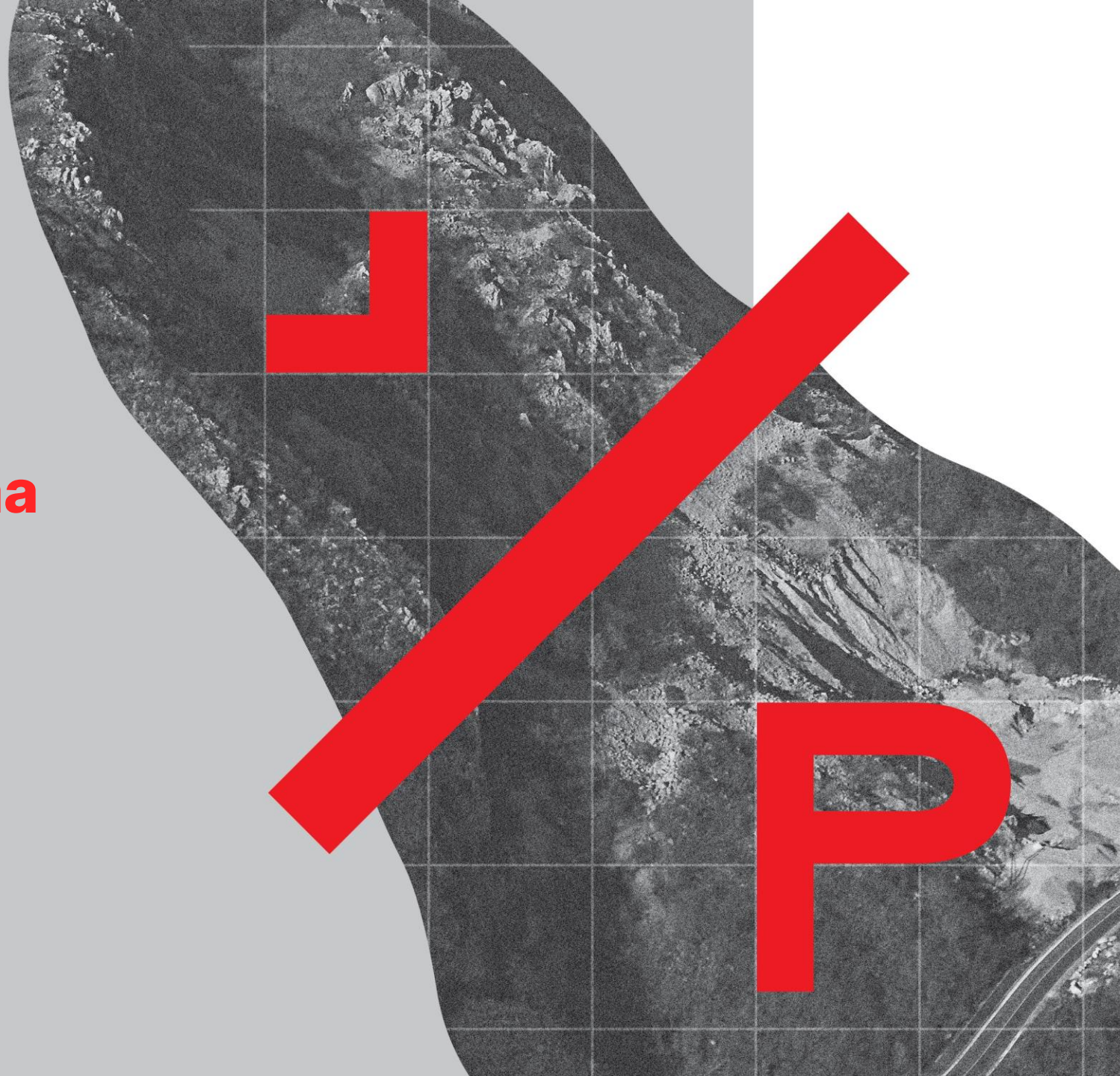


www.pri-mjer.hr

Karte klizišta kao alati za prilagodbu klimatskim promjenama

doc. dr. sc. Sanja Bernat Gazibara

primijenjena
istraživanja klizišta
za razvoj mjera
ublažavanja
i prevencije rizika



Karte klizišta

16 karata klizišta (klizanje i tečenje)

5 karata odrona

21 ALAT

KARTE INVENTARA KLIZIŠTA



PROGNOSTIČKE KARTE KLIZIŠTA



Podaci i informacije o klizištima dobivaju se iz karata klizišta. U okviru projekta PRI-MJER, izrađene su dvije vrste karata klizišta:

(1) **karte inventara klizišta** (prikazuju evidenciju postojećih klizišta); i

(2) **karte zoniranja podložnosti na klizanje** (prikazuju zone u kojima mogu nastati klizišta u budućnosti).

Karta zoniranja rizika od klizišta

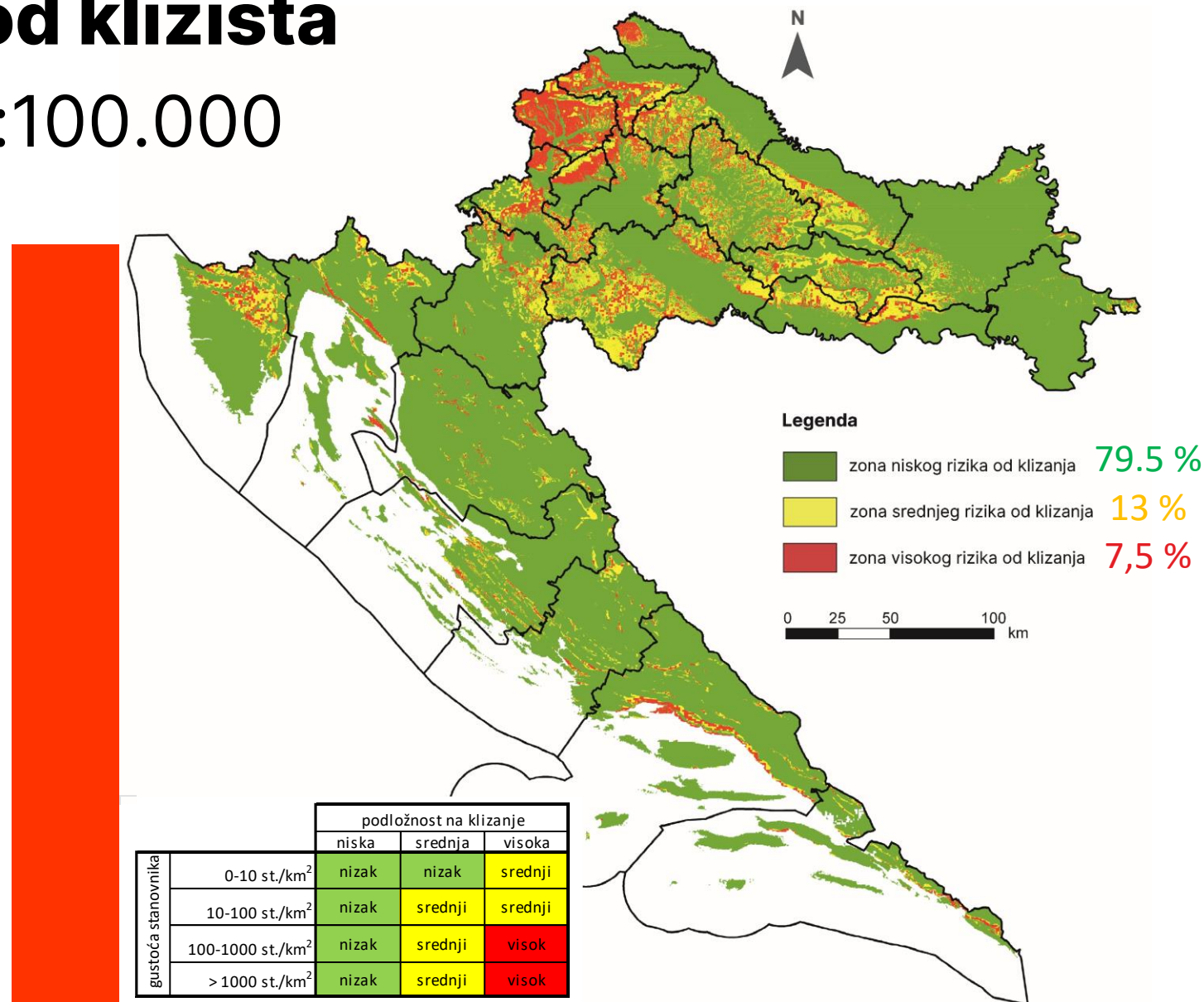
Republike Hrvatske, M 1:100.000

Karta rizika od klizišta Republike Hrvatske prikazuje zoniranje cijelog područja države s obzirom na **ugroženost stanovnika od pojave klizišta**, odnosno procesa klizanja i tečenja.

Projekt je dokazao da je karta nužan alat za prilagodbu klimatskim promjenama - **pokazatelj da u svim županijama Republike Hrvatska postoje naseljena područja s prirodnim uvjetima za nastanak klizišta.**

Prethodno izrađena karta podložnosti na klizanje pokazala je da na **20% područja Republike Hrvatske možemo očekivati pojavu klizišta.**

Karta zoniranja rizika od klizišta izrađena u okviru projekta PRI-MJER pokazuje da na **7,5 % područja Republike Hrvatske klizišta predstavljaju visok rizik za ljude.**



Karte zoniranja podložnosti na klizanje




Primorsko-goranska
županija, M 1:25.000

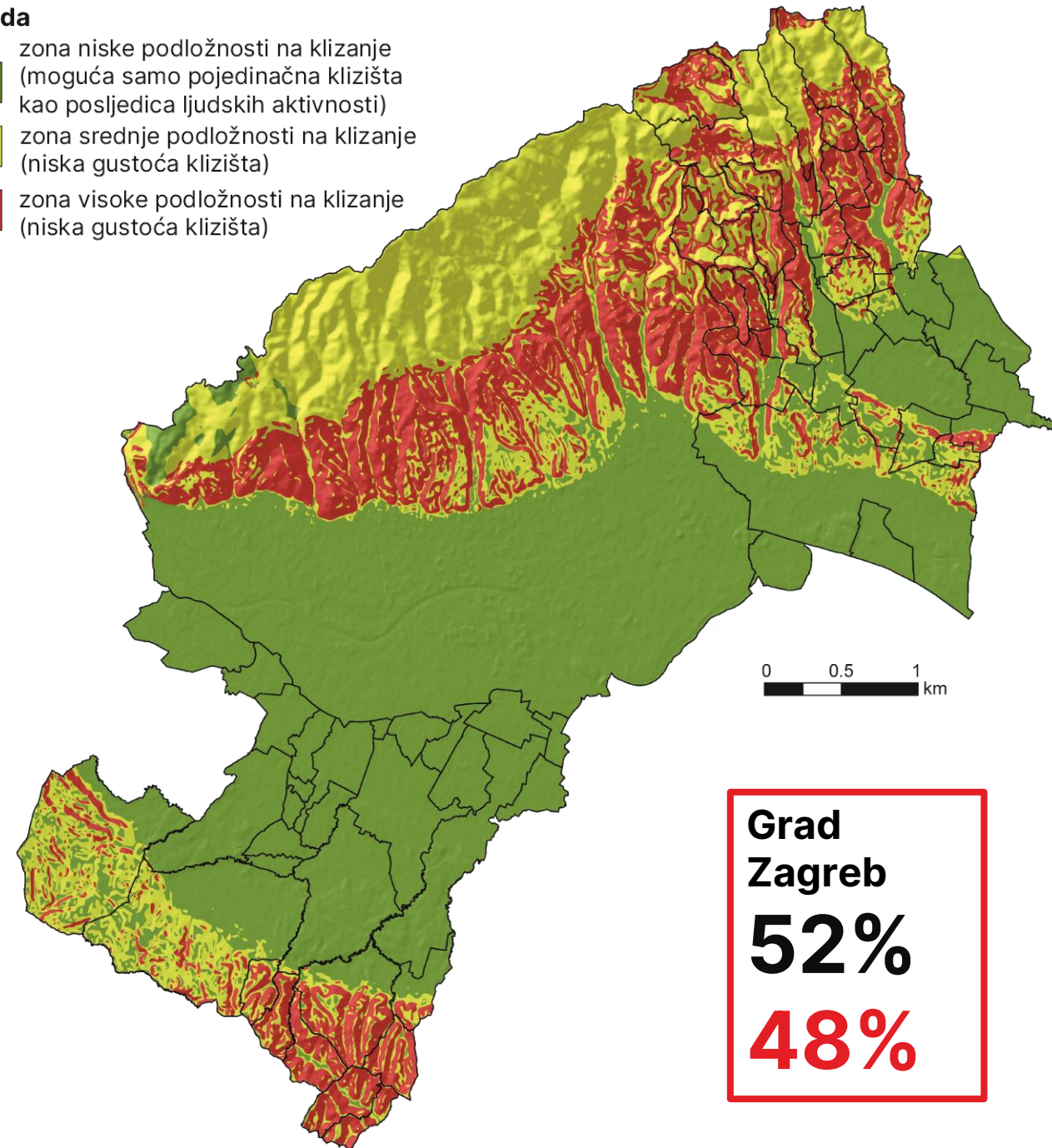
Karlovačka županija,
M 1:25.000

Grad Zagreb, M 1:25.000

Projekt je pokazao da je racionalan način izrade karata klizišta taj da se izrade **karte za područje cijele županije** koje će pokazati na kojim mjestima uopće postoji problem s klizištima.

Legenda

-  zona niske podložnosti na klizanje (moguća samo pojedinačna klizišta kao posljedica ljudskih aktivnosti)
-  zona srednje podložnosti na klizanje (niska gustoća klizišta)
-  zona visoke podložnosti na klizanje (niska gustoća klizišta)



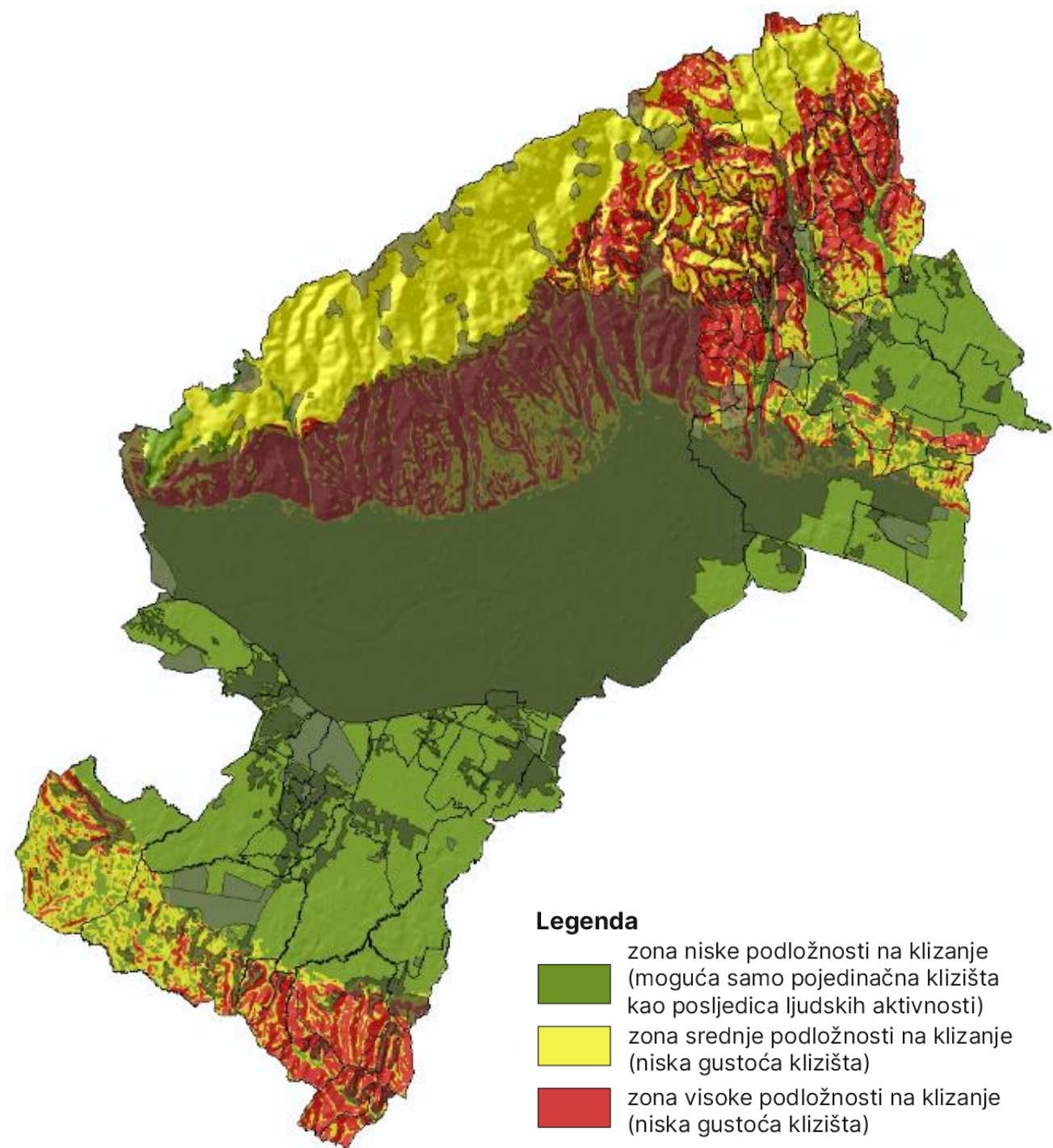
Karte zoniranja podložnosti na klizanje

Grad Zagreb M 1:25.000

Na području Grada Zagreba ima
ukupno **307 km² građevinskog
područja**, od toga se:

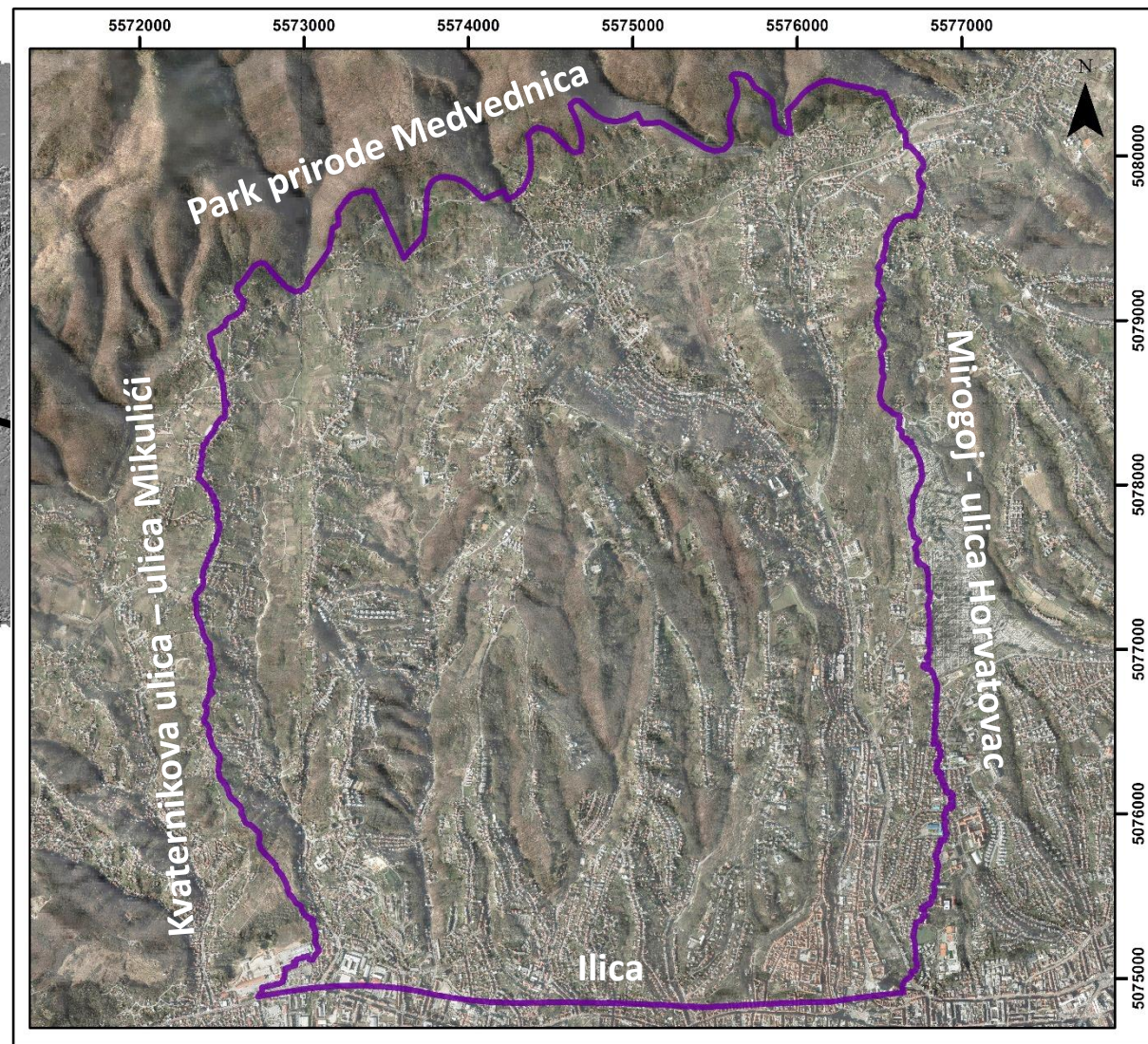
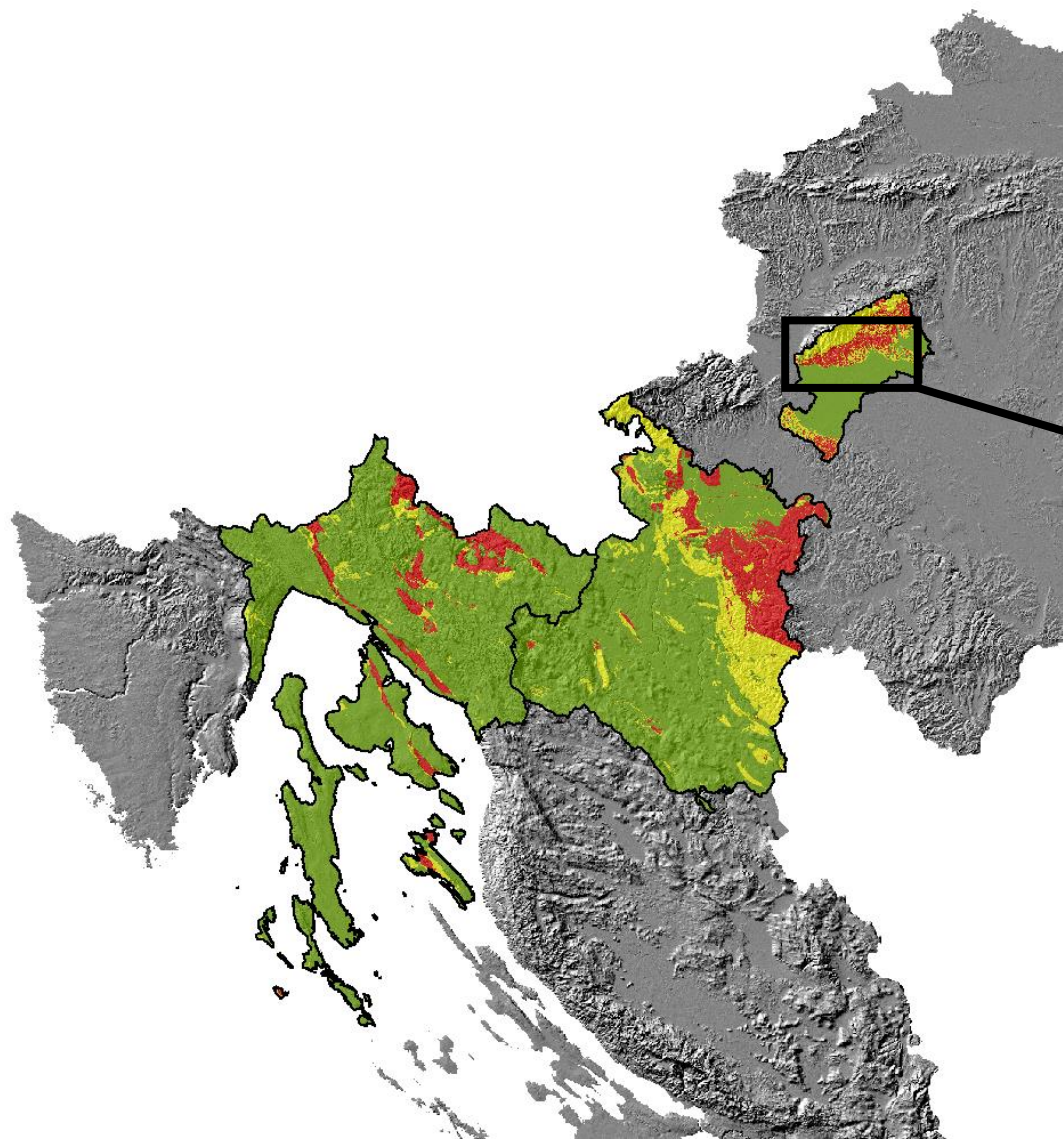
**48 km² nalazi u zoni srednje
podložnosti na klizanje**, i
**68 km² u zoni visoke podložnosti na
klizanje**,

odnosno na **38% građevinskog
područja Grada Zagreba postoji
opasnost od pojave klizišta.**



Karte klizišta općina i gradova

Detaljnija istraživanja klizišta

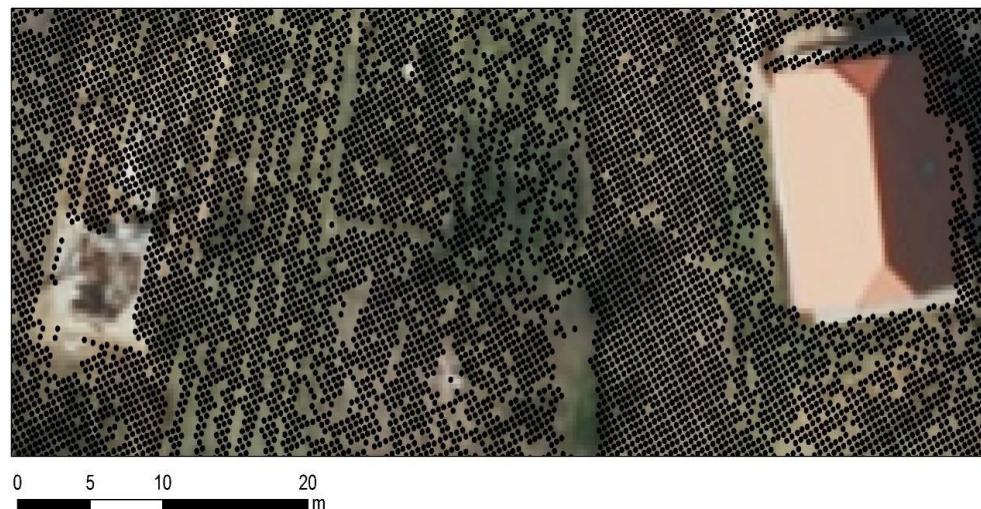


Kartiranje klizišta primjenom LiDAR tehnologije

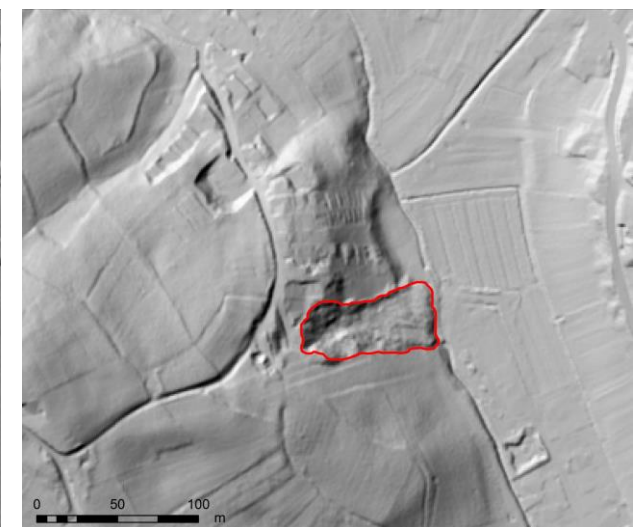
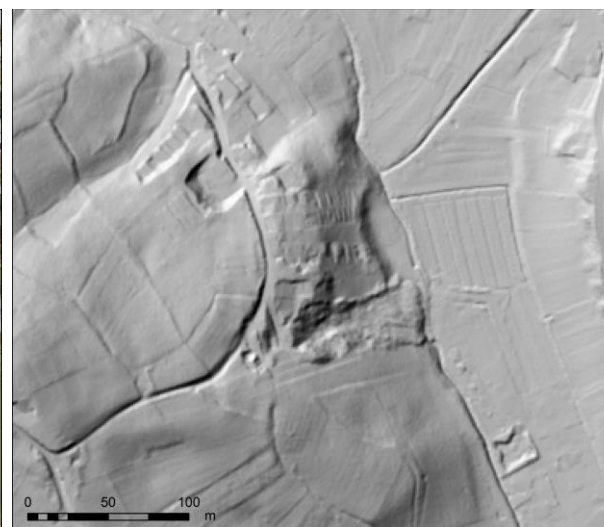
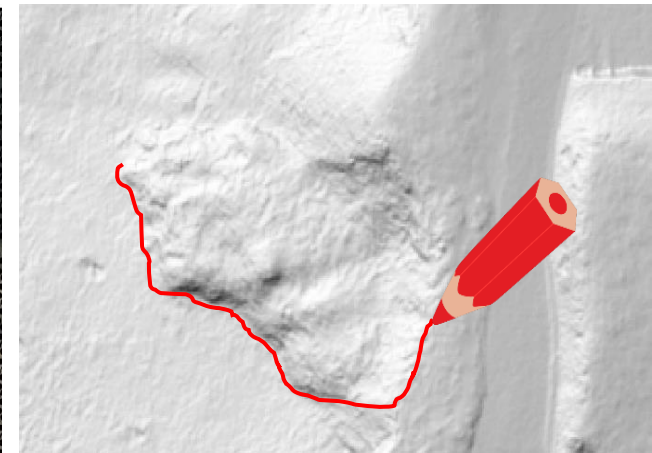
LiDAR (eng. *Light Detection and Ranging*) je skraćenica koja se koristi za 3D lasersko skeniranje iz zraka.

Rezultat je oblak točaka koji se koristi za izradu **digitalnih modela terena (DMT) visoke rezolucije**. LiDAR DMT se koristi za **vizualno kartiranje klizišta**, ali i drugih aktivnih geomorfoloških procesa (npr. erozija).

Oblak točaka



Digitalni model terena



Karte inventara klizišta M 1:2000

Identificirana i detaljno iskartirana su sva klizišta vidljiva na digitalnom modelu terena, neovisno o vremenu nastanka.

- Evidentirano je **702** klizišta na 21 km² u **podsljemenskoj zoni Grada Zagreba**.

Karta inventara klizišta dijela Grada Zagreba

Sanja Bernat Gazibara, Martin Krkač, Snježana Mihalić Arbanas


ORIGINALNO MJERILO KARTE:
1:2000

DATUM IZRADE:
ožujak 2023.

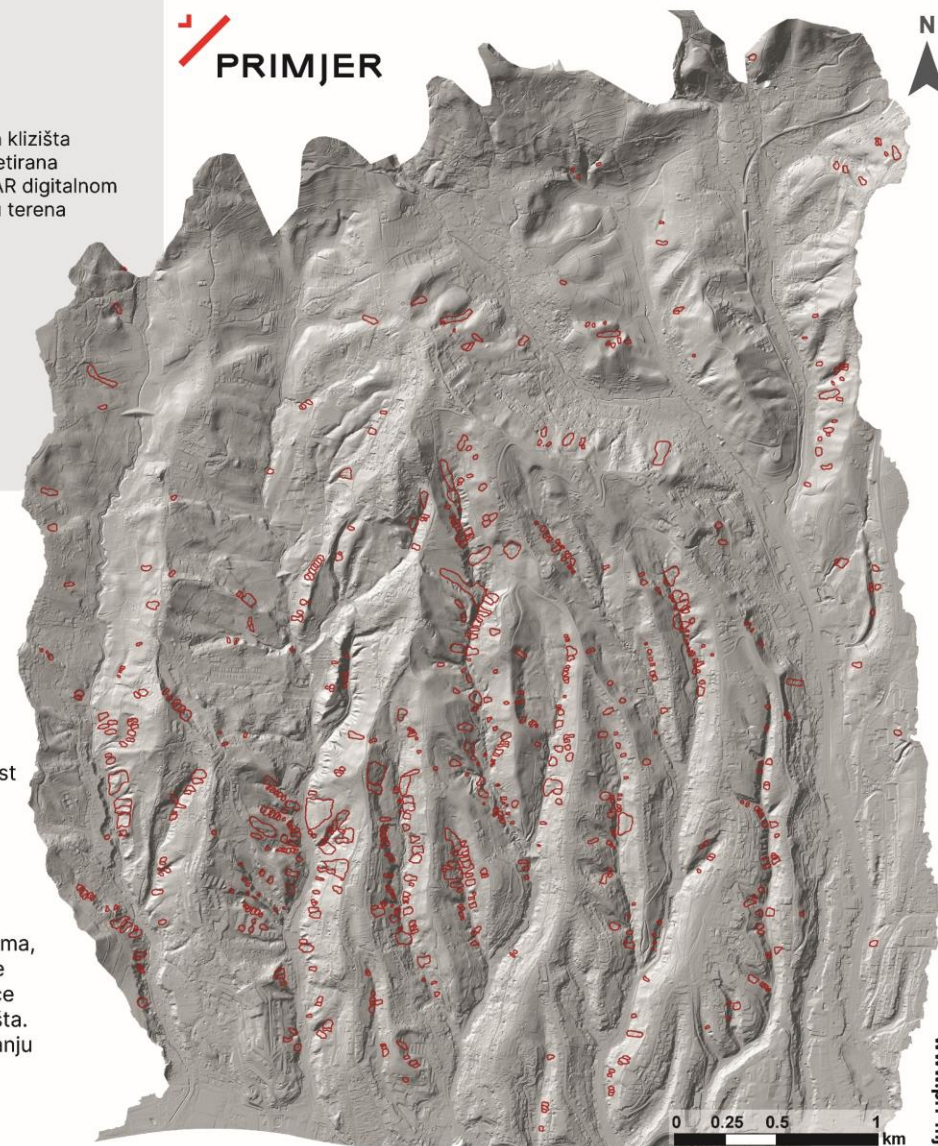
PARTNERI:
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Sveučilišta u Zagrebu
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

PROJEKT:
Primjenjena istraživanja klizišta za razvoj mjera ublažavanja
i prevencije rizika (PRI-MJER), K.K.05.1.1.02.0020

Legenda

 granica klizišta interpretirana na LiDAR digitalnom modelu terena

 PRIMJER



Karta inventara klizišta dijela Grada Zagreba mjerila 1 : 2000 prikazuje granice postojećih klizišta. Nastala je vizualnom identifikacijom i kartiranjem klizišta na morfometrijskim kartama koje su izvedene iz digitalnog modela terena snimljenog laserskim skeniranjem iz zraka (LiDAR DMT) u siječnju 2021. godine. Za utvrđivanje klizišta korišten je niz morfometrijskih karata: osjenčanost terena, nagib terena, izohipse, hrapavost i zakrivljenost terena.

Inventar klizišta prikazan na karti je potpun jer sadrži sve pojave nastale procesima klizanja i tečenja, koje su ostavile trag u reljefu do 2021. godine, neovisno o vremenu njihovog nastanka. Više od 30% pojava klizišta je terenski provjereno s obzirom na pouzdanost identifikacije, prostornu točnost i preciznost iscrtavanja granice klizišta. Također su korištene i avionske i satelitske snimke kako bi se izbjegle pogrešne interpretacije klizišta. Na primjer, nasipi uz prometnice i građevine ili odlagališta otpada mogu imati sličnu morfologiju kao i klizišta, gledano na morfometrijskim kartama izvedenim iz LiDAR DMT-a.

Karta inventara klizišta M 1 : 2000 alat je za prilagodbu klimatskim promjenama, nužan za razvoj mjera prevencije kako bi se spriječile buduće nesreće i štete uzrokovane klizištima koja nastaju kao posljedica intenzivnih oborina. Granice klizišta važne su jer ukazuju na područja na kojima postoji opasnost od klizišta. Ovaj prostorni podatak potrebno je koristiti u prostornom planiranju, upravljanju rizicima i upravljanju vodama.



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET



Sveučilište
u Rijeci
Građevinski
fakultet



Europska unija
Zajedno do bolnjeg EU



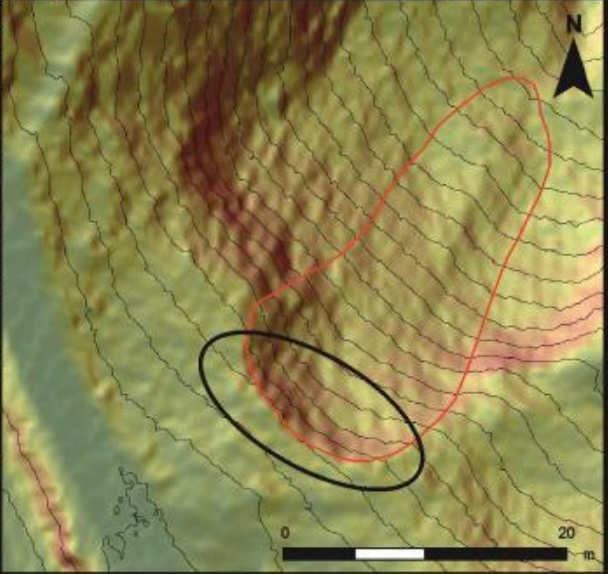
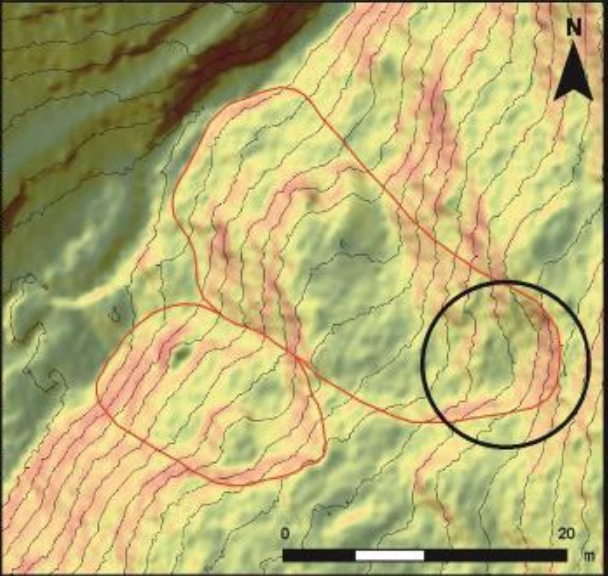
EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOWI



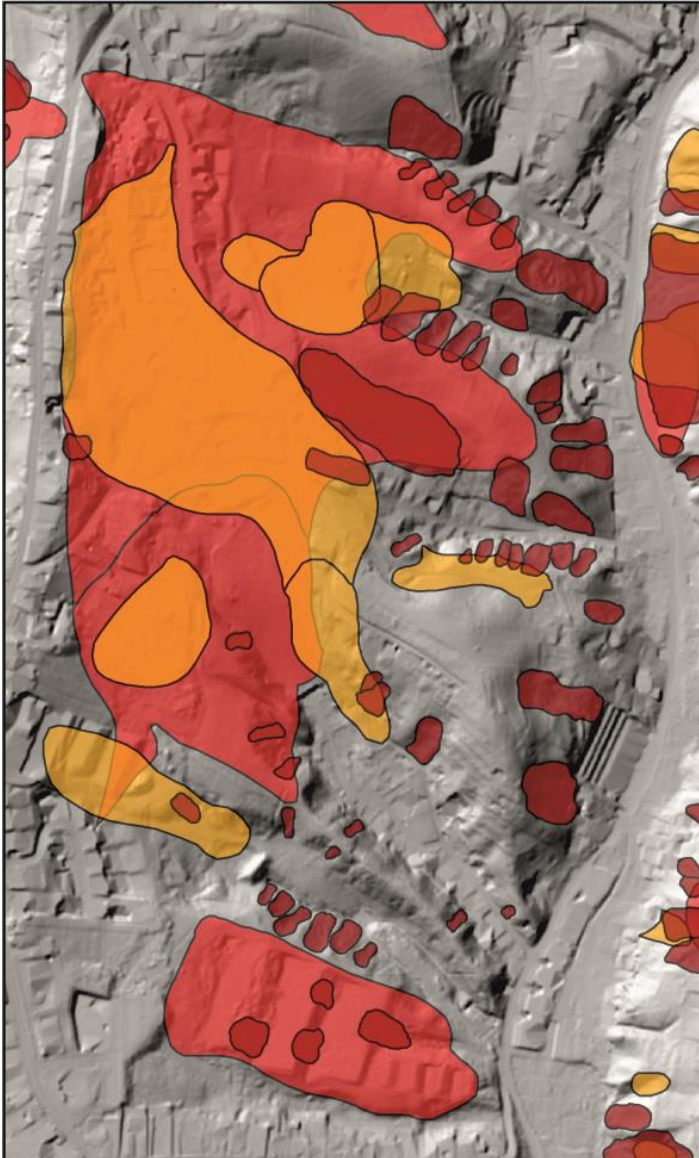
FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA
I ENERGETSKU UČINKOVITOST

Izradu karte sufinancirala je Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj

Terenska verifikacija inventara klizišta



usporedba s povijesnim inventarima

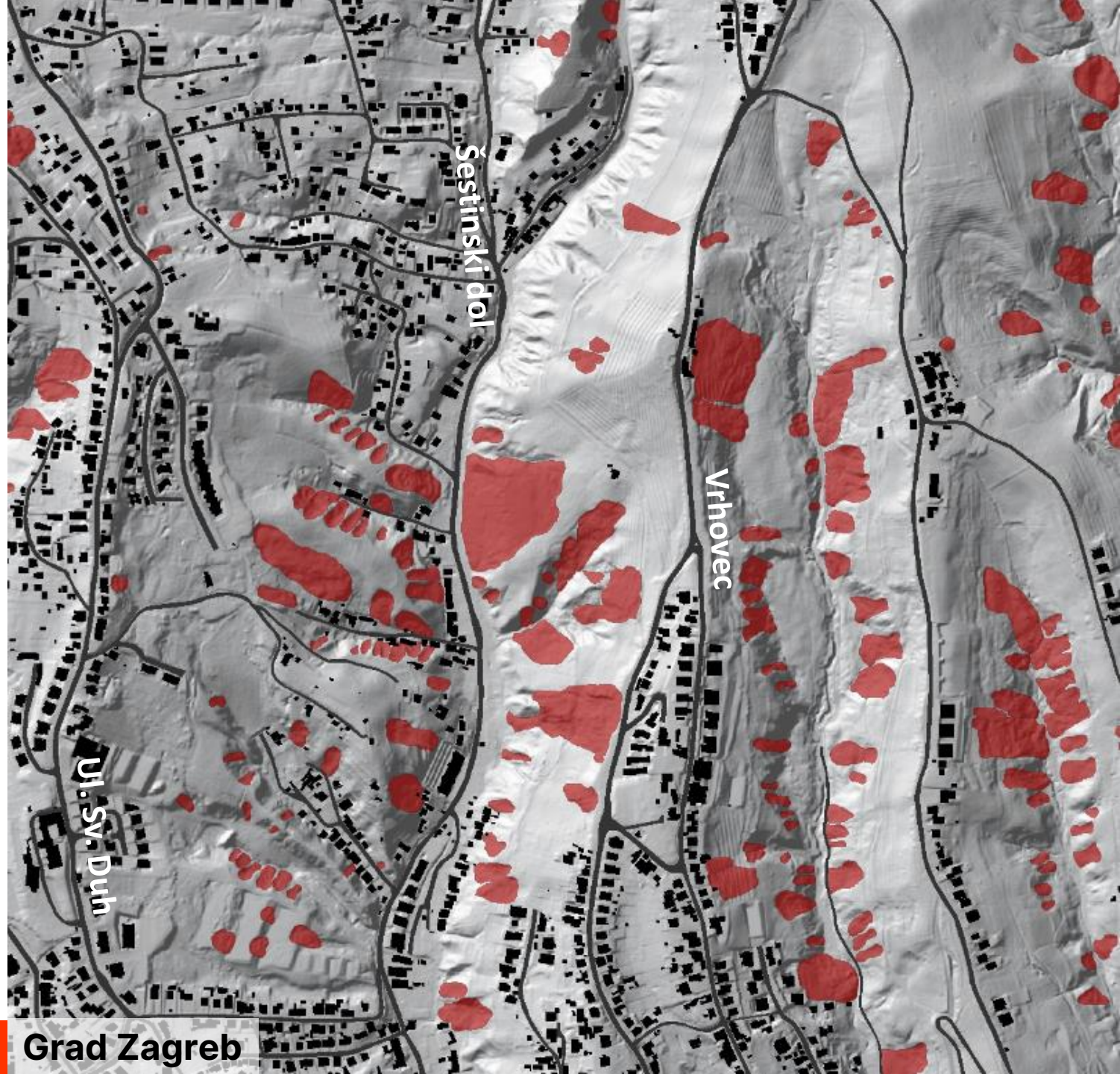


Inventar	Inventar klizišta iz 1979. godine (Polak et al., 1979)	Inventar klizišta iz 2007. godine (Miklin et al., 2007)	Inventar klizišta iz 2020. godine
Broj klizišta	166	159	702
Najmanje kartirano klizište (m ²)	467	282	43
Srednja veličina klizišta (m ²)	3.666	23.471	730
Medijan (m ²)	2.407	11.981	427
Standardna devijacija (m ²)	4.446	35.906	942
Najveće kartirano klizište (m ²)	43.228	317.262	8.064
Površina svih klizišta (km ²)	0,61	3,73	0,51
Udio površine klizišta na pilot području (%)	2,88	17,69	2,43
Gustoća klizišta (br.klizišta/km ²)	7,9	7,5	33,3

Analiza ugroženosti od klizišta M 1:2000

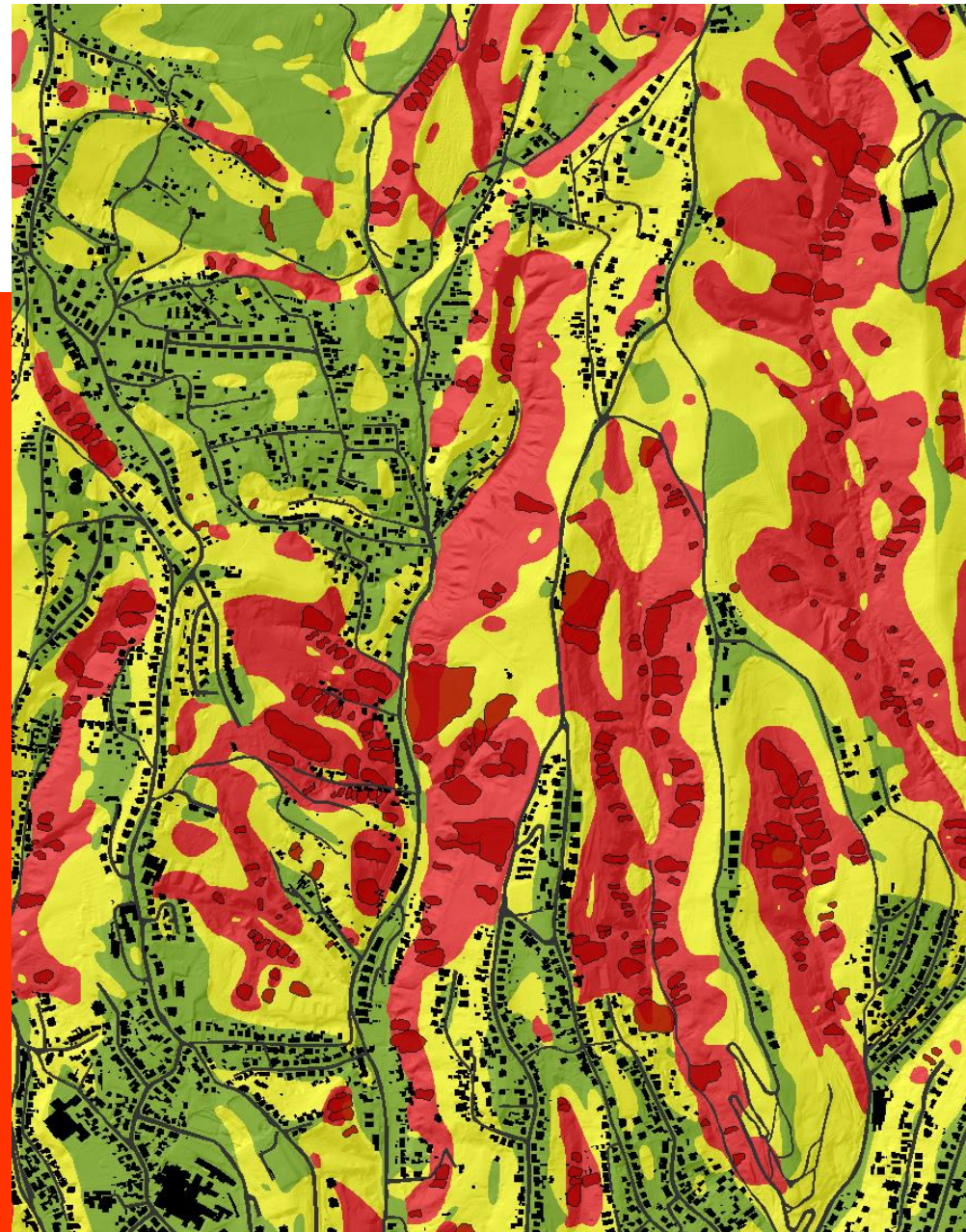
Karte ugroženosti od klizišta M 1 : 2000 prikazuje potpune inventare klizišta dijelova gradova i općina u odnosu na građevine, prometnice i vodotoke.

- na dijelu **Grada Zagreba** površine 21 km² ugrožena je **291** građevina i **2** km prometnica
- najučestalija veličina klizišta **400 m²**



Karte zoniranja podložnosti na klizanje, M 1:5000

Da bismo koristili karte klizišta i za preventivne mjere **u prostornom planiranju**, potrebna je informacija gdje uopće mogu nastati klizišta, i u tu svrhu izrađene su karte zoniranja podložnosti na klizanje M 1:5000. Na karti se vidi je **većina klizišta unutar crvenih zona** što potvrđuje kvalitetu informacije. Također se vidi gdje je zona visoke podložnosti na klizanje u kojoj nema klizišta, ali bi mogla nastati u budućnosti.



Legenda

-  zona niske podložnosti na klizanje
-  zona srednje podložnosti na klizanje
-  zona visoke podložnosti na klizanje
-  klizište interpretirano na LiDAR digitalnom modelu terena

Grad Zagreb

Karte zoniranja podložnosti na klizanje, M 1:5000

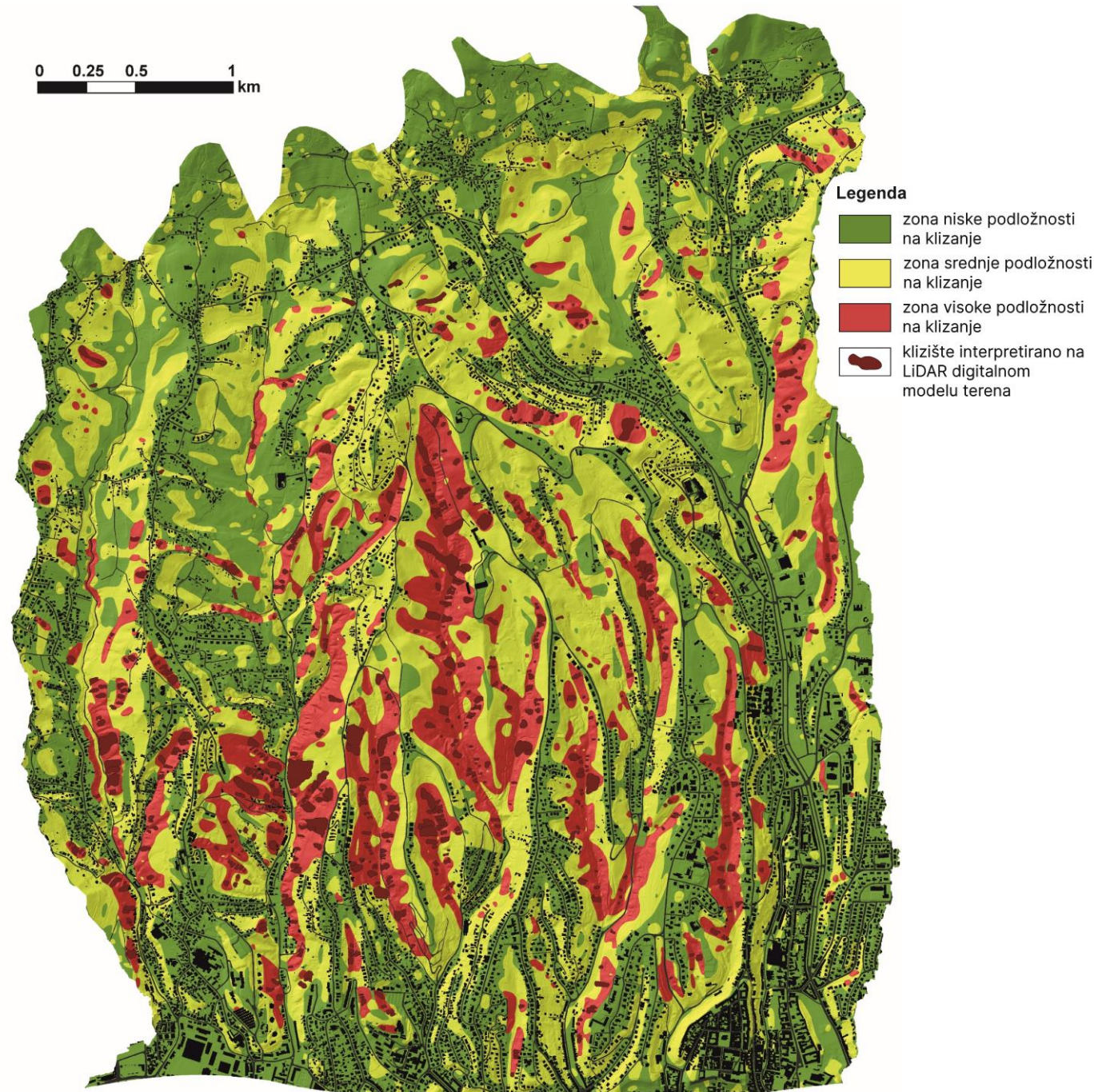
dijela Grada Zagreba (21 km²)

površina klizišta

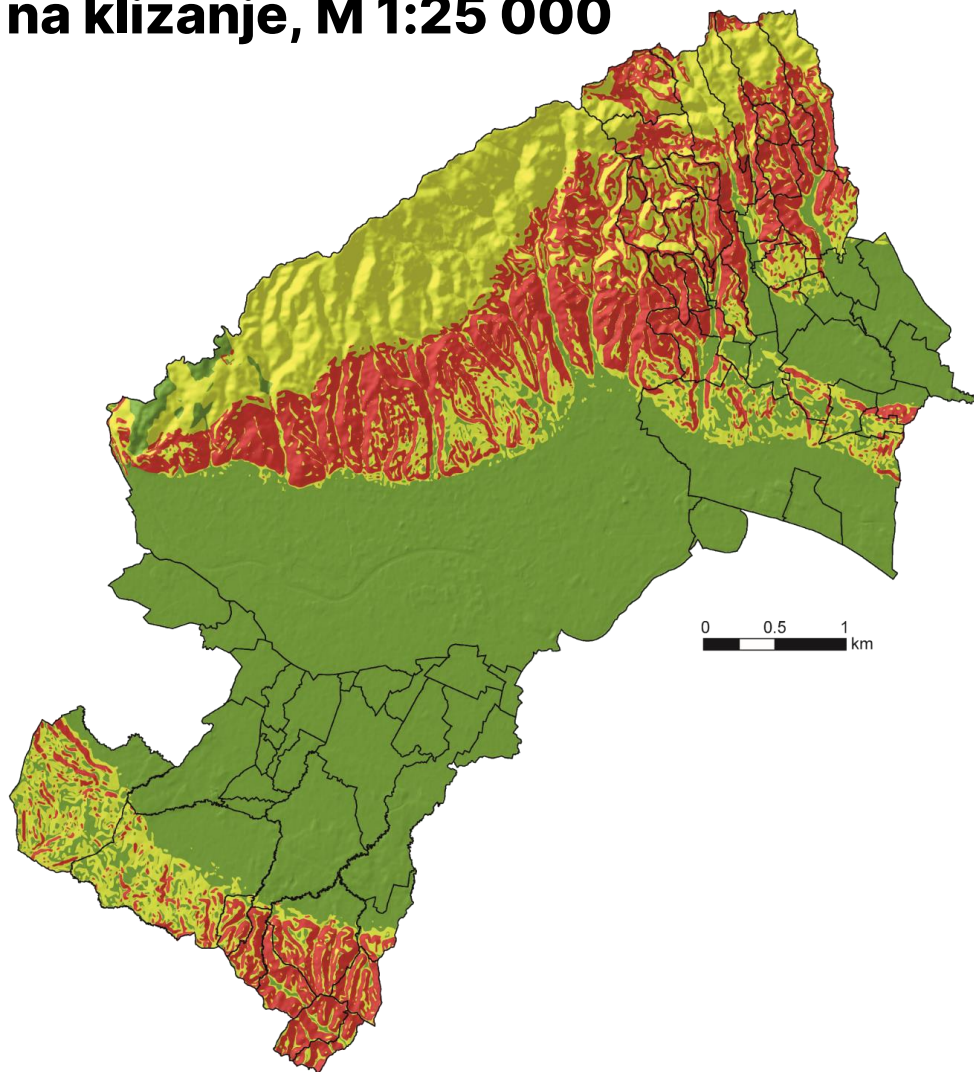
0,5 km² ili 2,5 % područja

**površina klase srednje podložnosti na
klizanje** 8,3 km² ili 39 % područja

**površina klase visoke podložnosti na
klizanje** 3,1 km² ili 15 % područja



Karte zoniranja podložnosti na klizanje, M 1:25 000



Karte zoniranja podložnosti na klizanje, M 1:25 000

