

D.1.2.1
Relazione sulle
misure di
monitoraggio/conser
vazione – Insetti
saproxilici

D.1.2.1
Poročilo
širokoprostorskega
monitoringa in
naravovarstevnih
ukrepov za
ohranjanje
saproksilnih žuželk



Progetto

E-NAT2CARE, ITA-SI0100036

Valorizzare la gestione transfrontaliera per la tutela e il ripristino dei siti Natura 2000 nell'area MAB delle Alpi Giulie e del Carso

Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia 2021-2027

Pacchetto di lavoro e deliverable

Work package 1, D.1.2.1

Titolo

Relazione sulle misure di monitoraggio/conservazione – Insetti saproxilici

Data di redazione

Dicembre 2025

Projekt

E-NAT2CARE, ITA-SI0100036

Krepitev čezmejnih vezi za ohranjanje in obnavljanje območij Natura 2000 v širšem obmejnem prostoru

Program Interreg VI-A Italija-Slovenija 2021-2027

Delovni paket in dosežek

Delovni paket 1, D.1.2.1

Naslov

Poročilo širokoprostorskega monitoringa in naravovarstvenih ukrepov za ohranjanje saproksilnih žuželk

Datum priprave

December 2025

Gruppo di lavoro / Delovna skupina

Alenka Žunič Kosi, Špela Ambrožič Ergaver, Andrej Kapla, Stiven Kocijančič, Al Vrezec, Martina Lužnik, Sara Zupan, Nina Lončarevič, Kevin Rečnik, Alenka Gorjan, Stefano Filacorda, Antonella Stravisi, Lorenzo Frangini, Lorenzo Bernicchi, Virginia Barca, Andrea Madinelli

Citazione consigliata / Priporočeni način citiranja

Žunič Kosi A, Ambrožič Ergaver Š, Kapla A, Kocijančič S, Lužnik M, Zupan S, Lončarevič N, Rečnik K, Gorjan A, Filacorda S, Stravisi A, Frangini L, Bernicchi L, Barca V, Madinelli A, Vrezec A. 2025. Relazione sulle misure di monitoraggio/conservazione – Insetti saproxilici / Poročilo širokoprostorskega monitoringa in naravovarstvenih ukrepov za ohranjanje saproksilnih žuželk. Deliverable/Dosežek D.1.2.1, progetto/projekt E-NAT2CARE, ITA-SI0100036, Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia 2021-2027 / Program Interreg VI-A Italija-Slovenija 2021-2027. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana. 48 pp./str.

INDICE / KAZALO

1 INTRODUZIONE / UVOD	6
1.1 Coleotteri saproxilici e biodiversità / <i>Saproksilni hrošči in biotska raznovrstnost</i>	6
1.2 Conoscenze attuali e monitoraggio dei taxa target / <i>Trenutno poznavanje in monitoring ciljnih vrst</i>	9
1.3 Lacune conoscitive e necessità di monitoraggio transfrontaliero / <i>Vrzel v poznavanju in potreba po čezmejnem monitoringu</i>	10
2 OBIETTIVI DELLE AZIONI DI MONITORAGGIO E CONSERVAZIONE / <i>CILJ MONITORINGA IN VARSTVENI UKREPI</i>	12
3 METODOLOGIA / <i>METODOLOGIJA</i>	13
3.1 Area di studio e siti di monitoraggio / <i>Raziskovalno območje in lokacije monitoringa</i> ..	13
3.2 Disegno di campionamento / <i>Zasnova vzorčenja</i>	17
3.3 Verifica in laboratorio dell'approccio multiferomone / <i>Laboratorijsko preverjanje večferomonskega pristopa</i>	20
3.4 Dati di citizen science / <i>Podatki občanske znanosti</i>	23
4 RISULTATI / <i>REZULTATI</i>	24
4.1 Panoramica dei risultati del monitoraggio / <i>Pregled rezultatov monitoringa</i>	24
4.2 Presenza e distribuzione di <i>Rosalia alpina</i> / <i>Pojavljanje in razširjenost vrste Rosalia alpina</i>	26
4.3 Presenza e distribuzione del complesso dello scarabeo eremita (<i>Osmoderma eremita</i> / <i>O. barnabita</i>) / <i>Pojavljanje in razširjenost vrstnega kompleksa puščavnika (Osmoderma eremita / O. barnabita)</i>	30
4.4 Contributo del monitoraggio E-NAT2CARE alla conoscenza della distribuzione delle specie / <i>Prispevek monitoringa E-NAT2CARE k poznavanju razširjenosti vrst</i>	33
4.5 Supporto sperimentale all'approccio multiferomone / <i>Eksperimentalna podpora večferomonskemu pristopu</i>	37
4.6 Dati di Citizen science / <i>Podatki občanske znanosti</i>	39
4.7. Catture di specie non target / <i>Prilov (bycatch)</i>	40
4.8 Misura dimostrativa per l'habitat: installazione di un Rosalium / <i>Demonstracijski pilotni ukrep – vzpostavitev Rosaliuma</i>	40
5 IMPLICAZIONI PER IL MONITORAGGIO E LA CONSERVAZIONE / <i>POMEN REZULTATOV ZA MONITORING IN OHRANJANJE</i>	42
5.1 Contributo alla conoscenza della distribuzione dei taxa target / <i>Prispevek k poznavanju razširjenosti ciljnih vrst</i>	42
5.2 Contributo metodologico al monitoraggio dei coleotteri saproxilici / <i>Metodološki prispevek k monitoringu saproksilnih hroščev</i>	43
5.3 Implicazioni per la gestione e la conservazione degli habitat forestali / <i>Pomen za upravljanje in ohranjanje gozdnih habitatov</i>	45
RIFERIMENTI / <i>SEZNAM LITERATURE</i>	47

INDICE DELLE FIGURE / KAZALO SLIK

Figura 1. Coleotteri saproxilici oggetto del monitoraggio. / <i>Slika 1. Saproksilni hrošči, vključeni v monitoring.</i>	8
Figura 2. Area di studio e siti di monitoraggio. / <i>Slika 2. Raziskovalno območje in lokacije monitoringa.</i>	15
Figura 3. Habitat forestali inclusi nel monitoraggio. / <i>Slika 3. Gozdni habitati, vključeni v monitoring.</i>	16
Figura 4. Olfattometro a Y in vetro. / <i>Slika 4. Stekleni Y-olfaktometer.</i>	22
Figura 5. Siti di monitoraggio e rilevamento delle specie target. / <i>Slika 5. Lokacije monitoringa in najdbe ciljnih vrst.</i>	25
Figura 6. Siti di monitoraggio e rilevamento di <i>Rosalia alpina</i> . / <i>Slika 6. Lokacije monitoringa in najdbe vrste Rosalia alpina.</i>	27
Figura 7. Siti di monitoraggio e rilevamento del complesso <i>Osmoderma eremita</i> / <i>O. barnabita</i> . / <i>Slika 7. Lokacije monitoringa in najdbe vrstnega kompleksa Osmoderma eremita / O. barnabita.</i>	31
Figura 8. Dati precedenti e rilevamenti E-NAT2CARE di <i>Rosalia alpina</i> . / <i>Slika 8. Predhodni podatki in najdbe E-NAT2CARE za vrsto Rosalia alpina.</i>	35
Figura 9. Dati precedenti e rilevamenti E-NAT2CARE del complesso <i>Osmoderma eremita</i> / <i>O. barnabita</i> . / <i>Slika 9. Predhodni podatki in najdbe E-NAT2CARE za vrstni kompleks Osmoderma eremita / O. barnabita.</i>	36
Figura 10. Risposte comportamentali agli stimoli feromonici. / <i>Slika 10. Vedenjski odzivi na feromonske dražljaje.</i>	38
Figura 11. <i>Rosalium</i> dimostrativo nel Parco delle Grotte di Škocjan. / <i>Slika 11. Demonstracijski Rosalium v Parku Škocjanske jame.</i>	41

INDICE DELLE TABELLE / KAZALO TABEL

Tabella 1. Disegno di campionamento con trappole a feromoni. / <i>Tabela 1. Zasnova vzorčenja s feromonskimi pastmi.</i>	19
Tabella 2. Risultati del monitoraggio dei coleotteri saproxilici target. / <i>Tabela 2. Rezultati monitoringa ciljnih saproksilnih hroščev.</i>	25
Tabella 3. Rilevamenti di <i>Rosalia alpina</i> nei siti di monitoraggio. / <i>Tabela 3. Najdbe vrste Rosalia alpina na lokacijah monitoringa. P.</i>	28
Tabella 4. Rilevamenti del complesso <i>Osmoderma eremita</i> / <i>O. barnabita</i> . / <i>Tabela 4. Najdbe vrstnega kompleksa Osmoderma eremita / O. barnabita.</i>	32

1 INTRODUZIONE

1.1 Coleotteri saproxilici e biodiversità forestale

Le foreste rappresentano una componente importante della biodiversità globale e rientrano tra gli ecosistemi terrestri più ricchi di specie (Schmitt et al. 2009; Newbold et al. 2015). Tuttavia, molte foreste europee risentono degli effetti dell'uso del suolo, della gestione forestale e di altre pressioni prolungate nel tempo, quali i cambiamenti climatici e l'inquinamento (Sabatini et al. 2018). Questi fattori modificano la struttura delle foreste, le interazioni tra le specie e il funzionamento degli ecosistemi forestali.

Numerosi organismi forestali dipendono, almeno durante una parte del loro ciclo vitale, dal legno morto o in decomposizione. Gli insetti saproxilici sono quindi strettamente legati alla dinamica naturale degli ecosistemi forestali. Partecipano alla decomposizione del legno e al riciclo dei nutrienti e svolgono un ruolo importante nel funzionamento delle foreste (Stokland et al. 2012; Hardersen e Zapponi 2018). Tra i microhabitat di particolare importanza vi sono le cavità degli alberi vecchi, che offrono condizioni relativamente stabili e risorse durature a comunità diversificate e specializzate di insetti saproxilici (Micó 2018). I coleotteri saproxilici costituiscono un gruppo particolarmente diversificato e si stima che rappresentino circa un terzo della ricchezza specifica dei coleotteri forestali (Stokland et al. 2012; Parisi et al. 2018).

1 UVOD

1.1 Saproksilni hrošči in gozdna biotska raznovrstnost

Gozdovi predstavljajo pomemben del svetovne biotske raznovrstnosti in sodijo med vrstno najbogatejše kopenske ekosisteme (Schmitt s sod. 2009; Newbold s sod. 2015). Vendar so številni evropski gozdovi pod vplivom dolgotrajne rabe prostora, gospodarjenja z gozdovi in drugih pritiskov, kot so podnebne spremembe in onesnaževanje (Sabatini s sod. 2018). Ti dejavniki spreminjajo strukturo gozdov, odnose med vrstami in delovanje gozdnih ekosistemov.

Številni gozdni organizmi so vsaj v delu svojega življenjskega cikla odvisni od odmrlega ali razpadajočega lesa. Saproksilne žuželke so zato tesno povezane z naravno dinamiko gozdnih ekosistemov. Sodelujejo pri razgradnji lesa in kroženju hranil ter imajo pomembno vlogo pri delovanju gozdov (Stokland s sod. 2012; Hardersen in Zapponi 2018). Med posebej pomembnimi mikrohabitati so dupla starih dreves, ki zagotavljajo razmeroma stabilne razmere in dolgotrajne vire raznolikim in specializiranim združbam saproksilnih žuželk (Micó 2018). Saproksilni hrošči so posebej raznolika skupina in po ocenah predstavljajo približno tretjino vrstne pestrosti gozdnih hroščev (Stokland s sod. 2012; Parisi s sod. 2018).

Gospodarjenje z gozdovi je v zadnjih desetletjih bistveno spremenilo strukturo številnih evropskih gozdov. Intenzivne gozdarske prakse so zmanjšale razpoložljivost starih in votlih dreves, odmrlega lesa ter drugih struktur, ki zagotavljajo ključne

Negli ultimi decenni, la gestione forestale ha modificato in modo sostanziale la struttura di molte foreste europee. Le pratiche forestali intensive hanno ridotto la disponibilità di alberi vecchi e cavi, di legno morto e di altre strutture che forniscono microhabitat essenziali per numerosi organismi saproxilici (Brunet et al. 2010). La perdita di microhabitat idonei e la frammentazione degli habitat forestali hanno determinato il declino delle popolazioni di numerose specie saproxiliche (Nieto e Alexander 2010; Lindenmayer et al. 2014; Cáliz et al. 2018).

Numerosi coleotteri saproxilici associati agli alberi vecchi e al legno morto sono considerati indicatori di foreste caratterizzate da un elevato grado di naturalità e da una lunga continuità dell'habitat (Lachat et al. 2012; Eckelt et al. 2018). Tra i più riconoscibili vi sono il cerambice delle Alpi, *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae), e il complesso dell'eremita, *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* (Coleoptera: Scarabaeidae) (Figura 1), entrambi inclusi nell'Allegato II della Direttiva Habitat dell'UE. Sebbene entrambi i taxa target siano associati a foreste mature di latifoglie, le loro esigenze di habitat differiscono. Le larve di *R. alpina* si sviluppano nel legno morto o deperiente di latifoglie, in particolare di faggio, mentre il complesso *O. eremita* / *O. barnabita* è legato soprattutto alle cavità di alberi vecchi contenenti rosura legnosa.

mikrohabitate številnim saproksilnim organizmom (Brunet s sod. 2010). Zaradi izgube primernih mikrohabitatov in fragmentacije gozdnih habitatov so se populacije številnih saproksilnih vrst zmanjšale (Nieto in Alexander 2010; Lindenmayer s sod. 2014; Cáliz s sod. 2018).

*Številni saproksilni hrošči, povezani s starimi drevesi in odmrlim lesom, veljajo za indikatorje gozdov z visoko stopnjo naravnosti in dolgo habitatno kontinuiteto (Lachat s sod. 2012; Eckelt s sod. 2018). Med najbolj prepoznavnimi sta alpski kozliček *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae) in vrstni kompleks puščavnika *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* (Coleoptera: Scarabaeidae) (Slika 1), ki sta uvrščena v Prilogo II Direktive EU o habitatih. Čeprav sta oba ciljna taksona povezana s starimi listnatimi gozdovi, se njune habitatne zahteve razlikujejo. Ličinke vrste *R. alpina* se razvijajo v odmrlem ali odmirajočem lesu listavcev, zlasti bukve, medtem ko je vrstni kompleks *O. eremita* / *O. barnabita* vezan predvsem na dupla starih dreves z lesnim muljem.*



Figura 1. Coleotteri saproxilici oggetto del monitoraggio. Il longicorno alpino (*Rosalia alpina*; a sinistra) e il complesso dello scarabeo eremita (*Osmoderma eremita* / *O. barnabita*; a destra), monitorati nell'ambito del progetto E-NAT2CARE. / Slika 1. Saproksilni hrošči, vključeni v monitoring. Alpski kozliček (*Rosalia alpina*; levo) in vrstni kompleks puščavnika (*Osmoderma eremita* / *O. barnabita*; desno), ki smo ju spremljali v okviru projekta E-NAT2CARE. (Foto: D. Tome, M. Lužnik)

1.2 Conoscenze attuali e monitoraggio dei taxa target

Negli ultimi decenni, grazie a programmi di monitoraggio e progetti di ricerca in tutta Europa, la conoscenza sulla distribuzione e lo stato delle popolazioni di coleotteri saproxilici di importanza conservazionistica è migliorata. In Slovenia, diverse specie di coleotteri saproxilici elencate nella Direttiva Habitat, tra cui *R. alpina* e *O. eremita/barnabita*, sono state incluse nei programmi di monitoraggio nazionali istituiti per le specie Natura 2000. Questi programmi combinano il monitoraggio delle popolazioni in siti selezionati a lungo termine con indagini di distribuzione più ampie, volte a migliorare la conoscenza della presenza delle specie in tutto il paese (Vrezec et al., 2025).

Per *R. alpina*, il monitoraggio in Slovenia si è tradizionalmente basato su osservazioni visive degli adulti su strutture di habitat idonee, in particolare tronchi di faggio morti o morenti esposti al sole, dove i coleotteri adulti vengono osservati più frequentemente durante il loro periodo di volo (Vrezec et al., 2012). Di conseguenza, la distribuzione di *R. alpina* in Slovenia è relativamente ben documentata, soprattutto nelle faggete delle regioni alpine e dinariche (Vrezec et al., 2025). Dal 2013, il monitoraggio di *O. eremita/barnabita* viene effettuato con trappole a feromoni (Vrezec et al. 2014). Nonostante questi sforzi, le informazioni sulla distribuzione delle due specie rimangono incomplete in alcune aree, in particolare nella parte sud-occidentale della Slovenia.

1.2 Trenutno poznavanje in monitoring ciljnih vrst

Znanje o razširjenosti in stanju populacij saproksilnih hroščev, pomembnih za ohranjanje, se je v zadnjih desetletjih izboljšalo zaradi monitoring programov in raziskovalnih projektov po Evropi. V Sloveniji je bilo več vrst saproksilnih hroščev, navedenih v Direktivi o habitatih, vključno z alpskim kozličkom in puščavnikom, vključenih v nacionalne monitoring sheme za vrste Natura 2000. Ti programi združujejo populacijski monitoring na izbranih stalnih lokacijah s širšimi distribucijskimi popisi, katerih cilj je izboljšati poznavanje razširjenosti vrst po celotni državi (Vrezec s sod., 2025).

Monitoring alpskega kozlička v Sloveniji je tradicionalno temeljil na terenskem popisovanju odraslih osebkov na ustreznih habitatnih strukturah, zlasti na soncu izpostavljenih odmrlih ali odmirajočih bukovih deblih, kjer so odrasli hrošči najpogosteje opaženi v času največje aktivnosti letanja (Vrezec s sod., 2012). Posledično je razširjenost alpskega kozlička v Sloveniji razmeroma dobro raziskana, zlasti v bukovih gozdovih alpske in dinarske regije (Vrezec s sod., 2025). Monitoring puščavnika se izvaja z visečimi feromonskimi pastmi od leta 2013 (Vrezec s sod., 2014). Kljub tem prizadevanjem pa so podatki o razširjenosti obeh vrst na nekaterih območjih še vedno nepopolni, zlasti v jugozahodnem delu Slovenije.

V sosednji Italiji sta bili obe vrsti preučevani v okviru regionalnih raziskav in naravovarstvenih projektov. Vendar so razpoložljivi podatki geografsko

Nella vicina Italia, entrambe le specie sono state studiate attraverso indagini regionali e progetti di conservazione. Tuttavia, i dati disponibili sono distribuiti in modo disomogeneo sul territorio e alcune aree rimangono poco esplorate. Nell'Italia nord-orientale, compresa la regione Friuli Venezia Giulia al confine con la Slovenia, le segnalazioni di specie di *Osmoderma* sono state storicamente scarse e in parte basate su osservazioni datate che necessitano di conferma tramite indagini recenti. Analogamente, sebbene *R. alpina* sia riconosciuta come specie caratteristica delle faggete mature nella regione alpina, i dati dettagliati sulla sua distribuzione rimangono limitati in alcune parti del territorio transfrontaliero.

1.3 Lacune conoscitive e necessità di monitoraggio transfrontaliero

Le precedenti attività di monitoraggio nella regione di confine si sono concentrate principalmente sulle faggete montane dell'area alpina, che rappresentano l'habitat principale di diverse specie di coleotteri saproxilici, tra cui *R. alpina*. Molte meno informazioni erano disponibili per altri habitat forestali, in particolare i querceti di pianura della regione carsica, dove possono comunque sussistere condizioni favorevoli per i coleotteri saproxilici. Il presente progetto ha quindi preso in considerazione entrambi i principali tipi di habitat forestale nell'area transfrontaliera, estendendo il monitoraggio dalle faggete alpine ai querceti carsici.

Oltre ad estendere il monitoraggio a nuove aree e habitat forestali, il progetto ha

*neenakomerno porazdeljeni, nekatera območja pa ostajajo slabo raziskana. V severovzhodni Italiji, vključno z regijo Furlanija-Juljska krajina, ki meji na Slovenijo, so bili zapisi o vrstah rodu *Osmoderma* zgodovinsko redki in deloma temeljijo na starejših opazovanjih, ki zahtevajo potrditev z novjšimi raziskavami. Podobno, čeprav je alpski kozliček prepoznana kot značilna vrsta starih bukovih gozdov v alpski regiji, so podrobni podatki o razširjenosti v nekaterih delih čezmejnega območja še vedno pomanjkljivi.*

1.3 Vrzeli v poznavanju in potreba po čezmejnem monitoringu

Pretekle aktivnosti monitoringa v obmejni regiji so bile večinoma osredotočene na gorske bukove gozdove alpskega območja, ki predstavljajo osrednji habitat za več saproksilnih vrst hroščev, vključno z alpskim kozličkom. Bistveno manj podatkov je bilo znanih za druge gozdne habitate, zlasti za nižinske hrastove gozdove kraške regije, kjer so prav tako primerni pogoji za saproksilne vrste hroščev. Zato je ta projekt obravnaval oba glavna tipa gozdnih habitatov v čezmejnem območju in razširil monitoring iz alpskih bukovih gozdov na kraške hrastove gozdove.

Poleg širitve monitoringa na nova območja in gozdne habitate je projekt uvedel integriran pristop, ki je temeljil na dopolnilnih metodah. Vzorčenje je bilo izvedeno s feromonskimi pastmi, vključno z večferomonskimi pastmi, s katerimi smo preverjali možnost hkratnega zaznavanja obeh ciljnih taksonov. Monitoring smo dopolnili z opazovanji občanske znanosti,

introdotto un approccio integrato basato su metodi complementari. Il campionamento è stato effettuato mediante trappole a feromoni, comprese trappole multiferomone utilizzate per verificare la possibilità di rilevare simultaneamente entrambi i taxa target. Il monitoraggio è stato integrato con osservazioni di citizen science, in particolare con i dati disponibili sulla piattaforma iNaturalist. Queste diverse fonti hanno fornito informazioni complementari sulla presenza dei taxa target.

Questo rapporto presenta i risultati del monitoraggio su larga scala dei coleotteri saproxilici condotto nell'ambito del progetto E-NAT2CARE in aree selezionate della rete Natura 2000 e della riserva della biosfera delle Alpi Giulie e della regione carsica. Il monitoraggio migliora la conoscenza della distribuzione delle specie nei diversi habitat forestali dell'area transfrontaliera e fornisce informazioni utili per la pianificazione e la gestione future della conservazione della biodiversità forestale.

zlasti s podatki, dostopnimi na platformi iNaturalist. Ti različni viri so zagotovili dopolnilne informacije o pojavljanju ciljnih taksonov.

To poročilo predstavlja rezultate obsežnega monitoringa saproksilnih hroščev, izvedenega v okviru projekta E-NAT2CARE na izbranih območjih Natura 2000 in biosfernih območjih Julijskih Alp in območju Krasa. Monitoring izboljšuje poznavanje razširjenosti vrst v različnih gozdnih habitatih na čezmejnem območju ter nudi informacije, ki lahko služijo za prihodnje načrtovanje ohranjanja in upravljanje gozdne biotske raznovrstnosti.

2 OBIETTIVI DELLE AZIONI DI MONITORAGGIO E CONSERVAZIONE

Il monitoraggio svolto nell'ambito del progetto E-NAT2CARE era finalizzato a migliorare le conoscenze sulla presenza e sulla distribuzione dei taxa saproxilici target nell'area transfrontaliera della rete Natura 2000 delle Alpi Giulie e del Carso.

Gli obiettivi principali delle attività erano:

- estendere l'ambito spaziale e ambientale del monitoraggio dalle faggete alpine ad altri habitat forestali, comprese le foreste di querce della regione carsica;
- sviluppare e applicare un approccio combinato al monitoraggio, comprendente l'impiego di trappole multiferomone e l'utilizzo dei dati di citizen science come fonte complementare di informazioni;
- verificare la presenza del cerambice delle Alpi (*Rosalia alpina*) e del complesso di specie dell'eremita (*Osmoderma eremita* / *O. barnabita*) e aggiornare le informazioni sulla loro distribuzione in siti Natura 2000 selezionati e nelle aree delle riserve della biosfera della regione transfrontaliera tra Slovenia e Italia;
- fornire dati utili per la pianificazione della conservazione e la gestione degli habitat forestali importanti per i coleotteri saproxilici nell'area transfrontaliera.

2 CILJ MONITORINGA IN VARSTVENI UKREPI

Monitoring, izveden v okviru projekta E-NAT2CARE, je bil usmerjen v izboljšanje poznavanja pojavljanja in razširjenosti ciljnih saproksilnih taksonov na čezmejnem območju omrežja Natura 2000 v Julijskih Alpah in na Krasu.

Glavni cilji aktivnosti so bili:

- *razširiti prostorski in habitatni obseg monitoringa iz alpskih bukovih gozdov na druge gozdne habitate, vključno s hrastovimi gozdovi kraške regije;*
- *razviti in uporabiti kombiniran pristop monitoringa, ki vključuje večferomonske pasti in podatke občanske znanosti kot dopolnilni vir informacij;*
- *ugotoviti prisotnost alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) in vrstnega kompleksa puščavnika (*Osmoderma eremita* / *O. barnabita*) ter dopolniti podatke o njuni razširjenosti na izbranih območjih Natura 2000 in območjih biosfernih rezervatov v čezmejni regiji Slovenije in Italije;*
- *zagotoviti podatke, uporabne pri načrtovanju ohranjanja in upravljanju gozdnih habitatov, pomembnih za saproksilne hrošče na čezmejnem območju.*

complessivamente 50 siti distinti. La distribuzione dei siti campionati per anno e area è riportata nella Tabella 1.

I siti sono stati selezionati in collaborazione con i partner del progetto e i gestori delle aree protette e si trovavano all'interno o nelle vicinanze di diversi siti Natura 2000. In Italia, il monitoraggio ha interessato i siti Alpi Giulie (IT3321002), Prealpi Giulie Settentrionali (IT3320012), Aree carsiche della Venezia Giulia (IT3341002) e Carso triestino e goriziano (IT3340006). Sul versante sloveno, i siti erano situati nelle aree Natura 2000 Julijske Alpe (SI3000253), Kras (SI3000276), Slavinski Ravnik (SI3000197), Javorniki-Snežnik (SI3000231) e Zabiče (SI3000222).

Lokacije so bile izbrane v sodelovanju s projektnimi partnerji in upravljavci zavarovanih območij ter so bile znotraj ali v bližini več območij Natura 2000. V Italiji je monitoring zajemal območja Alpi Giulie (IT3321002), Prealpi Giulie Settentrionali (IT3320012), Aree carsiche della Venezia Giulia (IT3341002) in Carso triestino e goriziano (IT3340006). Na slovenski strani so bile lokacije na območjih Natura 2000 Julijske Alpe (SI3000253), Kras (SI3000276), Slavinski Ravnik (SI3000197), Javorniki-Snežnik (SI3000231) in Zabiče (SI3000222).

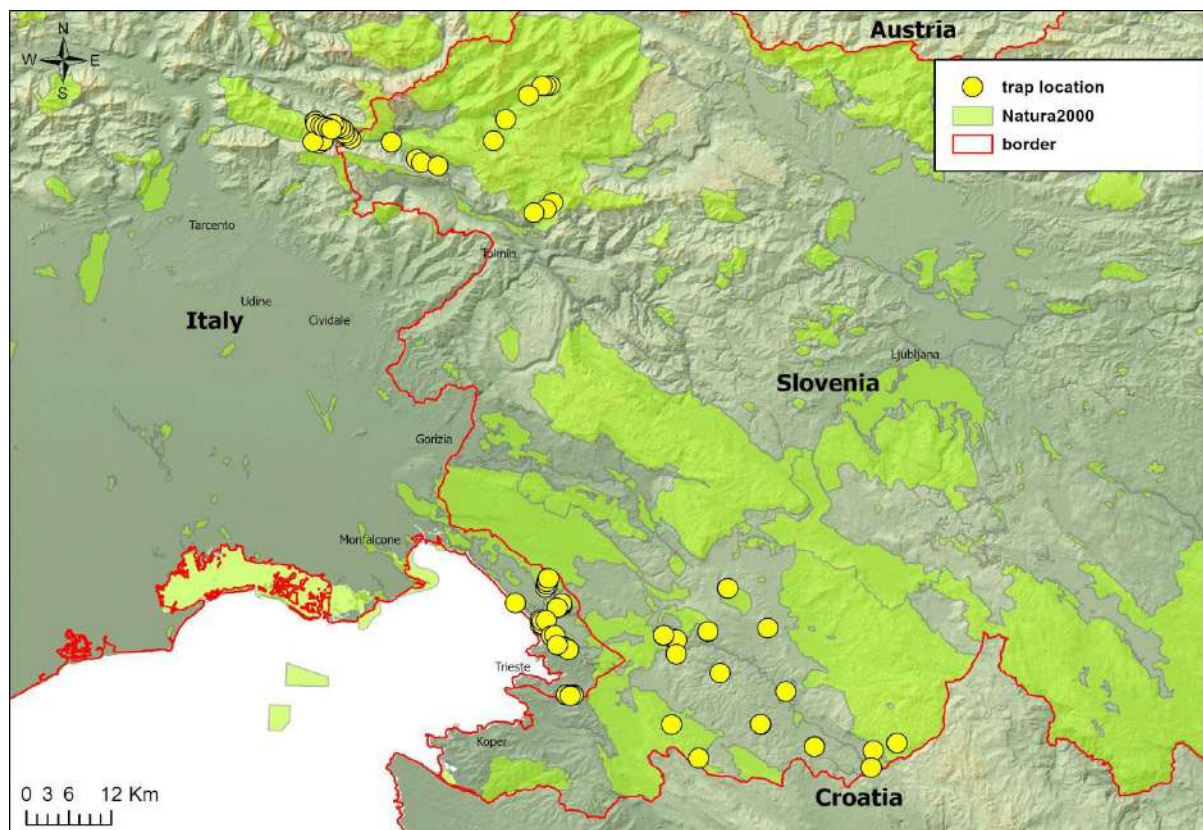


Figura 2. Area di studio e siti di monitoraggio. Ubicazione delle trappole a feromoni utilizzate nel monitoraggio nelle Alpi Giulie e nella regione carsica nel 2024–2025. I cerchi gialli indicano i siti di monitoraggio, le aree Natura 2000 sono rappresentate in verde chiaro e il confine di Stato in rosso. / *Slika 2. Raziskovalno območje in lokacije monitoringa. Lokacije feromonskih pasti, uporabljenih pri monitoringu v Julijskih Alpah in na Krasu v letih 2024–2025. Rumeni krogi označujejo lokacije monitoringa, območja Natura 2000 so prikazana svetlo zeleno, državna meja pa rdeče.*

I principali habitat forestali inclusi nel monitoraggio erano le faggete alpine e subalpine delle Alpi Giulie e le foreste termofile della regione carsica, dominate da specie del genere *Quercus* e localmente miste a specie dei generi *Carpinus* e *Pinus* e a carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) (Figura 3). Queste foreste comprendono elementi di habitat fondamentali per i taxa saproxilici target, in particolare alberi decidui maturi e legno morto.

Glavni gozdni habitati, vključeni v monitoring, so bili alpski in subalpski bukovi gozdovi Julijskih Alp ter termofilni gozdovi kraške regije, v katerih prevladujejo vrste rodu *Quercus*, lokalno pomešane z vrstami rodov *Carpinus* in *Pinus* ter črnim gabrom (*Ostrya carpinifolia*) (Slika 3). Ti gozdovi vsebujejo pomembne habitatne elemente za ciljna saproksilna taksona, predvsem starejše listavce in odmrli les.



Figura 3. Habitat forestali inclusi nel monitoraggio. Esempi di faggete alpine e subalpine delle Alpi Giulie e di foreste termofile della regione carsica, dominate da *Quercus* spp. e localmente mescolate con *Carpinus* spp., *Ostrya carpinifolia* o *Pinus* spp. / Slika 3. Gozdni habitati, vključeni v monitoring. Primeri alpskih in subalpskih bukovih gozdov Julijskih Alp ter termofilnih gozdov kraške regije, v katerih prevladujejo vrste rodu *Quercus*, lokalno pomešane z vrstami rodu *Carpinus*, črnim gabrom (*Ostrya carpinifolia*) ali vrstami rodu *Pinus*. (Foto: A. Žunič Kosi)

3.2 Disegno di campionamento

Le trappole a feromoni sono state utilizzate come metodo principale per rilevare la presenza dei taxa target. Il campionamento è stato condotto secondo il protocollo di monitoraggio transfrontaliero sviluppato nell'ambito del progetto E-NAT2CARE (D.1.1.1), che prevede l'impiego di trappole a intercettazione del volo innescate con esche feromoniche.

Il disegno di campionamento differiva tra i due anni. Nel 2024, ciascun sito di monitoraggio comprendeva un blocco di tre trappole con esche diverse: una trappola con il feromone del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*, una trappola con il feromone di *Rosalia alpina* e una trappola di controllo contenente il solo solvente. Le tre trappole all'interno dello stesso sito erano collocate a una distanza di circa 10–20 m l'una dall'altra. I diversi siti di monitoraggio erano distanti almeno 500 m tra loro.

Nel 2025 è stata installata una sola trappola per sito. Nella maggior parte delle aree, la trappola era dotata di entrambe le esche feromoniche, una per *R. alpina* e una per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita*. Nei siti del Carso italiano è stata utilizzata soltanto l'esca per il complesso *Osmoderma*. Il numero di siti e di trappole e i tipi di esca utilizzati sono riportati nella Tabella 1.

Sono state utilizzate trappole nere a pannelli incrociati per l'intercettazione del volo, rivestite con Fluon® per aumentarne l'efficienza di cattura (Graham et al. 2010). Ogni trappola era dotata di un contenitore di plastica per la raccolta degli insetti. Per *R. alpina* è stato utilizzato il composto

3.2 Zasnova vzorčenja

Feromonske pasti so bile uporabljene kot glavna metoda za ugotavljanje prisotnosti ciljnih taksonov. Vzorčenje je potekalo v skladu s protokolom čezmejnega monitoringa, razvitim v okviru projekta E-NAT2CARE (D.1.1.1), ki predvideva uporabo prestreznih pasti s feromonskimi vabami.

Zasnova vzorčenja se je med letoma razlikovala. Leta 2024 je posamezno lokacijo monitoringa predstavljal blok treh pasti z različnimi vabami: past s feromonom vrstnega kompleksa *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*, past s feromonom vrste *Rosalia alpina* in kontrolna past s topilom brez feromona. Tri pasti znotraj iste lokacije so bile med seboj oddaljene približno 10–20 m. Različne lokacije monitoringa so bile med seboj oddaljene najmanj 500 m.

Leta 2025 je bila na posamezni lokaciji postavljena ena past. Na večini območij je bila opremljena z obema feromonskima vabama, eno za *R. alpina* in eno za vrstni kompleks *O. eremita* / *O. barnabita*. Na lokacijah italijanskega Krasa je bila uporabljena samo vaba za vrstni kompleks *Osmoderma*. Število lokacij in pasti ter uporabljeni tipi vab so prikazani v Tabeli 1.

Uporabljene so bile črne križne prestrezne pasti za leteče žuželke, prevlečene s sredstvom Fluon® za povečanje učinkovitosti ulova (Graham s sod. 2010). Vsaka past je bila opremljena s plastično zbirno posodo. Za *R. alpina* je bila uporabljena vrstno specifična pirońska spojina v odmerku 25 mg na vabo, za vrstni kompleks *O. eremita* / *O. barnabita* pa (R)-(+)-γ-dekalakton v odmerku 500 mg na

pironico specie-specifico alla dose di 25 mg per esca, mentre per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita* è stato utilizzato (R)-(+)- γ -decalattone alla dose di 500 mg per esca. I dispenser feromonici erano costituiti da sacchetti di polietilene a bassa densità, ciascuno contenente un tampone in cellulosa.

Le trappole sono rimaste attive indicativamente dall'inizio di luglio alla metà di agosto, con alcune differenze nelle date di installazione e rimozione tra i siti e tra i due anni. Il periodo di campionamento comprendeva la principale stagione di attività degli adulti di entrambi i taxa target. Le trappole sono state controllate a intervalli di circa 3 – 7 giorni.

vabo. Feromonski nosilci so bili izdelani iz vrečk iz polietilena nizke gostote, pri čemer je vsaka vsebovala celulozni tampon.

Pasti so bile aktivne približno od začetka julija do sredine avgusta, pri čemer so se natančni datumi postavitve in odstranitve med lokacijami in med letoma nekoliko razlikovali. Obdobje vzorčenja je zajemalo glavno sezono aktivnosti odraslih osebkov obeh ciljnih taksonov. Pasti so bile pregledane v približno 3 – 7 dnevni intervalih.

Tabella 1. Disegno di campionamento con trappole a feromoni. Panoramica dei siti campionati, del numero di trappole e dei tipi di esca utilizzati nell'ambito del monitoraggio E-NAT2CARE nel 2024 e nel 2025 nelle Alpi Giulie e nella regione carsica in Slovenia e Italia. / *Tabela 1. Zasnova vzorčenja s feromonskimi pastmi. Pregled vzorčenih lokacij, števila pasti in tipov vab, uporabljenih pri monitoringu E-NAT2CARE v letih 2024 in 2025 na območju Julijskih Alp in Krasa v Sloveniji in Italiji.*

Anno / Leto	Paese / Država	Regione/ Regija	Siti campionati (siti-anno) / Vzorčene lokacije (lokacije- leto)	Nu. di trappole per sito / Št. pasti na lokacijo	Nu. totale di trappole / Skupno št. pasti	Tipo di esca / Tip vabe*
2024	Slovenia / Slovenija	Carso / Kras	13	3	39	OE, RA, controllo / OE, RA, kontrola
2024	Italia / Italija	Carso / Kras	13	3	39	OE, RA, controllo / OE, RA, kontrola
2024	Italia / Italija	Alpi Giulie / Julijske Alpe	10	3	30	OE, RA, controllo / OE, RA, kontrola
2025	Slovenia / Slovenija	Carso / Kras	14	1	14	OE + RA
2025	Slovenia / Slovenija	Alpi Giulie / Julijske Alpe	13	1	13	OE + RA
2025	Italia / Italija	Carso / Kras	10	1	10	OE
2025	Italia / Italija	Alpi Giulie / Julijske Alpe	10	1	10	OE + RA

*OE – Trappola a feromoni mirata per *Osmoderma eremita/barnabita*; RA – trappola a feromoni mirata per *Rosalia alpina*; controllo – trappola di controllo con esca solvente; OE + RA – trappola multiferomone con esca a base di feromoni sia per *O. eremita* che per *R. alpina*. / *OE – feromonska past, namenjena vrsti *Osmoderma eremita/barnabita*; RA – feromonska past, namenjena vrsti *Rosalia alpina*; kontrola – kontrolna past z vabo na osnovi topila; OE + RA – večferomonska past, opremljena s feromoni za obe vrsti (*O. eremita/barnabita* in *R. alpina*).

3.3 Verifica in laboratorio dell'approccio multifеромоне

Per verificare possibili interazioni tra i feromoni utilizzati nelle trappole multifеромоне, le risposte comportamentali dei coleotteri sono state esaminate mediante un olfattometro a Y in vetro (Figura 4). L'esperimento era finalizzato a valutare l'attrattività dello stimolo multifеромонico rispetto al controllo e a verificare se l'aggiunta del feromone dell'altro taxon target modificasse la scelta rispetto al feromone conspecifico.

L'olfattometro a Y era costituito da un braccio di base collegato a due bracci di scelta, che conducevano a camere di stimolazione separate. Aria pulita veniva pompata attraverso il sistema con un flusso costante di circa 800 mL/min, trasportando gli stimoli olfattivi dalle camere attraverso i bracci dell'olfattometro.

Gli stimoli feromonici sintetici sono stati applicati su piccoli pezzi di carta da filtro, successivamente collocati nelle camere di stimolazione. Per lo stimolo con il feromone conspecifico, sulla carta da filtro è stato applicato 1 µL della corrispondente soluzione feromonica utilizzata per la preparazione delle esche da campo. Per lo stimolo multifеромонico sono stati applicati separatamente 1 µL di ciascuna delle due soluzioni feromoniche. Per il controllo, sulla carta da filtro è stato applicato 1 µL di isopropanolo senza feromone.

Sono stati effettuati due confronti a doppia scelta:

3.3 Laboratorijsko preverjanje večferomonskega pristopa

Za preverjanje morebitnih interakcij med feromoni, uporabljenimi v večferomonskih pasteh, smo vedenjske odzive hroščev preizkusili v steklenem Y-olfaktometru (Slika 4). Namen poskusa je bil oceniti privlačnost večferomonskega dražljaja v primerjavi s kontrolo in preveriti, ali dodatek feromona drugega ciljnega taksona vpliva na izbiro v primerjavi z vrstno specifičnim feromonom.

Y-olfaktometer je bil sestavljen iz osnovnega kraka, povezanega z dvema izbirnima krakoma, ki sta vodila do ločenih komor z dražljaji. Skozi sistem je s stalnim pretokom približno 800 mL/min tekla čist zrak, ki je prenašal vonjalne dražljaje iz komor skozi krake olfaktometra.

Sintetični feromonski dražljaji so bili naneseni na majhne koščke filtrirnega papirja, ki so bili nato nameščeni v komore z dražljaji. Za dražljaj z vrstno specifičnim feromonom smo na filtrirni papir nanesli 1 µL ustrezne feromonske raztopine, uporabljene za pripravo terenskih vab. Za večferomonski dražljaj smo nanesli po 1 µL vsake od obeh feromonskih raztopin. Pri kontroli smo na filtrirni papir nanesli 1 µL izopropanola brez feromona.

Izvedeni sta bili dve primerjavi z dvojno izbiro:

- večferomonski dražljaj v primerjavi s kontrolo;*
- dražljaj z vrstno specifičnim feromonom v primerjavi z večferomonskim dražljajem.*

V posameznem poskusu je bil en hrošč nameščen v osnovni krak olfaktometra in se je pred začetkom poskusa aklimatiziral eno minuto. Po izpustitvi je imel osebek 20 minut

- stimolo multiferomonico rispetto al controllo;
- stimolo con feromone conspecifico rispetto allo stimolo multiferomonico.

In ogni prova, un singolo coleottero è stato introdotto nel braccio di base dell'olfattometro e lasciato acclimatare per un minuto. Dopo il rilascio, l'individuo aveva a disposizione 20 minuti per scegliere uno dei due bracci. Una scelta è stata registrata quando l'individuo è entrato in uno dei bracci di scelta e vi è rimasto per almeno due minuti. Gli individui che non hanno scelto nessuno dei due bracci entro il periodo di osservazione sono stati registrati come non responsivi.

Per evitare effetti dovuti alla posizione, gli stimoli sono stati alternati tra il braccio destro e quello sinistro nelle prove successive. Gli esperimenti sono stati condotti tra le 09:00 e le 17:00 in condizioni di luce naturale. Nell'arco della stessa giornata, ciascun individuo è stato testato una sola volta ed esposto a un solo confronto. Dopo ogni prova, l'olfattometro e le camere di stimolazione sono stati puliti con acetone e ventilati per eliminare eventuali residui odorosi.

Gli individui non responsivi sono stati esclusi dall'analisi statistica. Le proporzioni degli individui che hanno scelto ciascuno stimolo sono state confrontate mediante un test binomiale esatto, assumendo una distribuzione attesa delle scelte pari a 1 : 1. La soglia di significatività statistica è stata fissata a $p < 0,05$.

časa, da je izbral enega od izbirnih krakov. Izbira je bila zabeležena, ko je osebek vstopil v enega od krakov in v njem ostal najmanj dve minuti. Osebk, ki v času opazovanja niso izbrali nobenega od krakov, so bili zabeleženi kot neodzivni.

Za preprečevanje vpliva položaja smo pozicijo dražljaja med poskusi izmenjevali med levim in desnim krakom. Poskusi so potekali med 9.00 in 17.00 v naravnih svetlobnih razmerah. V posameznem dnevu je bil vsak osebek testiran samo enkrat in izpostavljen samo eni primerjavi. Po vsakem poskusu so bili olfaktometer in komore z dražljaji očiščeni z acetonom ter prezračeni, da so se odstranili morebitni ostanki vonjav.

Neodzivni osebk, ki so bili izključeni iz statistične analize. Delež osebk, ki so izbrali posamezni dražljaj, so bili primerjani z eksaktnim binomskim testom ob pričakovani porazdelitvi izbir 1 : 1. Prag statistične značilnosti je bil določen pri $p < 0,05$.



Figura 4. Olfattometro a Y in vetro. Utilizzato per testare le risposte comportamentali dei coleotteri ai singoli feromoni e alla loro combinazione. / Slika 4. Stekljeni Y-olfaktometer. Uporabljen za preverjanje vedenjskih odzivov hroščev na posamezne feromone in njihovo kombinacijo. (Foto: A. Žunič Kosi)

3.4 Dati di citizen science

Le osservazioni disponibili sulla piattaforma iNaturalist sono state esaminate come fonte complementare di informazioni sulla presenza dei taxa target. Sono state considerate le osservazioni di *Rosalia alpina* e del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* registrate fino al 2024 incluso nella più ampia area transfrontaliera del progetto.

Le segnalazioni sono state esaminate sulla base delle fotografie e delle informazioni spaziali e temporali disponibili. Per *R. alpina*, quando la qualità e l'angolazione delle fotografie lo permettevano, sono stati determinati anche il sesso e le differenze nel disegno delle macchie nere sulle elitre, che possono consentire di distinguere singoli individui. A causa della protezione delle specie sensibili, le coordinate geografiche precise di alcune osservazioni non erano pubblicamente disponibili.

I dati di iNaturalist sono stati considerati insieme ai dati di presenza raccolti mediante trappole a feromoni e utilizzati per integrare in modo descrittivo il quadro spaziale della distribuzione dei taxa target. A causa della natura opportunistica della raccolta dei dati, dello sforzo di osservazione non noto e delle differenze nella copertura spaziale e temporale, non sono stati utilizzati per confronti quantitativi diretti né per valutare l'efficacia relativa dei diversi metodi.

3.4 Podatki občanske znanosti

Opazovanja, dostopna na platformi iNaturalist, smo pregledali kot dopolnilni vir informacij o pojavljanju ciljnih taksonov. Upoštevana so bila opazovanja vrste Rosalia alpina in vrstnega kompleksa Osmoderma eremita / O. barnabita, zabeležena do vključno leta 2024 na širšem čezmejnem območju projekta.

Zapise smo pregledali na podlagi razpoložljivih fotografij ter prostorskih in časovnih podatkov. Pri vrsti R. alpina smo, kadar sta kakovost in zorni kot fotografij to omogočala, določili tudi spol ter preverili razlike v vzorcu črnih lis na pokrovkah, ki lahko omogočajo razlikovanje med posameznimi osebki. Zaradi varovanja občutljivih vrst natančne geografske koordinate nekaterih opazovanj niso bile javno dostopne.

Podatke iNaturalist smo obravnavali skupaj s podatki o pojavljanju, pridobljenimi s feromonskimi pastmi, in jih uporabili za opisno dopolnitev prostorskega pregleda razširjenosti ciljnih taksonov. Zaradi priložnostnega načina zbiranja podatkov, neznanega opazovalnega napora ter razlik v prostorski in časovni pokritosti niso bili uporabljeni za neposredno kvantitativno primerjavo ali ocenjevanje uspešnosti posameznih metod.

4 RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E CONSERVAZIONE

4.1 Panoramica dei risultati del monitoraggio

Nel corso dei due anni di monitoraggio, sono stati registrati complessivamente 86 individui delle specie bersaglio, di cui 58 di *R. alpina* e 28 di *O. eremita/barnabita*. Le specie sono state individuate in 25 siti di monitoraggio distribuiti nell'area di studio. *R. alpina* è stata rilevata in 23 siti, mentre *O. eremita/barnabita* è stata individuata in 15 siti. Entrambe le specie erano presenti contemporaneamente in 13 siti di monitoraggio, mentre 10 siti ospitavano solo *R. alpina* e 2 siti solo *O. eremita/barnabita*. Delle 13 località di campionamento in cui sono state individuate entrambe le specie, otto si trovavano nelle Alpi Giulie e cinque nel Carso. Una sintesi dei risultati del monitoraggio è presentata nella Tabella 2, mentre la distribuzione spaziale dei siti di monitoraggio e degli avvistamenti delle specie è illustrata nella Figura 5.

4 REZULTATI MONITORINGA IN VARSTVENIH UKREPOV

4.1 Pregled rezultatov monitoringa

V obeh letih terenskih popisov je bilo skupno zabeleženih 86 osebkov ciljnih vrst, vključno z 58 osebki alpskega kozlička in 28 osebki puščavnika. Vrsti sta bili zaznani na 25 lokacijah monitoringa po celotnem raziskovalnem območju. Alpski kozliček je bil zabeležen na 23 lokacijah, medtem ko je bil puščavnik zaznan na 15 lokacijah. Obe vrsti sta se pojavljali tudi skupaj na 13 lokacijah monitoringa, medtem ko je bilo 10 lokacij zabeleženih samo za alpskega kozlička in dve lokaciji samo za puščavnika. Od 13 lokacij, kjer sta bili zaznani obe vrsti, jih je bilo osem v Julijskih Alpah in pet na Krasu. Povzetek rezultatov monitoringa je predstavljen v Tabeli 2, medtem ko je prostorska razporeditev lokacij monitoringa in najdbe vrst prikazana na Sliki 5.

Tabella 2. Risultati del monitoraggio dei taxa saproxilici target. Numero di individui registrati, numero e percentuale dei siti con almeno un rilevamento e regioni di rinvenimento di *Rosalia alpina* e del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* durante il monitoraggio nelle Alpi Giulie e nella regione carsica nel 2024–2025. / Tabela 2. Rezultati monitoringa ciljnih saproksilnih vrst. Število zabeleženih osebkov, število in odstotek lokacij z vsaj eno najdbo ter območja pojavljanja vrste *Rosalia alpina* in vrstnega kompleksa *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* med monitoringom v Julijskih Alpah in na Krasu v letih 2024–2025.

Taxon / Takson	Nu. di individui / Št. osebkov	Siti con rilevamento, n (%) / Lokacije z najdbo, n (%)	Regioni di rinvenimento / Območja najdb
<i>Rosalia alpina</i>	58	23 (46 %)	Alpi Giulie (SLO, IT), Carso (SLO) / Julijske Alpe (SLO, IT), Kras (SLO)
<i>Osmoderma eremita</i> / <i>O. barnabita</i>	28	15 (30 %)	Alpi Giulie (SLO, IT), Carso (SLO) / Julijske Alpe (SLO, IT), Kras (SLO)

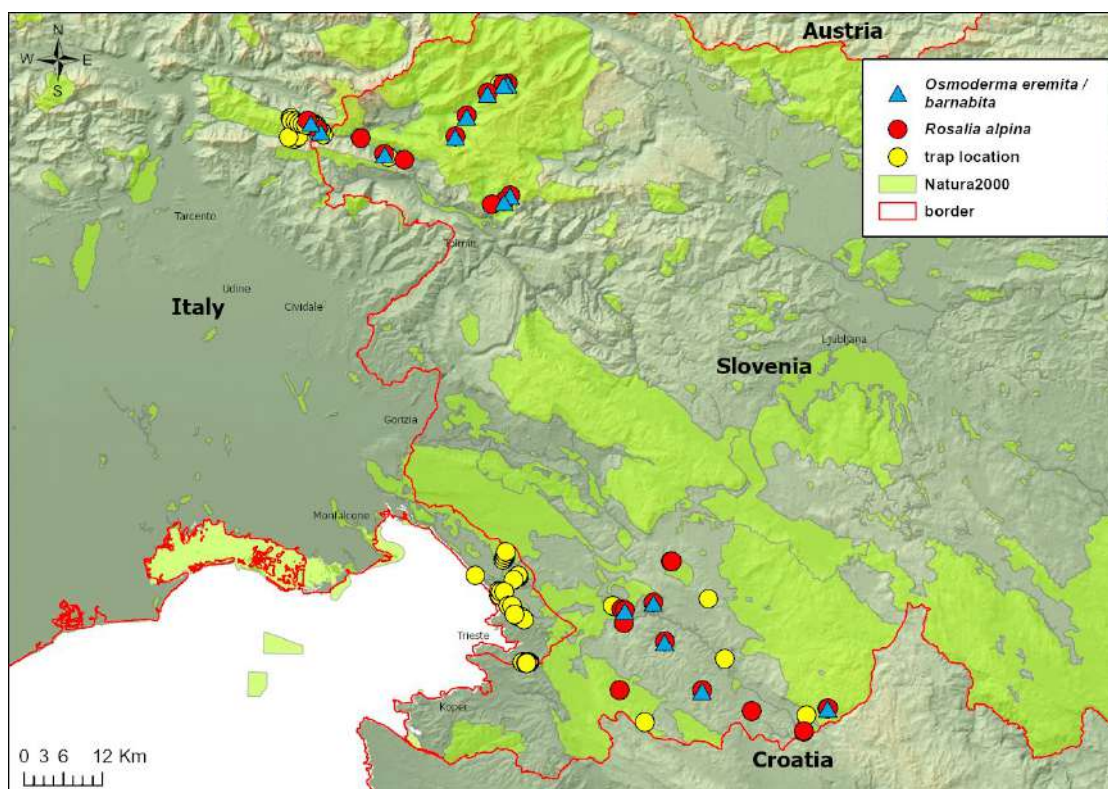


Figura 5. Rilevamenti dei taxa target nei siti monitorati nelle Alpi Giulie e nel Carso nel 2024–2025. Cerchi rossi: *Rosalia alpina*; triangoli blu: complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*; cerchi gialli: siti senza rilevamenti dei taxa target. / Slika 5. Najdbe ciljnih taksonov na lokacijah monitoringa v Julijskih Alpah in na Krasu v letih 2024–2025. Rdeči krogi: *Rosalia alpina*; modri trikotniki: vrstni kompleks *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*; rumeni krogi: lokacije brez najdb ciljnih taksonov.

4.2 Presenza e distribuzione di *Rosalia alpina*

Il monitoraggio mediante trappole a feromoni ha rilevato la presenza di *Rosalia alpina* in numerosi siti dell'area di studio. La specie è stata registrata nelle Alpi Giulie, su entrambi i versanti del confine, e nel Carso sloveno, sia nelle faggete sia nei querceti (Tabella 3, Figura 6). Nel complesso, *R. alpina* è stata rilevata in 23 siti di monitoraggio.

Nei siti del Carso italiano campionati nel 2024 con un'esca specie-specifica per *R. alpina*, la specie non è stata rilevata. Nel 2025, i siti del Carso italiano sono stati campionati soltanto con esche destinate al complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* e non possono pertanto essere utilizzati per valutare il rilevamento di *R. alpina*. La mancata rilevazione nei siti campionati non dimostra comunque l'assenza della specie dalla regione carsica italiana.

Nel 2024 sono state utilizzate trappole con un'esca specie-specifica per *R. alpina*, mentre nel 2025, nella maggior parte delle aree, sono state utilizzate trappole con un'esca multifеромonica contenente i feromoni di *R. alpina* e del complesso *O. eremita* / *O. barnabita*. *Rosalia alpina* è stata rilevata con entrambi i tipi di esca. L'esca multifеромonica ha quindi consentito il rilevamento della specie nelle condizioni in cui è stata utilizzata. Tuttavia, a causa delle differenze tra gli anni nei siti monitorati, nel numero di trappole e negli altri elementi del disegno di campionamento, non è stato possibile confrontare direttamente

4.2 Pojavljanje in razširjenost vrste *Rosalia alpina*

Z vzorčenjem s feromonskimi pastmi smo vrsto *Rosalia alpina* zaznali na več lokacijah raziskovalnega območja. Vrsta je bila zabeležena v Julijskih Alpah na obeh straneh državne meje ter na slovenskem Krasu, tako v bukovih kot v hrastovih gozdovih (Tabela 3, Slika 6). Skupno je bila *R. alpina* zaznana na 23 lokacijah monitoringa.

Na lokacijah italijanskega Krasa, ki so bile leta 2024 vzorčene z vrstno specifično vabo za *R. alpina*, vrsta ni bila zaznana. Leta 2025 so bile lokacije italijanskega Krasa vzorčene samo z vabami za vrstni kompleks *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*, zato jih ni mogoče uporabiti za ocenjevanje zaznave vrste *R. alpina*. Nezaznava vrste na vzorčenih lokacijah tudi ne dokazuje njene odsotnosti z območja italijanskega Krasa.

Leta 2024 so bile uporabljene pasti z vrstno specifično vabo za *R. alpina*, leta 2025 pa na večini območij pasti z večferomonsko vabo, ki je vsebovala feromona za *R. alpina* in vrstni kompleks *O. eremita* / *O. barnabita*. Vrsta *R. alpina* je bila zaznana z obema tipoma vab. Večferomonska vaba je torej omogočila zaznavo vrste v razmerah, v katerih je bila uporabljena. Zaradi razlik med letoma v lokacijah, številu pasti in drugih elementih zasnove vzorčenja pa relativne učinkovitosti vrstno specifičnih in večferomonskih vab ni bilo mogoče neposredno primerjati.

Število zabeleženih osebkov na posamezni lokaciji je bilo na splošno nizko, običajno od enega do nekaj osebkov v celotnem obdobju vzorčenja, kar je skladno s predhodnimi raziskavami monitoringa te vrste s feromonskimi pastmi (npr. Žunič Kosi s sod.

l'efficacia relativa delle esche specie-specifiche e multiferomoniche.

Il numero di individui registrati per sito era generalmente basso, solitamente compreso tra uno e pochi individui nell'intero periodo di campionamento, in accordo con precedenti studi sul monitoraggio della specie mediante trappole a feromoni (ad es. Žunič Kosi et al. 2017). Poiché lo sforzo di campionamento differiva tra siti e anni, il numero di individui catturati non era direttamente confrontabile tra i siti. I risultati sono pertanto interpretati principalmente come dati di presenza.

2017). Ker se je vzorčevalni napor med lokacijami in letoma razlikoval, število ulovljenih osebkov med lokacijami ni bilo neposredno primerljivo. Rezultate zato razlagamo predvsem kot podatke o prisotnosti.

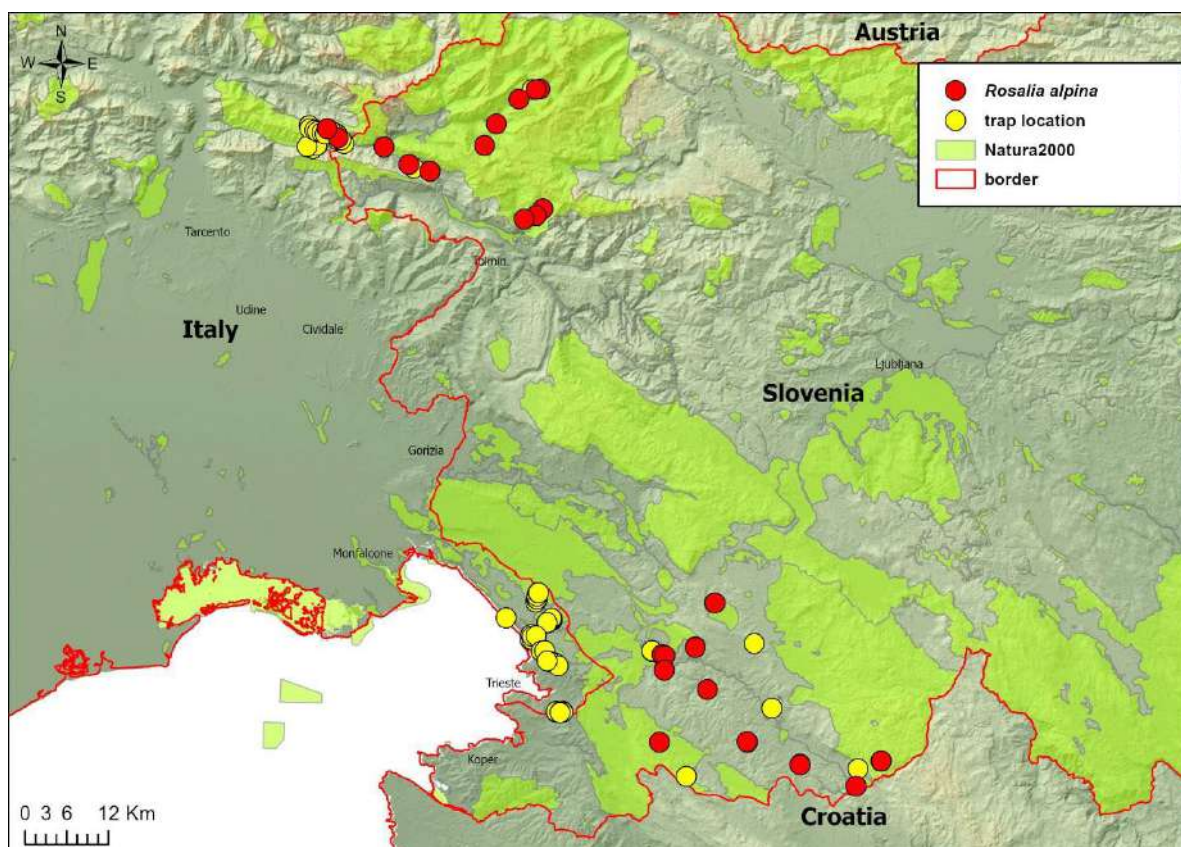


Figura 6. Rilevamenti di *Rosalia alpina* nei siti monitorati nel 2024–2025. Cerchi rossi: siti con rilevamento; cerchi gialli: altri siti di monitoraggio. / Slika 6. Najdbe vrste *Rosalia alpina* na lokacijah monitoringa v letih 2024–2025. Rdeči krogi: lokacije z najdbo; rumeni krogi: ostale lokacije monitoringa.

Tabella 3. Rilevamenti di *Rosalia alpina* nei siti di monitoraggio. Presenza della specie nei siti monitorati con trappole a feromoni nel 2024 e nel 2025. Sono inclusi solo i siti in cui la specie è stata rilevata in almeno uno dei due anni. / Tabela 3. Najdbe vrste *Rosalia alpina* na lokacijah monitoringa. Prisotnost vrste na lokacijah, spremljanih s feromonskimi pastmi v letih 2024 in 2025. Vključene so le lokacije, kjer je bila vrsta zaznana vsaj v enem od obeh let.

Paese / Država	Sito / Lokacija	Regione / Regija	2024 (RA*)	2025 (OE + RA*)
Slovenia / Slovenija	Črmelaške doline	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Žaknovec	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Kukulj	Carso / Kras	✓	✓
Slovenia / Slovenija	Dolenjski potok	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Dolinke	Carso / Kras	✓	✓
Slovenia / Slovenija	Kozjane	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Gornje Ležeče	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Podgrad pri Vremah	Carso / Kras	✓	✓
Slovenia / Slovenija	Grad Školj 1	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Grad Školj 2	Carso / Kras	✓	✓
Slovenia / Slovenija	Skadanščina	Carso / Kras	–	✓
Slovenia / Slovenija	Zadnjica 1	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Zadnjica 2	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Soča	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Mala korita	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Lepena	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Srpenica 1	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Trnovo ob Soči	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Tolminske ravne 1	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓

Paese / Država	Sito / Lokacija	Regione / Regija	2024 (RA*)	2025 (OE + RA*)
Slovenia / Slovenija	Tolminske ravne 2	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Čadrg	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Italia / Italija	UCCEA3	Alpi Giulie / Julijske Alpe	✓	-
Italia / Italija	UCCEA6	Alpi Giulie / Julijske Alpe	-	✓

*RA – trappola a feromoni specifica per *Rosalia alpina*; OE + RA – trappola multiferomone con esche per *O. eremita* / *O. barnabita* e *R. alpina*. ✓ indica il rilevamento di *R. alpina* nel sito nel rispettivo anno; - indica che la specie non è stata rilevata; NA indica che il campionamento non è stato effettuato. / RA – feromonska past za vrsto *Rosalia alpina*; OE + RA – večferomonska past z vabami za *O. eremita* / *O. barnabita* in *R. alpina*. ✓ označuje najdbo vrste *R. alpina* na lokaciji v posameznem letu; - označuje, da vrsta ni bila zaznana; NA označuje, da vzorčenje ni bilo izvedeno.

4.3 Presenza e distribuzione del complesso dello scarabeo eremita (*Osmoderma eremita* / *O. barnabita*)

Il monitoraggio mediante trappole a feromoni ha rilevato il complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* complessivamente in 15 siti dell'area di studio nel corso del biennio 2024–2025 (Figura 7). Il complesso è stato rilevato nelle Alpi Giulie, sia in Slovenia sia in Italia, e nel Carso sloveno (Tabella 4). I due siti in cui è stato rilevato il complesso, ma non *Rosalia alpina*, erano UCCEA2 e UCCEA5, entrambi situati nell'area di Uccia, sul versante italiano delle Alpi Giulie. Il complesso non è stato rilevato nei siti campionati del Carso italiano; tuttavia, la mancata rilevazione non ne dimostra l'assenza dall'area.

Nel 2024 sono state utilizzate trappole con un'esca feromonica specifica per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita*. Nel 2025, nella maggior parte delle aree, sono state utilizzate trappole con un'esca multiferomonica contenente i feromoni del complesso *Osmoderma* e di *R. alpina*, mentre nei siti del Carso italiano è stata utilizzata soltanto l'esca specifica per il complesso *Osmoderma*. Il complesso è stato rilevato sia con l'esca specifica sia con quella multiferomonica. A causa delle differenze tra gli anni nei siti monitorati, nel numero di trappole e negli altri elementi del disegno di campionamento, non è stato tuttavia possibile confrontare direttamente l'efficacia relativa dei due tipi di esca.

Il numero di individui registrati per sito era generalmente basso, in accordo con precedenti studi che hanno utilizzato trappole a feromoni per il rilevamento delle

4.3 Pojavljanje in razširjenost vrstnega kompleksa puščavnika (*Osmoderma eremita* / *O. barnabita*)

Z vzorčenjem s feromonskimi pastmi smo vrstni kompleks *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* v obdobju 2024–2025 skupno zaznali na 15 lokacijah raziskovalnega območja (Slika 7). Vrstni kompleks je bil zaznan v Julijskih Alpah v Sloveniji in Italiji ter na slovenskem Krasu (Tabela 4). Lokaciji, na katerih je bil zaznan vrstni kompleks, ne pa tudi *Rosalia alpina*, sta bili UCCEA2 in UCCEA5 na območju Uccia na italijanski strani Julijskih Alp. Na vzorčenih lokacijah italijanskega Krasa vrstni kompleks ni bil zaznan, vendar nezaznava ne dokazuje njegove odsotnosti z območja.

Leta 2024 so bile uporabljene pasti z vrstno specifično feromonsko vabo za vrstni kompleks *O. eremita* / *O. barnabita*. Leta 2025 so bile na večini območij uporabljene pasti z večferomonsko vabo, ki je vsebovala feromona za vrstni kompleks *Osmoderma* in vrsto *R. alpina*, na lokacijah italijanskega Krasa pa samo vaba za vrstni kompleks *Osmoderma*. Vrstni kompleks je bil zaznan tako z vrstno specifično kot z večferomonsko vabo. Zaradi razlik med letoma v lokacijah, številu pasti in drugih elementih zasnove vzorčenja pa relativne učinkovitosti obeh tipov vab ni bilo mogoče neposredno primerjati.

Število zabeleženih osebkov na posamezni lokaciji je bilo na splošno nizko, kar je skladno s predhodnimi raziskavami, v katerih so bile za zaznavanje vrst rodu *Osmoderma* uporabljene feromonske pasti (Larsson s sod. 2003; Vrezec s sod. 2025). Ker se je vzorčevalni napor med lokacijami in letoma razlikoval, število ulovljenih osebkov med

specie del genere *Osmoderma* (Larsson et al. 2003; Vrezec et al. 2025). Poiché lo sforzo di campionamento differiva tra siti e anni, il numero di individui catturati non era direttamente confrontabile tra i siti. I risultati sono pertanto interpretati principalmente come dati di presenza.

lokacijami ni bilo neposredno primerljivo. Rezultate zato razlagamo predvsem kot podatke o prisotnosti.

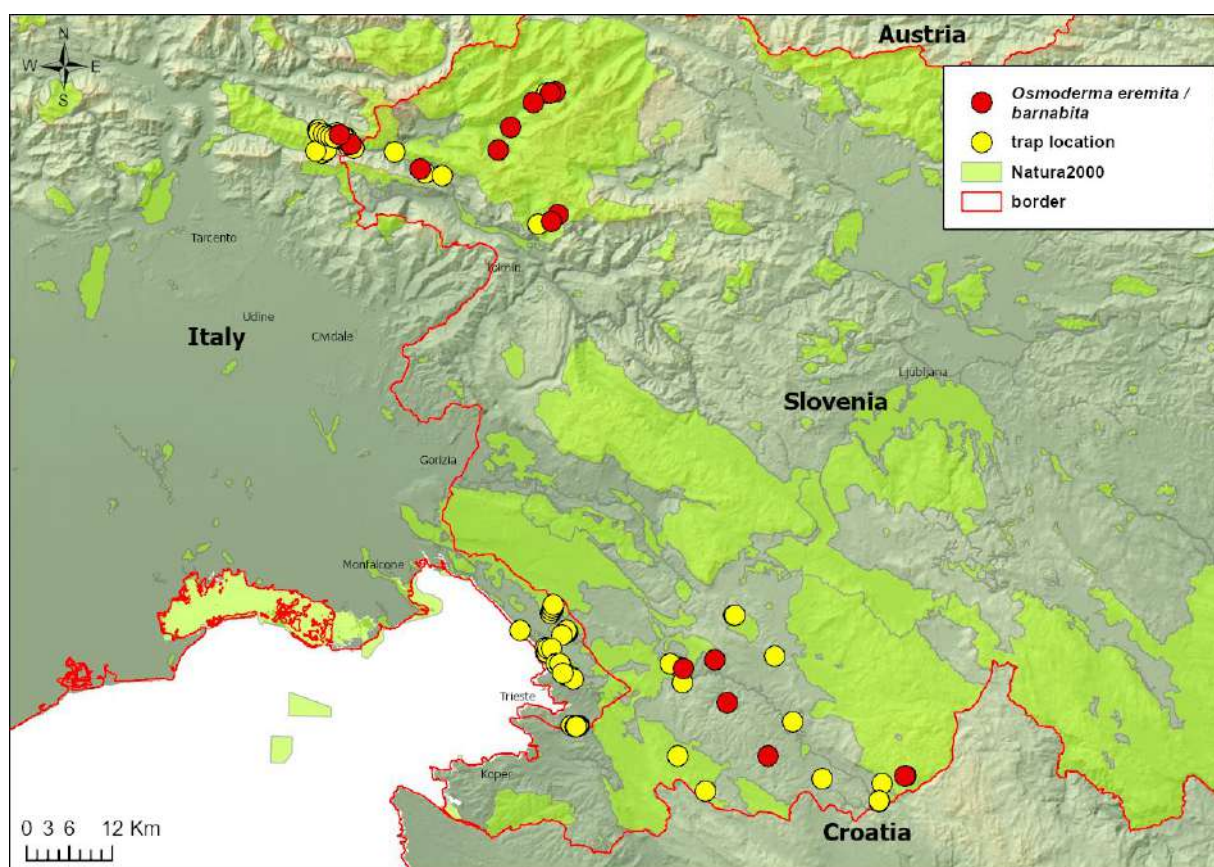


Figura 7. Siti di monitoraggio e rilevamento del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. Distribuzione dei siti monitorati con trappole a feromoni nelle Alpi Giulie e nella regione carsica nel periodo 2024–2025. I cerchi gialli indicano i siti di monitoraggio, quelli rossi i siti con presenza del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. / Slika 7. Lokacije monitoringa in najdbe vrstnega kompleksa *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. Razporeditev lokacij, spremljanih s feromonskimi pastmi v Julijskih Alpah in na Krasu v letih 2024–2025. Rumeni krogi označujejo lokacije monitoringa, rdeči pa lokacije z najdbo vrstnega kompleksa *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*.

Tabella 4. Rilevamenti del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. Presenza nei siti monitorati con trappole a feromoni nel 2024 e nel 2025. Sono inclusi solo i siti in cui il complesso è stato rilevato in almeno uno dei due anni. / *Tabela 4. Najdbe vrstnega kompleksa Osmoderma eremita / O. barnabita. Prisotnost na lokacijah, spremljanih s feromonskimi pastmi v letih 2024 in 2025. Vključene so le lokacije, kjer je bil vrstni kompleks zaznan vsaj v enem od obeh let.*

Paese / Država	Sito / Lokacija	Regione / Regija	2024 (OE*)	2025 (OE + RA*)
Slovenia / Slovenija	Žaknovec	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Kozjane	Carso / Kras	✓	–
Slovenia / Slovenija	Gornje Ležeče	Carso / Kras	–	✓
Slovenia / Slovenija	Dolinke	Carso / Kras	–	✓
Slovenia / Slovenija	Grad Školj 2	Carso / Kras	–	✓
Slovenia / Slovenija	Zadnjica 1	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Zadnjica 2	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Soča	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Mala korita	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Lepena	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Srpenica 1	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Tolminske ravne 1	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Slovenia / Slovenija	Tolminske ravne 2	Alpi Giulie / Julijske Alpe	NA	✓
Italia / Italia	UCCEA2	Alpi Giulie / Julijske Alpe	✓	–
Italia / Italia	UCCEA5	Alpi Giulie / Julijske Alpe	–	✓

*OE – trappola a feromoni per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita*; OE + RA – trappola multiferomone con esche per *O. eremita* / *O. barnabita* e *R. alpina*. ✓ indica il rilevamento del complesso *O. eremita* / *O. barnabita* nel sito nel rispettivo anno; – indica che il complesso non è stato rilevato; NA indica che il campionamento non è stato effettuato. / OE – feromonska past za vrstni kompleks *O. eremita* / *O. barnabita*; OE + RA – večferomonska past z vabami za *O. eremita* / *O. barnabita* in *R. alpina*. ✓ označuje najdbo vrstnega kompleksa *O. eremita* / *O. barnabita* na lokaciji v posameznem letu; – označuje, da vrstni kompleks ni bil zaznan; NA označuje, da vzorčenje ni bilo izvedeno.

4.4 Contributo del monitoraggio E-NAT2CARE alla conoscenza della distribuzione delle specie

Il monitoraggio effettuato nell'ambito del progetto E-NAT2CARE ha fornito ulteriori dati di presenza per i coleotteri saproxilici bersaglio *R. alpina* e *O. eremita/barnabita* nelle regioni transfrontaliere delle Alpi Giulie e del Carso. I risultati del monitoraggio sono stati confrontati con i dati di presenza precedentemente disponibili, raccolti da programmi di monitoraggio nazionali, progetti di ricerca e altre fonti disponibili (Figura 8, Figura 9).

I dati precedentemente disponibili includono osservazioni storiche e recenti raccolte da diversi programmi di monitoraggio, progetti di ricerca e altre fonti disponibili, tra cui database sulla biodiversità e piattaforme di citizen science (ad esempio, iNaturalist e GBIF). Questi dati coprono un periodo di tempo più lungo e rappresentano tutti i dati di presenza disponibili raccolti prima delle attività di monitoraggio di E-NAT2CARE. Nell'ambito del progetto E-NAT2CARE, sono stati ottenuti ulteriori dati recenti attraverso indagini mirate sul campo utilizzando trappole a feromoni in siti di monitoraggio selezionati. Per *R. alpina*, il monitoraggio ha confermato la presenza della specie in diversi siti sia nelle Alpi Giulie che nella regione del Carso. Poiché nell'area di studio erano già disponibili numerose segnalazioni di presenza di questa specie, il monitoraggio è servito principalmente a confermarne la continua presenza in diverse località già note. Per *O. eremita/barnabita* il monitoraggio ha

4.4 Prispevek monitoringa E-NAT2CARE k poznavanju razširjenosti vrst

Monitoring, izveden v okviru projekta E-NAT2CARE, je zagotovil dodatne podatke o pojavljanju ciljnih saproksilnih hroščev, alpskega kozlička in vrstnega kompleksa puščavnika, na čezmejnem območju Julijskih Alp in Krasa. Rezultate monitoringa smo primerjali s predhodno razpoložljivimi podatki o pojavljanju vrst, zbranimi v nacionalnih programih monitoringa, raziskovalnih projektih in drugih virih (Sliki 8 in 9).

Predhodno razpoložljivi podatki vključujejo zgodovinska in novejša opazovanja, zbrana v različnih programih monitoringa, raziskovalnih projektih in drugih virih, vključno z bazami podatkov o biotski raznovrstnosti ter platformami občanske znanosti, kot sta iNaturalist in GBIF. Ti podatki zajemajo daljše časovno obdobje in predstavljajo razpoložljive podatke o pojavljanju vrst, zbrane pred začetkom monitoringa E-NAT2CARE. V okviru projekta so bili dodatni novejši podatki pridobljeni s ciljnim terenskimi raziskavami z uporabo feromonskih pasti na izbranih lokacijah monitoringa.

Za alpskega kozlička je monitoring potrdil prisotnost vrste na več lokacijah v Julijskih Alpah in na Krasu. Ker je bilo za to vrsto na raziskovalnem območju že na voljo veliko podatkov, je monitoring predvsem potrdil njeno nadaljnjo prisotnost na več že znanih lokacijah. Za vrstni kompleks puščavnika je monitoring potrdil prisotnost na več predhodno znanih lokacijah ter zagotovil novo najdbo na območju Ucea v Julijskih Predalпах v Furlaniji - Julijski krajini, kjer so

confermato la presenza della specie in diversi siti precedentemente noti e ha anche fornito una nuova segnalazione per le Prealpi Giulie (sito di Ucea); i dati precedentemente disponibili per la Regione Friuli Venezia Giulia erano scarsi e basati principalmente su segnalazioni più datate. Come mostrato in Figura 7, diverse trappole sono state collocate nell'area carsica della regione Trieste; tuttavia, la specie non è stata rilevata in quest'area durante il periodo di monitoraggio.

Parte del monitoraggio è stata effettuata in località in cui la specie era già stata segnalata in passato. Ciò ha permesso di testare l'utilizzo di trappole a feromoni come metodo di monitoraggio in condizioni di campo. I risultati indicano che le trappole a feromoni multipli possono essere uno strumento utile per confermare la presenza di queste specie e possono supportare future attività di monitoraggio.

bili predhodni podatki redki in večinoma starejši. Kot je prikazano na Sliki 7, je bilo več pasti postavljenih tudi na kraškem območju pri Trstu, vendar puščavnik med monitoringom na tem območju ni bil zaznan.

Del monitoringa je bil izveden na lokacijah, kjer sta bila ciljna taksona zabeležena že v preteklosti. Tako smo lahko v terenskih razmerah preizkusili uporabo feromonskih pasti kot metode monitoringa. Rezultati kažejo, da so večferomonske pasti lahko uporabno orodje za potrjevanje prisotnosti ciljnih taksonov in podpora prihodnjim aktivnostim monitoringa.

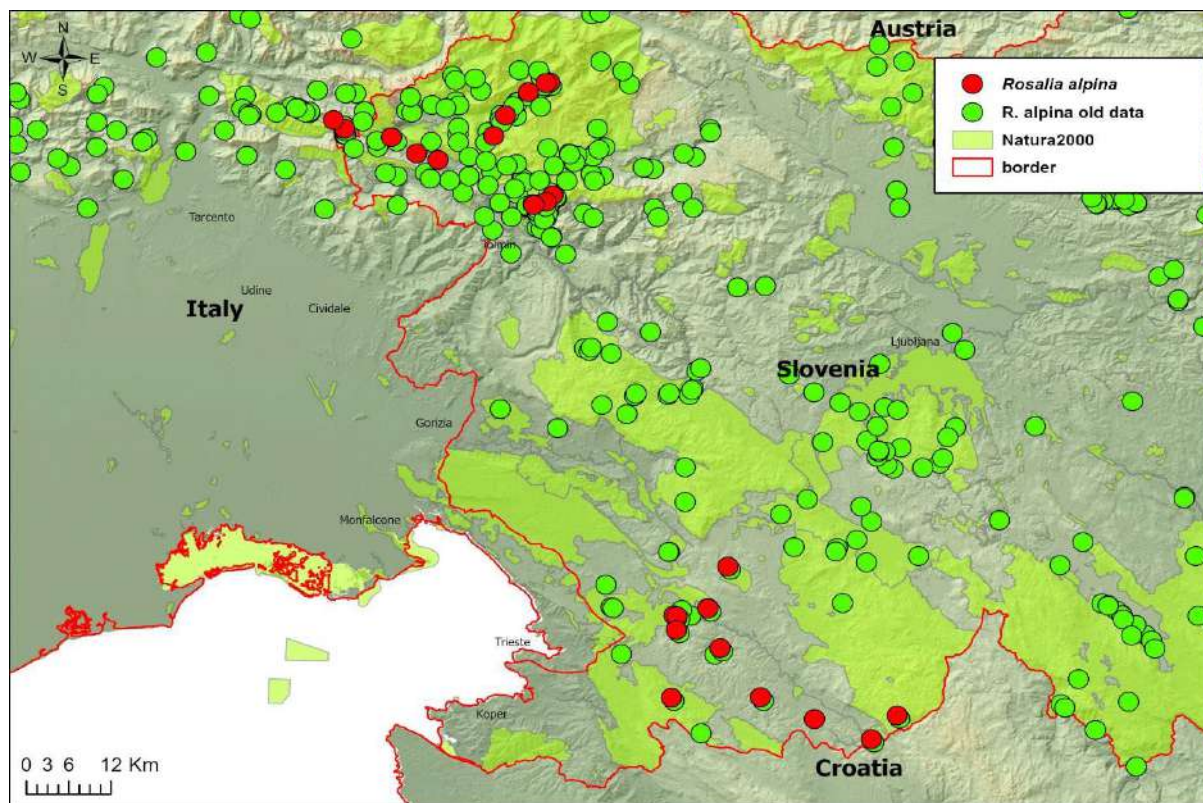


Figura 8. Dati precedenti e rilevamenti E-NAT2CARE di *Rosalia alpina*. Confronto nell'area transfrontaliera tra Slovenia e Italia: i cerchi verdi indicano i dati di presenza precedentemente disponibili, quelli rossi i rilevamenti ottenuti durante il monitoraggio E-NAT2CARE nel 2024-2025. / Slika 8. Predhodni podatki in najdbe E-NAT2CARE za vrsto *Rosalia alpina*. Primerjava na čezmejnem območju Slovenije in Italije: zeleni krogi označujejo predhodno razpoložljive podatke o pojavljanju, rdeči pa najdbe, pridobljene med monitoringom E-NAT2CARE v letih 2024-2025.

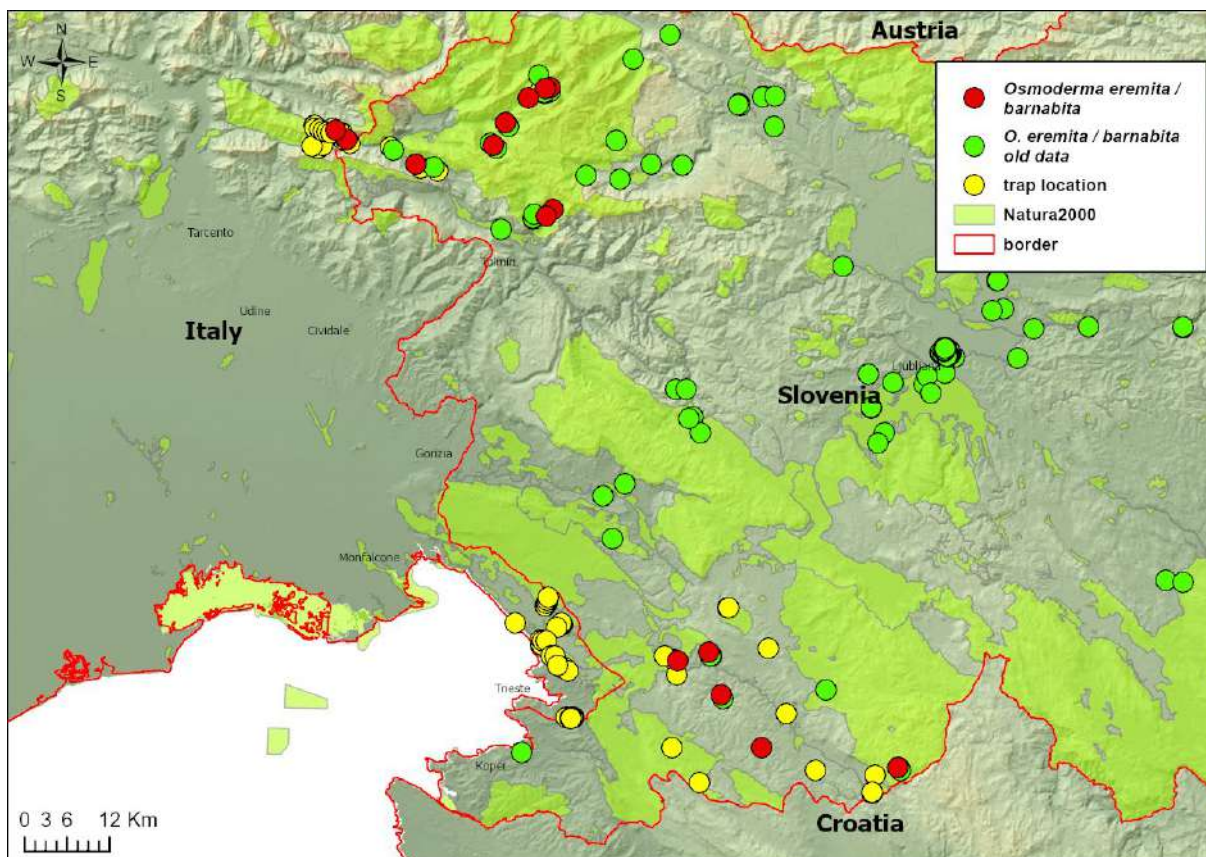


Figura 9. Dati precedenti e rilevamenti E-NAT2CARE del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. Confronto nell'area transfrontaliera tra Slovenia e Italia: i cerchi verdi indicano i dati di presenza precedentemente disponibili, quelli rossi i rilevamenti ottenuti durante il monitoraggio E-NAT2CARE nel 2024–2025 e quelli gialli i siti monitorati con trappole a feromoni. / Slika 9. Predhodni podatki in najdbe E-NAT2CARE za vrstni kompleks *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. Primerjava na čezmejnem območju Slovenije in Italije: zeleni krogi označujejo predhodno razpoložljive podatke o pojavljanju, rdeči najdbe, pridobljene med monitoringom E-NAT2CARE v letih 2024–2025, rumeni pa lokacije monitoringa s feromonskimi pastmi.

4.5 Supporto sperimentale all'approccio multifеромоне

Nel confronto tra lo stimolo multifеромонico e il controllo, *Rosalia alpina* ha mostrato una preferenza statisticamente significativa per lo stimolo multifеромонico. Dei 18 individui responsivi, 14 hanno scelto lo stimolo multifеромонico e quattro il controllo (test binomiale esatto, $p = 0,0309$). Nel complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*, otto dei dieci individui responsivi hanno scelto lo stimolo multifеромонico, ma la differenza non era statisticamente significativa ($p = 0,1094$).

Nel confronto diretto tra lo stimolo con feromone conspecifico e lo stimolo multifеромонico, non è stata rilevata una preferenza statisticamente significativa in nessuno dei due taxa target. In *R. alpina*, nove individui hanno scelto il feromone conspecifico e sette lo stimolo multifеромонico ($p = 0,8036$). Nel complesso *O. eremita* / *O. barnabita*, sei individui hanno scelto il feromone conspecifico e cinque lo stimolo multifеромонico ($p = 1,000$).

I risultati indicano che, nelle condizioni sperimentali utilizzate, non è stata rilevata una preferenza per lo stimolo con feromone conspecifico rispetto allo stimolo multifеромонico. Tuttavia, non dimostrano l'equivalenza dei due stimoli. Forniscono un supporto preliminare per ulteriori verifiche dell'impiego di esche feromoniche combinate per il rilevamento simultaneo dei due taxa target.

4.5 Eksperimentalna podpora večferomonskemu pristopu

V primerjavi med večferomonskim dražljajem in kontrolo je vrsta *Rosalia alpina* pokazala statistično značilno preferenco za večferomonski dražljaj. Med 18 odzivnimi osebkmi jih je 14 izbralo večferomonski dražljaj, štirje pa kontrolo (eksaktni binomski test, $p = 0,0309$). Pri vrstnem kompleksu *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* je večferomonski dražljaj izbralo osem od desetih odzivnih osebkov, vendar razlika ni bila statistično značilna ($p = 0,1094$).

Pri neposredni primerjavi dražljaja z vrstno specifičnim feromonom in večferomonskega dražljaja pri nobenem od ciljnih taksonov ni bila ugotovljena statistično značilna preferenca. Pri *R. alpina* je devet osebkov izbralo vrstno specifični feromon, sedem pa večferomonski dražljaj ($p = 0,8036$). Pri vrstnem kompleksu *O. eremita* / *O. barnabita* je vrstno specifični feromon izbralo šest osebkov, večferomonski dražljaj pa pet osebkov ($p = 1,000$).

Rezultati kažejo, da v izvedenih poskusih ni bila zaznana preferenca za vrstno specifični feromon v primerjavi z večferomonskim dražljajem. Ne dokazujejo pa enakovrednosti obeh dražljajev. Predstavljajo preliminarno podporo nadaljnjemu preverjanju uporabe kombiniranih feromonskih vab za hkratno zaznavanje obeh ciljnih taksonov.

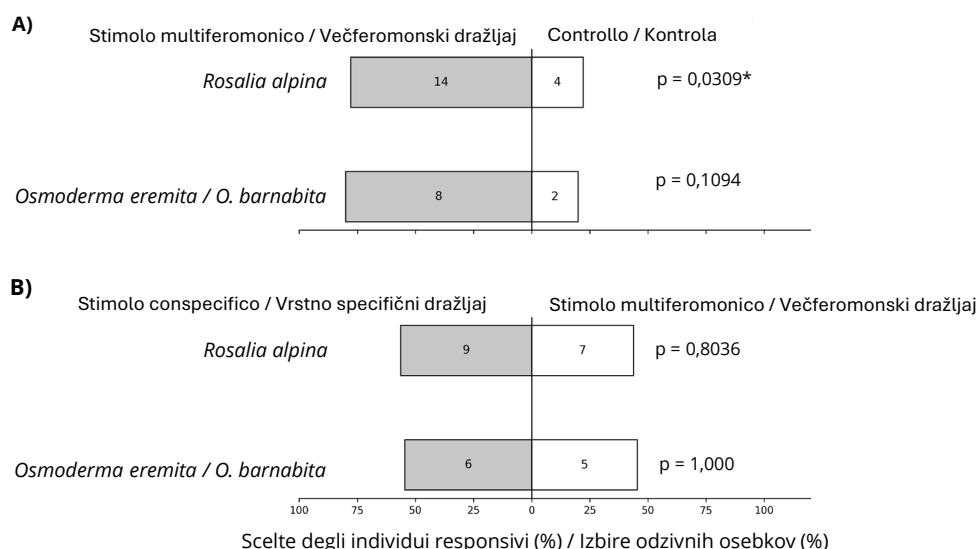


Figura 10. Risposte comportamentali agli stimoli feromonici. Scelte di *Rosalia alpina* e *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* nei test a doppia scelta con olfattometro a Y: (A) stimolo multiferomonico vs controllo; (B) stimolo conspecifico vs stimolo multiferomonico. Le barre indicano la percentuale degli individui rispondenti e i numeri il numero di individui; l'asterisco indica una preferenza statisticamente significativa (test binomiale esatto, $p < 0,05$). / Slika 10. Vedenjski odzivi na feromonske dražljaje. Izbire vrste *Rosalia alpina* in *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* v poskusih z dvojno izbiro v Y-olfaktometru: (A) večferomonski dražljaj proti kontroli; (B) vrstno specifični dražljaj proti večferomonskemu dražljaju. Stolpci prikazujejo odstotek odzivnih osebkov, številke pa njihovo število; zvezdica označuje statistično značilno razliko (eksaktni binomski test, $p < 0,05$).

4.6 Dati di Citizen science

Le osservazioni disponibili sulla piattaforma iNaturalist sono state esaminate come fonte aggiuntiva di informazioni sulla presenza dei taxa target. Fino al 2024 incluso, nella più ampia area transfrontaliera sono state registrate 18 osservazioni di *Rosalia alpina* e una del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. Le coordinate geografiche precise di alcune osservazioni non erano pubblicamente disponibili a causa della protezione delle specie sensibili.

In alcune fotografie di *R. alpina*, le differenze nel disegno delle macchie nere sulle elitre hanno permesso di distinguere singoli individui. Tuttavia, poiché tale disegno non era chiaramente visibile in tutte le fotografie, non è stato possibile stabilire con certezza quanti individui distinti fossero rappresentati dalle 18 osservazioni. Il sesso è stato determinato in modo affidabile per otto individui di *R. alpina*, mentre per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita* la determinazione del sesso non è stata possibile sulla base delle fotografie disponibili. Anche la precisione temporale dei dati era limitata, poiché per la maggior parte delle osservazioni era indicato soltanto il mese e non la data esatta.

La maggior parte delle osservazioni di citizen science proveniva dalle Alpi Giulie. A causa della natura opportunistica della raccolta dei dati, dello sforzo di osservazione non noto e delle differenze nei metodi e nella copertura spazio-temporale, i dati di iNaturalist non possono essere confrontati direttamente con i

4.6 Podatki občanske znanosti

Opazovanja, dostopna na platformi iNaturalist, smo pregledali kot dodaten vir informacij o pojavljanju ciljnih taksonov. Do vključno leta 2024 je bilo na širšem čezmejnem območju zabeleženih 18 opazovanj vrste Rosalia alpina in eno opazovanje vrstnega kompleksa Osmoderma eremita / O. barnabita. Natančne geografske koordinate nekaterih opazovanj zaradi varovanja občutljivih vrst niso bile javno dostopne.

Pri nekaterih fotografijah vrste R. alpina so razlike v vzorcu črnih lis na pokrovkah omogočile razlikovanje med posameznimi osebki. Ker vzorec ni bil jasno viden na vseh fotografijah, ni bilo mogoče zanesljivo ugotoviti, koliko različnih osebkov predstavlja vseh 18 opazovanj. Spol je bilo mogoče zanesljivo določiti pri osmih osebkih vrste R. alpina, medtem ko pri vrstnem kompleksu O. eremita / O. barnabita določitev spola na podlagi razpoložljivih fotografij ni bila mogoča. Omejena je bila tudi časovna natančnost podatkov, saj je bil pri večini opazovanj naveden le mesec, ne pa tudi natančen datum.

Večina opazovanj občanske znanosti je izvirala iz Julijskih Alp. Zaradi priložnostnega načina zbiranja podatkov, neznanega opazovalnega napora ter razlik v metodah in prostorsko-časovni pokritosti podatkov iNaturalist ni mogoče neposredno primerjati z rezultati standardiziranega monitoringa s feromonskimi pastmi. Predstavljajo pa dodaten vir informacij o pojavljanju ciljnih taksonov na širšem čezmejnem območju.

risultati del monitoraggio standardizzato mediante trappole a feromoni. Rappresentano tuttavia una fonte aggiuntiva di informazioni sulla presenza dei taxa target nella più ampia area transfrontaliera.

4.7. Catture di specie non target

Le catture accessorie erano costituite principalmente da coleotteri saproxilici associati al legno morto. Tra i rappresentanti della famiglia Cerambycidae sono stati registrati, tra gli altri, *Arhopalus rusticus*, *Xylotrechus arvicola* e *Prionus coriarius*. Sono stati inoltre rilevati rappresentanti della famiglia Cleridae, tra cui *Opilo mollis*, della famiglia Elateridae, tra cui *Stenagostus rhombeus*, della famiglia Scarabaeidae, tra cui *Cetonia aurata*, nonché rappresentanti delle famiglie Anobiidae, Curculionidae e Cantharidae.

4.8 Misura dimostrativa per l'habitat: installazione di un Rosalium

Oltre alle attività di monitoraggio, nel Parco delle Grotte di Škocjan (45.66525, 13.98889) è stato installato un Rosalium, una struttura dimostrativa per l'habitat dei coleotteri saproxilici (Figura 11).

Il Rosalium è costituito da una pila di tronchi di faggio appena tagliati e disposti in forma piramidale ed è finalizzato ad aumentare la disponibilità di legno morto recente di latifoglie negli habitat forestali. Tali strutture possono fornire un substrato idoneo per l'ovideposizione e lo sviluppo larvale dei coleotteri saproxilici, in particolare delle specie associate al legno di

4.7 Prilov (bycatch)

Zabeleženi prilov so večinoma sestavljali saproksilni hrošči, povezani z odmrnim lesom. Med predstavniki družine Cerambycidae so bili med drugim zabeleženi Arhopalus rusticus, Xylotrechus arvicola in Prionus coriarius. Zabeleženi so bili tudi predstavniki družine Cleridae, med njimi Opilo mollis, družine Elateridae, med njimi Stenagostus rhombeus, družine Scarabaeidae, med njimi Cetonia aurata, ter predstavniki družin Anobiidae, Curculionidae in Cantharidae.

4.8 Demonstracijski pilotni ukrep – vzpostavitev Rosaliuma

Poleg monitoringa je bil v Parku Škocjanske jame (45.66525, 13.98889) postavljen Rosalium, demonstracijska habitatna struktura za saproksilne hrošče (Slika 11).

Rosalium je sestavljen iz sveže posekanih bukovih hlodov, zloženih v piramidno obliko, in je namenjen povečanju razpoložljivosti sveže odmrlega lesa listavcev v gozdnih habitatih. Takšne strukture lahko zagotavljajo primeren substrat za odlaganje jajčec in razvoj ličink saproksilnih hroščev, zlasti vrst, povezanih z nedavno odmrnim lesom listavcev, kot je Rosalia alpina.

Postavitev Rosaliuma je sledila pristopu, preizkušenemu v predhodnem projektu Interreg NAT2CARE.

Rosalium ima tudi izobraževalno funkcijo. Postavljen je ob pogosto obiskani poti in opremljen z informacijsko tablo, ki pojasnjuje ekološki pomen odmrlega lesa in saproksilnih

latifoglie morto di recente, come *Rosalia alpina*.

L'installazione del Rosalium ha seguito l'approccio sperimentato nel precedente progetto Interreg NAT2CARE.

Il Rosalium svolge anche una funzione educativa. Collocata lungo un sentiero frequentato, la struttura è accompagnata da un pannello informativo che illustra l'importanza ecologica del legno morto e degli insetti saproxilici e presenta *R. alpina* come specie caratteristica degli habitat forestali ben conservati.

žuželk ter predstavlja *R. alpina* kot značilno vrsto dobro ohranjenih gozdnih habitatov.



Figura 11. Rosalium dimostrativo nel Parco delle Grotte di Škocjan. Struttura di tronchi di faggio impilati con pannello informativo, installata per aumentare la disponibilità di legno morto per i coleotteri saproxilici e sensibilizzare i visitatori sulla loro importanza ecologica. / Slika 11. Demonstracijski Rosalium v Parku Škocjanske jame. Struktura iz zloženih bukovih hlodov z informacijsko tablo, nameščena za povečanje razpoložljivosti odmrlega lesa za saproksilne hrošče in ozaveščanje obiskovalcev o njihovem ekološkem pomenu.

5 IMPLICAZIONI PER IL MONITORAGGIO E LA CONSERVAZIONE

5.1 Contributo alla conoscenza della distribuzione dei taxa target

Il monitoraggio effettuato nell'ambito del progetto Interreg Italia-Slovenia E-NAT2CARE ha fornito ulteriori informazioni sulla presenza di *Rosalia alpina* e del complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita* nell'area transfrontaliera delle Alpi Giulie e del Carso. Mediante l'utilizzo di trappole a feromoni, entrambi i taxa target sono stati rilevati in diversi siti di monitoraggio situati all'interno o nelle vicinanze di siti Natura 2000 e di aree appartenenti alle riserve della biosfera.

Prima del progetto, le informazioni sulla distribuzione dei taxa target erano frammentarie in alcune parti dell'area transfrontaliera. Per *R. alpina* era già disponibile un numero relativamente elevato di segnalazioni, mentre i dati sul complesso *O. eremita* / *O. barnabita* erano più limitati e in alcuni casi basati su osservazioni datate. Il monitoraggio E-NAT2CARE ha fornito dati recenti e ha confermato la presenza dei taxa target in diverse località già note.

Per *R. alpina*, il monitoraggio ha confermato la presenza della specie in diversi siti delle Alpi Giulie e del Carso sloveno. La specie non è stata rilevata nei siti campionati nel Carso italiano. Per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita*, il monitoraggio ha confermato la presenza in diversi siti già noti e ha fornito un nuovo rilevamento nel sito di Ucea, nelle Prealpi Giulie, in Friuli Venezia Giulia, dove i dati precedentemente disponibili erano scarsi. Il complesso non è

5 POMEN REZULTATOV ZA MONITORING IN OHRANJANJE

5.1 Prispevek k poznavanju razširjenosti ciljnih vrst

Monitoring, izveden v okviru projekta Interreg Italija-Slovenija E-NAT2CARE, je zagotovil dodatne informacije o pojavljanju vrste Rosalia alpina in vrstnega kompleksa Osmoderma eremita / O. barnabita na čezmejnem območju Julijskih Alp in Krasa. Z uporabo feromonskih pasti sta bila oba ciljna taksona zaznana na več lokacijah monitoringa znotraj ali v bližini območij Natura 2000 in biosfernih rezervatov.

Pred projektom so bili podatki o razširjenosti ciljnih taksonov v nekaterih delih čezmejnega območja fragmentarni. Za R. alpina je bilo že na voljo razmeroma veliko podatkov, medtem ko so bili podatki za vrstni kompleks O. eremita / O. barnabita bolj omejeni in so ponekod temeljili na starejših opazovanjih. Monitoring E-NAT2CARE je zagotovil novejša podatke in potrdil prisotnost ciljnih taksonov na več že znanih lokacijah.

Pri R. alpina je monitoring potrdil prisotnost vrste na več lokacijah v Julijskih Alpah in na slovenskem Krasu. Na vzorčenih lokacijah na italijanskem Krasu vrsta ni bila zaznana. Pri vrstnem kompleksu O. eremita / O. barnabita je monitoring potrdil prisotnost na več že znanih lokacijah in zagotovil novo najdbo na lokaciji Ucea v Julijskih Predalpah v Furlaniji - Julijski krajini, kjer je bilo predhodno na voljo malo podatkov. Vrstni kompleks na vzorčenih lokacijah na kraškem območju v okolici Trsta ni bil zaznan, to pa ne kaže na odsotnost taksona z območja.

stato rilevato nei siti campionati nell'area carsica della regione di Trieste. La mancata rilevazione durante il periodo di campionamento non dimostra tuttavia l'assenza del taxon dall'area.

Il coordinamento delle attività sul campo e lo scambio di dati tra i partner sloveni e italiani hanno permesso di riunire i risultati in un quadro transfrontaliero comune. Il principale contributo del progetto consiste quindi in un quadro più aggiornato della presenza dei taxa target nell'area di studio. Poiché il disegno di campionamento, il numero di trappole e i tipi di esca non erano identici tra anni e regioni, i dati sono adatti soprattutto a documentare la presenza e a integrare le conoscenze sulla distribuzione, ma non consentono confronti diretti dell'abbondanza o la valutazione delle tendenze delle popolazioni.

5.2 Contributo metodologico al monitoraggio dei coleotteri saproxilici

Il monitoraggio ha fornito esperienze pratiche sull'impiego delle trappole a feromoni per il rilevamento dei taxa saproxilici target in diversi habitat forestali. Mediante esche specie-specifiche e combinate sono stati rilevati nell'area di studio sia *Rosalia alpina* sia il complesso *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. I risultati confermano pertanto l'utilità delle trappole a feromoni per la raccolta di dati sulla presenza dei taxa target.

Il disegno di campionamento differiva tra i due anni e tra le diverse aree. Nel 2024 sono state utilizzate trappole separate con feromoni specie-specifici e trappole di

Usklajevanje terenskih aktivnosti in izmenjava podatkov med slovenskimi in italijanskimi partnerji sta omogočila združitev rezultatov v skupen čezmejni pregled. Glavni prispevek projekta je zato posodobljena slika pojavljanja ciljnih taksonov na raziskovalnem območju. Ker se zasnova vzorčenja, število pasti in tipi vab med letom in območji niso povsem ujemali, so podatki primerni predvsem za dokumentiranje prisotnosti in dopolnjevanje znanja o razširjenosti. Ne omogočajo pa neposredne primerjave številčnosti ali ocenjevanja populacijskih trendov.

5.2 Metodološki prispevek k monitoringu saproksilnih hroščev

*Monitoring je zagotovil praktične izkušnje z uporabo feromonskih pasti za zaznavanje ciljnih saproksilnih taksonov v različnih gozdnih habitatih. Z vrstno specifičnimi in kombiniranimi feromonskimi vabami sta bila na območju raziskave zaznana tako *Rosalia alpina* kot vrstni kompleks *Osmoderma eremita* / *O. barnabita*. Rezultati tako potrjujejo uporabnost feromonskih pasti za pridobivanje podatkov o pojavljanju ciljnih taksonov.*

Zasnova vzorčenja se je med letoma in posameznimi območji razlikovala. Leta 2024 so bile na lokacijah uporabljene ločene vrstno specifične in kontrolne pasti, leta 2025 pa je bila na večini območij uporabljena ena past z obema feromonskima vabama. Zaradi teh razlik rezultati ne omogočajo neposredne primerjave učinkovitosti posameznih tipov vab ali ocene, ali večferomonska past zagotavlja enako uspešnost zaznavanja kot ločeni vrstno specifični pasti.

controllo, mentre nel 2025, nella maggior parte delle aree, è stata utilizzata una singola trappola con entrambe le esche feromoniche. A causa di queste differenze, i risultati non consentono un confronto diretto dell'efficacia dei diversi tipi di esca né permettono di stabilire se una trappola multiferomone garantisca la stessa probabilità di rilevamento delle trappole separate con feromoni specie-specifici.

Negli esperimenti di laboratorio, *R. alpina* ha mostrato una preferenza statisticamente significativa per lo stimolo multiferomonico rispetto al controllo, mentre per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita* la differenza non era statisticamente significativa. Nel confronto diretto, per nessuno dei due taxa target è stata rilevata una preferenza statisticamente significativa per lo stimolo con feromone conspecifico rispetto allo stimolo multiferomonico. Questi risultati non dimostrano l'equivalenza dei due tipi di stimolo, ma, insieme ai rilevamenti sul campo, forniscono un supporto preliminare per l'ulteriore sviluppo dell'approccio multiferomone.

Dopo ulteriori verifiche, le trappole multiferomone potrebbero consentire il rilevamento simultaneo dei due taxa target utilizzando un numero inferiore di trappole. Prima della loro introduzione nei programmi standardizzati di monitoraggio, l'efficacia delle esche combinate e di quelle specie-specifiche dovrebbe essere confrontata direttamente mediante un disegno sperimentale replicato, con lo stesso numero di trappole, lo stesso

V laboratorijskih poskusih je R. alpina pokazala statistično značilno preferenco za večferomonski dražljaj v primerjavi s kontrolo, medtem ko pri vrstnem kompleksu O. eremita / O. barnabita razlika ni bila statistično značilna. Pri neposredni primerjavi ni bila pri nobenem od ciljnih taksonov ugotovljena statistično značilna preferenca za dražljaj z vrstno specifičnim feromonom v primerjavi z večferomonskim dražljajem. Ti rezultati ne dokazujejo enakovrednosti obeh tipov dražljajev, vendar skupaj s terenskimi najdbami zagotavljajo preliminarno podporo nadaljnjemu razvoju večferomonskega pristopa.

Večferomonske pasti bi lahko omogočile hkratno zaznavanje obeh ciljnih taksonov z manjšim številom pasti. Pred njihovo vključitvijo v standardizirane programe monitoringa bi bilo treba učinkovitost kombiniranih in vrstno specifičnih vab neposredno primerjati v ponovljeni terenski zasnovi z enakim številom pasti, enakim obdobjem vzorčenja in primerljivimi razmerami na lokacijah.

Opazovanja iNaturalist so dopolnila prostorski pregled pojavljanja ciljnih taksonov, vendar zaradi priložnostnega načina zbiranja in neznanega opazovalnega napora niso neposredno primerljiva s standardiziranim vzorčenjem s feromonskimi pastmi. Tudi prilov drugih saproksilnih hroščev predstavlja dodatne podatke o njihovem pojavljanju, ne omogoča pa sklepanja o sestavi ali pestrosti celotne združbe.

Uporaba skupnega protokola, usklajevanje terenskih aktivnosti in izmenjava podatkov med slovenskimi in italijanskimi partnerji so

periodo di campionamento e condizioni ambientali comparabili.

Le osservazioni disponibili su iNaturalist hanno integrato il quadro spaziale della presenza dei taxa target, ma, a causa della natura opportunistica della raccolta e dello sforzo di osservazione non noto, non sono direttamente confrontabili con il campionamento standardizzato mediante trappole a feromoni. Anche le catture accessorie di altri coleotteri saproxilici forniscono dati aggiuntivi sulla loro presenza, ma non consentono conclusioni sulla composizione o sulla diversità dell'intera comunità.

L'impiego di un protocollo comune, il coordinamento delle attività sul campo e lo scambio di dati tra i partner sloveni e italiani hanno posto le basi per l'ulteriore sviluppo di un monitoraggio transfrontaliero comparabile.

5.3 Implicazioni per la gestione e la conservazione degli habitat forestali

I taxa target dipendono da diversi elementi strutturali degli habitat forestali. *Rosalia alpina* è associata soprattutto al legno morto o deperiente di latifoglie, in particolare di faggio, mentre il *Omoderma eremita* / *O. barnabita* si sviluppa prevalentemente nelle cavità di alberi vecchi contenenti rosura e legno decomposto. Il rilevamento dei taxa ne conferma la presenza nei dintorni dei siti campionati, ma non consente di valutare la qualità o l'estensione dell'habitat riproduttivo né lo stato delle popolazioni.

vzpostavili podlago za nadaljnji razvoj primerljivega čezmejnega monitoringa.

5.3 Pomen za upravljanje in ohranjanje gozdnih habitatov

Ciljna taksona sta odvisna od različnih strukturnih elementov gozdnih habitatov. *Rosalia alpina* je vezana predvsem na odmrli ali odmirajoči les listavcev, zlasti bukve, medtem ko se vrstni kompleks *Omoderma eremita* / *O. barnabita* razvija predvsem v duplih starih dreves z lesnim muljem in razkrojenim lesom. Zaznava ciljnih taksonov potrjuje njuno prisotnost v okolici vzorčenih lokacij, sama po sebi pa ne omogoča ocene kakovosti habitata, obsega razmnoževalnega habitata ali stanja populacij.

Posodobljeni podatki o njunem pojavljanju lahko podpirajo načrtovanje ohranjanja in upravljanje območij Natura 2000 ter drugih zavarovanih območij. Za *R. alpina* sta pomembna ohranjanje ustreznih količin odmrlega ali odmirajočega lesa listavcev in časovna kontinuiteta teh virov. Za vrstni kompleks *O. eremita* / *O. barnabita* je posebej pomembno ohranjanje starih in duplastih dreves ter zagotavljanje njihove kontinuitete. Ti ukrepi koristijo tudi številnim drugim saproksilnim vrstam.

Metode, preizkušene v projektu, lahko predstavljajo izhodišče za prihodnje programe monitoringa. Za ocenjevanje sprememb skozi čas, učinkov varstvenih ukrepov ali populacijskih trendov bo treba ohraniti primerljivo zasnovo vzorčenja, vključno s številom in tipom pasti, uporabljenimi vabami, časom izpostavitve in pogostostjo pregledov.

I dati aggiornati sulla presenza possono supportare la conservazione e la gestione dei siti Natura 2000 e delle aree protette. Per *R. alpina* sono importanti quantità adeguate e continuità temporale del legno morto o deperiente di latifoglie. Per il complesso *O. eremita* / *O. barnabita* è essenziale conservare gli alberi vecchi e cavi e garantirne la continuità. Tali misure favoriscono anche numerose altre specie saproxiliche.

I metodi sperimentati nel progetto possono costituire una base per futuri programmi di monitoraggio. Per valutare cambiamenti nel tempo, effetti delle misure di conservazione o tendenze delle popolazioni, sarà necessario mantenere comparabili il disegno di campionamento, il numero e il tipo di trappole, le esche, il periodo di esposizione e la frequenza dei controlli.

Nel Parco delle Grotte di Škocjan è stato inoltre installato un Rosalium. La struttura aumenta localmente la disponibilità di legno morto recente e può offrire un substrato adatto alle specie associate a questa risorsa. Poiché il suo utilizzo da parte dei coleotteri non è ancora stato valutato, l'efficacia della misura dovrà essere verificata mediante monitoraggi successivi.

Il Rosalium svolge anche una funzione educativa: la posizione lungo un percorso frequentato e il pannello informativo illustrano ai visitatori il ruolo del legno morto e dei coleotteri saproxilici. Il progetto ha così integrato raccolta di dati, verifica dei metodi, cooperazione transfrontaliera e sensibilizzazione del pubblico.

Poleg monitoringa je bil v Parku Škocjanske jame postavljen Rosalium iz zloženih bukovih hlodov. Struktura lokalno zagotavlja dodatno količino sveže odmrlega lesa in lahko predstavlja primeren substrat za vrste, vezane na takšen les. Ker uporaba strukture s strani hroščev še ni bila ovrednotena, bo treba njeno učinkovitost kot ukrepa izboljšanja habitata preveriti z nadaljnjim spremljanjem.

Rosalium ima tudi izobraževalno funkcijo. Postavitev ob obiskani poti in informacijska tabla omogočata predstavitev pomena odmrlega lesa in saproksilnih hroščev za gozdne ekosisteme. Projekt je tako povezal pridobivanje novih podatkov, preverjanje metod monitoringa, čezmejno sodelovanje in demonstracijski ukrep, namenjen tudi ozaveščanju javnosti.

RIFERIMENTI / SEZNAM LITERATURE

- Brunet J, Fritz Ö, Richnau G. 2010. Biodiversity in European beech forests – a review with recommendations for sustainable forest management. In: *Broadleaved Forests in Southern Sweden: Management for Multiple Goals*. Ecological Bulletins 53: 77–94.
- Cálix M, Alexander KNA, Nieto A, et al. 2018. *European Red List of Saproxylic Beetles*. IUCN, Brussels.
- Carpaneto GM, Baviera C, Biscaccianti AB, Brandmayr P, Mazzei A, Mason F, et al. 2015. A Red List of Italian saproxylic beetles: taxonomic overview, ecological features and conservation issues (Coleoptera). *Fragmenta Entomologica* 47(2): 53–126. doi: 10.4081/fe.2015.138.
- Council of the European Communities. 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal of the European Communities* L 206: 7–50.
- Eckelt A, Müller J, Bense U, Brustel H, Bußler H, Chittaro Y, et al. 2018. Primeval forest relict beetles of Central Europe: a set of 168 umbrella species for the protection of primeval forest remnants. *Journal of Insect Conservation* 22(1): 15–28. doi: 10.1007/s10841-017-0028-6.
- Graham EE, Mitchell RF, Reagel PF, Barbour JD, Millar JG, Hanks LM. 2010. Treating panel traps with a fluoropolymer enhances their efficiency in capturing cerambycid beetles. *Journal of Economic Entomology* 103(3): 641–647. doi: 10.1603/EC10013.
- Hardersen S, Zapponi L. 2018. Wood degradation and the role of saproxylic insects for lignoforms. *Applied Soil Ecology* 123: 334–338. doi: 10.1016/j.apsoil.2017.09.003.
- Lachat T, Wermelinger B, Gossner MM, Bussler H, Isacsson G, Müller J. 2012. Saproxylic beetles as indicator species for dead-wood amount and temperature in European beech forests. *Ecological Indicators* 23: 323–331. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.04.013.
- Larsson MC, Hedin J, Svensson GP, Tolasch T, Francke W. 2003. Characteristic odor of *Osmoderma eremita* identified as a male-released pheromone. *Journal of Chemical Ecology* 29(3): 575–587. doi: 10.1023/A:1022850704500.
- Lindenmayer DB, Laurance WF, Franklin JF, Likens GE, Banks SC, Blanchard W, et al. 2014. New policies for old trees: averting a global crisis in a keystone ecological structure. *Conservation Letters* 7(1): 61–69. doi: 10.1111/conl.12013.
- Micó E. 2018. Saproxylic insects in tree hollows. In: Ulyshen MD, ed. *Saproxylic Insects: Diversity, Ecology and Conservation*. Springer, Cham, pp. 693–727. doi: 10.1007/978-3-319-75937-1_21.
- Newbold T, Hudson LN, Hill SLL, et al. 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520: 45–50. doi: 10.1038/nature14324.
- Nieto A, Alexander KNA. 2010. *European Red List of Saproxylic Beetles*. Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi: 10.2779/84561.

- Parisi F, Pioli S, Lombardi F, Fravolini G, Marchetti M, Tognetti R. 2018. Linking deadwood traits with saproxylic invertebrates and fungi in European forests – a review. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 11: 423–436. doi: 10.3832/ifor2670-011.
- Sabatini FM, Burrascano S, Keeton WS, et al. 2018. Where are Europe's last primary forests? *Diversity and Distributions* 24: 1426–1439. doi: 10.1111/ddi.12778.
- Schmitt CB, Burgess ND, Coad L, et al. 2009. Global analysis of the protection status of the world's forests. *Biological Conservation* 142(10): 2122–2130. doi: 10.1016/j.biocon.2009.04.012.
- Stokland JN, Siitonen J, Jonsson BG. 2012. *Biodiversity in Dead Wood*. Cambridge University Press, Cambridge. doi: 10.1017/CBO9781139025843.
- Vrezec A, Ambrožič Š, Kapla A. 2012. An overview of sampling methods tests for monitoring schemes of saproxylic beetles in the scope of Natura 2000 in Slovenia. In: Jurc M, ed. *Saproxylic Beetles in Europe: Monitoring, Biology and Conservation*. Studia Forestalia Slovenica 137. Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica, Ljubljana, pp. 73–90.
- Vrezec A, Ambrožič Ergaver Š, Kapla A, Bertoncelj I, Bordjan D. 2014. *Izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2013 in 2014: Carabus variolosus, Lucanus cervus, Rosalia alpina, Morimus funereus, Osmoderma eremita, Cucujus cinnaberinus*. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana.
- Vrezec A, Ambrožič Ergaver Š, Kapla A, Kocijančič S. 2025. *Izvedba celotnega monitoringa izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2025 in 2026. Sklop 2, delno poročilo*. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana.
- Žunič Kosi A, Zou Y, Hoskovec M, Vrezec A, Stritih N, Millar JG. 2017. Novel, male-produced aggregation pheromone of the cerambycid beetle *Rosalia alpina*, a priority species of European conservation concern. *PLOS ONE* 12(8): e0183279. doi: 10.1371/journal.pone.0183279.
- Žunič Kosi A, Ambrožič Ergaver Š, Vrezec A, Kapla A, Kocijančič S, Lužnik M, Zupan S, Lončarević N, Rečnik K, Gorjan A, Filacorda S, Stravisi A, Frangini L, Bernicchi L, Barca V, Madinelli A. 2024. *Protocollo di monitoraggio transfrontaliero su distribuzione e conservazione insetti saproxilici / Protokol čezmejnega integriranega monitoringa saproksilnih žuželk*. Deliverable / Dosežek D.1.1.1, projekt E-NAT2CARE, ITA-SI0100036, Program Interreg VI-A Italija-Slovenija 2021–2027. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana.