

Relazione sulla conferenza finale del progetto (D.2.4.1)

Cerje, 26 maggio 2026

KARST FIREWALL 5.0

Autore: Associazione culturale ed educativa PiNA

Partecipanti: IUAV, Infordata Sistemi, PiNA, ZRC SAZU, Občina Miren-Kostanjevica, Comune di Duino Aurisina

Adattamento innovativo al cambiamento climatico basato sugli ecosistemi nella regione del Carso.
Promuovere una silvicoltura resistente agli incendi con il supporto di Industria 5.0

Inovativno ekosistemsko-zasnovano prilagajanje podnebnim spremembam na Krasu. Spodbujanje požarno odporne gmajne s podporo industrije 5.0

Indice

1. Obiettivi e tematiche	3
2. Presentazione delle azioni pratiche nei comuni pilota	4
3. Il monitoraggio con immagini satellitari e droni.....	7
4. Strategie e Misure Preventive Territoriali.....	10
5. Modello Predittivo (Machine Learning) e Piattaforma Digitale	13
6. Conclusioni	18
7. Allegati	20
Allegato 1: Programma dell'evento.....	20
Allegato 2: Foglio presenze	21

1. Obiettivi e tematiche

La conferenza finale è una delle attività più significative previste dal piano di lavoro del progetto "Karst Firewall 5.0" e ha avuto luogo martedì 26 maggio 2026 nella sala conferenze del Pomnik miru sul Cerje a ridosso del confine italo-sloveno nel comune di Miren-Kostanjevica. L'obiettivo dell'evento è stato in prima istanza di presentare una panoramica completa e integrata dell'iniziativa, ripercorrendo il contesto di partenza, le attività di analisi e tecnologiche realizzate sul campo e i principali traguardi raggiunti, tra cui il modello predittivo di machine learning e i sistemi di monitoraggio multilivello.

La conferenza finale ha avuto inoltre l'obiettivo di informare ulteriormente gli stakeholder diretti e gettare le basi per una collaborazione di successo anche dopo l'attuazione del progetto. Coinvolgendo i mass media dell'area di Programma, gli organizzatori hanno voluto estendere la consapevolezza delle azioni intraprese dal progetto anche ai cittadini, i quali sono in definitiva i beneficiari finali del progetto.

Lo svolgimento dell'evento ha avuto un'impostazione classica. Il saluto iniziale è stato dato dal sindaco del Comune di Miren-Kostanjevica sig. Mauricij Humar, che ha ribadito come il progetto abbia permesso di implementare interventi concreti a tutela del territorio comunale. La presentazione generale del progetto è stata fatta dal project manager del progetto dr. Massimiliano Granceri Bradaschia dell'Università IUAV, Lead Partner del progetto. A seguire la conferenza ha dato spazio agli interventi dei singoli partner, che hanno presentato i risultati ottenuti nell'ambito delle singole attività (vedasi Allegato 1). L'evento è stato moderato da Kristina Furlan e si è svolto nelle lingue slovena e italiana con traduzione simultanea professionale.

2. Presentazione delle azioni pratiche nei comuni pilota

La prima presentazione è stata fatta dai padroni di casa. A causa dell'indisposizione della manager di progetto Tina Gerbec, la presentazione dei risultati è stata affidata alla collega Staša Gregorič.

Il Comune di Miren-Kostanjevica ha attuato il proprio Piano d'Azione locale incentrato sul recupero del paesaggio storico-culturale come barriera naturale protettiva contro gli incendi, specificatamente:

- Azione pilota nell'area di Nova vas e Kremenjak. L'azione è consistita nella rimozione della vegetazione infestante e nell'introduzione della pastorizia preventiva per creare una fascia parafuoco viva e non combustibile attorno agli abitati. Sono stati acquistati i materiali di recinzione ed è stato avviato il pascolo controllato di capre (nella particella 1/186 a Nova vas) e di asini (nella particella 1/207 sotto il Kremenjak). L'area viene costantemente monitorata a livello stagionale tramite droni per valutarne l'efficacia nel tempo.
- Azione pilota a Lipa. L'azione comprende il ripristino strutturale e la pulizia dei muretti a secco tradizionali lungo il sentiero Lipa – Ivanji grad (particella 477/2), utilizzandoli come barriere fisiche tagliafuoco.
- Azione pilota di recupero delle doline carsiche (*vrtače*). Recupero e incentivo alla coltivazione agricola e orticola all'interno delle storiche doline carsiche (*vrtače*), aumentando l'effetto "mosaico" a protezione del paesaggio.
- Acquisto di attrezzature per la gestione delle emergenze: motoseghe, sramatori meccanici e dispositivi di protezione individuale (caschi, calzature forestali, giacche e pantaloni tecnici) per i membri della Protezione Civile, con annesso percorso di addestramento specifico.

- Fornitura di un drone con termocamera per i Vigili del Fuoco volontari (*PGD Kostanjevica na Krasu*) e attivazione dei relativi corsi per i piloti.
- Installazione di una nuova termocamera di rilevamento principale presso la centrale idrica di Sela na Krasu. Il sensore integra la rete di monitoraggio ottico preesistente (stazioni di Cerje e Sveta Gora), la cui gestione fa capo alla centrale operativa dei Vigili del Fuoco Professionisti di Nova Gorica. Il sistema di controllo è stato duplicato nelle sedi del comune e nel distretto dei pompieri; l'addestramento all'uso dei terminali è stato completato con successo il 22 gennaio 2026.



Figura 1 Presentazione del Vicesindaco del Comune di Duino Aurisina Mitja Petelin

Le attività implementate dal Comune di Duino Aurisina sono state presentate dal Vicesindaco Mitja Petelin. In seguito all'incendio dell'estate 2022 (in cui andarono in

fumo oltre 3.600 ettari), il comune ha investito un budget di €154.997,60 in azioni pilota tecnologiche e selvicolturali:

- Intervento selvicolturale a Medeazza. Identificazione di un'area collinare critica di circa 90.000 m² (9 ettari) sopra Medeazza per la rimozione totale dei pini neri carbonizzati e della vegetazione arbustiva secca, eliminando alla radice l'accumulo di biomassa secca ad alto rischio di reinnesco.
- Acquisizione Drone Professionale (DJI Matrice 4T). Il drone è dotato di termocamera a infrarossi ad alta risoluzione (640×512 px), fotocamera da 48MP con zoom ottico e telemetro laser (portata 1.800 metri). Il velivolo ha un'autonomia di volo di 49 minuti ed è equipaggiato con dongle LTE per la trasmissione dati in tempo reale. Viene impiegato per perlustrazioni notturne, mappatura termica preventiva e supporto aereo ravvicinato durante le emergenze.
- Rete di Nasi Elettronici (Dryad Silvanet). Il Comune dispiegherà in via sperimentale una rete di sensori IoT ad alimentazione solare che analizzano costantemente l'aria tramite una rete autogestita. I sensori inviano allarmi immediati via rete cellulare LTE-M/NB-IoT non appena rilevano i gas emessi nella fase iniziale di combustione senza fiamma (*smoldering*), riducendo drasticamente i tempi di risposta prima che il fuoco diventi visibile a occhio nudo.
- Attività sul Territorio: Organizzazione di eventi di disseminazione e workshop tecnici transfrontalieri presso la *Casa della Pietra* di Aurisina.

3. Il monitoraggio con immagini satellitari e droni

Il partner ZRC SAZU ha poi presentato le attività di monitoraggio multilivello con immagini satellitari e droni. La relazione scientifica, a cura di Lenart Štut e Rok Ciglič, ha definito le linee guida per un approccio coordinato e multilivello nel monitoraggio degli incendi e nel monitoraggio della rigenerazione della vegetazione sul Carso. Il metodo utilizzato integra dati satellitari a scala macro-regionale e sensori UAV (droni) a livello micro-locale, inserendoli in una piattaforma GIS a supporto della protezione civile, della pianificazione territoriale e della conservazione della natura.



Figura 2 Rok Ciglič (ZRC SAZU) durante la sua presentazione

Per la mappatura sono stati utilizzati i sistemi di telerilevamento satellitare Copernicus e Landsat, che offrono un quadro rapido e ad ampio raggio dell'area interessata. Per la mappatura delle aree compromesse dagli incendi si è utilizzato il sistema Sentinel-2

(operativo su base regionale a partire da marzo 2015 e pienamente funzionante dall'inizio del 2017), il quale sfrutta 13 bande spettrali (di cui quattro con risoluzione spaziale a 10 metri) con un tempo di rivisitazione di circa 5 giorni. Per sopperire alla mancanza di immagini limpide nell'archivio di Sentinel-2, sono stati impiegati gli archivi storici di Landsat (Landsat 5, Landsat 8 e Landsat 9).

Grazie alle immagini acquisite è stato unito e armonizzato il catasto incendi transfrontaliero focalizzandosi sull'area geografica dei comuni di Miren-Kostanjevica, Komen e Duino-Aurisina. Questo archivio storico è indispensabile: per comprendere come la vegetazione risponda dopo un incendio, occorre mappare se e quante volte quell'area sia già stata colpita in passato. Su un totale di 682 record iniziali inseriti, 238 incendi sono stati ritenuti idonei all'analisi statistico-spettrale, portando alla corretta delimitazione geometrica di 171 poligoni di incendio validati. L'estrazione delle aree bruciate avviene calcolando gli indici spettrali BAI (Burned Area Index) e BAIS2 prima e dopo il rogo, ricavandone la differenza vettoriale (dBAI e dBAIS2); i poligoni finali vengono isolati applicando una soglia numerica e mantenendo solo le aree che racchiudono i punti di innesco o i centroidi originari.

Nell'ambito del progetto Karst Firewall 5.0 il partner ZRC SAZU ha intrapreso un monitoraggio pilota facendo ampio uso di rilevamenti effettuati con un drone, che ha permesso un livello di analisi molto dettagliato, dato che il drone vola a quote basse e permette di fotografare con molta precisione il terreno sottostante. Questo monitoraggio si è concentrato nella frazione catastale di Nova vas, specificamente su due aree sul lato occidentale del sentiero Nova vas – Kremenjak: la particella 1/186 (adiacente al villaggio) e la particella 1/207 (sotto il monte Kremenjak). Il rilievo è stato effettuato in quattro momenti dell'anno per isolare l'effettiva ricrescita post-incendio dalla semplice fenologia stagionale delle piante. I sorvoli sono stati effettuati il 27 maggio 2025, il 16 luglio 2025, il 7 novembre 2025 e il 13 febbraio 2026.

I risultati della mappatura dimostrano che il Carso non si rigenera in modo uniforme ma come un mosaico di successione ecologica precoce: la ripresa della vegetazione è sensibilmente più rapida nelle zone di transizione (prato, boscaglia, bosco) e in micro-

località favorevoli, come le doline carsiche (*vrtače*) che sono caratterizzate da maggiore umidità e spessore del suolo. La ricrescita risulta invece estremamente lenta e difficoltosa sulle superfici rocciose nude ed esposte.

L'attività di mappatura ha confermato la validità dell'adozione di un sistema integrato satellite-drone. Questo approccio risolve i problemi legati alla microscala carsica, dove variazioni di pochi metri cambiano radicalmente l'umidità e la densità vegetale. I fattori limitanti principali sono la copertura nuvolosa (che rende inutilizzabili alcune scene satellitari Sentinel) e la scarsa precisione geometrica dei dati storici d'archivio antecedenti al progetto. Gli scienziati propongono di proseguire con i voli UAV stagionali, di incrociare sistematicamente i dati con l'efficacia dei progetti reali di pascolo/rimozione arbustiva e di strutturare serie temporali a lungo termine.

4. Strategie e Misure Preventive Territoriali

Giacomo Morassutti, ricercatore presso lo IUAV, ha successivamente tenuto una presentazione sulle strategie e misure preventive da adottare sul Carso per ridurre il rischio di incendi. Le misure suggerite si fondano sulla comprensione delle dinamiche del cambiamento climatico in atto e sulle proiezioni future.

Le analisi meteo-climatiche condotte dagli organismi scientifici regionali, tra cui l'ARPA FVG e l'ARSO sloveno, confermano infatti una tendenza inequivocabile all'aumento delle temperature medie in tutte le stagioni, con proiezioni critiche da qui al 2100. Sebbene si registri una lieve crescita delle precipitazioni durante il periodo invernale, la stagione estiva mostra una preoccupante e significativa diminuzione dei flussi piovosi. Questo andamento, combinato con l'innalzamento delle temperature, determina un progressivo aumento del deficit idrico del suolo, rendendo la vegetazione spontanea estremamente suscettibile all'innesco e alla propagazione dei roghi.

Nell'ambito del progetto i partner hanno formalizzato matematicamente il rischio di incendio, combinando fattori quali il pericolo di innesco, la vulnerabilità intrinseca del territorio e l'esposizione di popolazioni e infrastrutture, considerando anche le capacità di risposta e di adattamento degli attori istituzionali.

I modelli cartografici evidenziano che, in assenza di interventi, le aree caratterizzate da una vulnerabilità estremamente elevata sono destinate ad aumentare del 5% nel prossimo futuro. Mentre la carta della pericolosità individua i luoghi geografici in cui è statisticamente più probabile che si verifichi un innesco, la mappa della vulnerabilità evidenzia le porzioni di territorio destinate a bruciare con maggiore intensità a causa del carico di combustibile presente.



Figura 3 Giacomo Morassutti (IUAV) presenta le misure preventive

La mappatura eseguita nell'ambito di Karst Firewall 5.0 permette di incrociare la carta della pericolosità (ovvero la probabilità che un incendio avvenga) con la carta della vulnerabilità (la propensione del territorio a bruciare con intensità).

In seguito al confronto con i partner, rappresentanti della popolazione e rappresentanti degli attori preposti alla prevenzione ed estinzione degli incendi (guardia forestale, protezione civile, Vigili del fuoco), il progetto propone 5 tipologie di adattamento e mitigazione del rischio:

1. Rimozione selettiva delle specie ad alto rischio: Il pino nero accumula grandi quantità di materiale secco e resinoso, aumentando il rischio di incendi di chioma. Gli interventi prevedono diradamenti e tagli selettivi volti a sostituirlo gradualmente con specie latifoglie meno combustibili, salvaguardando la copertura forestale complessiva.

2. Creazione di aree cuscinetto, ovvero fasce larghe 10–30 metri prive di vegetazione o con vegetazione a bassissima infiammabilità attorno a case, ferrovie e strade per interrompere la continuità orizzontale del combustibile. L'integrazione di muretti a secco funge da ulteriore separatore fisico.
3. Mantenimento della landa carsica: Valorizzazione della pastorizia mirata per contenere la biomassa del sottobosco e rallentare la ricrescita arbustiva. Il pascolo estensivo tradizionale risulta essere poco redditizio, pertanto necessiterebbe di incentivi pubblici per renderlo sostenibile.
4. Mosaico del paesaggio: Pianificazione di usi del suolo diversificati e frammentati per ostacolare la propagazione geometrica delle fiamme, riducendo l'intensità del fuoco e prevenendo la formazione di mega-incendi.
5. Sistemi di allerta precoce (Early-Warning): Installazione di reti di sensori intelligenti che misurano le variazioni nell'aria di CO, CO₂, H₂, composti organici volatili (VOC) e gas da pirolisi, intercettando l'incendio già nella fase di combustione senza fiamma (*smoldering*).

5. Modello Predittivo (Machine Learning) e Piattaforma Digitale

Nell'ultima parte della conferenza finale i tecnici della Infordata sistemi hanno presentato il proprio lavoro svolto nel progetto, ovvero la creazione di un modello predittivo utilizzando algoritmi di Machine Learning e una piattaforma digitale che incorpora il modello e altre funzionalità utili per la prevenzione e la lotta agli incendi.

Nicola Zuccato di Infordata ha innanzitutto illustrato la logica di fondo per lo sviluppo del modello predittivo. Zuccato ha fatto notare che i tradizionali modelli di allerta si basano quasi esclusivamente sull'indice meteorologico d'incendio, noto come Fire Weather Index. Questo parametro, pur fornendo indicazioni preziose sulla severità atmosferica del momento, trascura completamente la dimensione spaziale del rischio, ignorando i luoghi in cui statisticamente è più probabile che si verifichi un innesco. Inoltre, le soglie di rischio definite a livello europeo dal sistema EFFIS si rivelano inadeguate per la specificità del Carso, poiché quasi la totalità degli eventi storici dell'area ricade al di sotto della soglia codificata come "alto rischio", evidenziando la necessità di calibrare parametri predittivi su scala locale.

Per ovviare a questa lacuna, si è deciso di raccogliere e armonizzare i dati storici di tutti gli incendi verificatisi sul Carso tra il 1995 e il 2024 su entrambi i lati del confine. Con i dati consolidati si è poi creato un database transfrontaliero che è servito ad addestrare un modello di Machine Learning, il quale identifica la probabilità di innesco. L'analisi dei dati dimostra che gli incendi non si distribuiscono in modo casuale sul territorio, ma mostrano un'estrema concentrazione geografica, con l'80% degli eventi che si sviluppa ciclicamente nelle medesime aree critiche. In particolare, la vicinanza alle reti stradali e, soprattutto, a quelle ferroviarie emerge come il principale fattore di rischio antropico.

Combinando i dati in tempo reale della severità delle condizioni atmosferiche con la probabilità di innesco è stato possibile creare una mappa del rischio dinamica,

aggiornata quotidianamente. Ogni mattina il sistema analizza quarantamila punti sul territorio, traducendoli in tre livelli operativi di allerta associati a specifiche procedure di protezione civile: il livello rosso impone il pattugliamento attivo e la mobilitazione preventiva delle risorse, il livello giallo prevede un monitoraggio attento delle aree sensibili, mentre il livello verde indica una situazione di sorveglianza ordinaria.

In base ai risultati preliminari, con questo nuovo sistema sarà possibile intercettare oltre il 70% degli incendi, mentre con il modello classico basato unicamente sul meteo la percentuale si ferma al 29%.

Zuccato ha inoltre puntualizzato che i dati climatici consolidati nel database transfrontaliero creato dal progetto confermano in modo inequivocabile il progressivo riscaldamento del Carso. Confrontando le temperature medie degli anni Novanta con quelle del decennio scorso, si registra un incremento termico sistematico di circa due gradi centigradi su entrambi i lati del confine, culminato nel record storico del 2024. Questo innalzamento delle temperature influisce direttamente sulla fenomenologia degli incendi. Sebbene la maggior parte degli eventi si verifichi in primavera, i roghi estivi si rivelano decisamente più distruttivi, arrivando a bruciare superfici medie da tre a quattro volte superiori rispetto a quelle primaverili. Inoltre, emerge un andamento asimmetrico: mentre la quasi totalità degli incendi viene contenuta sotto i 10 ettari grazie a interventi rapidi, lo 0,2% degli eventi assume proporzioni estreme, con aree bruciate medie vicine ai 3500 ettari.

Infine, sempre Zuccato ha presentato il funzionamento di un sensore specifico sviluppato nell'ambito del progetto, che una volta installato permetterà di captare le primissime fasi di una combustione senza fiamma. Grazie a questo dispositivo, chiamato naso elettronico, si potranno rilevare i gas di pirolisi e composti organici volatili che si sviluppano nelle prime fasi di un incendio e allertare in brevissimo tempo le squadre di intervento, riducendo così i tempi di risposta. I sensori, infatti, saranno connessi via radio a un dispositivo collegato alla rete internet, il quale potrà autonomamente inviare delle segnalazioni di allarme agli enti preposti.

Sensore Karst Firewall



Monitoraggio ambientale autonomo
per aree remote



Monitora

Temperatura, umidità, pressione, qualità dell'aria

Connettività

Radio LoRa a lungo raggio (no Wi-Fi)

Autonomia

Pannello solare + design ultra-low-power

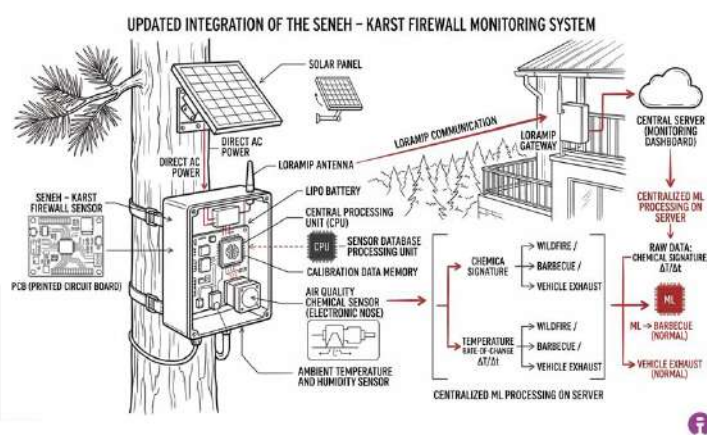


Figura 4 Infografica illustrativa della rete di nasi elettronici

Nella presentazione successiva il tecnico di Infordata Sistemi Marko Petelin ha invece presentato le principali funzionalità della piattaforma digitale Karst Firewall che integra il modello predittivo e altri strumenti utili.

La piattaforma consiste in un portale web dotato di uno strumento di controllo cartografico. La dashboard operativa integra vari livelli informativi dinamici che sono accessibili a tutti gli utenti.

Tra i dati costantemente accessibili figurano l'indice meteorologico d'incendio, lo stato e la salute della vegetazione rilevati tramite indicatori satellitari come l'NDVI, la localizzazione in tempo reale dei roghi attivi e la perimetrazione delle aree già colpite da precedenti eventi. L'intera infrastruttura cartografica si appoggia a soluzioni consolidate come CartoDB, OpenStreetMap e il Copernicus Dataspace Ecosystem, assicurando un flusso costante di riprese satellitari Sentinel aggiornate.

La conoscenza storica costituisce un pilastro essenziale per comprendere l'evoluzione del rischio sul territorio. La piattaforma ospita anche il database transfrontaliero

contenente oltre tremila registrazioni dettagliate relative agli incendi avvenuti nel corso degli anni sul Carso. L'archivio consente di effettuare analisi comparative approfondite, permettendo di confrontare l'andamento dell'anno in corso con le medie storiche ed evidenziando le tendenze di lungo periodo che accomunano il versante italiano e quello sloveno.

Per agevolare la raccolta e la standardizzazione di nuove informazioni sul campo, il portale mette a disposizione dei moduli interattivi strutturati in modo condiviso. Questa sezione consente di mappare con precisione ogni nuovo evento inserendo dettagli sulla geolocalizzazione, la dinamica temporale dei soccorsi, la causa accertata o presunta, la tipologia di combustibile vegetale coinvolto e le risorse umane o le attrezzature impiegate per lo spegnimento, facilitando l'allineamento dei dati tra le amministrazioni dei due paesi.



Figura 5 Marko Petelin di Infodata sistemi presenta il modello predittivo

Il monitoraggio ambientale in tempo reale si affida a una rete capillare composta da ventidue stazioni meteorologiche attive dislocate strategicamente tra Italia e Slovenia. Questi presidi registrano con continuità parametri vitali quali la temperatura dell'aria, l'umidità relativa, l'intensità e la direzione del vento, le precipitazioni cumulate, la radiazione solare e la pressione atmosferica.

Accanto alla componente meteorologica tradizionale, il sistema incorpora le rilevazioni effettuate dai nasi elettronici e da telecamere spettrografiche, concepiti appositamente per garantire l'individuazione precoce dei primi focolai e delle combustioni senza fiamma anche in zone boschive impervie, caratterizzate da scarsa visibilità o prive di coperture di rete tradizionali.

L'utente finale accede a tutte queste elaborazioni attraverso l'interfaccia unificata del portale web, che traduce i flussi di dati in grafici analitici intuitivi sulla temperatura, la velocità del vento, l'umidità atmosferica e la frequenza mensile dei giorni senza pioggia.

Un pannello di controllo avanzato consente inoltre di configurare una matrice di allertamento in cui definire soglie di allarme specifiche per ogni singola stazione e parametro. Qualora le rilevazioni superino tali livelli di guardia, la piattaforma avvia una procedura automatica di invio di e-mail di allerta rivolte ai referenti operativi del territorio. Questo meccanismo di notifica si trova attualmente nelle ultime fasi di configurazione e sarà pienamente operativo in vista della prossima stagione estiva.

La pianificazione a lungo termine del progetto prevede un progressivo potenziamento dell'intero ecosistema tecnologico. I prossimi passi si concentreranno sull'attivazione sistematica delle e-mail di allerta per tutti gli operativi di territorio e sull'espansione della rete di sensori fisici e nasi elettronici in nuove aree sensibili del Carso. Parallelamente, si prevede l'apertura formale della piattaforma a utenti istituzionali esterni come i Vigili del Fuoco, i gestori forestali e le squadre di Protezione Civile, unita al costante perfezionamento degli algoritmi predittivi attraverso l'integrazione sistematica di variabili topografiche e previsioni meteorologiche a breve termine.

6. Conclusioni

La conferenza finale non ha avuto una grande presenza del pubblico generale, nonostante la promozione mirata dell'evento, ma trattandosi di un progetto in cui i beneficiari primari sono gli addetti ai lavori, ciò non ha particolarmente stupito gli organizzatori.

Massiccia è stata invece la copertura mediatica soprattutto sul lato sloveno. L'emittente radiotelevisiva nazionale RTV ha per esempio mandato in onda un servizio sul telegiornale nazionale (visionabile al link), oltre ad avere pubblicato un articolo sul proprio portale MMC (link: <https://www.rtvsllo.si/lokalne-novice/nova-digitalna-platforma-za-upravljanje-pozarnega-tveganja-na-krasu/783473>).

Anche l'agenzia di stampa nazionale STA ha pubblicato un articolo informativo in merito al progetto e ai suoi risultati (notizia a pagamento, link: <https://www.sta.si/3560505/s-cezmejnim-projektom-dodatni-koraki-za-zmanjsanje-pozarne-ogrozenosti-krasa>).

Il quotidiano del Litorale Primorske novice ha pubblicato un breve articolo il 27 maggio: (link: <https://primorske.svet24.si/kronika/s-cezmejnim-projektom-dodatni-koraki-za-zmanjsanje-pozarne-ogrozenosti-krasa/>).

Articoli che hanno coperto la presentazione del progetto sono stati pubblicati anche su dei maggiori portali informativi sloveni, per esempio Portal24 (link: <https://portal24.si/na-krasu-v-30-letih-vec-kot-3900-pozarov-vecino-povzroci-clovek/>).

Radio Primorski Val ha prodotto un contributo per il proprio programma informativo e pubblicato un articolo sul proprio sito web. (link: <http://www.primorskival.si/novica.php?oid=24974>).

La redazione slovena del programma informativo della RAI ha prodotto una notizia, emessa durante il telegiornale della sera (link:<https://www.rainews.it/tgr/fjk/video/2026/05/s-projektom-karst-firewall-50-so-na-pozare-bolje-pripravljeni-79e6f4d3-93eb-4711-ad8d-67883a42cc6f.html>).

Si può quindi concludere che la conferenza finale ha avuto un impatto positivo sulla disseminazione dei risultati finali del progetto, disseminazione che ad ogni modo proseguirà fino ad agosto 2026, quando il progetto si concluderà.

7. Allegati

Allegato 1: Programma dell'evento



Karst Firewall 5.0



Cofinanziato
dall'Unione europea
Sofinancira
Evropska unija



INVITO

Spettabili,

con la presente siamo lieti di invitarvi alla
CONFERENZA FINALE del progetto

VABILO

Spoštovani,

vljudno vas vabimo na **ZAKLJUČNO KONFERENCO**
projekta

KARST FIREWALL 5.0

Il progetto è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.

Vi invitiamo cordialmente alla presentazione dei risultati del progetto che si terrà martedì 26 maggio 2026 alle ore 09:30, presso il Monumento della pace di Cerje, Lokvica 35, 5291 Miren.

Programma:

- 09.30 – Registrazione e welcome coffee
- 10.00 – Saluti istituzionali e visione del progetto (dr. Massimiliano Granceri Bradaschia, IUAV).
- 10.15 – L'importanza delle comunità locali e sostenibilità dei risultati (Tina Gerbec, Comune di Miren-Kostanjevica, Mitja Petelin, Comune di Duino-Aurisina)
- 10.45 – Il monitoraggio con immagini satellitari e droni (dr. Rok Ciglič e Lenart Štut, ZRC SAZU)
- 11.15 – Come ridurre il rischio incendi: strategie e linee guida e misure preventive (IUAV)
- 11.45 – L'uso di algoritmi predittivi nella piattaforma integrata per la gestione degli incendi (Infodata sistemi srl)
- 12.30 – Q&A
- 12.45 – Chiusura lavori e rinfresco

È previsto un servizio di interpretazione simultanea in lingua italiana e slovena.

Siete pregati di confermare la Vostra partecipazione entro il 25 maja 2026 compilando il modulo di iscrizione online **QUI**. Per ulteriori informazioni, si prega di contattare:

Projekt sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

Vljudno vas vabimo na predstavitev rezultatov projekta, ki bo v torek, 26. maja 2026, ob 09:30, v Pomniku miru na Cerju, Lokvica 35, 5291 Miren.

Program:

- 09.30 – Registracija in kava dobrodošlice
- 10.00 – Pozdravni nagovori in vizija projekta (dr. Massimiliano Granceri Bradaschia, IUAV).
- 10.15 – Pomen lokalnih skupnosti in zagotavljanje trajnosti rezultatov (Tina Gerbec, Občina Miren-Kostanjevica, Mitja Petelin, Občina Devin-Nabrežina)
- 10.45 – Spremljanje s satelitskimi posnetki in droni (dr. Rok Ciglič in Lenart Štut, ZRC SAZU)
- 11.15 – Kako zmanjšati požarno ogroženost: strategije, smernice in preventivni ukrepi (IUAV)
- 11.45 – Uporaba napovednih algoritmov v integrirani platformi za upravljanje požarov (Infodata sistemi srl)
- 12.30 – Vprašanja in odgovori
- 12.45 – Zaključek in pogostitev

Zagotovljeno bo simultano tolmačenje v italijanski in slovenski jezik.

Prosimo vas, da vašo udeležbo potrdite preko spletnega obrazca **TUKAJ** najpozneje do 25. maja 2026. Za več informacij nas lahko kontaktirate na:

info@pina.si

Questo progetto è sostenuto dal programma Interreg Italia - Slovenia, progetto cofinanziato dall'Unione Europea. Ta projekt je podprt s strani programa Interreg Italija - Slovenija, projekt, ki ga sofinancira Evropska unija.










8	Tina	Gerbec	projekti@miren-kostanjevica.si	Občina Miren-Kostanjevica	
9	Matjaž	Geršič	mgersic@zrc-sazu.si	ZRC SAZU	
10	Zvonko	Glazar	zvonko.glazar@gasilec.net	Gasilska zveza Slovenije	
11	Massimiliano	Granceri Bradaschia	mgranceri@iuav.it	IUAV Università di Venezia	
12	Andrej	Gustincič	andrej.gustincic@urszr.si	IURSZR KOPER	
13	Taja	Kavčič	taja.kavcic@pina.si	PINA	
14	Metka	Kovač	metka.kovac@urszr.si	IURSZR POSTOJNA	
15	Lorenzo	Minusi	lorni74@gmail.com	L.A.	
16	Giacomo	Morassutti	giacomo.m.vitale@gmail.com	IUAV	
17	Janez	Nared	janez.nared@zrc-sazu.si	ZRC SAZU	
18	Peter	Pavković	petro.pavko@gmail.com	PGD POSTOJNA	
19	Marko	Petelin	marko.petelin@info-data.it	Info-data Sistemi	

Il progetto Karst Firewall 5.0 è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.
Projekt Karst Firewall 5.0 sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

www.ita-slo.eu/karst-firewall-50



20	Mitja	Petelin	mitja.petelin@comune.duino-auri sina.it	Comune Duino Aurisina/Občina Devin Nabrežina	<i>Ilvo</i>
21	Siva	Rustja	siva.rustja@pina.si	PINA	<i>Alia R.</i>
22	Edoardo	Sambo	edy.sambo56@gmail.com	Comune di Savogna d'Isonzo	
23	Zdravko	Stanic	zdravkostanic@gmail.com	DU Miren	
24	Jure	Ticar	jure.ticar@zrc-sazu.si	ZRC SAZU, Geografski inštitut Antona Melika	
25	Mateja Breg	Vallavec	mateja.breg@zrc-sazu.si	ZRC SAZU	
26	Gregor	Vizintin	vizintin@galcarso.eu	Gal Carso LAS Kras	
27	Nicola	Zuccato	nicola.zuccato@infodata.it	Infodata Sistemi	
28	Tomaž	CSH	Tomaž.CSH@infodata.it	INFODATA SISTEMI	<i>25.04</i>
29	STASH	GREGORIČ	gregorich@minia-katastrofi.si	Minia-katastrofi OHK	<i>25.04</i>
30	AGENCIJA	BARANI		SOCONICA	<i>Spidele bar</i>

Il progetto Karst Firewall 5.0 è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.
Projekt Karst Firewall 5.0 sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

www.ita-slo.eu/karst-firewall-50

Poročilo o zaključni konferenci projekta (D.2.4.1)

Cerje, 26. maj 2026

KARST FIREWALL 5.0

Avtor: Kulturno-izobraževalno združenje PiNA

Sodelujoči: IUAV, Infodata Sistemi, PiNA, ZRC SAZU, Občina Miren-Kostanjevica, Občina Devin
Nabrežina

Inovativno ekosistemsko-zasnovano prilagajanje podnebnim spremembam na Krasu. Spodbujanje
požarno odporne gmajne s podporo industrije 5.0

Kazalo

1. Cilji in teme	3
2. Predstavitev praktičnih ukrepov v pilotnih občinah	4
3. Spremljanje s satelitskimi posnetki in droni	7
4. Teritorialne strategije in preventivni ukrepi	10
5. Prediktivni model (strojno učenje) in digitalna platforma	13
6. Zaključki	18
7. Priloge	20
Priloga 1: Program dogodka	20
Priloga 2: Seznam prisotnih	21

1. Cilji in teme

Zaključna konferenca je ena najpomembnejših dejavnosti, predvidenih v delovnem načrtu projekta »Karst Firewall 5.0«, in je potekala v torek, 26. maja 2026, v konferenčni dvorani Pomnika miru na Cerju v neposredni bližini italijansko-slovenske meje v občini Miren–Kostanjevica. Cilj dogodka je bil v prvi vrsti predstaviti celovit in integriran pregled pobude, pri čemer so bili obravnavani izhodiščni kontekst, analitične in tehnološke dejavnosti, izvedene na terenu, ter glavni dosežki, med katerimi sta bila tudi napovedni model strojnega učenja in večstopenjski sistemi spremljanja.

Zaključna konferenca je imela poleg tega še cilj dodatno obvestiti neposredne deležnike in postaviti temelje za uspešno sodelovanje tudi po zaključku projekta. Z vključitvijo medijev iz območja programa so organizatorji želeli ozavestiti o ukrepih, ki jih je projekt izvedel, tudi državljane, ki so navsezadnje končni upravičenci projekta.

Potek dogodka je bil klasično zasnovan. Uvodni nagovor je imel župan občine Miren–Kostanjevica, gospod Mauricij Humar, ki je poudaril, da je projekt omogočil izvedbo konkretnih ukrepov za zaščito občinskega ozemlja. Splošno predstavitev projekta je opravil projektni vodja dr. Massimiliano Granceri Bradaschia z Univerze IUAV, vodilnega partnerja projekta. Nato so na konferenci besedo dobili posamezni partnerji, ki so predstavili dosežke v okviru posameznih dejavnosti (glej Prilogo 1). Dogodek je vodila Kristina Furlan, potekal pa je v slovenščini in italijanščini s profesionalnim simultanim prevajanjem.

2. Predstavitev praktičnih ukrepov v pilotnih občinah

Prvo predstavitev so pripravili gostitelji. Zaradi bolezni projektne vodje Tine Gerbec je predstavitev rezultatov prevzela njena kolegica Staša Gregorič.

Občina Miren-Kostanjevica je izvedla svoj lokalni akcijski načrt, osredotočen na obnovo zgodovinsko-kulturne krajine kot naravne zaščitne pregrade proti požarom, in sicer:

- Pilotni ukrep na območju Nove vasi in Kremenjaka. Ukrep je vključeval odstranjevanje invazivne vegetacije in uvedbo preventivnega pašništva za vzpostavitev živega, negorljivega protipožarnega pasu okoli naselij. Nakupili so ograjni material in začeli s kontroliranim pašo koz (na parceli 1/186 v Novi vasi) ter oslov (na parceli 1/207 pod Kremenjakom). Območje se stalno sezonsko spremlja z droni, da se oceni učinkovitost ukrepa v daljšem časovnem obdobju.
- Pilotni ukrep v Lipi. Ukrep vključuje strukturno obnovo in čiščenje tradicionalnih suhozidov vzdolž poti Lipa – Ivanji grad (parcela 477/2), ki se uporabljajo kot fizične protipožarne pregrade.
- Pilotni projekt obnove kraških vrtač. Obnova in spodbujanje kmetijskega in vrtnarskega obdelovanja znotraj zgodovinskih kraških vrtač, s čimer se poveča »mozaik« učinek za zaščito krajine.
- Nakup opreme za ravnanje v izrednih razmerah: motorne žage, mehanske obrezovalke in osebna zaščitna oprema (čelade, gozdarska obutev, tehnične jakne in hlače) za člane Civilne zaščite, skupaj s posebnim usposabljanjem.
- Dobava drona s toplotno kamero za prostovoljno gasilsko enoto (PGD Kostanjevica na Krasu) in izvedba ustreznih tečajev za pilote.

- Namestitev nove glavne termovizijske kamere v vodarni v Seli na Krasu. Senzor dopolnjuje obstoječe optično nadzorno omrežje (postaji Cerje in Sveta Gora), ki ga upravlja operativni center poklicnih gasilcev v Novi Gorici. Nadzorni sistem je bil podvojen v prostorih občine in na območju gasilskega okrožja; usposabljanje za uporabo terminalov je bilo uspešno zaključeno 22. januarja 2026.



Slika1 Predstavitev podžupana občine Devin Nabrežina Mitje Petelina

Dejavnosti, ki jih je izvedla občina Devin Nabrežina, je predstavil podžupan Mitja Petelin. Po požaru poleti 2022 (v katerem je pogorelo več kot 3.600 hektarjev) je občina vložila 154.997,60 evrov v pilotne tehnološke in gozdarske ukrepe:

- Gozdarsko posredovanje v Medjevasi. Opredelitev kritičnega hribovskega območja v velikosti približno 90.000 m² (9 hektarjev) nad Medjevasjo za popolno

odstranitev ožganih črnih borovcev in suhe grmičaste vegetacije, s čimer se p odpravi kopičenje suhe biomase z visokim tveganjem ponovnega vžiga.

- Nakup profesionalnega drona (DJI Matrice 4T). Dron je opremljen z infrardečo toplotno kamero visoke ločljivosti (640×512 px), 48-megapikselno kamero z optičnim zumom in laserskim daljinomerom (doseg 1.800 metrov). Letalo ima avtonomijo leta 49 minut in je opremljeno z LTE-ključem za prenos podatkov v realnem času. Uporablja se za nočne patrolje, preventivno termično kartiranje in neposredno zračno podporo v nujnih primerih.
- Mreža »elektronskih nosov« (Dryad Silvanet). Občina bo poskusno vzpostavila mrežo IoT senzorjev na sončno energijo, ki prek samoupravljanje mreže nenehno analizirajo zrak. Senzorji takoj po zaznavi plinov, ki nastajajo v začetni fazi tlenja brez plamena (*smoldering*), pošiljajo takojšnje alarme prek mobilnega omrežja LTE-M/NB-IoT, s čimer se drastično skrajša odzivni čas, še preden je ogenj viden s prostim očesom.
- Dejavnosti na terenu: Organizacija dogodkov za širjenje znanja in čezmejnih tehničnih delavnic v Kamnarski hiši v Nabrežini.

3. Spremljanje s satelitskimi posnetki in droni

Partner ZRC SAZU je nato predstavil dejavnosti večplastnega spremljanja s satelitskimi posnetki in droni. Znanstveno poročilo, ki sta ga pripravila Lenart Štut in Rok Ciglič, je opredelilo smernice za usklajen in večplastni pristop k spremljanju požarov ter spremljanju obnove vegetacije na Krasu. Uporabljena metoda združuje satelitske podatke na makroregionalni ravni in senzorje UAV (dronov) na mikrolokalni ravni ter jih vključuje v platformo GIS v podporo civilni zaščiti, prostorskemu načrtovanju in ohranjanju narave.



Slika2 . Rok Ciglič (ZRC SAZU) med svojo predstavitevjo

Za kartiranje so znanstveniki uporabili sistema satelitskega daljinskega zaznavanja Copernicus in Landsat, ki ponujata hiter in širok pregled zadevnega območja. Za kartiranje območij, prizadetih zaradi požarov, je bil uporabljen sistem Sentinel-2 (ki deluje na regionalni ravni od marca 2015 in v polni zmogljivosti od začetka leta 2017),

ki izkorišča 13 spektralnih pasov (od katerih imajo štirje prostorsko ločljivost 10 metrov) s časom ponovnega zajema približno 5 dni. Da bi nadomestili pomanjkanje jasnih posnetkov v arhivu Sentinel-2, so bili uporabljeni zgodovinski arhivi Landsat (Landsat 5, Landsat 8 in Landsat 9).

Na podlagi pridobljenih posnetkov je bil združen in usklajen čezmejni kataster požarov, s poudarkom na geografskem območju občin Miren-Kostanjevica, Komen in Devin-Nabrežina. Ta zgodovinski arhiv je nepogrešljiv: da bi razumeli, kako se vegetacija odziva po požaru, je treba kartirati, če in kolikokrat je bilo to območje v preteklosti že prizadeto. Od skupno 682 prvotno vnesenih zapisov je bilo 238 požarov ocenjenih kot primernih za statistično-spektralno analizo, kar je omogočilo pravilno geometrijsko razmejitev 171 potrjenih požarnih poligonov. Izločitev pogorelih območij poteka z izračunom spektralnih indeksov BAI (Burned Area Index) in BAIS2 pred požarom ter indeksa po njem, iz česar se izračuna vektorska razlika (dBAI in dBAIS2); končne poligone se izolirajo z uporabo numeričnega praga in ohranijo se le tista območja, ki zajemajo izvirne točke vžiga ali prvotna središča.

V okviru projekta Karst Firewall 5.0 je partner ZRC SAZU izvedel pilotno spremljanje, pri čemer je v veliki meri uporabil posnetke, pridobljene z dronom, kar je omogočilo zelo podrobno analizo, saj dron leti na nizki višini in omogoča zelo natančno fotografiranje terena pod njim. To spremljanje se je osredotočilo na katastrsko enoto Nova vas, natančneje na dve območji na zahodni strani poti Nova vas – Kremenjak: parcelo 1/186 (v neposredni bližini vasi) in parcelo 1/207 (pod goro Kremenjak). Meritve so bile opravljene v štirih letnih obdobjih, da bi ločili dejansko ponovno rast po požaru od preproste sezone fenologije rastlin. Preleti so bili opravljeni 27. maja 2025, 16. julija 2025, 7. novembra 2025 in 13. februarja 2026.

Rezultati kartiranja kažejo, da se Kras ne obnavlja enakomerno, temveč kot mozaik zgodnje ekološke sukcesije: obnova vegetacije je občutno hitrejša v prehodnih območjih (travniki, grmičevje, gozd) in na ugodnih mikro-lokacijah, kot so kraške vrtače, za katere sta značilni večja vlažnost in debelina tal. Ponovna rast je nasprotno izredno počasna in težavna na golih in izpostavljenih skalnatih površinah.

Kartiranje je potrdilo upravičenost uporabe integriranega sistema satelitov in dronov. Ta pristop rešuje težave, povezane s kraško mikrolokacijo, kjer že spremembe v obsegu nekaj metrov korenito spremenijo vlažnost in gostoto rastlinja. Glavni omejevalni dejavniki so oblačnost (ki onemogoča uporabo nekaterih satelitskih posnetkov Sentinel) in slaba geometrijska natančnost zgodovinskih arhivskih podatkov iz obdobja pred projektom. Znanstveniki predlagajo, da se nadaljuje z sezonskimi poleti z brezpilotnimi letalniki (UAV), da se podatke sistematično primerja z učinkovitostjo dejanskih projektov paše/odstranjevanja grmičevja ter da se oblikujejo dolgoročne časovne serije.

4. Teritorialne strategije in preventivni ukrepi

Giacomo Morassutti, raziskovalec na IUAV, je nato predstavil strategije in preventivne ukrepe, ki jih je treba sprejeti na Krasu za zmanjšanje tveganja požarov. Predlagani ukrepi temeljijo na razumevanju dinamike trenutnih podnebnih sprememb in prihodnjih napovedi.

Vremensko-podnebnе analize, ki so jih izvedle regionalne znanstvene ustanove, med njimi ARPA FVG in slovenska ARSO, dejansko potrjujejo nedvoumno tendenco naraščanja povprečnih temperatur v vseh letnih časih, s kritičnimi napovedmi do leta 2100. Čeprav se v zimskem obdobju beleži rahlo povečanje količine padavin, poletna sezona kaže zaskrbljujoče in znatno zmanjšanje količine padavin. Ta trend, skupaj z višanjem temperatur, povzroča postopno povečevanje pomanjkanja vlage v tleh, zaradi česar je naravna vegetacija izjemno dovzetna za nastanek in širjenje požarov.

V okviru projekta so partnerji matematično opredelili tveganje za požare, pri čemer so združili dejavnike, kot so nevarnost izbruha, notranja ranljivost območja ter izpostavljenost prebivalstva in infrastrukture, ob upoštevanju tudi odzivnih in prilagoditvenih zmogljivosti institucionalnih akterjev.

Kartografski modeli kažejo, da se bodo območja z izjemno visoko ranljivostjo v bližnji prihodnosti povečala za 5%, če ne bodo sprejeti ustrezni ukrepi. Medtem ko karta nevarnosti opredeljuje geografske lokacije, kjer je statistično najverjetneje, da pride do izbruha požara, karta ranljivosti izpostavlja dele ozemlja, ki bodo zaradi prisotne količine goriva goreli z večjo intenzivnostjo.



Slika3 Giacomo Morassutti (IUAV) predstavlja preventivne ukrepe

Kartiranje, izvedeno v okviru projekta Karst Firewall 5.0, omogoča primerjavo karte nevarnosti (tj. verjetnosti, da bo prišlo do požara) s karto ranljivosti (nagnjenostjo ozemlja k intenzivnemu gorenju).

Na podlagi posvetovanj s partnerji, predstavniki prebivalstva ter predstavniki služb, pristojnih za preprečevanje in gašenje požarov (gozdarji, civilna zaščita, gasilci), projekt predlaga 5 vrst ukrepov za prilagajanje in zmanjševanje tveganja:

1. Selektivno odstranjevanje visoko tveganih drevesnih vrst: Črna borovica kopiči velike količine suhega in smolnatega materiala, kar povečuje tveganje za požare v krošnjah. Ukrepi vključujejo redčenje in selektivno sekanje, namenjeno postopni zamenjavi te vrste z manj vnetljivimi listavci, pri čemer se ohrani celotna gozdna pokritost.

2. Ustvarjanje varovalnih pasov, tj. 10–30 metrov širokih pasov brez vegetacije ali z vegetacijo z izredno nizko vnetljivostjo okoli hiš, železniških prog in cest, da se prekine horizontalna neprekinjenost goriva. Vgradnja suhozidov deluje kot dodatna fizična pregrada.
3. Ohranjanje kraške grmičaste pokrajine: Spodbujanje ciljno usmerjene pašne živinoreje za omejevanje biomase podrastja in upočasnitev ponovne rasti grmičevja. Tradicionalna ekstenzivna paša se izkaže za malo donosno, zato bi potrebovala javne spodbude, da bi postala trajnostna.
4. Mozaik pokrajine: Načrtovanje raznolike in razdrobljene rabe tal za preprečevanje geometričnega širjenja plamenov, zmanjšanje intenzivnosti požara in preprečevanje nastanka velikih požarov.
5. Sistemi zgodnjega opozarjanja (Early-Warning): Namestitev mrež pametnih senzorjev, ki merijo spremembe v zraku pri CO, CO₂, H₂, hlapnih organskih spojinah (VOC) in plinih iz pirolize, s čimer se požar zazna že v fazi tlenja brez plamena (*smoldering*).

5. Prediktivni model (strojno učenje) in digitalna platforma

V zadnjem delu zaključne konference so tehniki podjetja Infordata sistemi predstavili svoje delo v okviru projekta, in sicer razvoj prediktivnega modela z uporabo algoritmov strojnega učenja ter digitalne platforme, ki vključuje ta model in druge funkcionalnosti, koristne za preprečevanje in gašenje požarov.

Nicola Zuccato iz podjetja Infordata je najprej pojasnil osnovno logiko razvoja napovednega modela. Zuccato je opozoril, da tradicionalni modeli opozarjanja temeljijo skoraj izključno na meteorološkem indeksu požarne nevarnosti, znanem kot Fire Weather Index. Ta parameter sicer zagotavlja dragocene informacije o trenutni vremenski nevarnosti, vendar popolnoma zanemarja prostorsko dimenzijo tveganja, saj ne upošteva lokacij, kjer je statistično gledano najverjetneje, da pride do izbruha požara. Poleg tega se pragovi tveganja, ki jih na evropski ravni določa sistem EFFIS, izkazujejo za neustrezne glede na posebnosti Krasa, saj skoraj vsi zgodovinski dogodki na tem območju sodijo pod prag, opredeljen kot »visoko tveganje«, kar poudarja potrebo po kalibraciji napovednih parametrov na lokalni ravni.

Da bi zapolnili to vrzel, so se tehniki odločili zbrati in uskladiti zgodovinske podatke o vseh požarih, ki so se na Krasu zgodili med letoma 1995 in 2024 na obeh straneh meje. Na podlagi konsolidiranih podatkov so nato ustvarili čezmejno bazo podatkov, ki je služila za usposabljanje modela strojnega učenja, ki prepozna verjetnost izbruha požara. Analiza podatkov kaže, da se požari na območju ne razporedijo naključno, temveč kažejo izjemno geografsko koncentracijo, pri čemer se 80 % dogodkov ciklično pojavlja na istih kritičnih območjih. Zlasti bližina cestnih omrežij in predvsem železniških omrežij se izkaže kot glavni antropogeni dejavnik tveganja.

Z združevanjem podatkov v realnem času o resnosti vremenskih razmer in verjetnosti izbruha požara je bilo mogoče ustvariti dinamični zemljevid tveganja, ki se posodablja vsak dan. Vsako jutro sistem analizira štirideset tisoč točk na ozemlju in jih razvrsti v tri

operative stopnje opozoril, povezane s specifičnimi postopki civilne zaščite: rdeča stopnja zahteva aktivno patroljiranje in preventivno mobilizacijo virov, rumena stopnja predvideva pozorno spremljanje občutljivih območij, medtem ko zelena stopnja označuje stanje običajnega nadzora.

Na podlagi predhodnih rezultatov bo s tem novim sistemom mogoče odkriti več kot 70% požarov, medtem ko se pri klasičnem modelu, ki temelji izključno na vremenskih podatkih, ta odstotek ustavi pri 29 %.

Zuccato je poleg tega poudaril, da podnebni podatki, združeni v čezmejni bazi podatkov, ki je bila ustvarjena v okviru projekta, nedvoumno potrjujejo postopno segrevanje Krasa. Pri primerjavi povprečnih temperatur iz devetdesetih let s tistimi iz preteklega desetletja je mogoče zabeležiti sistematično zvišanje temperature za približno dva stopinji Celzija na obeh straneh meje, ki je doseglo vrhunec z zgodovinskim rekordom leta 2024. To zvišanje temperatur neposredno vpliva na pojavnost požarov. Čeprav se večina požarov zgodi spomladi, so poletni požari precej bolj uničujoči, saj pogorijo površine, ki so v povprečju tri- do štirikrat večje od spomladanskih. Poleg tega se kaže asimetričen trend: medtem ko se skoraj vsi požari zaradi hitrih posredovanj omejijo na površino manjšo od 10 hektarjev, 0,2 % požarov doseže ekstremne razsežnosti, pri čemer povprečna pogorela površina znaša skoraj 3500 hektarjev.

Nazadnje je Zuccato predstavil delovanje posebnega senzorja, razvitega v okviru projekta, ki bo po namestitvi omogočal zaznavanje najzgodnejših faz brezplamenskega gorenja. Zahvaljujoč tej napravi, imenovani elektronski nos, bo mogoče zaznati pline pirolize in hlapne organske spojine, ki nastajajo v prvih fazah požara, ter v najkrajšem možnem času opozoriti intervencijske ekipe, s čimer se bo skrajšal odzivni čas. Senzorji bodo namreč prek radijske povezave povezani z napravo, priključeno na internet, ki bo lahko samostojno pošiljala alarmna obvestila pristojnim organom.

Sensore Karst Firewall



Monitoraggio ambientale autonomo
per aree remote



Monitora

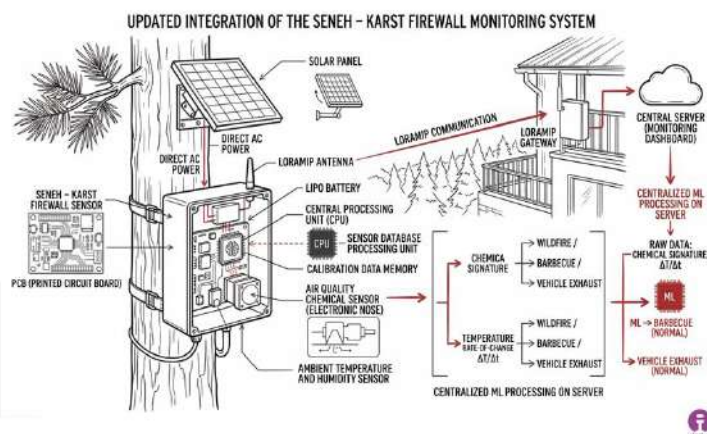
Temperatura, umidità, pressione, qualità dell'aria

Connettività

Radio LoRa a lungo raggio (no Wi-Fi)

Autonomia

Pannello solare + design ultra-low-power



Slika4 Infografika, ki prikazuje mrežo elektronskih nosov

V naslednji predstavitvi je tehnik podjetja Infordata Sistemi Marko Petelin predstavil glavne funkcionalnosti digitalne platforme Karst Firewall, ki vključuje prediktivni model in druga uporabna orodja.

Platforma je sestavljena iz spletnega portala, opremljenega z orodjem za kartografski nadzor. Operativna nadzorna plošča vključuje različne dinamične ravni informacij, ki so dostopne vsem uporabnikom.

Med podatki, ki so stalno na voljo, so meteorološki indeks požarne nevarnosti, stanje in zdravje vegetacije, ugotovljeni s satelitskimi kazalniki, kot je NDVI, lokacija aktivnih požarov v realnem času ter območja, ki so jih že prizadeli prejšnji dogodki. Celotna kartografska infrastruktura temelji na uveljavljenih rešitvah, kot so CartoDB, OpenStreetMap in Copernicus Dataspace Ecosystem, kar zagotavlja neprekinjen dotok posodobljenih satelitskih posnetkov Sentinel.

Zgodovinsko znanje predstavlja bistven steber za razumevanje razvoja tveganja na območju. Platforma gosti tudi čezmejno bazo podatkov, ki vsebuje več kot tri tisoč

podrobnih zapisov o požarih, ki so se v preteklih letih zgodili na Krasu. Arhiv omogoča izvedbo poglobljenih primerjalnih analiz, s katerimi je mogoče primerjati razvoj v tekočem letu s zgodovinskimi povprečji ter izpostaviti dolgoročne trende, ki so skupni tako italijanskemu kot slovenskemu pobočju.

Da bi olajšali zbiranje in standardizacijo novih informacij na terenu, portal ponuja interaktivne obrazce, ki so strukturirani na skupen način. Ta razdelek omogoča natančno kartiranje vsakega novega dogodka z vnosom podrobnosti o geolokaciji, časovnem poteku reševalnih akcij, ugotovljenem ali domnevnem vzroku, vrsti vpletenega rastlinskega goriva ter človeških virih ali opremi, uporabljeni za gašenje, kar olajšuje usklajevanje podatkov med upravami obeh držav.



Slika 5 Marko Petelin z Infordata sistemi predstavlja prediktivni model

Spremljanje okolja v realnem času temelji na obsežni mreži, sestavljeni iz dvaindvajsetih aktivnih meteoroloških postaj, strateško razporejenih med Italijo in Slovenijo. Te postaje neprekinjeno beležijo ključne parametre, kot so temperatura zraka, relativna vlažnost, jakost in smer vetra, skupna količina padavin, sončno sevanje in zračni tlak.

Poleg tradicionalne meteorološke komponente sistem vključuje tudi meritve, ki jih opravljajo elektronski senzorji in spektrografske kamere, zasnovane posebej za zagotavljanje zgodnjega odkrivanja prvih žarišč in tlenja brez plamena tudi v težko dostopnih gozdnih območjih, kjer je vidljivost slaba ali kjer ni pokritosti s tradicionalnim omrežjem.

Končni uporabnik ima dostop do vseh teh analiz prek enotnega vmesnika spletnega portala, ki podatkovne tokove pretvarja v intuitivne analitične grafe o temperaturi, hitrosti vetra, vlažnosti zraka in mesečni pogostosti dni brez dežja.

Napreden nadzorni panel omogoča tudi konfiguracijo matrike opozoril, v kateri je mogoče določiti specifične alarmne pragove za vsako posamezno postajo in parameter. Če meritve presežejo te mejne vrednosti, platforma sproži avtomatski postopek pošiljanja opozorilnih e-poštnih sporočil, naslovljenih na operative kontaktne osebe na terenu. Ta mehanizem obveščanja je trenutno v zadnjih fazah konfiguracije in bo v celoti operativen pred prihajajočo poletno sezono.

Dolgoročno načrtovanje projekta predvideva postopno krepitev celotnega tehnološkega ekosistema. Naslednji koraki se bodo osredotočili na sistematično aktivacijo opozorilnih e-poštnih sporočil za vse operative delavce na terenu ter na razširitev mreže fizičnih senzorjev in elektronskih nosov na nova občutljiva območja Krasa. Hkrati se predvideva uradno odprtje platforme za zunanje institucionalne uporabnike, kot so gasilci, gozdarji in ekipe civilne zaščite, skupaj s stalnim izpopolnjevanjem napovednih algoritmov prek sistematičnega vključevanja topografskih spremenljivk in kratkoročnih vremenskih napovedi.

6. Zaključki

Na zaključni konferenci ni bilo velike udeležbe splošne javnosti, kljub ciljni promociji dogodka, vendar pa to organizatorjev ni posebej presenetilo, saj gre za projekt, katerega glavni upravičenci so strokovnjaki s tega področja.

Medijska pokritost je bila nasprotno zelo obsežna, predvsem na slovenski strani. Nacionalna radiotelevizija RTV je na primer predvajala prispevek v nacionalnih novicah (na voljo na povezavi), poleg tega pa je objavila članek na svojem portalu MMC (povezava: <https://www.rtvlo.si/lokalne-novice/nova-digitalna-platforma-za-upravljanje-pozarnega-tveganja-na-krasu/783473>)).

Tudi nacionalna tiskovna agencija STA je objavila informativni članek o projektu in njegovih rezultatih (plačljiva novica, povezava: <https://www.sta.si/3560505/s-cezmejnim-projektom-dodatni-koraki-za-zmanjsanje-pozarne-ogrozenosti-krasa>).

Primorske novice, časopis s Primorskega, je 27. maja objavil kratek članek. (povezava: <https://primorske.svet24.si/kronika/s-cezmejnim-projektom-dodatni-koraki-za-zmanjsanje-pozarne-ogrozenosti-krasa/>).

Članki o predstavitvi projekta so bili objavljeni tudi na nekaterih večjih slovenskih informacijskih portalih, na primer na Portal24 (povezava: <https://portal24.si/na-krasu-v-30-letih-vec-kot-3900-pozarov-vecino-povzroci-clovek/>).

Radio Primorski Val je pripravil prispevek za svojo informativno oddajo in objavil članek na svoji spletni strani. (povezava: <http://www.primorskival.si/novica.php?oid=24974>).

Slovensko uredništvo informativnega programa RAI je pripravila novico, ki je bila predvajana v večernih novicah (povezava: <https://www.rainews.it/tgr/fjk/video/2026/05/s-projektom-karst-firewall-50-so-na-pozare-bolje-pripravljeni-79e6f4d3-93eb-4711-ad8d-67883a42cc6f.html>).

Zato lahko sklenemo, da je zaključna konferenca pozitivno vplivala na razširjanje končnih rezultatov projekta, ki se bo vsekakor nadaljevalo do avgusta 2026, ko se bo projekt zaključil.

7. Priloge

Priloga 1: Program dogodka



INVITO

Spettabili,

con la presente siamo lieti di invitarvi alla
CONFERENZA FINALE del progetto

VABILO

Spoštovani,

vljudno vas vabimo na ZAKLJUČNO KONFERENCO
projekta

KARST FIREWALL 5.0

Il progetto è co-finanziato dall'Unione europea
nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-
Slovenia.

Vi invitiamo cordialmente alla presentazione dei
risultati del progetto che si terrà martedì 26 maggio
2026 alle ore 09:30, presso il Monumento della pace
di Cerje, Lokvica 35, 5291 Miren.

Projekt sofinancira Evropska unija v okviru
Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

Vljudno vas vabimo na predstavitev rezultatov
projekta, ki bo v torek, 26. maja 2026, ob 09:30, v
Pomniku miru na Cerju, Lokvica 35, 5291 Miren.

Programma:

09.30 – Registrazione e welcome coffee
10.00 – Saluti istituzionali e visione del progetto
(*dr. Massimiliano Granceri Bradaschia, IUAV*).
10.15 – L'importanza delle comunità locali e
sostenibilità dei risultati (*Tina Gerbec, Comune di
Miren-Kostanjevica, Mitja Petelin, Comune di Duino-
Aurisina*)
10.45 – Il monitoraggio con immagini satellitari e
droni (*dr. Rok Ciglič e Lenart Štut, ZRC SAZU*)
11.15 – Come ridurre il rischio incendi: strategie e
linee guida e misure preventive (*IUAV*)
11.45 – L'uso di algoritmi predittivi nella
piattaforma integrata per la gestione degli incendi
(*Infodata sistemi srl*)
12.30 – Q&A
12.45 – Chiusura lavori e rinfresco

È previsto un servizio di interpretazione simultanea in
lingua italiana e slovena.

Siete pregati di confermare la Vostra partecipazione
entro il 25 maja 2026 compilando il modulo di
iscrizione online QUI. Per ulteriori informazioni, si
prega di contattare:

Program:

09.30 – Registracija in kava dobrodošlice
10.00 – Pozdravni nagovori in vizija projekta (*dr.
Massimiliano Granceri Bradaschia, IUAV*).
10.15 – Pomen lokalnih skupnosti in zagotavljanje
trajnosti rezultatov (*Tina Gerbec, Občina Miren-
Kostanjevica, Mitja Petelin, Občina Devin-Nabrežina*)
10.45 – Spremljanje s satelitskimi posnetki in droni
(*dr. Rok Ciglič in Lenart Štut, ZRC SAZU*)
11.15 – Kako zmanjšati požarno ogroženost:
strategije, smernice in preventivni ukrepi (*IUAV*)
11.45 – Uporaba napovednih algoritmov v
integrirani platformi za upravljanje požarov
(*Infodata sistemi srl*)

12.30 – Vprašanja in odgovori
12.45 – Zaključek in pogostitev

Zagotovljeno bo simultano tolmačenje v italijanski in
slovenski jezik.

Prosimo vas, da vašo udeležbo potrdite preko
spletnega obrazca TUKAJ najpozneje do 25. maja
2026. Za več informacij nas lahko kontaktirate na:

info@pina.si

Questo progetto è sostenuto dal programma Interreg Italia - Slovenia, progetto cofinanziato dall'Unione Europea.
Ta projekt je podprt s strani programa Interreg Italija - Slovenija, projekt, ki ga sofinancira Evropska unija.





8	Tina	Gerbec	projekti@miren-kostanjevica.si	Občina Miren-Kostanjevica	
9	Matjaž	Geršič	mgersic@zrc-sazu.si	ZRC SAZU	
10	Zvonko	Glazar	zvonko.glazar@gasilec.net	Gasilska zveza Slovenije	
11	Massimiliano	Granceri Bradaschia	mgranceri@iuav.it	IUAV Università di Venezia	
12	Andrej	Gustinčič	andrej.gustincic@urszr.si	IURSZR KOPER	
13	Taja	Kavčič	taja.kavcic@pina.si	PINA	
14	Metka	Kovač	metka.kovac@urszr.si	IURSZR POSTOJNA	
15	Lorenzo	Minusi	lomi174@gmail.com	L.A.	
16	Giacomo	Morassutti	giacomo.m.vitale@gmail.com	IUAV	
17	Janez	Nared	janez.nared@zrc-sazu.si	ZRC SAZU	
18	Peter	Pavkovič	peter.pavko@gmail.com	PGD POSTOJNA	
19	Marko	Petelin	marko.petelin@infodata.it	Infodata Sistemi	

Il progetto Karst Firewall 5.0 è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.
Projekt Karst Firewall 5.0 sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

www.ita-slo.eu/karst-firewall-50



20	Mitja	Petelin	mitja.petelin@comune.duino-auri sina.it	Comune Duino Aurisina/Občina Devin Nabrežina	<i>Ilvo</i>
21	Siva	Rustja	siva.rustja@pina.si	PINA	<i>Alia R.</i>
22	Edoardo	Sambo	edy.sambo56@gmail.com	Comune di Savogna d'Isonzo	
23	Zdravko	Stanic	zdravkostanic@gmail.com	DU Miren	
24	Jure	Ticar	jure.ticar@zrc-sazu.si	ZRC SAZU, Geografski inštitut Antona Melika	
25	Mateja Breg	Vallavec	mateja.breg@zrc-sazu.si	ZRC SAZU	
26	Gregor	Vizintin	vizintin@galcarso.eu	Gal Carso LAS Kras	
27	Nicola	Zuccato	nicola.zuccato@infodata.it	Infodata Sistemi	
28	Tomaž	CSH	Tomaž.CSH@infodata.it	INFODATA SISTEMI	<i>25.04</i>
29	STASH	QRETORIČ	qreptih@minia-katastrofi.si	Minia-katastrofi OHK	<i>25.04</i>
30	ALCANTARA	BARAU		TOCONICA	<i>Spidele bar</i>

Il progetto Karst Firewall 5.0 è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.
Projekt Karst Firewall 5.0 sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

www.ita-slo.eu/karst-firewall-50