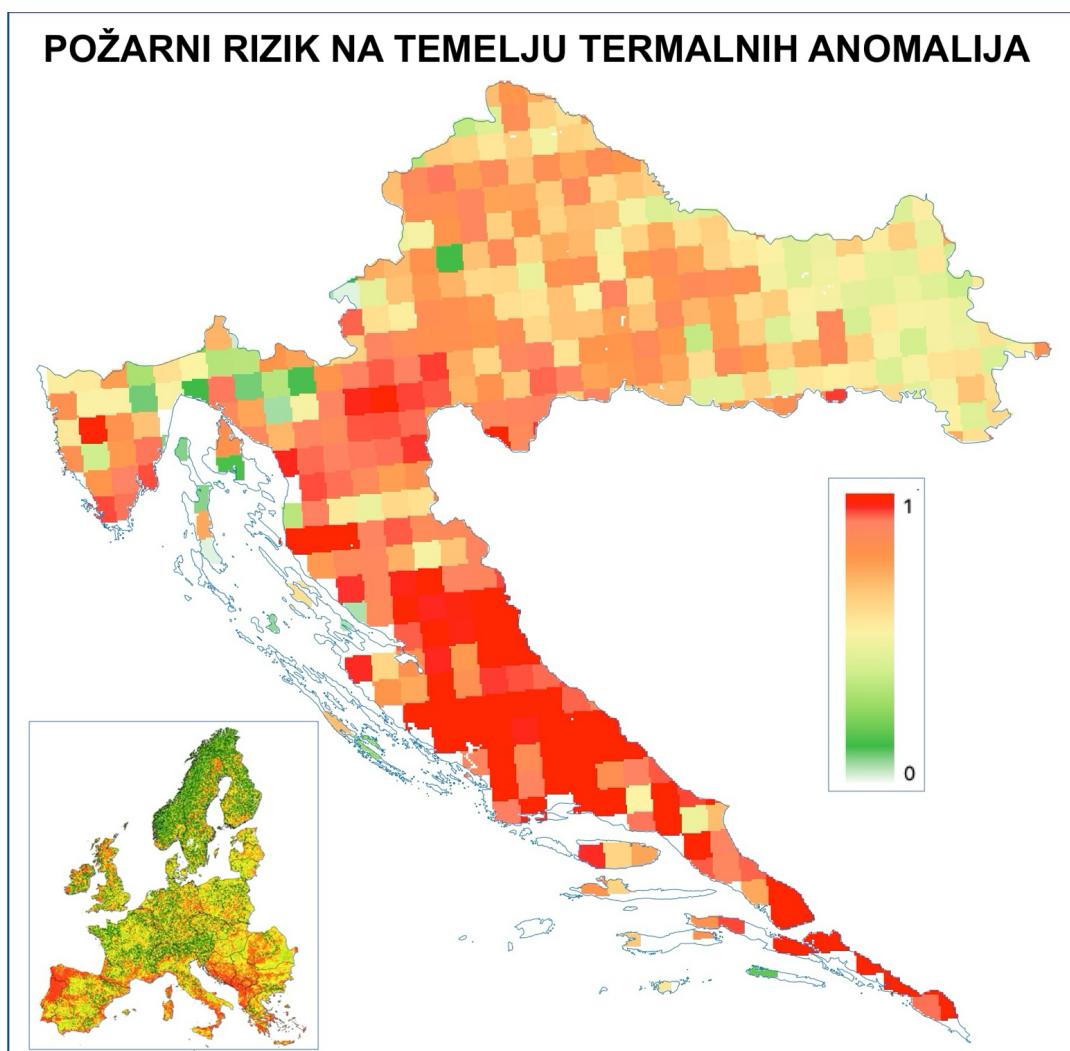


# *Strategije upravljanja zemljištem za smanjenje rizika od požara raslinja na području Hrvatske*



2024.



CIPOP - CENTAR ZA ISTRAŽIVANJE  
POŽARA OTVORENOG PROSTORA

## FIREURISK – RAZVOJ HOLISTIČKE STRATEGIJE ZA UPRAVLJANJE POŽARNIM RIZICIMA

Broj ugovora: 101003890

Identifikator poziva: H2020-LC-CLA-2018-2019-2020

Tema:	LC-CLA-15-2020 Smanjenje rizika od požara raslinja: korak prema pristupu integriranog upravljanja požarima raslinja u EU
Instrument:	RIA

### ***Strategije upravljanja zemljištem za smanjenje rizika od požara raslinja na području Hrvatske***

Identifikator dokumenta:	Produkt 45: Strategije upravljanja zemljištem za smanjenje rizika od požara raslinja na području Hrvatske
Rok za izradu dokumenta:	30/12/2023
Datum izrade dokumenta:	27/03/2023
Verzija:	1.0
Glavni dokument:	<b>D 2.3 – Guidelines for LMS: applicability, socio-economics and environmental concerns</b>
Autor glavnog dokumenta i glavni partner ovih istraživanja:	<b>Alex Neidermeier</b> Vrije Universiteit Amsterdam, Netherland
Prijevod, obrada karata i prilagodba za Hrvatsku:	<b>Darko Stipanićev, Marin Bugarić, Ljiljana Šerić, Damir Krstinić, Dunja Božić Štulić, Maja Braović</b> Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, Split, Hrvatska
Radni paket:	<b>WP2 - Smanjenje rizika od požara radi poboljšanja zaštite</b>
Zadatak:	Zadatak 2.2: Strategije upravljanja zemljištem (LMS) za smanjenje rizika od požara
Razina širenja:	<input checked="" type="checkbox"/> PU: Javno <input type="checkbox"/> CO: Povjerljivo, samo za članove Konzorcija (uključujući Službe Komisije)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101003890.

## FIREURISK - DEVELOPING A HOLISTIC, RISK-WISE STRATEGY FOR EUROPEAN WILDFIRE MANAGEMENT

Grant Agreement Number: 101003890

Call identifier: H2020-LC-CLA-2018-2019-2020

Topic:	LC-CLA-15-2020 Forest Fires risk reduction: towards an integrated fire management approach in the E.U.
Instrument:	RIA

### *LMS strategies for Croatia*

Deliverable Identifier:	Product 45 LMS strategies for Croatia	
Deliverable Due Date:	30/12/2023	
Deliverable Submission Date:	27/03/2023	
Deliverable Version:	1.0	
Main Document:	D2.3 – Guidelines for LMS: applicability, socio-economics and environmental concerns	
Author of Main Deliverable and Lead Partner of this work:	Alex Vrije Universiteit Amsterdam, Netherland	Neidermeier
Translation, Map preparation and Adaptation for Croatia:	Darko Stipanićev, Marin Bugarić, Ljiljana Šerić, Damir Krstinić, Dunja Božić Štulić, Maja Braović Faculty of Electrical Engineering, Machine Engineering and Naval Architecture, University of Split, Split, Croatia	
Work Package:	WP2 - Fire risk reduction to improve protection	
Task:	Task 2.2: Land Management strategies (LMS) to reduce fire risk	
Dissemination Level:	<input checked="" type="checkbox"/> PU: Public <input type="checkbox"/> CO: Confidential, only for members of the Consortium (including the Commission Services)	



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101003890.

## Sažetak

Ovaj dokument je nastao na temelju istraživanja provedenih u Radnom paketu 2 projekta FirEURiskmu Zadatku 2.2. posvećenom Strategijama upravljanja zemljištem (engl. *LMS – Land Management Strategies*) za smanjenje rizika od požara raslinja kojoj je glavni istraživač bila **Alex Neidermeier**, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherland. Rezultati istraživanja objavljeni su u izvještaju

- a) *D2.3 – Guidelines for LMS: applicability, socio-economics and environmental concerns*, Interni izvještaj FirEURisk projekta, 2023.

i radu

- b) Neidermeier, Alex; Zagaria, Cecilia; Pampanoni, Valerio; West, Thales Pupo and Verburg, Peter, *Mapping opportunities for the use of land management strategies to address fire risk in Europe. Journal of Environmental Management*, Volume 346, 15 November 2023, 118941  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118941>

Autori su razvili strategiju analize različitih načina upravljanja zemljištem sa ciljem smanjenja požara raslinja i primijenili je na razini cijele EU. Sa ciljem što veće dostupnosti rezultata ovih istraživanja, u ovom javno dostupnom dokumentu, prilagodili smo dokument za područje Republike Hrvatske, uključujući i mape koje smo dobili od glavne istraživačice **Alex Neidermeier** uz dozvolu njihovog objavljivanja. Karte Hrvatske se mogu slobodno skinuti s našeg Web portala, a u slučaju njihovog korištenja molimo postupanje u skladu s Copyrightom.

U prvom dijelu dana su temeljna objašnjenja različitih strategija upravljanja zemljištem kojima se smanjuje rizik od požara raslinja. U drugom dijelu objašnjena je metodologiju na temelju koje su autori pokušali doći do odgovora koje je metode povoljnije za određeno područje. U trećem dijelu prikazane su i mape za područje Hrvatske.

Dokument je javno dostupan, a prema pravila Copyrighta projekta FirEURisk može se reproducirati uz navođenje izvora, posebno rada (Neidermeier et al., 2023).

Nadamo se da ćemo na ovaj način pomoći svima onima koji se bave strategijama upravljanja zemljištem, kako bi se u budućnosti rizik od požara raslinja još više smanjio.

## Abstract

This document was created on the basis of research carried out in *Work Package 2 of the FirEURisk project*, more specifically in Task 2.2. dedicated to *Land Management Strategies* for reducing the risk of wildfires. The main researcher of this task was **Alex Neidermeier**, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherland. The research was published in a report

- a) *D2.3 – Guidelines for LMS: applicability, socio-economics and environmental concerns*, Internal Report, FirEURisk project, 2023.

and paper

- b) Neidermeier, Alex; Zagaria, Cecilia; Pampanoni, Valerio; West, Thales Pupo and Verburg, Peter, *Mapping opportunities for the use of land management strategies to address fire risk in Europe*. **Journal of Environmental Management**, Volume 346, 15 November 2023, 118941, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118941>

The authors developed a strategy for analysing different ways of land management with the aim of reducing wildfires and applied it at the level of the entire EU in 1 km<sup>2</sup> resolution. With the aim of making the results of these researches as widely available as possible, in this publicly available document, we have adapted the document for the area of the Republic of Croatia. The document also includes maps of suitable LMS for Croatia, that we have received from the main researcher **Alex Neidermeier** with approval for inclusion in this document. Maps of Croatia can be freely downloaded from our Web portal. In case of their use, please act in accordance with Copyright.

In the first part, we deal with basic explanations of all available land management methods that reduce the risk of wildfires. In the second part, we explain the methodology used by authors in order to find which methods are more advantageous to apply in a certain area. In the third part, maps for the area of Croatia are presented.

The document is publicly available, and according to the Coipright rules of the FirEURisk project, it can be reproduced with reference to the source, especially the work (Neidermeie et al., 2023).

We hope that in this way we will help all those involved in land management strategies to reduced wildfire risk in the future.

## ***Odricanje od odgovornosti***

Sadržaj u ovoj publikaciji isključiva je odgovornost autora i ne predstavlja nužno stajališta izražena od strane Europske komisije ili njezinih službi.

Iako se vjeruje da su informacije sadržane u dokumentima točne, autori ili bilo koji drugi sudionik konzorcija FirEurisk ne daju nikakva jamstva u vezi s ovim materijalom, uključujući, ali ne ograničavajući se na implicirana jamstva o prikladnosti za određenu svrhu.

Niti Konzorcij FirEurisk niti bilo koji od njegovih članova, njihovih službenika, zaposlenika ili agenata neće biti odgovorni zbog nemara ili na bilo koji drugi način u pogledu bilo koje netočnosti ili propusta u ovom dokumentu.

Bez odstupanja od općenitosti prethodno navedenog, niti Konzorcij FirEurisk niti bilo koji od njegovih članova, njihovih službenika, zaposlenika ili agenata neće biti odgovorni za bilo kakav izravni ili neizravni ili posljedični gubitak ili štetu uzrokovano ili proizašla iz bilo kojeg savjeta o informacijama ili netočnosti ili propusta ovdje .

## ***Copyright poruka***

© FirEurisk Consortium, 2021-2025. Ovaj dokument sadrži elemente objavljenog rada osim ako je drugačije naznačeno. Priznanje prethodno objavljenom materijalu i radu drugih izvršeno je odgovarajućim citatom. Reprodukcija je dopuštena uz navođenje izvora.

## **Proekt 45: Strategije upravljanja zemljištem za smanjenje rizika od požara raslinja na području hrvatske**

Dokument je nastao na temelju istraživanja u **Radnom paketu 2 - Smanjenje rizika od požara radi poboljšanja zaštite, zadatku 2.2: Strategije upravljanja zemljištem (LMS) za smanjenje rizika od požara** u kojem je glavni istraživač bila:

**Alex Neidermeier**, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherland

Prijevod, obrada karata i prilagodba za Hrvatsku:

**Darko Stipanićev, Marin Bugarić, Ljiljana Šerić, Damir Krstinić, Dunja Božić Štulić, Maja Braović** Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu, Split, Hrvatska

---

## Sadržaj

Sažetak.....	1
Abstract.....	2
Sadržaj.....	4
1. Uvod .....	5
2. Metodologija .....	7
2.1. Analiza postojeće literature .....	7
2.2. Utvrđivanje socioekonomskih i ekoloških faktora za pojedinu strategiju upravljanja zemljištem	8
3. Prikladnost korištenje pojedinih strategija na području Hrvatske.....	10
3.1. Prikladnost korištenja kontrolirane ispaše .....	10
3.2. Prikladnost korištenja mehaničkog uklanjanja goriva .....	11
3.3. Prikladnost korištenja mehaničkog uklanjanja goriva .....	12
3.4. Usporedba prikladnosti pojedinih strategija s procjenom opasnosti od požara.....	13
3.5. Analiza mogućnosti istodobne upotrebe više strategija upravljanja zemljištem .....	17
4. Zaključak.....	19
Literatura .....	20

## 1. Uvod

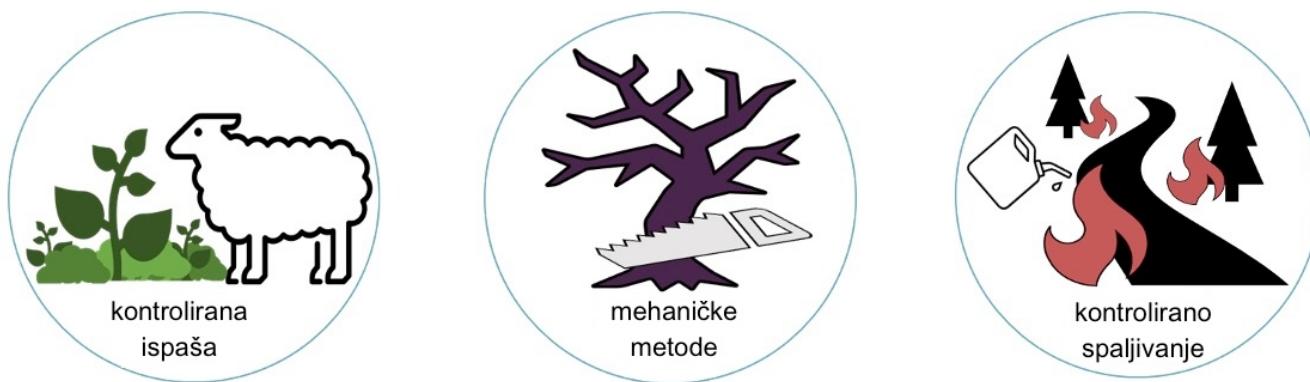
U Europi je tijekom povijesti postojala bliska veza između ljudi, krajolika i vatre. Stočari su vatru tradicionalno koristili za poboljšanje trave za ispašu stoku, a farmeri za čišćenje vegetacije sa zemlje na kojoj su planirali posaditi različite poljoprivredne kulture. Složeni niz pokrova i korištenja zemljišta, vremena, klime, vrste vegetacije i topografije pokretali su požarne režime s kojima se Europa susretala tijekom posljednjih stoljeća.

Danas se mnogi dijelovi Europe suočavaju se s novim izazovima koji se odnose na požare raslinja, prije svega zbog toga što kombinacija čimbenika djeluje međusobno:

- c) češći meteorološki uvjeti poput suše i toplinskih valova povećavaju opasnost od požara (
- d) promjene u sastavu, kontinuitetu i stanju goriva diljem krajolika, povećavajući opasnost od požara
- e) opasnost od požara u kombinaciji s povećanom ranjivošću kako se dinamika urbanog sučelja mijenja, povećavajući ukupni rizik od požara (Chuvieco et al., 2010.).

Promjene krajolika, kao što je napuštanje zemljišta, mogu stvoriti homogene krajolike u odnosu na gorivost, sadržavati veliku gustoću gorive materije, poredana blizu jedno uz drugo, slične starosti i tipa vrsti i bez prekida. Požare u takvim krajolicima teže je kontrolirati, s potencijalno negativnim posljedicama za ekosustave, bližje stanovništvo i infrastrukturu. Neki su autori predložili upravljanje gorivom na razini krajolika kako bi se stvorila heterogenost strukture goriva, kao što se vidi u krajolicima tipa mozaika. Tehnike gospodarenja šumom, poput smanjenja količine goriva na šumskom tlu i uklanjanja dijela gorive materije (npr. niskih grana u borovim šumama) mogu smanjiti rizik od požara u krošnjama, kroz koje se požar brzo šire i rezultiraju većom uništavanju vegetacije (Alcasena et al., 2018).

Postoje dokazi koji podupiru korištenje određenih strategija upravljanja zemljištem kojima je cilj razbiti homogenost strukture goriva diljem krajolika kako bi se ublažila opasnost od šumske požare (Moreira et al., 2011.). Projekt FirEURisk bavio se s tri uobičajena strategije prisutne u EU praksi<sup>1</sup>:



- (1) **Kontrolirana ispaša** (engl. *Prescribed Grazing*) je ciljana i kontrolirana praksa koja uključuje strateško uvođenje stoke, kao što su goveda, ovce ili koze, kako bi se modificirale značajke vegetacije i smanjila opterećenja gorivom materijom. Konzumirajući vegetaciju, stoka može promijeniti strukturu vegetacije, smanjiti biomasu i stvoriti krajolik manje sklon požarima. Kontrolirana ispaša nudi ekološki prihvatljiv pristup gospodarenju gorivom, uz dodatnu korist korištenja domaćih životinja za kontrolu vegetacije.
- (2) **Mehaničke metode** (engl. *Mechanical Methods*) uključuju korištenje strojeva i opreme za upravljanje vegetacijom. Ove metode obuhvaćaju mehaničko uklanjanje, rezanje i usitnjavanje

<sup>1</sup> Ilustracija je prilagođena iz (Neidermeier et al., 2023).

---

vegetacije. Ova metoda pruža različite mogućnosti za modificiranje strukture vegetacije i smanjenje kontinuiteta goriva. Ovi tretmani smanjuju opterećenje gorivom, mijenjaju strukturu vegetacije i stvaraju praznine i otvore u vegetaciji, čime se pomaže u kontroliranju eventualnog širenja požara, smanjivanja njegovog intenziteta i stvaranju više fragmentiranog krajolika goriva.

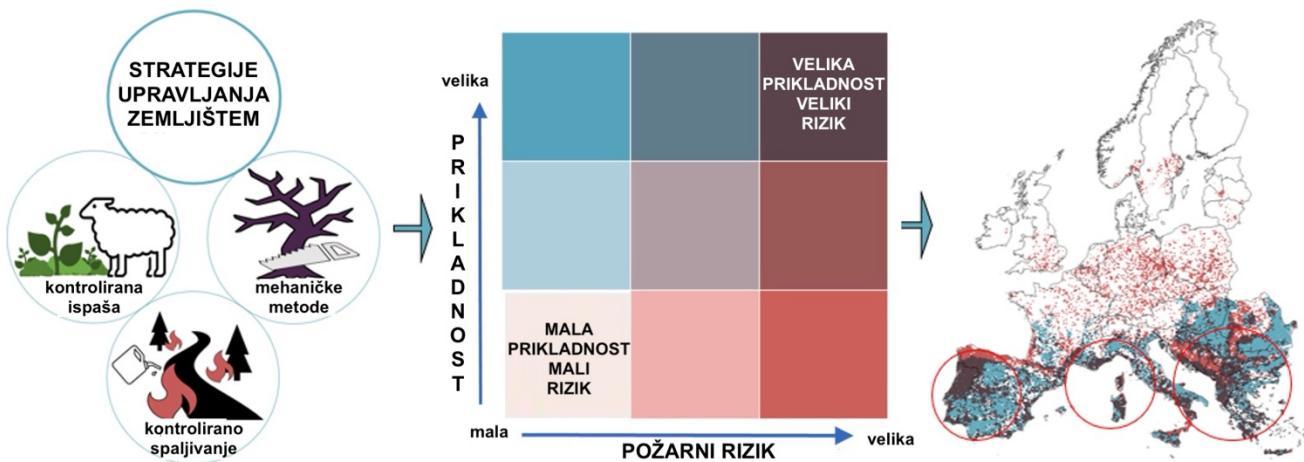
- (3) **Kontrolirano spaljivanje** (engl. *Prescribed Burning*) podrazumijeva kontrolirano i plansko paljenje određenih prostora u strogo nadziranim uvjetima. Uključuje spaljivanje vegetacije tijekom unaprijed određenih vremenskih uvjeta i uvjeta goriva kako bi se smanjila količina goriva i modificirala struktura vegetacije (Fernandes et al., 2013.). Ovakvo paljenje potencijalno može potaknuti razvoj krajolika otpornijeg na vatru, čime se smanjuje rizik od šumskih požara visokog intenziteta. Kontroliranim spaljivanjem žive i mrtve vegetacije, te promjenom rasporeda goriva značajno se smanjuje opterećenje gorivom. Posebno je učinkovit u uklanjanju finih goriva i smanjenju povezne vegetacije, stvarajući diskontinuirane uzorke goriva. U područjima podložnim požarima, kontrolirano paljenje može pridonijeti otpornosti ekosustava održavanjem ekoloških procesa.

Integracija i učinkovitost postupaka usmjerenog na smanjenje opasnosti od požara ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući klimatske uvjete, trenutni pokrov i korištenje tla, topografiju, socioekonomske trendove, ekomska ograničenja, tradicionalne/kulturne prakse i dostupnost specijalizirane radne snage.

U nastavku je opisana metodologija na temelju koje se objektivnom analizom može izračunati koje su metode pogodnije za primjenu u određenim područjima i način kako se može doći do ulaznih podataka.

## 2. Metodologija

Istraživači projekta FirEURisk (Neidermeier et al., 2023) razradili su detaljnu metodologiju za proračun područja pogodnih za pojedine strategije upravljanja zemljištem sa ciljem smanjenja požarnog rizika. Krajnji cilj je napraviti karte Europe u kojima je jasno označeno koja je strategija upravljanja zemljištem najpogodnija za smanjenje požarnog rizika. Metodologija shematski prikazuje Slika 1. Sastoji se od nekoliko koraka.



Slika 1. Metodologija mapiranja teritorija Europe sa ciljem objektivnog utvrđivanja najpogodnijih strategija za pojedino područje - slika prilagođena iz (Neidermeier et al., 2023)

- (1) Analizom postojeće literature odabrati su strategije upravljanja zemljištem koji su najpogodniji za primjenu u zemljama Europe (kontrolirana ispaša, mehaničke metode i kontrolirano spaljivanje)
- (2) Nakon toga su analizirani svi socioekonomski i ekološki faktori koji svake od predloženih metoda kako bi se utvrdila pogodnost pojedine metode za primjenu na određenom teritoriju, te izradile karte pogodnosti primjene pojedine strategije na određenom području.
- (3) Zadnji korak je izrada mapa koje ne samo uzimaju u obzir pogodnost pojedine metode, već i stupanj požarnog rizika tog područja. U prvom koraku, on je određivan na temelju termalne abnormalnosti, ali je ostavljena mogućnost dorade korištenjem novog načina proračuna požarnog rizika na kojem projekt FirEURisk radi.

### 2.1. Analiza postojeće literature

Prvi korak je bilo detaljna analiza postojeće literature. Analizirano je skoro 1500 radova, od kojih je u direktnoj vezi s predloženim metodama upravljanja zemljištem bilo 36 radova za kontroliranu ispašu, 77 radova za mehaničko uklanjanje i 47 radova za kontrolirano spaljivanje. Za popis ovih radova pogledati (Neidermeier et al., 2023).

Analizom dostupne literature pronađena su 36 znanstvenih radova posvećenih korištenju **kontrolirane ispaše**. Efikasnost ove strategije analizirana je u odnosu na vrste stoke, doba godine, dostupnost odgovarajućeg goriva i raspoloživosti dodatne prehrane –. Posebno je naglašena važnost pristupa prometnoj infrastrukturi, uključujući lokalne i glavne ceste. To je navedeno i kao važan poticajni čimbenik, a prijevozne mreže omogućavaju i pristup tržištima na kojima su se mogli prodavati stočni proizvodi (meso, sir, vuna, itd.), pružajući poticaj za usvajanje aktivnosti kontrolirane ispaše u ruralnim zajednicama.

**Mehaničko uklanjanje goriva**, uključujući aktivnosti uzgoja šuma, siječe za industriju, obrezivanje i prorjeđivanje obrađeno je u 77 znanstvenih članaka. Pozitivni ishodi ovih metoda povezani su s primjenom na specifične tipove vegetacije, ali i u kombinaciji s kontroliranim paljenjem. Ta je praksa posebno

spomenuta u vezi s uklanjanjem grmlja (gorivo od posebnog interesa za rizik od požara) i u određenim prioritetnim područjima, kao što su područja u blizini naselja. Tereni s nagibom iznad 30% navedeni su u literaturi kao negativni faktor zabrane zbog teškog transporta opreme i materijala. Međutim, visoki troškovi implementacije identificirani su kao prepreka za ovaj način upravljanja zemljištem. Iako je ova aktivnost naznačeno kao potencijalna aktivnost za stvaranje prihoda prodajom uklonjenog goriva, u stvarnim primjenama, potreban rad, oprema i prijevoz u nekim slučajevima predstavljaju previsoke troškove. Nekoliko je studija također procijenilo potencijalne utjecaje uklanjanja biomase na okoliš, pronalazeći različite posljedice za zdravlje ekosustava ovisno o metodama i intenzitetu uklanjanja vegetacije.

**Kontrolirano spaljivanje** obrađeno je u 47 znanstvenih članaka, s fokusom na južnu Europu. Raspravljaljalo se o tradicionalnoj upotrebi vatre u Europi, kao što je pomlađivanje pašnjaka, krčenje vegetacije za poljoprivrednu ili održavanje kulturno vrijednih krajolika (npr. vriština). Nekoliko studija procijenilo je utjecaj kontroliranog spaljivanja na okoliš, uključujući učinke na tlo, bioraznolikost, smrtnost drveća i skladištenje vode. Općenito, studije su otkrile da kada se primjenjuje u ekološki prilagođenim ekosustavima spaljivanje pod odgovarajućim uvjetima, povećava biološku raznolikost i ima minimalni učinci na kvalitetu tla i smrtnost drveća. Što se tiče biofizičkih ograničenja, specifični meteorološki uvjeti identificirani su kao preduvjet za sigurno provođenje ovog postupka. Uobičajeni uvjeti navedeni u literaturi uključuju granične vrijednosti za maksimalnu dnevnu temperaturu, prosječna relativnu vlažnost zraka, brzinu vjetra i broj uzastopnih dana bez oborina. Pristupačnost prometne infrastrukture također je navedena u literaturi kao preduvjet za uspješnost metoda, podjednako za kretanje opreme i radne snage, ali i kao sigurnosna mjeru u slučaju gubitka kontrole nad vatrom. Neke studije analizirale su percepcije ovog postupka kod stanovništva, korištenjem anketa i intervjeta. Odbojnost prema dimu stanovnika koji žive u blizini kvalificirana je u literaturi kao prepreka za primjenu ovog postupka. Korištenje vatre u pastoralnim primjenama u nekim je slučajevima bilo povezano s gubitkom kontrole, što je dovelo do zabrane primjene ovog postupka u nekim zemljama, npr. u Grčkoj.

## 2.2. Utvrđivanje socioekonomskih i ekoloških faktora za pojedinu strategiju upravljanja zemljištem

Na temelju analize literature napravljena je lista faktora koji utječu na primjenjivost pojedine strategije u Europi. Konačne mape je provjerilo i revidiralo 60 istraživača i praktičara specijaliziranih za požarne aktivnosti koji su uključeni u FirEURisk projekt. Za svaku od predložene tri strategije osnovni faktori i načini kako ih uključiti u izradu konačnih mapa dani su u Tablicama 1 – 3. Detaljno objašnjenje zašto su pojedini faktori uključeni može se pronaći u radu (Neidermeier et al., 2023).

*Tablica 1. Faktori koji utječu na prikladnost strategije kontrolirane ispaše u smanjenju rizika od požara*

faktor prikladnosti	izvor podataka	tehnički detalji
<b>prisutnost i raznolikost stoke ovaca i koza</b>	broj stoke po pikselu prema (Gilbert et al., 2018.)	<b>rezolucija:</b> 5 lučnih minuta <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> globalno, 2010.
<b>prisutnost i raznolikost divljih papkara</b>	lokacije divljih papkara (Linnell et al., 2020)	<b>rezolucija:</b> shape datoteka <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> Europa, različita vremenska pokrivenost
<b>kvaliteta/prikladnost pašnjaka</b>	indeks prikladnosti pašnjaka iz (Velthuizena, H. van, 2007)	<b>rezolucija:</b> 5 lučnih minuta <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> globalno, 2000.

<b>pristup tržištu i mobilnost stoke</b>	karta vremena putovanja do gradova (pristupačnost) od (Weiss et al., 2018)	<b>rezolucija:</b> 1 km <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> globalno, 2015.
--	--	--

*Tablica 2. Faktori koji utječu na prikladnost strategije mehaničkog uklanjanja goriva u smanjenju rizika od požara*

<b>faktor prikladnosti</b>	<b>izvor podataka</b>	<b>tehnički detalji</b>
<b>transportni pristup</b>	karta vremena putovanja do gradova (pristupačnost) od (Weiss et al., 2018)	<b>rezolucija:</b> 1 km <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> globalno, 2015.
<b>ograničenje strminom padine</b>	nagib izведен iz EU-DEM iz Copernicus Land Monitoring Service	<b>rezolucija:</b> 25 m <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> Europa, NA
<b>šumska biomasa dostupna za (održivu) sjeću</b>	dostupnost šumske biomase u tonama suhe tvari po hektaru godišnje iz (Verkerk et al., 2019)	<b>rezolucija:</b> 10 km <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> Europa, kompozitni podaci (više godina)
<b>blizina poznatih elektrana na biomasu</b>	globalna baza podataka elektrana iz Svjetskog instituta za resurse (Byers et al., 2021.)	<b>rezolucija:</b> NA, GPS koordinate <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> NA

*Tablica 3. Faktori koji utječu na prikladnost strategije kontroliranog spaljivanja u smanjenju rizika od požara*

<b>faktor prikladnosti</b>	<b>izvor podataka</b>	<b>tehnički detalji</b>
<b>dani pogodni za kontrolirano spaljivanje:</b> maks. temperatura 5-25°C relativna vlažnost 30-70% brzina vjetra 0-20 km/h maks. dana bez padalina: 4	izvedeno iz Copernicus Climate Change Service (2017): ERA5	<b>rezolucija:</b> 0.1 arc seconds <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> globalno, 2011.-2021.
<b>transportni pristup za radnu snagu i opremu</b>	karta vremena putovanja do gradova (pristupačnost) od (Weiss et al., 2018)	<b>rezolucija:</b> 1 km <b>prostorna i vremenska pokrivenost:</b> globalno, 2015.

Kako bi se pripremile karte prikladnosti, svi prostorni podaci su prebačeni u rezoluciju od 1 km<sup>2</sup> i normalizirana između nule i jedan, s tim da jedinica ukazuje na veću prikladnost. Na temelju pregleda literature velika naselja (gradovi) dobili su prikladnost nula u kartama za biljojede i nadzirana spaljivanja. To je zato što za razliku od mehaničkog uklanjanje goriva, kontrolirana ispaša i kontrolirano spaljivanje nije prikladno u blizini gusto naseljenih područja. Komentari vezani uz značaj i ograničenje svih utjecajnih faktora detaljno su navedeni u (Neidermeier et al., 2023). Prikladnost korištenja pojedinih strategija je zatim izračunata usrednjavanjem svih utjecajnih faktora.

### 3. Prikladnost korištenje pojedinih strategija na području Hrvatske

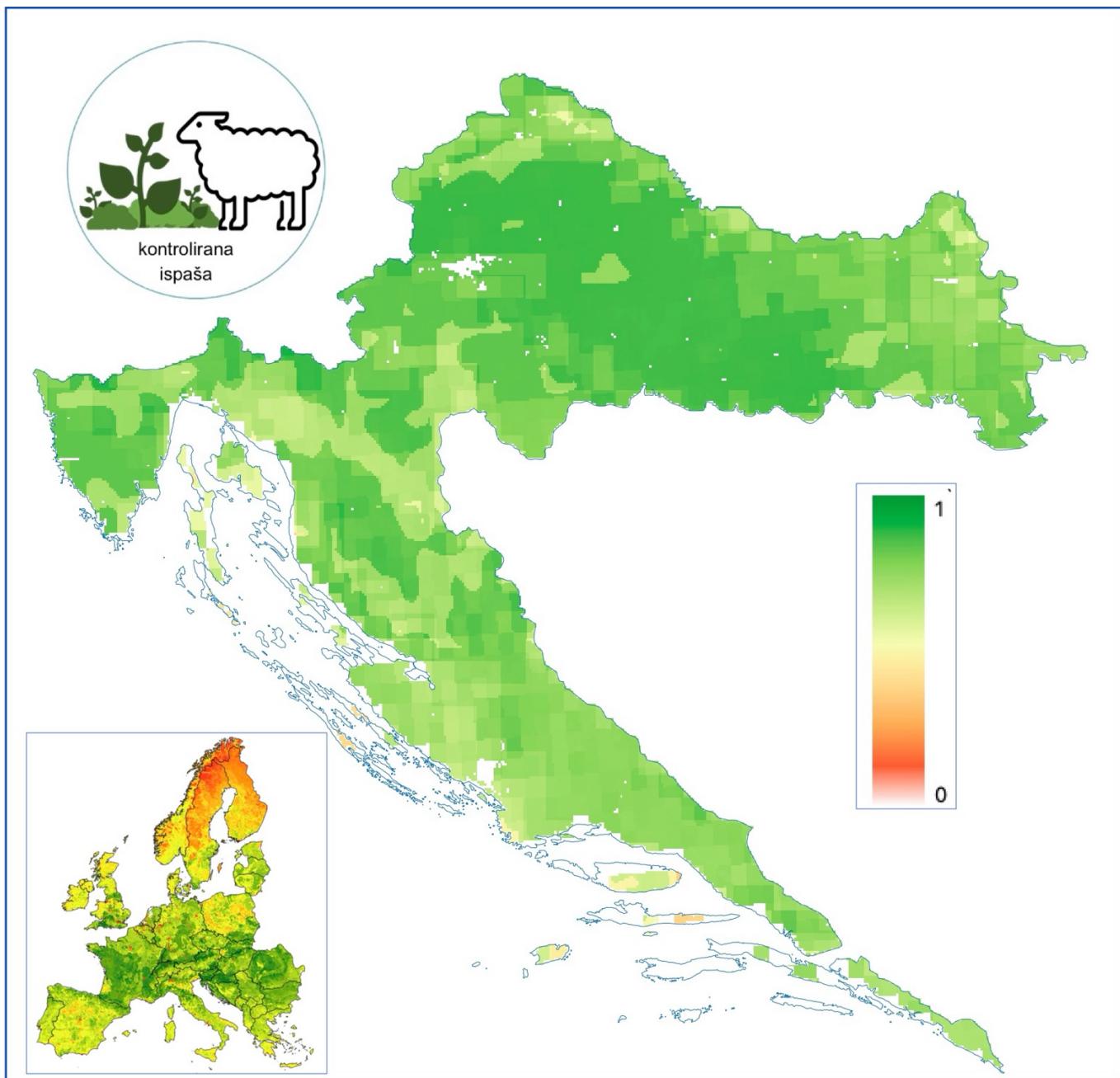
U ovom dijelu prikazujemo sve mape prikladnosti korištenja pojedinih strategija upravljanja zemljištem sa ciljem smanjenja požarne opasnosti, kao i kombinirane karte prikladnosti i procjene požarnog rizika na temelju termalne abnormalnosti. Više detalja u tekstovima ispod slika. Sve mape Hrvatske imaju slijedeće podatke:

Coordinate Reference System (CRS) = EPSG:3035 - ETRS89-extended / LAEA Europe

Extent 4594000.0000000000000000,2163000.0000000000000000  
5062000.0000000000000000,2625000.0000000000000000

Width: 468 Height: 462 Pixel Size: 1000,-1000

#### 3.1. Prikladnost korištenja kontrolirane ispaše



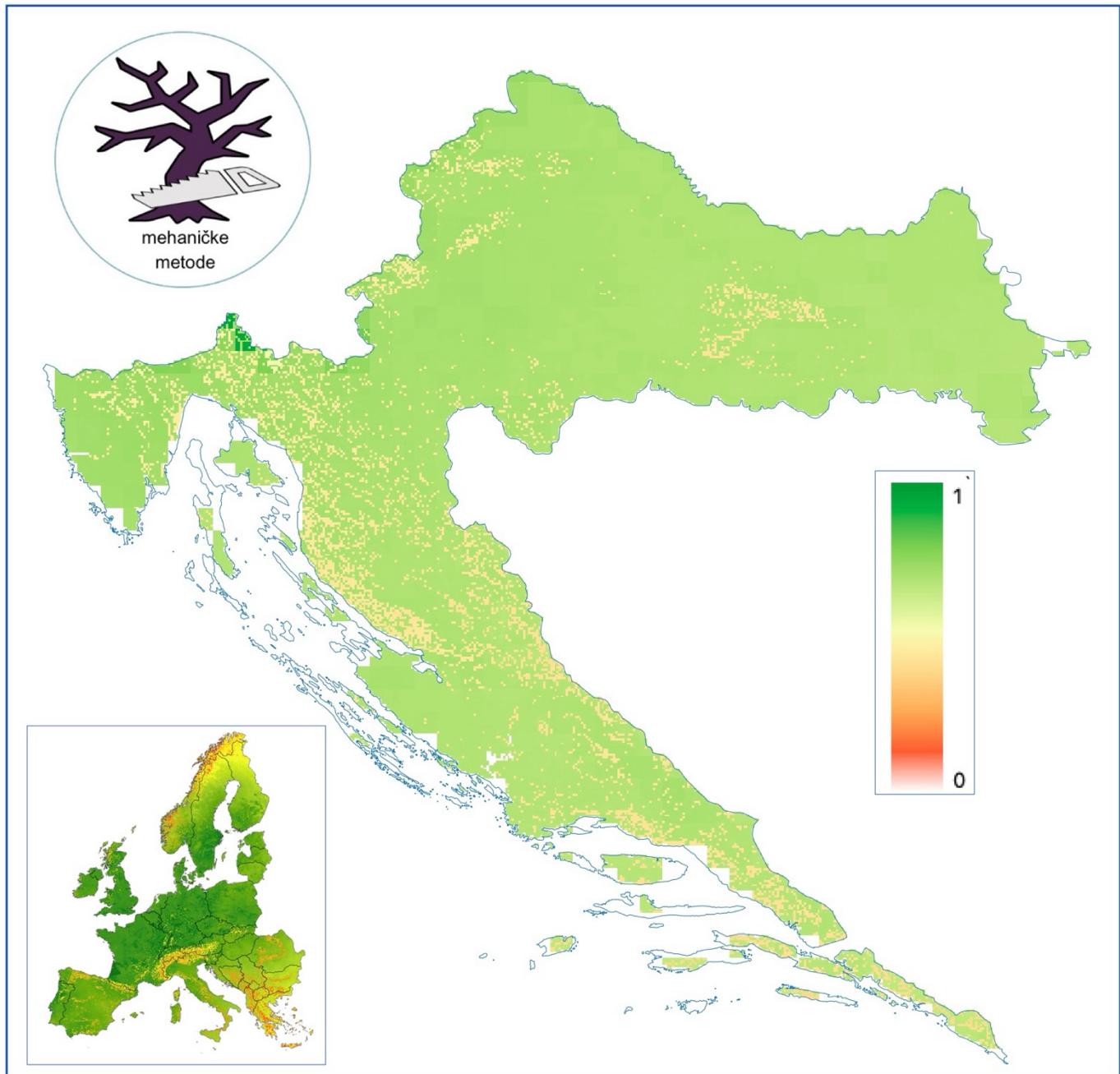
Slika 2. Prikladnosti korištenja kontrolirane ispaše za područje Hrvatske – izvor karte (Neidermeier et al., 2023)

Prema provedenoj analizi cijelo područje Hrvatske je pogodno za primjenu kontrolirane ispaše sa ciljem smanjenja požarnog rizika, posebno unutrašnjost i područje Istre.

Statistička analiza daje slijedeće rezultate:

MINIMUM = 0.0, MAKSIMUM = 0.90135985612869, SREDNJA VRIJEDNOST = 0.19145988765143,  
STANDARDNA DEVIJACIJA = 0.33788747973007, KOVARIJANCA = 0.114167948958

### 3.2. Prikladnost korištenja mehaničkog uklanjanja goriva



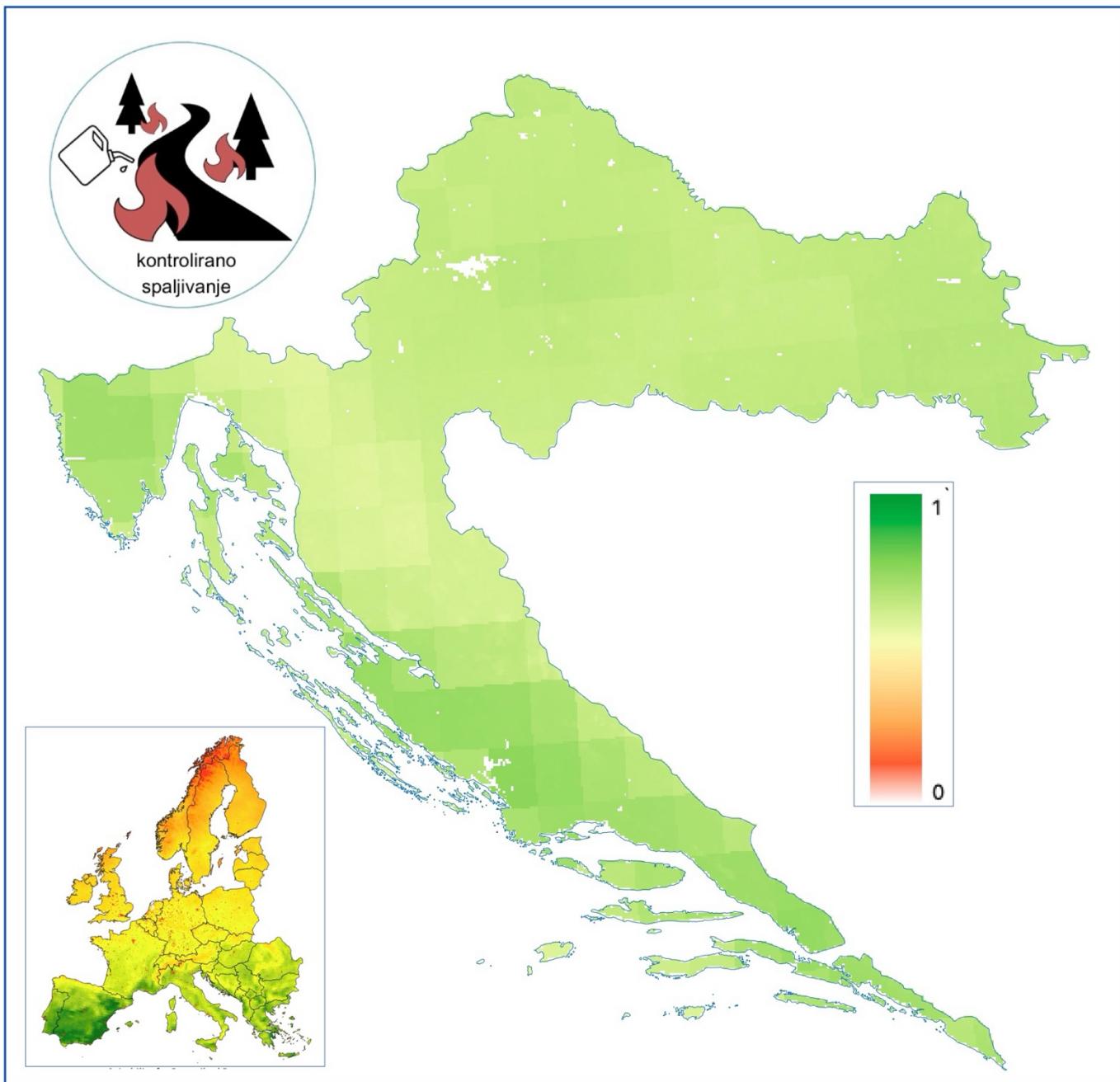
Slika 3. Prikladnosti korištenja mehaničkog uklanjanja goriva za područje Hrvatske – izvor karte  
(Neidermeier et al., 2023)

Vrijednosti dobivene za korištenje mehaničkog uklanjanja goriva sa ciljem smanjenja požarnog rizika su nešto manje, ali još uvijek velike, posebno za područje Dalmacije i Istre.

Statistička analiza daje slijedeće rezultate:

MINIMUM = 0.0, MAKSIMUM = 0.94819474220276, SREDNJA VRIJEDNOST = 0.16694504441192,  
STANDARDNA DEVIJACIJA = 0.29234400765894, KOVARIJANCA = 0.08546501881409026

### 3.3. Prikladnost korištenja mehaničkog uklanjanja goriva



Slika 4. Prikladnosti korištenja kontroliranog spaljivanja za područje Hrvatske – izvor karte (Neidermeier et al., 2023)

Područje Hrvatske je pogodno i za korištenje kontroliranog spaljivanja sa ciljem smanjenja požarnog rizika. Vrijednosti su nešto manje, ali još uvjek velike, posebno za područje Dalmacije i Istre.

Statistička analiza daje slijedeće rezultate:

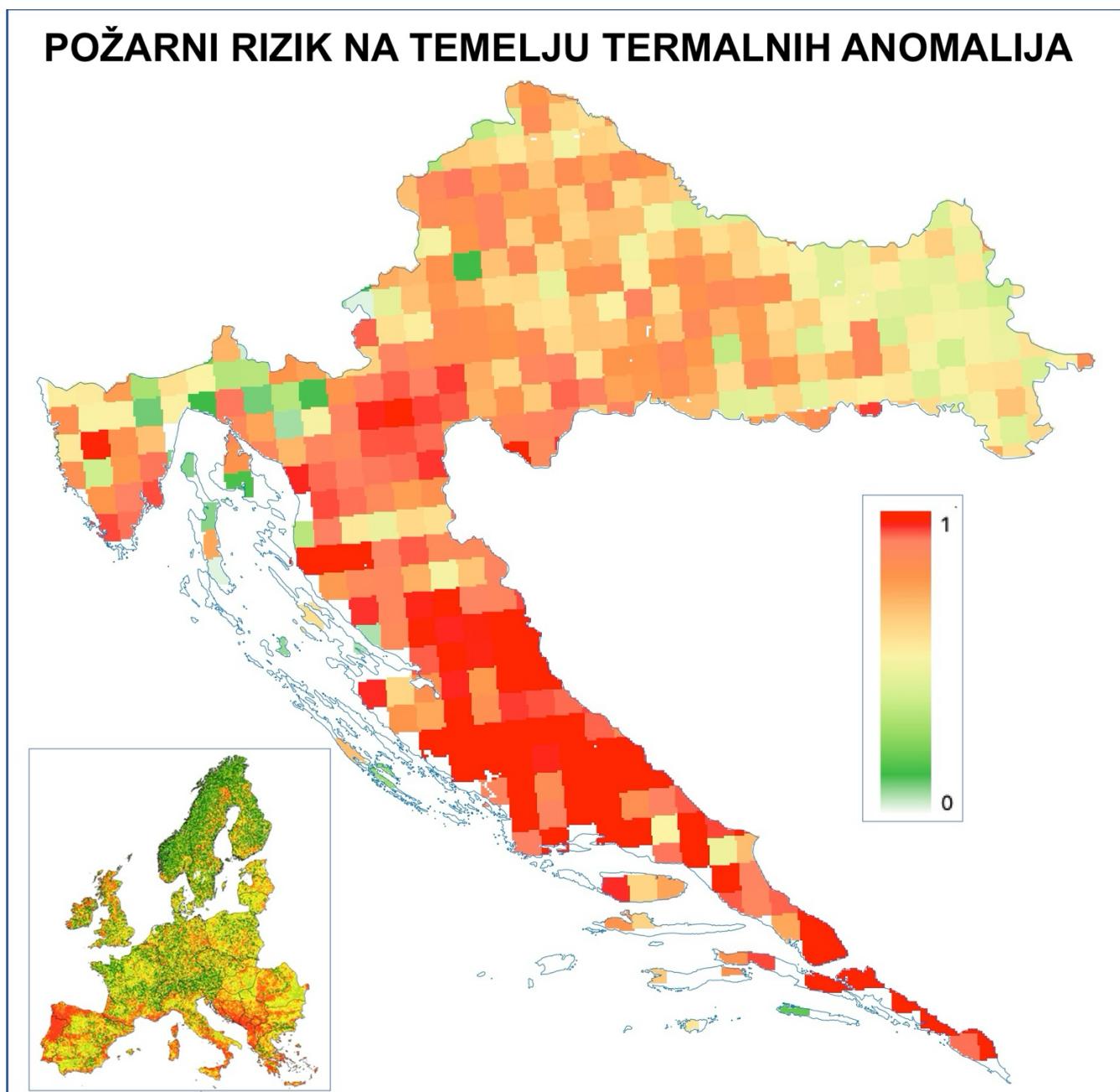
MINIMUM = 0.0, MAKSIMUM = 0.76151025295258, SREDNJA VRIJEDNOST = 0.16789855500756,  
STANDARDNA DEVIJACIJA = 0.286185533014, KOVARIJANCA = 0.0819021593068629

### 3.4. Usporedba prikladnosti pojedinih strategija s procjenom opasnosti od požara

Slijedeći korak je usporedba prikladnosti pojedine strategija upravljanja zemljишtem s procjenom požarnog rizika. Autori (Neidermeier et al., 2023) su u prvom koraku koristili procjenu **opasnost od požara raslinja toplinskom anomalijom** (engl. WDTA - *Wildfire Danger by Thermal Anomaly*) WDTA je skup podataka koji je razvio EFFIS za Europu (European Commission, J.R.C., 2022). Prikazana je na slici 5. WDTA je nastao na temelju povijesnih satelitskih snimaka. Skup podataka je razvijen na temelju opaženih termički anomalija između godine 2018. i 2021. sa satelitskih snimaka MODIS/VIIRS koristeći algoritam temeljen na Paretu rangiranje koji je uključivao dva kriterija:

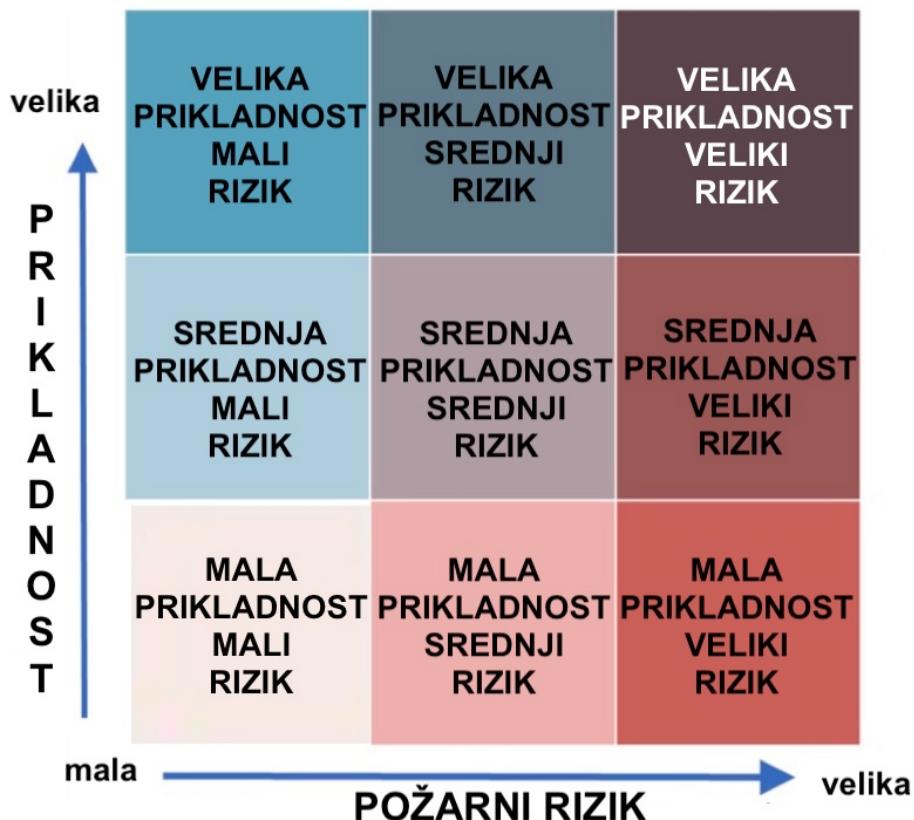
- (1) podudaranje identificiranih toplinskih anomalija s poznatim povijesnim požarima i
- (2) utvrđivanje postotka preklapanja s vegetacijskim mapama.

To je omogućilo razlikovati toplinske događaje uzrokovane požarima raslinja i drugim termalnim izvorima (npr. vulkani, proizvodni pogoni itd.).



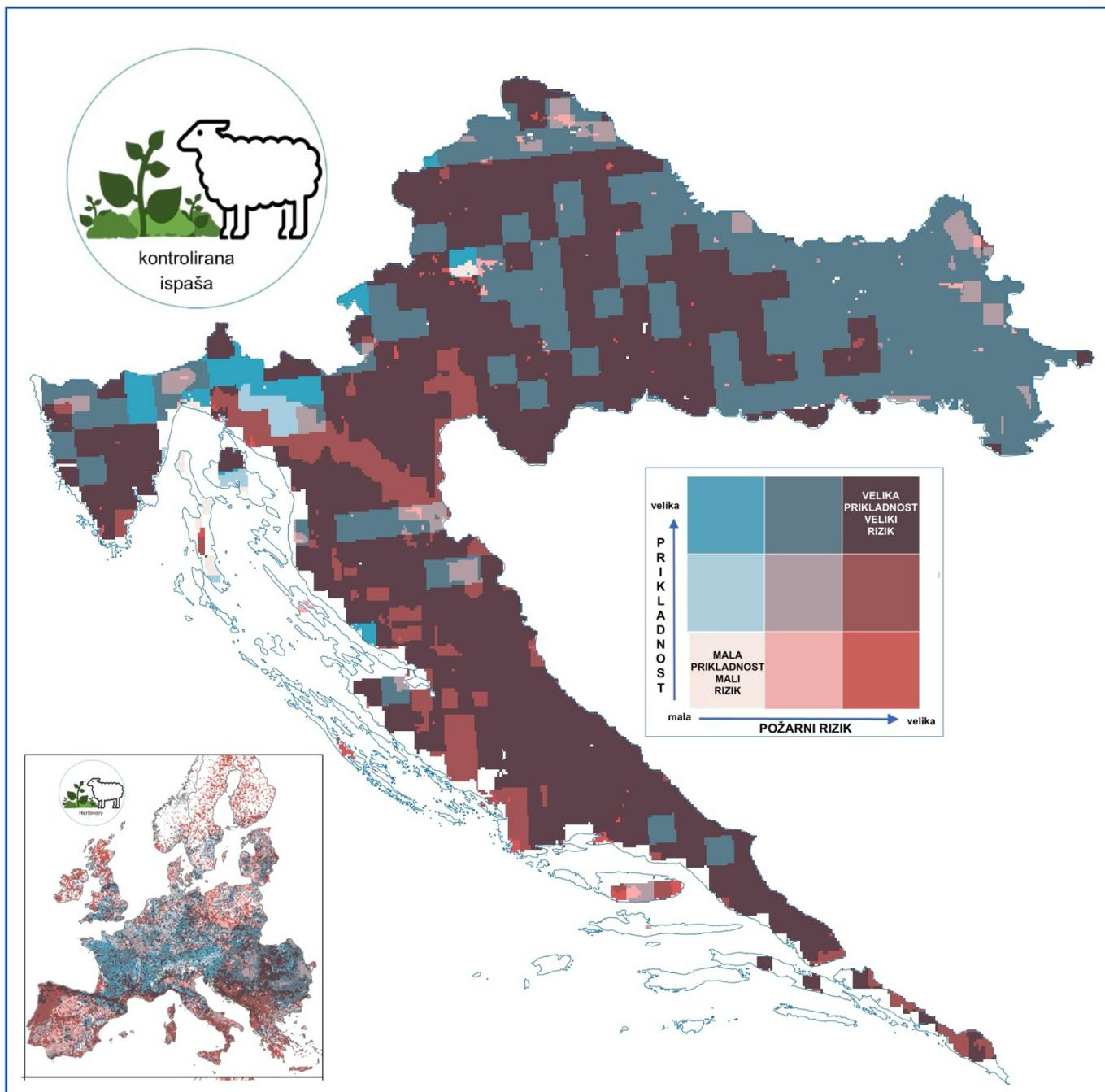
Slika 5. Mapa termičke abnormalnosti za područje Hrvatske – izvor karte (EU Commission, J.R.C., 2022)

Kombinirane mape prikladnosti korištenja kontrolirane ispaše i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija napravljene su tako da je i procjena prikladnosti i procjena požarnog rizika klasificirana u tri kategorije koje predstavljaju nizak stupanj prikladnosti i nizak rizik od požara (<33%), srednji stupanj prikladnosti i srednji rizik od požara (33%–66%) i visoki stupanj prikladnosti i visoki rizik mod požara (>66%). Na taj način imamo ukupno 9 kombinacija kojima su pridružene odgovarajuće boje prikazane na slici 6.



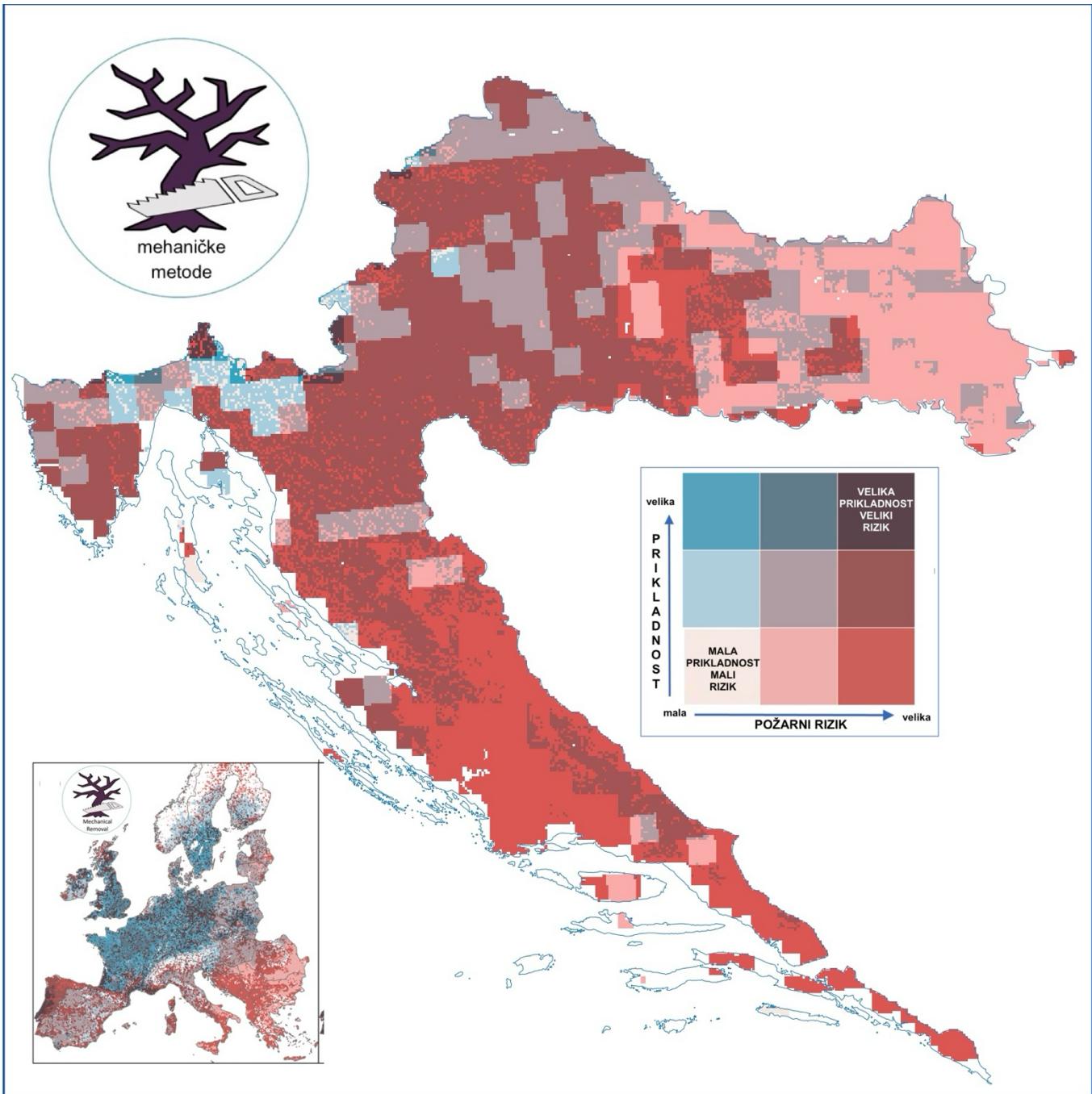
*Slika 6. Legenda kombinirana karata prikladnosti pojedinih strategija upravljanja zemljištem i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija*

Mape su prikazane na slikama 7 – 9. Već sami pogled na mape vodi prema zaključku da je područje Hrvatske posebno pogodno za korištenje kontrolirane ispaše i kontroliranog spaljivanja, a nešto manje za postupke mehaničkog uklanjanja goriva.



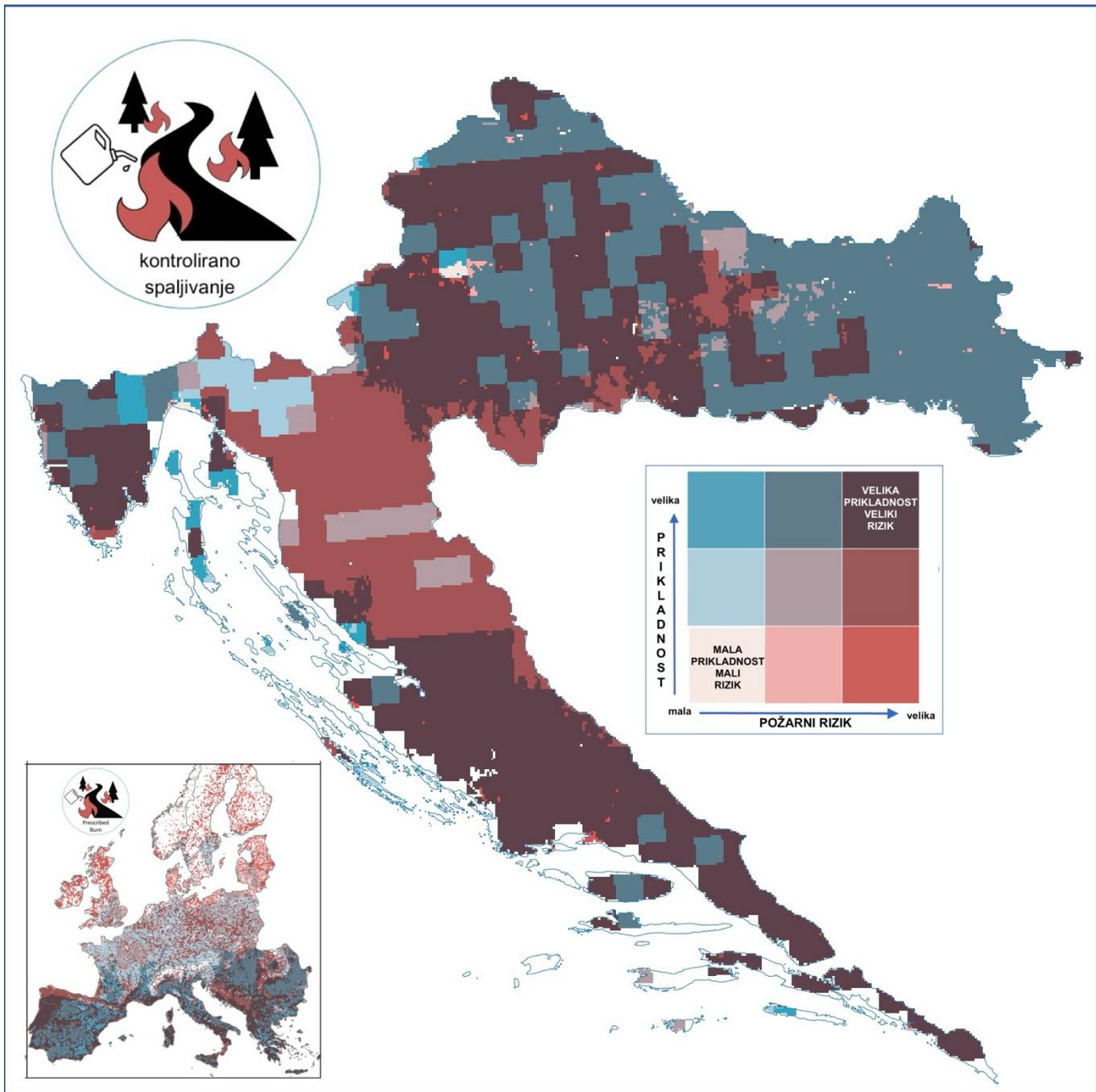
*Slika 7. Kombinirana karta prikladnosti korištenja kontrolirane ispaše i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija – izvor karte (Neidermeier et al., 2023)*

Kombinirajući mapu prikladnosti korištenja kontrolirane ispaše i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija, vidimo dobro poklapanje za veći dio Dalmacije, Istre i centralne Hrvatske. U Slavoniji je manji požarni rizik, ali je primjenjivost postupka još uvijek velika.



*Slika 8. Kombinirana karta pogodnosti korištenja mehaničkog uklanjanja goriva i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija – izvor karte (Neidermeier et al., 2023)*

Kombinirajući mapu prikladnosti korištenja mehaničkog uklanjanja goriva i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija, vidimo da je prikladnost manja za veći dio Dalmacije, Istre i centralne Hrvatske, iako je požarni rizik veliki.



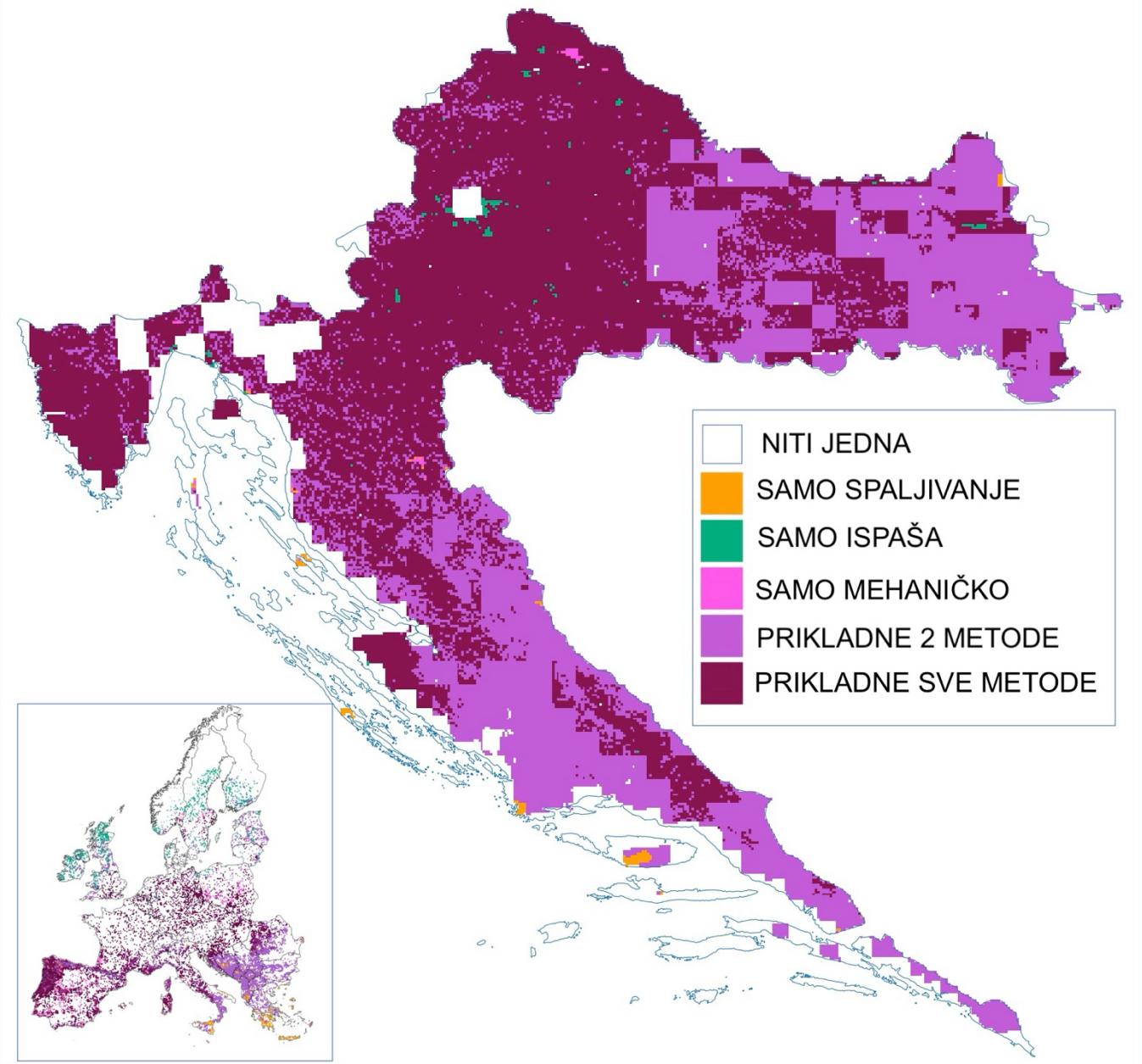
*Slika 9. Kombinirana karta pogodnosti korištenja kontroliranog spaljivanja i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija – izvor karte (Neidermeier et al., 2023)*

Kombinirajući mapu prikladnosti korištenja kontroliranog spaljivanja i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija, vidimo da je prikladnost i rizik ponovo velika za veći dio Dalmacije i Istre, a nešto manja za ostala područja Hrvatske. U Slavoniji je prikladnost velika, ali je požarna opasnost manja.

### **3.5. Analiza mogućnosti istodobne upotrebe više strategija upravljanja zemljишtem**

Završni dio istraživanja FirEURisk projekta na temu određivanja pogodnosti pojedinih strategija upravljanja zemljишtem koje imaju cilj smanjenje požarnog rizika je analiza mogućnosti istodobne upotrebe više strategija. Slika 10 prikazuje mogućnosti za individualnu i istodobnu upotrebu različitih strategija u područjima visokog i srednjeg rizika od požara ( $>33\%$ ) na području Hrvatske. Lako je uočiti da je su skoro na cijelom području Hrvatske primjenjive dvije ili sve tri strategije upravljanja zemljишtem. Postoji samo manji dio izoliranih područja na kojima nije primjenjiva niti jedna metoda.

## PRIKLADNOST RAZLIČITIH POSTUPAKA



Slika 10. Kombinirana karta pogodnosti korištenja kontroliranog spaljivanja i procjene požarnog rizika na temelju termalnih anomalija – izvor karte (Neidermeier et al., 2023)

## 4. Zaključak

Bolje razumijevanje prikladnosti pojedinih strategija upravljanja zemljištem sa ciljem smanjenja požarnog rizika važno je za sveukupno smanjenje požarnog rizika. Istraživanja u okviru H20202 projekta FirEURisk u radnom paketu 2 - Smanjenje rizika od požara radi poboljšanja zaštite, zadatku 2.2: Strategije upravljanja zemljištem (LMS) za smanjenje rizika od požara, pod vodstvom **Alex Neidermeier** sa Vrije Universiteit Amsterdam, Netherland, sigurno je značajno doprinijelo tom zadatku. Njihova je studija objavljena u radu:

- Neidermeier, Alex; Zagaria, Cecilia; Pampanoni, Valerio; West, Thales Pupo and Verburg, Peter, *Mapping opportunities for the use of land management strategies to address fire risk in Europe. Journal of Environmental Management*, Volume 346, 15 November 2023, 118941 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118941>

pokazala prostorna prikladnost za tri strategije upravljanja zemljištem diljem Europe: kontrolirana ispaša, mehaničko uklanjanje goriva i kontrolirano spaljivanje. Utvrđili su da u područjima visokog i srednjeg rizika od požara (na temelju povijesne učestalosti požara), četvrtina Evrope ima mogućnosti koristiti više strategija istovremeno.

Sa ciljem što veće dostupnosti rezultata ovih istraživanja, u ovom javno dostupnom dokumentu, prilagodili smo dobivene rezultate za područje Republike Hrvatske, uključujući i mape koje smo dobili od glavne istraživačice **Alex Neidermeier** uz dozvolu za njihovo objavljivanje.

U prvom dijelu bavili smo se metodologiju na temelju koje su autori pokušali doći do odgovora koje su strategije najbolje za određenom području, da bi nakon toga prikazane mape Hrvatske na kojima je na objektivni način određena prikladnost primjena pojedinih strategija. Na već dijelu Hrvatske primjenjive su dvije ili sve tri strategije.

Dокумент je javno dostupan, a prema pravila Copyrighta projekta FirEURisk može se reproducirati uz navođenje izvora, posebno rada (Neidermeier et al., 2023).

Nadamo se da ćemo na ovaj način pomoći svima onima koji se bave strategijama upravljanja zemljištem, kako bi se u budućnosti rizik od požara raslinja još više smanjio. Karte Hrvatske se mogu slobodno skinuti s našeg Web portala, a u slučaju njihovog korištenja molimo postupanje u skladu s Copyrightom.

## Literatura

- (Alcasena et al., 2018) Alcasena, F.J., Ager, A.A., Salis, M., Day, M.A., Vega-Garcia, C., 2018. Optimizing prescribed fire allocation for managing fire risk in central Catalonia. *Sci. Total Environ.* 621 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.297>.
- (Byers et al., 2021.) Byers, L., Friedrich, J., Hennig, R., Kressig, A., Li, X., McCormick, C., Valeri, L.M., 2021. A GLOBAL DATABASE OF POWER PLANTS. World Resources Institute, Washington, D.C.
- (Chuveco et al., 2010) Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., Nieto, H., Salas, J., Martín, M.P., Vilar, L., Martínez, J., Martín, S., Ibarra, P., de la Riva, J., Baeza, J., Rodríguez, F., Molina, J. R., Herrera, M.A., Zamora, R., 2010. Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. *Ecol. Model.*, Special Issue on Spatial and Temporal Patterns of Wildfires: Models, Theory, and Reality 221, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.11.017>.
- (EU Commission, J.R.C., 2022) Jacome Felix Oom, D., De Rigo, D., Pfeiffer, H., Branco, A., Ferrari, D., Grecchi, R., Artes Vivancos, T., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., Liberta` G. and San-Miguel-Ayanz, J., Pan-European wildfire risk assessment, EUR 31160 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-55138-6, doi:10.2760/437309, JRC130136. - <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC130136>
- (Fernandes et al., 2013) Fernandes, P. M., G. M. Davies, D. Ascoli, C. Fernández, F. Moreira, E. Rigolot, C. R. Stoof, J. A. Vega, and D. Molina. 2013. Prescribed burning in southern Europe: developing fire management in a dynamic landscape. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11:e4-e14.
- (Gilbert et al., 2018.) Gilbert M., Nicolas G., Cinardi G., Van Boeckel, T.P., Vanwabeke, S., Wint, W.G.R., Robinson, T.P. 2018. Global cattle distribution in 2010 (5 minutes of arc)
- (Linnell et al., 2020) Linnell, J.D.C., Cretois, B., Nilsen, E.B., Rolandsen, C.M., Solberg, E.J., Veiberg, V., Kaczensky, P., Van Moorter, B., Panzacchi, M., Rauset, G.R., Kaltenborn, B., 2020. The challenges and opportunities of coexisting with wild ungulates in the human-dominated landscapes of Europe's Anthropocene. *Biol. Conserv.* 244, 108500 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108500>.
- (Morera et al., 2011) Moreira, F., Viedma, O., Arianoutsou, M., Curt, T., Koutsias, N., Rigolot, E., Barbat, A., Corona, P., Vaz, P., Xanthopoulos, G., Mouillot, F., Bilgili, E., 2011. Landscape – wildfire interactions in southern Europe: implications for landscape management. *J. Environ. Manag.* 92, 2389–2402. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.028>.
- (Neidermeier et al., 2023a) Neidermeier, A. 2023. D2.3 – Guidelines for LMS: applicability, socio-economics and environmental concerns, FirEURisk Internal Report, FirEURisk Data Repository
- (Neidermeier et al., 2023) Neidermeier, A. Zagaria, C. Pampanoni, V. West, T. P. and Verburg, P. 2023. *Mapping opportunities for the use of land management strategies to address fire risk in Europe*. Journal of Environmental Management, Volume 346, 15 November 2023, 118941, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118941>
- (Velthuizena, H. van, 2007) Velthuizen, H. van, 2007. In: United Nations (Ed.), Food and Agriculture Organization of the, Mapping Biophysical Factors that Influence Agricultural Production and Rural Vulnerability, Environment and Natural Resources Series. Food and Agriculture, Organization of the United Nations, Rome.
- (Verkerk et al., 2019) Verkerk, P.J., Fitzgerald, J.B., Datta, P., Dees, M., Hengeveld, G.M., Lindner, M., Zudin, S., 2019. Spatial distribution of the potential forest biomass availability in Europe. *For. Ecosyst.* 6, 5. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0163-5>.

---

(Weiss et al., 2018) Weiss, D.J., Nelson, A., Gibson, H.S., Temperley, W., Peedell, S., Lieber, A., Hancher, M., Poyart, E., Belchior, S., Fullman, N., Mappin, B., Dalrymple, U., Rozier, J., Lucas, T. C.D., Howes, R.E., Tusting, L.S., Kang, S.Y., Cameron, E., Bisanzio, D., Battle, K.E., Bhatt, S., Gething, P.W., 2018. A global map of travel time to cities to assess inequalities in accessibility in 2015. *Nature* 553, 333–336.  
<https://doi.org/10.1038/nature25181>.