

**LAND  
SLIDE  
PLAN**

Atlas karata  
klizišta projekta  
LandSlidePlan



Sveučilište u Zagrebu  
RUDARSKO  
GEOLOŠKO  
NAFTNI FAKULTET



Sveučilište  
u Rijeci  
Građevinski  
fakultet



## Atlas karata klizišta projekta LandSlidePlan

Projekt 'Razvoj metodologije procjene podložnosti na klizanje za planiranje namjene zemljišta primjenom LiDAR tehnologije' (HRZZ IP-2019-04-9900) financirala je Hrvatska zaklada za znanost.

Karte klizišta sadržane u atlasu dostupne su i na web stranici projekta [www.landslideplan.eu](http://www.landslideplan.eu)

### KORISNIK:

Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### PARTNER:

Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

### TRAJANJE:

1. siječnja 2020. do 31. prosinca 2023.

VODITELJICA PROJEKTA: prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas

ISTRAŽIVAČI: doc. dr. sc. Sanja Bernat Gazibara

Marko Sinčić, mag. ing. geol.

izv. prof. dr. sc. Martin Krkač

Hrvoje Lukačić, mag. ing. geol., mag. ing. min.

doc. dr. sc. Petra Jagodnik

prof. dr. sc. Željko Arbanas

## SADRŽAJ

- 1 Karta inventara klizišta dijela Grada Zagreba
- 2 Karta inventara klizišta dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja
- 3 Karta inventara klizišta dijela Grada Buzeta
- 4 Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela Grada Zagreba
- 5 Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja
- 6 Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela Grada Buzeta

# Karta inventara klizišta dijela Grada Zagreba

Sanja Bernat Gazibara, Martin Krkač, Snježana Mihalić Arbanas





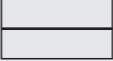
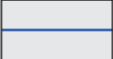
ORIGINALNO MJERILO KARTE:  
1:2000

DATUM IZRADE:  
ožujak 2023.

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

PROJEKT:  
Razvoj metodologije procjene podložnosti na klizanje za planiranje namjene zemljišta primjenom LiDAR tehnologije (LandSlidePlan), HRZZ IP-2019-04-9900

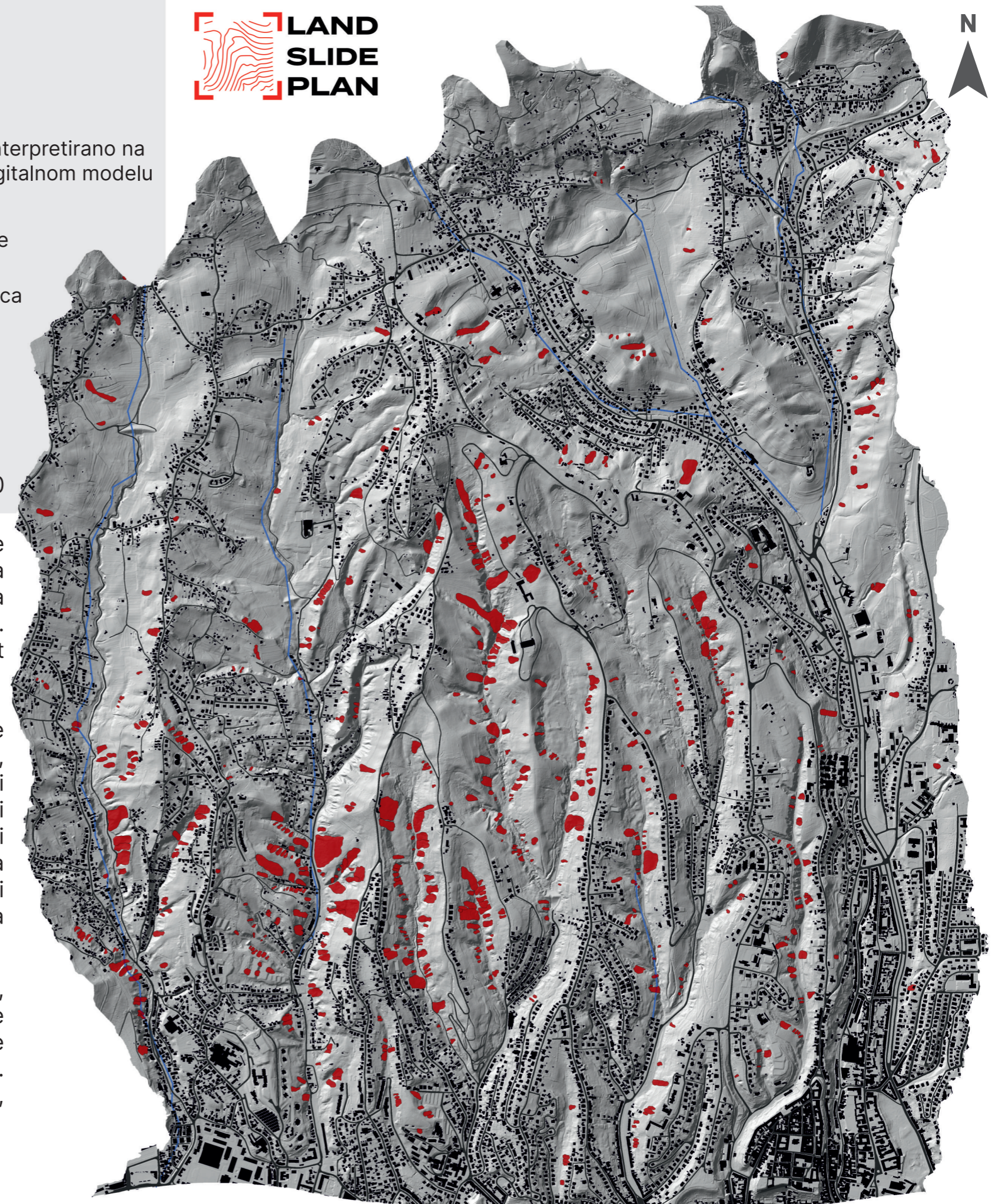
## Legenda

-  klizište interpretirano na LiDAR digitalnom modelu terena
-  građevine
-  prometnica
-  vodotok

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



0 0.25 0.5 1 km

# Karta inventara klizišta dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja

Martin Krkač, Sanja Bernat Gazibara

ORIGINALNO MJERILO KARTE:  
1:2000

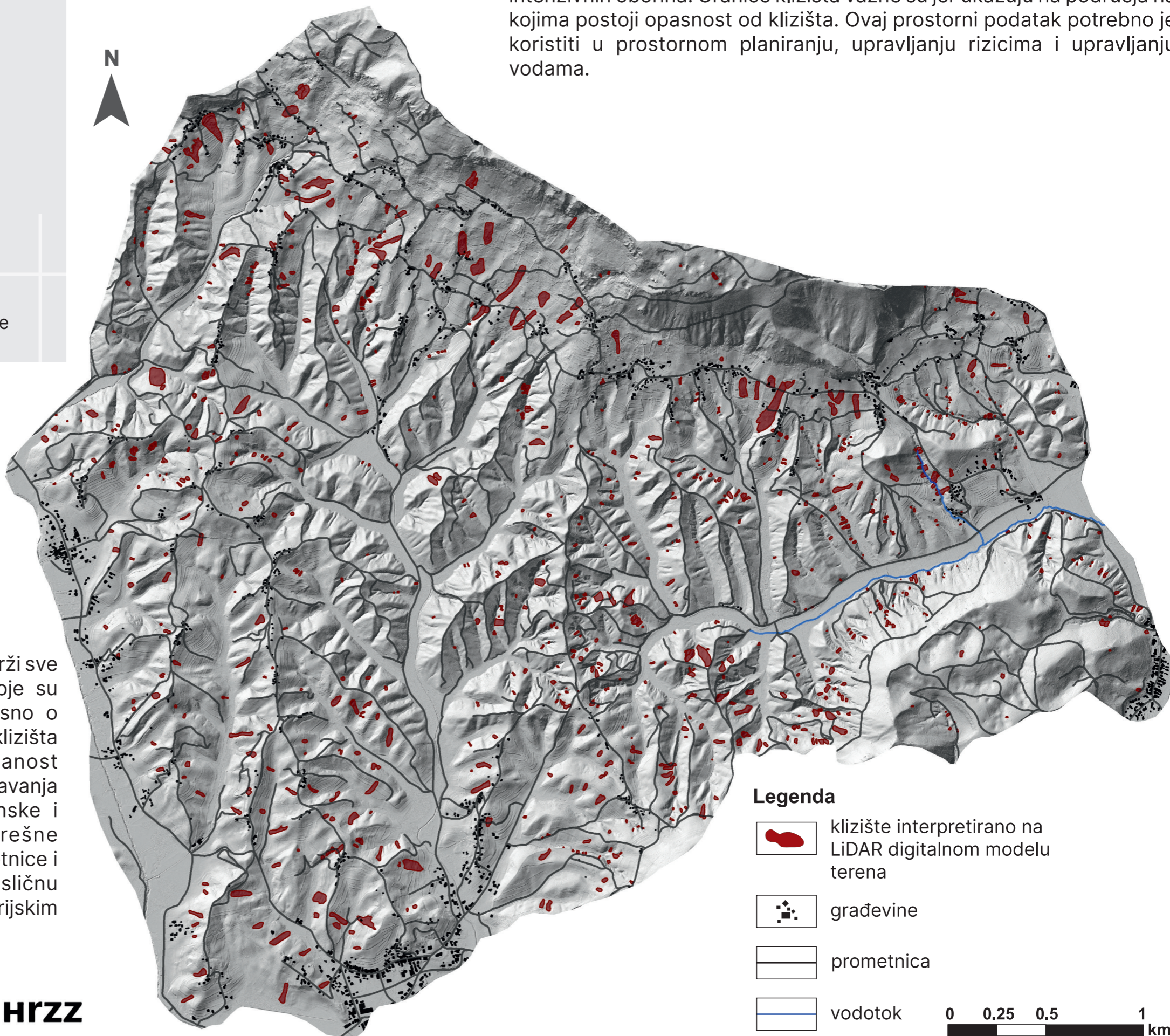
DATUM IZRADE:  
ožujak 2023.

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

PROJEKT:  
Razvoj metodologije procjene podložnosti na klizanje za planiranje namjene zemljišta primjenom LiDAR tehnologije (LandSlidePlan), HRZZ IP-2019-04-9900

Karta inventara klizišta dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja 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.

## Legenda

- klizište interpretirano na LiDAR digitalnom modelu terena
- građevine
- prometnica
- vodotok

0 0.25 0.5 1 km

# Karta inventara klizišta dijela Grada Buzeta

Sanja Bernat Gazibara, Martin Krkač, Petra Jagodnik



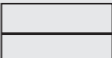
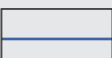
ORIGINALNO MJERILO KARTE:  
1:2000

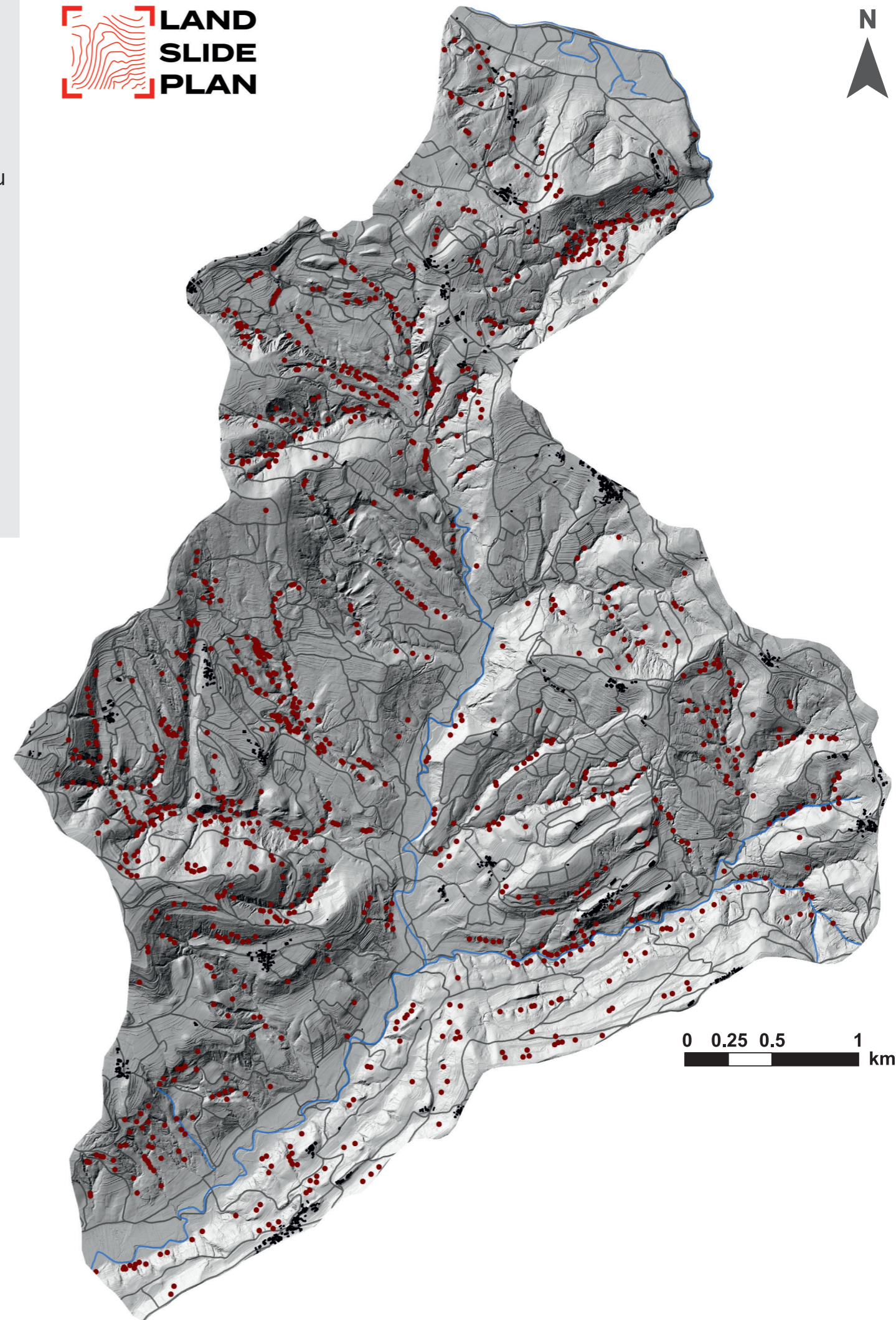
DATUM IZRADE:  
rujan 2023.

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

PROJEKT:  
Razvoj metodologije procjene podložnosti na klizanje za planiranje namjene  
zemljišta primjenom LiDAR tehnologije (LandSlidePlan), HRZZ IP-2019-04-9900

## Legenda

-  klizište interpretirano na LiDAR digitalnom modelu terena
-  građevine
-  prometnica
-  vodotok



Karta inventara klizišta dijela Grada Buzeta 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.

Ovaj inventar nije potpuni inventar klizišta, a klizišta su kartirana točkom pozicioniranom u središtu identificiranog klizišta. Osnovni razlozi takvog načina kartiranja su, s jedne strane, izuzetno velika gustoća klizišta na pilot području, a s druge strane, složenost geoloških, odnosno geomorfoloških uvjeta u kojima se nalaze pojave klizišta. Naime, nastanak najvećeg broja klizišta na području Grada Buzeta vezan je uz intenzivno odvijanje procesa linijske erozije u flišnim naslagama zbog čega su klizišta smještena u aktivnim jarugama i dolinama nižeg reda. Takav topografski smještaj klizišta znatno otežava identifikaciju i kartiranje granica klizišta na LiDAR DTM-u zbog vrlo izražene morfološke sličnosti klizišta s pojavama nastalim kao posljedica procesa erozije. Iz tog razloga su za izradu potpunog inventara klizišta s iscrtanim granicama klizišta na ovom pilot području potrebna detaljnija istraživanja usmjerena na uzajamnu vezu između geomorfoloških procesa klizanja i procesa erozije.

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.

# Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela Grada Zagreba

Sanja Bernat Gazibara, Marko Sinčić, Snježana Mihalić Arbanas



ORIGINALNO MJERILO KARTE:  
1:5000

DATUM IZRADE:  
ožujak 2023.

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

PROJEKT:  
Razvoj metodologije procjene podložnosti na klizanje za planiranje namjene zemljišta primjenom LiDAR tehnologije (LandSlidePlan), HRZZ IP-2019-04-9900

Karta zoniranja podložnosti na klizanje mjerila 1:5000 prikazuje zoniranje podsljemenske zone Grada Zagreba s obzirom na prostornu vjerojatnost pojava klizišta, a obuhvaća dijelove gradskih četvrti Črnomerec, Gornji Grad - Medveščak i Podsljeme. Zone prostorne vjerojatnosti daju informaciju gdje se mogu pojaviti klizišta, odnosno gdje se mogu aktivirati procesi klizanja i tečenja.

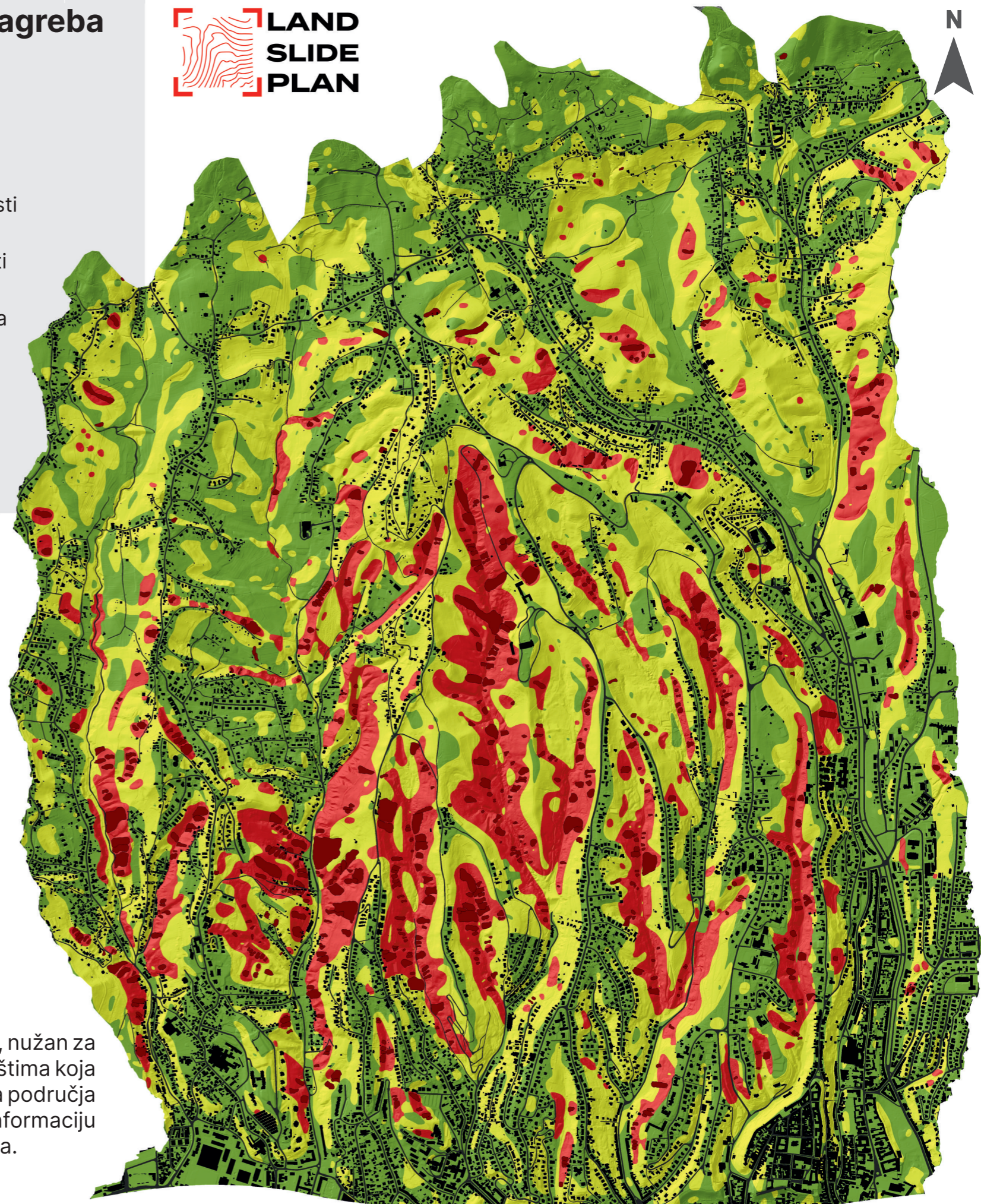
Razlikuju se tri vrste zona podložnosti na klizanje. Unutar zona niske podložnosti na klizanje nalazi se manje od 1% svih klizišta evidentiranih u potpunom inventaru klizišta. U zonama srednje podložnosti nalazi se 14%, a u zonama visoke podložnosti više od 85% klizišta potpunog inventara. Na karti su prikazana i klizišta iz potpunog inventara klizišta izrađenog za ovo područje.

Zoniranje podložnosti na klizanje provedeno je primjenom statističke metode slučajnih šuma, na temelju niza kartografskih podataka o istraživanom prostoru, odnosno podataka o preduvjetima klizanja: nadmorske visine, orijentacije padine, nagiba terena, vrste stijena, udaljenosti od geološke granice, vlažnosti terena, udaljenosti od drenažne mreže i stvarnog korištenja zemljišta. Podložnost na klizanje procijenjena je na temelju 50% klizišta iz inventara, a verificirana je na temelju preostalih 50% klizišta. Točnost modela podložnosti na klizanje iznosi 100%, a predikcija modela iznosi 87%.

Karta podložnosti na klizanje M 1:5000 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. Zone podložnosti važne su jer ukazuju na područja na kojima već postoji opasnost od klizišta ili se može pojaviti. Ovu prostornu informaciju potrebno je koristiti u prostornom planiranju, upravljanju rizicima i upravljanju vodama.

## Legenda

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



Sveučilište u Zagrebu  
RUDARSKO  
GEOLOŠKO  
NAFTNI FAKULTET



Sveučilište  
u Rijeci  
Građevinski  
fakultet



0 0.25 0.5 1 km

# Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja

Sanja Bernat Gazibara, Marko Sinčić

ORIGINALNO MJERILO KARTE:  
1:2000

DATUM IZRADE:  
ožujak 2023.

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

PROJEKT:  
Razvoj metodologije procjene podložnosti na klizanje za planiranje namjene zemljišta primjenom LiDAR tehnologije (LandSlidePlan), HRZZ IP-2019-04-9900

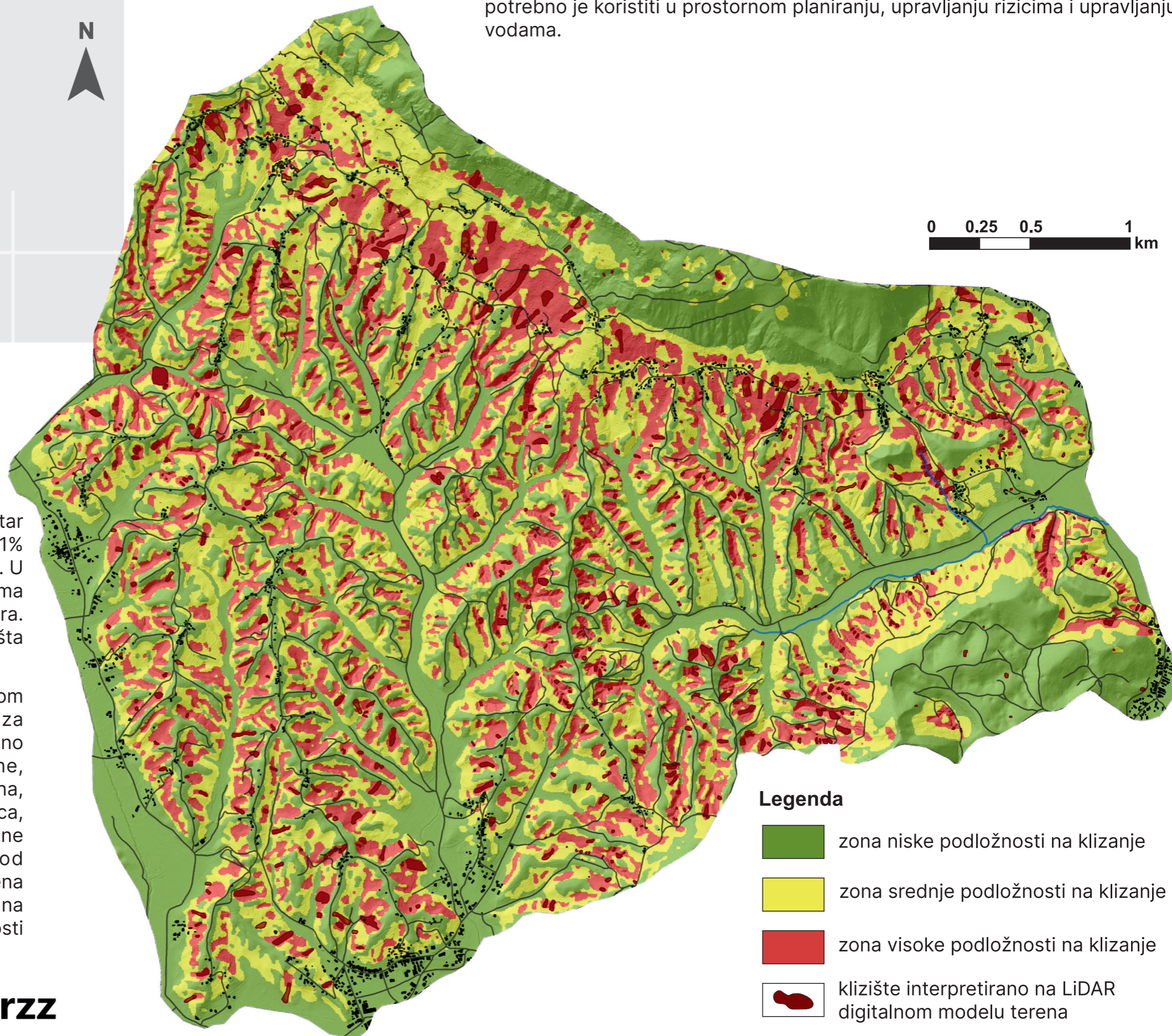
Karta zoniranja podložnosti na klizanje mjerila 1:5000 prikazuje zoniranje dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja obzirom na prostornu vjerojatnost pojava klizišta. Zone prostorne vjerojatnosti daju informaciju gdje se mogu pojaviti klizišta, odnosno gdje se mogu aktivirati procesi klizanja i tečenja.

Razlikuju se tri vrste zona podložnosti na klizanje. Unutar zona niske podložnosti na klizanje nalazi se manje od 1% svih klizišta evidentiranih u potpunom inventaru klizišta. U zonama srednje podložnosti nalazi se 14%, a u zonama visoke podložnosti više od 85% klizišta potpunog inventara. Na karti su prikazana i klizišta iz potpunog inventara klizišta izrađenog za ovo područje.

Zoniranje podložnosti na klizanje provedeno je primjenom statističke metode slučajnih šuma, na temelju niza kartografskih podataka o istraživanom prostoru, odnosno podataka o preduvjetima klizanja: nadmorske visine, orijentacije padine, nagiba terena, zakrivljenost terena, hrapavost terena, raščlanjenost terena, gustoća slojnice, vrste stijena, vlažnost terena, udaljenosti od drenažne mreže, stvarno korištenja zemljišta, udaljenost od prometnica i građevina. Podložnost na klizanje procijenjena je na temelju 50% klizišta iz inventara, a verificirana je na temelju preostalih 50% klizišta. Točnost modela podložnosti na klizanje iznosi 100%, a predikcija modela iznosi 87%.



Karta podložnosti na klizanje M 1:5000 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. Zone podložnosti važne su jer ukazuju na područja na kojima već postoji opasnost od klizišta ili se može pojaviti. Ovu prostornu informaciju potrebno je koristiti u prostornom planiranju, upravljanju rizicima i upravljanju vodama.



# Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela Grada Buzeta

Sanja Bernat Gazibara, Marko Sinčić





ORIGINALNO MJERILO KARTE:  
1:2000

DATUM IZRADE:  
rujan 2023.

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

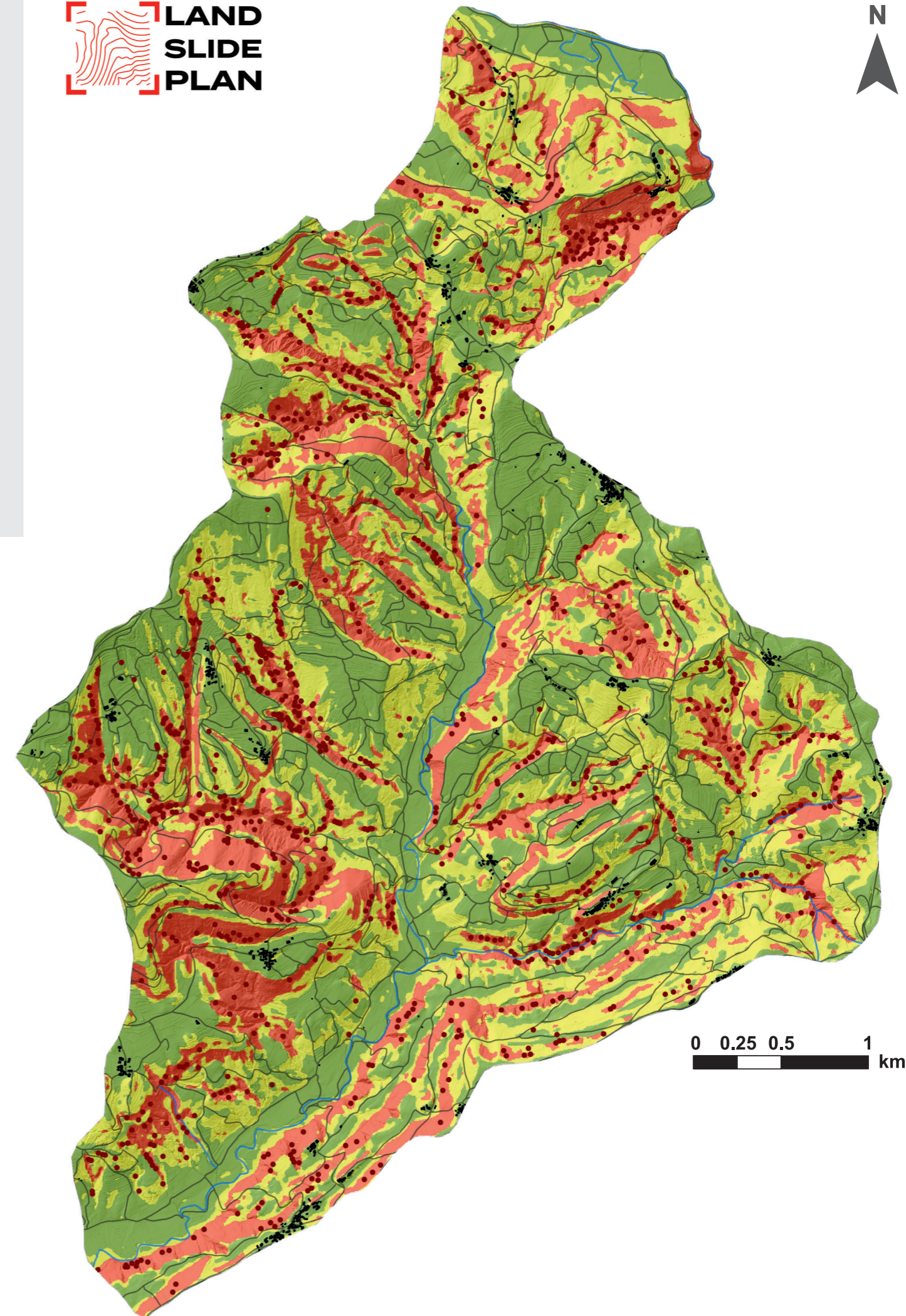
PROJEKT:  
Razvoj metodologije procjene podložnosti na klizanje za planiranje namjene  
zemljišta primjenom LiDAR tehnologije (LandSlidePlan), HRZZ IP-2019-04-9900

## Legenda

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

 LAND  
SLIDE  
PLAN

N



Karta zoniranja podložnosti na klizanje mjerila 1:5000 prikazuje zoniranje dijela Grada Buzeta s obzirom na prostornu vjerojatnost pojava klizišta. Zone prostorne vjerojatnosti daju informaciju gdje se mogu pojaviti klizišta, odnosno gdje se mogu aktivirati procesi klizanja i tečenja.

Razlikuju se tri vrste zona podložnosti na klizanje. Unutar zona niske podložnosti na klizanje nalazi se manje od 1% svih klizišta evidentiranih u potpunom inventaru klizišta. U zonama srednje podložnosti nalazi se 14%, a u zonama visoke podložnosti više od 85% klizišta potpunog inventara. Na karti su prikazana i klizišta iz inventara klizišta izrađenog za ovo područje.

Zoniranje podložnosti na klizanje provedeno je primjenom statističke metode slučajnih šuma, na temelju niza kartografskih podataka o istraživanom prostoru, odnosno podataka o preduvjetima klizanja: nadmorske visine, orijentacije padine, nagiba terena, zakrivljenost terena, raščlanjenost terena, vrste stijena, udaljenost od rasjeda, vlažnosti terena, udaljenosti od drenažne mreže, udaljenost od vodotoka, udaljenost od izvora, stvarnog korištenja zemljišta, udaljenost od prometnica, udaljenost od građevina i udaljenost od granica stvarnog korištenja zemljišta. Podložnost na klizanje procijenjena je na temelju 50% klizišta iz inventara, a verificirana je na temelju preostalih 50% klizišta. Točnost modela podložnosti na klizanje iznosi 87%, a predikcija modela iznosi 86%.

Karta podložnosti na klizanje M 1:5000 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. Zone podložnosti važne su jer ukazuju na područja na kojima već postoji opasnost od klizišta ili se može pojaviti. Ovu prostornu informaciju potrebno je koristiti u prostornom planiranju, upravljanju rizicima i upravljanju vodama.