

D.1.2.1
**Relazione sulle misure
di monitoraggio
/conservazione –
Insetti saproxilici**
(pagina 2 – 21)

D.1.2.1
Poročilo
širokoprostorskega
monitoringa in
naravovarstevnih
ukrepov za ohranjanje
saproksilnih žuželk
(stran 22 – 42)

DICEMBRE 2025

DECEMBER 2025

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



1 Introduzione

1.1 Coleotteri saproxilici e biodiversità forestale

Le foreste contengono una grande parte della biodiversità globale e si stima che ospitino circa l'80% delle specie terrestri (Schmitt et al., 2009; Newbold et al., 2015). Rappresentano quindi alcuni degli ecosistemi più diversificati della Terra. Allo stesso tempo, molti ecosistemi forestali europei sono influenzati dall'uso del suolo da parte dell'uomo a lungo termine, dalla gestione forestale e da altre pressioni quali i cambiamenti climatici e l'inquinamento (Sabatini et al., 2018). Tali pressioni possono alterare la struttura forestale, influenzare le interazioni tra le specie e incidere sul funzionamento degli ecosistemi forestali.

Un numero considerevole di organismi forestali dipende dal legno morto o in decomposizione per almeno una parte del proprio ciclo vitale. Queste specie, note come insetti saproxilici, sono strettamente associate alle dinamiche naturali degli ecosistemi forestali. Contribuendo alla decomposizione del legno e al riciclo dei nutrienti, svolgono un ruolo importante nei processi ecologici che mantengono il funzionamento della foresta (Micó et al., 2018; Carpaneto et al., 2015). I coleotteri saproxilici rappresentano una componente particolarmente diversificata di questo gruppo e si stima che costituiscano circa un terzo della diversità dei coleotteri forestali (Stokland et al., 2012; Parsi et al., 2018).

Negli ultimi decenni, la gestione forestale ha alterato sostanzialmente la struttura di molte foreste europee. Le pratiche forestali intensive hanno ridotto la disponibilità di elementi strutturali come alberi vecchi, alberi cavi e legno morto, habitat essenziali per molti organismi saproxilici (Brunet et al., 2010). Di conseguenza, numerose specie saproxiliche hanno subito un declino demografico a causa della frammentazione dell'habitat e della perdita di microhabitat adatti nei paesaggi forestali gestiti (Nieto & Alexander, 2010; Lindenmayer et al., 2014; Cáliz et al., 2018).

Diversi coleotteri saproxilici associati ad alberi vecchi e legno morto sono considerati indicatori di naturalità forestale e di lunga continuità dell'habitat (Lachat et al., 2012; Eckelt et al., 2017). Tra gli esempi più importanti figurano il longicorno alpino *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae) e lo scarabeo eremita *Osmoderma eremita/barnabita* (Coleoptera: Scarabidae) (Figura 1), entrambi elencati nell'Allegato II della Direttiva Habitat dell'UE. Le loro popolazioni sono strettamente associate alle foreste di latifoglie mature e alla presenza di legno morto o in decomposizione.



Figura 1. Coleotteri saproxilici target monitorati nel progetto: *Rosalia alpina* (sinistra) e *Osmoderma eremita/barnabita* (destra) (foto: D. Tome, M. Lužnik).

1.2 Conoscenze attuali e monitoraggio delle specie bersaglio

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.

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 anche introdotto un approccio di monitoraggio integrato che combina diversi metodi complementari. Il campionamento è stato condotto con trappole a feromoni, incluso l'uso di trappole multiferomone che consentono il rilevamento simultaneo di entrambe le specie bersaglio. L'approccio di monitoraggio è stato ulteriormente supportato dall'utilizzo di osservazioni di citizen science, in particolare dati disponibili attraverso la piattaforma di biodiversità iNaturalist. L'integrazione di queste diverse fonti di dati migliora l'efficienza del monitoraggio e contribuisce a una comprensione più completa della presenza delle specie nella regione transfrontaliera.

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.

2 Obiettivi delle azioni di monitoraggio e conservazione

Il monitoraggio effettuato nell'ambito del progetto E-NAT2CARE mirava a migliorare la conoscenza della distribuzione e dello stato di conservazione dei coleotteri saproxilici selezionati nella rete transfrontaliera Natura 2000 delle Alpi Giulie e della regione carsica.

Gli obiettivi principali delle attività erano:

- estendere il monitoraggio dalle faggete alpine ad altri habitat forestali, compresi i querceti della regione carsica;

- sviluppare e applicare un approccio di monitoraggio integrato utilizzando trappole multiferomone e dati di citizen science;
- valutare la presenza delle specie target *Rosalia alpina* e *Omoderma eremita/barnabita* in aree Natura 2000 e riserve della biosfera selezionate nella regione transfrontaliera tra Slovenia e Italia;
- fornire dati a supporto della pianificazione e della gestione della conservazione degli habitat forestali importanti per i coleotteri saproxilici nella regione transfrontaliera.

3 Metodologia

Il progetto di monitoraggio mirava a migliorare la conoscenza della presenza delle specie nell'area di studio transfrontaliera, testando al contempo approcci di campionamento più efficaci. La metodologia combinava trappole a feromoni, test di laboratorio su miscele di feromoni e l'analisi delle osservazioni dei cittadini.

Le indagini sul campo sono state condotte in base alle autorizzazioni rilasciate dall'Agenzia slovena per l'ambiente (ARSO) (n. 35606-84/2022-2550-10), dall'Ente pubblico Parco nazionale del Triglav (n. 35611-22/2021-2) e dalle autorità competenti in Italia (Regione Friuli Venezia Giulia, Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica, ISPRA).

3.1 Area di studio e siti di monitoraggio

Le attività di monitoraggio sono state condotte nel 2024 e nel 2025 in siti forestali selezionati nelle regioni transfrontaliere delle Alpi Giulie e del Carso tra Slovenia e Italia (Figura 2). I siti di monitoraggio si trovavano in habitat forestali considerati idonei per i coleotteri saproxilici, in particolare in aree con presenza di alberi decidui maturi e quantità sufficienti di legno morto. Nei due anni di monitoraggio, è stata effettuata la cattura con trappole a feromoni in 50 siti, corrispondenti a 70 eventi di campionamento sito-anno.

I siti di monitoraggio sono stati selezionati in collaborazione con i partner del progetto e i gestori locali delle aree protette e si trovavano all'interno o nelle vicinanze di diversi siti Natura 2000 nell'area di studio transfrontaliera. 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 di monitoraggio erano situati in diverse aree Natura 2000 delle Alpi Giulie e della regione del Carso, tra cui Julijske Alpe (SI3000253), Kras (SI3000276), Slavinski Ravniki (SI3000197), Javorniki-Snežnik (SI3000231), a Zabiče (SI3000222).

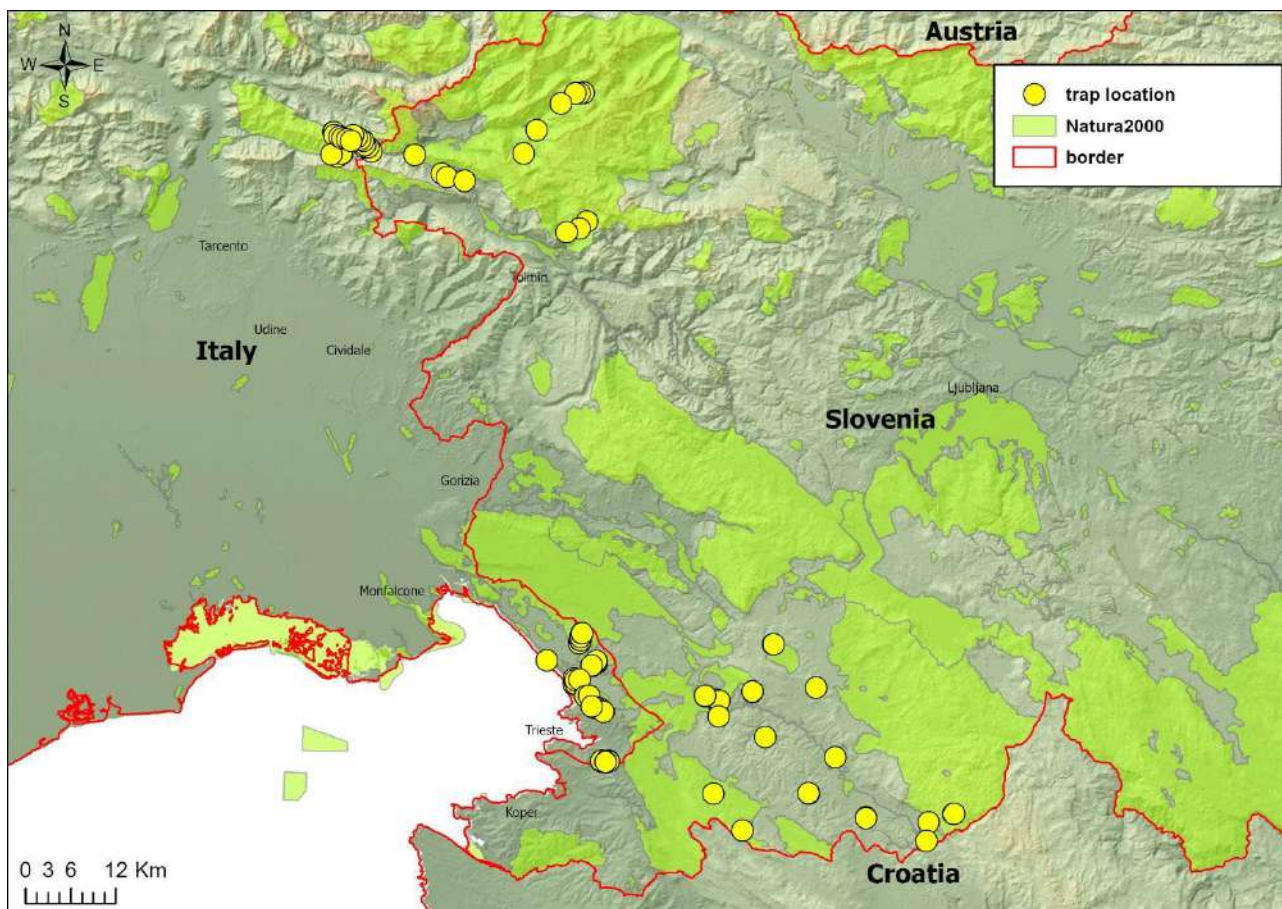


Figura 2. Area di studio delle attività di monitoraggio E-NAT2CARE nelle Alpi Giulie e nella regione carsica, con indicazione dell'ubicazione delle trappole a feromoni (cerchi gialli) utilizzate per il monitoraggio all'interno e in prossimità dei siti Natura 2000 in Slovenia e Italia. I siti Natura 2000 sono indicati in verde chiaro e il confine di stato in rosso.

I principali tipi di habitat forestale inclusi nel monitoraggio (Figura 3) erano le faggete alpine e subalpine (*Fagus sylvatica*) delle Alpi Giulie e le foreste termofile della regione carsica dominate da *Quercus* spp., localmente mescolate con specie di carpino (*Carpinus* spp. e *Ostrya carpinifolia*) o pino (*Pinus* spp.). Questi tipi di foresta rappresentano habitat importanti per i coleotteri saproxilici tipicamente associati alle foreste di latifoglie mature e alla presenza di risorse di legno morto.



Figura 3. Esempi di habitat forestali inclusi nel monitoraggio: faggete montane delle Alpi Giulie (a sinistra) e querceti di pianura della regione carsica (foto: A. Žunič Kosi).

3.2 Periodo di campionamento

Il monitoraggio è stato condotto durante due stagioni di campo nel 2024 e nel 2025. Le trappole sono state installate nei siti di monitoraggio all'inizio di luglio e sono rimaste attive fino alla fine di luglio o all'inizio di agosto, in corrispondenza del periodo di maggiore attività della specie di coleotteri oggetto di studio. Le ispezioni delle trappole sono state effettuate regolarmente durante il periodo di campionamento. La frequenza delle ispezioni è variata leggermente tra le aree di studio a causa di vincoli logistici, con controlli delle trappole effettuati circa una volta alla settimana in Slovenia, in Italia ogni 3 giorni nel 2024 e settimanalmente nel 2025.

3.3 Trappolaggio con feromoni

Le trappole a feromoni sono state utilizzate come metodo principale per rilevare la presenza dei coleotteri saproxilici bersaglio. Il sistema di cattura ha seguito il protocollo integrato di monitoraggio transfrontaliero sviluppato nell'ambito del progetto E-NAT2CARE (D1.1.1.), che propone l'uso di trappole a intercettazione con esche a feromoni per il monitoraggio di *R. alpina* e *O. eremita/barnabita*.

Il sistema di cattura è variato tra gli anni di monitoraggio. Nel 2024, sono state installate tre trappole in ciascun sito di monitoraggio (trappola di controllo, trappola a feromoni per *O. eremita/barnabita* e trappola a feromoni per *R. alpina*). Le trappole sono state posizionate a circa 20 m di distanza l'una dall'altra per ridurre la potenziale interferenza tra le esche a feromoni. Nel 2025, il sistema è stato modificato per testare un approccio di cattura multi-feromone. Invece di utilizzare trappole separate specifiche per specie, è stata installata un'unica trappola con esche a feromoni per entrambe le specie in ciascun sito di monitoraggio. Questo approccio ha consentito il monitoraggio simultaneo di entrambe le specie saproxiliche bersaglio ed è stato testato come potenziale miglioramento per il monitoraggio su larga scala. Una panoramica del

disegno di campionamento e del numero di siti di monitoraggio e trappole dispiegate nelle aree di studio in entrambi gli anni di monitoraggio è presentata nella Tabella 1.

Tabella 1. Panoramica del design delle trappole a feromoni e delle tipologie di esche utilizzate nel monitoraggio E-NAT2CARE (2024-2025) nelle Alpi Giulie e nelle regioni carsiche di Slovenia e Italia.

Anno	Paese	Regione	Siti campionati (siti-anno)	No. trappole/sito	Totale no. trappole	Attrattivo
2024	Slovenia	Carso	13	3	39	OE, RA, controllo
2024	Italia	Carso	13	3	39	OE, RA, controllo
2024	Italia	Alpi Giulie	10	3	30	OE, RA, controllo
2025	Slovenia	Carso	14	1	14	OE + RA
2025	Slovenia	Alpi Giulie	13	1	13	OE + RA
2025	Italia	Carso	10	1	10	solo OE
2025	Italia	Alpi Giulie	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 multifеромone con esca a base di feromoni sia per *O. eremita* che per *R. alpina*.

Sono state utilizzate trappole a intercettazione di volo *cross-vane* nere, rivestite con Fluon® per aumentarne l'efficienza di cattura (Graham et al. 2010). Ogni trappola era dotata di un barattolo di plastica per la raccolta degli insetti. Per entrambe le specie bersaglio sono stati utilizzati feromoni specie-specifici (ovvero il pirone di *R. alpina*, 25 mg/esca, e il composto (R)-(+)-γ-decalattone di *O. eremita*, 500 mg/esca). I dispenser erano costituiti da sacchetti di polietilene a bassa densità termosaldabili (2 x 3 pollici, spessore 2 mil, ciascuno contenente un singolo tampone dentale in cellulosa).

3.4 Validazione in laboratorio di combinazioni di feromoni multipli

Per valutare le potenziali interazioni tra i componenti dei feromoni utilizzati nelle trappole multifеромone, sono state testate le risposte comportamentali dei coleotteri utilizzando un olfattometro a Y in vetro (Robertson et al. 2013). Gli esperimenti sono stati progettati per supportare l'uso di trappole multifеромone per il monitoraggio simultaneo di entrambe le specie.

Il tubo a Y era costituito da un braccio di base collegato a due bracci di scelta che conducevano a camere di stimolazione separate (Figura 4). Aria pulita veniva pompata attraverso il sistema a

una velocità di flusso costante (circa 800 ml/min), trasportando gli stimoli olfattivi dalle camere attraverso i bracci dell'olfattometro.



Figure 4. Olfattometro a Y in vetro utilizzato per testare le risposte comportamentali dei coleotteri ai singoli feromoni e alla loro combinazione.

3.5 Dati di Citizen science

Oltre al monitoraggio sul campo, per integrare il set di dati sono stati utilizzati dati di presenza provenienti da piattaforme di citizen science. Le osservazioni delle specie target sono state ottenute dalla piattaforma di osservazione della biodiversità iNaturalist, che consente agli utenti di registrare e condividere le osservazioni delle specie insieme a prove fotografiche e coordinate geografiche. Sono state considerate solo le osservazioni delle due specie target, *R. alpina* e *O. eremita/barnabita*, registrate nel 2024 all'interno dell'area transfrontaliera del progetto. Queste registrazioni sono state confrontate con i dati di presenza raccolti durante il campionamento basato sui feromoni condotto nello stesso anno.

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, nove 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.

Tabella 2. Sintesi dei risultati del monitoraggio dei coleotteri saproxilici oggetto di studio, registrati durante il progetto E-NAT2CARE nelle Alpi Giulie e nelle regioni carsiche (2024–2025).

Specie	Individui	Siti con presenza	Frequenza (%)	Regioni di rilevamento
<i>Rosalia alpina</i>	58	23	46	Alpi Giulie, Carso
<i>Osmoderma eremita/barnabita</i>	28	15	30	Alpi Giulie

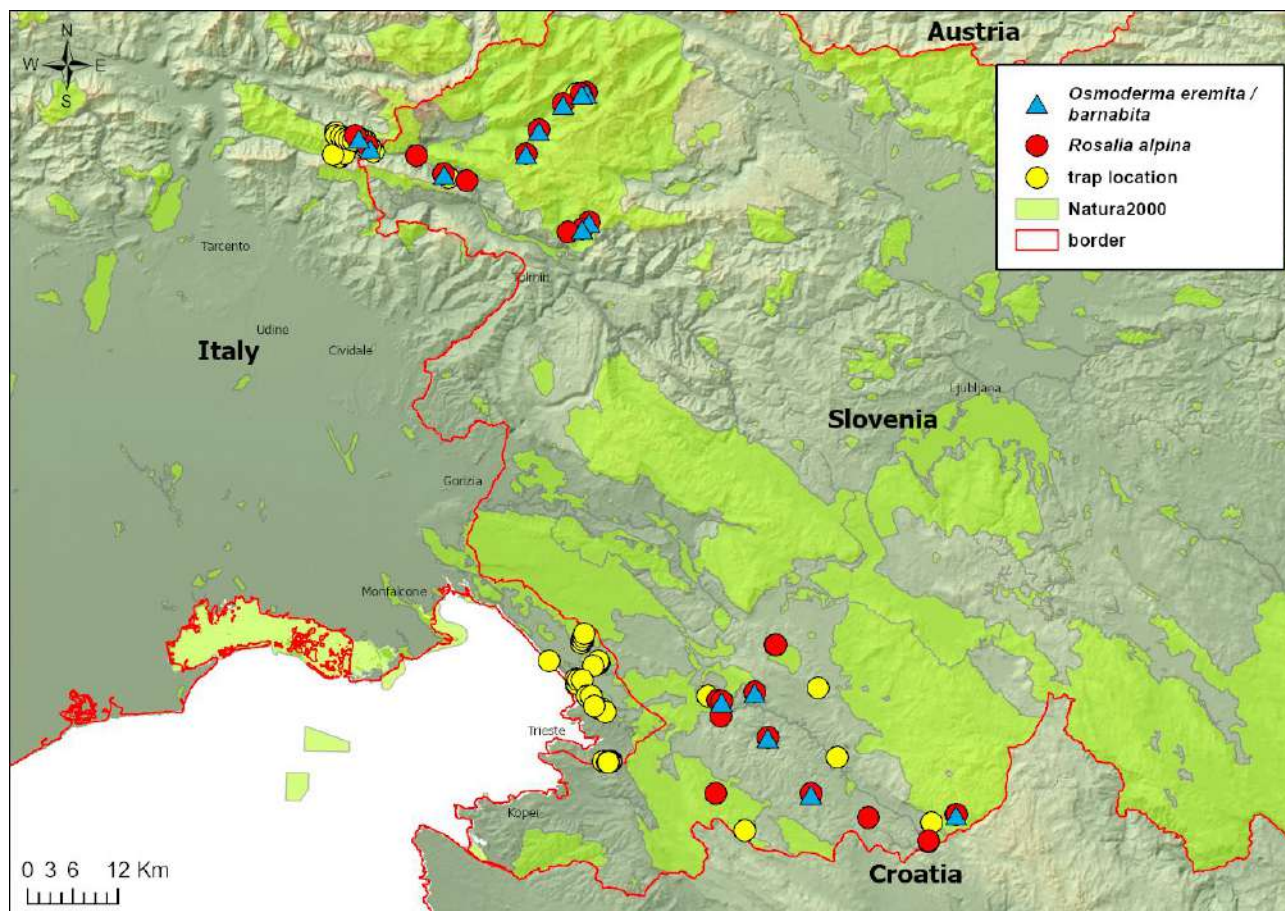


Figura 5. Luoghi di cattura utilizzati durante il monitoraggio con trappole a feromoni E-NAT2CARE nelle Alpi Giulie e nelle regioni carsiche (2024-2025). I simboli indicano il rilevamento dei coleotteri saproxilici bersaglio: i cerchi rossi rappresentano i luoghi in cui è stata rilevata *Rosalia alpina*, i triangoli blu rappresentano i luoghi in cui è stata rilevata *Osmoderma eremita/barnabita*, e i cerchi gialli indicano i luoghi di cattura in cui non è stata rilevata nessuna delle due specie.

4.2 Frequenza di *Rosalia alpina*

Il monitoraggio con trappole a feromoni ha confermato la presenza di *R. alpina* in diverse località dell'area di studio durante i due anni di monitoraggio. La specie è stata rilevata in habitat forestali di entrambe le regioni di monitoraggio, comprese le faggete delle Alpi Giulie e le quercete del Carso, indicando una distribuzione relativamente ampia all'interno dell'area transfrontaliera monitorata (Tabella 3, Figura 6). Nella regione del Carso, i rilevamenti sono stati limitati alle località di monitoraggio situate sul lato sloveno dell'area di studio, mentre nessun individuo di *R. alpina* è stato registrato nelle località di campionamento nel Carso italiano.

Nel 2024, il monitoraggio è stato condotto utilizzando trappole a feromoni specie-specifiche mirate a *R. alpina*, mentre nel 2025 le trappole sono state innescate con un'esca a feromoni combinata contenente feromoni sia di *R. alpina* che di *O. eremita/barnabita*.

Nel 2024 sono stati rilevati esemplari in trappole innescate con l'esca a feromoni specifica per la specie, mentre ulteriori rilevamenti sono stati ottenuti utilizzando l'esca a feromoni combinata nel secondo anno di monitoraggio (Tabella 3). In diverse postazioni di campionamento, dove il monitoraggio è stato ripetuto in entrambi gli anni, *R. alpina* è stata rilevata con entrambi i tipi di esca. Inoltre, in alcuni siti di monitoraggio la specie è stata rilevata solo nel secondo anno, quando sono state impiegate trappole innescate con l'esca a feromoni combinata per *R. alpina* e *Osmoderma eremita/barnabita*. Queste osservazioni suggeriscono che l'approccio con esche a feromoni multipli può rilevare con successo anche *R. alpina* e *Osmoderma eremita/barnabita*.

Il numero di individui registrati per sito è risultato generalmente basso, tipicamente compreso tra uno e diversi individui per periodo di campionamento, il che è coerente con le aspettative per il monitoraggio di questa specie basato sui feromoni (ad esempio, Žunič Kosi et al. 2017). Poiché lo sforzo di campionamento variava leggermente tra i siti e gli anni, i numeri di catture non sono stati confrontati direttamente tra le diverse località.

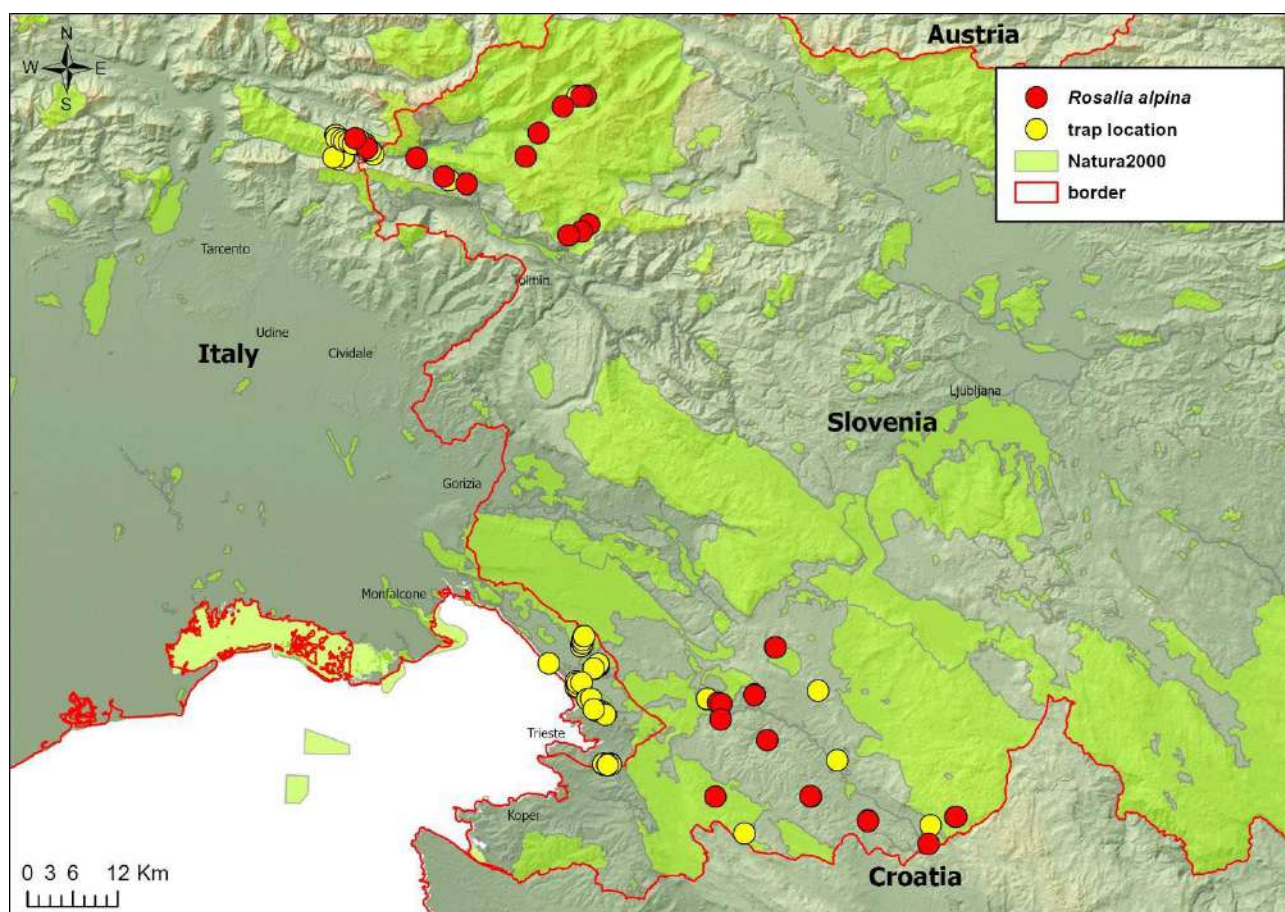


Figura 6. Luoghi di posizionamento delle trappole a feromoni utilizzate durante il progetto di monitoraggio E-NAT2CARE nelle Alpi Giulie e nelle regioni carsiche (2024-2025). I cerchi gialli

rappresentano i luoghi di posizionamento delle trappole a feromoni, mentre i cerchi rossi indicano i siti in cui è stata rilevata la presenza di *Rosalia alpina*.

Tabella 3. Rilevamento di *Rosalia alpina* in siti di campionamento selezionati durante il monitoraggio con trappole a feromoni E-NAT2CARE (2024-2025). La tabella include solo i siti in cui la specie è stata rilevata in almeno un anno di monitoraggio.

Paese	Sito di trappolaggio	Regione	2024 (RA*)	2025 (OE + RA*)
Slovenia	Črmelaške doline	Carso	✓	–
Slovenia	Žaknovec	Carso	✓	–
Slovenia	Kukulj	Carso	✓	✓
Slovenia	Dolenjski potok	Carso	✓	–
Slovenia	Dolinke	Carso	✓	✓
Slovenia	Kozjane	Carso	✓	–
Slovenia	Gornje Ležeče	Carso	✓	–
Slovenia	Podgrad pri Vremah	Carso	✓	✓
Slovenia	Grad Školj 1	Carso	✓	–
Slovenia	Grad Školj 2	Carso	✓	✓
Slovenia	Skadanščina	Carso	–	✓
Slovenia	Zadnjica 1	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Zadnjica 2	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Soča	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Mala korita	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Lepena	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Srpenica 1	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Trnovo ob Soči	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Tolminske ravne 1	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Tolminske ravne 2	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Čadrg	Alpi Giulie	na	✓
Italia	UCCEA3	Alpi Giulie	✓	–
Italia	UCCEA6	Alpi Giulie	–	✓

*RA – trappola con feromone per *Rosalia alpina*; OE + RA – trappola multi-feromone per *O. eremita/barnabita* e *R. alpina*.

✓ indica rinvenimento di *R. alpina* nel sito di trappolaggio per il rispettivo anno; – indica che *R. alpina* non è stata rinvenuta nel sito nel rispettivo anno – trappolaggio non effettuato nel sito nel dato anno.

4.3 Frequenza di *Osmoderma eremita/barnabita*

Il monitoraggio tramite trappole a feromoni ha confermato la presenza di *O. eremita/barnabita* in diverse postazioni di campionamento nell'area di studio durante entrambi gli anni di monitoraggio (Figura 7). La specie è stata rilevata negli habitat forestali di entrambe le regioni di monitoraggio, comprese le Alpi Giulie e il Carso (Tabella 4). *O. eremita/barnabita* è stata registrata in due postazioni di campionamento dove *R. alpina* non è stata rilevata, ovvero Žaknovec nella regione del Carso (Slovenia) e il sito UCCEA nelle Alpi Giulie (Italia). Analogamente a *R. alpina*, nessun individuo di *O. eremita/barnabita* è stato registrato nelle postazioni di campionamento nella regione del Carso sul lato italiano dell'area di studio.

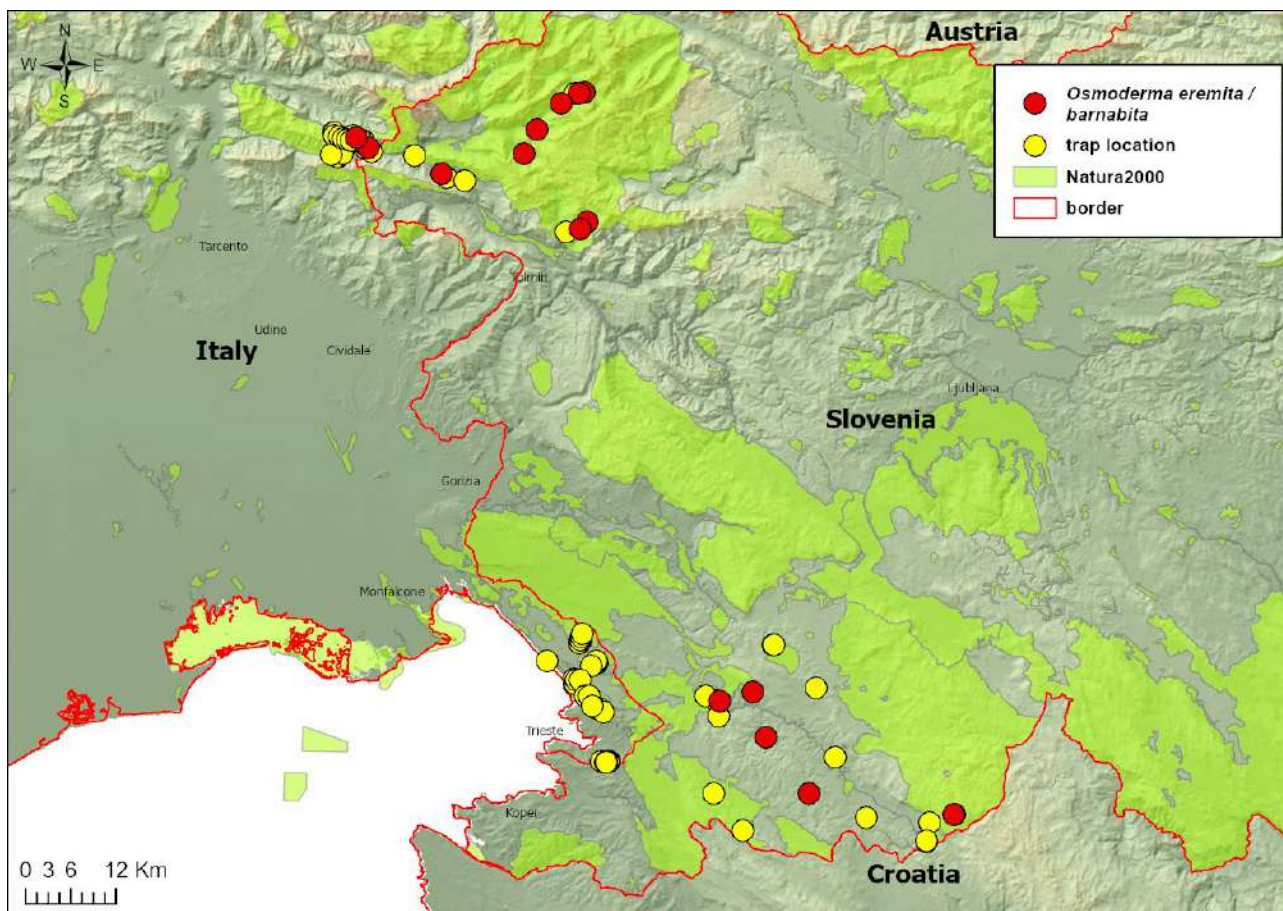


Figura 7. Posizioni delle trappole utilizzate durante il monitoraggio con trappole a feromoni E-NAT2CARE nelle Alpi Giulie e nelle regioni carsiche (2024-2025). I cerchi gialli rappresentano le posizioni delle trappole a feromoni, mentre i cerchi rossi indicano i siti in cui è stata registrata la presenza di *Osmoderma eremita/barnabita*.

Nel 2024, il monitoraggio è stato condotto utilizzando trappole a feromoni specie-specifiche per *O. eremita*, mentre nel 2025 sono state impiegate trappole con un'esca a feromoni combinata per sia *O. eremita/barnabita* che *R. alpina*. *O. eremita/barnabita* è stata rilevata con entrambi i tipi di esca (Tabella 4).

Il numero di individui registrati per postazione di cattura è risultato generalmente basso. Questo andamento è coerente con precedenti studi di monitoraggio delle specie di *Osmoderma* che utilizzano trappole a feromoni, dove in genere viene catturato solo un piccolo numero di individui per postazione di cattura, nonostante la presenza confermata della specie (Larsson et al. 2003; Vrezec et al. 2025). Poiché lo sforzo di campionamento è variato tra le postazioni di cattura e tra gli anni, il numero di catture non è stato confrontato direttamente tra le postazioni. I risultati sono invece presentati come rilevamento della specie nelle postazioni di cattura durante il periodo di monitoraggio (Tabella 4).

Tabella 4. Rilevamento di *Osmoderma eremita/barnabita* nei siti di cattura durante l'indagine E-NAT2CARE con trappole a feromoni (2024-2025)

Paese	Sito di trappolaggio	Regione	2024 (OE*)	2025 (OE + RA*)
Slovenia	Žaknovec	Carso	✓	–
Slovenia	Kozjane	Carso	✓	–
Slovenia	Gornje Ležiče	Carso	–	✓
Slovenia	Dolinke	Carso	–	✓
Slovenia	Grad Školj 2	Carso	–	✓
Slovenia	Zadnjica 1	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Zadnjica 2	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Soča	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Mala korita	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Lepena	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Srpenica 1	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Tolminske ravne 1	Alpi Giulie	na	✓
Slovenia	Tolminske ravne 2	Alpi Giulie	na	✓
Italy	UCCEA2	Alpi Giulie	✓	–
Italy	UCCEA5	Alpi Giulie	–	✓

*RA – trappola a feromone per *Rosalia alpina*; OE + RA – trappola multi-feromone per *O. eremita/barnabita* e *R. alpina*.

✓ indica rinvenimento di *R. alpina* nel sito di trappolaggio nel rispettivo anno; – indica che *R. alpina* non è stata rilevata nel sito nel rispettivo anno; na – trappolaggio non effettuato nel sito nel dato anno.

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 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.

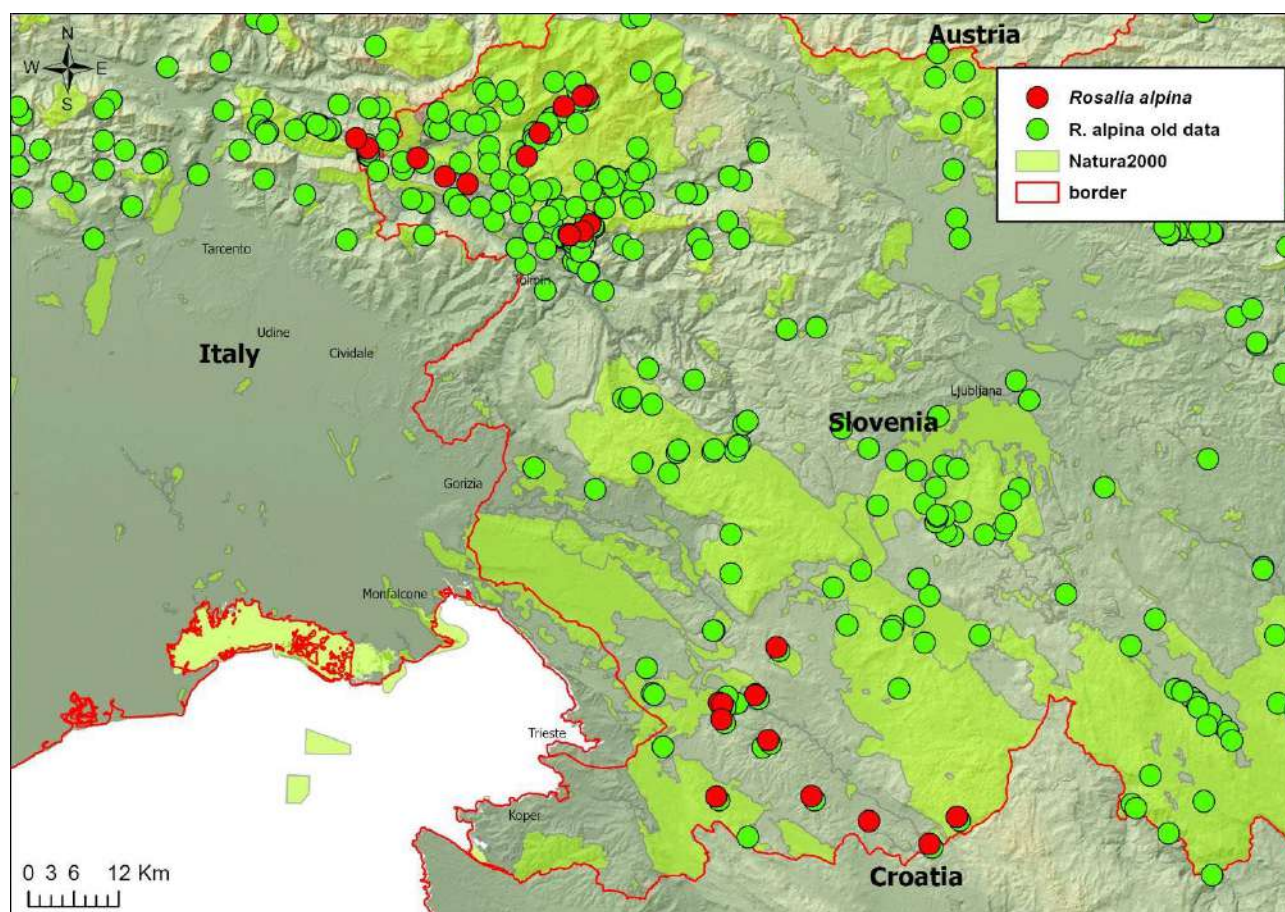


Figura 8. Distribuzione di *Rosalia alpina* nell'area di confine tra Slovenia e Italia basata su dati di presenza precedentemente disponibili (verde) e ottenuti durante il monitoraggio E-NAT2CARE (2024, 2025) (rosso).

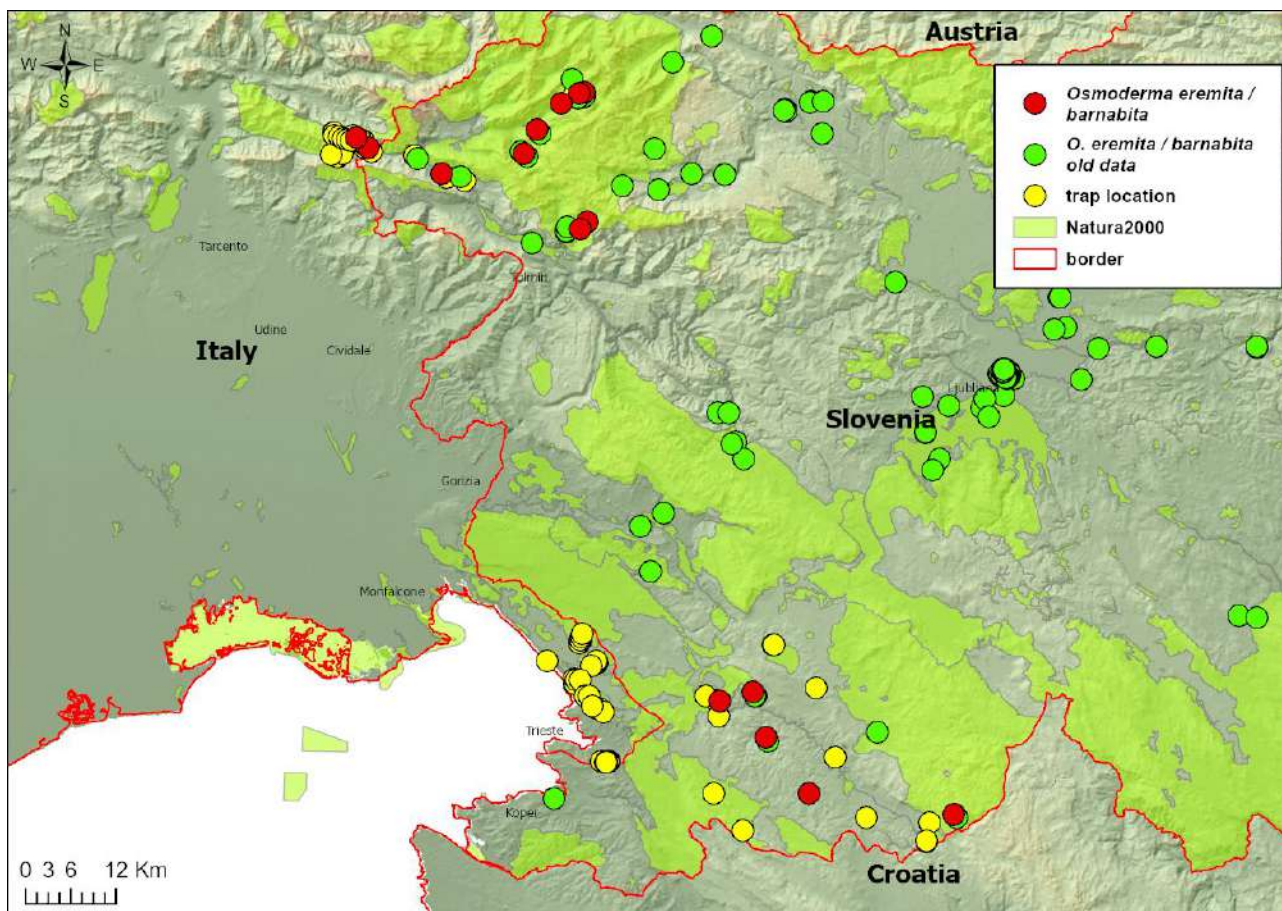


Figura 9. Distribuzione di *Osmoderma eremita/barnabita* nell'area di confine tra Slovenia e Italia basata su dati di presenza precedentemente disponibili (verde) e ottenuti durante il monitoraggio E-NAT2CARE (2024, 2025) (rosso).

4.5 Supporto sperimentale per l'approccio di cattura multifеромоне (esperimenti con olfattometro a Y) sulla cattura multifеромоне

Le risposte comportamentali dei coleotteri nei test Y-olfattometrici a doppia scelta sono riassunte nella Tabella 5. Nel confronto tra la miscela di multifеромони e il controllo, *R. alpina* ha mostrato una preferenza significativa per lo stimolo multifеромоне. Quattordici individui su diciotto rispondenti hanno scelto il braccio multifеромоне e quattro hanno scelto il braccio di controllo (test binomiale esatto, $p = 0,0309$). Al contrario, *O. eremita/barnabita* non ha mostrato una preferenza statisticamente significativa, sebbene otto individui su dieci rispondenti abbiano scelto il braccio multifеромоне ($p = 0,1094$). Quando il feromone conspecifico è stato confrontato con la miscela di multifеромони, non è stata rilevata alcuna preferenza significativa in nessuna delle due specie. In *R. alpina*, nove individui hanno scelto il feromone conspecifico e sette hanno scelto la miscela di multifеромони ($p = 0,8046$). Allo stesso modo, in *Osmoderma* sei

individui hanno scelto il feromone conspecifico e cinque hanno scelto la miscela di feromoni multipli ($p = 1,000$).

Tabella 5. Risposte di scelta di *Rosalia alpina* e *Osmoderma eremita/barnabita* in bioassay a doppia scelta con olfattometro a Y. I valori rappresentano il numero e la percentuale di individui che hanno risposto scegliendo ciascuno stimolo olfattivo presentato nei due bracci dell'olfattometro. Nell'analisi sono stati inclusi solo gli individui che hanno risposto. Le differenze di preferenza tra gli stimoli sono state valutate utilizzando un test binomiale esatto, assumendo una distribuzione attesa 1:1 delle scelte tra i due bracci.

Species	Comparison	Stimulus A*	Stimulus B*	Responders (n)	p-value (Exact binomial test)
<i>Rosalia alpina</i>	Multipheromone vs Control	14 (77.8%)	4 (22.2%)	18	0.0309
<i>Osmoderma eremita/barnabita</i>	Multipheromone vs Control	8 (80.0%)	2 (20.0%)	10	0.1094
<i>Rosalia alpina</i>	Conspecific vs Multipheromone	9 (56.3%)	7 (43.7%)	16	0.8046
<i>Osmoderma eremita/barnabita</i>	Conspecific vs Multipheromone	6 (54.5%)	5 (45.5%)	11	1.000

*Stimulus A and Stimulus B represent the two odor stimuli tested in each comparison.

4.6 Osservazioni di Citizen science

Le osservazioni di citizen science provenienti dalla piattaforma iNaturalist sono state esaminate per integrare il set di dati di monitoraggio. Nel 2024, sono state identificate un totale di 18 segnalazioni di *Rosalia alpina* e una di *Osmoderma eremita/barnabita* all'interno della più ampia area di monitoraggio. A causa dello stato di conservazione della specie, le coordinate geografiche precise delle osservazioni di citizen science non sono pubblicamente disponibili. Inoltre, il sesso è stato determinato in modo affidabile dalle fotografie per otto individui di *R. alpina*, mentre per *O. eremita/barnabita* la determinazione del sesso non è stata possibile sulla base delle fotografie disponibili. Anche le informazioni temporali associate alle osservazioni erano limitate, poiché la maggior parte delle segnalazioni includeva solo il mese dell'osservazione anziché la data esatta. La maggior parte delle osservazioni di citizen science proveniva dalle Alpi Giulie, mentre il monitoraggio professionale basato sui feromoni durante il periodo di studio in Slovenia è stato condotto solo nella regione del Carso. Pertanto, questi set di dati rappresentano fonti di informazione complementari, piuttosto che direttamente comparabili, sulla presenza delle specie.

4.7. Catture di specie non target

Le catture registrate consistevano principalmente in specie di coleotteri saproxilici associate ad habitat di legno morto. Tra questi figuravano rappresentanti di diverse famiglie di coleotteri come i Cerambycidae (ad esempio, *Arhopalus rusticus*, *Xylotrechus arvicola*, *Prionus coriarius*, *Stenagostus rhombous*), i Cleridae (*Opilo mollis*), gli Elateridae (*Stenagostus rhombeus*), nonché membri delle famiglie Scarabidae (*Cetonia aurata*), Anobiidae, Curculionidae e Cantharidae.

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

Oltre alle attività di monitoraggio, nel Parco Regionale delle Grotte di Škocjan (45.66525, 13.98889) è stata installata una struttura dimostrativa per l'habitat dei coleotteri saproxilici ("Rosalium") (Figura 10).

Un Rosalium è costituito da una pila di tronchi di faggio appena tagliati, disposti a piramide, progettata per aumentare la disponibilità di legno morto negli habitat forestali. Tali strutture possono fornire un substrato di riproduzione adatto per i coleotteri saproxilici, in particolare per le specie associate al legno di latifoglie morto di recente, come *Rosalia alpina*. L'installazione del Rosalium ha seguito l'approccio sperimentato nel precedente progetto Interreg NAT2CARE.

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



Figura 10. Struttura dimostrativa per l'habitat ("Rosalium") installata lungo il percorso didattico nel Parco Regionale delle Grotte di Škocjan (Slovenia), composta da tronchi di faggio impilati, progettati per aumentare la disponibilità di legno morto per i coleotteri saproxilici, come *Rosalia alpina*. Il sito è accompagnato da un pannello informativo che illustra il ruolo ecologico del legno morto e degli insetti saproxilici e funge da punto di apprendimento per i visitatori.

5 Implicazioni per il monitoraggio e la conservazione

5.1 Contributo alla conoscenza della distribuzione delle specie

Il monitoraggio effettuato nell'ambito del progetto Interreg Italia-Slovenia E-NAT2CARE ha fornito ulteriori informazioni sulla presenza dei coleotteri saproxilici *R. alpina* e *O. eremita/barnabita* nelle regioni transfrontaliere delle Alpi Giulie e del Carso. Utilizzando trappole a feromoni, la presenza di entrambe le specie è stata confermata in diversi siti di monitoraggio situati all'interno di aree Natura 2000 e zone di riserva della biosfera.

Prima del progetto, le informazioni sulla distribuzione di queste specie in alcune parti della regione transfrontaliera erano frammentarie. Mentre per *R. alpina* era già disponibile un numero relativamente elevato di segnalazioni, i dati su *O. eremita/barnabita* erano più limitati e spesso basati su osservazioni datate. Il monitoraggio effettuato nell'ambito di E-NAT2CARE ha quindi contribuito con ulteriori segnalazioni recenti e ha confermato la continua presenza di entrambe le specie in diverse località già note.

Un risultato importante del monitoraggio è stata la nuova presenza di *O. eremita/barnabita* nel sito di Ucea, nelle Prealpi Giulie (Friuli Venezia Giulia), dove i dati disponibili erano in precedenza scarsi. Allo stesso tempo, nonostante un campionamento intensivo nell'area carsica della regione di Trieste, la specie non è stata rilevata in quest'area durante il periodo di monitoraggio. Il monitoraggio ha inoltre confermato la presenza di *R. alpina* in diversi habitat forestali all'interno dell'area di studio, comprese le faggete delle Alpi Giulie e i querceti del Carso. Tuttavia, non sono stati registrati esemplari nei siti di cattura nella regione carsica sul lato italiano dell'area di studio.

Un altro importante risultato del progetto è la creazione di un database transfrontaliero condiviso sulla presenza di queste specie. Grazie al coordinamento dei rilievi sul campo e allo scambio di dati tra i partner del progetto provenienti da Slovenia e Italia, il progetto ha contribuito a migliorare il quadro generale della loro distribuzione nella regione.

5.2 Implicazioni per gli approcci di monitoraggio

Il progetto ha fornito una preziosa esperienza nel monitoraggio dei coleotteri saproxilici tramite feromoni. Le trappole a feromoni si sono dimostrate un metodo efficace per individuare entrambe le specie bersaglio negli habitat forestali, dove i metodi di rilevamento tradizionali possono risultare difficili a causa della relativa rarità e della difficoltà di osservazione di questi coleotteri.

Parte del monitoraggio è stata effettuata in siti in cui le specie erano state precedentemente segnalate, offrendo così l'opportunità di testare l'utilizzo delle trappole a feromoni in condizioni di campo. Entrambe le specie sono state individuate con successo utilizzando esche a feromoni specie-specifiche. Inoltre, il progetto ha esaminato la possibilità di semplificare il monitoraggio attraverso l'utilizzo di un'esca combinata a feromoni multipli. I risultati sul campo, unitamente

agli esperimenti comportamentali condotti con l'olfattometro a Y, indicano che sia *R. alpina* che *O. eremita/barnabita* possono essere individuate utilizzando una combinazione dei due feromoni specie-specifici. Ciò suggerisce che le trappole a feromoni multipli potrebbero rappresentare un approccio pratico per il monitoraggio simultaneo di diverse specie di coleotteri saproxilici, riducendo potenzialmente il numero di trappole necessarie sul campo. Oltre alle specie bersaglio, le trappole hanno occasionalmente catturato altri coleotteri saproxilici come catture accessorie, indicando che il metodo può fornire anche informazioni aggiuntive sulla comunità di coleotteri saproxilici presente negli habitat monitorati.

Un elemento importante del progetto è stato anche lo scambio di conoscenze sul monitoraggio tra i partner sloveni e italiani. Attraverso attività congiunte sul campo, protocolli di monitoraggio condivisi sviluppati nell'ambito del progetto (D.1.1.1) e una raccolta dati coordinata, i partner hanno sviluppato un approccio più armonizzato al monitoraggio dei coleotteri saproxilici nella regione transfrontaliera. Allo stesso tempo, il progetto ha evidenziato le differenze nelle pratiche di monitoraggio tra i paesi, che possono influenzare la disponibilità e la comparabilità dei dati sulla distribuzione.

5.3 Implicazioni per la gestione e conservazione degli habitat forestali

Entrambe le specie bersaglio sono fortemente associate ad habitat forestali con disponibilità di alberi vecchi, alberi cavi e quantità sufficienti di legno morto. La loro presenza indica quindi foreste con un grado relativamente elevato di complessità strutturale e continuità ecologica.

Una migliore conoscenza della presenza di queste specie può supportare la pianificazione della conservazione e la gestione degli habitat nelle aree protette e nei siti Natura 2000. In particolare, il mantenimento del legno morto e la conservazione degli alberi vecchi o cavi sono misure importanti per sostenere la biodiversità saproxilica.

I metodi di monitoraggio testati nell'ambito del progetto possono anche contribuire a migliorare il monitoraggio a lungo termine di queste specie. Strumenti di monitoraggio affidabili facilitano la valutazione delle tendenze demografiche e la valutazione dell'efficacia delle misure di conservazione implementate negli habitat forestali.

Oltre alle attività di monitoraggio, il progetto ha incluso anche una misura di miglioramento dell'habitat su piccola scala attraverso l'installazione di una struttura in Rosalium nel Parco Regionale delle Grotte di Škocjan. Tali strutture possono aumentare localmente la disponibilità di legno morto e allo stesso tempo fungere da strumento educativo per sensibilizzare sull'importanza del legno morto per la biodiversità saproxilica.

1 Uvod

1.1 Saproksilni hrošči in gozdna biotska raznovrstnost

Gozdovi predstavljajo velik delež svetovne biotske raznovrstnosti in ocenjuje se, da podpirajo približno 80 % kopenskih vrst (Schmitt s sod., 2009; Newbold s sod., 2015). Zato predstavljajo nekatere izmed najbolj raznolikih ekosistemov na Zemlji. Hkrati pa so številni evropski gozdni ekosistemi prizadeti zaradi dolgotrajne rabe tal s strani človeka, gospodarjenja z gozdovi in drugih pritiskov, kot sta podnebne spremembe in onesnaževanje (Sabatini s sod., 2018). Ti pritiski spreminjajo strukturo gozdov, vplivajo na interakcije med vrstami in vplivajo na delovanje gozdnih ekosistemov.

Veliko število gozdnih organizmov je vsaj del svojega življenjskega cikla odvisnih od odmrle lesne biomase ali razpadajočega lesa. Te vrste, znane kot saproksilne žuželke, so tesno povezane z naravno dinamiko gozdnih ekosistemov. S prispevanjem k razgradnji lesa in kroženju hranil igrajo pomembno vlogo v ekoloških procesih, ki ohranjajo delovanje gozdov (Micó s sod., 2018; Carpaneto s sod., 2015). Saproksilni hrošči predstavljajo posebej raznoliko skupino in ocenjuje se, da predstavljajo približno eno tretjino pestrosti gozdnih hroščev (Stokland s sod., 2012; Parsi s sod., 2018).

V zadnjih desetletjih je gospodarjenje z gozdovi bistveno spremenilo strukturo številnih evropskih gozdov. Intenzivne gozdarske prakse so zmanjšale razpoložljivost strukturnih značilnosti, kot so stara drevesa, votla drevesa in odmrli les, ki predstavljajo ključne habitate za številne saproksilne organizme (Brunet s sod., 2010). Posledično so številne saproksilne vrste doživele upad populacij zaradi fragmentacije habitatov in izgube primernih mikrohabitatov v upravljanih gozdnih območjih (Nieto & Alexander, 2010; Lindenmayer s sod., 2014; Cáliz s sod., 2018).

Številni saproksilni hrošči, ki so vezani na stara drevesa in odmrlo lesno biomaso, velja za indikatorje naravnih gozdov in dolgotrajne kontinuitete habitatov (Lachat s sod., 2012; Eckelt s sod., 2017). Med najvidnejšimi vrstami sta alpski kozliček *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae) in puščavnik *Osmoderma eremita/barnabita* (Coleoptera: Scarabidae) (Slika 1), ki sta oba uvrščena v Prilogo II Direktive EU o habitatih. Vrsti naseljujeta stare listnate gozdove, kjer je ključna prisotnost razpadajočega lesa in odmrle lesne biomase.



Slika 1. Ciljni saproksilni vrsti hroščev, ki smo jih spremljali v projektu: alpski kozliček (*Rosalia alpina*) (levo) in puščavnik (*Osmoderma eremita/barnabita*) (desno) (foto: D. Tome, M. Lužnik).

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 temelji 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 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 novejšimi raziskavami. Podobno,

čepprav 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 Vrzel 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 tudi integriran pristop monitoringa, ki združuje več dopolnjujočih metod. Popis vrst je vključeval postavljanje feromonskih pasti, vključno z uporabo večferomonskih pasti, ki omogočajo sočasno zaznavanje obeh ciljnih vrst. Monitoring je bil dodatno podprt z uporabo podatkov občanske znanosti, zlasti opazovanj, dostopnih na platformi iNaturalist. Integracija teh različnih virov podatkov izboljšuje učinkovitost monitoringa in prispeva k celovitejšemu razumevanju pojavljanja vrst v čezmejni regiji.

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 Cilj monitoringa in varstveni ukrepi

Monitoring, izveden v okviru projekta E-NAT2CARE, je bil usmerjen v izboljšanje poznavanja razširjenosti in varstvenem stanju izbranih saproksilnih hroščev v čezmejnem omrežju Natura 2000 Julijskih Alp in kraške regije.

Glavni cilji aktivnosti so bili:

- razširiti monitoring iz alpskih bukovih gozdov na dodatne gozdne habitate, vključno s hrastovimi gozdovi kraške regije
- razviti in uporabiti integriran pristop monitoringa z uporabo večferomonskih pasti in podatkov občanske znanosti
- oceniti pojavljanje ciljnih vrst alpskega kozlička in puščavnika na izbranih območjih Natura 2000 in biosfernih območjih v čezmejni regiji Slovenije in Italije

- zagotoviti podatke, ki podpirajo načrtovanje ohranjanja in upravljanje gozdnih habitatov, pomembnih za saproksilne hrošče v čezmejni regiji

3 Metodologija

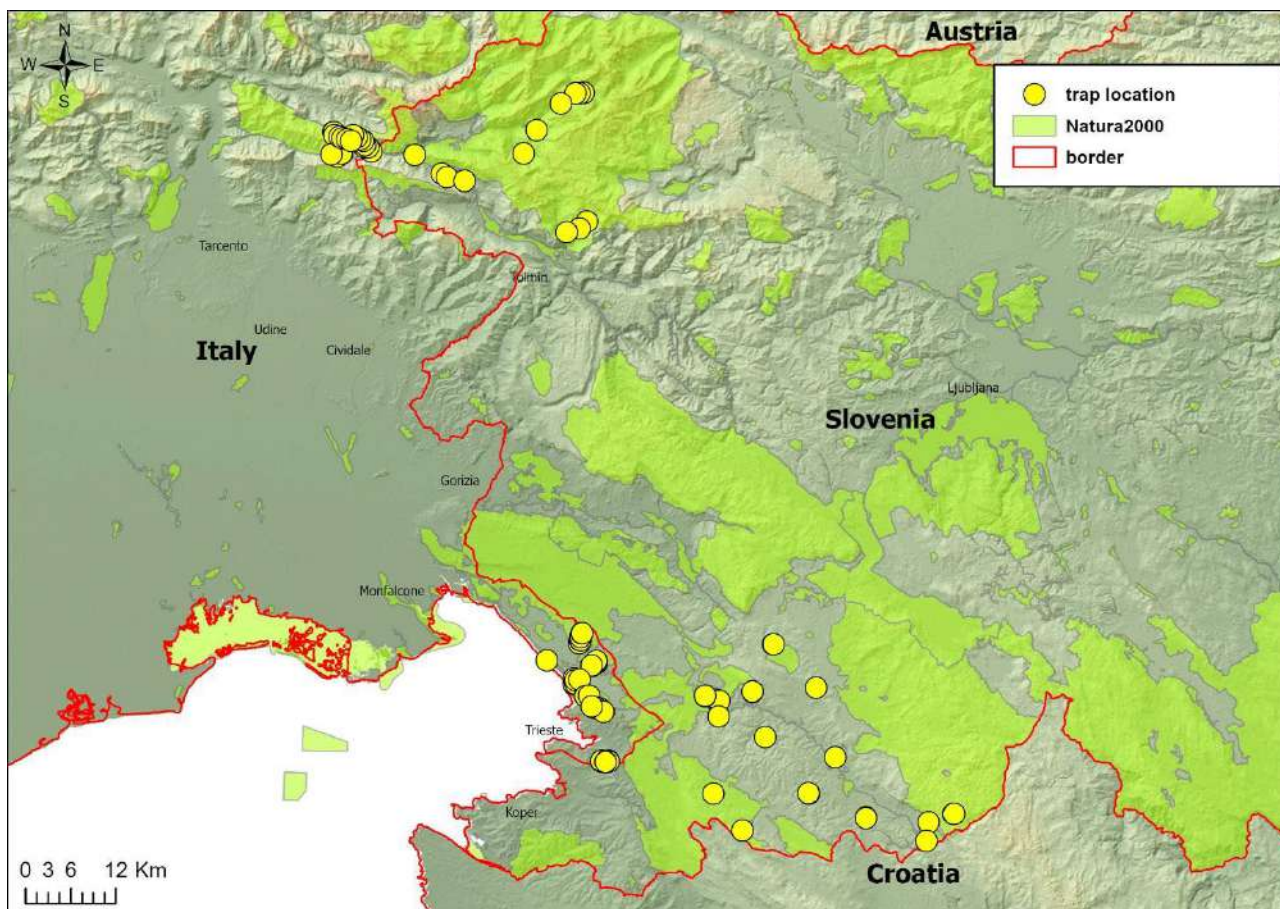
Zasnova monitoringa je bila usmerjena v izboljšanje poznavanja razširjenosti vrst na celotnem čezmejnem raziskovalnem območju, hkrati pa je služila preizkušanju izboljšanih metodoloških pristopov. Metodologija je združevala vzorčenje s feromonskimi pastmi, laboratorijsko testiranje feromonskih mešanic ter pregled podatkov občanske znanosti.

Terenske raziskave so bile izvedene na podlagi dovoljenj, izdanih s strani Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) (št. 35606-84/2022-2550-10) in Javnega zavoda Triglavski narodni park (št. 35611 - 22/2021 - 2) ter pristojnih organov v Italiji ((Regione Friuli Venezia Giulia, Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica, ISPRA).

3.1 Raziskovalno območje in monitoring lokacije

Monitoring vrst je bil izveden v letih 2024 in 2025 na izbranih gozdnih lokacijah v čezmejnih regijah Julijskih Alp in Krasa v Sloveniji in Italiji (Slika 2). Lokacije monitoringa so bile v gozdnih habitatih, ki veljajo za primerne za saproksilne hrošče, zlasti na območjih s prisotnostjo starih listavcev in zadostno količino odmrle lesne biomase. V obeh letih je bilo vzorčenje s feromonskimi pastmi izvedeno na 50 lokacijah, kar predstavlja 70 ponovitev vzorčenja na celotnem čezmejnem območju v obeh letih.

Lokacije monitoringa so bile izbrane v sodelovanju s projektnimi partnerji in upravljavci zavarovanih območij ter so bile umeščene znotraj ali v bližini več območij Natura 2000 v čezmejnem raziskovalnem območju. V Italiji je monitoring zajemal območja Julijske Alpe (Alpi Giulie, IT3321002), Severno predalpsko hribovje Julijcev (Prealpi Giulie Settentrionali, IT3320012), Kraška območja Julijske krajine (Aree carsiche della Venezia Giulia, IT3341002) in Tržaški ter Goriški kras (Carso triestino e goriziano, IT3340006). Na slovenski strani so bile monitoring lokacije umeščene znotraj več območij Natura 2000 Julijskih Alp in kraške regije, vključno z Julijske Alpe (SI3000253), Kras (SI3000276), Slavinski Ravniki (SI3000197), Javorniki-Snežnik (SI3000231) in Zabiče (SI3000222).



Slika 2. Območje monitoringa v okviru projekta E-NAT2CARE v Julijskih Alpah in na Krasu, ki prikazuje lokacije feromonskih pasti (rumeni krogi), uporabljenih za spremljanje znotraj in v bližini območij Natura 2000 v Sloveniji in Italiji. Območja Natura 2000 so prikazana svetlo zeleno, državna meja pa rdeče.

Glavni tipi gozdnih habitatov, vključeni v monitoring (Slika 3), so bili alpski in subalpski bukovi gozdovi (*Fagus sylvatica*) Julijskih Alp ter termofilni gozdovi kraške regije, kjer prevladujejo vrste rodu *Quercus*, lokalno pomešane z gabrovci (*Carpinus spp.* in *Ostrya carpinifolia*) ali borom (*Pinus spp.*). Ti gozdni tipi predstavljajo pomembne habitate za saproksilne hrošče, ki so običajno vezani na stare listnate gozdove in dovolj odmrle lesne biomase.



Slika 3. Primeri gozdnih habitatov, vključenih v monitoring: gorski bukovi gozdovi Julijskih Alp (levo) in nižinski hrastovi gozdovi kraške regije (foto: A. Žunič Kosi).

3.2. Obdobje vzorčenja

Monitoring je bil izveden v dveh terenskih sezonah, v letih 2024 in 2025. Pasti so bile postavljene na monitoring lokacijah v začetku julija in so ostale aktivne do konca julija ali začetka avgusta, kar ustreza času največje aktivnosti ciljnih vrst hroščev. Pregledi pasti so bili izvajani redno med obdobjem vzorčenja. Pogostost pregledov se je med območji nekoliko razlikovala zaradi logističnih omejitev, pri čemer so bile pasti v Sloveniji pregledane približno enkrat tedensko, v Italiji pa vsak tretji dan.

3.3 Vzorčenje z uporabo feromonskih pasti

Glavna metoda vzorčenja je bila uporaba visečih feromonskih pasti za popis ciljnih vrst saproksilnih vrst hroščev. Zasnova vzorčenja je sledila integriranemu čezmejnemu monitoring protokolu, razvitemu v okviru projekta E-NAT2CARE (D1.1.1.), ki predlaga uporabo prestreznih pasti z vabami na osnovi feromonov za spremljanje alpskega kozlička in puščavnika.

Zasnova vzorčenja se je razlikovala med leti monitoringa. Leta 2024 so bile na vsaki monitoring lokaciji nameščene tri pasti (kontrolna past, feromonska past za puščavnika in feromonska past za alpskega kozlička). Pasti so bile postavljene približno 20 m narazen, da se zmanjša morebitno medsebojno vplivanje feromonskih vab. Leta 2025 je bila zasnova spremenjena za testiranje pristopa večferomonskega vzorčenja. Namesto ločenih vrstno specifičnih pasti je bila na vsaki lokaciji nameščena ena past z vabami za obe vrsti. Ta pristop je omogočil sočasno spremljanje obeh ciljnih saproksilnih vrst in je bil testiran kot potencialna izboljšava za obsežen monitoring.

Tabela 1. Pregled zasnove vzorčenja s feromonskimi pastmi in tipov vab za popis vrst v okviru projekta E-NAT2CARE (2024–2025) na območju Julijskih Alp in Krasa v Sloveniji in Italiji.

Leto	Država	Regija	Št. območij	Št. pasti/obmo čje	Skupno št. pasti	Tip vabe*
2024	Slovenija	Kras	13	3	39	OE, RA, kontrola
2024	Italija	Krast	13	3	39	OE, RA, kontrola
2024	Italija	Julijske Alpe	10	3	30	kontrola
2025	Slovenija	Kras	14	1	14	OE + RA
2025	Slovenija	Julijske Alpe	13	1	13	OE + RA
2025	Italija	Kras	10	1	10	samo OE
2025	Italija	Julijske Alpe	10	1	10	OE + RA

*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*).

Črne križne prestrezne viseče pasti za leteče žuželke so bile uporabljene in prevlečene s sredstvom Fluon® za povečanje učinkovitosti ulova (Graham s sod., 2010). Vsaka past je bila opremljena s plastičnim zbiralnim lončkom za žuželke. Za obe ciljni vrsti so bili uporabljeni vrstno specifični feromoni (tj. spojina piron za alpskega kozlička 25 mg/vabo ter (R)-(+)- γ -dekalakton za puščavnika 500 mg/vabo). Feromonski nosilci so bili sestavljeni iz vrečk iz polietilena nizke gostote z zapiralnim robom (2 x 3 inch, debelina 2 mil), pri čemer je vsaka vsebovala en celulozni zobni tampon.

3.4 Laboratorijsko preverjanje kombinacij različnih feromonov

Za oceno morebitnih interakcij med komponentami feromonov, uporabljenih v večferomonskih pasteh, so bili vedenjski odzivi hroščev testirani z uporabo steklenega Y-olfaktometra (Robertson s sod., 2013). Poskusi so bili zasnovani za podporo uporabi večferomonskih pastí za sočasno spremljanje obeh vrst.

Y-cev je bila sestavljena iz osnovne veje, povezane z dvema izbirnima vejama, ki vodita do ločenih komor s stimulusom. Čist zrak je bil črpan skozi sistem s konstantnim pretokom (približno 800 mL/min), pri čemer je prenašal vonjalne dražljaje iz komor skozi veje olfaktometra.



Slika 4. Stekljeni Y-olfaktometer, uporabljen za preučevanje vedenjskih odzivov hroščev na posamezne feromone in njihovo kombinacijo.

V poskusih so bili hrošči izpostavljeni sintetičnim feromonskim dražljajem, nanesenim na majhne koščke filtrirnega papirja

3.5 Podatki občanske znanosti

Poleg terenskih popisov so bili uporabljeni tudi podatki o pojavljanju iz platform občanske znanosti za dopolnitev nabora podatkov monitoringa. Opazovanja ciljnih vrst so bila pridobljena s platforme iNaturalist, ki uporabnikom omogoča beleženje in deljenje opazovanj vrst skupaj s fotografskimi dokazi in geografskimi koordinatami. Upoštevana so bila le opazovanja obeh ciljnih vrst, alpski kozliček in puščavnik zabeležena leta 2024 na čezmejnem projektnem območju. Te najdbe smo primerjali s podatki iz popisa s feromonskimi pastmi, ki je potekal v istem letu.»

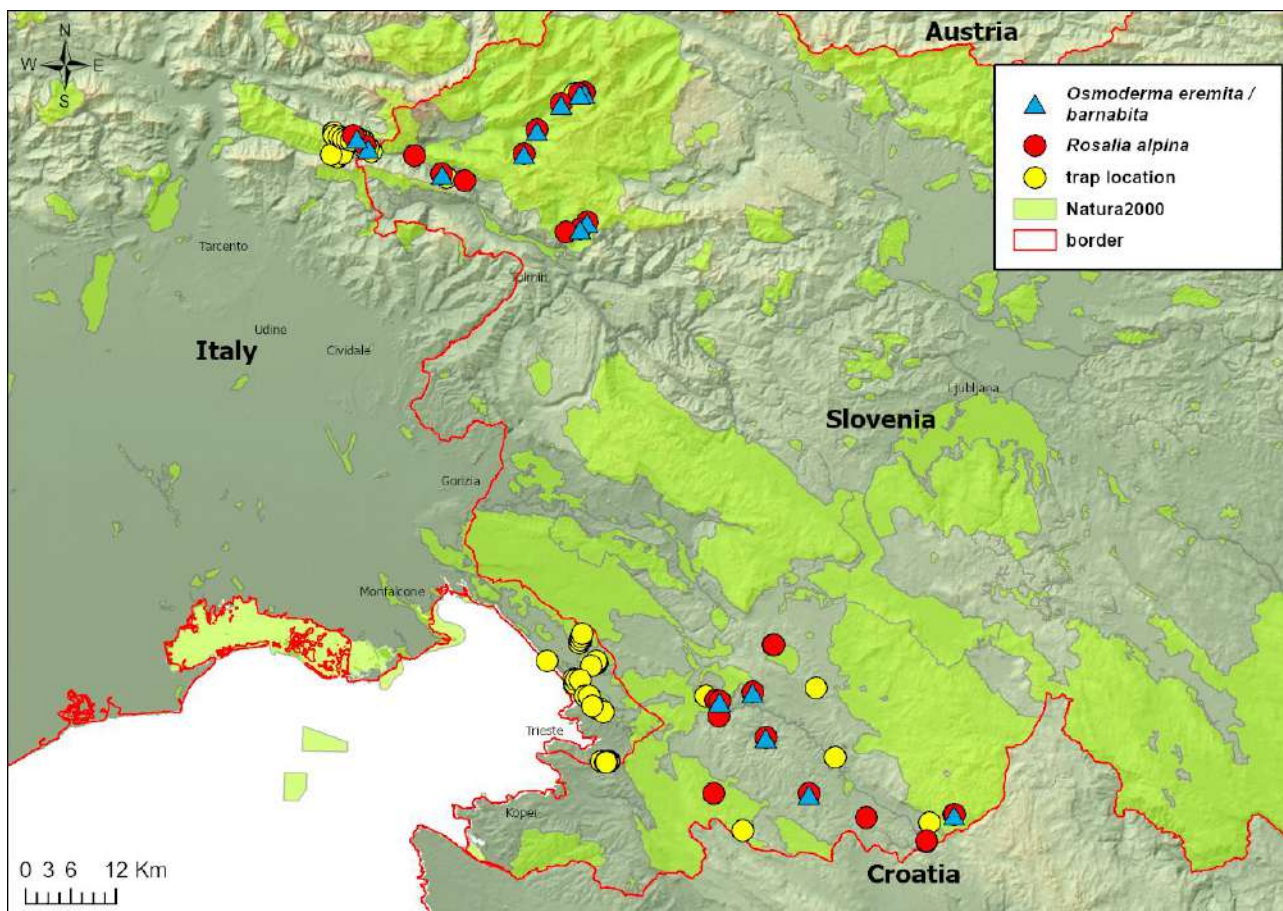
4 REZULTATI MONITORINGA IN VARSTVENIH UKREPOV

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 devet 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.

Tabela 2. Pregled rezultatov monitoringa za ciljne saproksilne hrošče, zabeleženih med monitoringom E-NAT2CARE v Julijskih Alpah in kraški regiji (2024–2025).

Vrsta	Število osebkov	Število lokacij monitoringa z najdbo	Pogostost (%)	Regija
Alpski kozliček (<i>Rosalia alpina</i>)	58	23	46	Julijske Alpe, Kras
Puščavnik (<i>Osmoderma eremita/barnabita</i>)	28	15	30	Julijske Alpe



Slika 5. Lokacije popisa s feromonskimi pastmi v okviru projekta E-NAT2CARE v Julijskih Alpah in na Krasu (2024–2025). Simboli označujejo najdbe ciljnih saproksilnih hroščev: rdeči krogi predstavljajo lokacije, kjer je bila potrjena najdba alpskega kozlička (*Rosalia alpina*), modri trikotniki predstavljajo lokacije, kjer je bila potrjena najdba puščavnika (*Osmoderma eremita/barnabita*), rumeni krogi pa označujejo lokacije popisa, kjer nobena od vrst ni bila potrjena.

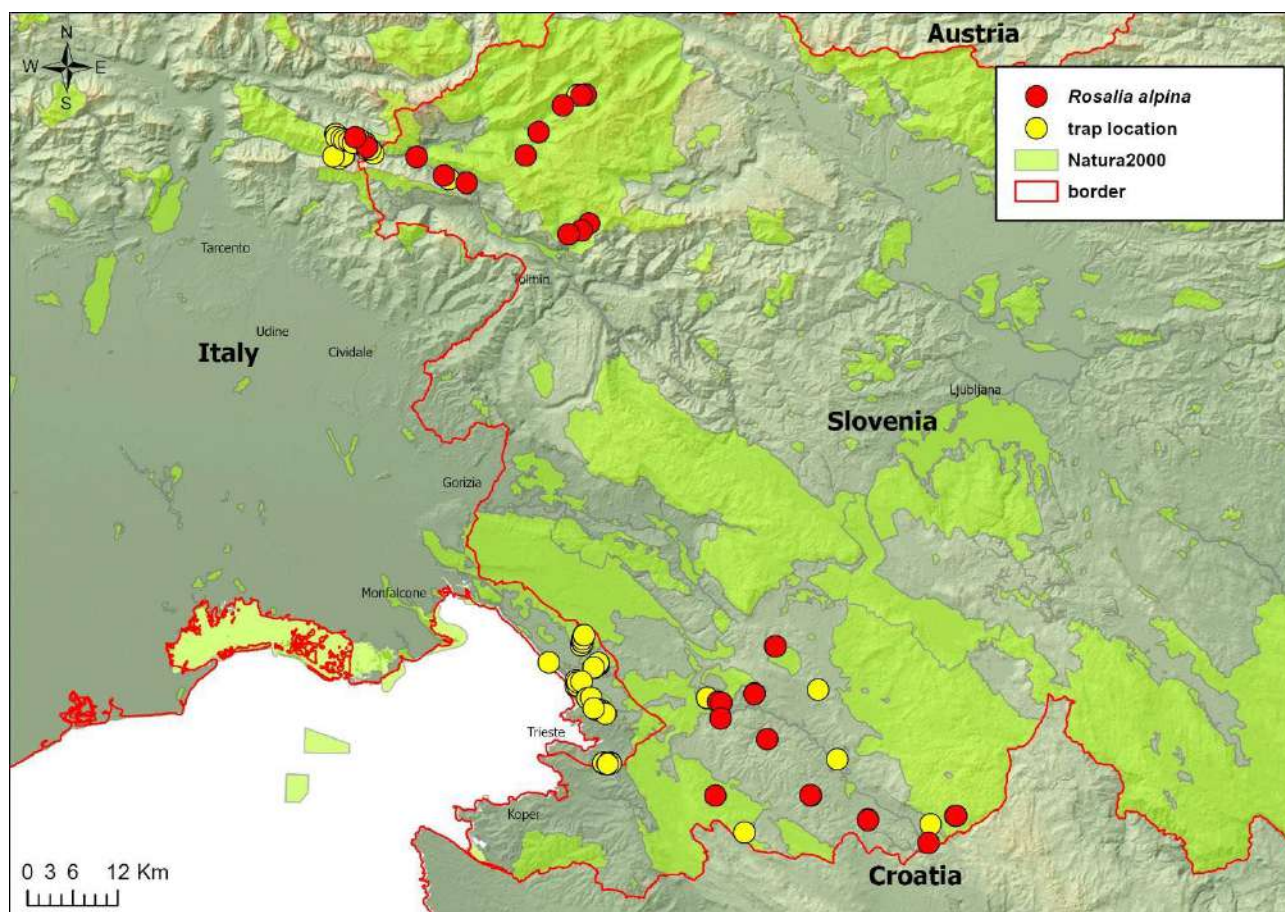
4.2 Pojavljanje vrste alpski kozliček (*Rosalia alpina*)

Z vzorčenjem s feromonskimi pastmi smo potrdili prisotnost alpskega kozlička na številnih lokacijah popisa na celotnem raziskovalnem območju v obeh letih izvedbe monitoringa. Vrsta je bila zaznana v gozdnih habitatih obeh spremljanih regij, vključno z bukovimi gozdovi Julijskih Alp in hrastovimi gozdovi na območju Krasa, kar nakazuje razmeroma široko razširjenost znotraj spremljanega čezmejnega območja (Tabela 3, Slika 6). V kraški regiji so bile najdbe omejene na lokacije na slovenski strani raziskovalnega območja, medtem ko na območju italijanske strani Krasa alpskega kozlička nismo potrdili.

Leta 2024 je bil monitoring izveden z vrstno specifičnimi feromonskimi pastmi za alpskega kozlička, medtem ko so bile leta 2025 uporabljene pasti z združeno feromonsko vabo, ki je vključevala feromone obeh vrst, alpskega kozlička in puščavnika.

Najdbe v letu 2024 so bile potrjene z uporabo vrstno specifične feromonske vabe, dodatni podatki pa so bili pridobljeni še z uporabo združene feromonske vabe v letu 2025 (Tabela 3). Na številnih lokacijah, kjer je bil izveden monitoring v obeh letih, je bil alpski kozliček potrjen tudi z uporabo obeh tipov vab. Poleg tega je bila na nekaterih lokacijah vrsta potrjena šele v drugem letu monitoringa, ko so bile uporabljene pasti z združeno feromonsko vabo za alpskega kozlička in puščavnika. Ta opažanja nakazujejo, da lahko pristop večferomonskih vab uspešno zaznava obe vrsti.

Število zabeleženih osebkov na posamezno lokacijo je bilo na splošno nizko, običajno od enega do nekaj osebkov na obdobje vzorčenja, kar je skladno s pričakovanji za monitoring s feromonskimi pastmi za to vrsto (npr. Žunič Kosi s sod., 2017). Ker se je napor vzorčenja med lokacijami in leti nekoliko razlikoval, število ulovov med lokacijami ni bilo neposredno primerljivo.



Slika 6. Lokacije vzorčenja z visečimi feromonskimi pastmi v okviru E-NAT2CARE v Julijskih Alpah in na Krasu (2024–2025). Rumeni krogi so lokacije feromonskih pasti, rdeči krogi pa označujejo mesta, kjer je bila potrjena najdba alpskega kozlička (*Rosalia alpina*).

Tabela 3. Lokacije najdb alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) v sklopu monitoringom s feromonskimi pastmi v okviru projekta E-NAT2CARE (2024–2025). Tabela vključuje le lokacije, kjer je bila vrsta potrjena vsaj v enem letu vzorčenja.

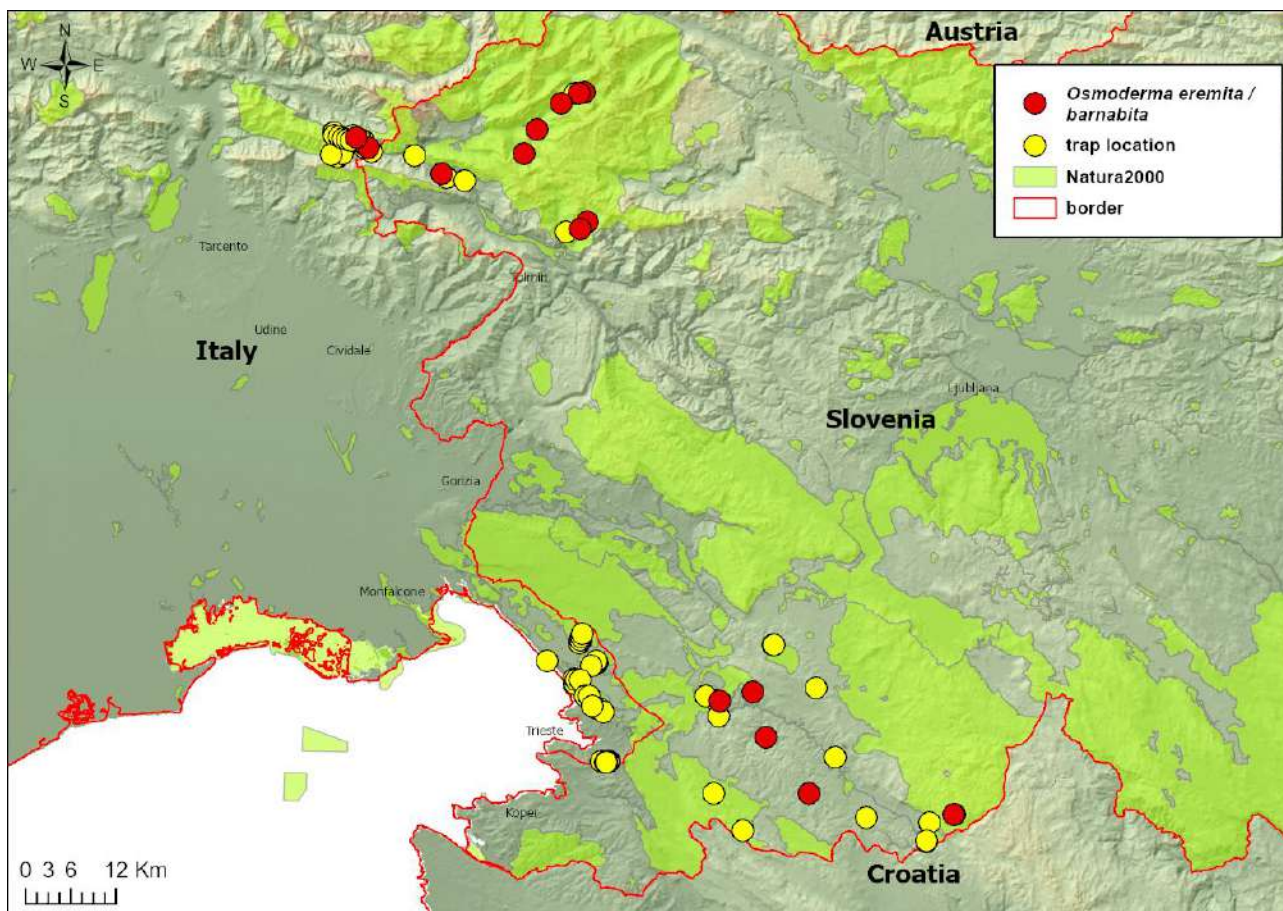
Država	Lokacija	Regija	2024 (RA*)	2025 (OE + RA*)
Slovenija	Črmelaške doline	Kras	✓	–
Slovenija	Žaknovec	Kras	✓	–
Slovenija	Kukulj	Kras	✓	✓
Slovenija	Dolenjski potok	Kras	✓	–
Slovenija	Dolinke	Kras	✓	✓
Slovenija	Kozjane	Kras	✓	–
Slovenija	Gornje Ležeče	Kras	✓	–
Slovenija	Podgrad pri Vremah	Kras	✓	✓
Slovenija	Grad Školj 1	K Kras	✓	–
Slovenija	Grad Školj 2	Kras	✓	✓
Slovenija	Skadanščina	Kras	–	✓
Slovenija	Zadnjica 1	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Zadnjica 2	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Soča	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Mala korita	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Lepena	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Srpenica 1	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Trnovo ob Soči	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Tolminske ravne 1	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Tolminske ravne 2	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Čadrg	Julijske Alpe	NA	✓
Italija	UCCEA3	Julijske Alpe	✓	–
Italija	UCCEA6	Julijske Alpe	–	✓

*RA – feromonska past, namenjena vrsti *Rosalia alpina*; OE + RA – večferomonska past, opremljena s feromoni za obe vrsti (*O. eremita/barnabita* in *R. alpina*).

✓ označuje zaznavo *R. alpina* na lokaciji lovljenja v posameznem letu; – označuje, da *R. alpina* na lokaciji lovljenja v posameznem letu ni bila zaznana; NA – na tej lokaciji v danem letu lovljenje ni bilo izvedeno.

4.3 Pojavljanje vrste puščavnik (*Osmoderma eremita/barnabita*)

Z vzorčenjem s feromonskimi pastmi smo potrdili puščavnika na številnih lokacijah po raziskovalnem območju v obeh letih monitoringa (Slika 7). Vrsta je bila potrjena v gozdnih habitatih obeh spremljanih regij, vključno z Julijskimi Alpami in Krasom (Tabela 4). Puščavnik je bil zabeležen na dveh lokacijah, kjer alpski kozliček ni bil ugotovljen, in sicer Žaknovec na Krasu (Slovenija) ter lokacija UCCEA v Julijskih Alpah (Italija). Podobno kot pri alpskem kozličku tudi puščavnik ni bil potrjen na italijanski strani Krasa.



Slika 7. Lokacije vzorčenja z visečimi feromonskimi pastmi v okviru E-NAT2CARE v Julijskih Alpah in na Krasu (2024–2025). Rumeni krogi so lokacije feromonskih pasti, rdeči krogi pa označujejo mesta, kjer je bila zabeležen puščavnik (*Osmoderma eremita/barnabita*).

Leta 2024 je bil monitoring izveden z vrstno specifičnimi feromonskimi pastmi za puščavnika, medtem ko so bile leta 2025 uporabljene pasti z feromonsko vabo za obe vrsti. Puščavnik je bila potrjen z obema tipoma vab (Tabela 4).

Število zabeleženih osebkov na posamezno lokacijo je bilo na splošno nizko. Ta vzorec je skladen s prejšnjimi študijami monitoringa vrst rodu *Osmoderma* z uporabo feromonskih pasti, kjer je običajno ujetih le majhno število osebkov na lokacijo kljub prisotnosti vrste (Larsson s sod., 2003; Vrezec s sod., 2025). Ker se je v napor vzorčenja razlikoval med lokacijami in leti, število osebkov ni bilo neposredno primerjano med lokacijami. Namesto tega so rezultati predstavljeni kot najdbe vrste na lokacijah v obdobju monitoringa (Tabela 4).

Tabela 4. Najdbe puščavnika (*Osmoderma eremita/barnabita*) na izbranih lokacijah v sklopu monitoringom s feromonskimi pastmi v okviru projekta E-NAT2CARE (2024–2025). Tabela vključuje le lokacije, kjer je bila vrsta potrjena vsaj v enem letu vzorčenja.

Država	Lokacija	Regija	2024 (OE*)	2025 (OE + RA*)
Slovenija	Žaknovec	Kras	✓	–
Slovenija	Kozjane	Kras	✓	–
Slovenija	Gornje Ležeče	Kras	–	✓
Slovenija	Dolinke	Kras	–	✓
Slovenija	Grad Školj 2	Kras	–	✓
Slovenija	Zadnjica 1	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Zadnjica 2	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Soča	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Mala korita	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Lepena	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Srpenica 1	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Tolminske ravne 1	Julijske Alpe	NA	✓
Slovenija	Tolminske ravne 2	Julijske Alpe	NA	✓
Italija	UCCEA2	Julijske Alpe	✓	–
Italija	UCCEA5	Julijske Alpe	–	✓

*RA – feromonska past, namenjena vrsti *Rosalina alpina*; OE + RA – večferomonska past, opremljena s feromoni za obe vrsti (*O. eremita/barnabita* in *R. alpina*).

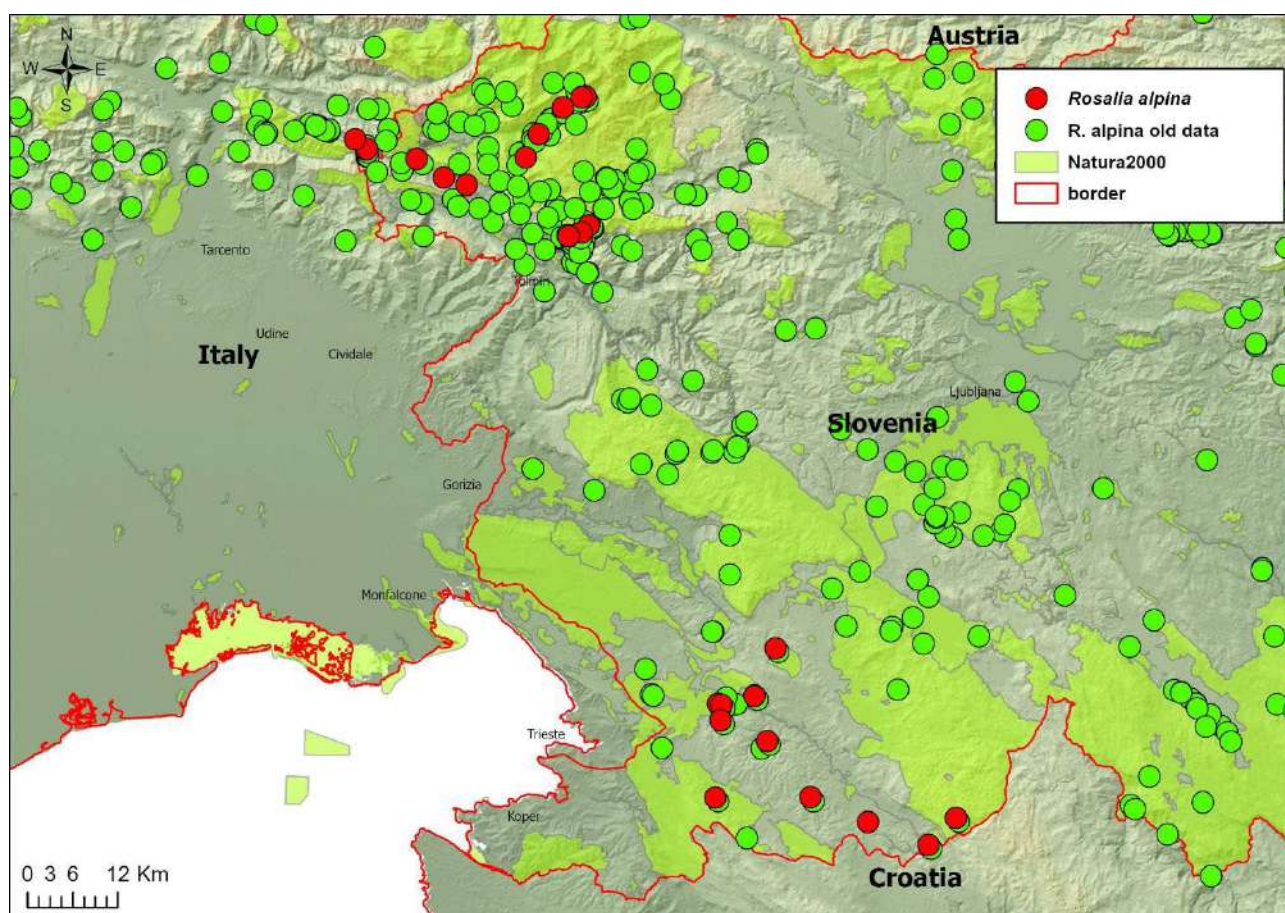
✓ označuje zaznavo *R. alpina* na lokaciji lovljenja v posameznem letu; – označuje, da *R. alpina* na lokaciji lovljenja v posameznem letu ni bila zaznana; NA – lovljenje na tej lokaciji v danem letu ni bilo izvedeno.

4.4 Prispevek monitoringa E-NAT2CARE k poznavanju razširjenosti vrst

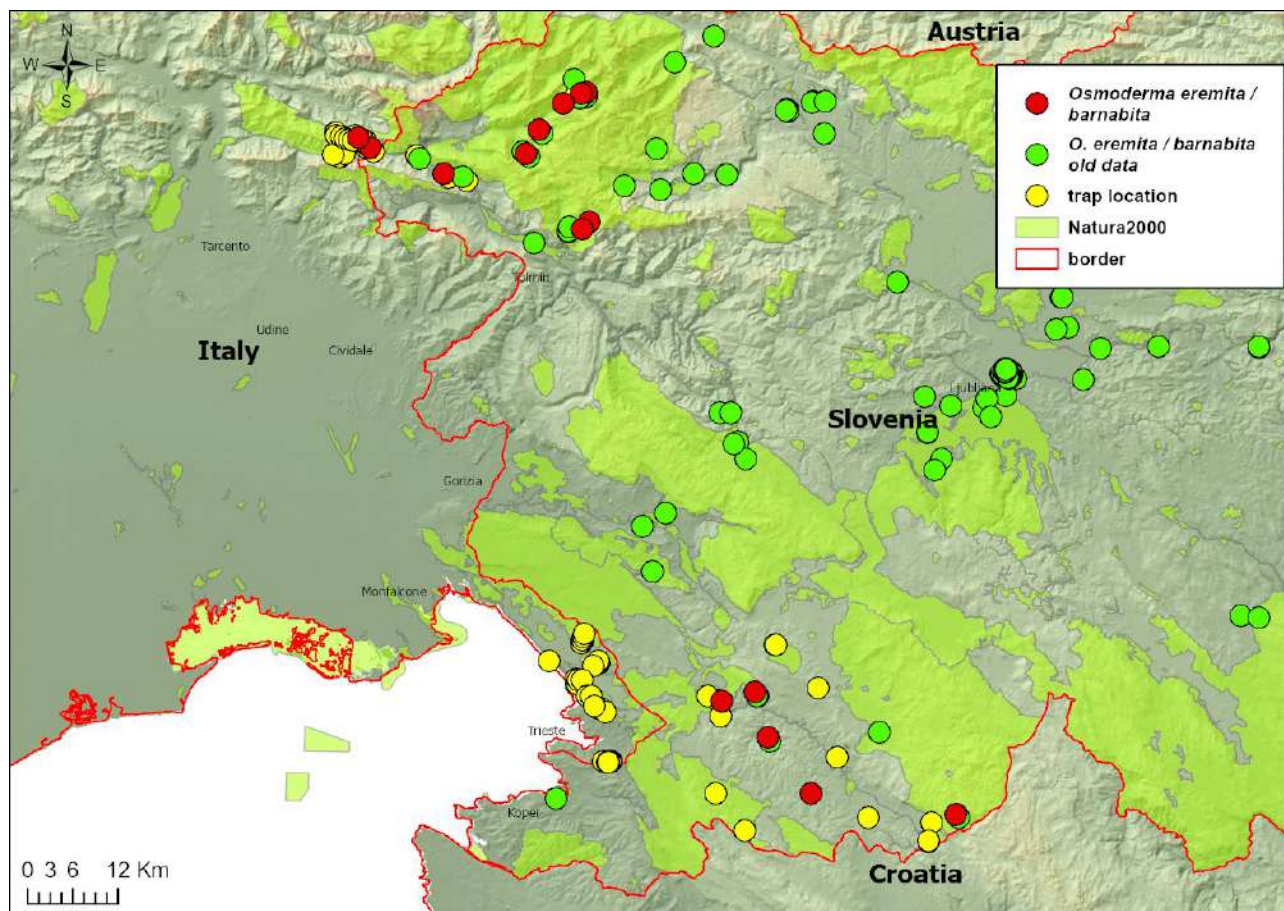
Monitoring, izveden v okviru projekta E-NAT2CARE, je zagotovil dodatne podatke o pojavljanju ciljnih saproksilnih hroščev, alpskega kozlička in puščavnika, na čezmejnem območju Julijskih Alp in Krasa. Rezultati monitoringa smo primerjali s predhodno razpoložljivimi podatki o razširjenosti vrst, zbranimi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

Predhodno razpoložljivi podatki vključujejo zgodovinska in novejša opazovanja, zbrana v nacionalnih programih monitoringa, raziskovalnih projektov ter drugih virov, vključno z bazami podatkov o biotski raznovrstnosti in platformami občanske znanosti (npr. iNaturalist in GBIF). Ti podatki pokrivajo daljše časovno obdobje in predstavljajo vse razpoložljive podatke pred začetkom monitoringa E-NAT2CARE. V okviru projekta so bili dodatni novejši podatki pridobljeni s ciljnim terenskimi raziskavami z uporabo feromonskih pasti. Za alpskega kozlička je monitoring potrdil prisotnost vrste na številnih lokacijah v Julijskih Alpah in na Krasu. Ker je bilo za to vrsto že na voljo veliko podatkov, je monitoring predvsem potrdil njeno nadaljnjo prisotnost na znanih lokacijah. Za puščavnika je monitoring potrdil prisotnost na več znanih

lokacijah ter zagotovil novejšo najdbo za območju Ucea v Julijskih Predalпах (Furlanija-Julijska krajina), kjer so bili podatki prej redki in večinoma starejši.



Slika 8. Razširjenost alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) na čezmejnem območju Slovenije in Italije glede na prej znane podatke (zeleni krogci) ter podatkov, ki so bili pridobljeni v sklopu projekta E-NAT2CARE (2024, 2025) (rdeči krogci).



Slika 9. Razširjenost puščavnika (*Osmoderma eremita/barnabita*) na čezmejnem območju Slovenije in Italije glede na prej znane podatke (zeleni krogci) ter podatkov, ki so bili pridobljeni v sklopu projekta E-NAT2CARE (2024, 2025) (rdeči krogci).

4.5 Eksperimentalna podpora večferomonskemu pristopu

Vedenjski odzivi hroščev v poskusih z Y-olfaktometrom so pokazali, da so osebk alpskega kozlička statistično značilno izbirali večferomonski stimulus v primerjavi s kontrolnim (Tabela 5). Nasprotno pa pri osebk puščavnika ni pokazala statistično značilne preference, čeprav je večina osebkov izbrala večferomonski stimulus. Pri primerjavi med vrstno specifičnim feromonom in večferomonsko mešanico pri nobeni vrsti ni bila zaznana statistično značilna razlika.

Tabela 5. Odzivi alpskega kozlička (*Rosalia alpina*) in puščavnika (*Osmoderma eremita/barnabita*) v poskusih z dvojno izbiro v Y-olfaktometru. Vrednosti predstavljajo število in odstotek posameznikov, ki so izbrali posamezen vonjni dražljaj, predstavljen v dveh krakih olfaktometra. V analizo so bili vključeni le posamezniki, ki so reagirali. Razlike v preferencah med dražljaji so bile ocenjene z natančnim binomnim testom, ob predpostavki pričakovane razdelitve izbire 1:1 med obema krakoma.

Vrsta	Primerjava	Dražljaj A*	Dražljaj B*	Število reagirajočih (n)	p-vrednost (natančni binomni test)
<i>Rosalia alpina</i>	Večferomonska mešanica vs Kontrola	14 (77.8%)	4 (22.2%)	18	0.0309
	<i>Osmoderma eremita/barnabita</i> Večferomonska mešanica vs Control	8 (80.0%)	2 (20.0%)	10	0.1094
<i>Rosalia alpina</i>	Vrstno specifična vs Večferomonska mešanica	9 (56.3%)	7 (43.7%)	16	0.8046
	<i>Osmoderma eremita/barnabita</i> Vrstno specifična vs Večferomonska mešanica	6 (54.5%)	5 (45.5%)	11	1.000

* Dražljaja A in B predstavljata dva dražljaja vonja, preizkušana v vsaki primerjavi

4.6 Opazovanja občanske znanosti

Opazovanja s platforme iNaturalist so bila pregledana za dopolnitev nabora podatkov monitoringa. Leta 2024 je bilo zabeleženih 18 opazovanj alpskega kozlička in eno opazovanje puščavnika znotraj širšega območja monitoringa. Zaradi varstvenega statusa vrst natančne geografske koordinate niso javno dostopne. Večina opazovanj izvira iz Julijskih Alp, kar dopolnjuje podatke terenskih popisov.

4.7 Prilov (bycatch)

Zabeleženi prilov ne-ciljnih vrst je večinoma vključeval saproksilne hrošče, povezane s habitatom odmrle lesne biomase. Med njimi so bili predstavniki družin Cerambycidae (npr. *Arhopalus rusticus*, *Xylotrechus arvicola*, *Prionus coriarius*), Cleridae, Elateridae, Scarabidae (*Cetonia aurata*) ter drugih družin.

4.8 Demonstracijski pilotni ukrep – vzpostavitev Rosaliuma

Poleg spremljevalnih aktivnosti je bila v Regijskem parku Škocjanske jame nameščena demonstracijska habitatna struktura za saproksilne hrošče ("Rosalium") (45.66525, 13.98889) (Slika 10). Rosalium sestavlja skladovnica sveže posekanih bukovih hlodov, razporejenih v piramidno strukturo, zasnovano za povečanje razpoložljivosti odmrle lesne biomase v gozdnih habitatih. Takšne strukture lahko zagotavljajo primeren razmnoževalni substrat za saproksilne hrošče, zlasti vrste, povezane s sveže odmrlo listno biomaso, kot je alpski kozliček. Namestitev Rosaliuma je sledila pristopu, preizkušenemu v prejšnjem Interreg projektu NAT2CARE. Rosalium ima tudi izobraževalni namen. Postavljen je ob pogosto obiskani poti in je opremljen z informacijskimi tablam, ki pojasnjuje ekološki pomen odmrle lesne biomase in saproksilnih žuželk ter predstavlja alpskega kozlička kot indikatorsko vrsto dobro ohranjenih gozdnih habitatov.



Slika 10. Demonstracijska habitatna struktura ("Rosalium"), nameščena ob učni poti v Regijskem parku Škocjanske jame (Slovenija). Struktura je sestavljena iz zloženih bukovih hlodov, zasnovanih za povečanje razpoložljivosti odmrle lesne biomase za saproksilne hrošče, kot je alpski kozliček (*Rosalia alpina*). Lokacijo spremljajo informacijske tabele, ki pojasnjuje ekološko vlogo odmrle lesne biomase in saproksilnih žuželk ter služi kot izobraževalna točka za obiskovalce.

5 SMERNICE ZA NADALJNI MONITORING IN OHRANJANJE VRST

5.1 Prispevek/pomen k poznavanju razširjenosti vrst

Rezultati monitoringa ciljnih vrst hroščev, ki je bil izveden v okviru Interreg projekta Italija-Slovenija E-NAT2CARE, je zagotovil dodatne informacije o razširjenosti saproksilnih vrst hroščev, alpski kozliček in puščavnik, na čezmejnem območju Julijskih Alp in Krasa. Z uporabo feromonskih pasti je bila prisotnost obeh vrst potrjena na številnih lokacijah monitoringa, ki so znotraj območij Natura 2000 in biosfernih območij.

Pred projektom je bila razširjenost teh vrst v delih čezmejnega območja slabo in neenakomerno raziskana. Medtem ko je bilo za alpskega kozlička na voljo razmeroma veliko podatkov, so bili podatki za puščavnika bolj omejeni in pogosto temeljijo na starejših opazovanjih. Rezultati monitoringa v okviru E-NAT2CARE so prispevali nove podatke in potrdili prisotnost obeh vrst na več že znanih lokacijah. Pomemben rezultat monitoringa je bila potrditev puščavnika na lokaciji Ucea v Julijskih Predalpah (Furlanija-Julijska krajina), kjer so bili podatki prej skopi. Hkrati pa kljub intenzivnemu vzorčenju na kraškem območju Trsta vrsta v obdobju monitoringa tam ni bila potrjena. Monitoring je prav tako potrdil alpskega kozlička v različnih gozdnih habitatih znotraj raziskovanega območja, vključno z bukovimi gozdovi Julijskih Alp in hrastovimi gozdovi na območju Krasa. Vendar pa na italijanski strani območja Krasa alpski kozlički niso bili potrjeni. Drugi pomemben rezultat projekta je vzpostavitev skupne čezmejne baze podatkov o pojavljanju obeh vrst. S koordinacijo terenskih raziskav in izmenjavo podatkov med projektnimi partnerji iz Slovenije in Italije je projekt izboljšal celotno sliko njihove razširjenosti v regiji.

5.2 Prispevek/pomen k načrtovanju monitoringa

Projekt je zagotovil pomembne izkušnje za uporabo feromonskih pasti za monitoring saproksilnih hroščev. Feromonske pasti so se izkazale kot učinkovita metoda za ugotavljanje obeh ciljnih vrst v gozdnih habitatih, kjer so tradicionalne metode popisovanja pogosto otežene, saj so ti hrošči razmeroma redki in jih je težje opaziti. Del monitoringa je bil izveden na lokacijah, kjer so bile vrste že predhodno zabeležene, kar je omogočilo testiranje uporabe feromonskih pasti v naravnih razmerah. Obe vrsti sta bili uspešno potrjeni z uporabo vrstno specifičnih feromonskih vab. Poleg tega je projekt preučil možnost poenostavitve monitoringa z uporabo kombinirane večferomonske vabe. Terenski rezultati skupaj z vedenjskimi eksperimenti z uporabo Y-olfaktometra kažejo, da je mogoče tako alpskega kozlička kot tudi puščavnika zaznati s kombinacijo feromonov obeh vrst. To nakazuje, da bi večferomonske pasti lahko predstavljale praktičen pristop za hkratno spremljanje več saproksilnih vrst hroščev, kar bi lahko zmanjšalo število potrebnih pasti na terenu. Poleg ciljnih vrst so pasti občasno zajele tudi druge saproksilne hrošče kot prilov, kar kaže, da metoda lahko zagotavlja dodatne informacije o združbi saproksilnih hroščev v obravnavanih habitatih. Pomembna komponenta projekta je bila tudi izmenjava znanja o monitoringu med slovenskimi in italijanskimi partnerji. S skupnimi terenskimi aktivnostmi, uporabo skupnih protokolov spremljanja, razvitih v okviru projekta

(D.1.1.1), ter usklajenim zbiranjem podatkov so partnerji razvili bolj usklajen pristop k spremljanju saproksilnih hroščev v čezmejni regiji. Hkrati pa je projekt izpostavil razlike v praksah spremljanja med državama, ki lahko vplivajo na razpoložljivost in primerljivost podatkov o razširjenosti.

5.3 Prispevek/pomen za upravljanje gozdnih habitatov in ohranjanje

Obe ciljni vrsti sta močno povezani z gozdnimi habitatmi s starimi drevesa, drevesi z dupli, zadostne količino odmrle lesne biomase. Njuna prisotnost zato kaže na gozdove z relativno visoko stopnjo strukturne kompleksnosti in ekološke kontinuitete. Izboljšano poznavanje razširjenosti obeh vrst lahko prispeva k načrtovanje varstva narave in upravljanju habitatov v zavarovanih območjih in območjih Natura 2000. Zlasti sta ohranjanje odmrle lesne biomase in varovanje starih dreves ali dreves z dupli, ki sta ključna ukrepa za podporo saproksilni biodiverziteti. Metode monitoringa, preizkušene v okviru projekta, lahko prav tako prispevajo k izboljšanju dolgoročnega spremljanja obeh vrst. Zanesljiva orodja za spremljanje omogočajo lažje vrednotenje populacijskih trendov in oceno učinkovitosti varstvenih ukrepov, izvedenih v gozdnih habitatih. Poleg monitoringa je projekt vključeval tudi manjši ukrep izboljšanja habitata z namestitvijo strukture Rosalium v Regijskem parku Škocjanske jame. Takšne strukture lahko lokalno povečajo razpoložljivost odmrle lesne biomase in hkrati služijo kot izobraževalno orodje za ozaveščanje o pomenu odmrle lesne biomase za saproksilno biodiverzitetu.

Bibliografia/Reference:

Brunet, J., Fritz, Ö., & Richnau, G. (2010). Biodiversity in European beech forests – a review with recommendations for sustainable forest management. *Ecological Bulletins*, 53, 77–94.

Cálix, M., Alexander, K. N. A., Nieto, A., Dodelin, B., Soldati, F., Telnov, D., Vazquez-Albalade, X., Aleksandrowicz, O., Audisio, P., Istrate, P., Jansson, N., Legakis, A., Liberto, A., Makris, C., Merkl, O., Mugerwa Pettersson, R., Schlaghamerský, J., Bologna, M. A., Brustel, H., ... Cuttelod, A. (2018). *European Red List of Saproxylic Beetles*. IUCN.

Carpaneto, G. M., Baviera, C., Biscaccianti, A. B., Brandmayr, P., Mazzei, A., Mason, F., Battistoni, A., Teofili, C., Rondinini, C., Fattorini, S. and Audisio, P. (2015) "A Red List of Italian Saproxylic Beetles: taxonomic overview, ecological features and conservation issues (Coleoptera)", *Fragmenta entomologica*, 47: 53–126.

Eckelt, A., Müller, J., Müller, J., Bense, U., Brustel, H., Bußler, H., Chittaro, Y., Cizek, L., Frei, A., Holzer, E., Kadej, M., Kahlen, M., Köhler, F., Möller, G., Mühle, H., Sanchez, A., Schaffrath, U., Schmidl, J., Smolis, A., ... Seibold, S. (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.

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.

Lachat, T., Wermelinger, B., Gossner, M. M., Bussler, H., Isacson, G., & Müller, J. (2012). Saproxylic beetles as indicator species for dead-wood amount and temperature in European beech forests. *Ecological Indicators*, 23, 323–331.

Lindenmayer, D.B., Laurance, W.F., Franklin, J.F., Likens, G.E., Banks, S.C., Blanchard, W., Gibbons, P., Ikin, K., Blair, D., McBurney, L., Manning, A.D. and Stein, J.A.R. (2014), New Policies for Old Trees: Averting a Global Crisis in a Keystone Ecological Structure. *Conservation Letters*, 7: 61–69.

Micó, E., Brustel, H., & Galante, E. (2018)..

Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Börger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseini, T., ... Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520, 45–50.

Nieto, A., & Alexander, K. N. A. (2010). *European Red List of Saproxylic Beetles*. Publications Office of the European Union.

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* 11, 423–436.

Roberts, J.M., Clunie, B.J., Leather, S.R., Harris, W.E. and Pope, T.W. 2023. Scents and sensibility: Best practice in insect olfactometer bioassays. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 171:808–820

Sabatini, F. M., Burrascano, S., Keeton, W. S., Levers, C., Lindner, M., Pötzschner, F., Verkerk, P. J., Bauhus, J., Buchwald, E., Chaskovsky, O., Debaive, N., Horváth, F., Garbarino, M., Grigoriadis, N., Lombardi, F., Duarte, I. M., Meyer, P., Midteng, R., Mikac, S., Mikoláš, M., Motta, R., Mozgeris, G., Nunes, L., Panayotov, M., Ódor, P., Ruete, A., Simovski, B., Stillhard, J., Svoboda, M., Szwagrzyk, J., Tikkanen, O.-P., Volosyanchuk, R., Vrska, T., Zlatanov, T., & Kuemmerle, T. (2018). Where are Europe's last primary forests? *Diversity and Distributions*, 24, 1426–1439.

Schmitt, C. B., Burgess, N. D., Coad, L., Belokurov, A., Besançon, C., Boisrobert, L., Campbell, A., Fish, L., Gliddon, D., Humphries, K., Kapos, V., Loucks, C., Lysenko, I., Miles, L., Mills, C., Minnemeyer, S., Pistorius, T., Ravilious, C., Steininger, M., & Winkel, G. (2009). Global analysis of the protection status of the world's forests. *Biological Conservation*, 142, 2122–2130.

Stokland, J. N., Siitonen, J., & Jonsson, B. G. (2012). *Biodiversity in Dead Wood*. Cambridge University Press.

VREZEC, A., Š. AMBROŽIČ, A. KAPLA (2012) An overview of sampling methods test for monitoring schemes of saproxylic beetles in the scope of Natura 2000 in Slovenia. V: JURC, Maja (ur.). *Saproxylic beetles in Europe : monitoring, biology and conservation*, (Studia forestalia Slovenica: 73–89.

VREZEC A., AMBROŽIČ Š., KAPLA A., BERTONCELJ, I., BORDJAN, D. 2014. Izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letu 2013 in 2014. Končno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana.

VREZEC A., Š. AMBROŽIČ ERGAVER, A. KAPLA & S. KOCIJANČIČ, 2025. Izvedba celotnega monitoringa izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2025 in 2026. Sklop 2. Prvo delno poročilo. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana. [Naročnik: Ministrstvo za naravne vire in prostor, Ljubljana.]