromonov za obvladovanje podlubnikov. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 38: 125-160. Povezava: <http://eprints.gozdis.si/440/>
- Pereira H.M., Leadley P.W., Proença V., Alkemade R., Scharlemann J.P.W., Fernandez-Manjarrés J.F., Araújo M.B., Balvanera P., Biggs R., Cheung W.W.L., Chini L., Cooper H.D., Gilman E.L., Guénette S., Hurtt G.C., Huntington H.P., Mace G.M., Oberdorff T., Revenga C., Rodrigues P., Scholes R.J., Sumaila U.R., Walpole M. 2010. Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. *Science*, 330, 6010: 1496-1501. Povezava: <https://doi.org/10.1126/science.1196624>
- Pernek M. 2002. Analysis of biological efficiency of feromon preparations and types of traps used for capturing bark beetle *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae). *Radovi - Šumarski Institut Jastrebarsko*, 37, 1: 61-83. Povezava: <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-biological-efficiency-of-pheromone-and-Pernek/0990b2913522a85fd5431e3ecf29bc3078032ad0>
- Potterf M., Nikolov C., Kočická E., Ferenčík J., Mezei P., Jakuš R. 2019. Landscape-level spread of beetle infestations from windthrown- and beetle-killed trees in the non-intervention zone of the Tatra National Park, Slovakia (Central Europe). *Forest Ecology and Management*, 432: 489-500. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.050>
- R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (31. 03. 2021).
- Raffa K.F., Aukema B.H., Bentz B.J., Carrol A.L., Hicke J.A., Turner M.G., Romme W.H. 2008. Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience*, 58, 6: 501-517. Povezava: <https://doi.org/10.1641/B580607>
- Regnander J., Solbreck C.H. 1981. Effectiveness of different types of pheromone traps used against *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in Sweden. *Anzeiger Für Schädlingkunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 54: 104-108. Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF01906542>
- Ryall K.L., Fahrig L. 2005. Habitat loss decreases predator-prey ratios in a pine-bark beetlesystem. *OIKOS*, 110: 265-270. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13691.x>
- Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K.A.G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232: 8-27. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Schlyter F., Birgersson G., Byers J.A., Lofqvist J., Bergstrom A.G. 1987a. Field response of spruce bark beetle, *Ips typographus*, to aggregation pheromone candidates. *Journal of Chemical Ecology*, 13, 4: 701-716. Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF01020153>
- Schlyter F., Byers J.A., Lofqvist J. 1987b. Attraction to pheromone sources of different quantity, quality, and spacing: Density-Regulation Mechanisms in Bark Beetle *Ips typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 13, 6: Povezava: <https://doi.org/10.1007/BF01012294>
- Schlyter F., Lofqvist J., Byers J.A. 1987c. Behavioural sequence in the attraction of the bark beetle *Ips typographus* to pheromone sources. *Physiological Entomology*, 12: 185-196. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.1987.tb00741.x>
- Schroeder L.M. 2013. Monitoring of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*: influence of trapping site and surrounding landscape on catches. *Agricultural and Forest Entomology*, 15: 113-119. Povezava: <https://doi.org/10.1111/afe.12002>
- Seibold S., Gossner M.M., Simons N.K., Blüthgen N., Müller J., Ambarlı D., Ammer C., Bauhus J., Fischer M., Habel J.C., Linsenmair K.E., Naus T., Penone C., Prati D., Schall P., Schulze E.D., Vogt J., Wöllauer S., Weisser W.W. 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574: 671-674. Povezava: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>
- Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., Vacchiano G., Wild J., Ascoli D., Petr M., Honkaniemi J., Lexer M.J., Trotsiuk V., Mairota P., Svoboda M., Fabrika M., Nagel T.A., Reyher C.P.O. 2017. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7, 6: 395-402. Povezava: <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- Southwood T.R.E. 1975. *Ecological methods : With particular reference to the study of insect populations.* Chapman & Hall, London, 391 str.
- Sturrock R.N., Frankel S.J., Brown A.V., Hennon P.E., Kliejunas J.T., Lewis K.J., Worrall J.J., Woods A.J. 2011. Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 60, 1: 133-149. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x>

- Šramel N., Kavčič A., Kolšek M., de Groot M. 2021. Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle. *Journal of Applied Entomology*, 145, 4: 312-325. Povezava: <https://doi.org/10.1111/jen.12853>
- Šramel N.K., Andreja, Kolšek M.d.G., Maarten. 2021. Na kaj moramo biti pozorni, ko izbiramo feromonski pripravek za ulov osmerozobega smrekovega lubadarja v režaste pasti? *Novice iz varstva gozdov*, 14: 1-4. Povezava: <https://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=14-1>
- Valkama H., Raty M., Niemela P. 1997. Catches of *Ips duplicatus* and other non-target Coleoptera by *Ips typographus* pheromone trapping. *Entomologica Fennica*, 8, 3: 153-159. Povezava: <https://doi.org/10.33338/ef.83934>
- Vité J.P. 1989. The European struggle to control *Ips typographus* - past, present and future. *Holarctic Ecology*, 12, 4: 520-525. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1989.tb00931.x>
- Wermelinger B. 2002. Development and distribution of predators and parasitoids during two consecutive years of an *Ips typographus* (Col., Scolytidae) infestation. *Journal of Applied Entomology*, 126: 521-527. Povezava: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2002.00707.x>
- Wermelinger B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202: 67-82. Povezava: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>
- Wermelinger B., Obrist M.K., Duelli P. 1999. Development of the bark beetle (Scolytidae) fauna in windthrow areas in Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 72, 3-4: 209-220. Povezava: <https://doi.org/10.5169/seals-402753>
- Wermelinger B., Seifert M. 1998. Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 122, 4: 185-191. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1998.tb01482.x>
- Weslien J. 1992. The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) species composition, phenology, and impact on bark beetle productivity. *Entomologica Fennica*, 3: 205-213. Povezava: <https://www.cabi.org/isc/abstract/19931180643>
- Weslien J. 1994. Interactions within and between species at different densities of the bark beetle *Ips typographus* and its predator *Thanasimus formicarius*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71: 133-143. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1994.tb01779.x>
- Wichmann L., Ravn H.P. 2001. The spread of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark, analysed using GIS. *Forest Ecology and Management*, 148: 31-39. Povezava: [http://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00477-1](http://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00477-1)
- Wood S.N. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)*, 73, 1: 3-36. Povezava: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2010.00749.x>
- Zahradník P., Zahradníková M. 2014. Evaluation of the efficacy duration of different types of pheromone dispensers to lure *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Forest Science*, 60: 456-463. Povezava: <http://doi.org/10.17221/15/2014-JFS>
- Zahradník P., Zahradníková M. 2015. The efficacy of a new pheromone trap setup design, aimed for trapping *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *Šumarski list*, 3-4: 181-186. Povezava: <https://hrcak.srce.hr/141894>
- ZGS. 2012a. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kranj (2011 – 2020) Št. 03/11.°Ljubljana,°Zavod za gozdove Slovenije območna enota Kranj,°478°str. [https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/GOZDNOGOSPODARSKI-NACRTI/Kranj/518e8ae2f7/03\\_KRANJ\\_2011-2020.pdf](https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/GOZDNOGOSPODARSKI-NACRTI/Kranj/518e8ae2f7/03_KRANJ_2011-2020.pdf).
- ZGS. 2012b. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Ljubljana (2011 – 2020) Št. 04/11.°Ljubljana,°Zavod za gozdove Slovenije območna enota Ljubljana,°1192°str. [https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/GOZDNOGOSPODARSKI-NACRTI/Ljubljana/083edeb54f/04\\_LJUBLJANA\\_2011-2020.pdf](https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/GOZDNOGOSPODARSKI-NACRTI/Ljubljana/083edeb54f/04_LJUBLJANA_2011-2020.pdf).
- ZGS. 2012c. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Maribor (2011 – 2020) Št. 12/11.°Ljubljana,°Zavod za gozdove Slovenije območna enota Maibor,°396°str. [https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/GOZDNOGOSPODARSKI-NACRTI/Maribor/3268154e19/12\\_MARIBOR\\_2011-2020.pdf](https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/GOZDNOGOSPODARSKI-NACRTI/Maribor/3268154e19/12_MARIBOR_2011-2020.pdf).

- ZGS. 2012d. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Slovenj Gradec (2011 – 2020) Št. 11/11.°Ljubljana,°Zavod za gozdove Slovenije območna enota Slovenj Gradec,°319°str. [https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/Gozdnogospodarski-nacrti/Slovenj-Gradec/1b7ca8d324/11\\_SLOVENJ\\_GRADEC\\_2011-2020.pdf](https://www.gov.si/assets/Ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/Gozdnogospodarski-nacrti/Slovenj-Gradec/1b7ca8d324/11_SLOVENJ_GRADEC_2011-2020.pdf).
- ZGS. 2019a. Poročilo o delu Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2018.°Ljubljana,°Zavod za gozdove Slovenije,°104°str. [http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA\\_POROCILA/2018\\_Porocilo\\_o\\_delu\\_ZGS.pdf](http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2018_Porocilo_o_delu_ZGS.pdf).
- ZGS. 2019b. Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2018.°Ljubljana,°Zavod za gozdove Slovenije,°135°str. [http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA\\_POROCILA/2018\\_Porocilo\\_o\\_gozdovih.pdf](http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2018_Porocilo_o_gozdovih.pdf).
- Zhang Q.-H., Schlyter F. 2010. Inhibition of Predator Attraction to Kairomones by Non-Host Plant Volatiles for Herbivores: A Bypass-Trophic Signal. PLOS ONE, 5, 6: 1-9. Povezava: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011063>
- Zuur A., Ieno E., Walker N., Savelie A., Smith G. 2009. Mixed effect models and extensions in ecology with R. °Springer, New York°str. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-87458-6>.



1 **A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce bark beetle**

2 **Eine Kosten-Nutzen-Analyse verschiedener Fallen zur Überwachung des europäischen**

3 **Fichtenborkenkäfers**

4 Nina Šramel<sup>1</sup>, Andreja Kavčič<sup>1</sup>, Marija Kolšek<sup>2</sup>, Maarten De Groot<sup>1\*</sup>

5  
6 Keywords: slot trap, funnel trap, cross-vane trap, bycatch, *Ips typographus*, monitoring, budget, predators

7 Schlüsselwörter: Schlitzfalle, Trichterfalle, Kreuzbarrierenfalle, Beifang, *Ips typographus*, Überwachung,

8 Budget, Raubtiere

9  
10 **Abstract**

11  
12 In most European countries, traps play an important role in *I. typographus* monitoring and rapid response systems.  
13 However, to make a good monitoring system, the most effective trap type should be used. We investigated the  
14 effectiveness of traps in catching *I. typographus*, their selectivity towards bycatch and predators, and the cost of  
15 using different types of traps: single slot, cross-vane and funnel traps. We also tested different types of slot traps  
16 (single, double and triple) and their sensitivity, namely whether it is possible to detect the difference between the  
17 location where a disturbance occurred in the same year as the experiment took place (disturbed location) and an  
18 undisturbed location (control location). Altogether, we used 50 traps, where every trap type had 10 repetitions and  
19 was baited with the pheromone IT Ecolure Extra®. We collected the catch from mid-April until the end of  
20 September 2020. We found that the single slot, cross-vane and funnel traps did not differ in their effectiveness and  
21 selectivity towards bycatch. The most affordable trap type is the funnel trap, followed by the cross-vane and slot  
22 traps. The results for all slot traps showed that the catch of *I. typographus* increases from single, through double  
23 to triple slot traps. The same pattern was to some extent observed in the bycatch and predators. While the  
24 effectiveness almost doubled, trap expenses tripled. Among the alternative traps, the highest score was obtained  
25 by the single slot trap. Among all three slot traps, the triple slot trap had the highest score, closely followed by the

---

<sup>1</sup> Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia

<sup>2</sup> Slovenia Forest Service, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenia

\* Corresponding author: Maarten De Groot, maarten.degroot@gozdis.si



26 single slot trap. Even though the cost of traps is lower compared to the cost of labour, it can still play an important  
27 role when deciding which trap type is the best choice for monitoring or research.

28

29 In den meisten europäischen Ländern spielen Fallen eine wichtige Rolle bei der Überwachung von *I. typographus*  
30 und entsprechenden Rapid-Response-Systemen. Für ein gutes Überwachungssystem sollte jedoch der effektivste  
31 Fallentyp verwendet werden. Wir haben die Wirksamkeit von Fallen beim Fang von *I. typographus*, ihre  
32 Selektivität gegenüber Beifang und Raubtieren sowie die Kosten für den Einsatz verschiedener Fallentypen –  
33 Einfach-Schlitz-, Kreuzbarrieren- und Trichterfallen – untersucht. Wir haben auch verschiedene Arten von  
34 Schlitzfallen (Einfach-, Zweifach- und Dreifachfallen) und ihre Sensitivität getestet, d. h. ob es möglich ist, den  
35 Unterschied zwischen dem Ort, an dem im selben Jahr, in dem der Versuch stattfand, eine Störung auftrat (Ort mit  
36 Störung), und einem Ort ohne Störung (Kontrollort) zu erkennen. Insgesamt haben wir 50 Fallen verwendet, wobei  
37 jeder Fallentyp 10 x eingesetzt wurde und mit einem Pheromon IT Ecolure Extra® Köder versehen war. Wir haben  
38 die Fänge von Mitte April bis Ende September 2020 gesammelt. Wir haben festgestellt, dass sich die Einfach-  
39 Schlitz-, Kreuzbarrieren- und Trichterfallen in ihrer Wirksamkeit und Selektivität in Bezug auf den Beifang nicht  
40 unterschieden. Der günstigste Fallentyp ist die Trichterfalle, gefolgt von der Kreuzbarrieren- und der Schlitzfalle.  
41 Die Ergebnisse für alle Schlitzfallen haben gezeigt, dass der Fang von *I. typographus* von der Einfach- über die  
42 Zweifach- bis zur Dreifach-Schlitzfalle zunimmt. Dasselbe Muster wurde in gewissem Umfang bei den Beifängen  
43 und den Raubtieren beobachtet. Während sich die Wirksamkeit fast verdoppelte, verdreifachten sich die  
44 Fallenkosten. Von den alternativen Fallen hat die Einfach-Schlitzfalle die höchste Punktzahl erreicht. Von allen  
45 drei Schlitzfallen hat die Dreifach-Schlitzfalle die höchste Punktzahl erreicht, dicht gefolgt von der Einfach-  
46 Schlitzfalle. Auch wenn die Kosten für Fallen im Vergleich zu den Arbeitskosten geringer sind, können sie doch  
47 eine wichtige Rolle bei der Entscheidung spielen, welcher Fallentyp die beste Wahl für die Überwachung oder  
48 Forschung ist.

49

50

## Introduction

51

52 In the last decades, European forests have been threatened by climate change and subsequent pest outbreaks (Forest  
53 Europe 2020). One of the most problematic pests in Central Europe is the European spruce bark beetle (*Ips*

54 *typographus* [Linnaeus, 1758]) (Hlásny *et al.* 2019, Nagel *et al.* 2017). This species attacks Norway spruce (*Picea*  
55 *abies*), which is one of the most economically important tree species in Europe (Forest Europe 2020). Calculations  
56 have shown that the damage caused by *I. typographus* in European countries is estimated at 2.88 million m<sup>3</sup> per  
57 year between 1958 and 2001 (Grégoire *et al.* 2015). It is therefore important to have a good working management  
58 system in place which focuses on monitoring, early warning and the actual mitigation of outbreaks (Fettig ,  
59 Hilszczański 2015).

60 Monitoring of forest pest populations shows whether the dormant population will grow and cause significant  
61 outbreaks and subsequently considerable damage to host trees (Wermelinger 2004). When populations are  
62 increasing, foresters have to act quickly in order to mitigate outbreaks (Fettig , Hilszczański 2015). However,  
63 population growth can be very rapid; therefore, methods that can accurately measure it should be used (Fernandez-  
64 Carrillo *et al.* 2020, Fettig , Hilszczański 2015, Wermelinger 2004). Several methods are used for monitoring bark  
65 beetle populations or the onset of damage, varying from remote sensing with satellites or drones (Fernandez-  
66 Carrillo *et al.* 2020) to assessing trees in the field (Fettig , Hilszczański 2015). However, the most common method  
67 for *I. typographus* is the use of pheromone traps (Wermelinger 2004). This method has been proven to be very  
68 effective since it shows the swarming of the beetles over time, based on which the next outbreak can be estimated  
69 using phenological models (Baier *et al.* 2007). However, when using this method, several critical points should be  
70 taken into account: (i) traps should be set at or before the start of bark beetle swarming, (ii) pheromones should  
71 work well enough to detect an increase in the pest population but should not result in excessive bycatch and (iii)  
72 traps should be able to catch the target pest.

73 As important as it is to select the correct pheromone lure (Pernek 2002, Schlyter *et al.* 1987a, Schlyter *et al.* 1987b,  
74 Schlyter *et al.* 1987c, Šramel *et al.* 2021), it is also very important to select the correct trap type (Flechtmann *et*  
75 *al.* 2000, Galko *et al.* 2016, Jakuš 1998, Kasumović *et al.* 2016, Lindgren 1983, Lindgren *et al.* 1983, Niemeyer  
76 1985, Pernek 2002, Regnander , Solbreck 1981), as well as the appropriate trap placement (Andersson *et al.* 2011,  
77 Bakke 1985, Galko *et al.* 2016, Hayes *et al.* 2008, Jakuš 1998, Lindgren *et al.* 1983, Zahradník , Zahradníková  
78 2015), when setting up a monitoring system. In the search for the most effective, reliable and discriminatory trap,  
79 many different trap types have been developed throughout history (Galko *et al.* 2016, Jakuš 1998, Lindgren 1983,  
80 Niemeyer 1985, Regnander , Solbreck 1981) and many improvements have been made (Bakke 1989, Galko *et al.*  
81 2016, Lindgren 1983, Niemeyer 1985, Regnander , Solbreck 1981). For some trap types, as has been noted for  
82 cylinder traps (Regnander , Solbreck 1981), further possibilities for improvements are limited. For this reason,  
83 some countries have shifted from drainpipe traps to funnel traps (Marini *et al.* 2013). Traps must possess certain

84 basic properties: (i) the ability to catch as many individuals as possible without these individuals escaping, (ii) the  
85 ability to catch organisms even at low concentrations and (iii) reliable trapping effectiveness, i.e. the catch shows  
86 the flight activity of the monitored organism. Nevertheless, we are in a period in which biodiversity is decreasing  
87 rapidly due mostly to direct human activity, and global warming is only accelerating the process (Gossner ,  
88 Wohlgemuth 2020, Hillebrand , Matthiessen 2009, Pereira *et al.* 2010). Insect abundance is declining over all the  
89 world (Hallmann *et al.* 2017, Sánchez-Bayo , Wyckhuys 2019), not only in agricultural land but also in forests  
90 (Seibold *et al.* 2019). With this in mind, traps should also avoid catching too many other species, especially the  
91 predators of the target organism (Bakke 1989, Galko *et al.* 2016, Kasumović *et al.* 2016, Martín *et al.* 2013, Pernek  
92 2002, Šramel *et al.* 2021, Weslien 1992). Although this can already be achieved through the use of species-specific  
93 pheromones (Spears *et al.* 2016), the type of trap selected is another method to avoid excessive bycatch. In Europe,  
94 there are several trap types used for catching spruce bark beetles, the most important of which is the slot trap  
95 (Niemeyer *et al.* 1983). For this reason, we tested three trap types that have a trapping surface of a similar size  
96 (single slot, cross-vane and funnel traps) and one trap type with different sized trapping surfaces (single slot,  
97 double slot and triple slot traps). We tested the most important aspects, i.e. trapping effectiveness and selectivity,  
98 and compared them to the cost of the traps.

99 Our main aim was to evaluate different trap types for catching *I. typographus*. Several other studies have examined  
100 the effectiveness of traps for *I. typographus* (Galko *et al.* 2010, Galko *et al.* 2016, Kasumović *et al.* 2016, Niemeyer  
101 1985, Pavlin 1991, Pernek 2002, Regnander , Solbreck 1981). Some have included the bycatch (Pavlin 1991,  
102 Pernek 2002); however, many have focused only on predators (Kasumović *et al.* 2016) or other bark beetle species  
103 (Galko *et al.* 2010) and some just on a specific group of species (Galko *et al.* 2016). We are therefore proposing  
104 an integrated framework comparable to that developed for the pheromones of *I. typographus* (Šramel *et al.* 2021)  
105 in which the user can easily see the pros and cons of different aspects of the traps and therefore make a more  
106 informed decision on which trap type to use in the monitoring system of *I. typographus*.

107 Our research question was to investigate the effectiveness, selectivity and costs of different traps. We compared  
108 five different commercially available trap types (single, double and triple slot traps; funnel trap; and cross-vane  
109 trap). We hypothesised that (i) there would be a difference in *I. typographus* catch between single slot, funnel and  
110 cross-vane traps; (ii) Based on the previous research (Pernek 2002), we anticipate that the catch in our triple slot  
111 traps will also be twice as high as in single slot traps; (iii) the bycatch would be higher in alternative traps and  
112 traps with more surface area (such as double and triple slot taps) than in single slot traps; (iv) the same pattern  
113 observed in the bycatch would be observed in the catch of *I. typographus* predators; (v) the cost of traps represents

114 a significant part of the monitoring budget; and (vi) it is possible to distinguish between undisturbed locations and  
115 those that were disturbed less than a year before the experiment (over autumn and winter) based on the catch rate  
116 of *I. typographus*. All of the above hypotheses are standardized and presented in an index that shows the important  
117 properties of all five analysed trap types.

118

119

## Materials and methods

120

121

### Location description

122

123 For our study, we selected four forest management (FMA) locations in Slovenia. The Kranj FMA (x: 454375.55,  
124 y: 121794.66) lies in the middle north-west part of Slovenia and has the characteristics of the Alpine and Sub-  
125 Alpine regions. It has 72,144 ha of forest, which covers 67 % of the surface. The altitude of the landscape ranges  
126 from 320 m to 2,558 m, and the soil mainly consists of a dolomite and limestone base. It has a mixture of a  
127 temperate Alpine and humid continental climates (ZGS 2012a).

128 The Ljubljana FMA (x: 458788.45, y: 115678.50) lies in the middle of Slovenia and has characteristics of the  
129 Alpine, Dinaric-Pannonian regions. It has 145,254 ha of forest, which covers 58 % of the surface. The altitude of  
130 the landscape ranges from 189 m to 2,558 m, and the soil mainly consists of a dolomite and limestone base. It has  
131 a mixture of pre-Dinaric-pre-Pannonian climate and Alpine climates (ZGS 2012b).

132 The Maribor FMA (x: 542510.09, y: 149944.84) lies in the middle north-east part of Slovenia and has  
133 characteristics of the Alpine and Pannonian regions. It has 96,790.57 ha of forest, which covers 42 % of the surface.  
134 The altitude of the landscape ranges from 210 m to 1,537 m, and the soil mainly consists of a carbonate and silicate  
135 base. It has a mixture of Sub-Alpine and Sub-Pannonian climates (ZGS 2012c).

136 The Slovenj Gradec FMA (x: 517333.76, y: 146364.41) lies in the middle north-east part of Slovenia and has  
137 characteristics of the Alpine and Dinaric-Pannonian regions. It has 59,577 ha of forest, which covers 68 % of the  
138 surface. The altitude of the landscape ranges from 320 m to 2,128 m, and the soil mainly consists of a silicate base.  
139 It has a mixture of Alpine and Pannonian climates (ZGS 2012d).

140

141

## Experimental design and survey protocol

142

143 The experiment was conducted from mid-April to the end of September 2020. The traps were set in two locations  
144 in the western part of Slovenia (Kranj FMA and Ljubljana FMA) and two locations in the eastern part of Slovenia  
145 (Slovenj Gradec FMA and Maribor FMA) before the spring swarming. All four locations are in the Alpine region  
146 and have the same tree composition and share of Norway spruce (*Picea abies*). Although the altitude is different  
147 in the eastern and western part of Slovenia, the selected locations within the regions have a similar altitude.

148 The Ljubljana FMA and Slovenj Gradec FMA were selected as undisturbed locations. They were not affected by  
149 any natural disturbances in the autumn and winter of the year in which the experiment was carried out, and the  
150 population of bark beetles did not exceed the multiplication threshold. The Kranj FMA and Maribor FMA were  
151 used as disturbed locations. The selected disturbed locations were affected by a windthrow in February 2020, and  
152 the population of bark beetles also did not exceed the multiplication threshold.

153 For this experiment, we used five different commercially available traps: single, double and triple WitaTrap® bark  
154 beetle slot traps (slot trap; 50 x 49 x 6.5 cm), the Wita®Prall cross-vane panel trap (cross-vane trap; 129 x 40 x 40  
155 cm) and WitaTrap® multi funnel trap (funnel trap; 5 funnels), all purchased from WITASEK® PflanzenSchutz  
156 GmbH. All traps were used as dry traps and set at least 1 km away from each other. We used the bark beetle  
157 aggregation pheromone IT Ecolure Extra® from Fytofarm as a blotter.

158 In the Ljubljana FMA and Kranj FMA, we set up 10 traps (altogether 20 traps) such that each type of trap had two  
159 repetitions per treatment (control/test are). The traps from the Ljubljana FMA were set at an altitude of 340 m to  
160 361 m (average 386.90 m), and the traps from the Kranj FMA were set at an altitude of 369 m to 413 m (average  
161 350.20 m). In the Slovenj Gradec FMA and Maribor FMA, we set up 15 traps (altogether 30 traps) such that each  
162 type of trap had three repetitions per treatment (control/test are). The traps in the Slovenj Gradec FMA were set at  
163 an altitude of 725 m to 1046 m (average 891.47 m), and the traps in the Maribor FMA were set at an altitude of  
164 666 m to 1178 m (average 889.60 m).

165 Overall, we set up 50 traps; each type had five repetitions. The traps were emptied by regional units of the Slovenia  
166 Forest Service (SFS) every 7 to 14 days. The collection date varied depending on the temperature, and if it rose  
167 above 24 °C, it was mandatory to empty the traps every 7 days. All trap types had one bark beetle aggregation  
168 pheromone, which was changed. The collected samples from the traps were preserved in 70 % alcohol, delivered

169 to the Department of Forest Protection of the Slovenian Forestry Institute and stored in the refrigerator until  
170 morphological analysis.

171

## 172 Laboratory analyses

173

174 All samples were morphologically analysed in the laboratory of the Department of Forest Protection of the  
175 Slovenian Forestry Institute. The analyses were carried out with help of a stereomicroscope and identification  
176 keys. First, the samples were strained as best as possible. Then, we separated the bycatch from specimens of  
177 European spruce bark beetle (*Ips typographus*). We counted the number of *I. typographus*, or we measured the  
178 volume and calculated the number by the formula 1 ml = 40 specimens of *I. typographus*. The bycatch was further  
179 separated into Coleoptera species and other taxa. Coleoptera species were determined to the family level, and only  
180 the most frequent predators of *I. typographus* were determined to the species level if possible (*Thanasimus*  
181 *femoralis*, *Thanasimus formicarius* and *Nemosoma elongatum*). The bycatch of other taxa was determined to the  
182 lowest taxonomic level as possible.

183

## 184 Statistical analyses

185

186 We analysed the difference in the number of *Ips typographus*, bycatch and predators, and the composition of the  
187 beetle assemblage, between the different trap types. We performed a separate analysis for the different trap types  
188 (single slot, funnel and cross-vane) and the three slot traps (single, double and triple). For the comparison of *Ips*  
189 *typographus*, bycatch and predators, we used a generalized linear model with a quasi-Poisson error distribution.  
190 The independent variables were the trap type, disturbed and undisturbed locations and the east and west locations,  
191 and the interaction between trap type and disturbance. Model selection was done on the basis of stepwise  
192 backwards selection. Because quasi-Poisson models do not produce an Akaike information criterion, the variables  
193 were selected when the significance level was lower than  $P = 0.05$ .

194 The bycatch composition was only analysed for beetle families. The dissimilarity of beetle families between trap  
195 types was analysed using a PERMANOVA with the Jaccard index (Anderson 2001). The dependent variable was

196 a matrix with families in the columns and trap locations in the rows and absence and presence as values. The  
197 independent variables were trap type and disturbance type. The analysis was done with ADONIS in the “vegan”  
198 library (Oksanen *et al.* 2013) and used 999 permutations.

199 The most affected beetle family was determined by using the IndVal analysis. We checked only the difference  
200 between trap types and used 999 permutations when computing the model. The “indicspecies” library was used to  
201 determine the most affected families (De Cáceres , Legendre 2009).

202 For the cost analysis, we considered all expenses related to the bark beetle monitoring performed by the regional  
203 units of the SFS. The cost of laboratory work used for this article was not included as it is usually not used for  
204 annual bark beetle monitoring in Slovenia. In the analysis, we used the cost of materials (traps, stands and  
205 pheromones) as well work and travel expenses. All prices for materials were obtained from invoices received from  
206 the companies supplying the traps. The cost of the workforce and travel expenses were provided by the SFS. Travel  
207 expenses were calculated with the standard SFS price per mile and work expenses with the average hourly rate for  
208 the second gross payment of district foresters.

209 Finally, we created an index based on Šramel *et al.* (2021), with which we calculated the effectiveness of the trap  
210 types. The index was calculated per trap as follows:

211 (i) The efficiency index (indexTC) was calculated as the average of the total catch of *I. typographus* per selected  
212 trap type (TC) divided by the maximum catch of *I. typographus* from all trap types (maxTC).

213 (ii) The selectivity index (indexBTCTC) was calculated as the average of the ratio between the number of bycatch  
214 (BTC) and the number of *I. typographus* from the selected trap type (TC), divided by the maximum ratio of  
215 bycatch/catch from all trap types (max(BTC/TC)).

216 (iii) Both components were summed and divided by two to obtain the total index of effectiveness (index). The  
217 index was then compared with the costs of the trap type.

218

## 219 **Results**

220

221 Altogether, we collected 797,242 specimens between mid-April and September 2020. The catch was composed of  
222 727,249 *I. typographus* and 69,993 other specimens as bycatch. In the bycatch, there were 63,826 individuals of

223 Coleoptera species and 6,167 individuals of other taxa. In the Coleoptera bycatch, we found 143 individuals of *I.*  
224 *typographus* predator species. Coleoptera was mostly represented by other Curculionidae species. The other more  
225 abundant Coleoptera families were Staphylinidae, Silphidae, Leiodidae, Scarabaeidae and Elateridae. All other  
226 Coleoptera taxa had less than 400 specimens (Table 1). Among 143 predators of *I. typographus*, there were 71  
227 specimens of *Nemosoma elongatum*, 46 of *Thanasimus femoralis* and 26 of *Thanasimus formicarius*. The largest  
228 portion of other taxa bycatch was represented by specimens from Hymenoptera and Hemiptera, followed by  
229 Diptera, Dermaptera and Araneae. All other taxa had less than 80 specimens. The catch that surprised us was the  
230 catch of four rodent specimens (Table 1).

231

### 232 Comparison between trap types

233

234 For the *I. typographus* catch, none of the variables were included in the model. There were no significant  
235 differences between the single slot trap (N = 133.304; median = 11,876), cross-vane trap (N = 116.384; median =  
236 11,745.5) and funnel trap (N = 118.014; median = 9,879.5); between the undisturbed location and disturbed  
237 location; or between western and eastern Slovenia (Figure 1 and Table 3).

238 For the bycatch, none of variables were included in the model. There were no significant differences between the  
239 single slot trap (median = 777.5), cross-vane trap (median = 690) and funnel trap (median = 595) (Figure 1);  
240 between the undisturbed location and disturbed location; or between western and eastern Slovenia (Table 3).

241 However, all four rodents were caught in cross-vane traps (Table 1).

242 The model with predators did not include any variables. There were no significant differences between the single  
243 slot trap (N = 11), cross-vane trap (N = 38) and funnel traps (N = 58), or between the disturbance regime and  
244 location of the experiments (Table 3).

245 There was no difference in family composition ( $F = 1.0797$ ,  $R^2 = 0.07405$ ,  $P = 0.3457$ ). The families Staphylinidae  
246 (stat = 0.743,  $P = 0.021$ ) and Melandryidae (stat = 0.632,  $P = 0.025$ ) were more frequently found in funnel traps  
247 (Table 1).

248

### 249 Comparison between slot traps

250



251 For *I. typographus*, only the type of trap and the region of Slovenia significantly impacted its abundance. The  
252 number of *I. typographus* caught increased from single (N = 133.304; median = 11,876) to double (N = 158.992;  
253 median = 15,856) to triple (N = 200.555; median = 12,487.5) slot traps (Figure 1 and Table 5). Furthermore, there  
254 was an increase of *I. typographus* in eastern Slovenia (Slovenj Gradec and Maribor) compared to western Slovenia  
255 (Kranj and Ljubljana) (Table 5). Only the triple traps caught a significantly higher number of *I. typographus*  
256 compared to the single traps (Figure 1 and Table 5).

257 Similar to *I. typographus*, the trap type and the region of Slovenia were included in the best model for the bycatch.  
258 Both the double (median = 2,617.5) and triple (median = 1,081.5) slot traps had a higher number of bycatch  
259 compared to the single slot traps (median = 777.5) (Figure 1, Table 1 and Table 5). In eastern Slovenia, there was  
260 a higher bycatch compared to western Slovenia (Table 5).

261 For the number of *I. typographus* predators, none of the variables were included in the model. Predator abundance  
262 was very low in all three slot traps: single (N = 11), double (N = 22) and triple (N = 14). There was also no  
263 difference observed between eastern and western Slovenia (Table 5).

264 There was no difference observed in the bycatch composition between the different slot traps ( $F = 1.65$ ,  $R^2 = 0.11$ ,  
265  $P = 0.17$ ). The IndVal analysis showed that only the triple slot trap had characteristic families: Ciidae (stat = 0.803,  
266  $P = 0.001$ ), Elateridae (stat = 0.751,  $P = 0.037$ ), Staphylinidae (stat = 0.728,  $P = 0.010$ ), Nitidulidae (stat = 0.726,  
267  $P = 0.018$ ), Salpingidae (stat = 0.725,  $P = 0.043$ ), Histeridae (stat = 0.721,  $P = 0.04$ ) and Zopheridae (stat = 0.624;  
268  $P = 0.034$ ) (Table 1).

269

## 270 Budget analysis

271

272 Based on the budget analysis presented in Table 7, it is clear that the cost of the workforce (51.25 %) is the largest  
273 expense in monitoring. The cost of traps also represents a large share of the budget (24.71 %). Pheromones (15.06  
274 %) and travel expenses (8.98 %) represent the smallest share of the budget.

275 If we compare the costs of all expenses (workforce, traps, pheromones and travel expenses) per trap type, the triple  
276 slot trap type accounted for the largest amount of the budget (24.98 %), followed by the double (21.71 %) and  
277 single (18.45 %) trap types. The cost of the cross-vane trap type (17.83%) was less than all three slot trap types,  
278 and the funnel trap type (17.03%) used the minimum amount of the whole budget.

279

280

### Cost-benefit index

281

282 Among the different trap types, the single slot trap was the best trap type according to the selected properties, even  
283 for both sub-indices. Nevertheless, among the alternative traps, the single slot trap is the most expensive. Among  
284 the different slot traps, the triple slot trap had the highest index but was closely followed by the single slot trap.  
285 For the effectiveness index, the triple slot trap was the best, while the single slot trap had less bycatch. Regarding  
286 the costs of the slot traps, the single slot trap is one-third the cost of the triple slot trap (Table 9).

287

288

### Discussion

289

290 Based on the results of our analysis, there is no significant difference in effectiveness between the alternative traps,  
291 i.e. the single slot, funnel and cross-vane traps. Even though there was slightly more catch in the single slot trap,  
292 our first hypothesis is rejected. Due to some difficulties in the field, the rise in efficiency from single to triple slot  
293 trap was only 33.5 % and not 50 % in our study, therefore our second hypothesis is rejected. Since the alternative  
294 traps, i.e. cross-vane and funnel traps, have larger openings, we predicted that they would catch more bycatch  
295 compared to the single slot trap. However, this turned out not to be the case. Although the difference was not  
296 statistically significant, we found more bycatch in the funnel traps. Based on these results, we reject the first part  
297 of our third hypothesis. The double slot trap had the highest total bycatch abundance compared to the triple slot  
298 trap. Since the difference was not statistically significant between the single, double and triple slot traps, we also  
299 reject the second part of our third hypothesis. The answer to our fourth hypothesis, that the catch of *I. typographus*  
300 predators would exhibit the same pattern as the whole bycatch, can be confirmed since we did not find a significant  
301 difference between the three alternative trap types and between the three slot traps for the bycatch as well as for  
302 the catch of predators. Since different trap types have a different number of components, different materials, etc.,  
303 it is logical that they have different prices as well. Therefore, we performed a cost analysis. If we compare the  
304 difference in price for all five trap types together, the decision on which trap type to use will have a large impact  
305 on the whole monitoring budget. Thus, we can conclude that trap expenses can represent a significant part of the  
306 monitoring budget, depending on the purpose of the monitoring and type of traps selected, which confirms our

307 fifth hypothesis. Our sixth hypothesis is rejected since there was no statistically significant difference between  
308 disturbed and undisturbed locations based on the catch rate of *I. typographus*, which means that in the locations  
309 affected by the windthrow in February, the population of *I. typographus* did not grow significantly in the same  
310 year. Based on the calculated index, the single slot trap scored the highest among the alternative traps (single slot,  
311 cross-vane and funnel). Interestingly, the triple slot trap is better than the single slot trap since the triple slot trap  
312 scored higher in effectiveness than the single slot trap scored in selectivity. Nevertheless, the cost of the single slot  
313 trap is only one-third of the cost of the triple slot trap.

314

### 315 Comparison between trap types

316

317 The catch effectiveness of certain types of traps depends on the dimensions of the traps, which are determined by  
318 the biology of the target group of insects (Chandler 2010, Epsky *et al.* 2008, Southwood 1975). Several studies  
319 have shown that different species of Scolytinae are attracted to different trap types (Flechtmann *et al.* 2000,  
320 Lindgren *et al.* 1983, McCravy *et al.* 2000). For some species, even the colour of traps is an important factor  
321 (Campbell , Borden 2006, González-Audino *et al.* 2011). However, for *I. typographus*, the colour does not play  
322 an important role unless the trap is white. In that case, the trap catches fewer specimens than if it is clear, black,  
323 green, grey or reddish-brown (Dubbel *et al.* 1985), at least when it is not placed directly next to a black trap or  
324 compared to a black unbaited trap (Niemeyer 1985).

325 In analysing the effectiveness of traps in catching *I. typographus*, we did not find a statistically significant  
326 difference between the single slot, funnel and cross-vane traps, which is consistent with the results of Galko *et al.*  
327 (2016), although that study analysed additional types of traps (Ecotrap, BEKA trap, slot trap, Lindgren funnel trap,  
328 funnel trap and cross trap – which is similar to our cross-vane trap). Although the study of Flechtmann *et al.* (2000)  
329 was done on other species of Scolytinae, the results are quite interesting. When analysing the number of all beetles  
330 caught, regardless of the species, there were also no differences between the traps tested. However, when they  
331 included the trap surface area in the model, it showed that the ESALQ-84 trap caught significantly more beetles  
332 than the other traps. The trap itself resembles the structure of our cross-vane model, but it is smaller and narrower  
333 and appears more like a cube than a square (15.6 x 14 x 14 cm). In our research, there were slightly more *I.*  
334 *typographus* caught in the single slot trap compared to the funnel trap, and the cross-vane trap had the least amount  
335 of catch. Similar results were found by Pernek (2002), where the single slot trap was better than the Ecotrap and

336 the Bakke improvised tubular trap. Similar results were obtained for *Ips avulsus* and *Ips grandicollis*, which were  
337 caught statistically more frequently or in larger quantities in slot traps compared to funnel traps, while for *Ips*  
338 *calligraphus*, no significant difference in catch rate was recorded between these two traps (McCravy *et al.* 2000).  
339 However, this contradicts the results of Galko *et al.* (2010), where the Lindgren funnel traps (12 funnels) caught  
340 18 % more *I. typographus* than the slot traps (Theysohn). Furthermore, even though the differences in Galko *et al.*  
341 (2016) were not statistically significant, the single slot trap never had the highest catch of *I. typographus* during  
342 the three-year period. The reason might be the use of slightly different trap models. Compared to the traps used in  
343 Galko *et al.* (2016), the single slot traps used in our study are almost the same (ours: 50 x 49 x 6.5 cm; theirs: 57  
344 x 49 x 6 cm), the cross trap is slightly lower and wider than our cross-vane trap model (ours: 129 x 40 x 40 cm;  
345 theirs: 115 x 50 x 50 cm), and both funnel traps are significantly longer than the model we used (ours: five funnels;  
346 theirs: 12 funnels, both models). Furthermore, if we look at the results of the last period from Galko *et al.* (2016),  
347 the highest catch was found in the cross trap. However, they used different trap positioning each year and also  
348 made modifications to some traps, which in turn might have been the reason for the high inconsistency in catch  
349 rate between traps throughout the three-year period. We believe that further investigations are needed since a  
350 comparison of the results with other research suggests that the use of different models of the same trap may affect  
351 hunting effectiveness. As also stated in Galko *et al.* (2010) and partly evident from Galko *et al.* (2016), it is also  
352 necessary to check the reliability of the trap over several consecutive years.

353 Šramel *et al.* (2021) proved that with the use of pheromones, we can distinguish between affected or disturbed  
354 locations and those undisturbed by *I. typographus* through the difference in their catch abundance. The chosen  
355 disturbed locations in that study were affected by a windthrow one year before the experiment. In the present study,  
356 we tested whether we might be able to detect the difference even in the locations that were affected by windthrow  
357 less than a year before the experiment since, in Slovenia, *I. typographus* has two generations (Jurc , Kolšek 2012,  
358 Jurc *et al.* 2006, Šramel *et al.* 2021). The disturbance happened in February 2020, two months before the traps  
359 were set. Our results are in line with other research (de Groot *et al.* 2018, Göthlin *et al.* 2000, Inouye 1962,  
360 Wermelinger *et al.* 1999) in which the abundance of bark beetles increased one year after a natural disturbance.

361 The bycatch or catch of non-target organisms is an unfortunate part of any kind of trapping method which includes  
362 traps with pheromones (Bakke 1989, Galko *et al.* 2016, Pavlin 1991, Pernek 2002, Valkama *et al.* 1997). While  
363 predators and some other species are attracted to the pheromone (Bakke , Kvamme 1981), other bycatch can be  
364 attracted to substances emitted by the attacked host tree or the decomposing smell of beetles, or some specimens  
365 end up in the wrong place at the wrong time (Pavlin 1991, Valkama *et al.* 1997).

366 Even though the lowest abundance of bycatch was caught in the single slot trap, followed by the cross-vane and  
367 funnel traps, the differences were not statistically significant. Since the bycatch usually corresponds to the catch  
368 of *I. typographus* (Pavlin 1991, Šramel *et al.* 2021), and we did not find a statistical difference in *I. typographus*  
369 catch between traps, this result for the bycatch is logical. The proportion of bycatch ranged from 6.5 % (single slot  
370 trap) to 7.3 % (funnel trap), which is slightly higher than that found in Šramel *et al.* (2021), in which only single  
371 slot traps were used and the percentage varied from 4.2 % to 7 % depending on the pheromone used. Pavlin (1991)  
372 made a few comparisons, but the results are hard to compare to those of our study. Based on the data for the single  
373 slot trap with a pheromone specific for *I. typographus* (Pheroprax<sup>®</sup>), the bycatch represented 5 % of the total catch.  
374 Here we do have to emphasize that the author calculated the bycatch to be 0.64 % because other species of bark  
375 beetles were not considered as bycatch. When comparing the single slot trap and drainpipe trap, the author  
376 combined a pheromone for *I. typographus* (Pheroprax<sup>®</sup>) and *Pityogenes chalcographus* (Chalcoprax<sup>®</sup>), which  
377 consequently led to a huge increase in bycatch. If we consider *P. chalcographus* as bycatch, the bycatch was 91.2  
378 % for the slot trap and 72.3 % for the drainpipe trap. Otherwise, it was 0.4 % and 10.4 %, respectively.  
379 Alternatively, if we use the author's logic on what is considered bycatch, it is 0.3 % and 10.4 %, respectively. This  
380 is an example of a change in results due only to a different understanding of what the bycatch species are and, on  
381 the other hand, how much influence the use of different pheromones has on bycatch. Even though Bakke (1989)  
382 stated that drainpipe traps turned out to have the least influence on bycatch of all tested traps, the data were not  
383 presented. However, based on the results of Valkama *et al.* (1997), the bycatch of the drainpipe trap with the  
384 pheromone Ipslure<sup>®</sup> was 17.5 %. In some articles in which different trap types were compared, the data on bycatch  
385 were not published due to the low number of specimens (Galko *et al.* 2016) or other technical issues (Pernek 2002);  
386 therefore, a comparison is quite difficult to make. The first two most abundant Coleoptera families were the same  
387 as that found in Šramel *et al.* (2021); however, the next two were Silphidae and Leodidae, whose abundance was  
388 higher. While the reason for the higher catch of Leodidae is unknown, one of the main reasons for high numbers  
389 of Silphidae in the catch is usually because of the poor draining ability of the traps (Galko *et al.* 2016, Kasumović  
390 *et al.* 2016), and species from this family are attracted to the smell of dead organisms (Kretschmer 1990).  
391 Unfortunately, poor draining ability not only means more species of Silphidae in the catch, but it also lowers the  
392 number of *I. typographus* in the catch (Kretschmer 1990). The highest number of Silphidae were found in funnel  
393 traps, followed by cross-vane and single slot traps. Here it is worth mentioning that all three slot traps had a lower  
394 bycatch than the funnel and cross-vane traps. The composition of Coleoptera and other taxa in our study is also  
395 similar to the results of Pavlin (1991) and Šramel *et al.* (2021). Interestingly, in the study of Šramel *et al.* (2021),

396 there were no representatives from the taxa Gastropoda, which were found in smaller numbers in the present study  
397 in almost all trap types. However, their presence in traps has already been documented (Pavlin 1991). There was  
398 one bycatch that stood out. Four rodents managed to get caught in the cross-vane traps. Based on the photographs  
399 received, the species appeared to be *Muscardinus avellanarius*. Even though that is a very low number, it is still  
400 very unpleasant for the workers who are emptying the traps. In one case the animal was still alive and was set free.  
401 However, the beetles were mostly eaten, and what remained was very hard to determine. When considering the  
402 bycatch, it is worth mentioning that Dubbel *et al.* (1985) and Niemeyer (1985) noticed that white traps attract more  
403 bycatch, and thus we do not recommend the use of white traps or the white colour for prototypes. Indicative  
404 Coleoptera families were found only in the funnel traps: Staphylinidae and Melandryidae.

405 There are many predators and parasites that feed on *I. typographus* larvae as well as on the adults (Hilszczajski *et*  
406 *al.* 2007, Valkama *et al.* 1997, Wermelinger 2002, Weslien 1992). The predators are attracted to the pheromone  
407 emitted by *I. typographus* (Bakke , Kvamme 1981). The most concerning are the catch of vulnerable organisms  
408 and predators of the target organism. Weslien (1992) estimated that predators and parasites of *I. typographus*  
409 reduce its productivity by 83 %. Such a high estimation was found by Wermelinger (2002) only in the second year  
410 of the study, while in the first year it was only 54 %. Nevertheless, the percentage of mortality is still high and  
411 important for the reduction of the *I. typographus* population.

412 In the present study, our attention was focused on only three species of *I. typographus* predators, i.e. *Nemosoma*  
413 *elongatum*, *Thanasimus femoralis* and *Thanasimus formicarius*. The lowest number of caught predators was in the  
414 single slot traps (1 per 12,000). This number increased in the cross-vane (1 per 3,000) and funnel traps (1 per  
415 2,000). Here it is worth mentioning that the double and triple slot traps caught fewer predators than the cross-vane  
416 and funnel traps. Nevertheless, the difference between the alternative traps was not statistically significant. It was  
417 interesting that the catch of *Nemosoma elongatum* doubled in the funnel trap compared to the cross-vane trap. In  
418 the study of Pavlin (1991), the difference in the catch rate of *Nemosoma elongatum* was more dependent on the  
419 use of different pheromones than on the type of trap. It turned out that the pheromone for *Pityogenes chalcographus*  
420 (Chalcoprax<sup>®</sup>) attracts more specimens of *Nemosoma elongatum*. Since in our study we used the same pheromone  
421 (IT Ecolure Extra<sup>®</sup>) in all traps, the reason for the higher catch rate in funnel traps might be due to the different  
422 structure of the trap, which makes it harder for *Nemosoma elongatum* to escape. Martín *et al.* (2013) noted that  
423 funnel traps catch significantly higher numbers of *Thanasimus formicarius* compared to the slot traps and that the  
424 difference is due to the species' greater ability to escape from the slot traps.

425

426

## Comparison between slot traps

427

428 When comparing the three slot traps, we found a statistically significant difference between the single and triple  
429 slot traps, but there was no significant difference between the single and double slot trap. In terms of differences,  
430 the double slot trap had on average 1.2 times higher catch, or in other words it caught 16.2 % more specimens than  
431 the single slot trap. The triple slot trap had on average 1.5 times higher catch or in other words, it caught 33.5 %  
432 more specimens than the single slot trap. Pernek (2002) also compared single and triple slot traps and the difference  
433 between the single and triple slot trap was 1.9 times higher (46.4 %) in favour of the triple slot trap. This difference  
434 is larger than that found in our study, which may be due to a problem with the locations where we set some of our  
435 triple slot traps. The results for some locations from the eastern part of Slovenia for triple slot traps had a very low  
436 catch compared to the other triple slot traps. This is especially visible from the statistic where the total number is  
437 higher for the triple slot trap compared to the double slot trap, but when comparing the median number, the median  
438 of the double slot trap is higher than the median of the triple slot trap. Although we attempted to select locations  
439 with the same conditions, it might be that the difference in microclimate was responsible for it. Schroeder (2013)  
440 emphasized that the catch rate of *I. typographus* is much more dependent on external factors compared to that of  
441 *P. chalcographus*, which is visible from the higher catch variability between the traps. The proposed reason was  
442 the narrower niche of *I. typographus*, which is limited to breeding material larger than 15 cm in diameter due to  
443 its larger body size (Schroeder 2013). Similar variability in annual catch rate between different traps was also seen  
444 in Galko *et al.* (2016), even for the traps that did not have any improvements and only the placement of the traps  
445 was changed. There are some confusing results in Dimitri *et al.* (1992), where they compared the difference  
446 between massive use of single and triple slot traps compared with the sporadic use of only single slot traps, where  
447 the latter treatment had almost the same or just slightly lower, and in some years even higher catch rate, than the  
448 treatment with massive trapping.

449 Here we do have to emphasize that we used only one pheromone per trap type. Based on the results of Zahradník  
450 and Zahradníková (2015), the difference in effectiveness might be higher if there were two pheromones in the  
451 double slot trap and three pheromones in the triple slot trap. There is also an interesting comparison between wet  
452 and dry slot traps in Kasumović *et al.* (2016). Unfortunately, they did not find any statistically significant  
453 difference for *I. typographus*. However, they emphasize that dry traps are easier to handle in the field as well as in

454 the laboratory when determining specimens. Here it is also worth mentioning that dry slot traps cost less than the  
455 wet slot traps, as also pointed out by Kasumović *et al.* (2016).

456 The bycatch of slot traps almost corresponded to the catch of *I. typographus* as well. As expected, the single slot  
457 trap had the lowest abundance of the bycatch. To our surprise, the double slot trap had a larger bycatch than the  
458 triple slot trap. This is likely due to the problem in the selection of locations for the triple slot traps in the eastern  
459 part of Slovenia, as described above. Interestingly, the analysis showed indicative Coleoptera family only for the  
460 triple slot trap: Ciidae, Elateridae, Staphylinidae, Nitidulidae, Salpingidae, Histeridae and Zopheridae.

461

#### 462 Budget analysis

463

464 Budget is an important aspect to consider when setting up monitoring (Bakke 1989; 1991, Dimitri *et al.* 1992,  
465 González-Audino *et al.* 2011, Jakuš 1998, Lindgren 1983). Although prices are different than in the study on the  
466 effectiveness of pheromones (Šramel *et al.* 2021), the sizes of the budget shares remained almost the same. The  
467 biggest share of the budget was again represented by the cost of the workforce. In the study of Šramel *et al.* (2021),  
468 the cost of pheromones was higher compared to the cost of traps and stands in comparison to those costs in our  
469 study, where the expenses changed places as the use of mixed trap types consequently increased the share of the  
470 used budget. In our study with mixed use of traps, the cost of traps represented 24.71 % of the whole budget.  
471 However, this high share is mostly due to the double and triple slot traps, which are rarely used in the field. If we  
472 used only the most affordable trap type (funnel trap), the whole budget would decrease by 14.87 % compared to  
473 the mixed model used, and, on the other hand, the budget would increase by 19.92 % if we used only the most  
474 expensive trap type (triple slot trap) compared to the mixed model. The difference seems very large. However, as  
475 mentioned before, for monitoring the question of which trap type to use is mostly directed towards other more  
476 affordable traps. Therefore, if we compare the three used trap types in our study, the use of cross-vane traps only  
477 would result in a 4.53 % increase in the budget compared to the use of funnel traps only. The use of the single slot  
478 trap only would increase the whole budget by 7.72 % compared to the use of funnel traps only. Furthermore, funnel  
479 or drainpipe traps are usually deployed such that there are three traps per location (Bakke 1985, Hayes *et al.* 2008,  
480 Ryall , Fahrig 2005, Weslien *et al.* 1989). If we used that kind of set up in our study, the cost of using only triple  
481 funnel traps would increase the whole budget by 4.6 % compared to the mixed model. This is still 16.07 % less  
482 than the use of triple slot traps only, not to mention that the funnel traps used in our study had five funnels, whereas



483 those with 10 funnels or more are typically used in the field (Andersson *et al.* 2011, Campbell , Borden 2006,  
484 Flechtmann *et al.* 2000, Galko *et al.* 2016), which of course increases the cost. However, if we used the 10-funnel  
485 model that is also available from the same company that supplied the 5-funnel model, the difference would not be  
486 significant since the funnel traps would still be the most affordable.

487

488

### Index analysis

489

490 Based on the calculated index, the single slot trap had the highest scores for effectiveness and selectivity, which  
491 consequently led to the highest final index score. In other words, the single slot trap was the best trap type among  
492 the alternative traps based on the selected properties.

493 Interestingly, the triple slot trap scored the highest in the final index among all three variations of the slot traps.  
494 While the single slot trap had the highest score in selectivity, the score of the triple slot trap for effectiveness was  
495 much greater, which made the triple slot trap the best trap among all three trap types. However, the single slot trap  
496 was a close second given its effectiveness and the price of triple slot trap, which is three times higher than the price  
497 of the single slot trap. Thus, the single slot trap would be a better investment for the monitoring system.

498

499

### Conclusions

500

501 Our goal was to test three different commercially available traps and three different slot traps for *I. typographus*.  
502 We examined all aspects (effectiveness, selectivity and cost) of the single slot, funnel and cross-vane traps as well  
503 as compared the single, double and triple slot traps. Based on recent studies and our data, it is noticeable that in  
504 terms of effectiveness of catching *I. typographus* among the most frequently used trap types in Europe, i.e. single  
505 slot, cross-vane and funnel traps, there are no statistically significant differences between them regarding trapping  
506 effectiveness (Galko *et al.* 2016) or influence on bycatch. In terms of the trapping effectiveness of the three slot  
507 traps, the difference becomes significant only between the single and triple slot traps. However, while the  
508 effectiveness almost doubles, the expenses for traps and stands triples. The bycatch of double and triple slot traps  
509 was relatively low but still higher than that in the alternative traps. From an economic perspective, the price of the

510 single slot trap and cross-vane trap is very similar, while that of the funnel trap is lower. Based on all gathered  
511 information, it is noticeable that all traps have pros and cons. Additionally, we created a cost-benefit index that  
512 could help researchers and foresters to decide which trap type is most appropriate for monitoring. Although, based  
513 on the selected properties of all five trap types, the triple slot trap had the highest score in the combined index, the  
514 difference in price compared to effectiveness is too great. Further research is needed to explore other potential  
515 variants of the existing traps and to work on new prototypes to increase effectiveness and reduce bycatch and  
516 potential costs. Therefore, we recommend, at least for Slovenia, that we continue to work with the single slot trap  
517 since it has the fewest negative properties (even though not significant) for our needs, i.e. catch of predators,  
518 bycatch and, judging from Silphidae abundance, a better drainage system.

519

520

### **Acknowledgements**

521

522 We would like to express our gratitude to the foresters from ZGS who helped with the fieldwork and Eva Groznik  
523 for helping with sorting samples in the laboratory. The authors would also like to thank the Slovenian Research  
524 Agency and the Ministry of Agriculture, Forestry and Food, who supported the project 'Improvement of the  
525 monitoring system for catching spruce bark beetles in undisturbed pheromone traps and the system of setting of  
526 undisturbed traps and the development of an application for location planning and abundance of undisturbed traps  
527 and trap logs by regulatory units of the Slovenia Forest Service (V4-1822).

528

529

### **Conflicts of Interest**

530

531 The authors declare no conflicts of interest.

532

533

### **References**

534

- 535 Andersson M.N., Binyameen M., Sadek M.M. & Schlyter F. (2011). Attraction Modulated by Spacing of  
536 Pheromone Components and Anti-attractants in a Bark Beetle and a Moth. *Journal of Chemical Ecology*, 37,  
537 899-911.
- 538 Baier P., Pennerstorfer J. & Schopf A. (2007). PHENIPS—A comprehensive phenology model of *Ips typographus*  
539 (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecology and Management*,  
540 249(3), 171-186.
- 541 Bakke A. (1985). Deploying pheromone-baited traps for monitoring *Ips typographus* populations. *Zeitschrift Für*  
542 *Angewandte Entomologie*, 99, 33-39.
- 543 Bakke A. (1989). The Recent *Ips typographus* Outbreak in Norway: Experiences from a Control Program. *Holarctic*  
544 *Ecology*, 12(4), 515-519.
- 545 Bakke A. (1991). Using pheromones in the management of bark beetle outbreaks. In Baranchikov Y.N., Mattson  
546 W.J., Hain F.P. & Payne T.L. (eds.): *Forest Insect Guilds: Patterns of Interaction with Host Trees*. U.S.  
547 Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Radnor, pp. 371-377.
- 548 Bakke A. & Kvamme T. (1981). Kairomone response in *Thanasimus* predators to pheromone components of *Ips*  
549 *typographus*. *Journal of Chemical Ecology*, 7, 305-312.
- 550 Campbell S.A. & Borden J.H. (2006). Close-range, in-flight integration of olfactory and visual information by a  
551 host-seeking bark beetle. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 120, 91-98.
- 552 Chandler P. (eds.). (2010). *A Dipterist's Handbook* (2nd Edition). Orpington, Amateur Entomologists' Society, 525  
553 pp.
- 554 De Cáceres M. & Legendre P. (2009). Associations between species and groups of sites: Indices and statistical  
555 inference. *Ecology*, 90, 3566-3574.
- 556 de Groot M., Ogris N. & Kobler A. (2018). The effects of a large-scale ice storm event on the drivers of bark  
557 beetle outbreaks and associated management practices. *Forest Ecology and Management*, 408, 195-201.
- 558 Dimitri L., Gebauer U., Lösekrug L. & Vaupe O. (1992). Influence of mass trapping on the population dynamic and  
559 damage-effect of bark beetles. *Journal of Applied Entomology*, 114(1-5), 103-109.

- 560 Dubbel V., Kerck K., Sohr M. & Mangol S. (1985). Influence of trap color on the efficiency of bark beetle  
561 pheromone traps. *Zeitschrift Für Angewandte Entomologie*, 99, 59-64.
- 562 Epsky N.D., Morrill W.L. & Mankin R.W. (2008). Traps for Capturing Insects. In Capinera J.L. (eds.):  
563 *Encyclopedia of Entomology*. Springer, Dordrecht, pp. 3887-3901.
- 564 Fernandez-Carrillo A., Patočka Z., Dobrovolný L., Franco-Nieto A. & Revilla-Romero B. (2020). Monitoring Bark  
565 Beetle Forest Damage in Central Europe. A Remote Sensing Approach Validated with Field Data. *Remote*  
566 *Sensing*, 12(21), 1-19.
- 567 Fettig C.J. & Hilszczański J. (2015). Chapter 14 - Management Strategies for Bark Beetles in Conifer Forests. In  
568 Vega F.E. & Hofstetter R.W. (eds.): *Bark Beetles*. Academic Press, San Diego, pp. 555-584.
- 569 Flechtmann C.A.H., Ottati A.L.T. & Berisford C.W. (2000). Comparison of Four Trap Types for Ambrosia Beetles  
570 (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian Eucalyptus Stands. *Journal of Economic Entomology*, 93(6), 1701-1707.
- 571 Forest Europe. (2020). State of Europe's Forests 2020. °Ministerial Conference on the Protection of Forests in  
572 Europe - FOREST EUROPE, Bratislava, 392 pp.
- 573 Galko J., Gubka A., Vakula J. & Brutovský D. (2010). Comparison of catches of the spruce bark beetle (*Ips*  
574 *typographus* L.) (Coleoptera: Scolytidae) in pheromone traps of Canadian and European production. *Forestry*  
575 *Journal*, 56(4), 337-347.
- 576 Galko J., Nikolov C., Kunca A., Vakula J., Gubka A., Zúbrik M., Rell S. & Konôpka B. (2016). Effectiveness of  
577 pheromone traps for the European spruce bark beetle: a comparative study of four commercial products and two  
578 new models. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*, 62, 207-215.
- 579 González-Audino P., Gatti P. & Zerba E. (2011). Traslucent pheromone traps increase trapping efficiency of  
580 ambrosia beetle *Megaplatypus mutatus*. *Crop Protection*, 30, 745-747.
- 581 Gossner M.M. & Wohlgemuth T. (2020). Do we need squirrels everywhere? On the distinction between biodiversity  
582 and nature. In Krumm F., Schuck A. & Rigling A. (eds.): *How to balance forestry and biodiversity conservation.*  
583 *A view across Europe*. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape  
584 Research (WSL), Birmensdorf, pp. 133-145.

585 Göthlin E., Schroeder L.M. & Lindelöw A. (2000). Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on  
586 Windthrown Spruces (*Picea abies*) During the Two Years Following a Storm Felling. Scandinavian Journal of  
587 Forest Research, 15(5), 542-549.

588 Grégoire J.C., Raffa K.F. & Lindgren B.S. (2015). Chapter 15 - Economics and Politics of Bark Beetles. In Vega  
589 F.E. & Hofstetter R.W. (eds.): Bark Beetles. Academic Press, San Diego, pp. 585-613.

590 Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W., Müller A., Sumser H.,  
591 Hörren T., et al. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected  
592 areas. PLOS ONE, 12(10), 1-21.

593 Hayes C.J., Degomez T.E., Clancy K.M., Williams K.K., Mcmillin J.D. & Anhold J.A. (2008). Evaluation of Funnel  
594 Traps for Characterizing the Bark Beetle (Coleoptera: Scolytidae) Communities in Ponderosa Pine Forests of  
595 North-Central Arizona Journal of Economic Entomology, 101(4), 1253-1265.

596 Hillebrand H. & Matthiessen B. (2009). Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional  
597 biodiversity research. Ecology Letters, 12, 1405-1419.

598 Hilszczajski J., Gibb H. & Bystrowski C. (2007). Insect natural enemies of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera,  
599 Scolytinae) in managed and unmanaged stands of mixed lowland forest in Poland. Journal of Pest Science, 80,  
600 99-107.

601 Hlásny T., Krokene P., Liebhold A., Montagné-Huck C., Müller J., Qin H., Raffa K., Schelhaas M.J., Seidl R.,  
602 Svoboda M., et al. (2019). Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. °From Science  
603 to Policy 8. European Forest Institute, 52 pp.

604 Inouye M. (1962). Details of Bark Beetle Control in the Storm-swept Areas in the Natural Forest of Hokkaido,  
605 Japan. Journal of Applied Entomology, 51(1-4), 160-164.

606 Jakuš R. (1998). A method for the protection of spruce stands against *Ips typographus* by the use of barriers of  
607 pheromone traps in north-eastern Slovakia 71(8), 152-158.

608 Jurc D. & Kolšek M. (2012). Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezní gozdnega drevja v  
609 Sloveniji. °Silva Slovenica, Gozdarski institut Slovenije, Ljubljana, 104 pp.

- 610 Jurc M., Perko M., Džeroski S., Demšar D. & Hrašovec B. (2006). Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes*  
611 *chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia: Monitoring and modeling.  
612 Ecological Modelling, 194, 219-226.
- 613 Kasumović L., Hrasovec B. & Jazbec A. (2016). Efficiency of dry and wet flight barrier Theysohn pheromone traps  
614 in catching the spruce bark beetles *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. Šumarski list, 9-10, 477-  
615 484.
- 616 Kretschmer V.K. (1990). Zur Wirkung von Aasgeruch auf die Fangleistung von Buchdruckerfallen. Anzeiger Für  
617 Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz, 63(3), 46-48.
- 618 Lindgren B.S. (1983). A multiple funnel trap for Scolytid beetles (Coleoptera). The Canadian Entomologist, 115,  
619 299-302.
- 620 Lindgren B.S., Borden J.H., Chong L., Friskie L.M. & Orr D.B. (1983). Factors influencing the efficiency of  
621 pheromone-baited traps for three species of ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). The Canadian  
622 Entomologist, 115, 303-313.
- 623 Marini L., Lindelöw Å., Jönsson A.M., Wulff S. & Schroeder L.M. (2013). Appendix A1 - Changes in trapping  
624 methods during the monitoring period. OIKOS, 0, 1-2.
- 625 Martín A., Etxebeste I., Pérez G., Álvarez G., Sánchez E. & Pajares J. (2013). Modified pheromone traps help  
626 reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. Agricultural and Forest Entomology, 15, 86-97.
- 627 McCravy K.W., Nowak J.T., Douce G.K. & Berisford C.W. (2000). Evaluation of Multiple-Funnel and Slot Traps  
628 for Collection of Southern Pine Bark Beetles and Predators. Journal of Entomological Science, 35(1), 77-82.
- 629 Nagel T.A., Mikac S., Dolinar M., Klopčič M., Keren S., Svoboda M., Diaci J., Boncina B. & Paulic V. (2017). The  
630 natural disturbance regime in forests of the Dinaric Mountains: A synthesis of evidence. Forest Ecology and  
631 Management, 388, 29-42.
- 632 Niemeyer H. (1985). Field response of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) to different trap structures and white  
633 versus black flight barriers. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 99, 44-51.

- 634 Niemeyer H., Schroeder T. & Watzek G. (1983). Eine neue Lockstoff-Falle zur Bekämpfung von rinden- und  
635 holzbrütenden Borkenkäfern. *Der Forst- und Holzwirt*, 38(5), 105-112.
- 636 Oksanen J., Blanchet F.G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlenn D., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson  
637 G.L., Solymos P., et al. (2013). *Vegan: Community Ecology Package*, R package version 2.0-7 edn. *Journal of*  
638 *Statistical Software*, 48, 1-21.
- 639 Pavlin R. (1991). Problem selektivnosti sintetičnih feromonov za obvladovanje podlubnikov. *Zbornik gozdarstva in*  
640 *lesarstva*, 38, 125-160.
- 641 Pereira H.M., Leadley P.W., Proença V., Alkemade R., Scharlemann J.P.W., Fernandez-Manjarrés J.F., Araújo  
642 M.B., Balvanera P., Biggs R., Cheung W.W.L., et al. (2010). Scenarios for Global Biodiversity in the 21st  
643 Century. *Science*, 330(6010), 1496-1501.
- 644 Pernek M. (2002). Analysis of biological efficiency of feromon preparations and types of traps used for capturing  
645 bark beetle *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera; Scolytidae). *Radovi - Šumarski*  
646 *Institut Jastrebarsko*, 37(1), 61-83.
- 647 Regnander J. & Solbreck C.H. (1981). Effectiveness of different types of pheromone traps used against *Ips*  
648 *typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in Sweden. *Anzeiger Für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 54,  
649 104-108.
- 650 Ryall K.L. & Fahrig L. (2005). Habitat loss decreases predator-prey ratios in a pine-bark beetlesystem. *OIKOS*, 110,  
651 265-270.
- 652 Sánchez-Bayo F. & Wyckhuys K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers.  
653 *Biological Conservation*, 232, 8-27.
- 654 Schlyter F., Birgersson G., Byers J.A., Lofqvist J. & Bergstrom A.G. (1987a). Field response of spruce bark beetle,  
655 *Ips typographus*, to aggregation pheromone candidates. *Journal of Chemical Ecology*, 13(4), 701-716.
- 656 Schlyter F., Byers J.A. & Lofqvist J. (1987b). Attraction to pheromone sources of different quantity, quality, and  
657 spacing: Density-Regulation Mechanisms in Bark Beetle *Ips typographus* L. *Journal of Chemical Ecology*, 13(6),

658 Schlyter F., Lofqvist J. & Byers J.A. (1987c). Behavioural sequence in the attraction of the bark beetle *Ips*  
659 *typographus* to pheromone sources. *Physiological Entomology*, 12, 185-196.

660 Schroeder L.M. (2013). Monitoring of *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*: influence of trapping site  
661 and surrounding landscape on catches. *Agricultural and Forest Entomology*, 15, 113-119.

662 Seibold S., Gossner M.M., Simons N.K., Blüthgen N., Müller J., Ambarlı D., Ammer C., Bauhus J., Fischer M.,  
663 Habel J.C., et al. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers.  
664 *Nature*, 574, 671-674.

665 Southwood T.R.E. (1975). *Ecological methods : With particular reference to the study of insect populations*.  
666 °Chapman & Hall, London, 391 pp.

667 Spears L., Looney C., Ikerd H., Koch J., Griswold T., Strange J. & Ramirez R. (2016). Pheromone Lure and Trap  
668 Color Affects Bycatch in Agricultural Landscapes of Utah. *Environmental Entomology*, 45(4), 1-8.

669 Šramel N., Kavčič A., Kolšek M. & de Groot M. (2021). Estimating the most effective and economical pheromone  
670 for monitoring the European spruce bark beetle. *Journal of Applied Entomology*, 145(4), 312-325.

671 Valkama H., Raty M. & Niemela P. (1997). Catches of *Ips duplicatus* and other non-target Coleoptera by *Ips*  
672 *typographus* pheromone trapping. *Entomologica Fennica*, 8(3), 153-159.

673 Wermelinger B. (2002). Development and distribution of predators and parasitoids during two consecutive years of  
674 an *Ips typographus* (Col., Scolytidae) infestation. *Journal of Applied Entomology*, 126, 521-527.

675 Wermelinger B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent  
676 research. *Forest Ecology and Management*, 202, 67-82.

677 Wermelinger B., Obrist M.K. & Duelli P. (1999). Development of the bark beetle (Scolytidae) fauna in windthrow  
678 areas in Switzerland. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 72(3-4), 209-220.

679 Weslien J. (1992). The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) species  
680 composition, phenology, and impact on bark beetle productivity. *Entomologica Fennica*, 3, 205-213.



681 Weslien J., Annala E., Bakke A., Bejer B., Eidmann H.H., Narvestad K., Nikula A. & Ravn H.P. (1989). Estimating  
682 risks for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.)) damage using pheromone-baited traps and trees. Scandinavian  
683 Journal of Forest Research, 4(1-4), 87-98.

684 Zahradník P. & Zahradníková M. (2015). The efficacy of a new pheromone trap setup design, aimed for trapping *Ips*  
685 *typographus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). Šumarski list, 3-4, 181-186.

686 ZGS. (2012a). Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kranj (2011 – 2020) Št. 03/11. Ljubljana,  
687 Zavod za gozdove Slovenije območna enota Kranj, 478 pp.

688 ZGS. (2012b). Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Ljubljana (2011 – 2020) Št. 04/11.  
689 Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije območna enota Ljubljana, 1192 pp.

690 ZGS. (2012c). Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Maribor (2011 – 2020) Št. 12/11.  
691 Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije območna enota Maibor, 396 pp.

692 ZGS. (2012d). Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Slovenj Gradec (2011 – 2020) Št. 11/11.  
693 Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije območna enota Slovenj Gradec, 319 pp.

694

695

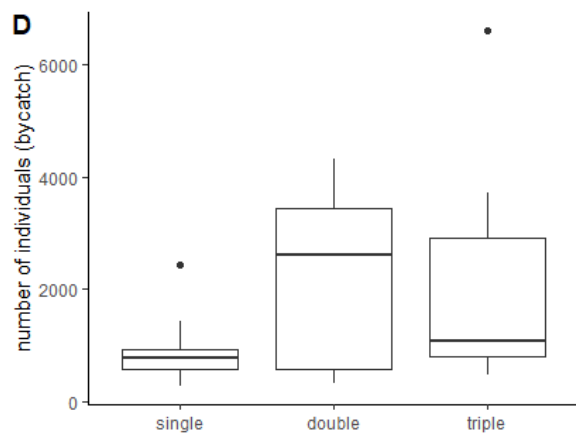
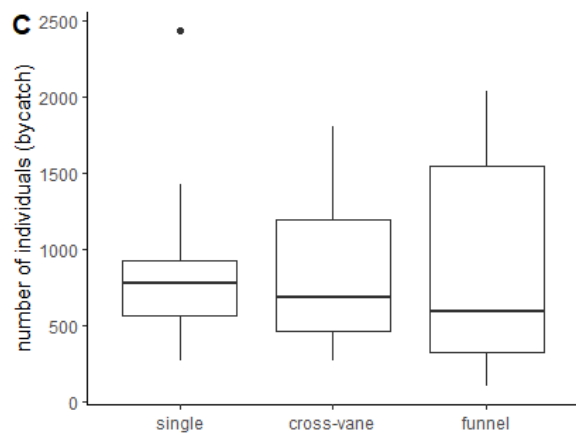
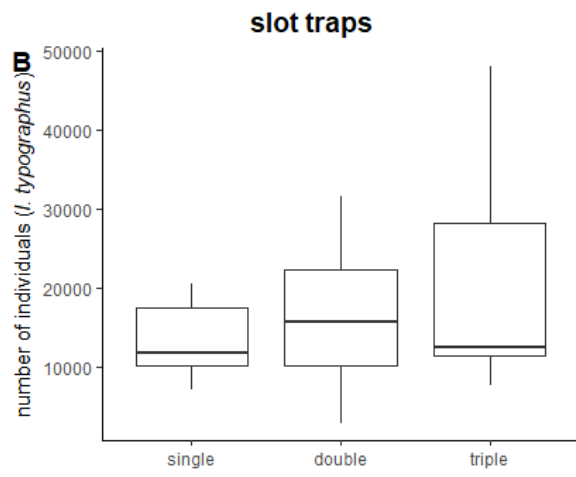
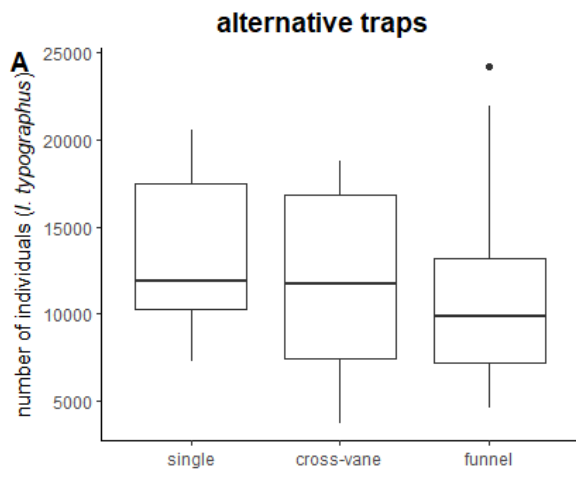
696 *Figure 1: Comparison between different types of alternative traps (single slot, cross-vane and funnel) for A) the*  
697 *number of I. typographus caught and C) bycatch, and different types of slot traps (single, double and triple) for*  
698 *B) the number of I. typographus caught and D) bycatch.*

699

700 *Abbildung 2: Vergleich zwischen verschiedenen Arten alternativer Fallen (Einfach-Schlitz-, Kreuzbarrieren-*  
701 *und Trichterfallen) in Bezug auf A) die Anzahl der gefangenen I. typographus und C) den Beifang und*  
702 *verschiedenen Arten von Schlitzfallen (Einfach-, Zweifach- und Dreifachfallen) in Bezug auf B) die Anzahl der*  
703 *gefangenen I. typographus und D) den Beifang.*

704

705



706

707

708 *Table 1: The composition of bycatch according to the lowest taxonomic level as possible and families within the*  
709 *Coleoptera order.*

710

711 *Tabelle 2: Die Zusammensetzung des Beifangs nach der niedrigsten taxonomischen Ebene und nach Familien*  
712 *innerhalb der Ordnung der Coleoptera.*

713

714

	Single slot trap	Double slot trap	Triple slot trap	Funnel trap	Cross-vane trap	Total
<b>Coleoptera Family</b>	<b>8,620</b>	<b>21,154</b>	<b>18,789</b>	<b>7,646</b>	<b>7,617</b>	<b>63,826</b>
Curculionidae	7,536	19,991	16,541	5,689	6,032	55,789
Staphylinidae	245	229	534	582	228	1,818
Silphidae	38	133	78	310	209	768
Leiodidae	43	123	102	234	230	732
Scarabaeidae	134	138	229	98	79	678
Elateridae	94	81	226	63	158	622
Hydrophilidae	76	50	141	53	28	348
Carabidae	65	64	58	77	76	340
Ciidae	31	39	127	47	51	295
Histeridae	38	22	65	44	66	235
Nitidulidae	42	37	88	35	10	212
Cerylonidae	27	14	34	31	57	163
Dermestidae	33	9	82	13	13	150
Mordellidae	5	6	13	54	67	145
Erotylidae	26	13	49	15	21	124
Tenebrionidae	30	16	43	11	19	119
Cerambycidae	3	5	16	39	52	115
Salpingidae	16	14	42	11	26	109
Cryptophagidae	19	23	36	11	16	105
Cleridae	7	14	10	26	26	83
Latridiidae	13	9	23	13	22	80
Throscidae	19	9	33	8	10	79
Trogositidae	5	12	5	37	14	73
Dasytidae	4	21	11	12	11	59
Byrrhidae	7	8	11	18	14	58
Lucanidae	3	6	13	8	14	44
Mycetophagidae	11	5	18	5	5	44
Anobiidae	8	3	21	3	4	39
Monotomidae	4	6	12	7	8	37
Scydmaenidae	2	8	11	10	5	36
Silvanidae	7	1	15	2	8	33
Chrysomelidae		5	6	13	5	29
Sphindidae	4	2	6	10	3	25
Anthribidae		9	8	5	2	24
Cucujidae	5	3	9	2	5	24
Zopheridae	1	1	7	3	6	18
Cantharidae	1	2	4	8	1	16
Buprestidae	1	1	11	1	1	15
Melandryidae		2	3	9		14
Eucnemidae		1	7	4	0	12
Lymexylidae		3	6		3	12
Scraptiidae	2	2	5	2	1	12
Geotrupidae	1	1	3	1	4	10
Byturidae	1	4	3			8
Endomychidae			4	3	1	8
Coccinellidae	2	1	2	1	1	7
Dytiscidae		3	3			6
Apionidae		2	3			5
Bostrichidae	4		1			5
Elmidae				5		5
Ptiliidae		1		4		5
Hydraenidae		1	1	2		4
Lampyridae	1			2	1	4
Oedemeridae	1	1	1	1		4
Laemophloeidae	2			1		3
Malachiidae			1	2		3
Prostomidae					3	3

	Single slot trap	Double slot trap	Triple slot trap	Funnel trap	Cross-vane trap	Total
Anthicidae	1		1			2
Corylophidae			2			2
Sphaeritidae	1			1		2
Biphyllidae					1	1
Clambidae			1			1
Dascillidae			1			1
Drilidae	1					1
Kateretidae			1			1
Lycidae			1			1
Trogidae			1			1
<b>Other taxa</b>	<b>566</b>	<b>1,093</b>	<b>2,147</b>	<b>1,629</b>	<b>732</b>	<b>6,167</b>
Hymenoptera	191	209	1,040	562	146	2,148
Hemiptera	146	279	554	686	366	2,031
Diptera	99	112	190	234	111	746
Dermoptera	74	392	185	49	12	712
Araneae	25	52	92	44	26	239
Collembola	12	17	31	7	9	76
Lepidoptera	2	10	14	18	13	57
Julida	8	5	17	3	20	53
Isopoda	2	8	16	5	10	41
Neuroptera	1	1	1	12	4	19
Gastropoda	1	4		4	8	17
Dictyoptera	1	2	5	2		10
Orthoptera	1	1		2		4
Rodentia					4	4
Opiliones					3	3
Symphyla	1		1			2
Mecoptera	1					1
Plecoptera				1		1
Psocoptera			1			1
Thysanoptera	1					1
Trichoptera		1				1
<b>TOTAL</b>	<b>9,186</b>	<b>22,247</b>	<b>20,936</b>	<b>9,275</b>	<b>8,349</b>	<b>69,993</b>

715

716

717 *Table 3: Model statistics of single slot, cross-vane and funnel traps for effectiveness, bycatch and I. typographus*  
718 *predator model. The other traps are compared to the single slot trap, undisturbed locations are compared to*  
719 *disturbed locations and the eastern FMAs are compared to the western FMAs.*

720

721 *Tabelle 4: Modellstatistiken von Einfach-Schlitz-, Kreuzbarrieren- und Trichterfallen für Wirksamkeit, Beifang*  
722 *und das I. typographus-Raubtier-Modell. Die anderen Fallen werden mit der Einfach-Schlitzfalle verglichen,*  
723 *Orte ohne Störung werden mit Orten mit Störung verglichen und die östlichen FMAs werden mit den westlichen*  
724 *FMAs verglichen.*

725

726

<b>Dependent variable</b>	<b>Independent variable</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>t value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
<i>I. typographus</i>	(Intercept)	9.4681	0.1975	47.930	<2e-16
	Cross-vane trap	-0.1357	0.2068	-0.656	0.518
	Funnel trap	-0.1294	0.2065	-0.627	0.537
	Disturbed vs. undisturbed	-0.1589	0.1708	-0.931	0.361
	East vs. west	0.1709	0.1774	0.963	0.345
bycatch	(Intercept)	6.7875	0.3116	21.786	<2e-16
	Cross-vane trap	-0.0959	0.3280	-0.292	0.772
	Funnel trap	0.0092	0.3193	0.029	0.977
	Disturbed vs. undisturbed	-0.0716	0.2651	-0.270	0.789
	East vs. west	0.1149	0.2740	0.420	0.678
predators	(Intercept)	-0.6451	1.0137	-0.636	0.53
	Cross-vane trap	1.2397	0.9464	1.310	0.202
	Funnel trap	1.6625	0.9091	1.829	0.079
	Disturbed vs. undisturbed	0.4367	0.5472	0.798	0.432
	East vs. west	0.7309	0.6231	1.173	0.252

727

728



729 *Table 5: Model statistics of the single, double and triple slot traps for effectiveness, bycatch and the I.*  
730 *typographus predator model. The other traps are compared to the single slot trap, undisturbed locations are*  
731 *compared to disturbed locations and the eastern FMAs are compared to the western FMAs. Differences with*  
732 *significant values are shown in bold.*

733

734 *Tabelle 6: Modellstatistiken von Einfach-, Zweifach- und Dreifach-Schlitzfallen für Wirksamkeit, Beifang und*  
735 *das I. typographus-Raubtier-Modell. Die anderen Fallen werden mit der Einfach-Schlitzfalle verglichen, Orte*  
736 *ohne Störung werden mit Orten mit Störung verglichen und die östlichen FMAs werden mit den westlichen*  
737 *FMAs verglichen. Unterschiede mit signifikanten Werten sind fett gedruckt.*

738

739

<b>Dependent variable</b>	<b>Independent variable</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>	<b>t value</b>	<b>Pr(&gt; t )</b>
<i>I. typographus</i>	(Intercept)	9.0873	0.2009	45.242	<2e-16
	Double slot traps	0.1762	0.1882	0.936	0.358
	Triple slot traps	0.4085	0.1791	2.280	<b>0.031</b>
	Disturbed vs. undisturbed	-0.2736	0.1458	-1.877	0.072
	East vs. west	0.7828	0.1706	4.587	<b>0.000</b>
bycatch	(Intercept)	6.0432	0.3606	16.761	4.17e-15
	Double slot traps	0.8845	0.2988	2.960	<b>0.007</b>
	Triple slot traps	0.8238	0.3016	2.732	<b>0.011</b>
	Disturbed vs. undisturbed	-0.3101	0.2131	-1.455	0.158
	East vs. west	1.2605	0.2880	4.377	<b>0.000</b>
predators	(Intercept)	-0.1067	0.5147	-0.207	0.837
	Double slot traps	0.6932	0.4849	1.429	0.165
	Triple slot traps	0.2412	0.5291	0.456	0.652
	Disturbed vs. undisturbed	0.3878	0.3903	0.993	0.330
	East vs. west	-0.0177	0.3903	-0.045	0.964

740

741

742 *Table 7: The total cost of traps (including the cost of stands), pheromones, travel and workforce expenses for the*  
743 *whole season.*

744 *\* Initial costs of the traps with stands, but they can be reused for multiple seasons.*

745 *Tabelle 8: Gesamtkosten für Fallen (einschließlich der Kosten für Standfüße), Pheromone, Reisekosten und*  
746 *Arbeitskräfte für die gesamte Saison.*

747 *\* Anfängliche Kosten für Fallen mit Standfüßen, sie können jedoch in mehreren Saisons verwendet werden.*

748

749

	<b>Single slot trap</b>	<b>Double slot trap</b>	<b>Triple slot trap</b>	<b>Cross-vane trap</b>	<b>Funnel trap</b>	<b>Percentage</b>
<b>Trap cost*</b>	344.22 €	675.26 €	1,006.30 €	281.70 €	199.70 €	24.71%
<b>Pheromones</b>			1,528.07 €			15.06 %
Expenses for all traps			5,200.30 €			51.25 %
<b>Travel expenses</b>			911.11 €			8.98 %
<b>Whole cost per trap type</b>	1,872.11 €	2,203.15 €	2,534.20 €	1,809.60 €	1,727.60 €	
<b>Percentage</b>	18.45 %	21.71 %	24.98 %	17.83 %	17.03 %	

750

751

752 *Table 9: Standardized index for the different trap types.*

753 *Tabelle 10: Standardisierter Index für die verschiedenen Fallenarten.*

754

<b>Trap types</b>	<b>Average catch index per trap (indexTC)</b>	<b>Average index ratio bycatch/catch (indexBTCTC)</b>	<b>Combined index (index)</b>	<b>Trap costs</b>
Single slot	<b>0.55</b>	<b>0.47</b>	<b>0.51</b>	344.22 €
Cross-vane	0.48	0.40	0.44	281.70 €
Funnel	0.48	0.44	0.46	199.70 €
Single slot	0.28	<b>0.68</b>	0.48	344.22 €
Double slot	0.33	0.49	0.41	675.26 €
Triple slot	<b>0.42</b>	0.61	<b>0.51</b>	1,006.30 €

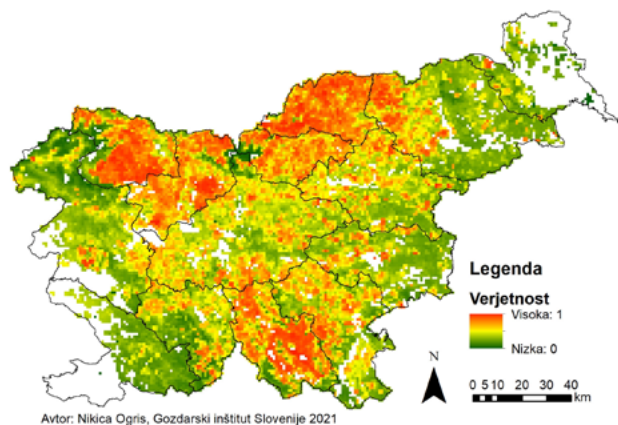


**Napovedi**, izdelane na osnovi matematičnih modelov, omogočijo usmerjeno iskanje lubadark v ogroženih sestojih, s čimer jih lahko odkrijemo bolj zgodaj na začetku napada. S tem pridobimo **več časa za izvedbo ukrepov** za preprečevanje širjenja podlubnikov. Če opravimo zatiralna dela pravočasno, zmanjšujemo škodo zaradi podlubnikov v gozdu.

Gostota populacije in prenamnožitve osmerozobega smrekovega lubadarja se ocenjuje ob zaključku razvoja prve generacije, t.j. navadno v drugi polovici junija ali začetku julija v odvisnosti od lokacije.

Na podlagi podatkov ulova v pasti vsako leto ugotavljamo **lokacije pasti, kjer so se podlubniki prenamnožili**. Posledično moramo na takšnih lokacijah povečati obseg ukrepov in pospešiti varstvo gozdov pred podlubniki za preprečevanje škode v gozdovih. Rezultate teh analiz objavljamo v spletni reviji *Napovedi o zdravju gozdov*.

Vsako leto izdelamo tudi **kratkoročno napoved sanitarnega poseka smreke**. Napoved je verjetnostna in pomaga pri bolj osredotočenem iskanju žarišč smrekovih lubadark. Najprej iščemo žarišča na lokacijah, kjer je glede na model verjetnost njihovega pojava največja.



Primer napovedi - verjetnost sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v letu 2021.

Uporabne informacije, ki so lastnikom gozdov lahko v pomoč pri uspešnem varstvu gozdov pred podlubniki, so zbrane na spletnem portalu **Varstvo gozdov Slovenije**, [www.zdravgozd.si](http://www.zdravgozd.si).

### Seznam uporabnih spletnih orodij, ki so lahko v pomoč lastnikom gozdov pri upravljanju s smrekovimi podlubniki:

- Pripomoček za določitev roka za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov.
- Spletna aplikacija za izračun fenološkega modela RITY za osmerozobega smrekovega lubadarja, točkovna poizvedba.
- Spletna aplikacija za prostorski prikaz razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja.
- Spletna aplikacija za izračun fenološkega modela CHAPY za šestrozobega smrekovega lubadarja, točkovna poizvedba.
- Spletna aplikacija za prostorski prikaz razvoja šestrozobega smrekovega lubadarja.
- Kratkoročni napovedi sanitarnega poseka smreke in jelke zaradi podlubnikov v Sloveniji.
- Dolgoročna napoved sanitarne sečnje zaradi žuželk.
- Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v tekočem letu.

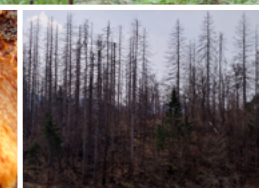
- **Zavod za gozdove Slovenije:** [www.zgs.si](http://www.zgs.si)

- **Gozdarski inštitut Slovenije:** [www.gozdis.si](http://www.gozdis.si)

### KOLOFON

**Besedilo:** Simon Zidar, dr. Andreja Kavčič, Marija Kolšek, dr. Nikica Ogris, dr. Maarten de Groot  
**Oblikovanje in ilustracije:** Simon Zidar  
**Avtorji fotografij na naslovnici:** Nikica Ogris (režasta pas), Andreja Kavčič (podlubnik in rovni sistem), Maarten de Groot (sušice)  
**Jezikovni pregled:** Henrik Ciglič  
**Tisk:** Studio print d. o. o.  
**Naklada:** 10.000  
**Leto izida:** 2021

Projekt Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije V4-1822. Projekt uresničuje Gozdarski inštitut Slovenije v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije. Projekt financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.



# Smrekovi podlubniki

V zadnjih desetletjih čedalje pogosteje beležimo **prenamnožitve smrekovih podlubnikov**, pogosto kot posledico v naravnih ujmah poškodovanih dreves - v vetrolomih, žledolomih, snegolomih in po suši. Izbruhi podlubnikov imajo v takih razmerah uničujoče posledice ne le za gozd, temveč tudi za gospodarstvo.

Najbolj problematični vrsti podlubnikov v naših gozdovih sta **osmerozobi smrekov lubadar** (*Ips typographus*) in **šesterezobi smrekov lubadar** (*Pityogenes chalcographus*). Največ poškodb na smreki povzročata zlasti **osmerozobi smrekov lubadar**.

Osmerozobi smrekov lubadar

4,2-5,5 mm



Šesterezobi smrekov lubadar

1,8-2,8 mm



foto: Anžreja Kavčič

Osmerozobi smrekov lubadar je **sekundarni škodljivec**, ki napada oslABLJENA drevesa smreke in ima pomembno vlogo pri kroženju snovi v gozdu. Vendar pa v situacijah, ko je njegova gostota visoka, lahko **napade tudi vitalna drevesa**. Odrasli hrošči in ličinke se prehranjujejo v živem delu skorje, zato povzročijo **sušenje drevesa**.

Rastoče drevo, naseljeno s podlubniki, imenujemo **lubadarka**. Ena ali več lubadark pa pomeni **žarišče podlubnikov**.

Ko imamo zaradi naravnih ujm ali drugih razlogov v gozdu večjo količino poškodovanih ali oslabeledih dreves smreke, se lahko **podlubniki močno namnožijo**. Takrat pravimo, da je prišlo do njihove **prenamnožitve** ali **gradacije**.

# Spremljanje podlubnikov

**Osmerozobi smrekov lubadar** ima eno do dve generaciji na leto, odvisno od podnebja in nadmorske višine. V ekstremno toplih letih lahko razvije tri generacije v sezoni. V Sloveniji se prvo rojenje prične konec marca ali v začetku aprila, ko se temperatura zraka dvigne nad 14-16 °C. Za razvoj ene generacije je potrebna vsota učinkovitih temperatur 557 stopinj dni, pri čemer je prag za razvoj 8,3 °C.

Podlubniki so velik izziv za gospodarjenje z gozdovi. Pri varstvu gozdov je nujen dober sistem zgodnjega obveščanja ob **zaznavi prvih znakov prenamnožitve podlubnikov**.



foto: Jože Pratič



foto: Jože Pratič

*Ustrezno ukrepanje (izdelava lubadark): debela napadenih smrek olupimo, skorjo in sečne ostanke pa pokurimo.*

**Žarišča podlubnikov** moramo odkriti čim prej, da lahko v njih pravočasno opravimo **sanitarni posek in izdelamo lubadarke**, s čimer preprečimo nadaljnji razvoj podlubnikov in izlet nove generacije hroščev.

V Sloveniji imamo vzpostavljen **sistem spremljanja** populacij osmerozobega smrekovega lubadarja s feromonskimi pastmi, ki lahko predvidi potencialne prenamnožitve.

Za pripravo napovedi prenamnožitve smrekovih podlubnikov na osnovi številčnosti ulova v feromonske pasti skrbita **Zavod za gozdove Slovenije** in **Gozdarski inštitut Slovenije** v sklopu javne gozdarske službe.

# Kako spremljamo?

## Kontrolne pasti

**Kontrolne pasti** so pasti iz umetnih materialov. Vanje lovimo podlubnike s pomočjo feromonskih vab, ki privabljajo odrasle hrošče, zaradi ocenjevanja njihove številčnosti. Pasti po celotni Sloveniji namešča **Zavod za gozdove Slovenije** pred začetkom spomladanskega rojenja. Pasti se redno prazni vsakih sedem dni in beleži številčnost ulova.

Pridobljeni podatki se uporabijo za napoved pojava žarišč lubadark, tj. za napoved območij prenamnožitve.



foto: Anžreja Kavčič

## Kontrolne nastave

**Kontrolne nastave** so načrtno podrti sveži (običajno tehnično manj vredna) drevesa, debela, ki se polagajo zaradi kontrole populacij podlubnikov oz. ocenjevanje njihove številčnosti. Z njimi neposredno spremljamo razvoj osebkov v skorji.

Nastave polagamo pred začetkom rojenja hroščev. Nastave, naseljene s podlubniki, moramo odstraniti iz gozda, preden iz skorje izleti nova generacija podlubnikov, sicer bodo izleteli hrošči napadali druga drevesa. Za polaganje nastave izberemo polsenčno lego.



foto: Manja Stare



# Spremljanje smrekovih podlubnikov

- pomen, metode in učinkovitost



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE  
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



ZAVOD za GOZDOVE  
SLOVENIJE

# Kolofon

**Naslov: Spremljanje smrekovih podlubnikov - pomen, metode in učinkovitost**

**Založnik:** Založba *Silva Slovenica*, Gozdarski inštitut Slovenije

**Uredil:** Simon Zidar

**Avtorji besedila:** dr. Maarten de Groot, dr. Andreja Kavčič, dr. Nikica Ogris, Marija Kolšek

**Oblikovanje in prelom:** Simon Zidar

**Avtorji fotografij na naslovnici:** Andreja Kavčič (šesterozobi smrekov lubadar), Maarten de Groot (lubadarke, rovni sistem), Nikica Ogris (režasta past)

**Jezikovni pregled:** Henrik Ciglič

**Tisk:** Studio Print d. o. o.

**Naklada:** 10.000

**Leto izida:** 2021

**Izdaja:** 1. izdaja

**Cena:** brezplačno

Brošura je nastala v okviru projekta **Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije**, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

Št. projekta: V4-1822

Javni razpis: CRP »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2018

Vodja projekta: dr. Maarten de Groot, Gozdarski inštitut Slovenije

Gozdarski inštitut Slovenije: <https://www.gozdis.si/>

Zavod za gozdove Slovenije: <http://www.zgs.si/>

Spletna stran projekta: <http://podlubniki.gozdis.si/>



# Kazalo

<b>O smrekovih podlubnikih</b>	<b>4</b>
<b>Simptomi, škoda in ukrepanje</b>	<b>6</b>
<b>Sistem spremljanja podlubnikov</b>	<b>8</b>
<b>Izboljšanje sistema spremljanja podlubnikov</b>	
<b>Izbira pasti in feromonov</b>	<b>10</b>
<b>Optimalno število kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav</b>	<b>12</b>
<b>Uporabna spletna orodja za lastnike gozdov</b>	<b>14</b>



# O smrekovih podlubnikih

Gozdovi imajo velik pomen za življenje na Zemlji. V Sloveniji je z gozdom pokritih približno **60 % njene površine**. Skoraj polovico lesne zaloge naših gozdov sestavljajo iglavci, v glavnem smreka. Gozdovi so pod vplivom vse pogostejših in močnejših naravnih ujm, kot so suša, vetrovi, sneg in žled, ki poškodujejo oz. oslabijo drevje ter s tem ustvarijo ugodne razmere za podlubnike.

## Smrekovi podlubniki sodijo med največje grožnje za gozdove v Evropi.

Na smreki najdemo več vrst podlubnikov, vendar sta najbolj nevarni dve – **osmerozobi smrekov lubadar** (*Ips typographus* (L.)) in **šesterozobi smrekov lubadar** (*Pityogenes chalcographus* (L.)). Osebkii obeh vrst živijo v notranjem, živem delu skorje, tj. v ličju oz. floemu. Ko podlubniki naselijo drevo, se to praviloma posuši. Drevo, naseljeno s podlubniki, imenujemo **lubadarka**, ena ali več lubadark pa pomeni **žarišče podlubnikov**.

Hrošči prednostno napadejo poškodovana ter oslabljena odrasla drevesa in so pomemben člen pri kroženju snovi v naravi. Zdrave smreke se napada obranijo s pomočjo obrambnih mehanizmov, npr. z izločanjem smole. Zaradi naravnih ujm je v gozdovih velika količina dreves z oslabljenimi obrambnimi mehanizmi in podlubniki se lahko v takih razmerah močno namnožijo – pojav imenujemo **gradacija**.

## Številčnejši kot so hrošči, močnejše obrambne mehanizme drevesa lahko premagajo, zato so v gradaciji ogrožena tudi vitalna drevesa.

Hrošči primerno drevo najdejo na podlagi hlapnih snovi, ki jih oddajajo drevesa, med seboj pa se sporazumevajo s posebnimi vonjavami – **feromoni**. Agregacijski feromoni delujejo privabilno za osebkii obeh spolov in so ključni za hitro in množično naselitev drevesa. **Umetno izdelane agregacijske feromone uporabljamo za spremljanje številčnosti podlubnikov v gozdovih**. Podlubniki naselijo različne dele drevesa. V skorji dolbejo ravne sisteme, katerih oblika je značilna za posamezno vrsto.

Razvoj smrekovih podlubnikov v skorji traja 8–10 tednov. V eni sezoni se v naših razmerah običajno razvijeta dve generaciji. Hrošči rojijo dvakrat. **Prvo rojenje se začne aprila, ko temperatura v senci doseže 16–18 °C**. Rojijo prezimeli hrošči. Rojenje lahko traja en mesec ali več, višek doseže maja. Drugo rojenje je rojenje hroščev prve generacije in doseže višek julija. V zelo toplih in suhih letih se konec avgusta začne še tretje rojenje oz. rojenje hroščev druge generacije. Smrekovi podlubniki prezimujejo kot hrošči in bube v skorji napadenih rastočih ali neolupljenih podrtih smrek – manjši delež hroščev prezimi v tleh.

## VELIKOST

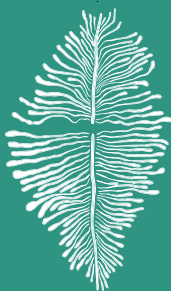
Osmerozobi smrekov lubadar      Šesterezozobi smrekov lubadar

4,2 - 5,5 mm      1,8 - 2,8 mm



## ROVNI SISTEMI

Osmerozobi smrekov lubadar



12 cm

Šesterezozobi smrekov lubadar



6 cm



a

foto: Andreja Kavčič



b

foto: Andreja Kavčič



c

foto: Maarten de Groot



č

foto: Andreja Kavčič

**a** - Odrasli hrošči osmerozobega smrekovega lubadarja večinoma letijo nekaj sto metrov daleč (do 500 m), občasno pa preletijo tudi več kilometrov.

**b** - Krošnja s podlubniki napadenih smrek prične rumeneti in drevo se nato posuši.

**c** - Osmerozobi smrekov lubadar ima eno- do štirikraki vzdolžni rovni sistem. Vzdolžne rove izdolbejo samicke, prečno nanje pa izhajajo rovi ličink.

**č** - Rovni sistem šesterezobega smrekovega lubadarja je zvezdast.

# Simptomi, škoda in ukrepanje

Podlubniki vrst osmerozobi smrekov lubadar in šesterezobi smrekov lubadar napadajo rastoča drevesa in sveže podrta neizsušena neolupljena drevesa. Naselijo različne dele drevesa: osmerozobi smrekov lubadar debela in veje z debelejšo skorjo, šesterezobi smrekov lubadar pa veje in vrhače ter debela mladih dreves s tanjšo skorjo. Rastoče smreke se zaradi napada podlubnikov posušijo.

Podlubniki povzročajo škodo:

- **zaradi izgube donosa lesa**, če podlubniki napadejo smreke, ki še polno priraščajo,
- **zaradi zmanjšane vrednosti lesa** zaradi obarvanja, ki ga povzročajo glive modrivke, ki živijo v rovih podlubnikov, ter
- **zaradi povečanih stroškov obnove gozda**, če po poseku nastanejo večje ogolele gozdne površine, pogosto tudi
- **zaradi povečanih stroškov poseka in spravila.**

*S podlubniki naseljene smreke moramo čim prej odkriti in uničiti zalego podlubnikov.*

**Najbolj učinkovit ukrep zatiranja podlubnikov je posek z odvozom lesa lubadark iz gozda v predelavo ali lupljenje in s tem uničenje zalege pred izletom nove generacije podlubnikov.** Postavitev feromonskih pasti in polaganje nastav sta manj učinkovita zatiralna ukrepa, zlasti na območjih, kjer so podlubniki že v gradaciji.

Insekticidov za zatiranje podlubnikov v gozdovih ne uporabljamo. Če lubadark ne moremo pravočasno spraviti iz gozda, moramo zalego podlubnikov uničiti v gozdu. **Debla olupimo, skorjo in sečne ostanke pokurimo**, pri čemer upoštevamo ukrepe za varstvo gozdov pred požarom.

*Potreben je redni nadzor ogroženih gozdov vsaj enkrat mesečno.*

Pregledujemo zlasti smrekove gozdove na sušnih rastiščih, starejše od 60 let, gozdove, kjer so bila žarišča ugotovljena že preteklo leto, kjer je potekala redna sečnja, ter v ujmah poškodovane gozdove.

## ZNAKI NAPADA PODLUBNIKOV



**a** - Če so krošnje smrek osute in debela brez skorje, je ukrepanje zamujeno. Znači napada podlubnikov se v spomladanskem obdobju pokažejo kmalu po rojenju podlubnikov. Pozorni smo na **smoljenje debela** in na **črvino v obliki rjavega prahu (b)**, ki se nabira na koreničniku (**c**), na **obarvanje krošnje, odpadanje iglic** z drevesa (**č**), **odpadanje skorje** z debel (**d**). Črvina je znak, da so podlubniki uspešno napadli drevo in začeli odlagati jajčeca. Obarvana krošnja je znak, da so na delu že ličinke, ki so z vrtnjem rovom prekinile pretok rastlinskih sokov. Sledita odpadanje iglic in odpadanje skorje z debela. V pozno jesenskem in zimskem obdobju ne pride do obarvanja krošnje zaradi mirovanja rasti, zato moramo biti pozorni na **odpadanje skorje z debela**.

**e** - Debla napadenih smrek olupimo, skorjo in sečne ostanke pa pokurimo.

# Sistem spremljanja podlubnikov

Spremljanje smrekovih podlubnikov je sestavni **del integralnega varstva gozdov**.

*Namen spremljanja podlubnikov je ugotavljanje številčnosti osebkov v populaciji, na podlagi česar lahko predvidimo potencialne prenamnožitve oz. pojav gradacij.*

Glede na **napovedi**, izdelane s pomočjo računalniških modelov, intenziviramo aktivnosti iskanja lubadark v ogroženih sestojih, s čimer se poveča verjetnost pravočasne izvedbe ukrepov za preprečevanje širjenja podlubnikov in posledično škode v gozdovih. Spremljanje smrekovih podlubnikov in izdelava napovedi pojava prenamnožitev sta določena v *Pravilniku o varstvu gozdov*, za njuno realizacijo pa skrbita **Zavod za gozdove Slovenije** (ZGS) in **Gozdarski inštitut Slovenije** (GIS) v sklopu **javne gozdarske službe**.

Smrekove podlubnike spremljamo v sestojih z lesno zalogo smreke nad 50 % in starejših od 60 let ter v sestojih, kjer so bile v preteklih letih zabeležene gradacije. Za spremljanje uporabljamo **kontrolne pasti** in **kontrolne nastave**. Praviloma se postavi 1 past oz. se položi ena nastava na 50 ha.

**Kontrolne pasti** so iz umetnih materialov izdelane pasti, opremljene s specifičnimi feromonskimi pripravki, ki privabljajo podlubnike. Pasti morajo biti postavljene na pravilen način in na zadostni razdalji od smrek, saj v nasprotnem primeru lahko sprožimo napad podlubnikov. Zavod za gozdove Slovenije vsako leto marca postavi okoli 3000 takih pasti. Na podlagi vsote števila hroščev, ujetih v posamezno past v obdobju od začetka rojenja do konca razvoja prve generacije podlubnikov, ugotovimo, ali se bodo podlubniki prenamnožili in bodo zato ogrožene tudi zdrave smreke v sestoju. **Prag za prenamnožitev** za osmerozobega smrekovega lubadarja je **9000 osebkov**, za šesterezobega smrekovega lubadarja pa **20.000 osebkov**.

Datum začetka rojenja in datum konca razvoja prve generacije na posamezni lokaciji ugotovimo s pomočjo **fenoloških modelov**, ki izračunata potencialni razvoj osmerozobega smrekovega lubadarja (*RITY-2*) in šesterezobega smrekovega lubadarja (*CHAPY-1*).

**Kontrolne nastave** so načrtno podrti zdrava drevesa, njihova debela ali veje. Z njimi lahko poleg velikosti populacij podlubnikov v sestoju tudi neposredno spremljamo razvoj osebkov v skorji. Nastave polagamo pred začetkom rojenja hroščev. Nastave, naseljene s podlubniki, moramo odstraniti iz gozda, preden iz skorje izleti nova generacija podlubnikov, sicer bodo izleteli hrošči napadali druga drevesa.



## INTEGRALNO VARSTVO GOZDOV

pred podlubniki vključuje:

- **preprečevalne ukrepe**, namenjene omejevanju ponudbe primernega materiala za zaleganje podlubnikov (npr. ohranjanje naravne drevesne sestave gozdov, vzdrževanje gozdne higijene, posek v ujmah poškodovanih dreves),
- **preprečevalno-zatiralne ukrepe**, namenjene preprečevanju prenamnožitve podlubnikov (npr. spremljanje pojava podlubnikov (pasti, nastave), odkrivanje žarišč, uničenje zalege podlubnikov v napadenem materialu), in
- **zatiralne ukrepe**, namenjene zmanjševanju velikosti njihovih populacij ob prenamnožitvah (npr. sanitarni posek lubadark in uničenje zalege v skorji).



a

foto: Mirica Ogriš



b

foto: Marija Košjek



c

foto: Maarten de Groot



č

foto: Andreja Kavčič

**a** - Enojne režaste pasti tipa Theysohn se najpogosteje uporabljajo za spremljanje podlubnikov v Sloveniji.

**b** - Kontrolne nastave so načrtno podrta drevesa za spremljanje poteka razvoja smrekovih podlubnikov.

**c** - Številčen ulov smrekovih podlubnikov na dnu režaste pasti.

**č** - Režaste pasti tipa Theysohn lahko postavimo tudi po več skupaj - primer postavitve trojne pasti.

# Izboljšanje sistema spremljanja podlubnikov

## Izbira pasti in feromonov

**Ulov hroščev v kontrolne pasti** je uveljavljen način za spremljanje številčnosti smrekovih podlubnikov. Čeprav se v pasti s feromonskimi vabami ulovi le majhen delež hroščev v določeni populaciji, je mogoče **na podlagi števila ujetih hroščev** razmeroma dobro **sklepati na velikost populacije podlubnikov v naravi**. Na ulov hroščev v kontrolne pasti vplivajo številni dejavniki žive in nežive narave, ki so praviloma specifični na lokalnem nivoju.

*Na učinkovitost sistema za spremljanje smrekovih podlubnikov, tj. kako dobro bo privabljal hrošče, in kako natančno bo ponazarjal spreminjanje številčnosti populacije skozi celo sezono, vplivata vrsta uporabljenih pasti in feromonskih pripravkov.*

Na tržišču so na voljo **različni feromonski pripravki** in **različne vrste pasti** za spremljanje številčnosti populacij smrekovih podlubnikov. Tako se feromonski pripravki na primer razlikujejo po vsebnosti in razmerju mešanice aktivnih snovi, po obliki (pivnik, ampula) in po času trajanja na terenu (nekaj tednov, celo sezono), pasti pa po velikosti (enojne, dvojne, trojne) in obliki (režaste, križne, lijakaste).

Poleg podlubnikov kot ciljne vrste se v kontrolne pasti **ulovijo tudi netarčni organizmi**, med katerimi so številni koristni, npr. naravni sovražniki podlubnikov. Primerjava petih različnih feromonskih pripravkov za privabljanje osmerozobega smrekovega lubadarja (Pheroprax®, IT Ecolure Extra®, Ipstyp®, Ipsowit® in Typosan®) je pokazala, da se **preparati med seboj razlikujejo po učinkovitosti, občutljivosti in selektivnosti**. Ko izbiramo feromonski pripravek, ki bo najboljši za spremljanje smrekovih podlubnikov, zato ni ustrezno, če pri zbiru upoštevamo samo njegovo ceno.

Primerjava ulova v enojne, dvojne in trojne režaste pasti tipa Theysohn, križne pasti in lijakaste pasti je kot **najbolj učinkovite pokazala enojne režaste pasti**, ki se že sedaj največ uporabljajo za spremljanje smrekovih podlubnikov.

*Pri načrtovanju programa spremljanja smrekovih podlubnikov je smiselno izbrati kombinacijo feromonskega pripravka in pasti, ki bo najbolj primerna za napovedovanje namnožitve, hkrati pa bo imela najmanjši vpliv na netarčne organizme.*



foto: Maarten de Groot



foto: Gorazd Mlinšek



foto: Manja Kolshek

foto: Manja Kolshek

foto: Andreja Kavcic

foto: Barbara Slabajna

foto: Barbara Slabajna

**a** - Mravljinčasti pisanec (*Thanasimus formicarius* (L.)) je pomemben plenilec podlubnikov in pogost netarčni ulov v kontrolnih pasteh.

**b** - Različni feromonski pripravki, ki se v kontrolnih pasteh uporabljajo kot vaba za osmerozobega smrekovega lubadarja.

**c** - Različni tipi pasti, ki se uporabljajo za spremljanje smrekovih podlubnikov: režasta enojna, režasta dvojna, režasta trojna, križna in lijakasta past.

## Optimalno število kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav

V Sloveniji vsako leto postavimo okoli 3300 pasti in jih opremimo s feromonsko vabo za namen **spremljanja** in **lova smrekovih podlubnikov** v gozdovih. Z raziskavo smo **optimizirali število pasti za namen spremljanja gostote osmerozobega smrekovega lubadarja**.

*Ugotovili smo, da lahko z 266 kontrolnimi pastmi uspešno ugotovljamo gostoto populacije osmerozobega smrekovega lubadarja na območju 8 × 8 km in z veliko verjetnostjo napovemo pojav lubadark v tekočem letu na tem območju.*

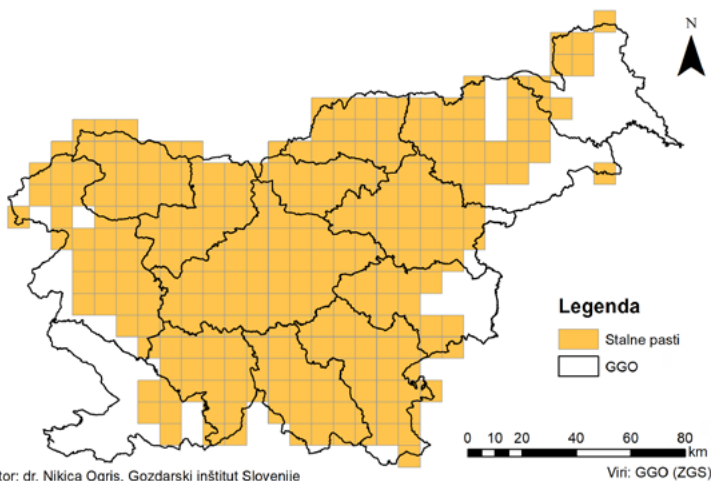
V teh pasteh trajno spremljamo osmerozobega smrekovega lubadarja **vsako leto** in **lokacije teh pasti načeloma ne spreminjamo**, zato takšne pasti imenujemo **stalne kontrolne pasti**.

Za namen masovnega lova smrekovih podlubnikov lahko uporabimo večje število lovnih pasti, pri čemer upoštevamo priporočila in strokovna navodila.

**Stalne kontrolne pasti** so osnova za **določitev optimalnega števila kontrolno-lovnih nastav**. Nastave položimo oziroma namestimo na območju, kjer gostota populacije narašča ali kjer smo ugotovili prenamnožitev osmerozobega smrekovega lubadarja v tekočem letu. Z raziskavo smo ugotovili, da so **nastave najbolj učinkovite** pri lovu osmerozobega smrekovega lubadarja **v polmeru do 1 km okoli nastave**. Zato nastave položimo v medsebojni razdalji ok. 2 km. Na eni lokaciji lahko postavimo več nastav (do 10 na hektar). Če so nastave na eni lokaciji polno zasedene (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup> povprečno na več kot 50 % površine nastave), priporočamo, da se zraven položi še najmanj ena dodatna nastava.

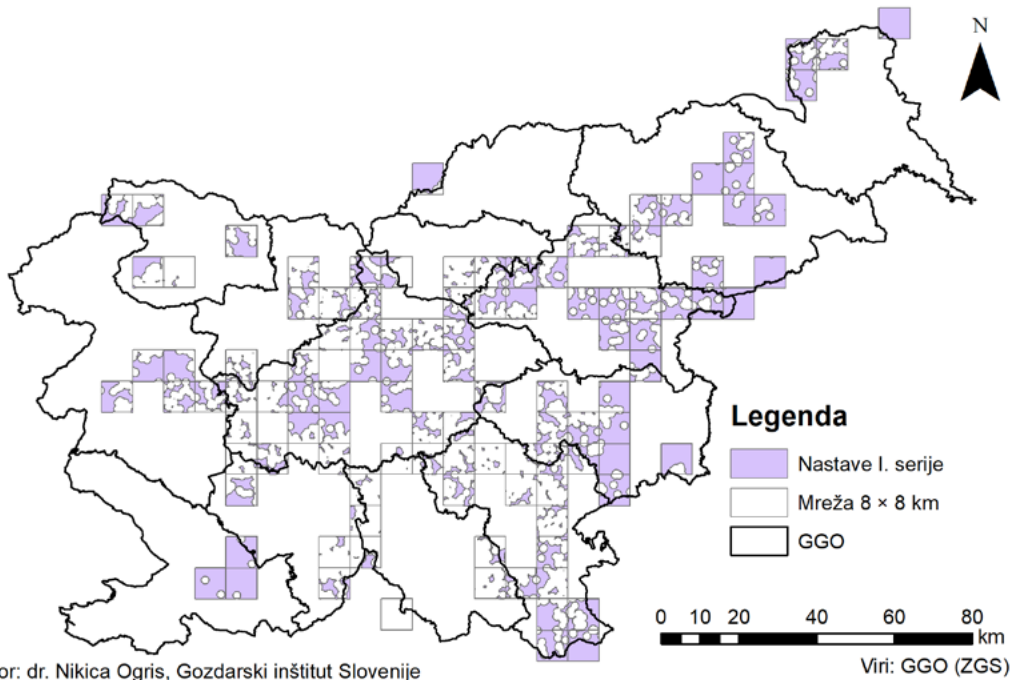
Pomembno je, da **nastave položimo en teden pred pričakovanim rojenjem**, pri čemer upoštevamo napoved rojenja fenološkega modela *RITY* in lokalne razmere. Nastave redno spremljamo (vsaj enkrat na teden). Ko je nastava polno zasedena (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup>) oz. najpozneje, ko se na delu nastave, ki je bil prvi napaden, nova generacija podlubnikov razvije do razvojne faze bube ali mladega hrošča, moramo **nastave izdelati** (olupiti), **skorjo in zalego pa uničiti** (zažgati).

**Vsako leto z aktualnimi podatki izračunamo optimalno število kontrolno-lovnih nastav**. Rezultati so javno objavljeni na naslovu [https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_index.aspx](https://www.zdravgozd.si/prognoze_index.aspx).



**a** Avtor: dr. Nikica Ogris, Gozdarski inštitut Slovenije

**b**



**c** Avtor: dr. Nikica Ogris, Gozdarski inštitut Slovenije

**a** - Predlog lokacij, kjer bi se postavila po ena stalna kontrolno-lovna past za osmerozobega smrekovega lubadarja (n = 266).

**b** - Postavljanje kontrolno-lovnih pasti za osmerozobega smrekovega lubadarja.

**c** - Primer predloga lokacij za postavitve kontrolno-lovnih nastav I. serije v letu 2021.

# Uporabna spletna orodja za lastnike gozdov

Na Gozdarskem inštitutu Slovenije smo razvili več **spletnih orodij**, ki **pomagajo pri načrtovanju spremljanja kontrolno-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav**, ki jih uporabljamo za ugotavljanje gostote populacij smrekovih podlubnikov. Kontrolne pasti postavimo vsaj en teden pred načrtovanim rojenjem in jih spremljamo do konca razvoja prve generacije, tj. pred začetkom razvoja druge generacije. Na podlagi teh podatkov **vsako leto ugotavljamo lokacije pasti, kjer so se podlubniki prenamnožili**. Posledično moramo na takšnih lokacijah povečati obseg ukrepov in pospešiti izvajanje varstva gozdov pred podlubniki za preprečevanje škode v gozdovih. Rezultate teh analiz objavljamo v spletni reviji *Napovedi o zdravju gozdov*.

V okviru Javne gozdarske službe na Gozdarskem inštitutu Slovenije, tj. *Poročevalsko prognostično-diagnostične službe za gozdove*, vsako leto izdelamo **kratkoročno napoved sanitarnega poseka smreke**. Napoved je verjetnostna in pomaga pri bolj osredotočenem iskanju žarišč smrekovih lubadark; najprej iščemo žarišča na lokacijah, kjer je največja verjetnost pojava žarišč. Tako se poveča verjetnost, da žarišča najdemo še v zgodnji fazi napada, kar omogoči več časa za ukrepanje.

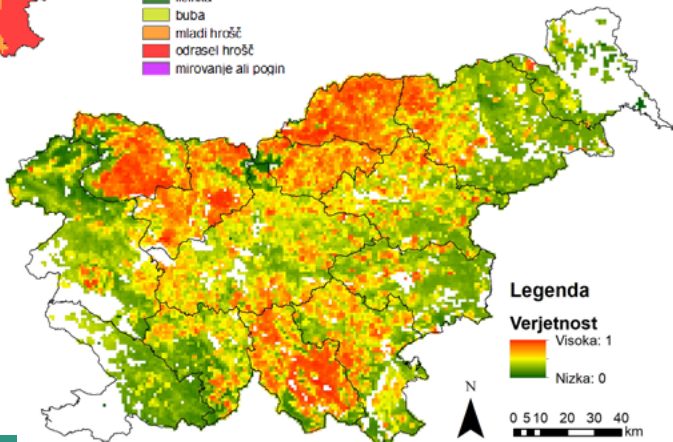
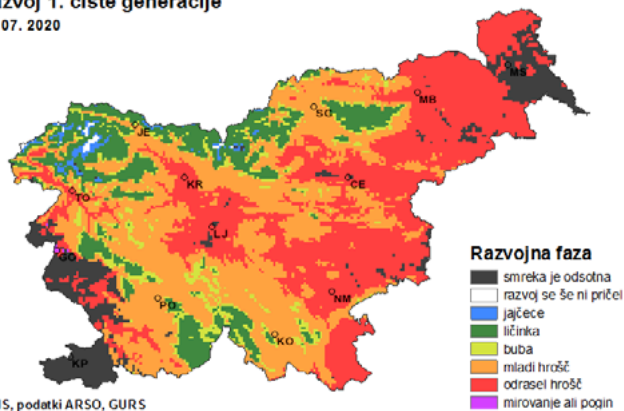
Ko enkrat najdemo žarišče, nas zanima, koliko časa imamo za sanacijo. V ta namen smo razvili **spletno orodje, ki izračuna priporočeni rok za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov**. S tem orodjem si lahko postavimo prioritete za sanacijo žarišč lubadark, tj. najprej saniramo žarišča, katerih rok za izvedbo ukrepov bo potekel najprej. Vendar pozor! Dela morajo biti opravljena do roka, ki ga določi Zavod za gozdove Slovenije z odločbo.

Izdelali smo tudi **dolgoročno napoved sanitarne sečnje zaradi žuželk**, ki je lahko v pomoč pri določitvi smernic za dolgoročno gospodarjenje s smreko in pri usmerjanju ciljne drevesne sestave v gozdnogospodarskih načrtih.

**Vsa navedena spletna orodja je razvil Gozdarski inštitut Slovenije in so javno dostopna na spletnem portalu Varstvo gozdov ([www.zdravgozd.si](http://www.zdravgozd.si)).**

# Razvoj 1. čiste generacije

25. 07. 2020



Avtor: Nikica Ogris, Gozdarski inštitut Slovenije 2021

## Modelski rok za izvedbo ukrepov za zatiranje podlubnikov

Vrsta podlubnika: Ips typographus  
 Lokacija: X = 460066 m, Y = 101045 m, Z = 315 m n.m.  
 Način izračuna: Napad, datum: 13.08.2020



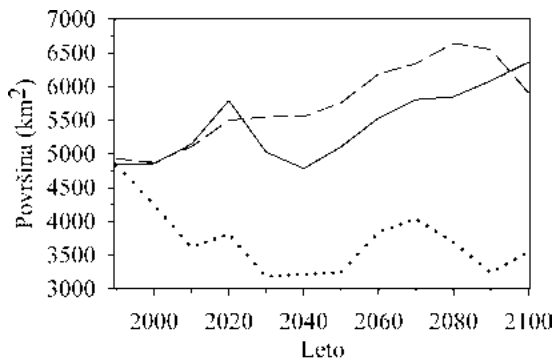
Priporočeni rok (pred pojavom razvojne faze mladega hrošča): **11.09.2020**

Prezimele generacije zatiramo do prvega rojenja spomladi.

Pri večjih žariščih najprej posekamo zeleni rob, katerih posekana drevesa služijo kot lovne nastave, šele nato nadaljujemo s sanacijo samega žarišča.

## Modelski razvoj izbrane vrste smrekovega podlubnika

Rojenje: 10.08.2020  
 Napad: 13.08.2020  
 Jajčece: 14.08.2020  
 Ličinka: 17.08.2020  
 Buba: 04.09.2020  
 Mladi hrošč: 11.09.2020  
 Odrasel hrošč: 10.11.2020



Scenarij: ..... A — B --- C

**a** - Primer potencialnega razvoja prve čiste generacije osmerozobega smrekovega lubadarja (izračun s fenološkim modelom *RITY*).

**b** - Verjetnost sanitarne sečnje smreke zaradi podlubnikov v letu 2021.

**c** - Primer hipotetičnega izračuna roka za izvedbo ukrepov za zatiranje osmerozobega smrekovega lubadarja na izbrani lokaciji na Rožniku v Ljubljani.

**č** - Projekcije gibanja potencialnih površin za sanitarno sečnjo zaradi žuželk v Sloveniji za tri scenarije podnebnih sprememb za obdobje 1981–2100.

## Projekt

# Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije

Osmerozobi smrekov lubadar in šesterozobi smrekov lubadar sta najpomembnejša škodljiva dejavnika za navadno smreko. V zadnjih desetletjih so nastale velike abiotske motnje in posledično namnožitve smrekovih podlubnikov.

Za ustrezno odzivanje na tako velike in obsežne namnožitve podlubnikov je nujno kar najhitreje odkriti njihova žarišča. V Sloveniji obstaja sistem spremljanja gostote populacij smrekovih podlubnikov s feromonskimi pastmi in nastavami, ki spremljajo številčnost osmerozobega smrekovega lubadarja in šesterozobega smrekovega lubadarja in lahko predvidijo namnožitve teh dveh vrst podlubnikov. Vendar pa je vzpostavljeni sistem spremljanja trenutno precej neučinkovit in zelo drag. Novi tipi pasti, feromonskih vab in boljše usmeritve glede števila pasti in nastav in lokacij namestitve pasti in nastav pa bi sistem spremljanja naredili bolj učinkovit in racionalen glede na nastale stroške.

Glavni cilj projekta je izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav s ciljem zanesljivega napovedovanja namnožitev populacije smrekovih podlubnikov *Ips typographus* in *Pityogenes chalcographus*.

Št. projekta: V4-1822

Javni razpis: CRP "Zagotovimo.si hrano za jutri" v letu 2018

Vodja projekta: dr. Maarten de Groot

Trajanje projekta: od 1. 11. 2018 do 31. 10. 2021

Vrednost projekta: 135.000,00 EUR (cenovna kategorija C)

Spletna stran projekta: <http://podlubniki.gozdis.si/>

Projekt izvaja Gozdarski inštitut Slovenije v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije.

Projekt financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE  
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



ZAVOD ZA GOZDOVE  
SLOVENIJE



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,  
GOZDARSTVO IN PREHRANO



ARIS

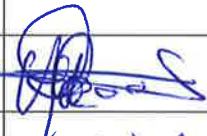
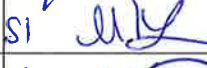


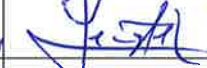


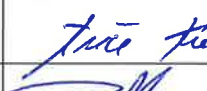

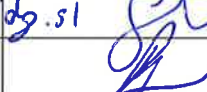




JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKVALNO DEJAVNOST  
REPUBLIKE SLOVENIJE



### Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Slovenski državni gozdovi, Rožna ulica 39, Kočevje, 21. 6. 2021

Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
1	Marek de Groot	GIS	marek.de.groot@gozdin.si	
2	MARIJA KOLŠEK	ZGS	MARIJA.KOLSEK@ZGS.SI	
3	TOMI IVANIČ	SIDG	tomi.ivanic@sidg.si	
4	ZVONIMIR ŽAČAR	SIDG	zvonimir.zacar@sidg.si	
5	Janez Levstik	Sidg	Janez.Levstik@sidg.si	
6	Mirko Perušek	ZGS	mirko.perusek@zgs.si	
7	MARTINA KASTELEC	SIDG	martina.kastelec@sidg.si	
8	ANŽE KRESE	SIDG	anze.krese@sidg.si	
9	TINA PETERLIN	SIDG	tina.peterlin@sidg.si	
10	Urban Stupica	SIDG	urban.stupica@sidg.si	
11	RUDOLF KVAČIČ	SIDG	rudolf.kvacic@sidg.si	
12	ANDREJA KAVČIČ	GIS	andreja.kavcic@gozdin.si	
13	Simon Zidar	GIS	simon.zidar@gozdin.si	
14	NIKOLAJ ŽIGARIS	GIS		
15				
16				
17				

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.

### Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Bruna vas, Mokronog, 7. 9. 2021

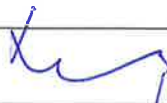
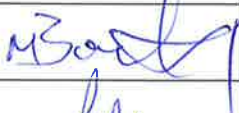


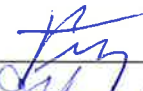
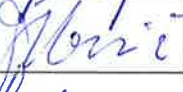
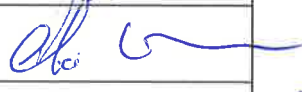
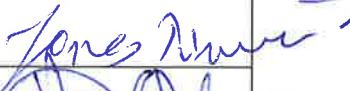
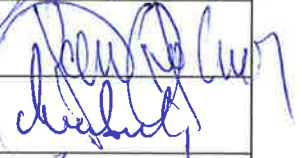


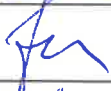
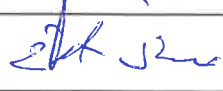




Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija / Lastnik gozda	E-naslov	Podpis
1	JOŽE GRABNAR	LASTNIK gozda	Grabnar joz@gmail.com	
2	Samovšek	Mišovca		
3	KORDIŠ MARKO	FKO KMET	KMETIJA KORDIŠ & J MILIČIČ	
4	KOVACIČ MIRKO	lastnik		
5	LUNDEK IVAN	LASTNIK		
6	ZUPANČIČ MILKA	KMET	mika.zupancic88 @gmail.com	
7	STEFAN PILJATIČ	KMET		
8	KLEMENČIČ DARJO	KMET		
9	ŠKRJANIČ	- " -		
10	CIRIL JANEŽIČ	Lastnik		
11	Jože Janežič	Lastnik		
12	ipčan Janež	Lastnik	Dol. BISTANJ 20 8214 BISTANJ	
13	DRAGO SIMUR	KMET	ČUŽENIČ VAS 2	
14	IGOR TRBOVEC	KZ TREBNJE	igor.trbovec.f@gmail.com	
15	MARTIN SEUSEK	KZ TREBNJE	MARTIN.SEUSEK@ KZ-TREBNJE.SI	
16	FAUKA SIMONOU	DLG	3 famikaprojekt.com	
17	JOŽE ŽUPAN	LASTNIK	yoze.zupan@siol.net	

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.

### Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Bruna vas, Mokronog, 7. 9. 2021

Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
18	Slavko Simonc	kmet		
19	MARJAN BORČIČ	lastnik		
20	MURJAN LAH	lastnik		
21	MILOŠ LAH	lastnik		
22	Aljoš Prijatelj	kmet	Ravniki 23	
23	Marič Jancar	kmet	Črneljivo 8	
24	Aljoš Pimozič	kmet	Urki 16	
25	Janez Pimnič	Poljane	Urki 11	
26	ANTON GRABNER	UMET	Črni vrh 37	
27	Izidor Markel	delavec		
28	Pavel Železnik	delavec		
29	Franci Jevnikar	delavec		
30	Etne Šme	kmet		
31	Anton Čučja	kmet		
32	Branko Zore	kmet		
33	Štef Franc	kmet	Dreej: voh 23	
34	Kovčič v Franc	kmet	Jelševci 13	

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.

### Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Bruna vas, Mokronog, 7. 9. 2021

Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
35	Franc Peterke	Lastnik gozd	/	Peterke
36	GRABNARJUČEK	Lastnik gozda	/	Grabnarjuček
37	Bohel Jari	- " -	-	Bohel
38	Jože Ribič	Lastnik gozda	Kmetija.ribic@gmail.com	Jože Ribič
39	Bojz Dragan	- " -	bojz.dragan@gmail.com	Bojz Dragan
40	BOJAN MAGLIČ	ZGS	maglic.bojz@amis.si	Bojan Maglič
41	Marijan Vavtar	ZGS		Marijan Vavtar
42	MARJAN VETELIČ	LASTNIK		Marijan Veteleč
43	Benjamin Miklavčič	Lastnik	benjamin.miklavcic@sis.si	Benjamin Miklavčič
44	Dragomir Mrkocič	-		Dragomir Mrkocič
45	Jože Šterić	Lastnik gozda		Jože Šterić
46	Andrij Lencina	PR. EDISIJSKI OLS		Andrij Lencina
47	JOŽE MORI	ZGS, DLG	joze.mori@zgs.si	Jože Mori
48	Roman Šterić	ZGS	roman.steric@zgs.si	Roman Šterić
49	ŠTARČ ANDRJ	LASTNIK GOZDA	Kmetija.pr.ohad@zgs.si	Štarč Andrej
50	Maarten de Geest	GES		Maarten de Geest
51				

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.

### Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Gorjuše, Bohinjska Bistrica, 29. 9. 2021

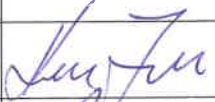

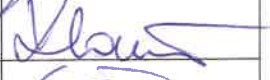









Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
1	ANDREJA KAVČIČ	GIS	andrija.kavcic@gozd.si	
2	EVA GROZNIK	GIS	eva.groznik@siol.net	
3	Maarten de Groot	GIS	maarten.de.groot@spatis	
4	JANEZ RIHTARŠIČ	solunski g. "PLANINCA"	janez.rihtarsic@gmail.com	
5	Glinar Mihaj	Lastnik + SK	Glinar.gazd@ggih	
6	Legat Bojan	Lastnik + SK	Legat.bojan@gmail.com	
7	SLAVKO RABJE	Lastnik + SK + AS	broh15a@gmail.com	
8	MARCO OZNIK	Lastnik + SK	marc.oznik@gmail.com	
9	ČESAR JILKOV	Lastnik + SK	zohko15a@gmail.com	
10	STANIS KUČEK	ZGS	STANIS.KUČEK@ZGS.SI	
11	Matevž Jan	SK	janmatevz@gmail.com	
12	BOVAT KELIČ		bovat.kelic@gmail.com	
13	Bostjan Starc	S.P.	bostjan.starc@puol.com	
14	Jaka Bezmil	S.P.	jakabezmil95@gmail.com	
15	Domen Zecman	S.P.	dclolota1@gmail.com	
16	Roman Licet	Lastnik	romanlicet@gmail.com	
17	JURE GRMEČ	LASTNIK	JURE.GRMEC@SHAL.COM	

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.

## Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Gorjuše, Bohinjska Bistrica, 29. 9. 2021

Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
18	KOROŠEC Marko	LASTNIK GOZDA	GORSUŠE 34	
19	GRMEK Marko	LASTNIK GOZDA	-	
20	LOBERJ KLAVDIA	ZGS		
21	Peter ČADEŽ	ZGS		
22	Darinka Fišter	Lastnik gozda		
23	Maruša Koselj	--		
24	Jaka Koselj	--		
25	Blaz Fišter	--		
26	ČIROVEC ANDREJ	SK. BLEJ		
27	KADJIL RAFILO	-		
28	Polona Andrej KOPRIVNIK			
29	TOMAZ STARE	SP		
30				
31				
32				
33				
34				

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.

### Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Bašelj 9, 4205 Preddvor, 19. 10. 2021



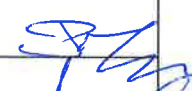
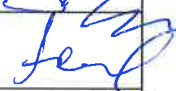

Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
1	Mareta de Groot	GIS	mareta.degroot@gozdis.si	
2	ANDREJA KAVČIČ	GIS	andreja.kavcic@gozdis.si	AKavcic
3	NIKI ČOFRNJ	GIS		
4	MARIJA KOLŠEK	ZGS	marija.kolsek@zgs.si	Marija Kolšek
5	VILI POTOČNIK	ZGS	vili.potocnik@zgs.si	
6	Rok Udir	ZGS	udir.rok@gmail.com	
7	MATEJ ŠINK	ZGS	matej.sink@gmail.com	
8	Stane Bergant	svet/lastnik	stane.bergant@svet.si	
9	MACE KOLČNIK	lastnik gozda	mace.kolcnik@gmail.com	
10	IVAN KAŠTRON	Lastnik gozda	voilovod.preddvor@gmail.com	
11	JURIS OMAN	LASTNIK GOZDA	GOZDARSTVO.OMAN@gmail.com	
12	MILAN USLAKAR	LAST. GOZDA	MILAN.USLAKAR@gmail.com	
13	KOK JANEZ	LAST. GOZDA	JANEZ.KOK@gmail.com	
14	Josip Lepodir	Last gozda		
15	Setid Franc	sekač		
16	Janez Polajnar	Lastnik		
17	DAMJAN SNEDEC		damjan.snedec@gmail.com	

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.

### Delavnica v okviru projekta CRP V4-1822

»Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije«

Bašelj 9, 4205 Preddvor, 19. 10. 2021

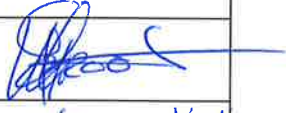






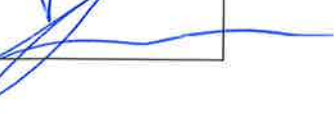
Zap. št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
18	SLAVKO ROBLEK	Lesnik	slavko.roblek@gmail.com	
19	Barla Jomez	Lesnik	evapica.barla.pavl@com	
20	Tomaž POČAČIČ	ZGS	tomaz.pocacic@gmail.com	
21	Peter Zavrč	Lesnik	zavrc.peter@gmail.com	
22	ANI ZAUR DOGATA	Lesnica	ani.zaur@jursk.com	
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822.



“Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda”

Legen, 20.10.2021

Zap. Št.	Ime in priimek	Organizacija	E-naslov	Podpis
1	Marta delprat	GIS	marta.delprat@gozdis.si	
2	ANDREJA KAVČIČ	GIS		AKavcic
3	SIMONA OTO	ZGS	SIMONA.OTO@ZGS.SI	Oto
4	Janez Golob	ZGS	JANEZ.GOLOB@ZGS.SI	Golob Janes
5	MILAN GOLOB	ZGS	Milan.Golob@zgs.si	Golob Milan
6	Uroš Mramolja	ZGS	stara.zaveza@gmil.com	
7	Mirko Cehner	ZGS	mirko.cehner@zgs.si	
8	JANEZ ŽBICAČIČ	ZGS	janez.zbicajic@zgs.si	Zbicic
9	Rok Damijan	SIDG	rok.damijan@sidg.si	
10	AVGUST KUNC	ZGS	avgust.kunc@zgs.si	
11	Reber CECAR	ZGS		
12	MATILJETA PETRIČ	ZGS	MATILJETA OO ZGS.SI	
13	TOMAZ BRICMAN	ZGS	TOMAZ.BRICMAN (9) ZGS.SI	

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštitut Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE  
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



ZAVOD za GOZDOVE  
SLOVENIJE

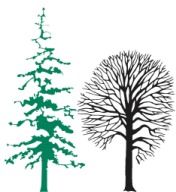
14	MATEJ TONIC	ZGS	matelj.madic@zgs.si	
15	BOJAN KOČNIK	ZGS	bojankocnik@zgs.si	
16	ŽIGA REPOTOČNIK	ZGS	ziga.repotochnik@zgs.si	
17	PRIMOŽ GRUDNIK	SIDG	primoz.grudnik@sidg.si	
18	FRANCI BREG	ZGS	franci.breg@zgs.gov.si	
19	PRIMOŽ KNEZ	LASTNIK GOZDA	knez85@gmail.com	
20	ROMAN JAZBON	SIDG		
21	MARIJA KOLŠEK	ZGS	marija.kolssek@zgs.si	
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

S podpisom na tej listi prisotnosti potrjujem, da soglašam, da Gozdarski inštit Slovenije obdeluje moje osebne podatke, navedene na tej listi prisotnosti, za namen izvedbe aktivnosti, navedenih v dokumentih projekta CRP V4-1822

# Učinkovitost in ekonomičnost različnih feromonskih vab za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* L.)

Andreja KAVČIČ  
Nina ŠRAMEL  
Marija KOLŠEK  
Maarten de GROOT

11. seminar in delavnica iz varstva gozdov  
1. – 2. junij 2021  
(Zoom videokonferenčni sistem)



# PROBLEM

---

**Motnje v gozdovih** (suša, vetrolom, snegolom, žled)

**Osmerozobi smrekov lubadar** (*Ips typographus* L.) – prenamnožitev

PREVENTIVA > **pravočasno ukrepanje** > preprečitev škode

**SPREMLJANJE** > napovedovanje prenamnožitev



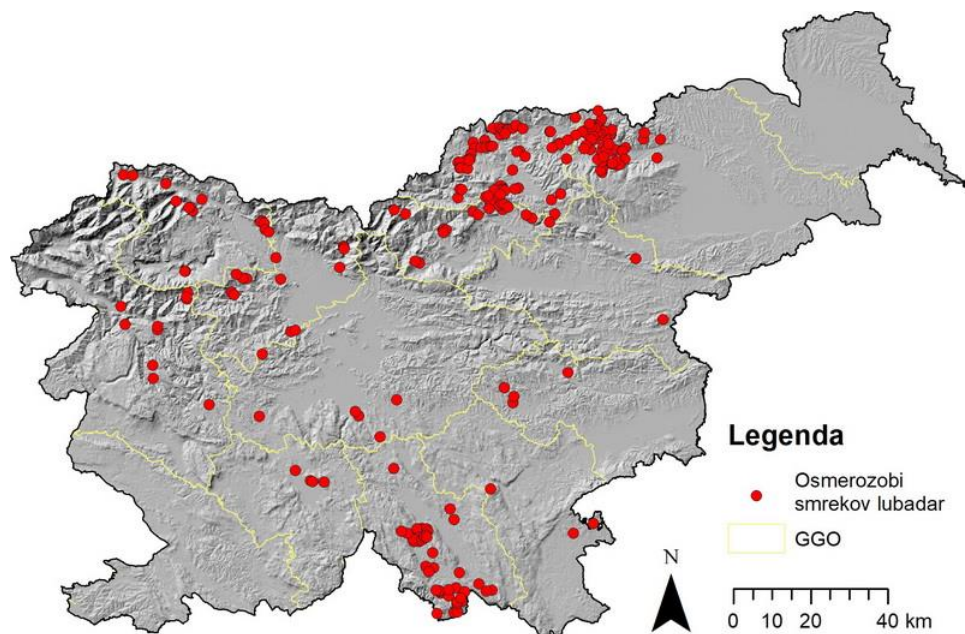
# SPREMLJANJE SMREKOVIH PODLUBNIKOV V SLOVENIJI

*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*

past + vaba (feromon)

3.000 – 4.000 feromonskih pasti

**STANJE POPULACIJE >>> KRATKOROČNA NAPOVED**



Lokacije kontrolnih pasti, kjer je bil v 2020 presežen prag 9.000 osebkov *Ips typographus*, ki označuje prenamnoženost populacije.  
(Vir: Ogris in Kolšek 2020, Napovedi o zdravju gozdov)

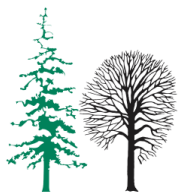
# Zanesljivost napovedi NI OPTIMALNA

---

## IZBIRA FEROMONSKEGA PRIPRAVKA

- Aktivne komponente: ipsdienol, metil butenol, *cis*-verbenol
- Oblika: pivnik, ampula
- Čas delovanja na terenu: nekaj tednov, celosezonski
- Proizvajalec: witasek, Fytofarm, BASF, Pheronova AG, FAIE
- Učinkovitost, občutljivost, selektivnost
- **Cena**

## JAVNO NAROČILO

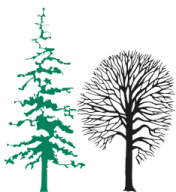


# NAMEN

---

## PRIMERJAVA RAZLIČNIH FEROMONSKIH PRIPRAVKOV

1. Kakšen je vpliv različnih feromonskih pripravkov na ulov hroščev *Ips typographus*?
2. Kakšen je vpliv različnih feromonskih pripravkov na ulov netarčnih organizmov (**stranski ulov**)?
3. Kako na ulov vplivajo **ekološke razmere na lokaciji** (vetrolom, nepoškodovan gozd)?
4. Kakšna je učinkovitost feromonskega pripravka v primerjavi s ceno?



# MATERIALI: FEROMONSKI PRIPRAVEK

*Ips typographus* L.

1. IT Ecolure Extra (Fytofarm)
2. Pheroprax (BASF)
3. Typosan (Pheronova AG)
4. Ipstyp (Alpha Scents)
5. Ipsowit (FAIE)





# MATERIALI: PASTI

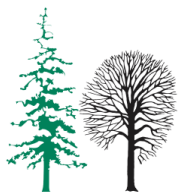
- Režasta past (Theysohn tip)
- Enojna past
- 50 pasti (10 / feromon)



# METODE DELA: LOKACIJE

---

- **Lesna zaloga smreke v sestoji vsaj 70 % .**
- Podobna drevesna sestava smreki primešanih vrst, lesna zaloga, debelinska struktura ter starost drevnine.
- **Primerljivi ekološki pogoji** (npr. vse osojna ali vse prisojna pobočja in v istem višinskem pasu).
- Populacija *Ips typographus* ni v gradaciji.
- Pasti so na izbranem območju razporejene **naključno in enakomerno**, in sicer tako, da je posamezna past od sosednjih oddaljena vsaj **1 km**.
- Pasti so od najbližjih dreves smreke oddaljene **10–25 m**.



# METODE DELA: LOKACIJE

TEST (25 pasti)

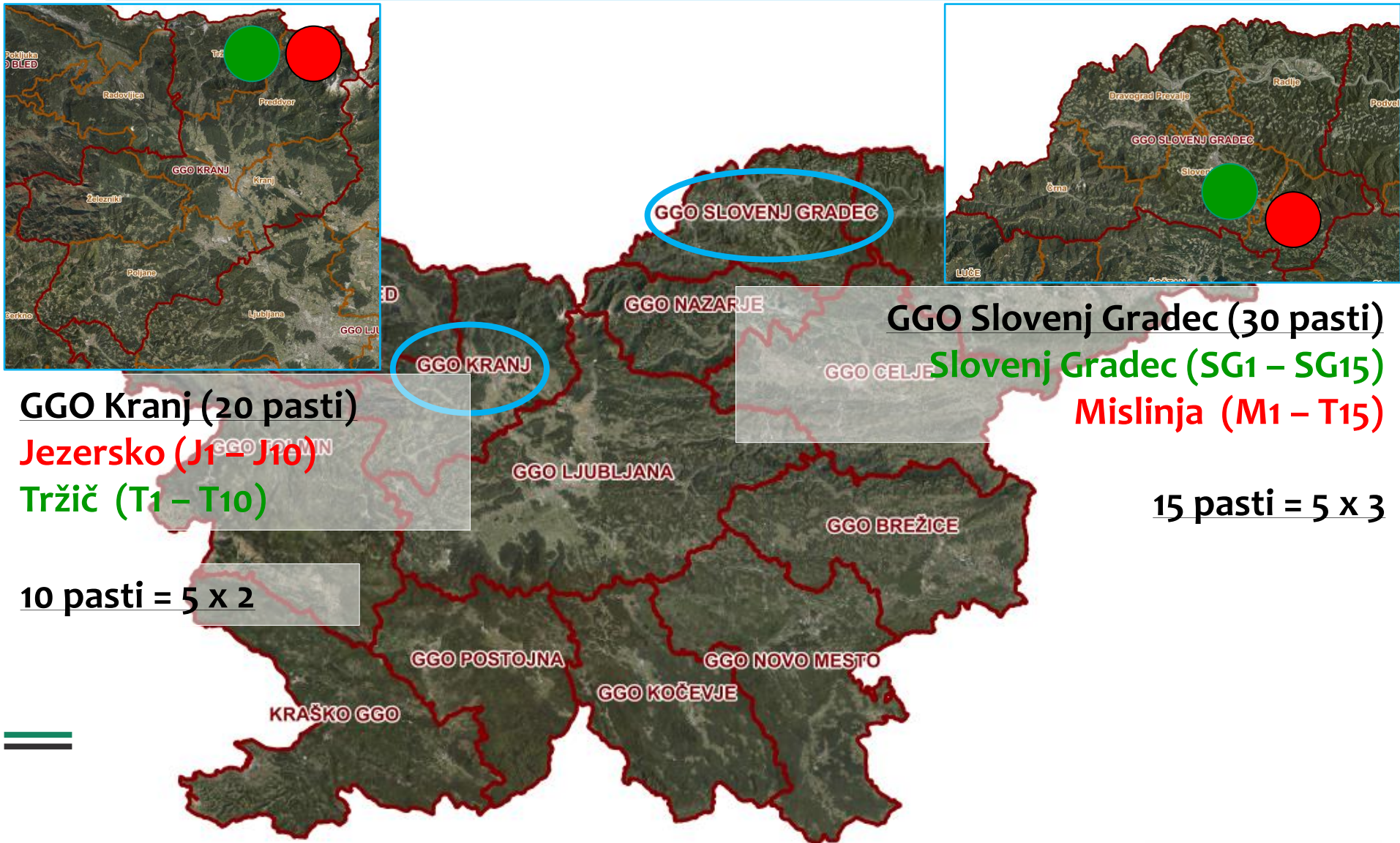
**Vetrolom** v pretekli sezoni (2017)

KONTROLA (25 pasti)

**Nepoškodovan smrekov sestoj**



# METODE DELA: LOKACIJE

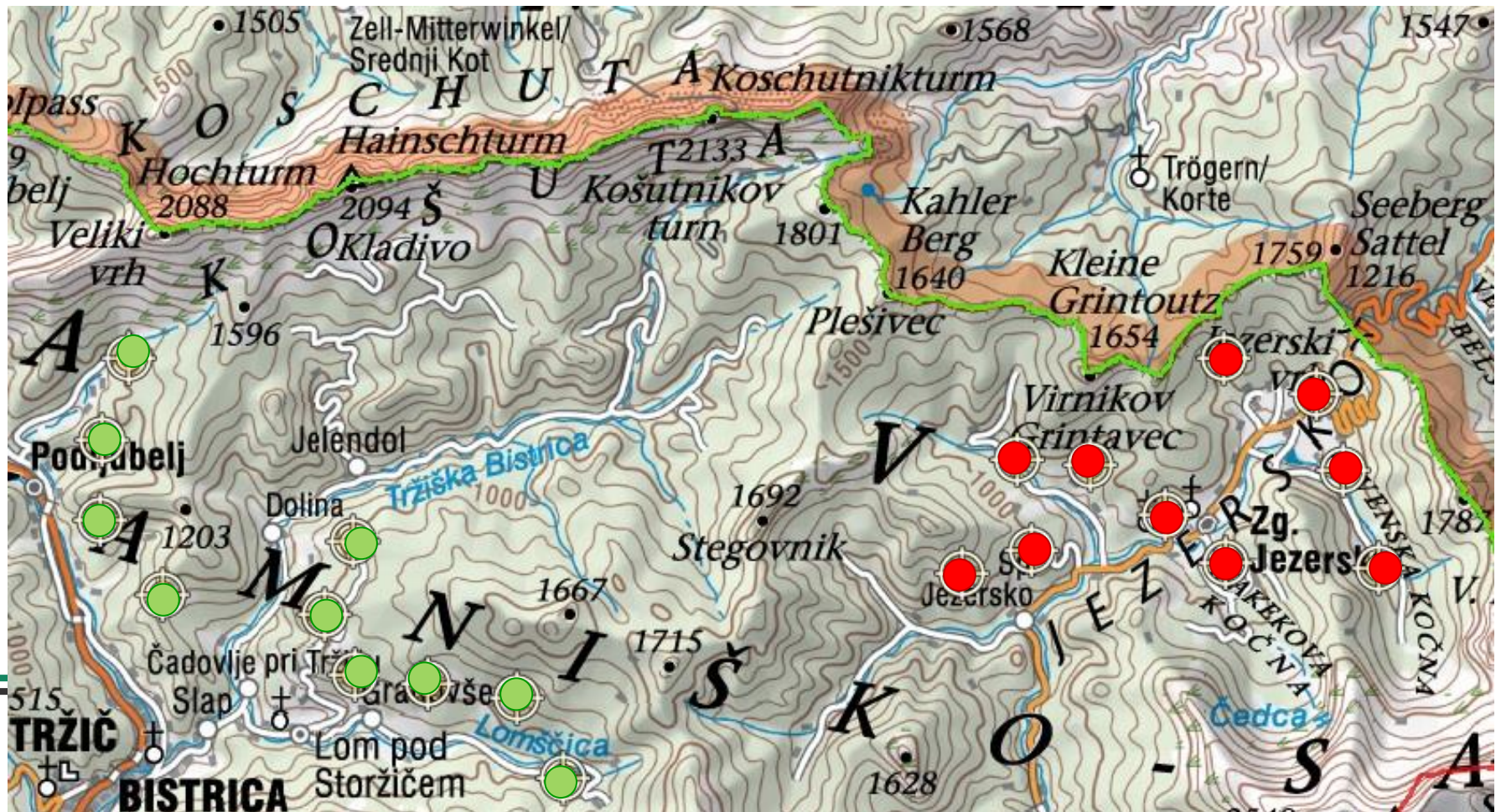


# METODE DELA: LOKACIJE

## GGO Kranj

Tržič (T1 – T10)

Jezerško (J1 – J10)

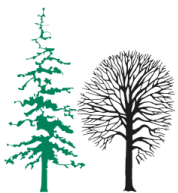
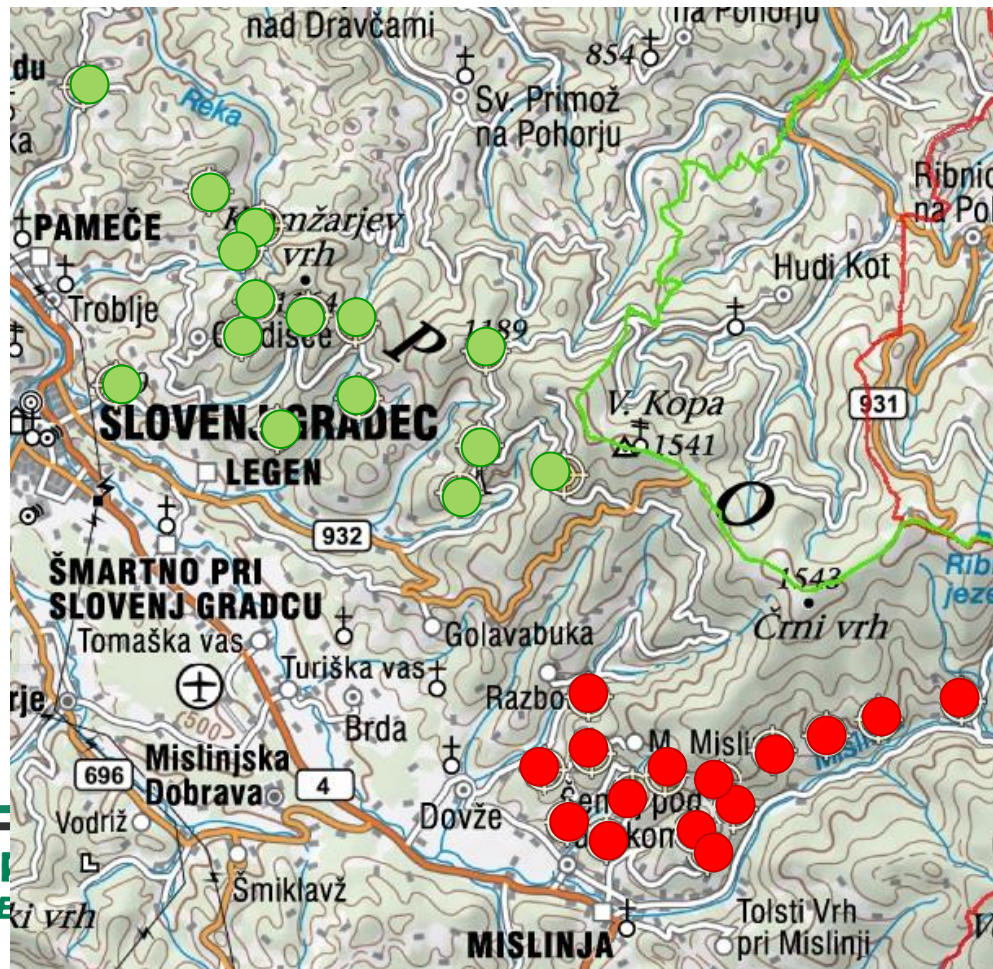


# METODE DELA: LOKACIJE

## GGO Slovenj Gradec

Slovenj Gradec (SG1 – SG15)

Mislinja (M1 – M15)

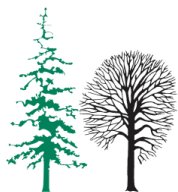


GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJA

# METODE DELA: SPREMLJANJE ULOVA

---

- Trajanje spremljanja: **začetek marca – konec septembra 2019**
- Interval: **7–14 dni**
- Označevanje: **dogovorjena oznaka** lokacije z zaporedno številko pasti (J1 – J10, T1 – T10, SG1 – SG15, M1 – M15) in datum pobiranja
- Menjava vabe: po navodilih proizvajalca
- Analiza ulova: Gozdarski inštitut Slovenije (**GIS**)
- Laboratorij za varstvo gozdov (LVG): **Morfološka analiza**



# METODE DELA: SPREMLJANJE ULOVA

- Osmerozobi smrekov lubadar (*Ips typographus* L.)
- Stranski ulov – druge vrste (*Thanasimus* spp., ...)



Foto: Andreja Kavčič (GIS)

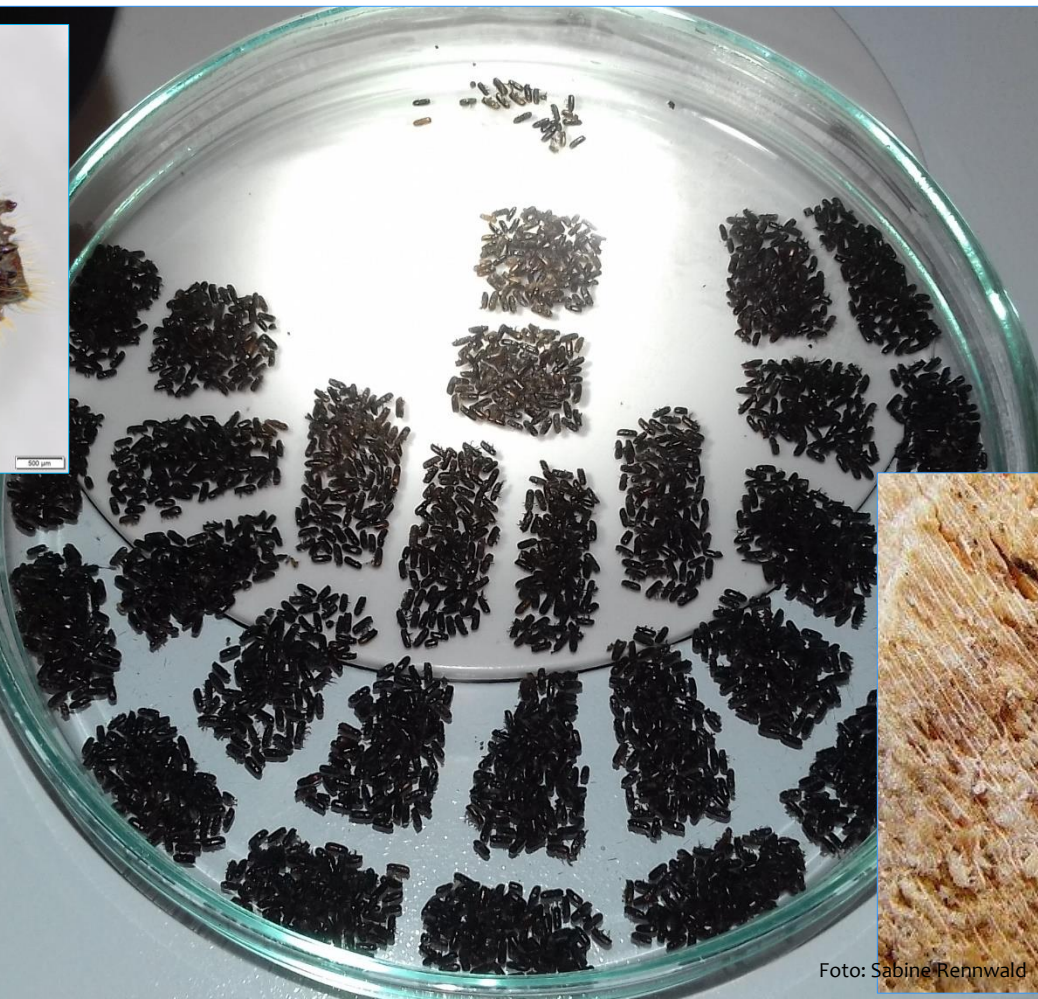


Foto: Nina Šramel (GIS)



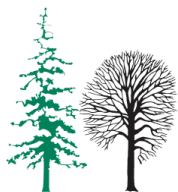
Foto: Sabine Rennwald



# METODE DELA: ANALIZA STROŠKOV

---

- Stroški feromonskih pripravkov
- Stroški pasti
- Stroški dela
- Potni stroški



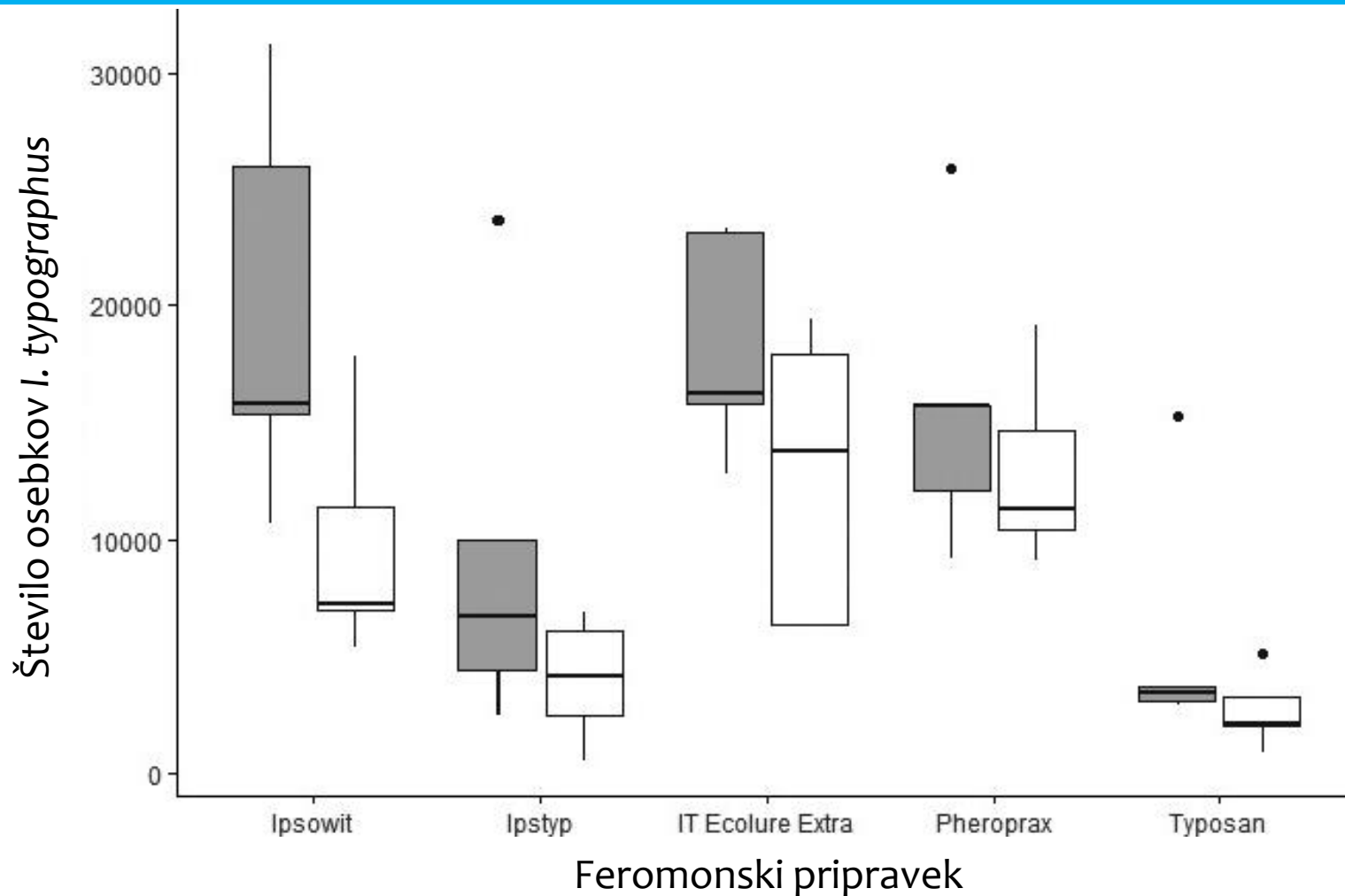
# METODE DELA: INDEKS

Feromonski pripravek	Indeks – učinkovitost	Indeks – občutljivost	Indeks – selektivnost	Končni indeks *	Cena
IT Ecolure Extra®					
Ipsowit®					
Pheroprax®					
Ipstyp®					
Typosan®					

\* Višji končni indeks pomeni, da je feromonski pripravek boljši, glede na izbrane lastnosti.

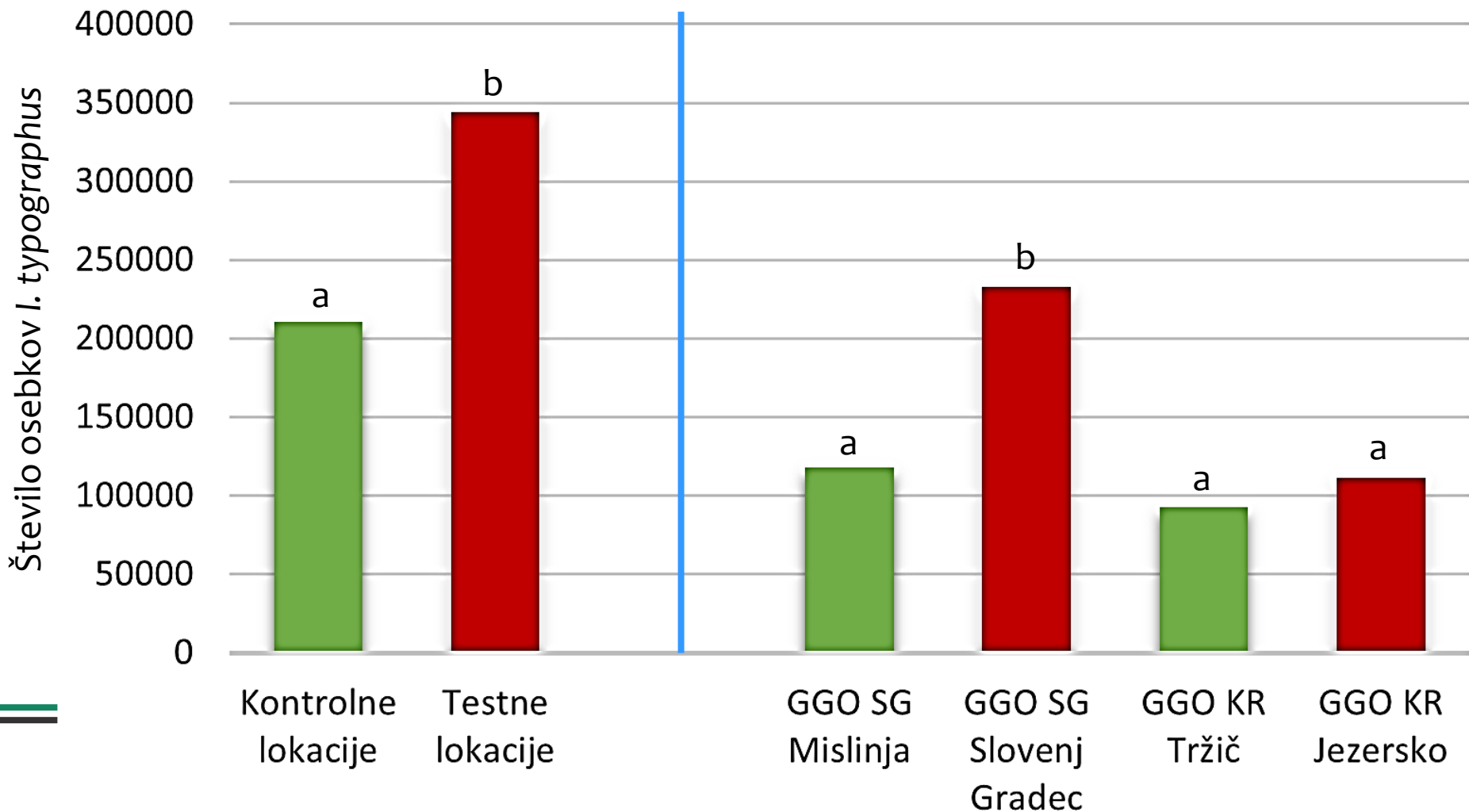


# REZULTATI: Ulov *Ips typographus*



Vpliv feromonskega pripravka in naravne motnje (vetrolom) na število ujetih hroščev *Ips typographus*. Sivi boxi – lokacije, kjer je bil v pretekli sezoni vetrolom, beli boxi – lokacije, kjer je bil gozd nepoškodovan. Vir: Šramel in sod., 2021, Journal of Applied Entomology.

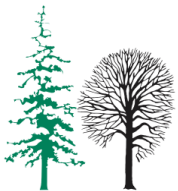
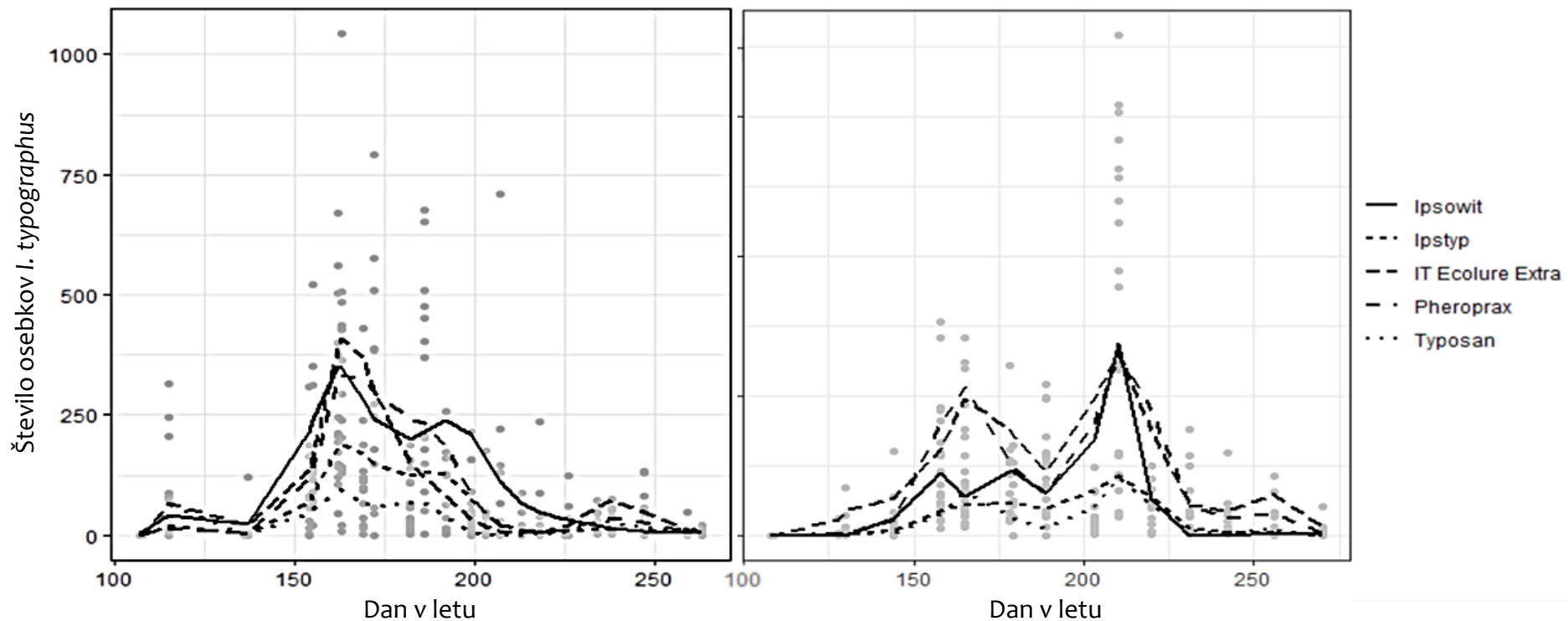
# REZULTATI: Ulov *Ips typographus*



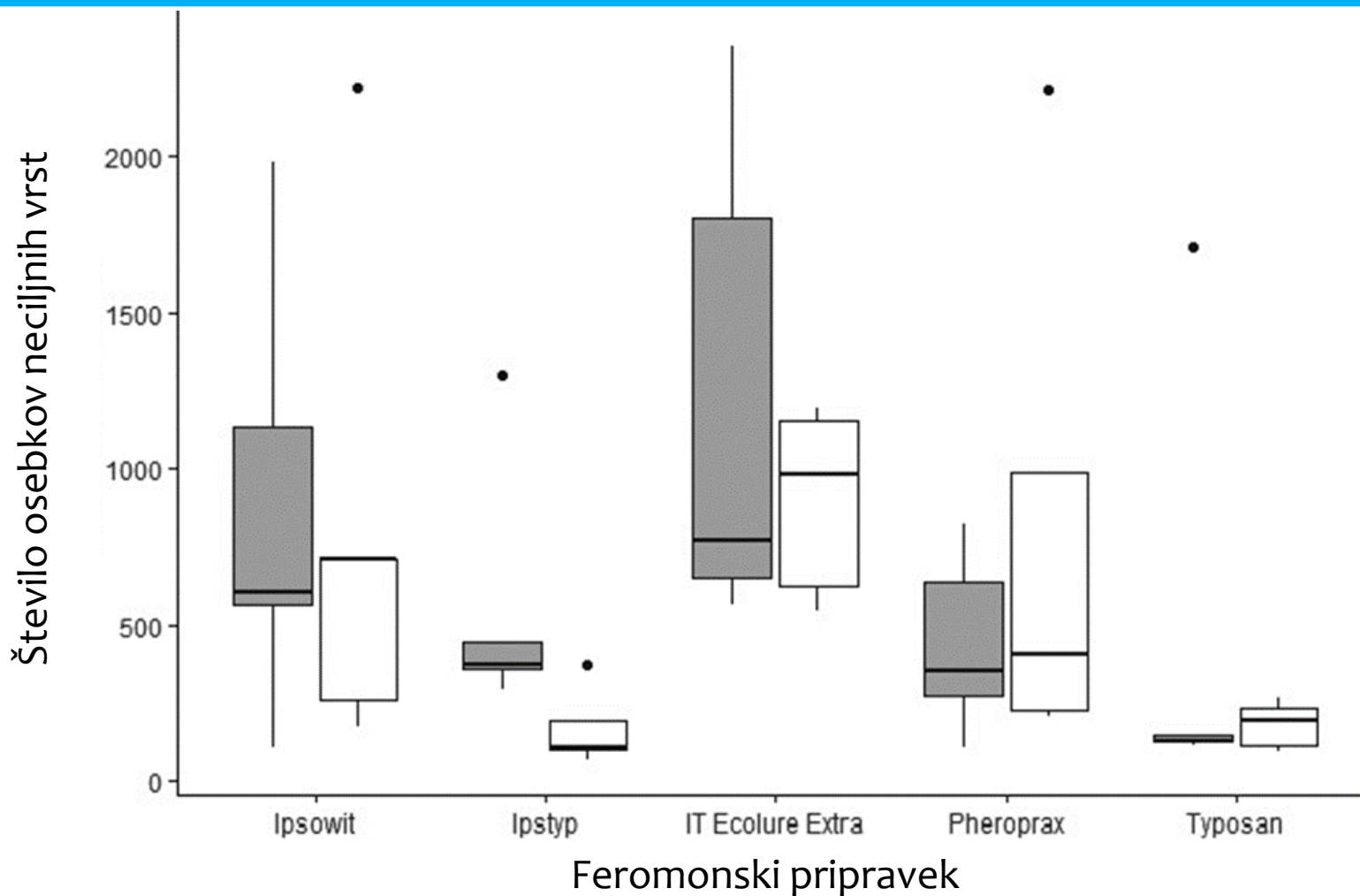
# REZULTATI: Ulov *Ips typographus*

## GGO Kranj

## GGO Slovenj Gradec



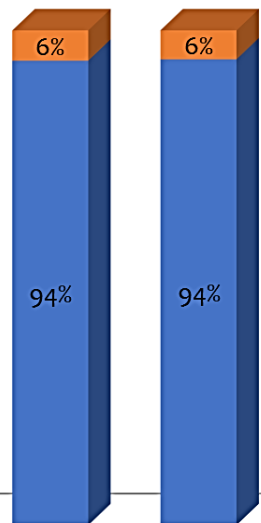
# REZULTATI: Stranski ulov (5,8 %)



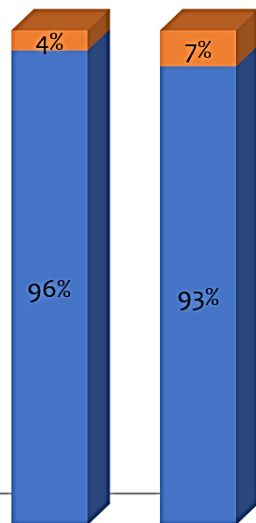
Razlika v količini stranskega ulova med pastmi, opremljenimi z različnimi feromonskimi pripravki. Sivi boxi – lokacije, kjer je bil v pretekli sezoni vetrolom, beli boxi – lokacije, kjer je bil gozd nepoškodovan. Vir: Šramel in sod., 2021, Journal of Applied Entomology.

# REZULTATI: Stranski ulov

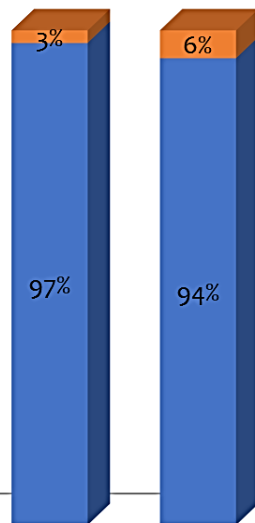
 *Ips typographus*     stranski ulov



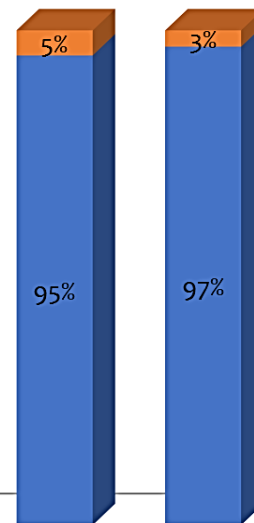
IT Ecolure  
Extra  
(Test)      IT Ecolure  
Extra  
(Kontrola)



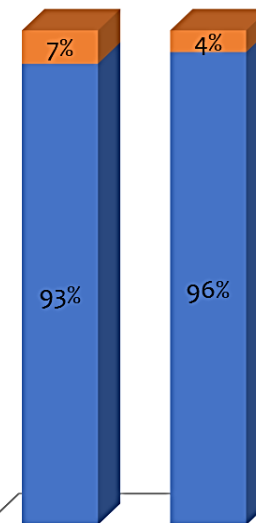
Ipsowit  
(Test)      Ipsowit  
(Kontrola)



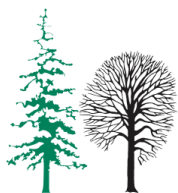
Pheroprax  
(Test)      Pheroprax  
(Kontrola)



Ipstyp  
(Test)      Ipstyp  
(Kontrola)

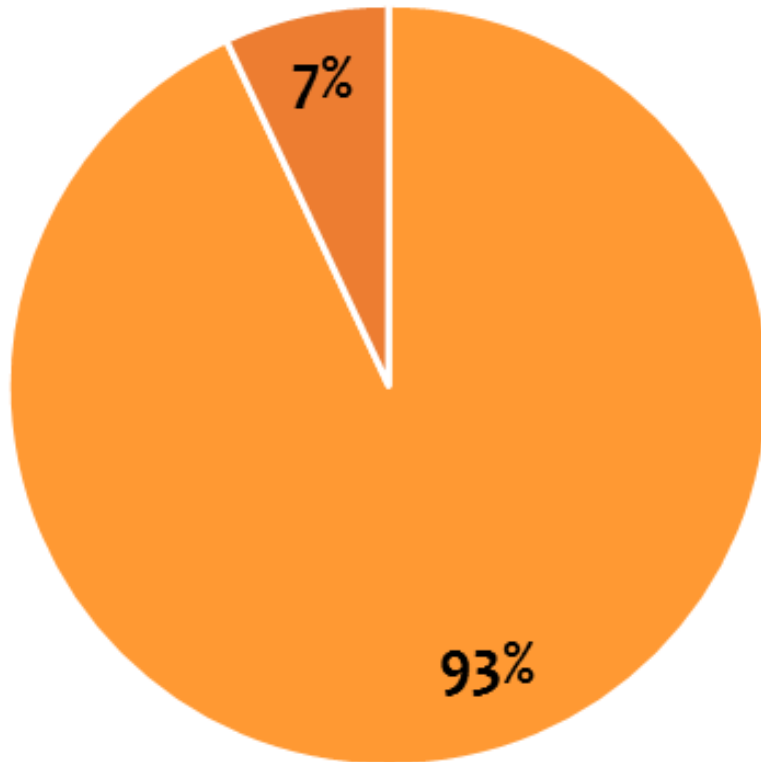


Typosan  
(Test)      Typosan  
(Kontrola)

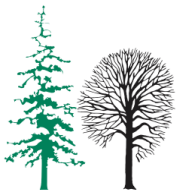


# REZULTATI: Stranski ulov

---

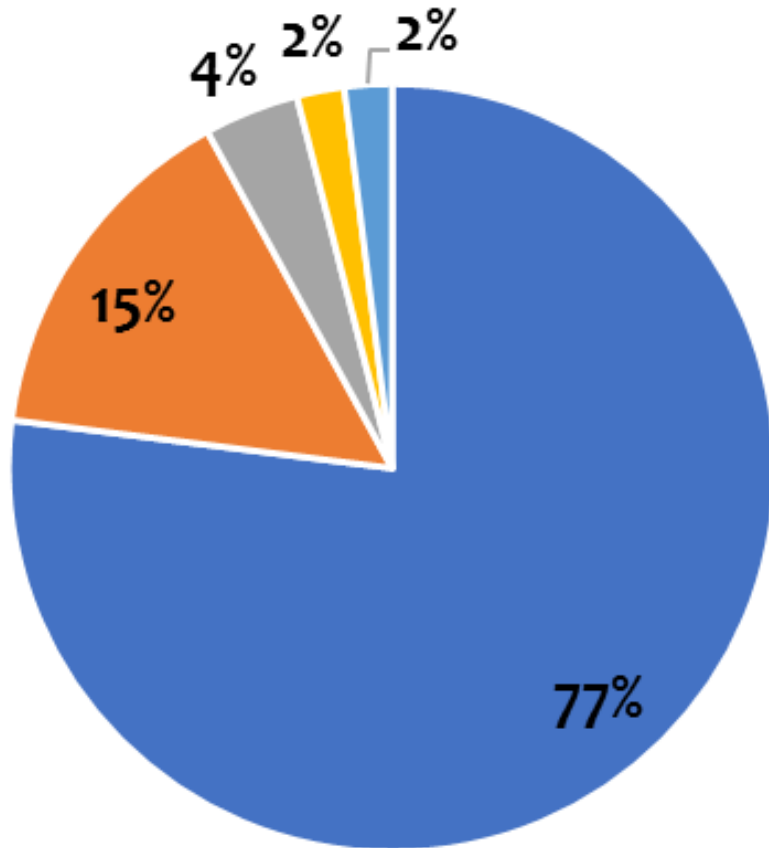


- Coleoptera (hrošči)
- druge skupine organizmov

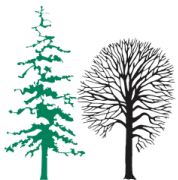




# REZULTATI: Stranski ulov

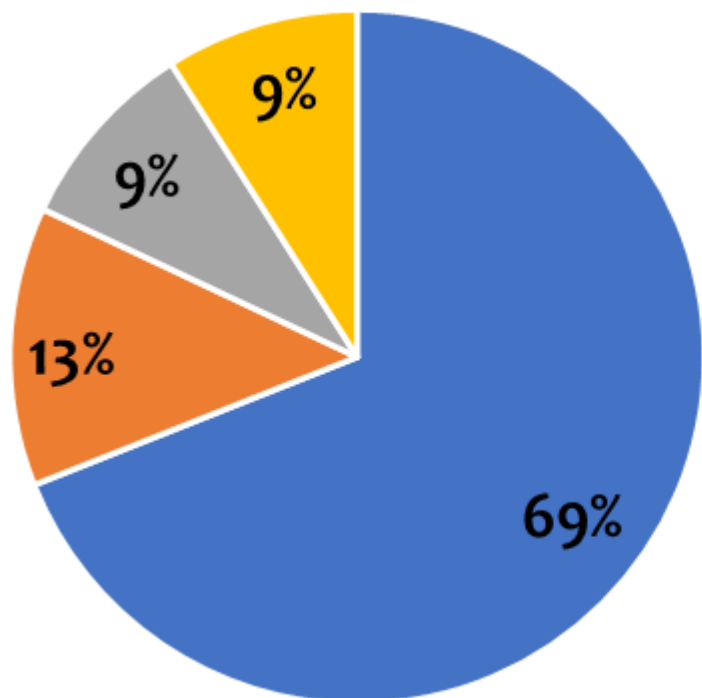


- Curculionidae (pravi rilčkarji)
- druge skupine hroščev (*Thanasimus* sp. = 40 osebkov)
- Staphylinidae (kratkokranci)
- Elateridae (pokalice)
- Scarabaeidae (skarabeji)

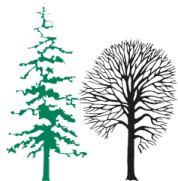


# REZULTATI: Stroški spremljanja

---



- stroški dela
- stroški feromonskih pripravkov
- stroški pasti
- potni stroški



# REZULTATI: Primerjava izbranih lastnosti in cene feromonskih pripravkov

Feromonski pripravek	Indeks – učinkovitost	Indeks – občutljivost	Indeks – selektivnost	Končni indeks*	Cena
IT Ecolure Extra®	<b>0,50</b>	0,55	0,46	0,50	351,22 €
Ipsowit®	0,47	<b>1,00</b>	0,59	<b>0,69</b>	480,42 €
Pheroprax®	0,46	0,28	<b>0,73</b>	0,49	<b>610,98 €</b>
Ipstyp®	0,22	0,54	0,52	0,42	236,98 €
Typosan®	0,13	0,30	0,55	0,33	350,20 €

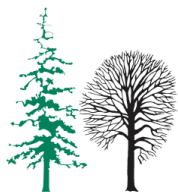
\* Višji končni indeks pomeni, da je feromonski pripravek boljši, glede na izbrane lastnosti.



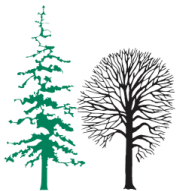
# ZAKLJUČKI

---

- Ulov *Ips typographus* se razlikuje glede na uporabljen feromonski pripravek.
- Delež netarčnih organizmov v ulovu je majhen (cca. 6%).
- Učinkovitost feromonskega pripravka (ulov osebkov tarčne vrste) je samo ena od lastnosti feromonskega pripravka (učinkovitost, občutljivost, selektivnost, cena) in ni vedno tisto, kar iščemo.
- Najboljši feromonski pripravek je Ipsowit.
- Najbolj učinkovit feromonski pripravek je IT Ecolure Extra.
- Najbolj selektiven feromonsko pripravek je Pheroprax.
- Najdražji feromonski pripravek ni nujno najboljši – in obratno.



# HVALA ZA POZORNOST.



**GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE**  
*SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE*



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,  
GOZDARSTVO IN PREHRANO**



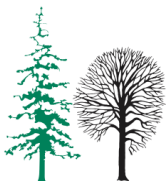
MEDNARODNO LETO  
ZDRAVJA RASTLIN  
2020

# Učinkovitost in ekonomičnost različnih tipov pasti za spremljanje osmerozobega smrekovega lubadarja, *Ips typographus* (L.)

Nina Šramel, Andreja Kavčič, Marija Kolšek in Maarten de Groot

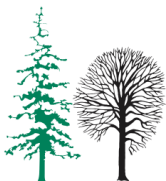


Nina Šramel



# Povod za raziskavo

- Velika ponudba
- Tri najbolj pogoste pasti v Evropi
- Razmerje v ulovu med režastimi pastmi
  
- Možnost predvidevanja prenamnožitve, če se vetrolom zgodi manj kot leto dni pred rojenjem



# Namen raziskave

- Učinkovitost
  - Enojna režasta past
  - Križna past
  - Lijakasta past
  - Dvojna režasta past
  - Trojna režasta past

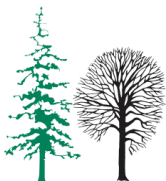




# Namen raziskave

- Selektivnost
  - Stranski ulov
  - Plenilci - (*Nemosoma elongatum*, *Thanasimus femoralis* in *Thanasimus formicarius*)

- Ekonomski vidik



# Raziskovalno območje

April – September 2020

➤ 50 pasti

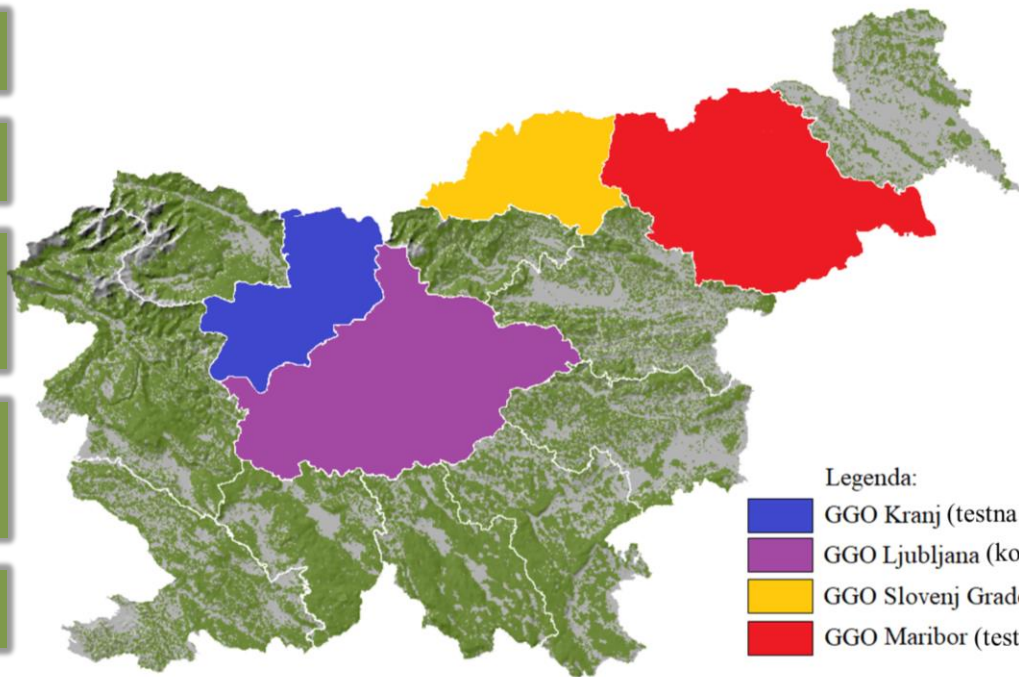
➤ Drevesna sestava

➤ Navadna smreka > 70%





➤ Enakomerno

➤ > 1 km

Vetrolom februar 2020



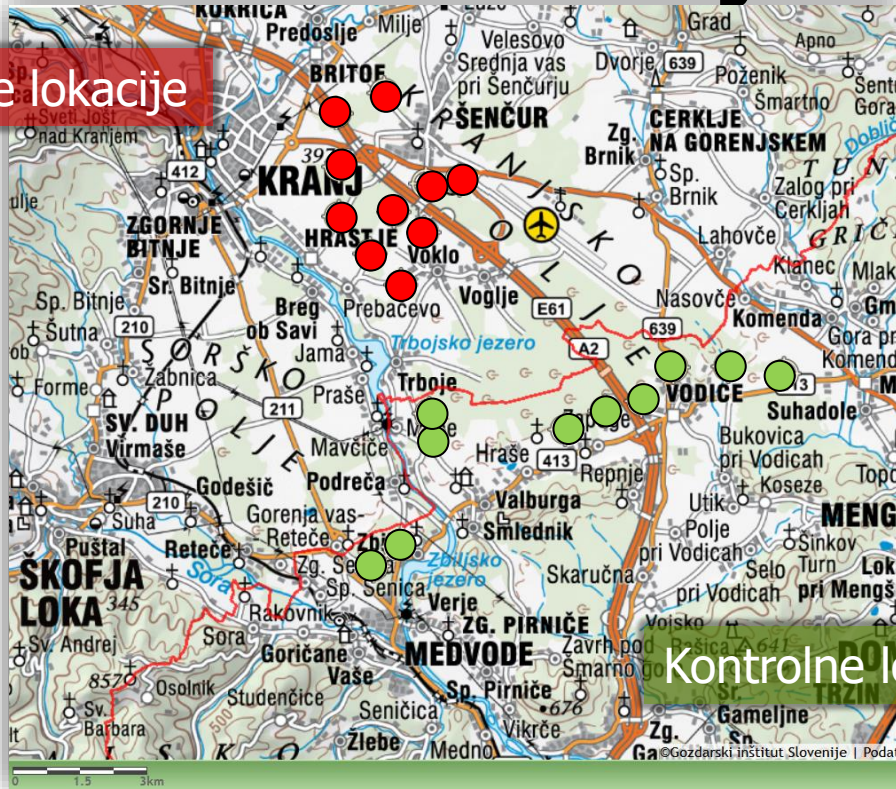
Legenda:

-  GGO Kranj (testna lokacija)
-  GGO Ljubljana (kontrolna lokacija)
-  GGO Slovenj Gradec (kontrolna lokacija)
-  GGO Maribor (testna lokacija)



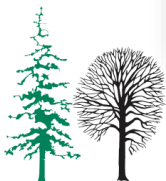
# Raziskovalno območje

Testne lokacije



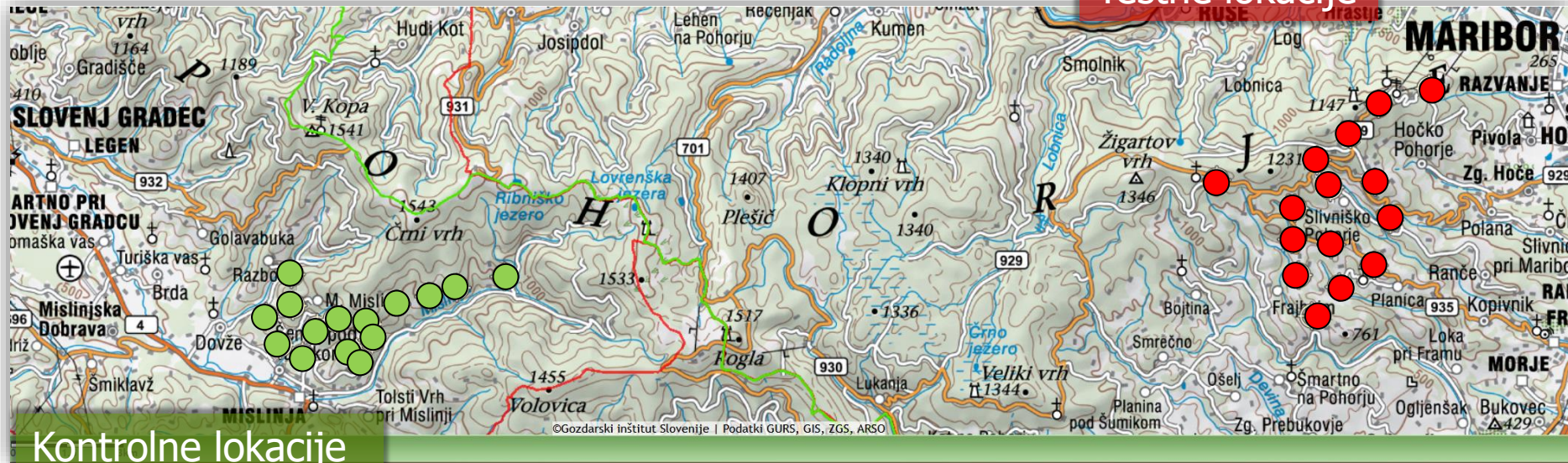
Postavitev:  
10 pasti  
2 ponovitve vsake pasti

Kontrolne lokacije



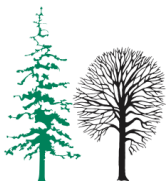
# Raziskovalno območje

Testne lokacije

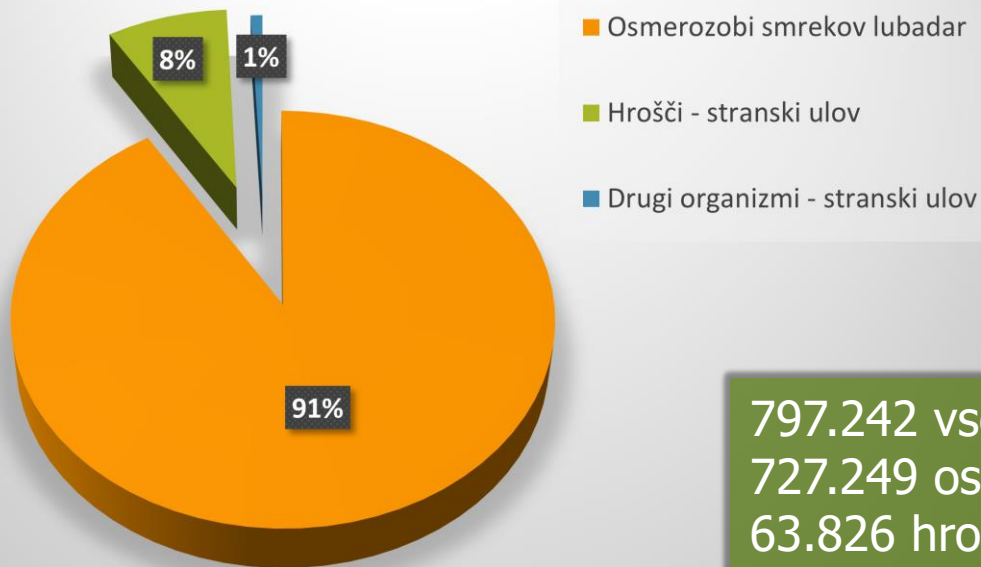


Kontrolne lokacije

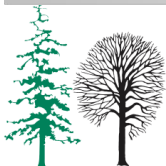
Postavitev:  
15 pasti  
3 ponovitve vsake pasti



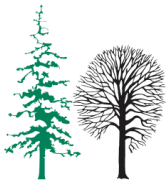
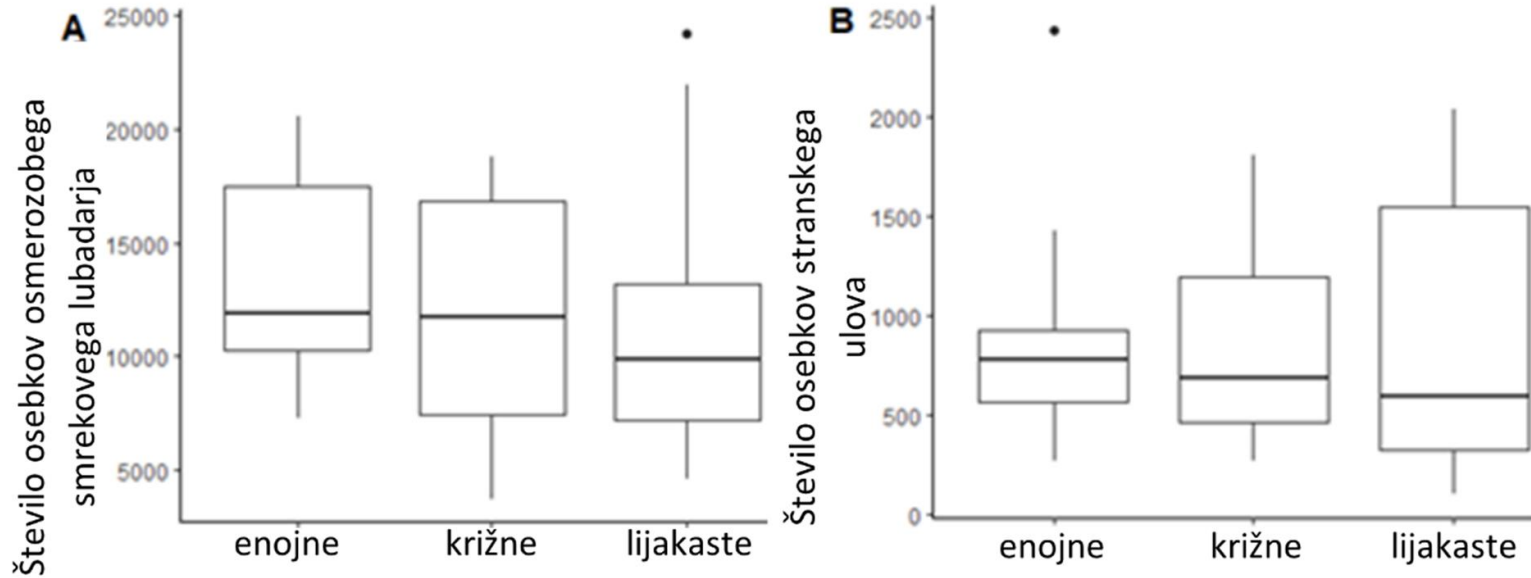
# Rezultati



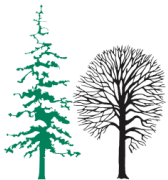
797.242 vseh organizmov  
727.249 osmerozobi smrekov lubadar  
63.826 hrošči  
6.167 drugi organizmi  
143 plenilci



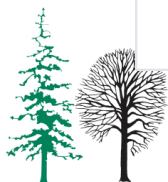
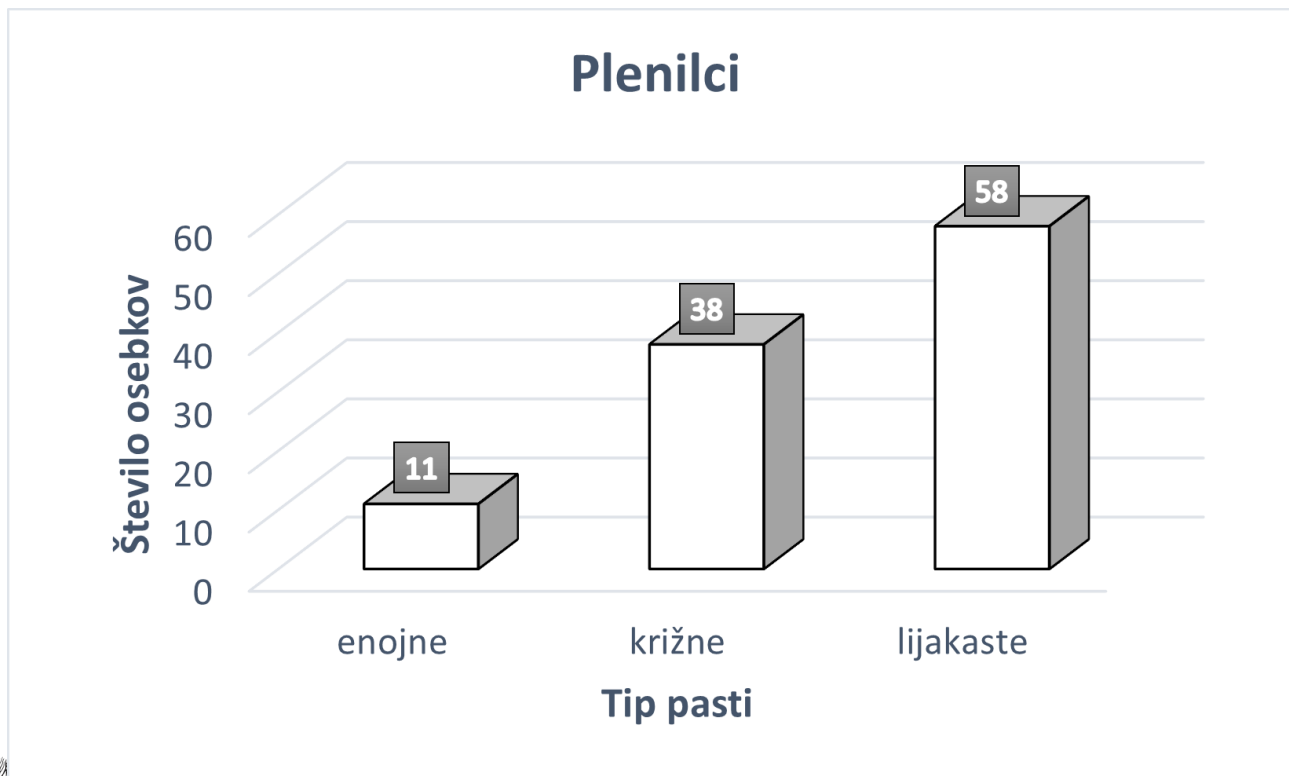
# Rezultati



# Rezultati

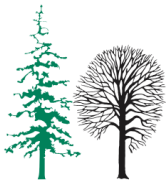
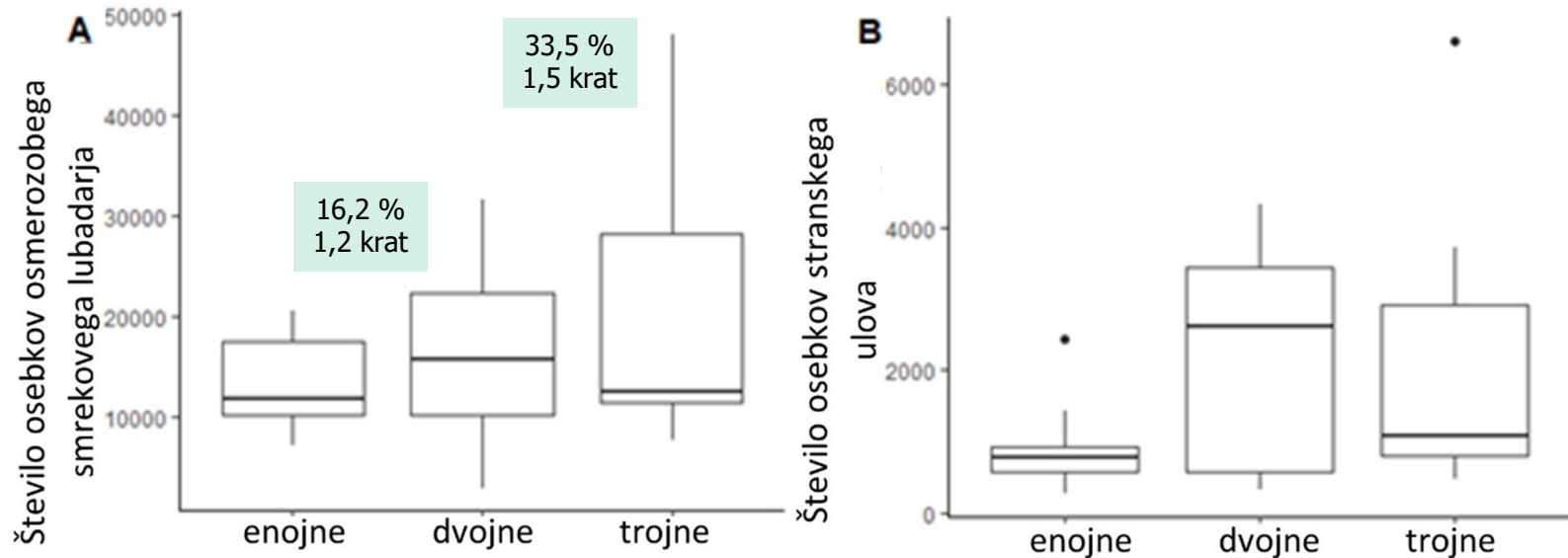


# Rezultati

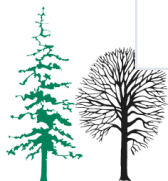
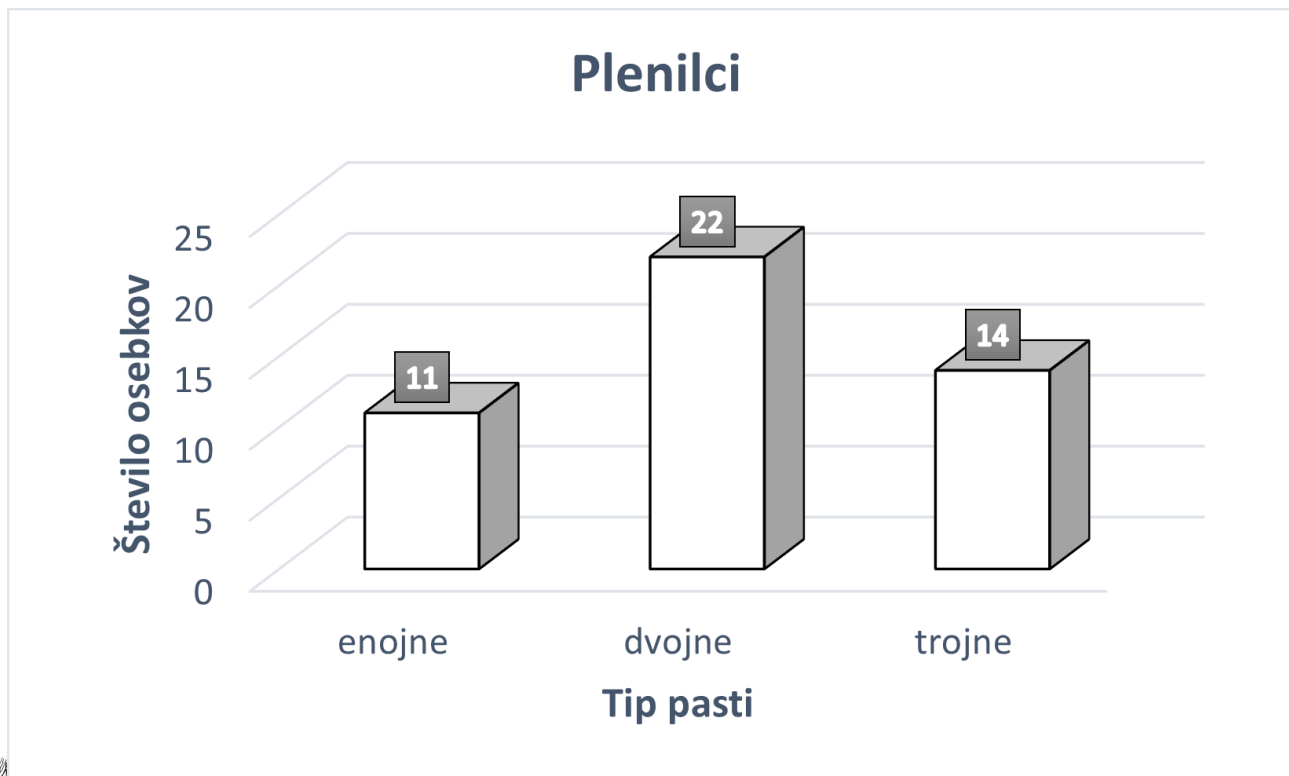




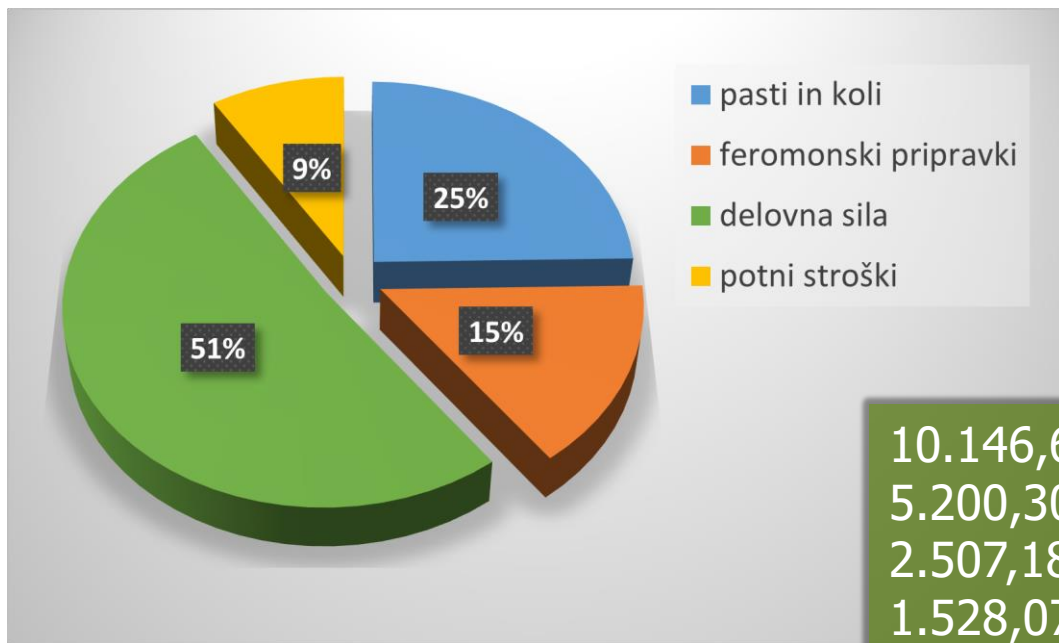
# Rezultati



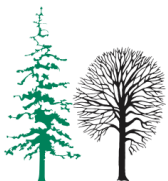
# Rezultati



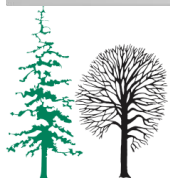
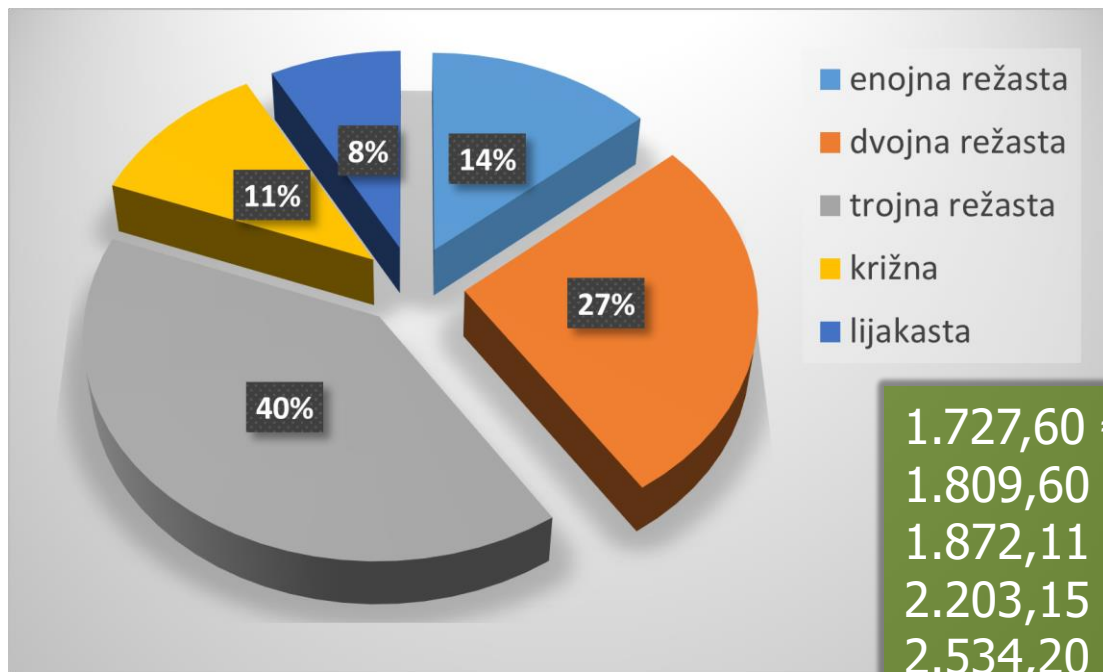
# Ekonomski vidik



10.146,66 € vsi stroški  
5.200,30 € delovna sila  
2.507,18 € pasti in koli  
1.528,07 € feromonski pripravki  
911,11 € potni stroški

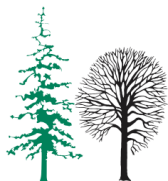


# Ekonomski vidik



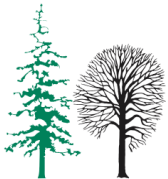
# Indeks

Vrsta pasti	Učinkovitost ulova	Selektivnost	Skupni indeks	Strošek pasti
Enojna režasta past	<b>0,55</b>	<b>0,47</b>	<b>0,51</b>	1,872.11 €
Križna past	0,48	0,40	0,44	1,809.60 €
Lijakasta past	0,48	0,44	0,46	1,727.60 €
Enojna režasta past	0,28	<b>0,68</b>	0,48	1,872.11 €
Dvojna režasta past	0,33	0,49	0,41	2,203.15 €
Trojna režasta past	<b>0,42</b>	0,61	<b>0,51</b>	2,534.20 €



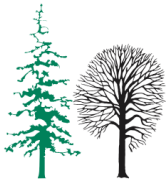
# Povzetek ugotovitev

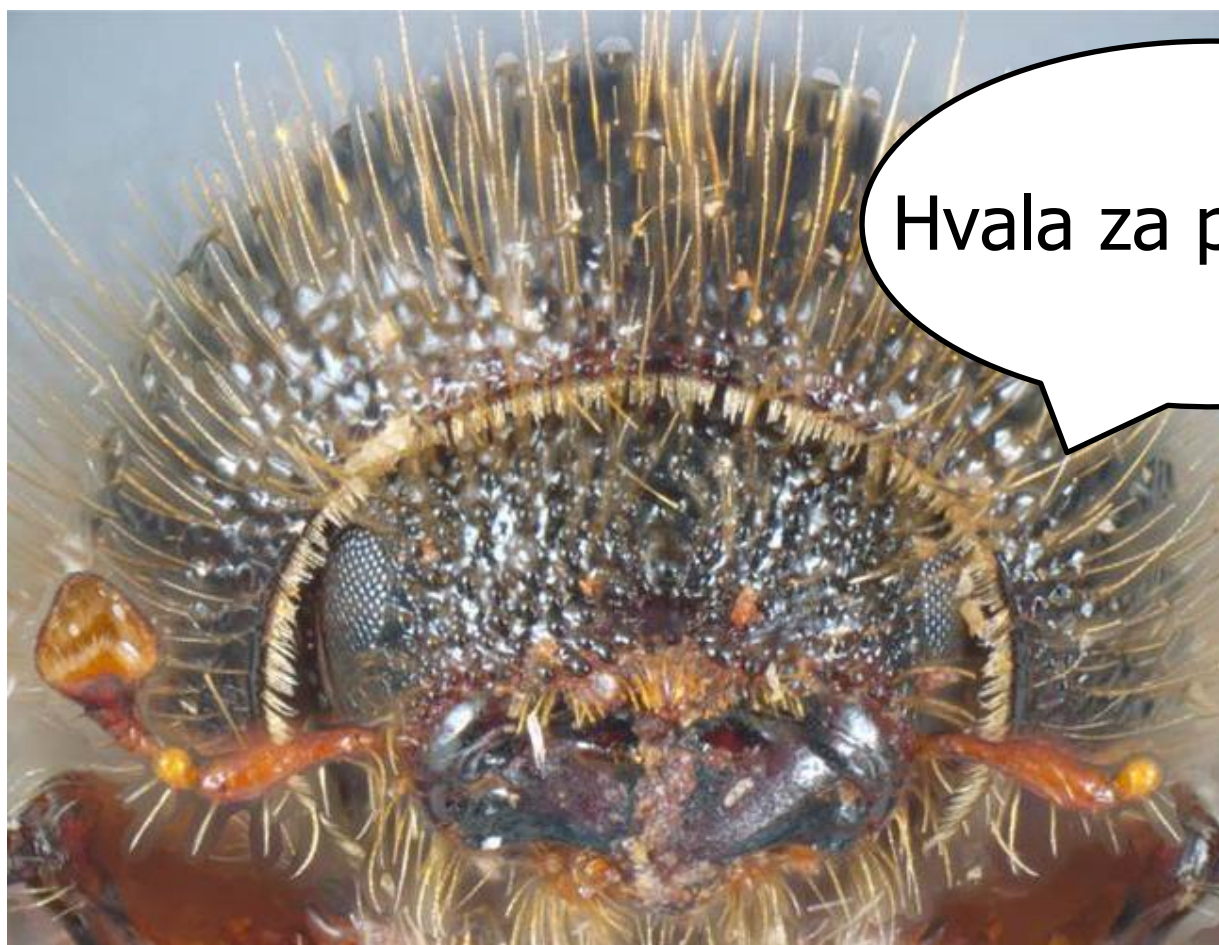
- Med enojnimi, lijakastimi in križnimi pastmi ni statističnih razlik, vendar je enojna režasta past bolj učinkovita in selektivna
- Med enojnimi, dvojnimi in trojnimi režastimi pastmi so statistične razlike, vendar so te zanemarljive v primerjavi z razlikami v njihovi ceni



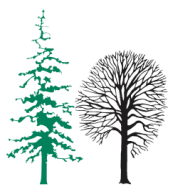
# Povzetek ugotovitev

- Pri načrtovanju monitoringa za katerega je potreben nakup pasti in stojal, ima izbira pasti velik vpliv na končen strošek celotnega monitoringa
- Na podlagi količine ulova osmerozobega smrekovega lubadarja ne moremo ločiti zdravega gozda od gozda katerega je prizadel vetrolom pred manj kot letom dni





Hvala za pozornost!

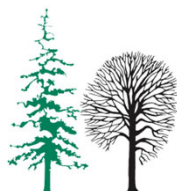




# **Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*)**

Nikica Ogris, Marija Kolšek, Maarten de Groot

11. seminar in delavnica iz varstva gozdov, 1. in 2. 6. 2021, videokonferenca



# Cilj

- Določiti kriterije, roke in postopke za določanje optimalnega števila in lokacij postavitve kontrolnih feromonskih pasti ter lovnih nastav z upoštevanjem lokalnih razlik v geografskih, klimatskih in ekoloških značilnostih posameznih območij.

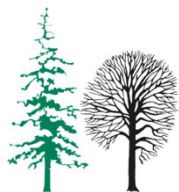
## Usmeritev:

- Čim manjša količina, ki bo še zagotavljala njihov namen.
- Ekonomski razlog: stroški.



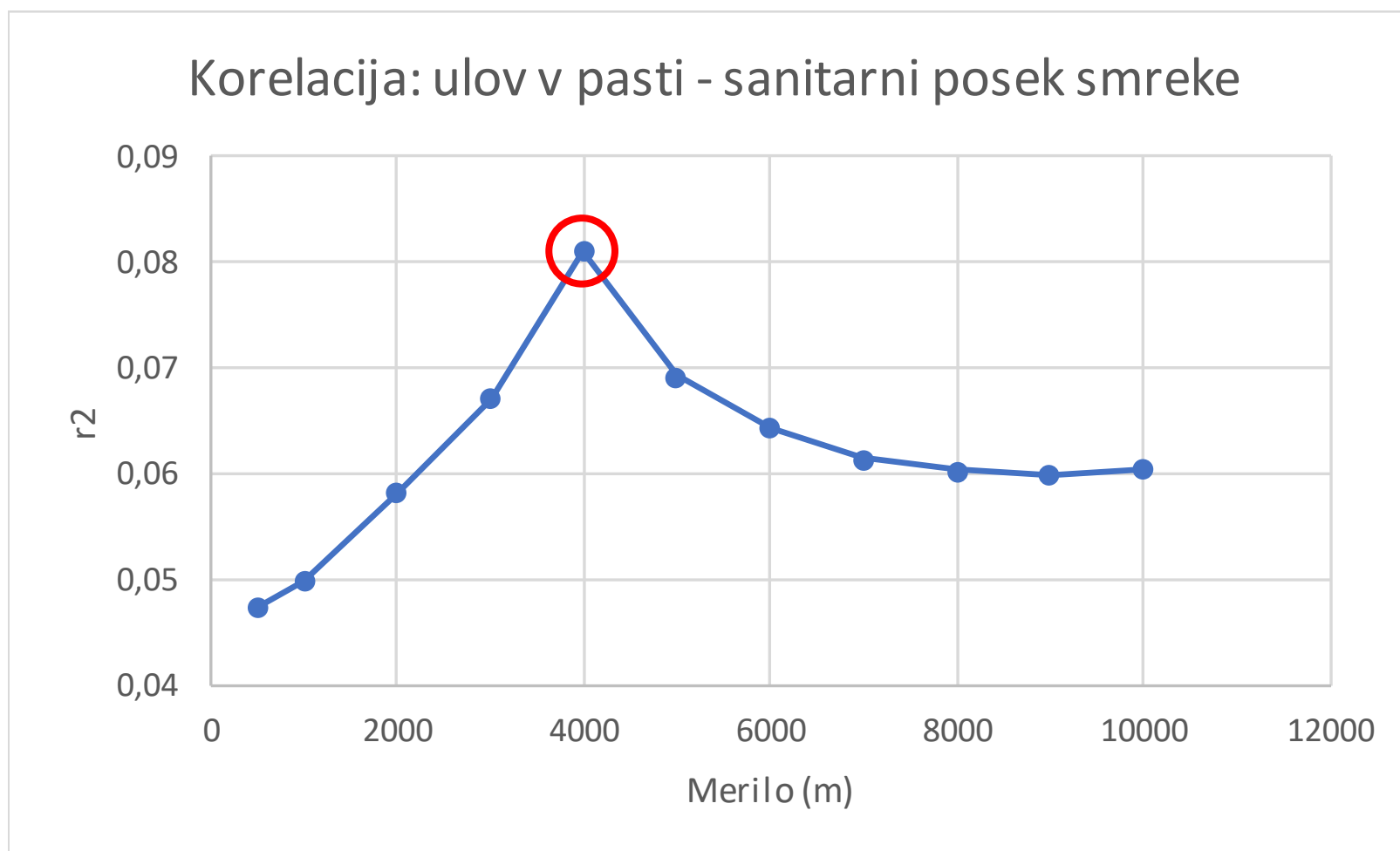
# Namen kontrolnih pasti

- Namen kontrolne pasti je spremljanje gostote populacije *I. typographus*, tj. ugotavljanje ali je populacija prenamnožena, ali se bo zgodil izbruh in napad zdravih gostiteljev v tekočem letu na vplivnem območju pasti.



## Korelacija ulova v pasti s sanitarnim posekom smreke zaradi podlubnikov

- Ulov v pasti korelira s sanitarnim posekom smreke zaradi podlubnikov v tekočem letu.
- Korelacija je največja pri polmeru 4 km.



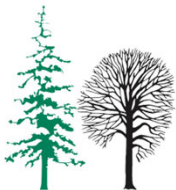
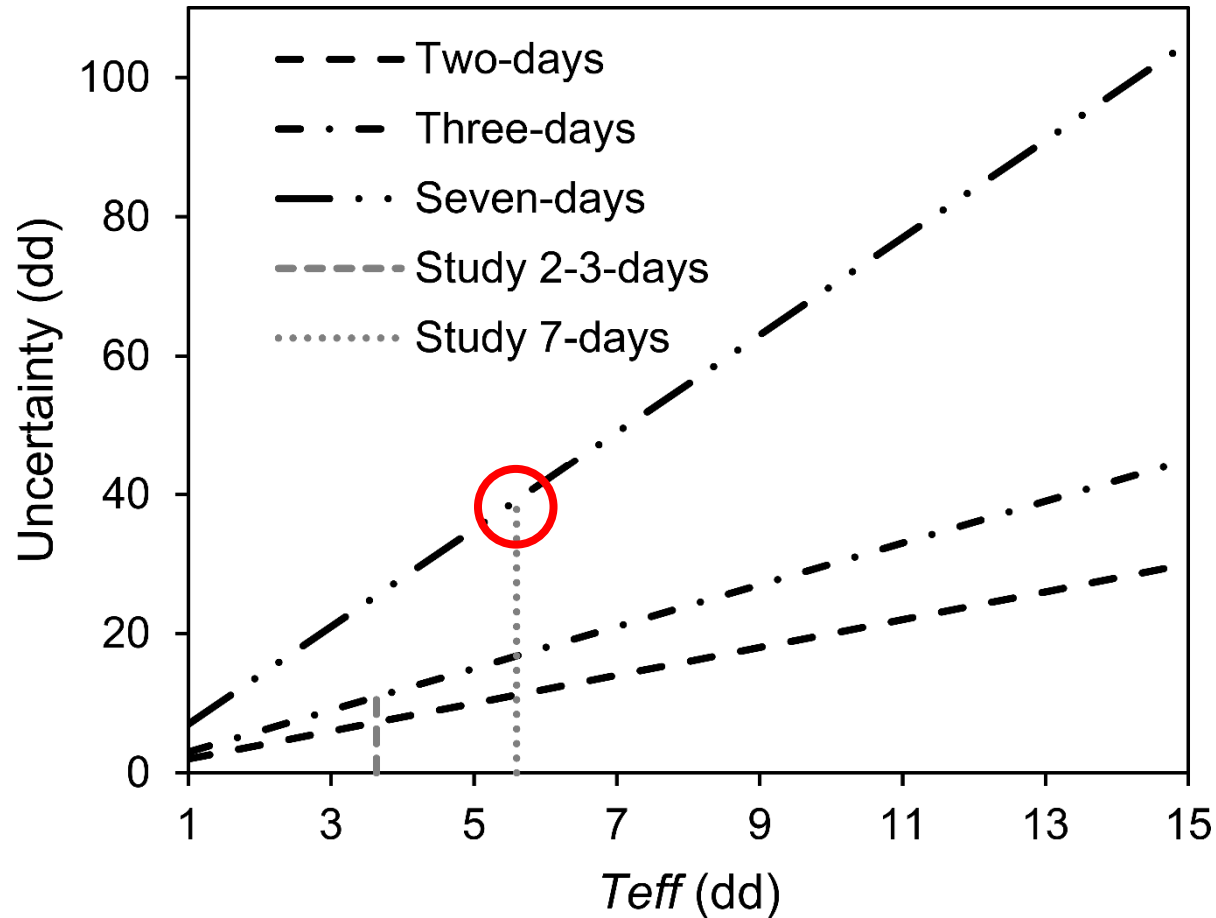
# Vpliv pravočasne postavitve pasti

- Rok za pravočasnost izračun na podlagi modela RITY

Pogoj	R <sup>2</sup> (pri merilu 4 km)	Dni zam.	Št. pasti	Delež (%)
Vsi podatki	0,08	1	9783	69,9
zamuja < 8 dni	0,13	7	7218	51,6
zamuja < 0 dni	0,19	14	4140	29,6
		28	1444	10,3

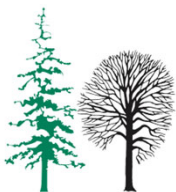
- Če ne zamujamo s postavitvijo pasti, je R<sup>2</sup> pri merilu 4 km 2,4 krat večji.
- Pri pravočasni postavitvi je R<sup>2</sup> (zamuja < 0 dni) je bil R<sup>2</sup> največji 0,22 > 4,7 krat večji kot če vzamemo vse podatke.

# Relacija: interval spremljanja - napaka



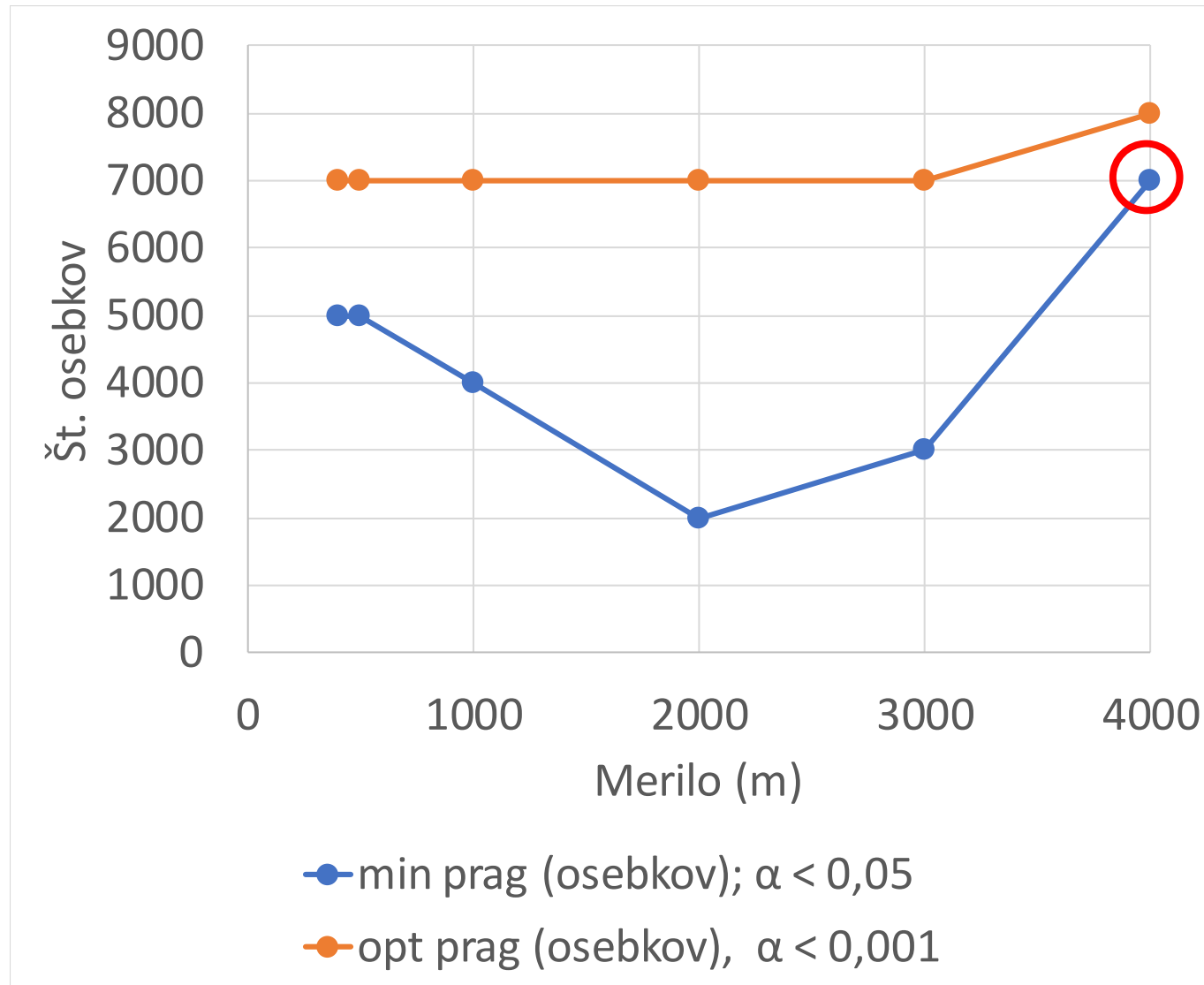
# Lesna zaloga smreke

- Ulov v pasteh je v negativni korelaciji z lesno zalogo smreke,
  - zato kontrolne pasti postavljamo na lokacije z manjšo lesno zalogo smreke.



# Prag, ki kaže na prenamnožitev *Ips typographus*

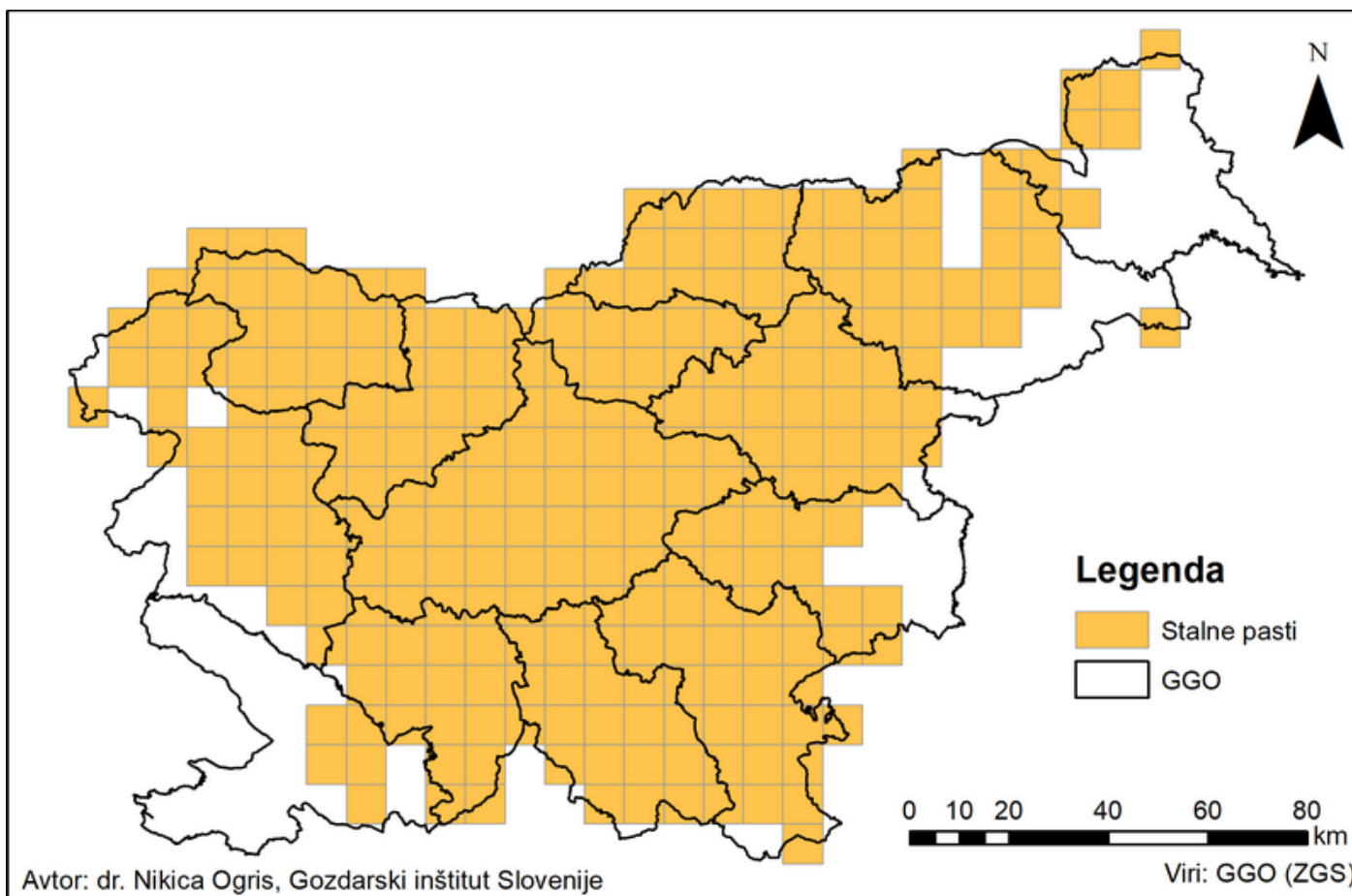
- 7.000 osebkov IT v obdobju od pričetka spomladanskega rojenja do konca razvoja prve generacije v eno past





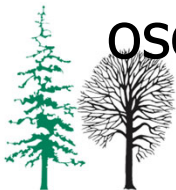
# Optimizacija količine kontrolnih pasti

- Prej ok. 3300 pasti
- Nov predlog: 266 stalnih kontrolnih pasti
  - Kjer površina sestojev s smreko > 10 % v modelski celici
  - Kjer lesna zaloga smreke > 5 % v modelski celici



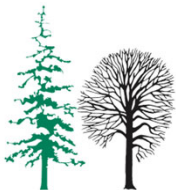
# Postopek

- Past moramo postaviti pred pričetkom rojenja *I. typographus*, kot ga napove model RITY. Če rojenje zamudimo, pasti ne postavimo.
- Past redno spremljamo/čistimo/merimo ulov enkrat na teden (vsakih 7 dni) in merimo ulov v pasti. Podatke o ulovu sproti vnašamo v računalniški program Varstvo gozdov.
- Past spremljamo do konca oktobra.
- Populacija *I. typographus* je na lokaciji pasti (modelski celici) prenamnožena, če se je v obdobju od pričetka spomladanskega rojenja do konca razvoja prve generacije v eno past ulovilo 7.000 ali več osebkov *I. typographus*.



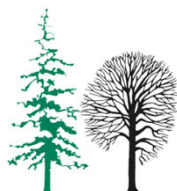
# Čas spremljanja, izjeme, prilagoditve

- Idealno vsakih 7 dni ob isti uri
  - Če ne moremo na ta dan, gremo en dan prej.
  - Če maksimalna dnevna temperatura  $< 14,5^{\circ}\text{C}$  zadnjih 7 dni, potem pasti ne praznimo.
- **Pozor!**  
**Postopek se nanaša samo na kontrolne pasti, ne pa tudi lovne pasti.**



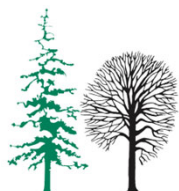
# Nastave

- Namen nastav je zmanjšati gostoto populacije *I. typographus* na lokacijah, kjer:
  - bo v tekočem letu prišlo do prenamnožitve populacije *I. typographus*, kar ugotovimo s kontrolno-lovnimi pastmi (če je ugotovljena namnožitev, govorimo o lovni nastavi),
  - je gostota populacije *I. typographus* nizka, tj. še pod pragom, ki kaže na prenamnožitev (v tem primeru je to kontrolno-lovna nastava).



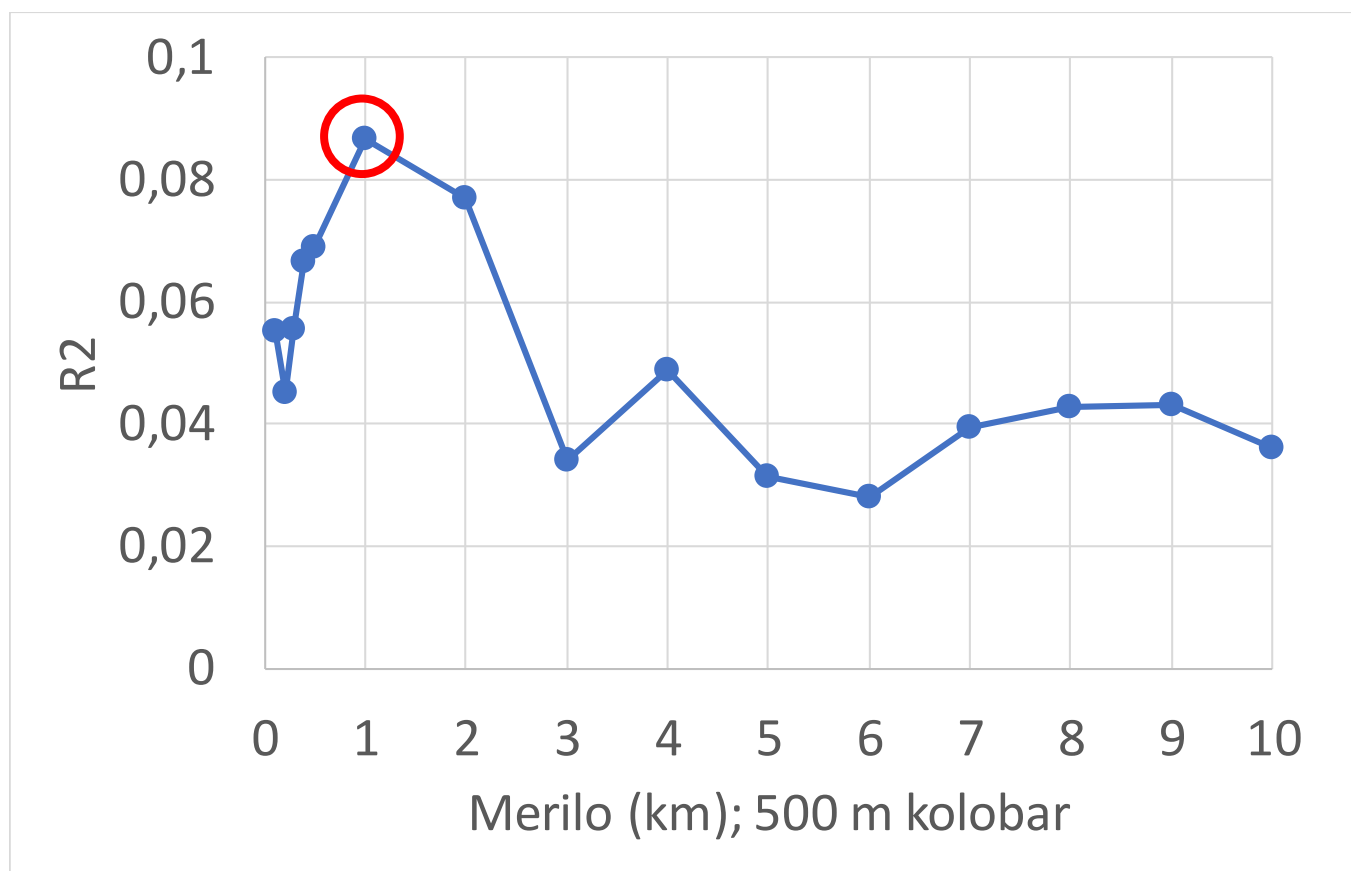
# Nastave

- Lovne nastave (lovna debla, lovna drevesa) so bolj učinkovite kot režaste pasti opremljene s feromonsko vabo. Zato za kontrolo uporabljamo pasti, za lov pa nastave.
- Nastave položimo najkasneje tik pred rojenjem.
- V gozdnem sestoju za nastave uporabimo vitalne, sveže, z vodo ustrezno preskrbljene (ne izsušene) smreke debelejših dimenzij, ki so lahko (v lesno pridelovalnem smislu) slabše kakovosti.



# Nastave

- Korelacija med zasedenostjo nastav in sanitarno sečnjo v tekočem letu: **največja pri polmeru 1 km.**



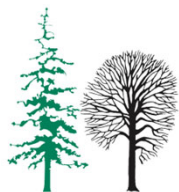
# Predlog postopka za položitev kontrolno-lovnih nastav za prezimele podlubnike (nastave I. serije)

- Nastave I. serije položimo na območjih, kjer je gostota populacije *I. typographus* visoka vendar pod pragom za gradacijo, tj. v lanskem spomladanskem ulovu je bilo v kontrolno-lovno past ujetih od 2.000 do 7.000 osebkov *I. typographus*.
- Nastave položimo en teden pred pričakovanim rojenjem spomladi, pri čemer upoštevamo napoved modela RITY.
- Nastave ni smiselno polagati v aktivna žarišča in ker so nastave najbolj učinkovite v polmeru do 1 km, je iz identificiranih modelskih celic odstranimo območja okoli žarišč s polmerom 1 km in sestoj s smreko z nadmorsko višino nad 1718 m. S tem dobimo ožja območja za položitev nastav.
- Nastave položimo čimbolj enakomerno po celotni modelski celici v medsebojni razdalji ok. 2 km (vsaj 16 lovnih nastav). Število lokacij kontrolnih nastav se prilagodi proporcionalnem deležu sestojev s smreko v modelski celici, kjer se v lanskem letu niso pojavila žarišča smrekovih podlubnikov. Na eni lokaciji lahko položimo več lovnih nastav (do 10 nastav na hektar).



# Predlog postopka za položitev kontrolno-lovnih nastav za prezimele podlubnike (nastave I. serije)

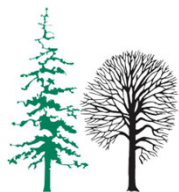
- Nastave redno spremljamo (vsaj enkrat na teden). Ko je nastava polno zasedena (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup>) oz. najpozneje, ko se na delu nastave, ki je bil prvi napaden, nova generacija podlubnikov razvije do razvojne faze bube ali mladega hrošča, moramo nastave izdelati (olupimo), skorjo in zalego uničimo (zažgemo) (glej strokovna navodila za nastave).
- Dodatni napotki:
  - a. Beljenje lahko opravimo v gozdu, ali pa sortimente prepeljemo v skladišča z lupilnimi linijami.
  - b. Če so nastave na eni lokaciji polno zasedene (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup> povprečno na več kot 50% površine nastave), priporočamo zraven položiti še najmanj eno dodatno lovno nastavo.





## **Predlog postopka za položitev lovnih nastav za prvo in drugo generacijo podlubnikov (nastave II. serije)**

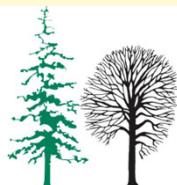
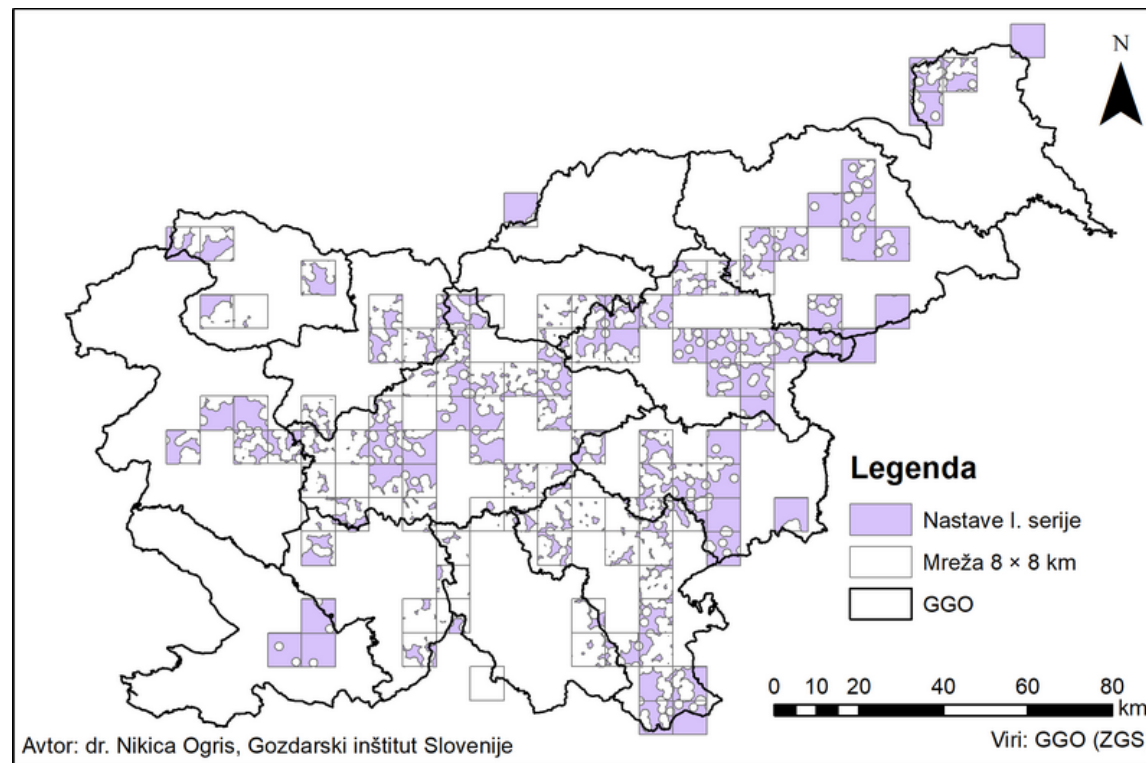
- Nastav ne polagamo v modelskih celicah, kjer so bila ugotovljena žarišča podlubnikov v prejšnjem letu.
- Nastave II. serije položimo na območjih (v modelskih celicah 8 × 8 km), kjer smo s kontrolno-lovnimi pastmi ugotovili, da je prišlo do prenamnožitve populacije *I. typographus* v tekočem letu (glej protokol za kontrolno-lovne pasti).
- Potem sledimo navodilom za nastave I. serije.



# Izračun za 2021

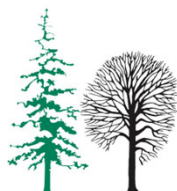
Kontrolno-lovne nastave I. serije predlagamo položiti v 111 modelskih celicah - optimalna razporeditev

GGO	Št. lokacij
Bled	3,8
Kranj	4,6
Ljubljana	41,4
Postojna	3,1
Kočevje	1,9
Novo mesto	8,2
Brežice	15,8
Celje	27,9
Nazarje	1,4
Bled	3,8
Slovenj Gradec	0
Maribor	21,7
Murska Sobota	2,9
Sežana	6,3



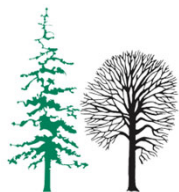
# Viri

- Nikica OGRIS , Marija KOLŠEK , Maarten de GROOT . 2020. Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). Novice iz varstva gozdov 13: 8–11. URL: <https://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=13-3>. DOI: 10.20315/NVG.13.3
- Nikica OGRIS , Marija KOLŠEK , Maarten de GROOT . 2021. Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. Napovedi o zdravju gozdov, 2021. URL: [https://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=56](https://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=56). DOI: 10.20315/NZG.56



# Zahvala

- Raziskava je nastala v okviru projekta CRP MONPOD „Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (V4-1822)“, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije



64.

SEMINAR  
BILJNE ZAŠTITE

04. - 07. veljače 2020.

Opatija, Grand Hotel  
"4 opatijska cvijeta"

64<sup>th</sup>

CONFERENCE ON  
PLANT PROTECTION

04. - 07. February 2020.

Opatija, Grand Hotel  
"4 opatijska cvijeta"



# 64.

## SEMINAR BILJNE ZAŠTITE

64<sup>TH</sup>  
CONFERENCE ON  
PLANT PROTECTION

U okviru/In the frame

**Hrvatskog predsjedanja  
Vijećem Europske unije**  
Croatian Presidency of the  
Council of the European Union



HRVATSKO DRUŠTVO BILJNE ZAŠTITE  
CROATIAN PLANT PROTECTION SOCIETY  
**HDBZ**



**Hrvatsko predsjedanje**  
Croatian Presidency of the  
**Vijećem Europske unije**  
Council of the European Union

04. - 07. veljače 2020.  
04. - 07. February 2020.

Opatija  
Grand Hotel "4 opatijska cvijeta"

ORGANIZATOR/ORGANIZOR

**HRVATSKO DRUŠTVO BILJNE ZAŠTITE**  
**CROATIAN PLANT PROTECTION SOCIETY**

POKROVITELJI/PATRIONS

**HRVATSKO PREDSEDANJE VIJEĆEM EU**  
CROATIAN PRESIDENCY OF THE COUNCIL OF THE EU

**MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE**  
MINISTRY OF AGRICULTURE

**AKADEMIJA POLJOPRIVREDNIH ZNANOSTI**  
ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES

**Organizacijski odbor/Organizing Committee**

prof. dr. sc. **Jasminka Igrec Barčić** - predsjednica/president  
dr. sc. **Tatjana Masten Milek** – dopredsjednica/vice president  
**Helena Virić Gašparić**, mag.ing.agr. - tajnica/secretary  
**Davor Čović**, dipl. ing. – rizničar/treasurer  
prof. dr. sc. **Milan Glavaš**  
prof. dr. sc. **Renata Bažok**  
prof. dr. sc. **Božena Barić**  
prof. dr. sc. **Klara Barić**  
prof. dr. sc. **Jasenska Čosić**  
doc. dr. sc. **Tomislav Kos**  
dr. sc. **Elda Vitanović**  
**Jadranka Berić**, dipl. ing.  
**Matko Mesić**, dipl. ing.

**Suorganizatori/ Co - organizers:**

**Agronomski fakultet Zagreb/Faculty of Agriculture Zagreb**  
**Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek/**  
**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**  
**Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu/**  
**Croatian Agency for Agriculture and Food**  
**CROCPA/Croatian Crop Protection Association**  
**JU „Zeleni prsten“ Zagrebačke županije/**  
**“Zeleni prsten“ Public Institution of Zagreb County**

**Medijski pokrovitelji/Media Patrons**

**AGROglas**  
dvojtjednik za poljoprivredu

**gospodarski**  
**list**



**UTORAK 04. VELJAČE 2020.**

TUESDAY February, 4<sup>th</sup>, 2020.

▪ **10.00 – 15.00**

**Prijem i akreditacije sudionika Seminara**

Registration and accreditation of the Conference Participant

**Kongresni centar/Conference Park**

**SVEČANO OTVARANJE  
64. SEMINARA BILJNE ZAŠTITE**

**OPENING CEREMONY OF THE  
64<sup>th</sup> PLANT PROTECTION CONFERENCE**

Dvorana Orhideja (1ABC)

▪ **15.00 - 16.30**

**Pozdravna riječ organizatora – predsjednica HDBZ**

**prof. dr. sc. Jasminka Igrc Barčić**

Organizer welcome address - President of the Croatian Plant Protection Society – prof. dr. sc. Jasminka Igrc Barčić

Pozdravi uzvanika/Greetings from the honorable guests

Podjela nagrada i priznanja/Awards Ceremony

Naši novi doktori znanosti/Our new PhD

▪ **16.30 - 17.00**

**Koktel za sve sudionike Seminara/ Coctail for all Participants**

Hotel „4 opatijska cvijeta“

Predvorje/Lobby of the hotel **Camelia**

▪ **17.00 – 19.00**

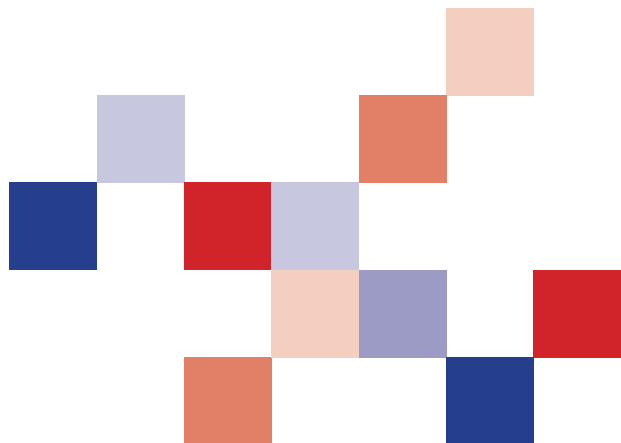
**Ministarstvo poljoprivrede/Ministry of Agriculture**

**SIGURNOST HRANE I ZDRAVLJE BILJA NA EU I NACIONALNOJ  
RAZINI**

**FOOD SAFETY POLICY AND PLANT HEALTH OVERVIEW AT EU  
AND NATIONAL LEVEL**

**Govornici/Speakers:**

- **Ralf Lopian:** The International Year of Plant Health 2020—raising public awareness of plant health at a global scale to improve plant health
- **Roman Vagner:** The EU Plant Health policy at the threshold of the International Year of Plant Health – the key challenges
- **Mirko Montuori:** Protecting plants, protecting life: raising awareness of plant health is key to achieve the UN 2030 Agenda
- **Giuseppe Strancanelli:** EFSA's role in EU preparedness to new plant health threats
- **Ivica Delić:** New strategy approaching to the Plant health





## **PRIJEPODNE/MORNING**

### **AKTUALNI PROBLEMI I NJIHOVA RJEŠENJA ACTUAL PROBLEMS IN PLANT PROTECTION AND POSSIBLE SOLUTIONS**

Radno predsjedništvo/Chairpersons:

**Tanja Gotlin Čuljak, Adrijana Novak, Josip Ražov**

▪ **8.30 - 8.45**

Željko Budinščak, Goran Ivančan, Željko Tomić, Dario Ivić, Zdravka Sever, Krunoslav Dugalić: **Pojava štetnih organizama u nasadima jezgričavih voćaka tijekom proteklog desetljeća**

▪ **8.45 - 9.00**

Tanja Gotlin Čuljak, Ivan Juran, Renata Bažok, Darija Lemić, Maja Čačija, Katja Žanić, Vlatka Rozman: **Osjetljivost najvažnijih poljoprivrednih štetnika na insekticide**

▪ **9.00 - 9.15**

Renata Bažok, Tena Krajnović, Elizabeta Gavić, Zrinka Drmić, Maja Čačija, Martina Kadoić Balaško, Sandra Skendžić, Darija Lemić, Siniša Jelovčan: **Popratni učinak insekticida na prirodne neprijatelje i neciljane kukce**

▪ **9.15 - 9.30**

Danijel Ivica Pavičić, Toni Grubišić: **Novosti u proizvodnom programu tvrtke „Chromos Agro“**

▪ **9.30 - 9.40**

Vasja Hafner: **VINTEC – biološki pripravak protiv bolesti čokota vinove loze**

▪ **9.40 - 9.55**

Marina Palfi, Nada Knežević, Jasenka Ćosić: **Mikotoksini i EU zakonodavstvo**

▪ **9.55 - 10.05**

Vesna Mihaljević, Željka Jonjić, Ivanka Reinhardt, Karolina Vrandečić, Jasenka Ćosić: **Pojavnost DON - a u uzorcima pšenice iz istočne Hrvatske**

▪ **10.05 - 10.20**

Maja Ščepanović, Ana Pintar, Josip Lakić, Ema Brijačak: **Varijacije u učinku pinoksadena na mišji repak – rezistentnost ili krivo vrijeme primjene?**

▪ **10.20 – 10.40**

**Rasprava/Discussion**

▪ **10.40 – 11.00**

**Odmor/Coffee Break**

▪ **11.00 - 11.15**

Ema Brijačak, Valentina Šoštarčić, Ana Pintar, Josip Lakić, Klara Barić, Maja Ščepanović: **Prvi dokazi rezistentnosti ambrozije na ALS herbicide u Republici Hrvatskoj i Europi**

▪ **11.15 - 11.30**

Nenad Novak, Maja Novak: **Rezultati testiranja osjetljivosti divljeg sirka i oštrodlakavog šćira na nikosulfuron**

▪ **11.30 - 11.45**

Dario Ivić, Adrijana Novak, Lorena Šajbić, Krešimir Šimunac, Željko Tomić: **Rezistentnost pjegavosti lista šećerne repe na fungicide u Hrvatskoj**

▪ **11.45 - 12.00**

Marija Mandušić, Ana Matešković, Marin Cukrov, Elda Vitanović, Tanja Gotlin Čuljak, Ivan Juran, Katja Žanić: **Osjetljivost populacija kupusnog štitaštog moljca na insekticide**

▪ **12.00 - 12.15**

Zrinka Vidaković, Slavko Radiković, Damir Ivačić: **Kupusni štitašti moljac – strategija suzbijanja kroz rezultate pokusa i iskustva**

▪ **12.15 - 12.30**

Adrijana Novak, Dario Ivić, Jasna Milanović, Lea Mihaljevski Boltek: **Ekonomski značajni virusi tikvenjača u Hrvatskoj**

▪ **12.30 - 12.45**

Josip Ražov: **Zaštita masline: od zanemarene kulture do ozbiljnih problema i neka SYNGENTA rješenja**

▪ **12.45 - 13.05**

**Rasprava/Discussion**

▪ **13.05 – 15.00**

**Objed/Lunch time**

**SRIJEDA, 05. VELJAČE 2020.**

WEDNESDAY, February 5<sup>th</sup>, 2020. ▪ Dvorana Orhideja (1ABC)

## **POSLIJEPODNE/AFTERNOON**

▪ **15.00 - 17.00**

**Panel rasprava/** Panel discussion

**„MITOVI I ČINJENICE O ZDRAVSTVENO ISPRAVNOJ HRANI“**  
**„THE FOOD SAFETY – ALL ABOUT MYTHS AND FACTS“**

Moderator: **Jasminka Igrc Barčić**

▪ **17.00 - 17.30**

**Odmor - poster sekcija/**Break – poster session

▪ **17.30 - 19.00**

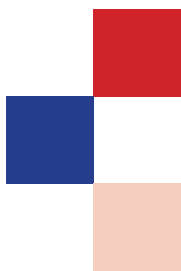
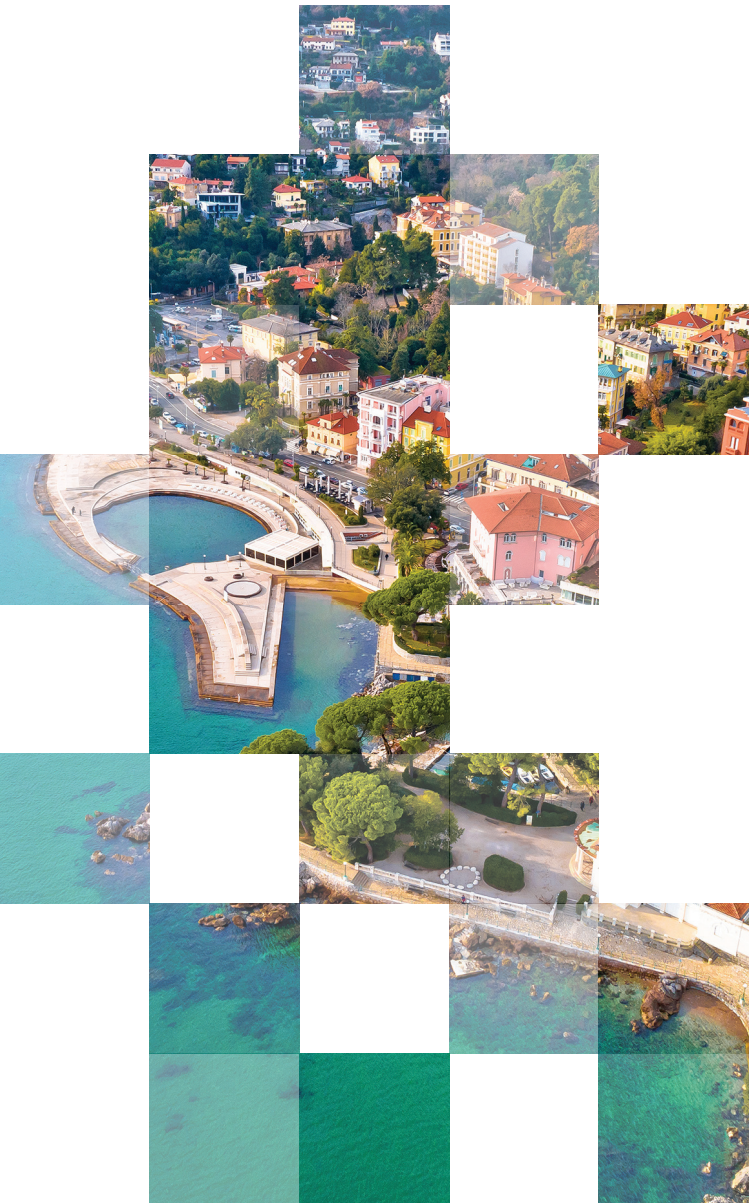
**Panel rasprava/**Panel discussion

**„RIZIK OD KRIVOTVORINA I ILEGALNOG UNOSA PESTICIDA“**  
**„THE RISK OF COUNTERFEITS AND ILLEGAL IMPORT OF PESTICIDES“**

Moderator: **Helena Pavačić**

▪ **19.00**

**Godišnja skupština HDBZ**



## PRIJEPODNE/MORNING

## ŠUMARSKA SEKCIJA/FORESTRY SESSION

Radno predsjedništvo/Chairpersons:

**Darko Pleskalt, Nevenka Čelepirović, Krunoslav Arač**

- **9.30 - 9.45**  
Darko Pleskalt: **Invazivne vrste koje prijete šumama Hrvatskih šuma d.o.o.**
- **9.45 - 10.00**  
Mirjana Grahovac Trnski, Darko Pleskalt: **Zaštita šumskog reprodukcijskog materijala u rasadničarstvu Hrvatskih šuma d.o.o.**
- **10.00 - 10.15**  
Nevenka Čelepirović: **DNA barkodiranje karantenskih organizama**
- **10.15 - 10.30**  
Mirza Dautbašić, Osman Mujezinović: **Zdravstveno stanje šuma u Bosni i Hercegovini**
- **10.30 - 10.45**  
Marija Gradečki - Poštenjak, Sanja Novak Agbaba, Boris Liović, Nevenka Čelepirović, Mladen Ivanković: **Istraživanje novih načina i zaštita žira hrasta lužnjaka za kratkotrajna skladištenja**
- **11.45 - 11.00**  
Krunoslav Arač, Tomislav Mađerić: **Pojava, širenje, biljke hraniteljice i mogućnosti monitoringa uz pomoć satelitskih snimaka hrastove mrežaste stjenice na području UŠP Koprivnica**
- **11.00 - 11.15**  
Marten de Groot, Andreja Kavčič, Nina Šramel: **Usporedba ulova u zamkama između različitih tipova feromonskih mamaca za osmerozubog smrekovog potkornjaka**
- **11.15 - 12.00**  
**Rasprava/Discussion**

## PRIJEPODNE/MORNING

## ŠUMARSKA SEKCIJA/FORESTRY SESSION

Radno predsjedništvo/Chairpersons:

**Sanja Novak Agbaba, Marko Vucelja, Andrija Vukadin**

- **9.30 - 9.45**  
Sanja Novak Agbaba, Nevenka Čelepirović: **Gljive na običnoj bukvi u zaštićenom području Park prirode Papuk**
- **9.45 - 10.00**  
Boris Liović: **Ekološki prihvatljiva zaštita od hrastove pepelnice**
- **10.00 - 10.15**  
Barbara Piškur, Anita Benko - Beloglavec, Zoran Zavratnik, Marija Kolšek: **Ograničenje širenja gljive *Lecanosticta acicola* u Sloveniji u Zgornjem Posočju**
- **10.15 - 10.30**  
Marko Vucelja: **Monitoring sitnih glodavaca u državnim šumama Hrvatske od 2017. do 2019. godine**
- **10.30 - 10.45**  
Nikola Zorić: **Poseban nadzor karantenskih bolesti u Republici Hrvatskoj**
- **10.45 - 11.00**  
Andrija Vukadin, Milan Glavaš: **Prvi nalaz azijske strizibube na novom domaćinu u mjestu Jankolovica pokraj Biograda na Moru**
- **11.00 - 11.15**  
Mandica Dasović: **Zdravstveno stanje stabala u Jasikovcu pokraj Gospića**
- **11.15 - 12.00**  
**Rasprava/Discussion**

## PRIJEPODNE/MORNING

### NOVE TEHNOLOGIJE, POSTUPCI I SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA NEW TECHNOLOGIES, PROCEDURES AND NEW PPP

Radno predsjedništvo/Chairpersons:

**Klara Barić, Milorad Šubić, Siniša Jelovčan**

- **9.00 - 9.15**  
Irena Brajević: **Mijenja li se zaštita bilja?**
- **9.15 - 9.25**  
Siniša Jelovčan, Natalija Galzina: **Budući izazovi i trendovi u poljoprivrednoj proizvodnji**
- **9.25 - 9.40**  
Božena Barić, Ivana Pajač Živković: **Prednosti i nedostaci nekemijskih mjera zaštite bilja**
- **9.40 - 9.55**  
Ivan Poje, Marina Valentić, Dario Ivić, Goran Ivančan, Željko Budinščak, Krunoslav Dugalić, Ivica Delić, Jelena Đugum: **Razvoj i implementacija programskog rješenja za sustavno praćenje pojave štetnih organizama na teritoriju RH**
- **9.55 - 10.10**  
Aleksandra Radić, Željka Oštrkapa - Međurečan, Petra Pozder: **Phyto View – mobilna aplikacija za praćenje štetnih organizama u poljoprivredi**
- **10.10 - 10.25**  
Monika Roher, Ivan Juran, Tanja Gotlin Čuljak, Elisabeth H. Koschier: **Utjecaj biljnih ekstrakata na mortalitet, ishranu i ovipoziciju kalifornijskog tripsa**
- **10.25 - 10.40**  
Maja Čačija, Zrinka Drmić, Martina Kadoić Balaško, Sandra Skendžić, Darija Lemić, Jamie O'Keffee, Ivana Jurada, Renata Bažok: **Kombinacije insekticida u subletalnim dozama – antirezistentna strategija u suzbijanju krumpirove zlatice**
- **10.40 - 10.55**  
Zrinka Vidaković, Željka Oštrkapa - Međurečan, Boris Arko, Mario Bjeliš: **Metoda masovnog ulova kao alternativa ili pomoć u suzbijanju problematičnih štetnika u voćarstvu**

## PRIJEPODNE/MORNING

- **10.55 - 11.15**  
**Rasprava/Discussion**
- **11.15 - 11.30**  
**Odmor/Coffee break**
- **11.30 - 11.45**  
Klara Barić, Josip Lakić, Ana Pintar, Valentina Šoštarčić: **Učinak pokrovnih biljaka na smanjenje zakorovljenosti**
- **11.45 - 12.00**  
Valentina Šoštarčić, Hrvoje Sambolek, Josip Lakić, Renata Dejanović, Fani Bogat, Maja Ščepanović: **Usmjerena primjena herbicida u usjevu kukuruza – prilog smanjenju unosa herbicida u okoliš**
- **12.15 - 12.30**  
Darija Lemić, Davor Jembrek, Ivana Pajač Živković, Renata Bažok: **Primjena ozona u suzbijanju skladišnih štetnika**
- **12.30 - 12.45**  
Milorad Šubić: **Rezultati primjene folijarnih (bio)gnojiva sa (bio)pesticidima na zdravstveno stanje jabuka u 2019. godini**
- **12.45 - 12.55**  
Tomislav Brkanić: **„AMALGEROL® ESSENCE“**
- **12.55 - 13.10**  
Ivica Prpić, Ana Posedi, Đurđica Kšenek: **Ekološki prihvatljiva aplikacija pesticida**
- **13.10 - 13.20**  
Mirela Jaganjac, Mojca Pustovrh, Branko Glavaš, Natalija Galzina: **RemDry® – sustav za zbrinjavanje otpadne vode koja sadrži ostatke sredstava za zaštitu bilja**
- **13.20 - 13.35**  
**Rasprava/Discussion**
- **13.35 - 15.00**  
**Objed/Lunch time**

## POSLIJEPODNE/AFTERNOON

▪ **15.00 – 16.30**

**Okrugli stol**/Round table

**„JE LI ODRŽIVA UPORABA PESTICIDA UISTINU ODRŽIVA“  
„IS THE SUSTAINABLE USE OF PESTICIDES REALLY  
SUSTAINABLE“**

Moderator: **Renata Bažok**

▪ **16.30 – 17.00**

**Odmor – poster sekcija**/Break – poster session

▪ **17.00 – 18.30**

**Okrugli stol**/Round table

**„KAKO ZAŠTITITI KULTURE U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA  
PRIRODE?“  
„HOW TO PROTECT PLANTS IN THE NATURE PROTECTED  
AREAS“**

Moderator: **Tatjana Masten Milek**

▪ **18.30**

**Zatvaranje Seminara**/Closing Ceremony

▪ **20.30**

**SVEČANA VEČERA**/GALA DINNER

Dvorana hotela Royal

1. Martina Kadoič Balaško, Maja Čačija, Darija Lemić, Helena Virić Gašparić, Renata Bažok: **Spodoptera frugiperda – važan štetnik kukuruza prijeti Europi**
2. Renata Bažok, Božena Barić, Dinka Grubišić, Darija Lemić, Ivana Pajač Živković, Maja Čačija, Zrinka Drmić, Martina Kadoič Balaško, Helena Virić Gašparić, Sandra Skendžić: **Tri godine provedbe projekta „Monitoring rezistentnosti štetnika: nove metode detekcije i učinkovite strategije upravljanja rezistentnošću (MONPERES)“**
3. Renata Bažok, Vlatka Rozman, Enrico de Lillo, Vili Harizanova, Dimitrios Tsitsigiannis, Magdalena Cara, Ilir Nicko, Nedžad Karić, Ivan Ostojić, Dragana Božić, Aleksandra Konjević, Nedjeljko Latinović: **Harmonizacija i inovacije u doktorskim studijskim programima biljnog zdravlja za održivu poljoprivredu (HarISA)**
4. Mladen Šimala, Maja Pintar, Tatjana Masten Milek, Adrijana Novak, Dario Ivić: **Ružin buhač i fikusov štitasti moljac – novi invazivni azijski štetnici ukrasnog bilja u Hrvatskoj**
5. Maja Pintar, Mladen Šimala, Tatjana Masten Milek: **Lisne buhe kao sve značajniji fitosanitarni problem na ukrasnom bilju**
6. Natalia Solina Međimurec, Dario Ivić, Adrijana Novak, Tina Fazinić: **Štetni organizmi lijeske i njihovo suzbijanje**
7. Ivana Jakovljević, Lidia Bradarić, Dario Ivić, Ivan Poje, Luka Popović: **Provedba aktivnosti praćenja i istraživanja štetnog organizma *Lindingaspis rossi* na području općine Sutivan tijekom 2019. godine**
8. Goran Ivančan, Željko Budinščak, Marina Valentić, Katarina Marić, Nikola Pandurić, Ivana Jakovljević, Lidia Bradarić: **Rezultati praćenja štetnog organizma *Scaphoideus titanus* vektora zlatne žutice vinove loze u 2019. godini**

9. Renata Dejanović, Hrvoje Sambolek: **Integrirano suzbijanje korova (IWM platforma) – prva godina projekta, iskustva i rezultati**
10. Tomislav Kos, Daniel Segarić, Magdalena Baričević, Iva Gospić, Ana Gašparović Pinto, Mara Tilman: **Rezultati ostataka pesticida u biljnom materijalu i tlu kroz provedbu projekta PESCAR u Zadarskoj županiji**
11. Tomislav Kos, Alen Dapčević, Zoran Šikić, Šime Marčelić, Ana Gašparović Pinto, Marko Zorica: **Projekt SAN – prikaz razvoja alata umjetne inteligencije za pomoć u tehnologiji proizvodnje i zaštiti masline u Zadarskoj županiji tijekom 2019.**
12. Elda Vitanović, Slavko Perica, Maja Jukić Špika, Mirela Žanetić, Marin Čagalj, Marija Mandušić, Tonka Ninčević, Jakša Rošin, Andrea Bilić, Valerija Dunkić, Božena Barić, Katja Žanić: **Nove metode u suzbijanju štetnika masline primjenom biljnih hlapivih tvari**
13. Josipa Puškarić, Vladimir Ivezic, Brigita Popović, Mirjana Brmež: **Bioraznolikost nematoda kao pokazatelj zdravlja tla u agroekosustavima**
14. Karolina Vrandečić, Jasenka Ćosić: **Strategije sprječavanja i smanjenja utjecaja kontaminacije gljivama na kvalitetu žitarica i sigurnost hrane**
15. Karolina Vrandečić, Jasenka Ćosić: **Nove tekuće formulacije u zaštiti od uzročnika bolesti pšenice u području panonskog bazena**
16. Lucija Šerić Jelaska, Tomislav Kos, Mišel Jelić, Barbara Anđelić, Lara Ivanković: **MEDITERATRI projekt – priča o utjecaju pesticida na predatorske člankonošce**

**ZLATNI SPONZOR****Sharda Cropchem Ltd**

SREBRNI SPONZORI



SPONZORI



HRVATSKA INDUSTRIJA  
ŠEĆERA d.d.





[www.hdbz.hr](http://www.hdbz.hr)



HRVATSKO DRUŠTVO BILJNE ZAŠTITE  
CROATIAN PLANT PROTECTION SOCIETY

**HDBZ**



# Predlogi za pravno ureditev področja upravljanja s smrekovimi podlubniki

Nikica Ogris, Andreja Kavčič, Marija Kolšek, Maarten de Groot

Ljubljana 2021

**Zahvala**

Elaborat je nastal v okviru delovnega sklopa 5 "Predlogi za pravno ureditev področja podlubnikov" v okviru projekta "Izboljšanje sistema spremljanja ulova smrekovih podlubnikov v kontrolne feromonske pasti in sistema polaganja kontrolnih nastav ter izdelava aplikacije za načrtovanje lokacij in števila kontrolnih pasti ter kontrolnih nastav po ureditvenih enotah Zavoda za gozdove Slovenije (V4-1822, CRP MONPOD)", ki sta ga financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

V podajanju predlogov za pravno ureditev področja upravljanja smrekovih podlubnikov smo uporabili znanje, ki smo ga pridobili skozi CRP MONPOD in drugih projektov kot so "Razvoj metod zaznavanja poškodb iglavcev zaradi smrekovih in jelovih podlubnikov ter izdelava modelov za napovedovanje namnožitve smrekovih in jelovih podlubnikov v slovenskih razmerah (V4-1623, CRP Podlubniki)" in Poročevalske, prognostično-diagnostične službe v okviru Javne gozdarske službe, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

## Kazalo

1	Uvod .....	4
2	Spremljanje pojava smrekovih podlubnikov .....	4
2.1	Spremljanje pojava in zatiranje podlubnikov na trajnih in začasnih skladiščih gozdnih lesnih sortimentov .....	6
3	Odkrivanje žarišč .....	6
4	Zatiralni ukrepi .....	7
5	Roki za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov .....	9
6	Predlogi sprememb drugih členov Pravilnika o varstvu gozdov v povezavi z varstvom pred podlubniki .....	10
7	Predlogi sprememb drugih pravnih aktov v povezavi s področjem upravljanja s smrekovimi podlubniki .....	11
7.1	Zakon o gozdovih .....	11
8	Viri .....	11

## 1 Uvod

Cilj naloge je bil pregledati predpise s področja gozdarstva in presoditi o ustreznosti določil s področja upravljanja s smrekovimi podlubniki:

- spremljanje pojava smrekovih podlubnikov,
- odkrivanje žarišč,
- zatiralni ukrepi in
- roki za izvedbo ukrepov za zatiranje podlubnikov.

Preverili smo ustreznost in povezljivost med različnimi nivoji pravnih aktov.

Predlagali smo ustrezne spremembe pravnih aktov, ki odpravljajo neskladnosti, povečajo učinkovitost spremljanja in preprečujejo škode zaradi podlubnikov.

Upoštevali smo rezultate projekta CRP MONPOD (V4-1822), CRP Podlubniki (V4-1623), JGS-PPD in najnovejša znanja iz področja varstva gozdov.

## 2 Spremljanje pojava smrekovih podlubnikov

Spremljanje pojava smrekovih podlubnikov je določeno v 24. členu Pravilnika o varstvu gozdov (RS, 2009). Predlagamo spremembo 24. člena in posodobitev Priloge 8.

Strokovna osnova za spremembo 24. člena so naslednji viri: (Bakke, 1989; Faccoli in Stergulc, 2008; Fetting in Hilszczanski, 2015; Holuša in sod., 2017; Jurc in sod., 2017; Kolšek in Jakša, 2012a, 2012b; Ogris, 2019a, 2019b, 2020b; Ogris in sod., 2019, 2020a; Ogris in sod., 2020b, 2021a, 2021b; Raty in sod., 1995; Šramel in sod., 2021a, 2021b; Titovšek, 1988).

Predlog vsebine 24. člena:

- Spremeni se 2. del 2. stavka v (1) odstavku: (1) Škodljivi organizmi se spremljajo v skladu s strokovnimi navodili, ki jih določa 22. člen tega pravilnika. V njih se opredelijo način spremljanja in prednostna območja za redno spremljanje ~~ter prednostna območja za izvajanje posebnih nadzorov, ki se prikažejo na pregledni karti~~. Škodljivi organizmi, ki jih urejajo predpisi o zdravstvenem varstvu rastlin, se spremljajo v skladu z letnim programom preiskav, ki ga sprejme organizacija pristojna za zdravstveno varstvo rastlin.  
**Obrazložitev:** Posodobitev izrazoslovja.
- (2) odstavek se zamenja z novim: (2) **Zavod na podlagi strokovnih navodil redno spremlja številčnost smrekovih podlubnikov s kontrolnimi pastmi s specifičnimi feromonskimi pripravki. Lastnosti pasti, postavitve pasti, čiščenje pasti, pričetek, trajanje in interval spremljanja, vnos podatkov o ulovu, ugotavljanje prenamnoženosti osmerozobega smrekovega lubadarja se izvede v skladu z metodo iz Priloge 8, ki je sestavni del tega pravilnika.**  
**Obrazložitev:** Za obrazložitev glej zgoraj navedene vire.
- Zbriše se (3) odstavek:  
**Obrazložitev:** Lastnosti pasti so navedene v Prilogi 8, kar je določeno že z (2) odstavkom.
- Dosedanji (4) odstavek se izbriše.  
**Obrazložitev:** Za kontrolo populacij podlubnikov uporabljamo kontrolne pasti. Kontrolne nastave so manj ekonomične za namen kontrole populacij podlubnikov kot kontrolne pasti.
- Doda se nov (3) odstavek, ki nadomesti (6) odstavek: (4) **Najkasneje do avgusta tekočega leta Gozdarski inštitut Slovenije na svojih spletnih straneh objavi predele gozda, v katerih je bila ugotovljena prenamnožitev podlubnikov v skladu z drugim odstavkom tega člena.**

**Obrazložitev:** Rezultati spremljanja ulova v kontrolnih pasteh so javno dostopni. (3) odstavek nadomesti (6) odstavek.

- Vsebina (5) odstavka se prestavi v (4) odstavek: (4) Zavod v letnem poročilu o gozdovih, ki ga objavi na svoji spletni strani, navede predele gozdov, v katerih je bila ugotovljena prenamnožitev podlubnikov v skladu z drugim odstavkom tega člena.
- Vsebina (6) odstavka se prestavi in spremeni v (3) odstavek.

Vsebina Priloge 8 se zamenja z novo vsebino. Strokovna podlaga za to je podana v naslednjih virih: (Ogris in sod., 2020b, 2021a, 2021b).

### **Priloga 8: Metoda za postavitev kontrolnih pasti, izvedbo čiščenja pasti, vnosa podatkov o ulovu in ugotavljanja prenamnožitve osmerozobega smrekovega lubadarja**

Za kontrolne pasti uporabljamo enojne režaste pasti črne barve, izdelane iz umetnih materialov. Kontrolne pasti opremimo s specifičnimi feromoni, ki morajo ustrezati naslednjim zahtevam:

- feromonski pripravek ima čim manjši ulov netarčnih organizmov;
- proizvajalec ima vzpostavljen sistem spremljanja kakovosti, s katerim zagotavlja enako kakovost feromonskega pripravka med različnimi serijami, predvsem enako količino feromona v pripravku in enakomernost izhlapevanja;
- v kontrolnih pasteh se uporablja vedno enak feromonski pripravek zaradi primerljivosti podatkov ulova med leti in med lokacijami. Če ni več na voljo enakega feromonskega pripravka, se uporabi feromonski pripravek, ki ima čim bolj podobne lastnosti. Pri izbiri feromonskega pripravka se upoštevajo rezultati testiranja, ki ga izvede Gozdarski inštitut Slovenije;
- pri izbiri feromonskega pripravka moramo upoštevati razmerje med ceno in učinkovitostjo;

**Lokacije in število kontrolnih pasti.** Kontrolne pasti se namestijo enakomerno v sistematični mreži 8 km × 8 km, kjer vsaj 10 % površine zasedajo gozdni sestoji s smreko in delež lesne zaloge smreke znaša vsaj 5 %. Na državni meji upoštevamo samo celice, katerih delež površine v državi je večji od 25 %. Pasti postavimo v sestoji, kjer je delež smreke v lesni zalogi manjši od drugih sestojev v celici. Zavod spremlja najmanj 266 kontrolnih pasti, ki so razvrščene v sistematični mreži 8 km × 8 km. V teh pasteh se trajno spremlja smrekove podlubnike vsako leto in lokacije teh pasti načeloma ne spreminjamo, zato takšne pasti imenujemo stalne kontrolne pasti. Kontrolne pasti postavimo čim bližje središču modelske celice z upoštevanjem prej omenjenih pogojev.

**Pričetek spremljanja.** Kontrolno past se postavi pred pričetkom spomladanskega rojenja podlubnikov, kar se ugotavlja v skladu z modelnim izračunom, ki ga pripravi Gozdarski inštitut Slovenije in objavi na svojih spletnih straneh.

**Interval spremljanja in vnos podatkov ulova.** Kontrolno past se redno spremlja enkrat na teden (vsakih 7 dni) in meri ulov v pasti. Podatke o ulovu se sproti vnaša v računalniški program Varstvo gozdov.

**Trajanje spremljanja.** Kontrolno past se spremlja najmanj do konca septembra oziroma dlje, v kolikor najvišje dnevne temperature presegajo 14 °C.

**Ugotavljanje prenamnožitve.** Populacija osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) je na lokaciji pasti (modelski celici) prenamnožena, če se je v obdobju od pričetka spomladanskega rojenja do konca razvoja prve generacije v eno past ulovilo 7.000 ali več osebkov *l*.

*typographus*. Konec razvoja prve generacije se ugotavlja v skladu z modelnim izračunom, ki ga pripravi Gozdarski inštitut Slovenije in objavi na svojih spletnih straneh.

## 2.1 Spremljanje pojava in zatiranje podlubnikov na trajnih in začasnih skladiščih gozdnih lesnih sortimentov

Spremljanje pojava in zatiranje podlubnikov na skladiščih je določeno v 29. in 29.a členu Pravilnika o varstvu gozdov.

Predlagamo naslednje spremembe 29. člena in 29.a člena:

- Doda se nov odstavek: **(5) Določila 29. člena veljajo tudi za začasna skladišča gozdnih lesnih sortimentov iglavcev iz 29.a člena.**
- (2) odstavek 29.a člena se črta in spremeni se (1) odstavek: (1) Začasna skladišča gozdnih lesnih sortimentov svežih neolupljenih iglavcev morajo biti od sestojev z iglavci oddaljena vsaj 100 m. Upravljavec skladišča mora pri Zavodu pridobiti strokovno mnenje o primernosti prostora za začasno skladiščenje z vidika varstva gozdov pred podlubniki ~~ter omogočiti Zavodu postavitev in vzdrževanje pasti in feromonskih vab.~~

**Obrazložitev:** Drugi odstavek 29.a člena je nadomestil (5) odstavek v 29. členu. Predlagamo, da so tudi za postavljanje in vzdrževanje pasti na začasnih skladiščih odgovorni upravljavci teh skladišč.

## 3 Odkrivanje žarišč

Odkrivanje žarišč podlubnikov je določeno v 25. členu Pravilnika o varstvu gozdov.

Predlagamo nekatere spremembe tega člena:

- Dopolnitev (1) odstavka: (1) Zaradi odkrivanja žarišč škodljivih organizmov je treba gozd pregledati najmanj dvakrat letno, in sicer ob koncu zime in ob začetku poletja. Pretežno iglast gozd se mora v poletnem obdobju pregledati **vsaj** enkrat mesečno. **Pri odkrivanju žarišč škodljivih organizmov navedenih v 21. členu tega pravilnika sodeluje tudi lastnik gozda.**  
**Obrazložitev:** Optimalno bi bilo, če bi lahko pretežno iglast gozd poleti pregledali enkrat na dva tedna. Vendar je to v praksi težje izvedljivo iz strani Zavoda, saj bi za to potrebovali bistveno več delovne sile. Primerno bi bilo, da se lastnikom gozdov predpiše večja odgovornost pri spremljanju zdravja gozdov.
- Sprememba in dopolnitev (2) odstavka: (2) Posebno pozorno se pregledujejo sestoji, ki so jih v preteklosti prizadele ujme ali požari, sestoji na sušnih rastiščih in sestoji, v katerih se je v prejšnjih letih izvajala sečnja, dlje časa skladiščil les ali pa so bila v njihovi bližini odkrita žarišča podlubnikov ali drugih škodljivih organizmov, ter predele gozda, v katerih je bila ugotovljena prenamnožitev oziroma povečevanje številčnosti vrste osmerozobi smrekov lubadar, ~~ter sestoji iglavcev starejši od 60 let, ki imajo več kot 50-odstotno zastopanost iglavcev v lesni zalogi in povsod tam, kjer obstajajo drugi razlogi za večje tveganje nastanka žarišč škodljivih organizmov.~~
- Sprememba (3) odstavka: (3) Pri odkrivanju žarišč podlubnikov je treba v napadenem drevju, lesnih sortimentih ali sečnih ostankih ugotoviti navzočnost in oceniti obseg populacije podlubnikov v vseh razvojnih stadijih (ličinke, bube, odrasli osebk), pri čemer se upoštevajo **strokovna navodila izdelana v okviru 2. odstavka 22. člena tega pravilnika.**  
~~1. zunanji znaki, kot so:~~

~~pri iglavcih luknje v skorji, črvina, smolenje, odpadanje zelenih iglic in sprememba barve krošenj v zelenkasto sive, rumenkasto rjave ali rdečkaste odtenke, sušenje krošnje, ki se praviloma začne od vrha navzdol;~~

~~pri listavcih luknje v skorji, črvina, sušenje posameznih vej v krošnji, hiranje in sušenje drevesa;~~

~~2. razvojna stopnja podlubnikov pod skorjo, ki se ugotovi tako, da se odstrani del skorje.~~

**Obrazložitev:** simptomi, tj. zunanji znaki, ter način ugotavljanja razvojne stopnje podlubnikov je določen v strokovnih navodilih. Zato predlagamo, da se to podvajanje odstrani.

## 4 Zatiralni ukrepi

Ukrepi za zatiranje škodljivih organizmov oz. podlubnikov so določeni s 26. členom Pravilnika o varstvu gozdov.

Predlagamo spremembo nekaterih odstavkov 26. člena:

- (2) Zatiralni ukrepi za podlubnike se izvajajo:
  - redno v žariščih podlubnikov s sanitarno sečnjo in izdelavo lubadark ter uničenjem podlubnikov na ostalem napadenem materialu,
  - sistematično, ko se ugotovi, da **se gostota populacije škodljivcev oziroma podlubnikov povečuje, oziroma da** je populacija prenamnožena, in sicer z **lovnimi nastavi ter lovnimi pastmi**.
- (3) odstavek se dopolni: (3) Lubadarke se izdelajo tako, da se posekajo, obvejijo in olupijo **oz. se skorja obdela z zažagovanjem ali žlebljenjem**, podlubniki v vejah in v skorji pa se uničijo. **Obrazložitev:** metodi žlebljenja in zažagovanja sta manj invazivni in imata izrazito manjši vpliv na biotsko pestrost v primerjavi z lupljenjem (Hagge in sod., 2019).
- (4) odstavek se spremeni v: (4) **Lovne nastave se morajo izdelati pred izletom podlubnikov. Pri polaganju, spremljanju in izdelavi lovnih nastav se upošteva strokovna navodila.**
- Doda se nov odstavek: (5) **Postavitev lovnih pasti dovoli Zavod z odločbo, pasti in feromone zagotovi Zavod.** **Obrazložitev:** Lovne pasti bi postavljali in spremljali lastniki sami le na podlagi odločb po 29. členu Zakona o gozdovih in pri tem upoštevali strokovna navodila in priporočila, ki bi jih lastnikom dal Zavod.
- Dopolni se druga alineja v (5) odstavku, (5) odstavek postane (6) odstavek:
  - z **izdelavo sekancev iz napadenih delov dreves, pri čemer se pri določitvi dopustne velikosti delcev upoštevajo strokovna navodila;****Obrazložitev:** Delci lesa pridobljeni z mletjem morajo biti dovolj majhni, ki preprečujejo popolni razvoj škodljivcev oziroma podlubnikov.
- Dopolni se (6) odstavek, ki postane (7) odstavek: Na podlagi dovoljenja Zavoda se **škodljivi organizmi oziroma** podlubniki lahko izjemoma uničujejo z uporabo fitofarmacevtskega sredstva v skladu s predpisi, ki urejajo fitofarmacevtska sredstva.
- Dopolni se (7) odstavek, ki postane (8) odstavek: (8) Pri izbiri načina zatiranja **škodljivih organizmov oziroma** podlubnikov je treba upoštevati učinkovitost, ekonomičnost in škodljiv vpliv izbranih metod in sredstev na okolje **ter strokovna navodila.**



## **Priporočila za položitev, spremljanje in izdelavo lovnih nastav ter postavitve in spremljanje lovnih pasti**

V strokovnih navodilih se opredeli priporočila za položitev, spremljanje in izdelavo lovnih nastav ter postavitve in spremljanje lovnih pasti, pri čemer se upošteva optimalno število in lokacije lovnih nastav (Ogris in sod., 2020b, 2021a, 2021b), ter rezultate drugih raziskav (Šramel in sod., 2021a, 2021b).

Za optimalno učinkovitost lovnih pasti uporabljamo trojne režaste pasti črne barve, izdelane iz umetnih materialov. Za uporabo v lovnih pasteh se lahko uporabljajo različni feromonski pripravki, lahko se uporabi več pripravkov naenkrat za različne škodljivce, če med njimi ni kontraindikacij. Poleg tega se izbere feromonski pripravek, ki v kratkem času po postavitvi ulovi največ hroščev.

Za lovne nastave uporabimo vitalne, sveže, z vodo ustrezno preskrbljene (ne izsušene) smreke debelejših dimenzij, ki so lahko (v lesno pridelovalnem smislu) slabše kakovosti.

### Postopek za položitev optimalnega števila lovnih nastav za prezimele podlubnike (nastave I. serije)

1. Nastave I. serije se položijo na območjih, kjer je gostota populacije *Ips typographus* visoka vendar pod pragom za gradacijo, tj. v lanskem spomladanskem ulovu je bilo v kontrolno past ujetih od 2.000 do 7.000 osebkov *I. typographus*.
2. Nastave se položijo en teden pred pričakovanim rojenjem spomladi, pri čemer upoštevamo modelski izračun, ki ga pripravi Gozdarski inštitut Slovenije in objavi na svojih spletnih straneh.
3. Nastave ni smiselno polagati v aktivna žarišča in ker so nastave najbolj učinkovite v polmeru do 1 km, iz identificiranih modelskih celic odstranimo območja okoli žarišč s polmerom 1 km in sestoj s smreko z nadmorsko višino nad 1718 m. S tem dobimo ožja območja za položitev nastav I. serije.
4. Nastave se položi čimbolj enakomerno po celotni modelski celici v medsebojni razdalji ok. 2 km (vsaj 16 lokacij). Število lokacij lovnih nastav se prilagodi proporcionalnem deležu sestojev s smreko v modelski celici, kjer se v lanskem letu niso pojavila žarišča smrekovih podlubnikov. Na eni lokaciji lahko položimo več lovnih nastav (do 10 nastav na hektar).
5. Nastave se redno spremlja (vsaj enkrat na teden). Nastave se morajo izdelati pred izletom podlubnikov. Ko je nastava polno zasedena (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup> povprečno na več kot 50% površine nastave) oz. najpozneje, ko se na delu nastave, ki je bil prvi napaden, nova generacija podlubnikov razvije do razvojne faze bube ali mladega hrošča, se mora nastave izdelati: jih olupimo, skorjo in zalego uničimo (zažgemo), skladno s strokovnimi navodili.
6. Dodatni napotki:
  - a. Lupljenje oz. obdelava skorje z zažagovanjem ali žlebljenjem se lahko opravi v gozdu, ali pa se sortimente prepelje v skladišča z lupilnimi linijami.
  - b. Če so nastave na eni lokaciji polno zasedene (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup> povprečno na več kot 50% površine nastave), je priporočeno zraven položiti še najmanj eno dodatno lovno nastavo.

### Postopek za položitev optimalnega števila lovni nastav za prvo in drugo generacijo podlubnikov (nastave II. serije)

1. Nastave II. serije se položi na območjih (v modelskih celicah 8 × 8 km), kjer je bilo s kontrolnimi pastmi ugotovljeno, da je prišlo do prenamnožitve populacije *I. typographus* v tekočem letu, kar se ugotovi v skladu z metodo opisano v Prilogi 8, ki je sestavni del Pravilnika o varstvu gozdov.
2. Nastave se položi čimbolj enakomerno po celotni modelski celici v medsebojni razdalji ok. 2 km (vsaj 16 lokacij). Število lokacij lovni nastav se prilagodi proporcionalnem deležu sestojev s smreko v modelski celici, kjer se v lanskem letu niso pojavila žarišča smrekovih podlubnikov. Na eni lokaciji lahko položimo več lovni nastav (do 10 nastav na hektar).
3. Nastave se redno spremlja (vsaj enkrat na teden). Nastave se morajo izdelati pred izletom podlubnikov. Ko je nastava polno zasedena (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup> povprečno na več kot 50% površine nastave) oz. najpozneje, ko se na delu nastave, ki je bil prvi napaden, nova generacija podlubnikov razvije do razvojne faze bube ali mladega hrošča, se mora nastave izdelati (olupimo), skorjo in zalego uničiti (zažgemo), skladno s strokovnimi navodili.
4. Dodatni napotki:
  - a. Lupljenje oz. obdelava skorje z zažagovanjem ali žlebljenjem se lahko opravi v gozdu, ali pa se sortimente prepelje v skladišča z lupilnimi linijami.
  - b. Če so nastave na eni lokaciji polno zasedene (več kot ena vhodna odprtina na dm<sup>2</sup> povprečno na več kot 50% površine nastave), je priporočeno zraven položiti še najmanj eno dodatno lovno nastavo.

## 5 Roki za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov

Roki za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov so določeni s 27. členom Pravilnika o varstvu gozdov.

Predlagamo spremembo 27. člena

- (2) odstavek se spremeni: (2) Ne glede na prejšnji odstavek lahko Zavod z odločbo določi daljši ali krajši rok za izvedbo ukrepov, pri čemer se pri določanju roka upošteva naslednje:
  - priporočeni rok za izvedbo ukrepov iz prejšnjega člena se izračuna s pomočjo spletne aplikacije, ki je na voljo na spletnih straneh Gozdarskega inštituta Slovenije, in upošteva razvojno fazo podlubnikov v žarišču, vremenske razmere in populacijske značilnosti podlubnikov na lokaciji žarišča;
  - ~~- razvojna faza podlubnikov v žarišču;~~
  - velikost žarišča;
  - delež iglavcev v preostalem sestoj;
  - vremenske in druge razmere, ki vplivajo na izvajanje del.
  - ~~- populacijske značilnosti podlubnikov na območju krajevne enote Zavoda.~~

**Obrazložitev:** Gozdarski inštitut Slovenije je razvil spletno aplikacijo, ki ga uporabljamo kot pripomoček za določitev roka za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov (Ogris, 2020a).

- Sprememba izraza v (3) odstavku: (3) Če je žarišče **lubadarja podlubnikov** odkril lastnik gozda in je o tem obvestil Zavod, mora izvesti ukrepe za zatiranje podlubnikov iz prejšnjega člena v roku iz prvega oziroma drugega odstavka tega člena.
- Uskladitev (4) odstavka z Zakonom o gozdovih (29. člen, 1. odstavek): (4) V **treh osmih** dneh po izvedenih ukrepih, najkasneje pa do z odločbo določenega roka za izvedbo ukrepov, mora lastnik gozda javiti Zavodu količinsko in vrstno sestavo sanitarne sečnje in poročati o drugih izvedenih ukrepih.

**Obrazložitev:** Poenotenje na določilo prvega odstavka 29. člena Zakona o gozdovih, ki določa, da mora lastnik o izvršenih odrejenih ukrepih obvestiti Zavod v roku treh dni.

## 6 Predlogi sprememb drugih členov Pravilnika o varstvu gozdov v povezavi z varstvom pred podlubniki

V 2. členu se dodajo, spremenijo ali izbršejo definicije za naslednje izraze:

- Spremeni se definicija: 6. Lubadarka je še živo ali sušeče se drevo, **v katerem so podlubniki**. Suho drevo, iz katerega so podlubniki že izleteli, **je sušica in** se ne šteje za lubadarko.  
**Obrazložitev:** Izbrše se del "lubadarji oziroma", ker po novi sistemizaciji lubadarje uvrščamo v skupino podlubnikov.
- Izbris definicije za žarišče podlubnikov pod točko 16.  
**Obrazložitev:** Žarišče podlubnikov je žarišče škodljivih organizmov, ki je že opredeljeno v točki 17.
- Spremeni se definicija: 17. Žarišče škodljivih organizmov tvori eno ali več dreves ali delov dreves, na katerih so škodljivi organizmi v obsegu, ki lahko ogrozi drevesa v okolici. V žarišču je mogoče opaziti znake propadanja dreves, kot so: prebarvanje, odmiranje, defoliacije, izcejanje smole, smolikavost, trosnjaki ali trosišča gliv, žuželke, levi žuželk, **ličinke larve**, gnezda **ličink larv**, šiške in značilna oblika rogov v skorji ali lesu.
- Doda se definicija: 19. **Kontrolne pasti so iz umetnih materialov izdelane pasti, ki so opremljene s specifičnimi feromoni in se postavljajo zaradi kontrole populacij škodljivih organizmov oziroma podlubnikov, tj. ocenjevanja njihove številčnosti.**
- Doda se definicija: 20. **Lovne pasti so iz umetnih materialov izdelane pasti, ki so opremljene s specifičnimi feromoni in se postavljajo zaradi zatiranja populacij škodljivih organizmov oziroma podlubnikov, tj. zniževanja njihove številčnosti.**
- Doda se definicija: 21. **Žlebljenje je postopek poškodovanja skorje v obliki paralelnih žlebov razmaknjenih do 3 cm s standardizirano napravo.**  
**Obrazložitev:** izraz se uporabi v predlogu 26. člena. Definicija je povzeta po Hagge in sod. (2019).
- Doda se definicija: 22. **Zažagovanje je postopek poškodovanja skorje z vrhnjim delom meča motorne žage v paralelnih črtah razmaknjenih do 3 cm in globine do lesa.**  
**Obrazložitev:** izraz se uporabi v predlogu 26. člena. Definicija je povzeta po Hagge in sod. (2019).

V prvo alinejo, v 2. odstavku 21. člena se doda **hrastova čipkarka (*Corythucha arcuata*), dvojnozobi smrekov lubadar (*Ips duplicatus*).**

**Obrazložitev:** hrastova čipkarka in dvojnnozobi smrekov lubadar sta novi dve invazivni tujerodni vrsti, ki se širita in povzročata vedno večje škode v gozdovih.

Sprememba v 2. alineji 22. člena (izbris dela besedila):

Ukrepi za preprečevanje širjenja in zatiranje škodljivih organizmov se podrobneje določijo v strokovnih navodilih, ki jih pripravi poročevalsko, prognostično-diagnostična služba za gozdove ~~sodelovanju z Gozdarskim inštitutom Slovenije~~ (v nadaljnjem besedilu: strokovna navodila). Za vrste škodljivih organizmov iz drugega odstavka prejšnjega člena ustreznost strokovnih navodil najmanj enkrat na dve leti, za vrste iz tretjega odstavka prejšnjega člena pa praviloma vsako leto, preveri Gozdarski inštitut Slovenije in po potrebi odredi njihovo obnovo. Če se škodljivi organizmi pojavijo nenadno, množično in se hitro širijo, se strokovna navodila izdelajo v enem mesecu po ugotovitvi škodljivega organizma. Za druge vrste se strokovna navodila pripravijo najpozneje v roku enega meseca po tem, ko jih poročevalsko, prognostično-diagnostična služba za gozdove spozna za škodljive.

**Obrazložitev:** Gozdarski inštitut Slovenije vodi PPD službo, zato ni potrebe po izrecnem navajanju.

## 7 Predlogi sprememb drugih pravnih aktov v povezavi s področjem upravljanja s smrekovimi podlubniki

### 7.1 Zakon o gozdovih

Preveriti in dopolniti 19. točko 3. člena, ki se sedaj glasi:

Varstvena dela so dela, ki se opravljajo zato, da se preprečijo ali omejijo motnje pri delovanju gozda, in sicer:

- z gozdnogojitvenim načrtom določena varstvena dela;
- preventivna varstvena dela: preprečevalni in preprečevalno-zatiralni ukrepi (polaganje kontrolnih dreves, postavljanje lovnih nastav za podlubnike in podobno) ter protipožarni ukrepi (izdelava in vzdrževanje protipožarnih presek, zidov, stez, protipožarnih tabel, tabel za označevanje protipožarnih objektov, opazovalna služba, zagotovitev mest za oskrbo helikopterjev z vodo in podobno);
- sanitarne sečnje: sečnje okuženega, z insekti napadenega, močno poškodovanega ali podrtega drevja;
- spravilo in odvoz okuženega ali z insekti napadenega, močno poškodovanega ali podrtega drevja iz gozda.

Dodeliti večjo odgovornost lastnikom gozdov pri odkrivanju žarišč škodljivih organizmov.

## 8 Viri

- Bakke A. 1989. The recent *Ips typographus* outbreak in Norway: experiences from a control program. *Holarctic Ecology*, 12, 4: 515-519
- de Groot M., Ogris N., Kobler A. 2018. The effects of a large-scale ice storm event on the drivers of bark beetle outbreaks and associated management practices. *Forest Ecology and Management*, 408: 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.035>
- Faccoli M., Stergulc F. 2008. Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). *Annals of Forest Science*, 65, 3: 309-309. 10.1051/forest:2008010

- Fettig C.J., Hilszczanski J. 2015. Management strategies for bark beetles in conifer forests. V: Bark Beetles. Biology and Ecology of Native and Invasive Species. Vega F.E., Hofstetter R.W. (eds.). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sidney, Tokio, Academic Press: 555-584
- Hagge J., Leibl F., Müller J., Plechinger M., Soutinho J.G., Thorn S. 2019. Reconciling pest control, nature conservation, and recreation in coniferous forests. *Conservation Letters*, 12, 2: e12615. <https://doi.org/10.1111/conl.12615>
- Holuša J., Hlásny T., Modlinger R., Lukášová K., Kula E. 2017. Felled trap trees as the traditional method for bark beetle control: Can the trapping performance be increased? *Forest Ecology and Management*, 404: 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.019>
- Jurc M., Pavlin R., Kavčič A., de Groot M., Hauptman T. 2017. Priporočila za uporabo različnih biotehniških metod in kemičnih sredstev za obvladovanje podlubnikov (Curculionidae: Scolytinae). *Gozdarski vestnik*, 75, 2: 94-111
- Kacprzyk M., Bednarz B. 2015. The occurrence of bark beetles on cut Norway spruce branches left in managed stands relative to the foliage and bark area of the branch. *Journal of Forest Research*, 20, 1: 143-150. 10.1007/s10310-014-0449-y
- Kolšek M., Jakša J. 2012a. Navodila za postavitev in izdelavo kontrolnih in lovnih nastav za podlubnike. V: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji: Priročnik za javno gozdarsko službo. Jurc D., Kolšek M. (eds.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, *Silva Slovenica*: 28-31
- Kolšek M., Jakša J. 2012b. Navodila za postavitev in vzdrževanje kontrolnih in kontrolno-lovnih pasti za smrekove podlubnike. V: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji. Jurc D., Kolšek M. (eds.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, *Silva Slovenica*: 20–27
- Ogris N. 2019a. Spletna aplikacija za izračun fenološkega modela za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*) RITY-2. Napovedi o zdravju gozdov, 2018. <https://doi.org/10.20315/NZG.48>
- Ogris N. 2019b. Spletna aplikacija za prostorski prikaz razvoja osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*), model RITY-2. Napovedi o zdravju gozdov, 2018. <https://doi.org/10.20315/NZG.49>
- Ogris N. 2020a. Pripomoček za določitev roka za izvedbo ukrepov za zatiranje smrekovih podlubnikov. Napovedi o zdravju gozdov, 2020. <http://dx.doi.org/10.20315/NZG.53>
- Ogris N. 2020b. Znanstvene osnove za optimizacijo števila in lokacij kontrolnih pasti in lovnih nastav. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije (neobjavljeno)
- Ogris N., Ferlan M., Hauptman T., Pavlin R., Kavčič A., Jurc M., de Groot M. 2019. RITY – A phenology model of *Ips typographus* as a tool for optimization of its monitoring. *Ecological Modelling*, 410: 108775. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108775>
- Ogris N., Ferlan M., Hauptman T., Pavlin R., Kavčič A., Jurc M., De Groot M. 2020a. Sensitivity analysis, calibration and validation of a phenology model for *Pityogenes chalcographus* (CHAPY). *Ecological Modelling*, 430: 109137. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109137>
- Ogris N., Kolšek M., de Groot M. 2020b. Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolnih pasti, kontrolnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*). *Novice iz varstva gozdov*, 13: 8-11. <http://dx.doi.org/10.20315/NVG.13.3>
- Ogris N., Kolšek M., de Groot M. 2021a. Predlog števila in lokacij kontrolnih-lovnih pasti in kontrolno-lovnih nastav v 2021. Napovedi o zdravju gozdov, 2021. 10.20315/NZG.56
- Ogris N., Kolšek M., de Groot M. 2021b. Predlogi postopkov za določitev optimalnega števila in lokacij kontrolno-lovnih pasti, kontrolno-lovnih nastav in lovnih nastav za osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus*), različica 29. 1. 2021. Napovedi o zdravju gozdov, 2021: 5

- Raty L., Drumont A., De Windt N., Grégoire J.-C. 1995. Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.: traps or trap trees? *Forest Ecology and Management*, 78, 1: 191-205. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03582-1](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03582-1)
- RS. 1993. Zakon o gozdovih. Uradni list RS, št. 30/93, 56/99 – ZON, 67/02, 110/02 – ZGO-1, 115/06 – ORZG40, 110/07, 106/10, 63/13, 101/13 – ZDavNepr, 17/14, 22/14 – odl. US, 24/15, 9/16 – ZGGLRS in 77/16
- RS. 2009. Pravilnik o varstvu gozdov. Uradni list RS, 114/2009 in 31/2016
- RS. 2013. Pravilnik o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov. Uradni list RS, št. 55/94, 95/04, 110/08 in 83/13
- RS. 2020. Zakon o dodatnih ukrepih za odpravo posledic škode zaradi prenamnožitve populacije podlubnikov. Uradni list RS, št. 14/18 in 65/20
- Šramel N., Kavčič A., Kolšek M., de Groot M. 2021a. A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce bark beetle. submitted
- Šramel N., Kavčič A., Kolšek M., de Groot M. 2021b. Estimating the most effective and economical pheromone for monitoring the European spruce bark beetle. *Journal of Applied Entomology*, 145: 312-325. <https://doi.org/10.1111/jen.12853>
- Titovšek J. 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije: obvladovanje podlubnikov. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Gozdarska založba: 128 str.