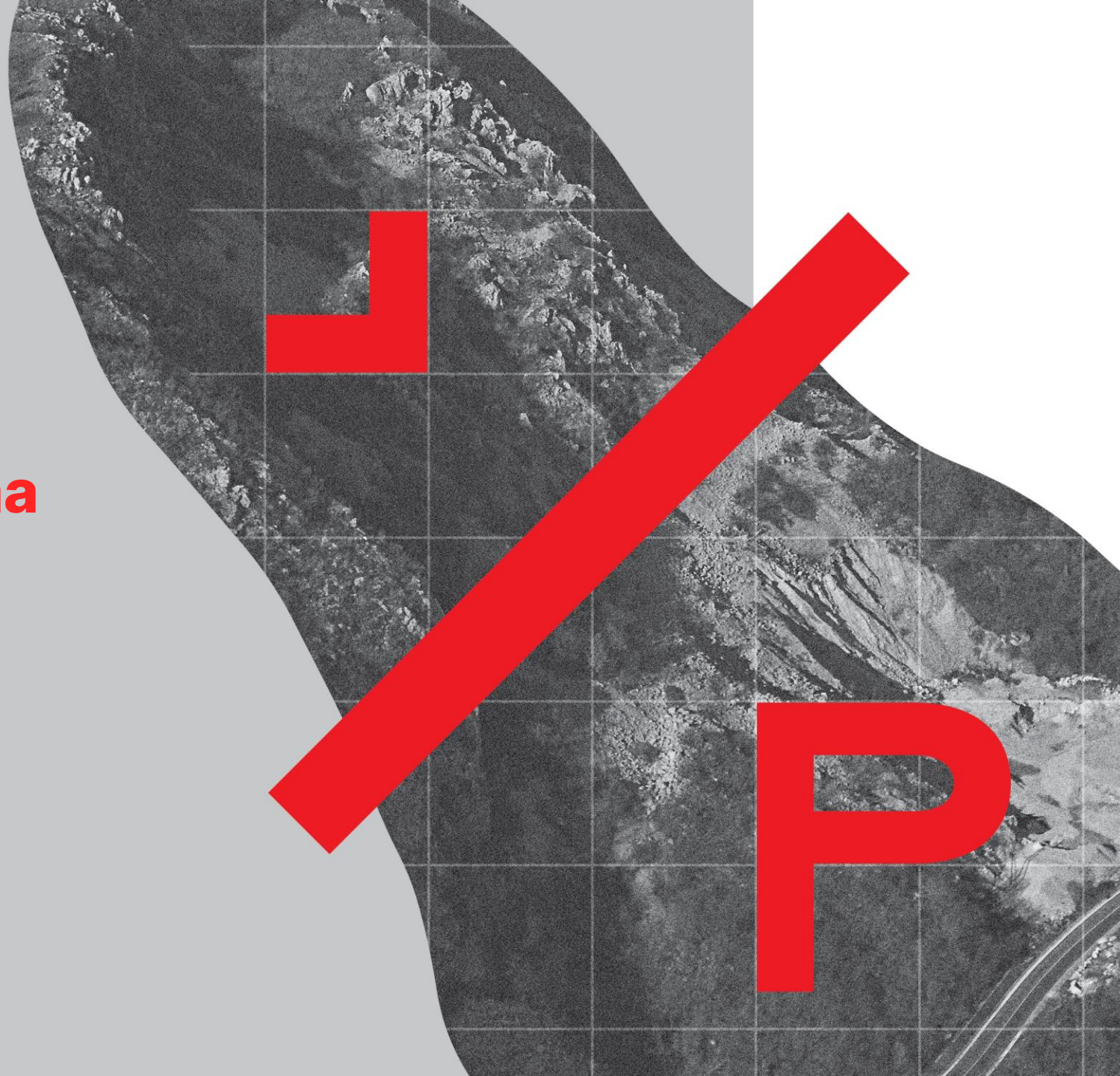


www.pri-mjer.hr

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

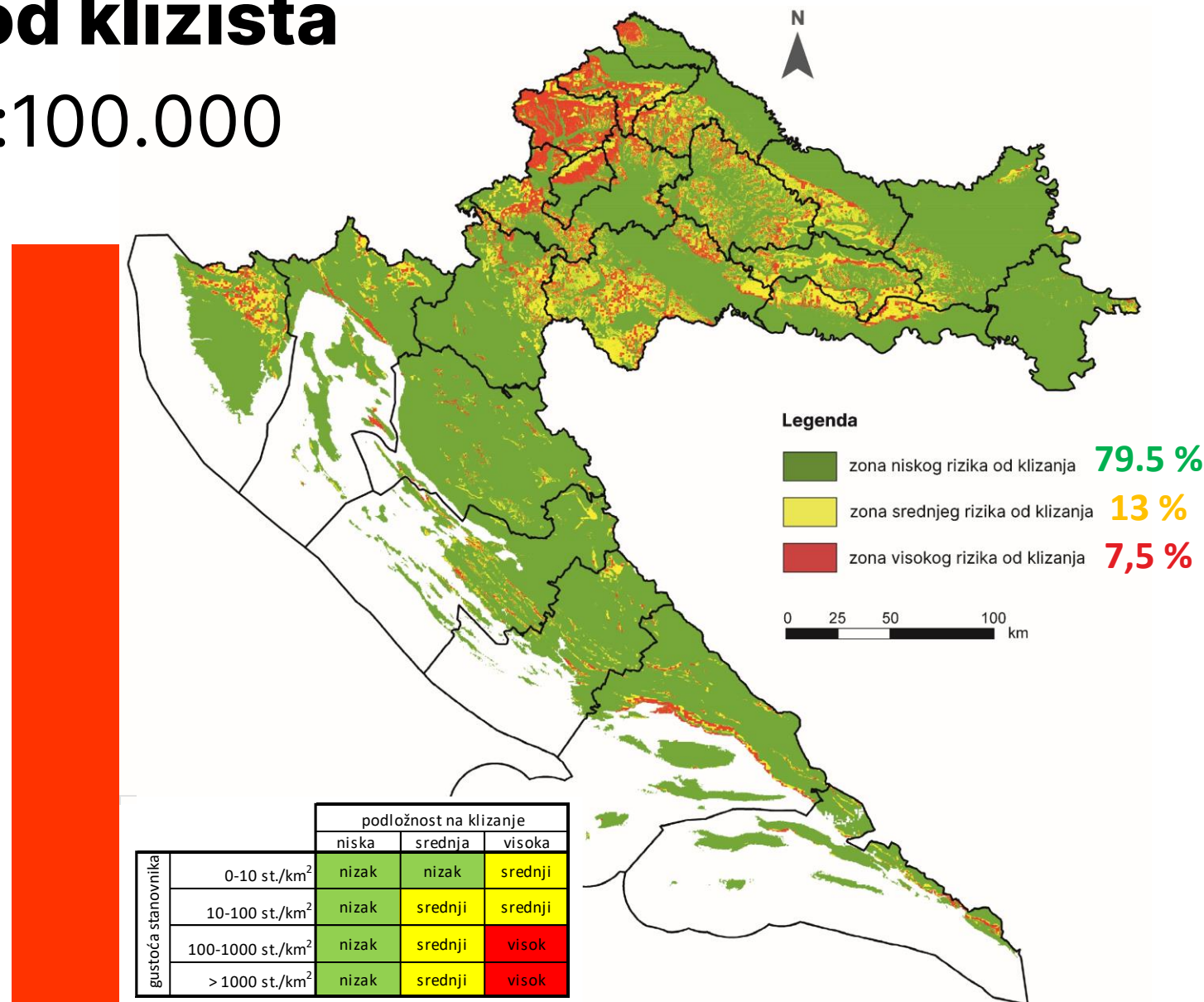
Republike Hrvatske, M 1:100.000

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**

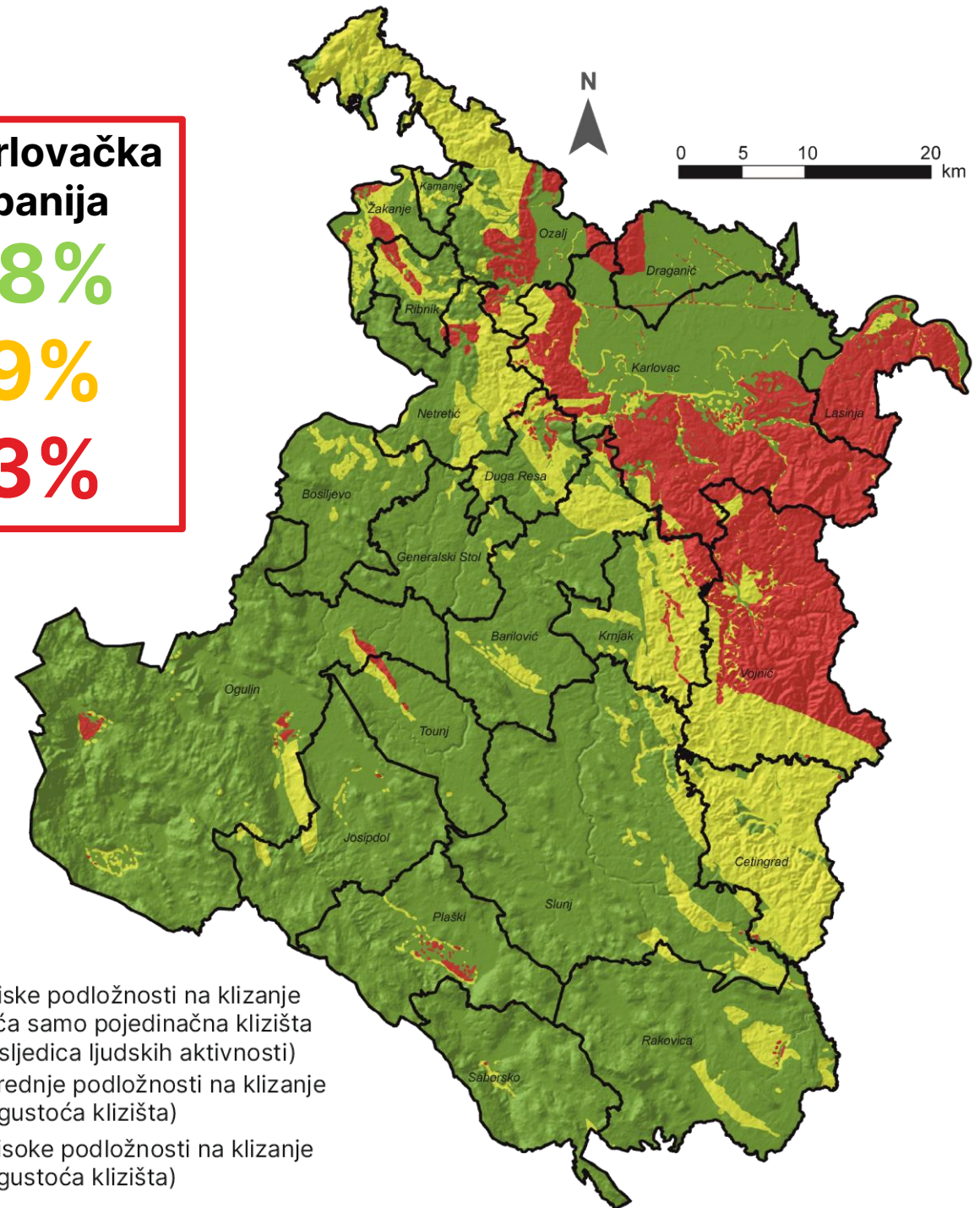
Grad Zagreb, M 1:25.000

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.

Karlovačka
županija
68%
19%
13%

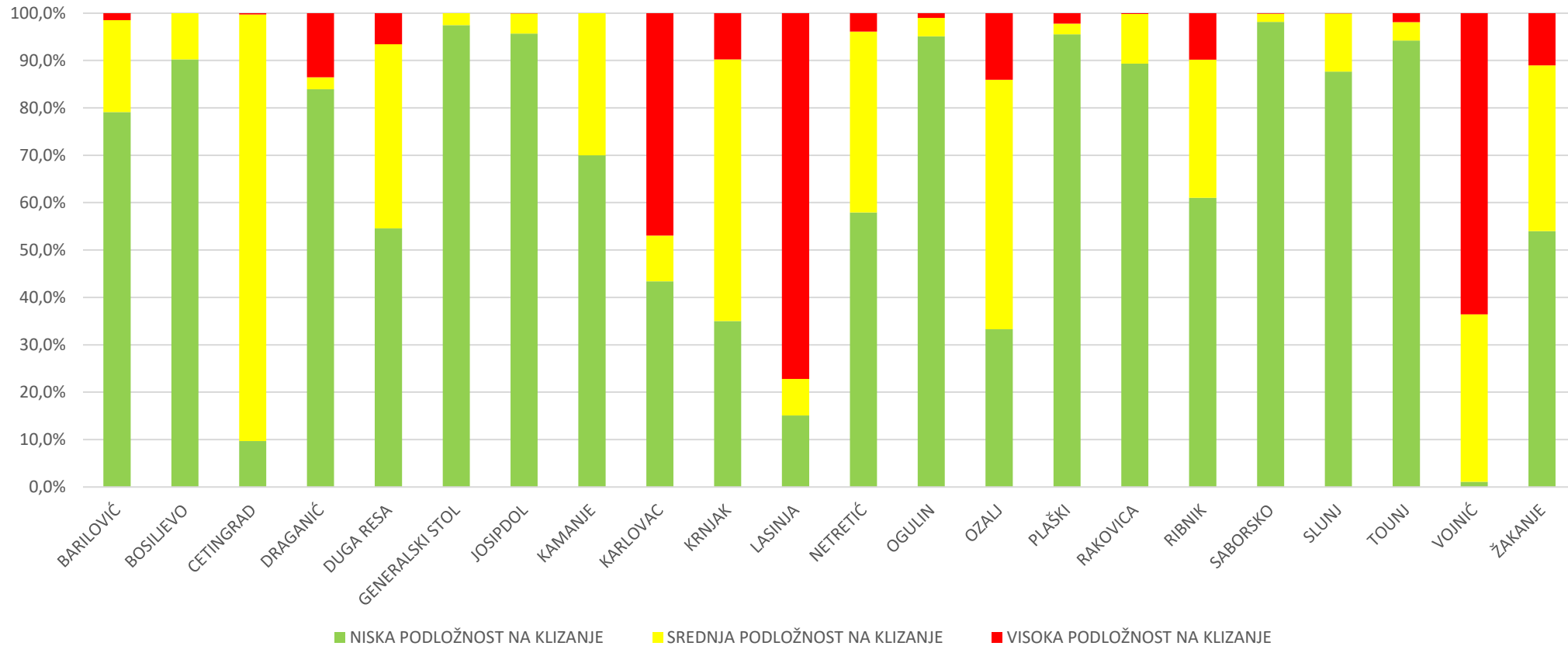
Legenda

-  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

Karlovačka županija,
M 1:25.000



Karte zoniranja podložnosti na klizanje

Karlovačka županija,
M 1:25.000




Na području Karlovačke županije ima
ukupno **460 km² građevinskog
područja**, od toga se:

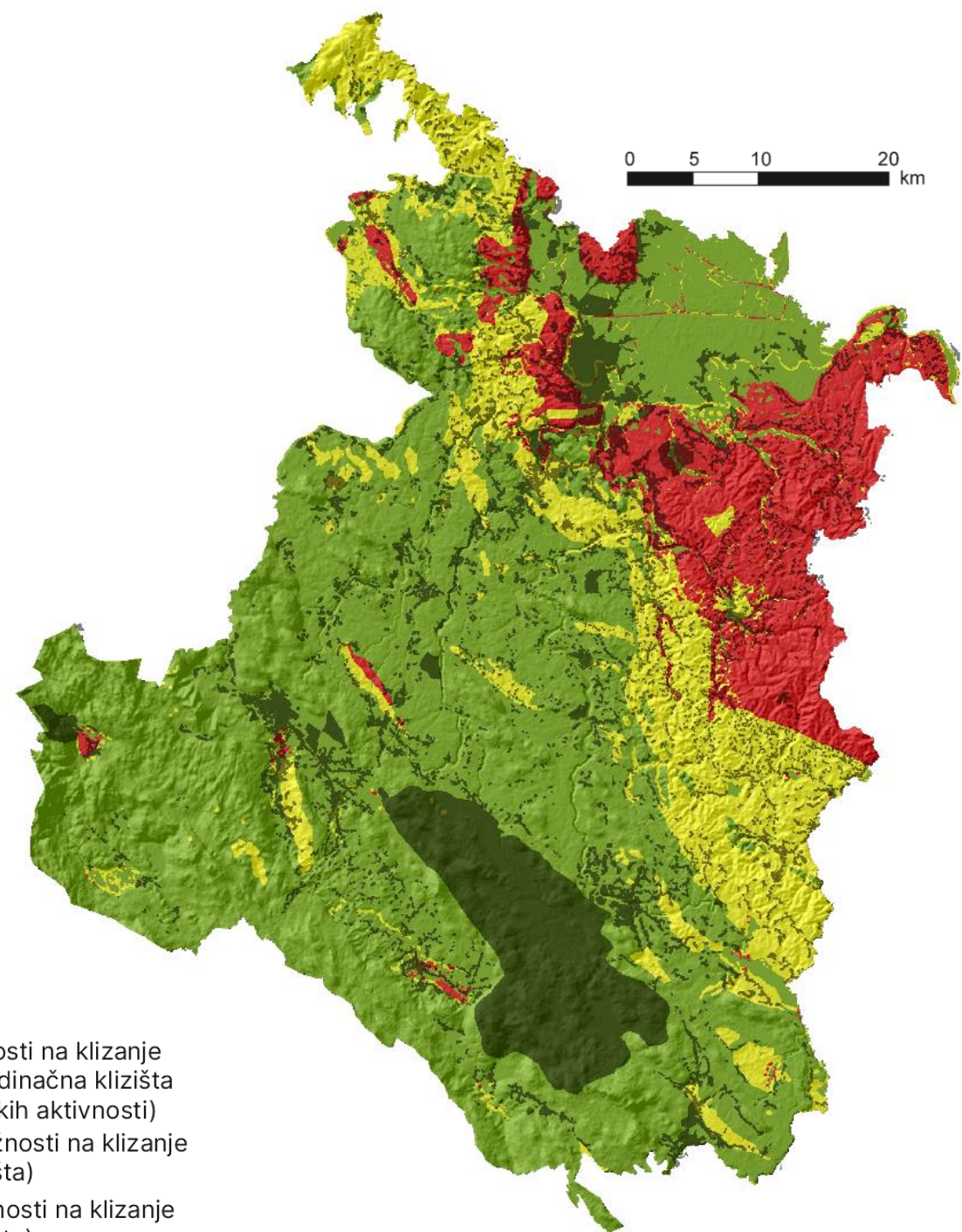
**47,5 km² nalazi u zoni srednje
podložnosti na klizanje**, i

**43,3 km² u zoni visoke podložnosti
na klizanje**,

odnosno na **20% građevinskog
područja Karlovačke županije postoji
opasnost od pojave klizišta.**

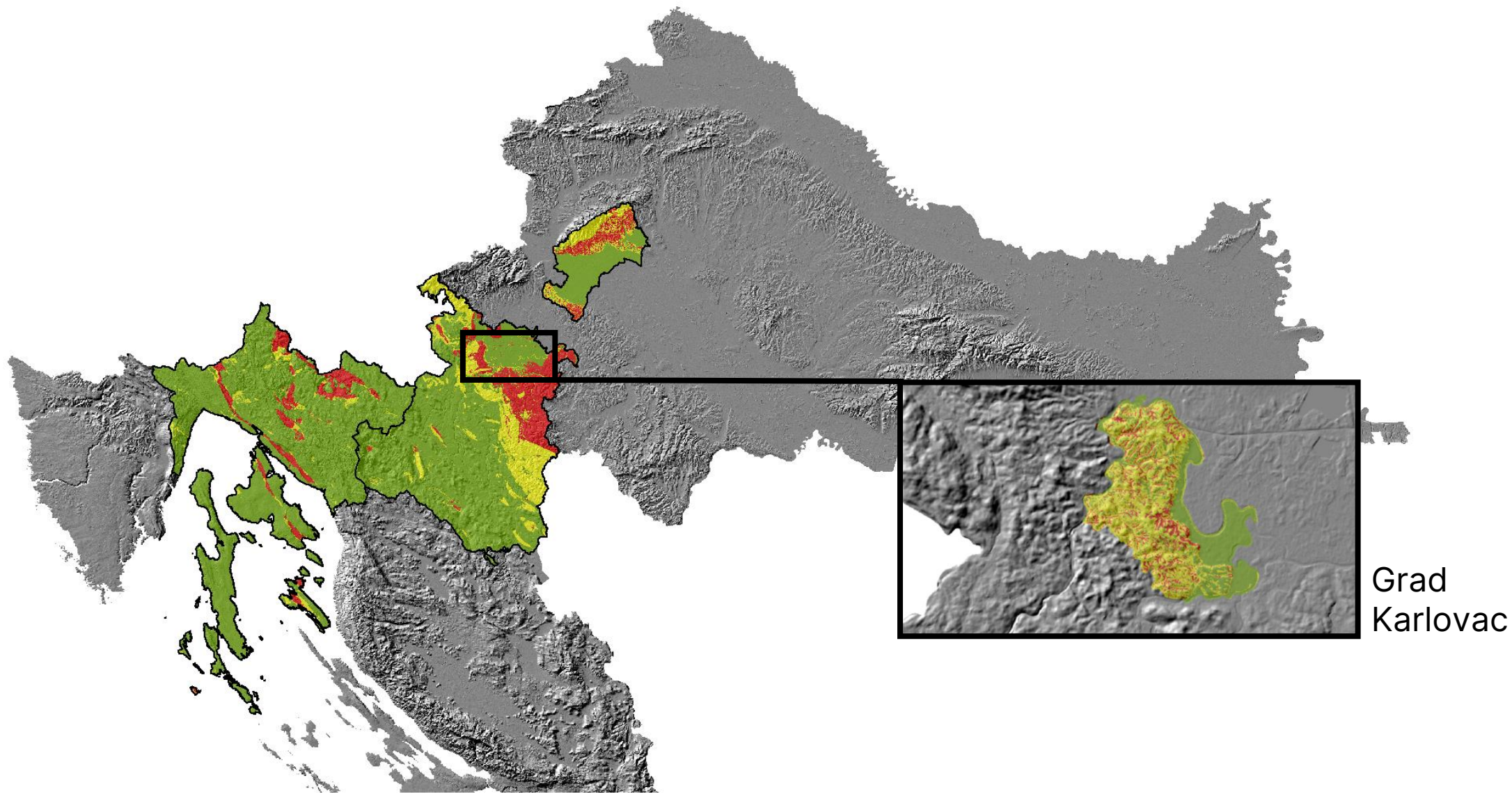
Legenda

-  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 klizišta općina i gradova

Detaljnija istraživanja klizišta

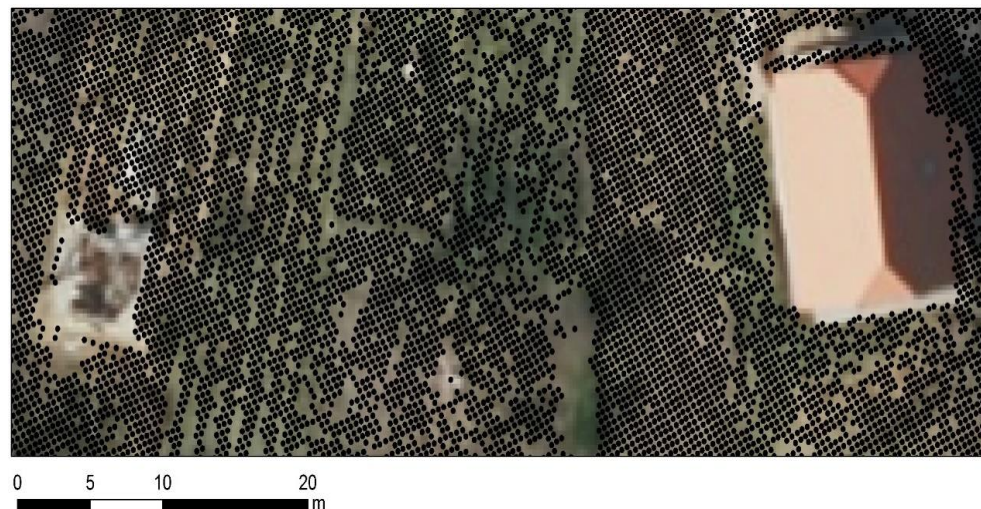


Kartiranje klizišta primjenom LiDAR tehnologije

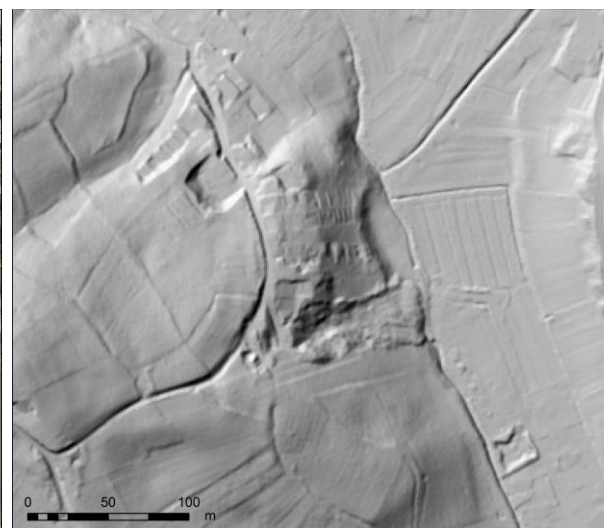
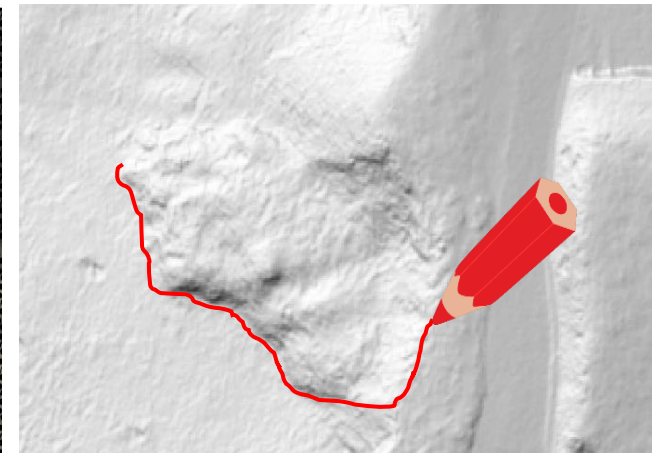
LiDAR (eng. *Light Detection and Ranging*) je skraćenica koja se koristi za 3D lasersko skeniranje iz zraka.

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 **1069** klizišta na 56 km² područja **Grada Karlovca**.

Karta inventara klizišta dijela Grada Karlovca

Martin Krkač, Gabrijela Šarić, Sanja Bernat Gazibara, Marko Sinčić, Hrvoje Lukačić, Snježana Mihalić Arbanas

ORIGINALNO MJERILO KARTE:
1 : 2000

DATUM IZRADE:
ožujak 2023.

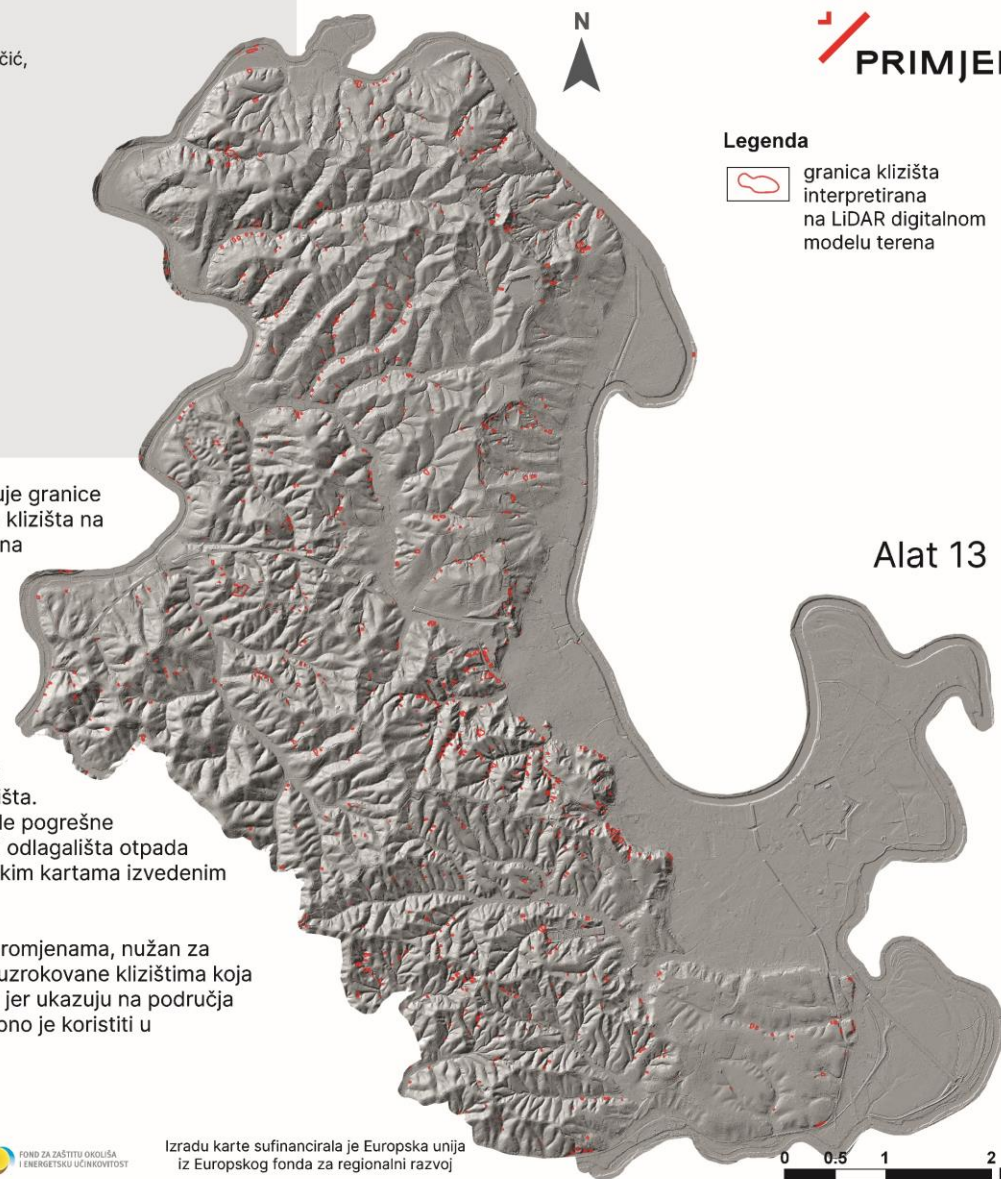
PARTNERI:
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

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

Karta inventara klizišta dijela Grada Karlovca 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.



PRIMJER

Legenda

 granica klizišta interpretirana na LiDAR digitalnom modelu terena

Alat 13

www.pri-mjer.hr



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLŠKO
NAFTNI FAKULTET

G

Sveučilište
u Rijeci
Građevinski
fakultet



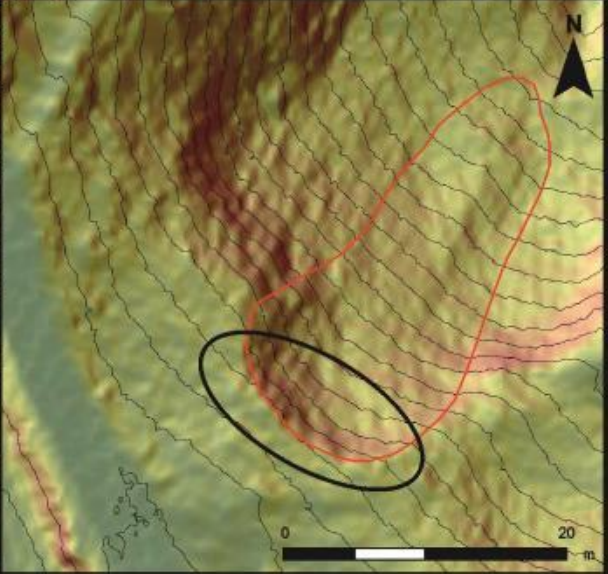
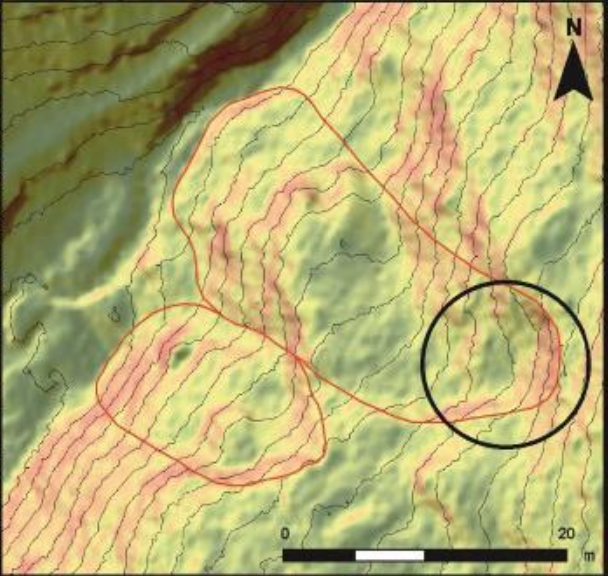
Europska unija
Zajedno do boljeg EU



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

0 0.5 1 2 km

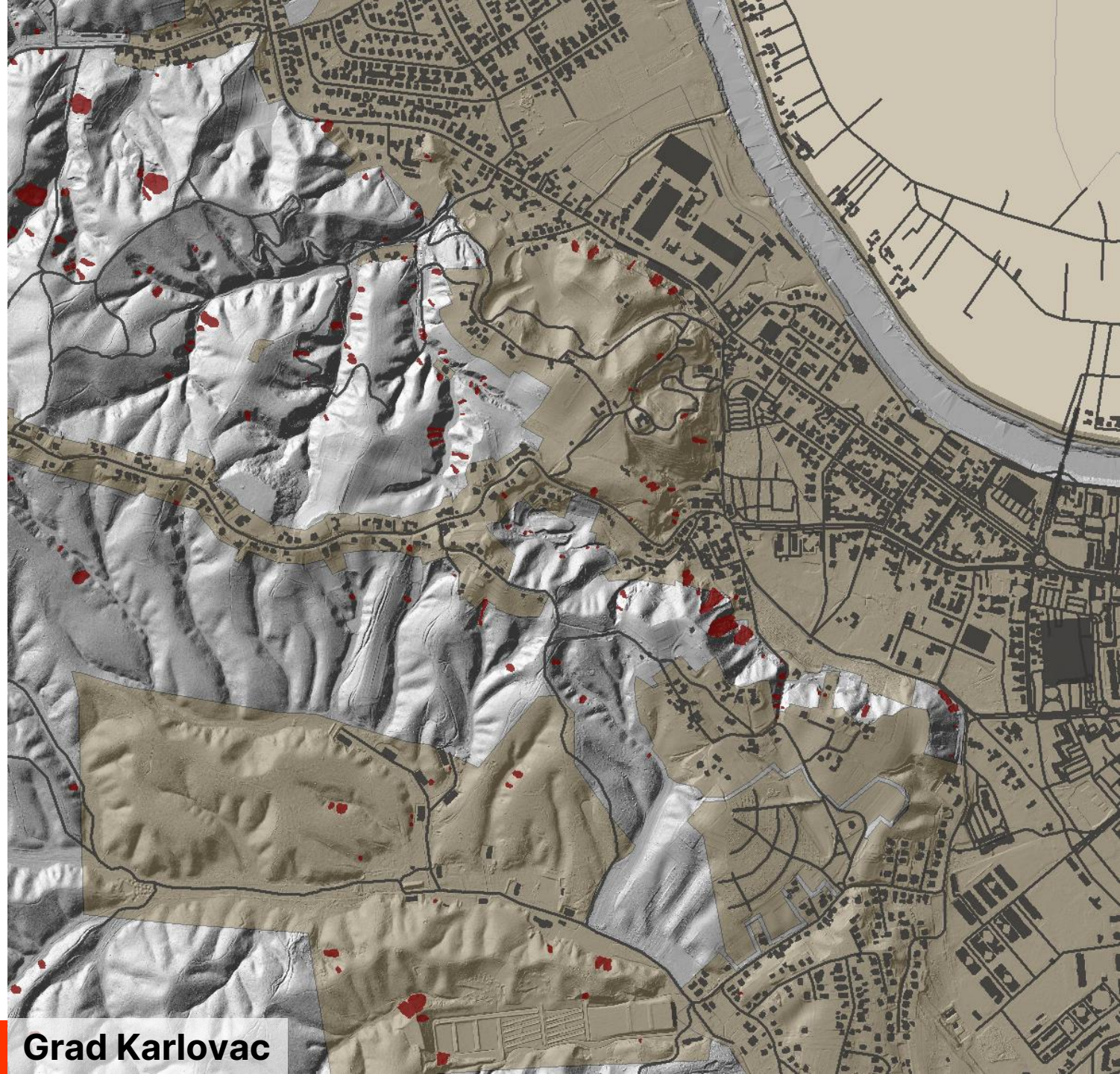
Terenska verifikacija inventara klizišta



Analiza ugroženosti od klizišta M 1:2000

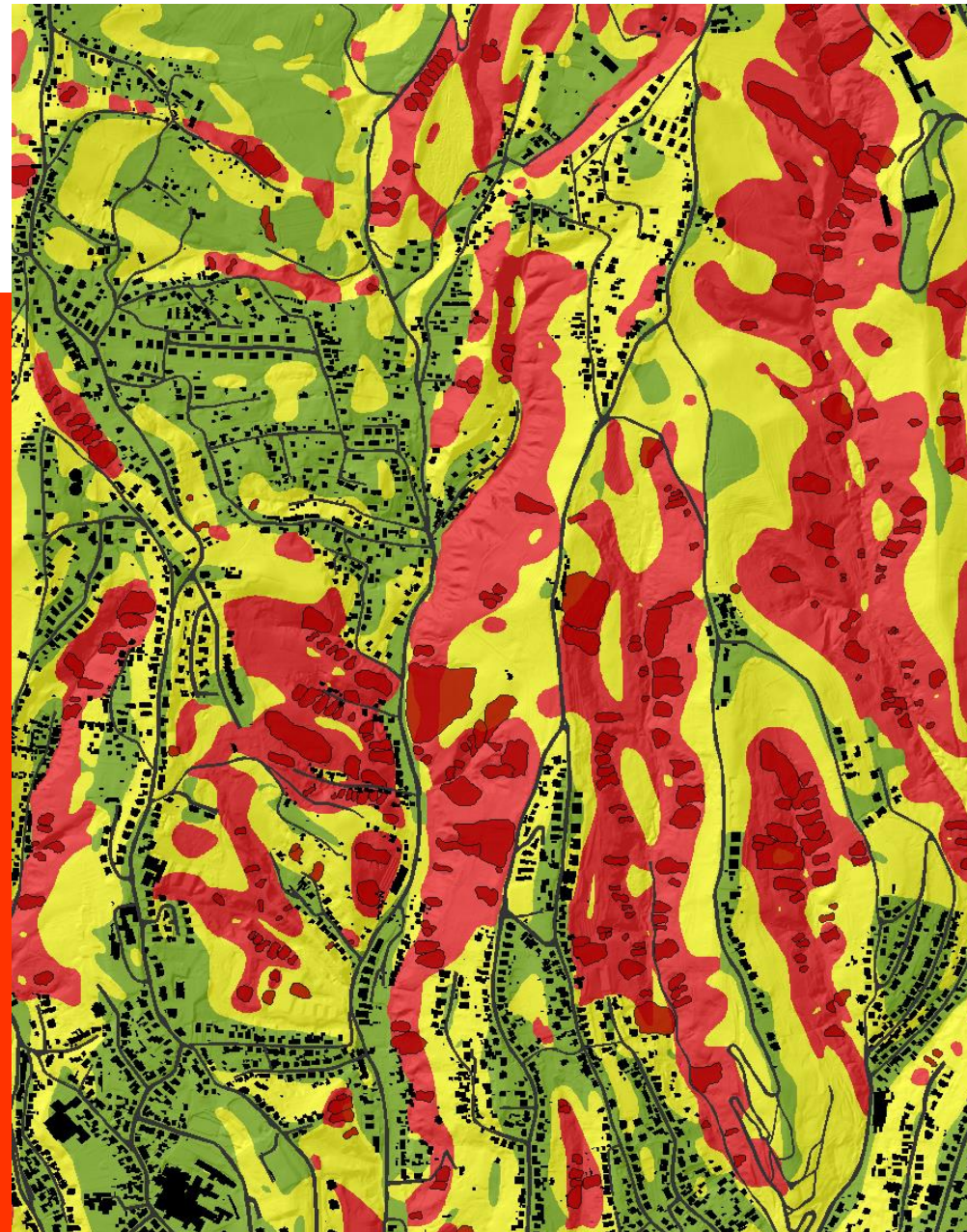
Karte ugroženosti od klizišta M 1 : 2000 prikazuje potpune inventare klizišta dijelova gradova i općina u odnosu na građevine, prometnice i vodotoke.

- dio **Grada Karlovca** površine 56 km² ugroženo je **138** građevina i **1,2** km prometnica
- unutar **građevinskog područja** Grada Karlovca nalazi se **159 klizišta**
- najučestalija veličina klizišta **220 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.



Karte zoniranja podložnosti na klizanje, M 1:5000

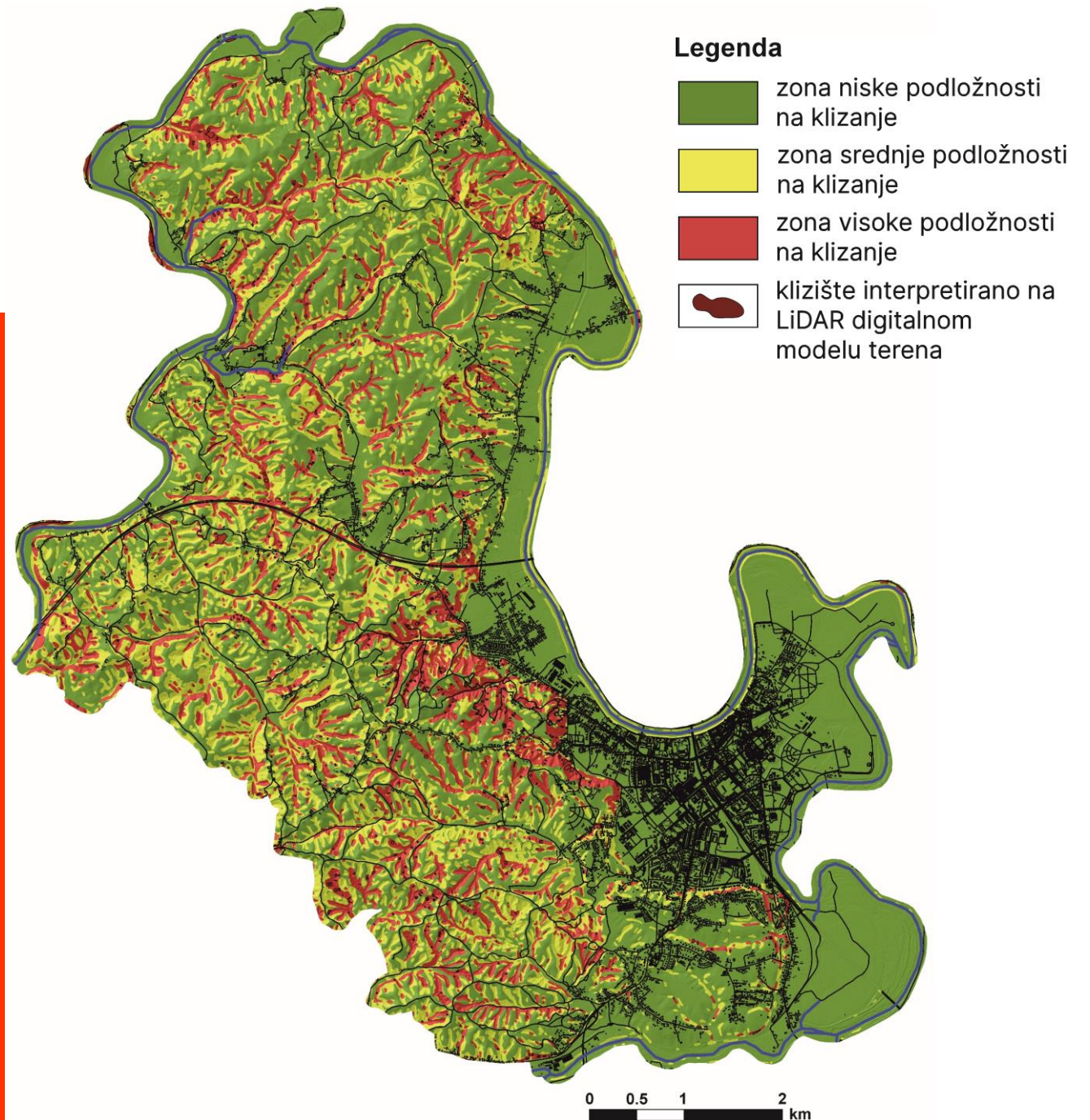
dijela Grada Karlovca (56 km²)

površina klizišta

0,2 km² ili 0,5 % područja

**površina klase visoke podložnosti na
klizanje** 8,1 km² ili 14,5 % područja

**površina klase srednje podložnosti na
klizanje** 12,8 km² ili 22,9 % područja



Karte zoniranja podložnosti na klizanje, M 1:5000

dijela Grada Karlovca (56 km²)

unutar 16.6 km² građevinskog područja
na području Grada Karlovca:

0.8 km² visoko podložno na klizanje

2.2 km² srednje podložnosti na klizanje

