



PRIMJER

Smjernice za primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET



Sveučilište
u Rijeci
Građevinski
fakultet



FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA
I ENERGETSKU UČINKOVITOST



Europska unija
"Zajedno do fondova EU"



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOVI

Projekt je sufinancirala Europska
unija iz Europskog fonda
za regionalni razvoj.



Sveučilište u Zagrebu
**RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET**



Sveučilište
u Rijeci
**Građevinski
fakultet**

Smjernice za primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj

Snježana Mihalić Arbanas, Željko Arbanas,
Sanja Bernat Gazibara, Gorana Ljubičić,
Martin Krkač, Petra Jagodnik

2023

Autorsko pravo © 2023. Sva prava pridržana

Ova publikacija i popratne informacije dostupne su na web stranici projekta PRI-MJER
(www.pri-mjer.hr)

Preporučeno citiranje

Mihalić Arbanas, S., Arbanas, Ž., Bernat Gazibara, S., Ljubičić, G., Krkač, M., Jagodnik, P.
(2023): Smjernice za primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj. Rudarsko-geološko-
naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 32 str.

Publikacije projekta PRI-MJER objavljene su u izvornom obliku, bez recenzije.



FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA
I ENERGETSKU UČINKOVITOST



Europska unija
"Zajedno do fondova EU"



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDovi

Projekt je sufinancirala Europska
unija iz Europskog fonda
za regionalni razvoj.

ALAT 33 PROJEKTA PRI-MJER

Smjernice za primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj

Ove Smjernice izrađene su kao rezultat projekta primijenjenih znanstvenih istraživanja pod naslovom 'Primijenjena istraživanja klizišta za razvoj mjera ublažavanja i prevencije rizika, PRI-MJER' (KK.05.1.1.02.0020) kojega je sufinancirala je Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost RH, a u okviru 'Sheme za jačanje primijenjenih istraživanja za mjere prilagodbe klimatskim promjenama'.

Publikacija je također dostupna na web stranici projekta www.pri-mjer.hr.

KORISNIK: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

PARTNER: Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

TRAJANJE: 1. svibnja 2020. do 30. svibnja 2023.

PT1: Ministarstvo zaštite okoliša i energetike

PT2: Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

AUTORI SMJERNICA:

prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas, dipl. ing. geol.

prof. dr. sc. Željko Arbanas, dipl. ing. građ.

doc. dr. sc. Sanja Bernat Gazibara, mag. ing. geol.

Gorana Ljubičić, dipl. ing. arh.

izv. prof. dr. sc. Martin Krkač, dipl. ing. geol.

doc. dr. sc. Petra Jagodnik, dipl. ing. geol.

SURADNICI:

Marko Sinčić, mag. ing. geol.

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

Smjernice su izradili istraživači projekta PRI-MJER s dugogodišnjim iskustvom u znanstvenim istraživanjima klizišta, izradi i primjeni karata klizišta, kao i odabiru i primjeni mjera sanacije i preventivnih mjera smanjenja rizika od klizišta. Stavovi i zaključci sadržani u Smjernicama djelo su autora dokumenta.

Slika na naslovnici predstavlja isječak karte podložnosti na klizanje i karte inventara klizišta originalnog mjerila 1:2.000 dijela Grada Karlovca (izradila doc. dr. sc. S. Bernat Gazibara)

O AUTORIMA

Prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas je redovita profesorica u trajnom zvanju na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, bavi se istraživanjem klizišta od 1989. godine, od izrade diplomskog rada do danas. Više od 30 godina uključena je u znanstvena istraživanja vezana za karte klizišta, karte inventara klizišta i karte podložnosti na klizanje. Mentorica je više doktorata na temu karata klizišta.

Prof. dr. sc. Željko Arbanas je redoviti profesor u trajnom zvanju na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, bavi se istraživanjem i sanacijama klizišta od 1983. godine kao inženjer, projektant, revident i znanstvenik. Izradio je više od 100 projekata sanacije klizišta od kojih je većina i realizirana. Voditelj je više nacionalnih i međunarodnih znanstvenih projekata koji istražuju različite aspekte klizišta.

Doc. dr. sc. Sanja Bernat Gazibara je docentica na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, bavi se istraživanjem klizišta od 2011. godine, od izrade diplomskog rada do danas. Doktorirala 2019. godine s disertacijom pod naslovom «Metodologija izrade karata klizišta korištenjem digitalnoga modela terena visoke rezolucije u podsljemenskoj zoni Grada Zagreba» na RGN fakultetu u Zagrebu.

Gorana Ljubičić, dip. ing. arh. je ovlaštena arhitektica urbanistica zaposlena kao vodeća prostorna planerka u Javnoj ustanovi Zavod za prostorno uređenje Primorsko-goranske županije. Bila je odgovorni voditelj ili suradnik u izradi više od 50 prostornih planova i prostorno-planskih stručnih studija. Član je Odbora za urbanizam Hrvatske komore arhitekata. Doktorandica je na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Izv. prof. dr. sc. Martin Krkač je izvanredni profesor na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, bavi se istraživanjem klizišta od 2006. godine, prvo kao inženjer, a zatim i kao znanstvenik. Doktorirao 2015. godine s disertacijom pod naslovom «Fenomenološki model gibanja klizišta Kostanjek na osnovi praćenja parametara klizanja» na RGN fakultetu u Zagrebu.

Doc. dr. sc. Petra Jagodnik je docentica na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, bavi se istraživanjem klizišta od 2010. godine kao mlada znanstvenica na doktorskom studiju. Doktorirala 2018. godine s disertacijom pod naslovom «Identifikacija i klasifikacija klizišta i erozije vizualnom interpretacijom digitalnoga modela reljefa Vinodolske udoline» na RGN fakultetu u Zagrebu.

ZAHVALA

Zahvaljujemo svim sudionicima 11 okruglih stolova održanih u okviru projekta PRI-MJER u razdoblju od svibnja 2020. do travnja 2023. godine na sudjelovanju u brojnim raspravama s istraživačima Projekta. Svojim stručnim iskustvom i znanjem su nam omogućili da provjerimo i utvrdimo kako koristiti podatke i informacije o klizištima u prostornom planiranju, upravljanju rizicima u sustavu civilne zaštite, upravljanju prometnicama, vodama, šumama i drugima. U nastavku se također navode institucije i tvrtke sudionika prema zastupljenosti na okruglim stolovima projekta PRI-MJER.

Ministarstvo prostornog uređenja, gradnje, Zavod za prostorni razvoj

Andrijana Zelić, dipl. ing. geol.
Vesna Marohnić-Kuzmanović, dipl. ing. arh.
Kristina Kovačić, dipl. ing. arh.
Sunčana Habrun, dipl. ing. arh.
Bojan Linardić, dipl. ing. arh., ravnatelj
Lidija Škec, dipl. ing. arh.

JU Zavod za prostorno uređenje Primorsko-goranske županije

Gorana Ljubičić, dipl. ing. arh.
Sanja Turk, dipl. ing. arh.
Robert Heberling, mag. ing. arh.
Mirjana Mamić, dipl. ing. građ.
Jasna Doričić, struč. spec. ing. aedif.
Adam Butigan, mag. ing. geod., ravnatelj
Duško Dobrila, dipl. ing. arh.

Grad Zagreb

Kristina Martinović, univ. spec. admin. chris.
Ozren Ilijaš, struč. spec. ing. admin. chris.
Dalibor Belegić, univ. spec. admin. chris.
Filip Kelava, dipl. ing. arh.

JU Zavod za prostorno uređenje Sisačko-moslavačke županije

Margita Malnar, dipl. ing. arh.
Valentina Šerbec, dipl. ing. arh. univ. spec. arch.
Goran Šalić, mag. geog. univ. spec. arch.

JU Zavod za prostorno uređenje Grada Zagreba

Sanja Šerbetić-Tunjić, dipl. ing. arh.
Vladimir Ninić, dipl. ing. građ.
Ivan Lončarić, prof. pov. i geo.
Nikša Božić, dipl. ing. arh., ravnatelj
Jadranka Veselić Bruvo, dipl. ing. arh.
Ana-Marija Rajčić, dipl. ing. arh.

Hrvatske ceste, Poslovna jedinica Rijeka

Silvana Sorić, dipl. ing. građ.
Vedran Ivanić, dipl. ing. građ.
Siniša Fućak, mag. ing. traff.
Erik Karuza, dipl. ing. građ.
Martin Abramović, dipl. ing. građ.
Dejan Bubnić, dipl. ing. građ.

MUP Ravnateljstvo civilne zaštite, Područni ured civilne zaštite Rijeka

Lenjinka Juričić-Mamilović, dipl. ing. građ.
Alenko Hudak, mag. ing. sec.
mr. sc. Tatjana Čumperk
Spomenka Mitar, dipl. ing. stroj.
Petar Jagodnik, struč. spec. ing. sec.
Željko Šporer, dipl. kateheta
Mladen Kiković, dipl. ing. politeh.
Boris Perković, dipl. oec.

HŽ infrastruktura, Nadzorno središte Rijeka

Zorica Pavelić, struč. spec. ing. aedif.
Iva Kauzlarić, mag. ing. geod. et geoinf.
Paula Brkić, mag. ing. aedif.

Grad Rijeka

Goran Šarić, dipl. oec.
Andrej Bauer, ing. inf.
Sonja Oštarić, dipl. ing. građ.

Ministarstvo prostornog uređenja, gradnje i državne imovine

Davorin Oršanić, dipl. ing. arh.
Snježana Jureša, dipl. ing. građ.
Domagoj Orlić, dipl. ing. prom.

JU Zavod za prostorno uređenje Karlovačke županije

Marinko Maradin, dipl. ing. arh.

APE d.o.o.

Sandra Jakopiec, dipl. ing. arh.

Hrvatske vode, VGO za slivove Sjevernog Jadrana

Tomislav Saftić, dipl. ing. građ.
Dražen Šegota, ing. građ.

MUP Ravnateljstvo civilne zaštite

Niko Fabris, dipl. ing. građ.
Dražen Štajduhar, dipl. politolog
Andrea Bengez, struč. spec. javne uprave
Ivana Selnik, dipl. politolog

Vinodolska općina

Bernard Peko Lončar, ing. str.
mr. sc. Daniel Grbić, načelnik
Miljenko Šimić, dipl. ing. građ.
Den Strizić, oec.

Grad Karlovac

Vesna Ribar, dipl. ing. građ.
Hermina Plemić, dipl. ing. građ.
dr. sc. Ana Hranilović Trubić, dipl. ing. građ.
Đurđica Lišnjić, mag. ing. prom

Općina Jelenje

Robert Marčelja, bacc. oec., načelnik

Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci

prof. emer. dr. sc. Čedomir Benac, dipl. ing. geol.

Karlovačka županija

Silvia Ilijanić Ferenčić, mag. geol.
Lovro Kasunić, mag. ing. petrol.

Hrvatske autoceste

Danijel Starčević, dipl. ing. geol.
Hrvoje Perković, dip. ing. rud.

Hrvatske šume, UŠP Delnice

Ivana Pečnik Kastner, dipl. ing. šum.
Maja Bolf, dipl. ing. šum.

CPA d.o.o.

Neda Kaminski-Kirš, dipl. ing. arh.
Zrinka Tadić, dipl. ing. arh.

Rijeka Plus d.o.o.

Elio Biasiol, dipl.ing.građ.

Županijska uprava za ceste Primorsko-goranske županije

Milko Samsa, dipl. ing. građ.

Grad Lepoglava

Marijan Škvarić, dipl. ing., gradonačelnik

Grad Čabar

Antonio Dražović, mag. physioth.,
gradonačelnik

Općina Bednja

Danijel Poljak, mag. soc. geront., načelnik

Općina Čavle

Ivana Cvitan Polić, mag. cult., načelnica

Hrvatske ceste, Poslovna jedinica Zagreb

dr.sc. Danijel Tenžera, dipl. ing. građ.

HŽ infrastruktura

Marin Košutić, mag. ing. aedif.

Metroalfa d.o.o.

Mišo Kucelj, mag. ing. geol.

SADRŽAJ

PREDGOVOR

1	UVOD	1
1.1	Opasnost i rizik od klizišta u Republici Hrvatskoj	1
1.2	Ublažavanje opasnosti i rizika od klizišta	3
2	SVRHA I SADRŽAJ SMJERNICA	4
2.1	Svrha smjernica	4
2.2	Sadržaj smjernica	4
3	KARTE INVENTARA KLIZIŠTA	6
3.1	Općenito o utvrđivanju klizišta i izradi karata inventara klizišta	6
3.2	Povijesni inventari izrađeni iz LIDAR snimaka	8
3.2.1	Primjer 1: povijesni inventar klizišta dijela podsljemenske zone	8
3.2.2	Primjer 2: povijesni inventar klizišta dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja	9
3.2.3	Primjer 3: povijesni inventar klizišta dijela Vinodolske općine	10
3.3	Potpunost inventara klizišta	11
4	KARTE PODLOŽNOSTI NA KLIZANJE	14
4.1	Općenito o modeliranju i zoniranju podložnosti na klizanje	14
4.2	Procjena podložnosti na klizanje na državnoj i područnoj (regionalnoj) razini	15
4.2.1	Primjer 4: Karta zoniranja podložnosti na klizanje Republike Hrvatske	16
4.2.2	Primjer 5: karte zoniranja podložnosti na klizanje Primorsko-goranske i Karlovačke županije	17
4.3	Procjena podložnosti na klizanje na lokalnoj razini	18
4.3.1	Primjer 6: Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela podsljemenske zone	18
4.3.2	Primjer 7: Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela Vinodolske udoline	19
5	PRIMJENA PODATAKA I INFORMACIJA O KLIZIŠTIMA	20
5.1	Općenito o primjeni	20
5.2	Mogućnosti primjene ovisno o mjerilu karte klizišta	21
5.3	Prijedlozi za sustavnu primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj	22
5.3.1	Primjena karata zoniranja podložnosti na klizanje M1:25 000 u prostornom planiranju	22
5.3.2	Primjena karata zoniranja podložnosti na klizanje M1:25 000 u civilnoj zaštiti	24
5.3.3	Primjena karata zoniranja podložnosti na klizanje M1:5000 u prostornom planiranju	25
5.3.4	Primjena karata inventara klizišta M1:2000 u prostornom planiranju i civilnoj zaštiti	27
5.3.5	Ostale primjene karata klizišta krupnog mjerila	29

PREDGOVOR

Jedan od ključnih ciljeva projekta PRI-MJER bio je definirati koji podatci i informacije o klizištima su potrebni za odgovorno upravljanje prostorom, prirodnim i drugim resursima, kao i odgovorno upravljanje rizicima od nesreća. Da bi se postigao ovaj cilj, tijekom tri godine provedbe projekta provedene su dvije grupe aktivnosti: (1) istraživači projekta izrađivali su sve potrebne karte klizišta, primjenom vlastitih i novih ulaznih podataka, rezultata dugogodišnjih znanstvenih istraživanja, kao i temeljem domaćih i međunarodnih iskustava, kako bi utvrdili odgovarajuće metodologije izrade karata klizišta sa svim potrebnim podacima i informacijama o klizištima; (2) istraživači projekta i potencijalni korisnici podataka i informacija o klizištima raspravljali su na 11 okruglih stolova, 72 radna sastanka i tri radionice o primjeni karata klizišta za sve razine upravljanja opasnostima i rizicima od klizišta u Republici Hrvatskoj.

Ove Smjernice izrađene su po uzoru na slične publikacije koje inženjerskogeološka i geotehnička struka u svijetu izrađuju za državne, regionalne i lokalne uprave. Međutim, istraživanja koja su zajednički provedena u okviru projekta PRI-MJER pokazala su i dokazala da je svjetska iskustva nužno prilagoditi specifičnostima hrvatskoga prirodnog i antropogenog okoliša, a također i propisanim mjerilima prostornih planova i drugih dokumenata, kao i standardnim postupcima koje provode različite uprave u Republici Hrvatskoj. Uz Smjernice za primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj izradili smo i Atlas karata projekta PRI-MJER – Kartografski podaci i informacije za odgovorno upravljanje kao dopunu Smjernicama, kako bismo omogućili trajni uvid u sve vrste karata klizišta koje smo razrađivali i koje predstavljaju tipove kartografskih rješenja za krajnje korisnike.

Na kraju Projekta, zadovoljstvo je zaključiti da je po prvi puta u Republici Hrvatskoj razvijena metodologija za učinkovitu, te vremenski i financijski racionalnu izradu karata klizišta za Republiku Hrvatsku, županije, gradove i općine, što je izazov stručnjacima inženjerskogeološke struke već više od 60 godina. Ovaj uspjeh temelji se na više od 100 godina iskustva u istraživanju klizišta, budući da je ukupno radno iskustvo svih znanstvenika i istraživača na Projektu nešto dulje od toga. Između ostaloga, razvoj novih rješenja temeljen je i na znanstvenim istraživanjima provedenim u okviru izrade doktorskih disertacija Đomlija (2018) i Bernat Gazibara (2019). Osim znanja i novih znanstvenih spoznaja, za izradu karata su korišteni i podaci iz ove dvije disertacije, što je dalo dodatnu vrijednost Projektu, jer Projektom nije bilo moguće prikupiti ovako opsežne i detaljne podatke u okviru raspoloživog vremena i financija.

Nakon projekta PRI-MJER postavljeni su strateški važni ciljevi za uspostavljanje sustava izrade karata klizišta u Republici Hrvatskoj. Projektni tim vjeruje da će ove Smjernice poslužiti za ostvarenje tog strateškog cilja, kao i za praktičnu primjenu za iznalaženje kvalitetnih pojedinačnih rješenja, a kojima će se unaprijediti ublažavanje opasnosti i rizika od klizišta na svim razinama u Republici Hrvatskoj. Važno je zajednički doprinijeti uspostavljanju sustavnosti u prikupljanju podataka i informacija za odgovorno upravljanje prostorom i rizicima od klizišta što je dugoročno višestruko korisno. Karte klizišta projekta PRI-MJER su kartografski alati koji omogućavaju razvoj mjera prilagodbe klimatskim promjenama i održivi razvoj.

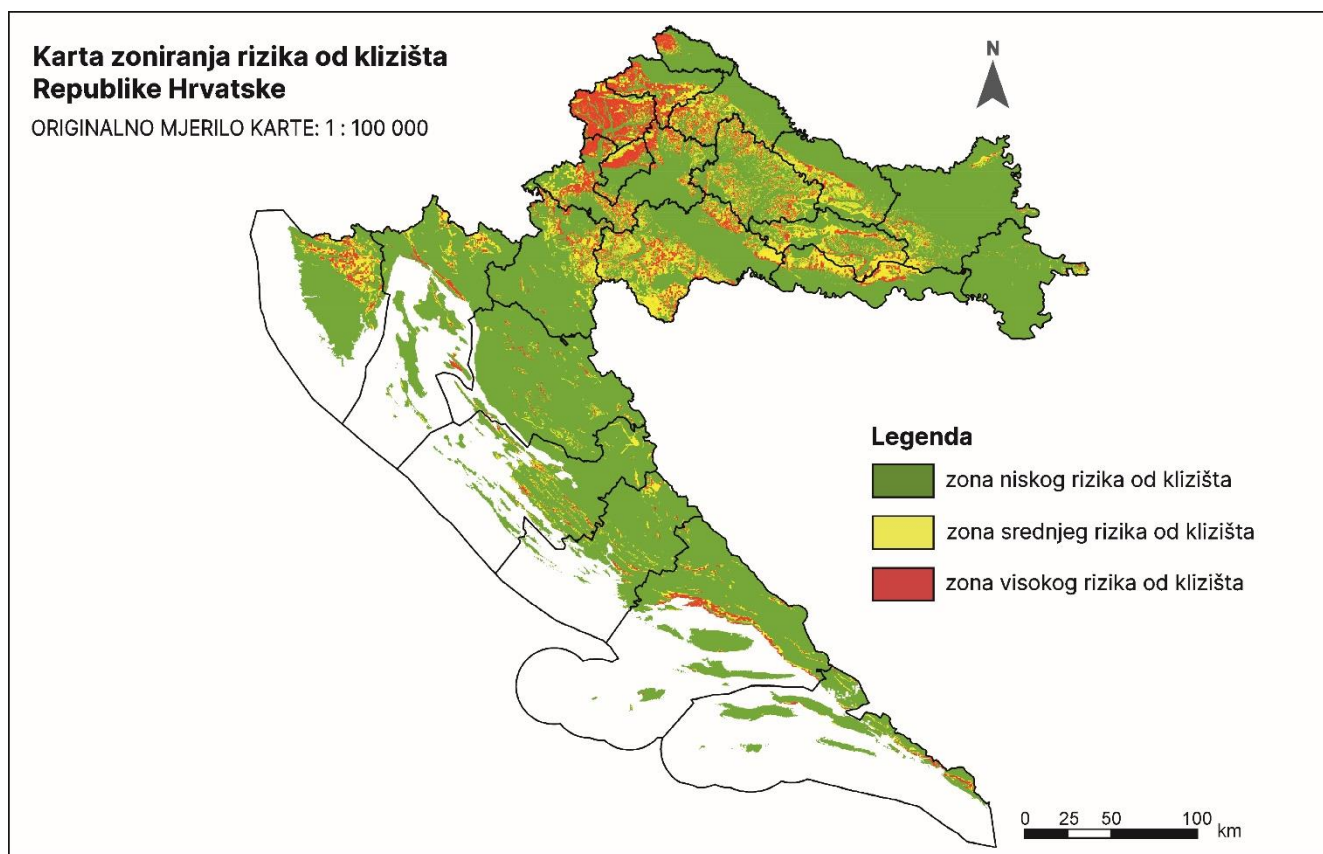


prof. dr. sc. Snježana Mihalić Arbanas
voditeljica projekta PRI-MJER

1. UVOD

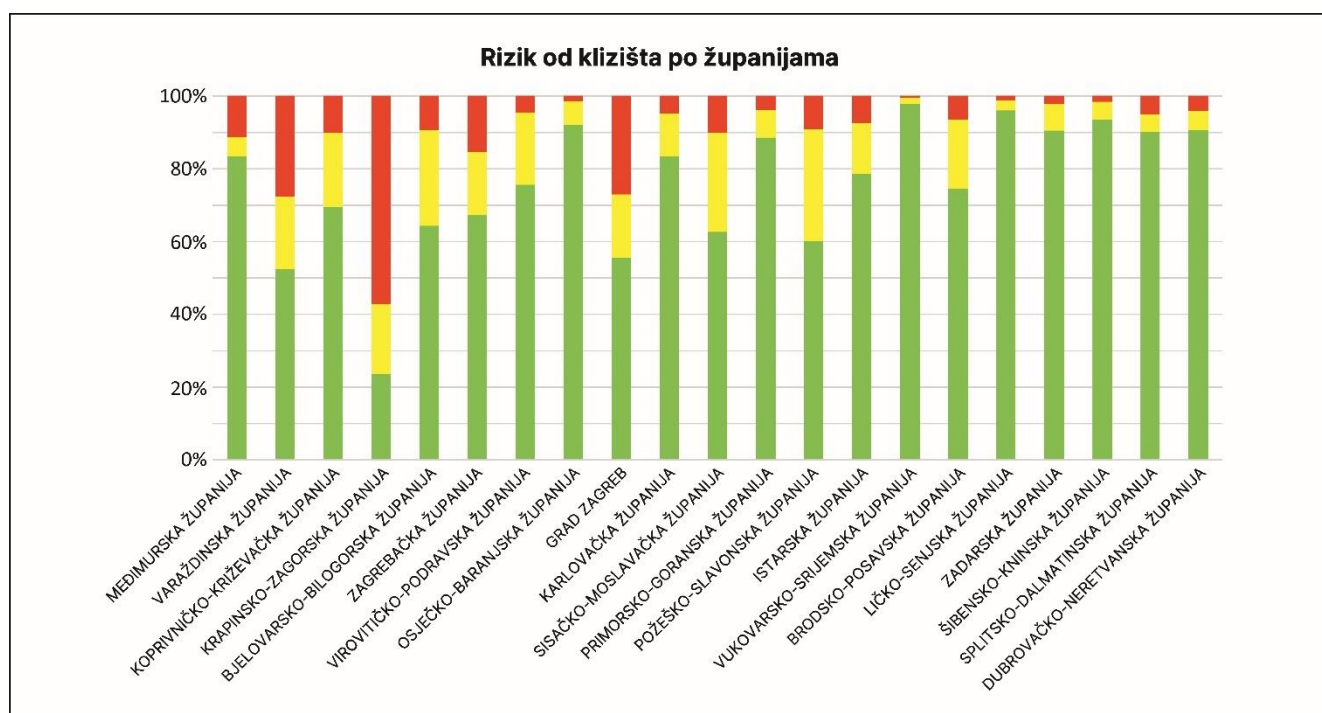
1.1 Opasnost i rizik od klizišta u Republici Hrvatskoj

Prema Procjeni rizika Republike Hrvatske iz 2019. godine, rizik od klizišta procijenjen je kao visok iz dva razloga. Prvi razlog je vremenska učestalost rizičnog događaja s brojnim procesima klizanja u kraćem razdoblju, čemu je dokaz sve češće proglašavanje elementarnih nepogoda u županijama, gradovima i općinama uslijed aktiviranja više desetaka ili stotina klizišta zbog intenzivnih oborina. Drugi razlog su posljedice koje obuhvaćaju materijalne, ekonomske, socijalne i druge štete uslijed pokretanja klizišta. Na slici 1 prikazana je karta rizika od klizišta Republike Hrvatske izrađena u okviru projekta PRI-MJER koja prikazuje zoniranje cijelog područja Republike Hrvatske s obzirom na rizik za stanovnike od pojave klizišta zbog procesa klizanja i tečenja. Razlikuju se tri razine rizika interpretirane ovisno o razini podložnosti na klizanje (visoka, srednja, niska) i o gustoći naseljenosti. Ova karta je pokazatelj da u svim županijama Republike Hrvatske postoje naseljena područja s prirodnim uvjetima za nastanak klizišta (crvene i djelomično žute zone). Udio rizika od klizišta po županijama prikazan je na slici 2.



Slika 1 Karta rizika od klizišta Republike Hrvatske originalnog mjerila 1:100 000

Očekuje se da će rizik od klizišta u Republici Hrvatskoj biti u porastu zbog sve učestalijih intenzivnih oborina koje su posljedica klimatskih promjena. Analiza podložnosti na klizanje pokazala je da na oko 30% površine Republike Hrvatske postoje prirodni preduvjeti za nastanak klizišta. Iz iste analize, proizašla je i karta zoniranja podložnosti na klizanje mjerila 1:100 000 kao ilustracija područja na kojima se moraju provoditi mjere za ublažavanje rizika, neovisno o tome jesu li riziku izloženi ljudi ili materijalna, ekonomska ili druga dobra. Na slici 2 prikazani su udjeli visokog, srednjeg i niskog rizika na klizanje po županijama, kako bi se dobila približna predodžba o veličini područja unutar županije na kojemu postoji potencijalni rizik, a također i sveukupna informacija za cijelu Republiku Hrvatsku.



Slika 2 Udio zona rizika od klizišta po županijama

Strateški pristup upravljanju rizicima od klizišta iziskuje ublažavanje opasnosti od klizišta na svim razinama uprava, jer jedino koordinirani sustav mjera ublažavanja može ublažiti probleme s klizištima u Republici Hrvatskoj. Sadašnja praksa u većini županija je da inicijativu i vodstvo u ublažavanju opasnosti od klizišta najčešće preuzimaju jedinice lokalne samouprave (JLS) utvrđivanjem ciljeva i zadataka za ublažavanja opasnosti i rizika od klizišta. Najčešće skupine mjera koje provode jedinice lokalne samouprave su: izrada i provedba projekata sanacije klizišta; pružanje informacija o opasnostima i tehnička pomoć vlasnicima nekretnina; i kontroliranje korištenja zemljišta. Primjena ovih mjera značajno je ograničena financijskim resursima JLS-a. Državne i područne (regionalne) uprave imaju samo pomoćne uloge i to prvenstveno financijske, tehničke i administrativne prirode.

1.2 Ublažavanje opasnosti i rizika od klizišta

Za uspješno ublažavanje opasnosti od klizišta prije svega je važno smanjiti pritisak razvoja i gradnje u područjima gdje postoji velika opasnost od klizišta, za što je nužan preduvjet da odgovorne državne, regionalne i lokalne uprave, ali i privatni sektor na vrijeme prepoznaju opasnost od klizišta i da poduzmu odgovarajuće mjere za smanjenje rizika od klizišta. Brojna su pozitivna iskustva diljem svijeta s provedbom programa ublažavanja opasnosti i rizika od klizišta koji doprinose kako javnim, tako i privatnim interesima, jer višestruko smanjuju troškove razvoja i gradnje. Visoki troškovi koji nastaju zbog šteta od klizišta mogu se smanjiti samo pod uvjetom da se provodi odgovoran razvoj i pametna kapitalna ulaganja s izbjegavanjem područja u kojima postoji opasnost od nastanka klizišta, što je moguće isključivo na temelju podataka i informacija o klizištima sadržanim na odgovarajućim kartama klizišta. Značajna smanjenja potencijalnih gubitaka i šteta mogu se postići kombinacijom mjera ublažavanja opasnosti od klizišta kroz prostorno planiranje i gradnju s mjerama upravljanja u hitnim situacijama. Budući da su klizišta rasprostranjena u različitim dijelovima Republike Hrvatske, a time i rizik za moguće nesreće i katastrofalne posljedice, za ublažavanje opasnosti i rizika od klizišta nužna je suradnja između svih razina uprava (državne, regionalne i lokalne) i privatnog sektora.

Klizište: pojava nastala gibanjem stijene, debrita ili tla niz kosinu uslijed gravitacije. Razlikuju se pet tipova klizišta ovisno o mehanizmu pokretanja i gibanja. Osnovni tipovi su: odronjavanja, prevrtanja, klizanja, tečenja i bočna razmicanja.

U Republici Hrvatskoj najčešći tipovi klizišta nastaju klizanjem u tlu i odronjavanjem u stijenskoj masi. U ovim Smjernicama razmatraju se klizišta nastala mehanizmima klizanja i tečenja ili kombinacijom klizanja s drugim tipovima gibanja, npr. klizanje-tečenje.

Kartiranje klizišta: postupak identifikacije značajki klizišta na površini terena sa svrhom prikaza klizišta na karti.

Procjena podložnosti na klizanje: kvantitativna ili kvalitativna procjena prostorne rasprostranjenosti postojećih ili potencijalnih klizišta.

Procjena hazarda klizanja: procjena u svrhu zoniranja terena s obzirom na to gdje se mogu dogoditi klizišta određenog tipa, volumena, veličine i intenziteta u određenom vremenskom razdoblju.

Analiza rizika: procjena rizika od hazarda za pojedince, populaciju, materijalna dobra ili okoliš (tzv. elementi pod rizikom). Analiza rizika sastoji se od sljedećih postupaka: identifikacije hazarda, procjene hazarda, identifikacije elemenata pod rizikom i procjene njihove izloženosti i ranjivosti, kao i vrednovanja i ocjene rizika.

2. SVRHA I SADRŽAJ SMJERNICA

2.1 Svrha smjernica

Smjernice za primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj osmišljene su kao alat koji upoznaje čitatelja s podacima i informacijama o klizištima nužnim za ublažavanje opasnosti i rizika od klizanja, a također i s načinima njihove primjene na regionalnoj i lokalnoj razini, koji su odgovarajući za Republiku Hrvatsku. Pomoću prikaza nekoliko odabranih praktičnih primjera karata klizišta pokazat će se koje su glavne vrste karata klizišta i njihov sadržaj, počevši od primjera s državne razine, preko regionalne do lokalne razine. U okviru prikazanih primjera navode se ulazni podaci za izradu pojedine vrste karata klizišta, kao i metodologija njihove izrade i provjere. Konačno, kroz različite primjere analiza ugroženosti od klizišta, ukazat će se na mogućnosti za daljnje prostorne analize kojima se mogu izdvojiti samo najopasnija klizišta koja ugrožavaju specifične elemente pod rizikom, kao npr. građevine, prometnice, i/ili vodotoke.

Svrha ovih smjernica je pružiti praktičan i provediv vodič za županijske i lokalne samouprave uključene u ublažavanje opasnosti od klizišta. Smjernice sadrže osnovne koncepte i okvir za izradu županijskih i lokalnih karata klizišta za smanjenje opasnosti od klizišta. Opis karata klizišta i njihove primjene dani u ovim smjernicama, namijenjeni su krajnjim korisnicima podataka i informacija o klizištima, kao podrška pri odlučivanju o tome koje podatke trebaju za svoju administrativnu samoupravu te kako ih upotrijebiti u prostornom planiranju, sustavu civilne zaštite, ali i upravljanju postojećim građevinama, infrastrukturom i resursima.

2.2 Sadržaj smjernica

Smjernice prvo opisuju podatke o klizištima koji nastaju na temelju evidencije postojećih klizišta na određenom području. Budući da se ovi podaci prikazuju na kartama inventara klizišta, u poglavlju 3 daju se najznačajniji koncepti i okvir za izradu karata evidencija postojećih klizišta. U prvom koraku se opisuje opći postupak prikupljanja podataka o klizištima i izrade karata s evidencijom ovih pojava na temelju podataka laserskog skeniranja iz zraka. Zatim se prikazuju tri primjera tzv. povijesnih inventara klizišta iz tri različita prirodna okoliša u Republici Hrvatskoj s različitim tipovima naselja, i to dva u kontinentalnom dijelu (brežuljkasto područje u gradu Zagrebu i brežuljkasto-brdovito područje u Hrvatskom zagorju) i jedan u primorskom dijelu Republike Hrvatske (Vinodolska udolina u Hrvatskom Primorju). Iz ovih primjera, vide se karakteristične prostorne distribucije klizišta, njihov broj, relativna veličina i gustoća. Osim toga, primjeri karata su

ogledni primjeri potpunih inventara klizišta što znači da su na njima prikazana sva klizišta koja su se prethodno dogodila, neovisno o tome kada su nastala. Također se prikazuje i metodologija utvrđivanja potpunosti inventara, koja je važna kao pokazatelj kvalitete karata s evidencijama klizišta. Naime, o potpunosti inventara ovisi primjenjivost ovih karata za razne namjene. Karte s nepotpunim inventarima klizišta nude ograničene mogućnosti njihove primjene u izradi karata podložnosti, hazarda i rizika od klizišta. Nepotpune inventare klizišta također s se ne preporučuje koristiti za donošenje odluka vezanih za upravljanje prostornom i resursima, jer mogu dovesti do krivih zaključaka da na nekom području nema opasnosti ili rizika od klizišta, samo zato jer klizište nije evidentirano.

Smjernice zatim opisuju informacije o klizištima koje se dobivaju iz karata podložnosti na klizanje, odnosno informacije gdje klizišta mogu nastati. Poglavlje 4 razmatra karte koje prikazuju područja procijenjena kao potencijalno opasna zbog toga što se pretpostavlja da na njima mogu nastati klizišta. Karte podložnosti na klizanje rezultat su procjene na temelju prirodnih preduvjeta za nastanak klizišta procesom klizanja i tečenja. Budući da ove karte nastaju modeliranjem i zoniranjem podložnosti na klizanje, a koja se procjenjuje za određeno područje različitim metodama, prvo su dani najvažniji koncepti i okvir za izradu karata podložnosti na klizanje. Nakon toga se prikazuju tri primjera karata podložnosti, izrađena u različitim mjerilima, prilagođeno razinama primjene, državnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Iz ovih primjera vidi se koje se informacije o klizištima mogu dobiti ovisno o mjerilu karte podložnosti na klizanje. Za regionalnu razinu dan je primjer dvije županije unutar kojih su različiti prirodni okoliši (Primorsko-goranska županija i Karlovačka županija), o čemu ovisi prostorna rasprostranjenost zona podložnosti na klizanje, njihova veličina i oblik. Za lokalnu razinu dan je jedan primjer iz brežuljkastog područja podsljemenske zone u gradu Zagrebu. Važno je uočiti razlike između detaljnosti karata podložnosti ovisno o mjerilu, a koja ovisi o metodologiji izrade i ulaznim podacima. O tome koliko je detaljna karta podložnosti na klizanje ovisi i detaljnost informacija o klizištima za krajnjeg korisnika.

Na kraju se daje sažeti prikaz mogućnosti primjene podataka i informacija o klizištima u Republici Hrvatskoj. U općem dijelu se navode najvažniji koncepti iz svjetske prakse, kao sveobuhvatan prikaz za njihovu primjenu. Nakon toga se detaljnije razrađuju primjene pojedinačnih karata klizišta za prostorno planiranje i za sustav civilne zaštite. Važno je naglasiti da smjernice u ovom dijelu upućuju krajnje korisnike na tri koncepta važna za primjenu u Republici Hrvatskoj: (1) kako razlikovati podatke evidencija o klizištima od informacija dobivenih procjenama; (2) kako primijeniti karte podložnosti na klizanje mjerila 1:25 000, a kako mjerila 1:5000; i (3) koji podatci i informacije o klizištima su korisni za prostorno planiranje, koji za upravljanje prostorom, a koji za potrebe sustava civilne zaštite.

3. KARTE INVENTARA KLIZIŠTA

3.1 Općenito o utvrđivanju klizišta i izradi karata inventara klizišta

Izradi kartografskog prikaza klizišta prethodi utvrđivanje ili identificiranje značajki klizišta na površini terena. Prepoznavanje promjena u topografiji površine koje su nastale zbog klizišta (koje se nazivaju i „potpis klizišta“ ili otisak klizišta“) je zadatak stručnjaka koji provodi kartiranje klizišta. Cilj postupka kartiranja klizišta je iscrtavanje granica klizišta na karti. Odabir vrste i mjerila karte inventara klizišta ovisi o više čimbenika, prvenstveno o zahtjevima krajnjeg korisnika i krajnjoj namjeni kartiranja klizišta.

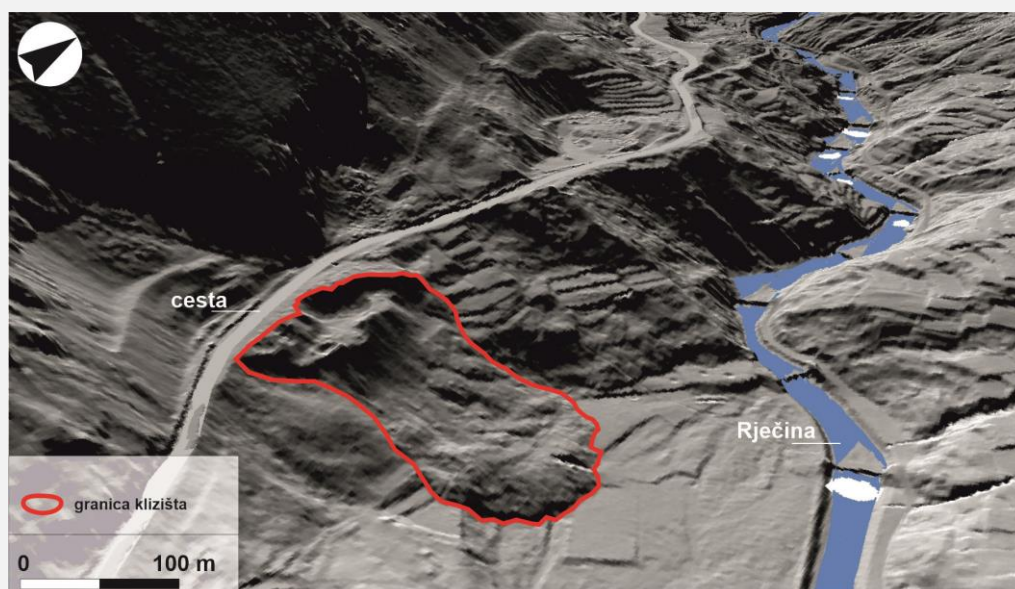
Postoje dvije glavne vrste karata inventara klizišta, arhivske i geomorfološke karte. Metode njihove izrade mogu uključivati daljinska istraživanja, terenska istraživanja i korištenje arhivskih podataka iz različitih izvora (npr. iz geotehničkih elaborata, članaka, iz medija i sl.).

Općenito, **arhivski inventari klizišta** sitnog su mjerila (sitnijeg od 1:200 000), sastavljeni su na temelju podataka iz literature ili drugih arhivskih izvora (upita javnim organizacijama i privatnim konzultantima, kronika, časopisa, tehničkih i znanstvenih izvješća, intervjui stručnjaka za klizišta itd.), ali ne uključuju postupke utvrđivanja i kartiranja klizišta.

Suprotno tome, **geomorfološki inventari klizišta** sadrže podatke o klizištima dobivene interpretacijom fotografija iz zraka, satelitskih snimaka vrlo visoke rezolucije ili digitalnih modela terena (DMT), nakon čega slijedi ograničen pregled terena (tj. terenske provjere). Rezultat su karte inventara klizišta srednjeg (1: 25 000 - 1:200 000) ili krupnog (krupnijeg od 1:25 000) mjerila. Vrste geomorfoloških inventara klizišta razlikuju se ovisno o vremenskom rasponu ulaznih podataka (fotografija, snimaka, DMT-a) koji se koriste za utvrđivanje klizišta.

Neovisno o primijenjenoj tehnici, utvrđivanje i kartiranje klizišta je složen i dugotrajan postupak, podložan pogreškama, bilo zbog toga što dijelovi klizišta nisu jasno izraženi ili zbog toga što se klizište nalazi na nepristupačnom terenu. Tijekom posljednjeg desetljeća dostupno je revolucionarno rješenje za utvrđivanje i kartiranje morfologije klizišta u područjima djelomično ili potpuno prekrivenim vegetacijom. Lasersko skeniranje iz zraka omogućava izradu digitalnog modela terena (DMT) bez vegetacije, a time i vidljivost ožiljaka klizišta ispod vegetacije.

LiDAR (eng. *Light Detection and Ranging*) je tehnologija snimanja terena ili objekata na temelju emitiranja i prikupljanja reflektiranih svjetlosnih (laserskih) zraka, a za izradu inventara klizišta koristi se **lasersko skeniranje iz zraka** (engl. *Airborne Laser Scanning, ALS*). Podaci o visini terena snimljeni LiDAR-om posebno su učinkoviti na terenu obraslom šumom, na kojemu je teško utvrditi stara i vrlo stara, duboka klizišta korištenjem tradicionalnih tehnika kao što su interpretacije fotografija iz zraka ili satelitskih snimaka.. Najvažnija morfološka značajka površine terena koju je moguće prepoznati na snimcima izrađenim iz LiDAR-skih podataka su male pukotina i detaljne geomorfološke značajke karakteristične za klizišta, što pruža dodatne podatke o klizištima u usporedbi s drugim vrstama snimaka ili fotografija. Na slici je prikazano klizište uz cestu jasno vidljivo na DMT-u bez vegetacije koje se nalazi na terenu obraslom gustom vegetacijom.



Slika 3 Klizište uz Petrolejsku cestu u Gradu Rijeci snimljeno 2012. godine

Na temelju snimanja LiDAR senzorima iz zraka dobivaju se digitalni modeli terena (DMT) visoke razlučivosti na kojima se dalje provodi vizualna analiza i interpretacija topografske površine. Ova metodologija omogućava identifikaciju i kartiranje klizišta na velikim područjima veličine od nekoliko hektara do više tisuća kilometara kvadratnih. Potrebna rezolucija LiDAR DMT-a bez vegetacije za identifikaciju klizišta prvenstveno je ovisna o veličini klizišta na određenom području. Uobičajeno je koristiti DMT rezolucije 5 m ili veće, a znanstvena istraživanja u okviru projekta LandSlidePlan (<https://landslideplan.eu/>) financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ) pokazala su da je optimalna rezolucija za kartiranje tipičnih malih i plitkih klizišta u Republici Hrvatskoj 1 metar.

3.2 Povijesni inventari izrađeni iz LiDAR snimaka

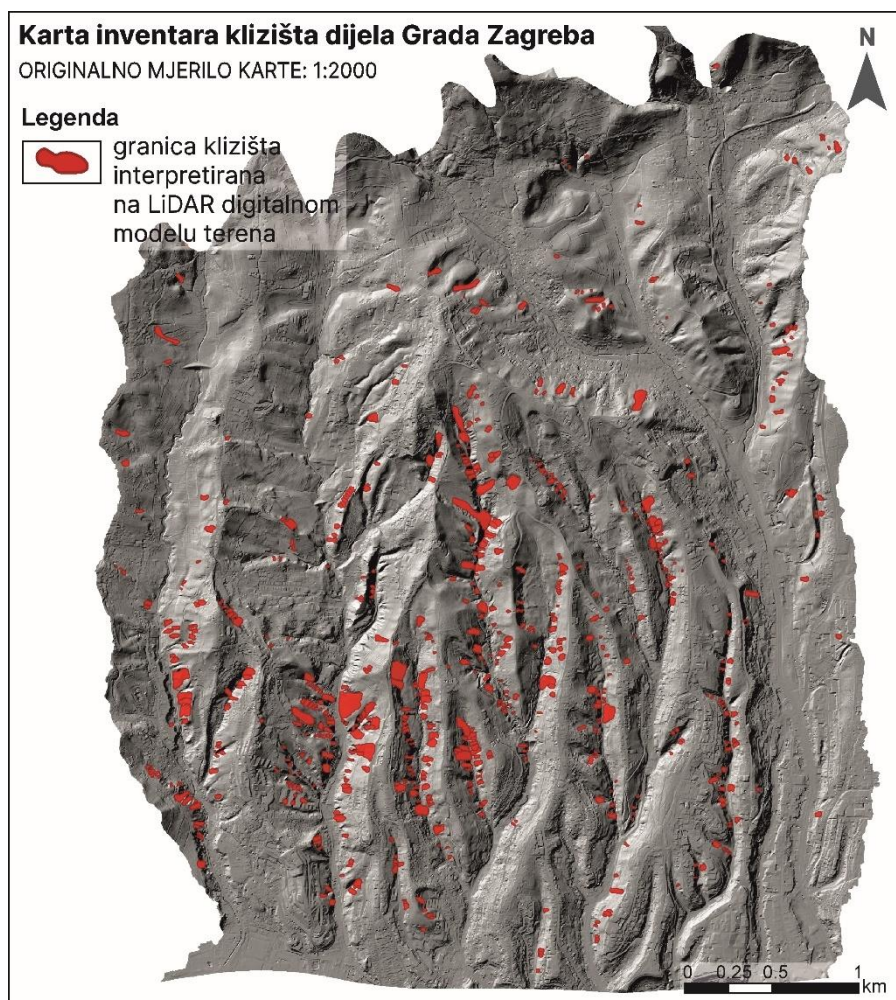
Geomorfološki povijesni inventar klizišta prikazuje tragove pojava klizišta nastale kao posljedica procesa koji su se događali tijekom više desetaka ili stotina godina. Ovdje se daje pregled iskustva stečenog utvrđivanjem i kartiranjem klizišta iz LiDAR snimaka visoke razlučivosti, snimljenih iz zraka u različitim geomorfološkim okolišima u Republici Hrvatskoj. Prepoznavanje klizišta provedeno je vizualnom analizom niza LiDAR DMT izvedenih karata od strane odgovarajuće educiranih znanstvenika u području istraživanja klizišta s višegodišnjim iskustvom u kartiranju klizišta, koristeći sustavnu metodologiju i jasno definirane kriterije interpretacije.

3.2.1 Primjer 1: povijesni inventar klizišta dijela podsljemenske zone

Područje istraživanja, smješteno u brežuljkastom dijelu grada Zagreba na jugoistočnoj padini Medvednice (poznato i kao podsljemenska zona), pripada kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske u Panonskom bazenu. Istraživano područje (veličine 21 km²) urbanizirano je i gusto naseljeno, s prevladavajućim umjetno uređenim površinama (oko 6%) i podjednako zastupljenim poljoprivrednim površinama i šumama (ukupno oko 44%). Izgrađeno je od kvartarnih tala (heterogene mješavine neuslojenih, uglavnom nepropusnih glinovito-prahovitih tala) i uslojenih gornjomiocenskih tala i mekih stijena (pijesaka, prahova i lapora). Glavni preduvjet klizanja je nagib terena u kombinaciji s geomehaničkim svojstvima materijala koji izgrađuju padine, a glavni pokretač procesa klizanja su intenzivne oborine.

Ukupan broj klizišta na karti inventara klizišta je 702. Prevladavaju plitka klizišta nastala procesima klizanja, a samo deset pojava je nastalo tečenjem tla. S obzirom na pouzdanost utvrđivanja klizišta, gotovo 65% pojava je ocijenjeno kao „visoko pouzdano“ zbog vidljivih značajki klizišta na kartama izvedenim iz LiDAR DMT-a. S obzirom na preciznost kartiranja klizišta, gotovo 60% svih pojava ocijenjeno je kao „visoko precizno iscertano“ što je omogućeno postojanjem svježih i jasno vidljivih granica klizišta na izvedenim kartama.

Na temelju inventara klizišta izračunata je ukupna površina klizišta koja iznosi 0,5 km² (oko 2,43% istraživane površine). Prosječna gustoća klizišta je 33,4 klizišta po kilometru kvadratnom.

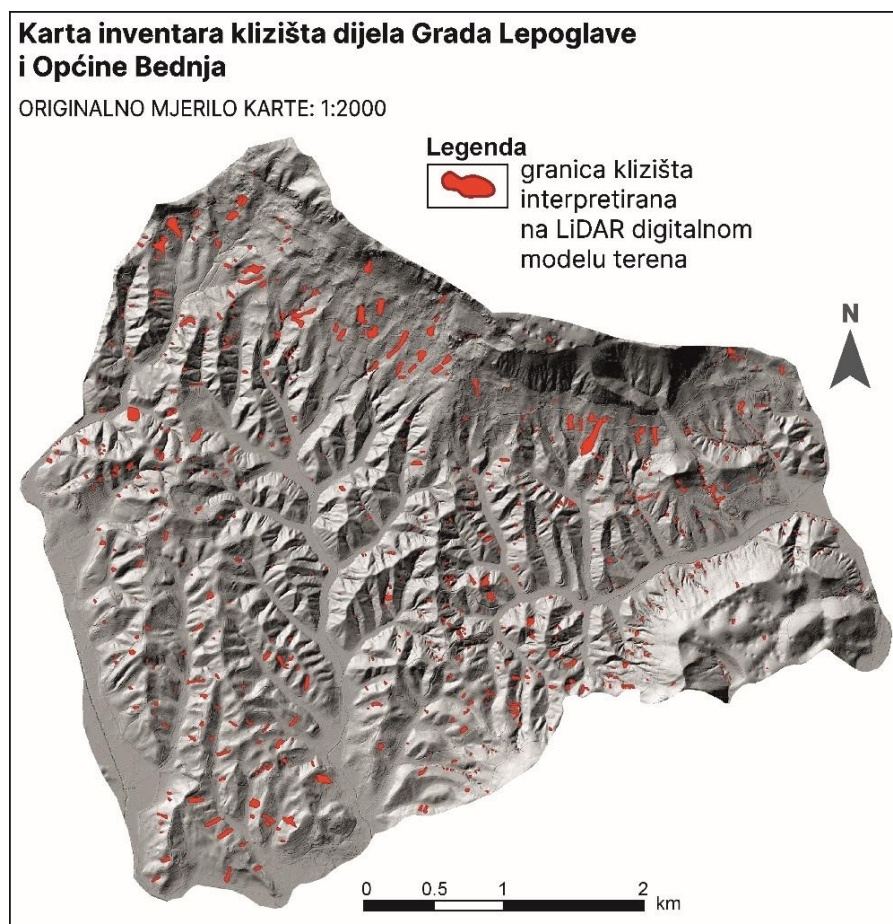


Slika 4 Karta inventara klizišta dijela Grada Zagreba originalnog mjerila 1:5000

3.2.2 Primjer 2: povijesni inventar klizišta dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja

Područje istraživanja nalazi se u brežuljkastom području Hrvatskog zagorja u Panon-skom bazenu, veličine je 20,22 km², a razlikuje se od podsljemenske zone po geomor-fološkim uvjetima i načinu korištenja zemljišta. Ovo područje prekriveno je šumama (52%), poljoprivrednim površinama i pašnjacima (40%) i sporadično umjetno uređenim površinama (8%). Padine su uglavnom izgrađene od miocenskih tala, mekih i tvrdih sti-jena (pješčenjaci, lapori, pijesci, tufovi i biogeni, pjeskoviti i laporasti vapnenci, vapne-nački lapori i pješčenjaci) i tvrdih stijena iz trijasa (pješčenjaci, škriljavci, dolomiti, vap-nenci i dolomitizirane breče). Nagib slojevitosti u miocenskim i trijaskim stijenama varira ovisno o strukturno-geološkim karakteristikama. Kvartarna tla pokrivaju samo zarav-njena područja u dolinama oko površinskih tokova. Klizišta su raspoređena neravnom-jerno, ovisno o nagibu padina i vrsti stijena.

Ukupan broj klizišta na karti inventara klizišta je 912. Prevladavaju plitka klizišta nastala procesima klizanja i tečenja tla. S obzirom na pouzdanost utvrđivanja klizišta, gotovo 58% pojava je ocijenjeno kao „visoko pouzdano“ zbog vidljivih značajki klizišta na kartama izvedenim iz LiDAR DMT-a. Na temelju inventara klizišta izračunata je ukupna površina klizišta koja iznosi 0,408 km² (oko 2,02% istraživane površine). Prosječna gustoća klizišta je 45,1 klizište po kilometru kvadratnom.



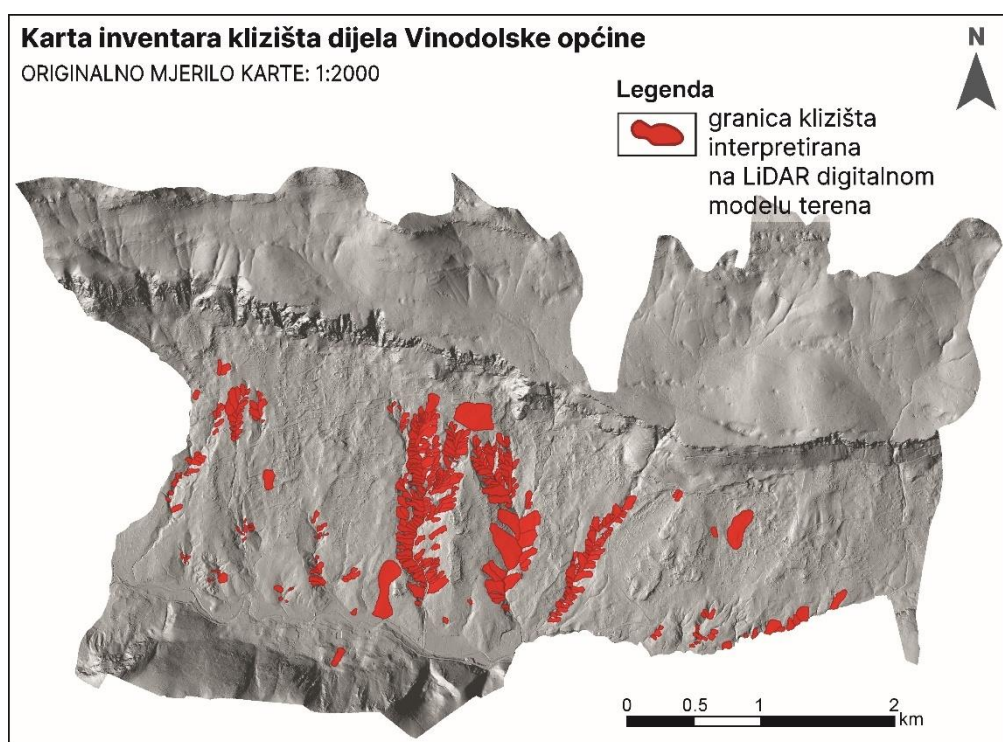
Slika 5 Karta inventara klizišta dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja originalnog mjerila 1:5000

3.2.3 Primjer 3: povijesni inventar klizišta dijela Vinodolske općine

Područje istraživanja nalazi se u Vinodolskoj udolini u Dinaridima u zaleđu gradova Crikvenice i Novog Vinodolskog, veličine je 64,57 km². Područje je pretežno ruralno, s oko 30 naselja povezanih mrežom županijskih, lokalnih i nerazvrstanih cesta. Bokovi doline izgrađeni su od gornjokrednih i paleogenskih tvrdih stijena (karbonata). Donji dijelovi bokova i dno doline izgrađeni od paleogenskih flišoidnih stijena, a najčešće su prekriveni površinskim naslagama nastalim različitim procesima na padinama. Ravničarsko područje oko rijeke Dubračine i njezinih pritoka izgrađeno je od fluvijalnih naslaga.

Ukupan broj klizišta na karti inventara klizišta je 631. Prevladavaju plitka klizišta nastala klizanjem debrita (oko 98%), a utvrđeno je i nekoliko pojava nastalih procesima rotacijskih klizanja u stijenama i tlima, klizanja i lavina debrita, kao i klizanje debrita - tečenje debrita. Oko 80% nastalo je unutar neke od 236 utvrđenih jaruga (ukupne površine 1,89 km²).

S obzirom na izraženost granica klizišta, a time i mogućnost iscrtavanja njihovih granica na izvedenim kartama iz LiDAR DMT-a, za gotovo 24% svih pojava ocijenjeno je kao „jasno izraženo“, a gotovo 76% kao „slabo izraženo“. Na temelju inventara klizišta izračunata je ukupna površina klizišta koja iznosi 1,51 km² (oko 2,3% istraživane površine). Prosječna gustoća klizišta je oko 22 klizišta po kilometru kvadratnom.

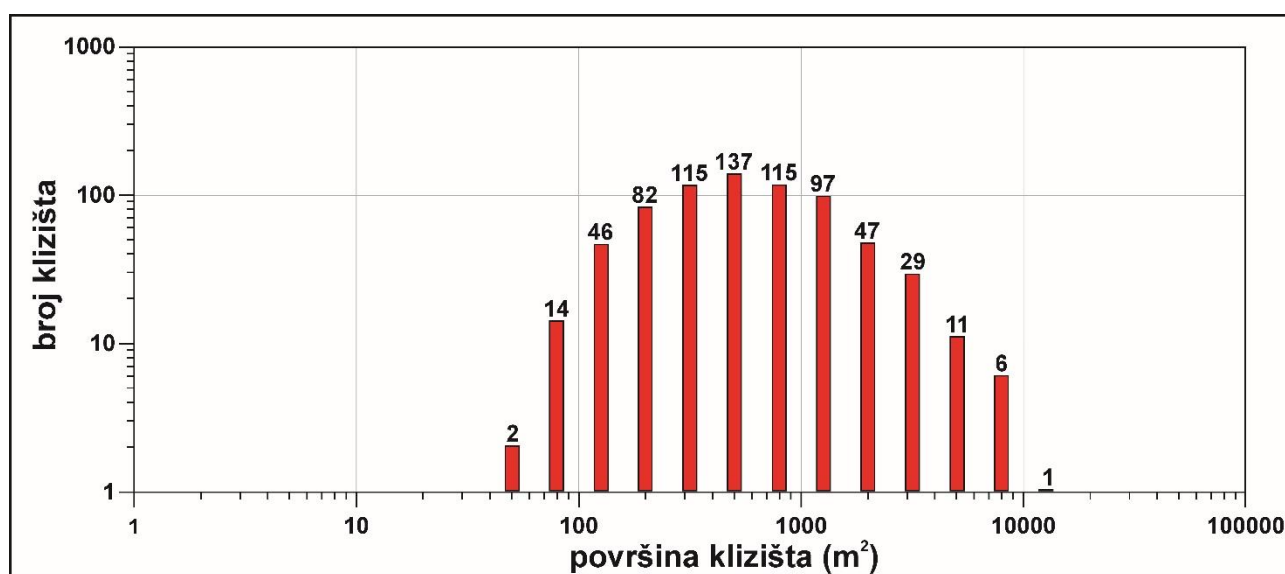


Slika 6 Karta inventara klizišta dijela Vinodolske općine originalnog mjerila 1:5000

3.3 Potpunost inventara klizišta

Kvaliteta, pouzdanost i potpunost inventara klizišta od ključne su važnosti za primjenu podataka, bilo da se podaci o klizištima koriste izravno s karata inventara klizišta ili se podaci o klizištima koriste za procjenu podložnosti na klizanje (opisano u poglavlju 3). Metodologija za procjenu potpunosti inventara klizišta razvijena je u Italiji 2004. godine. U ovom poglavlju prikazuju se značajke i kvaliteta tri prethodno opisana inventara klizišta ispitani korištenjem njihove međunarodno priznate metodologije.

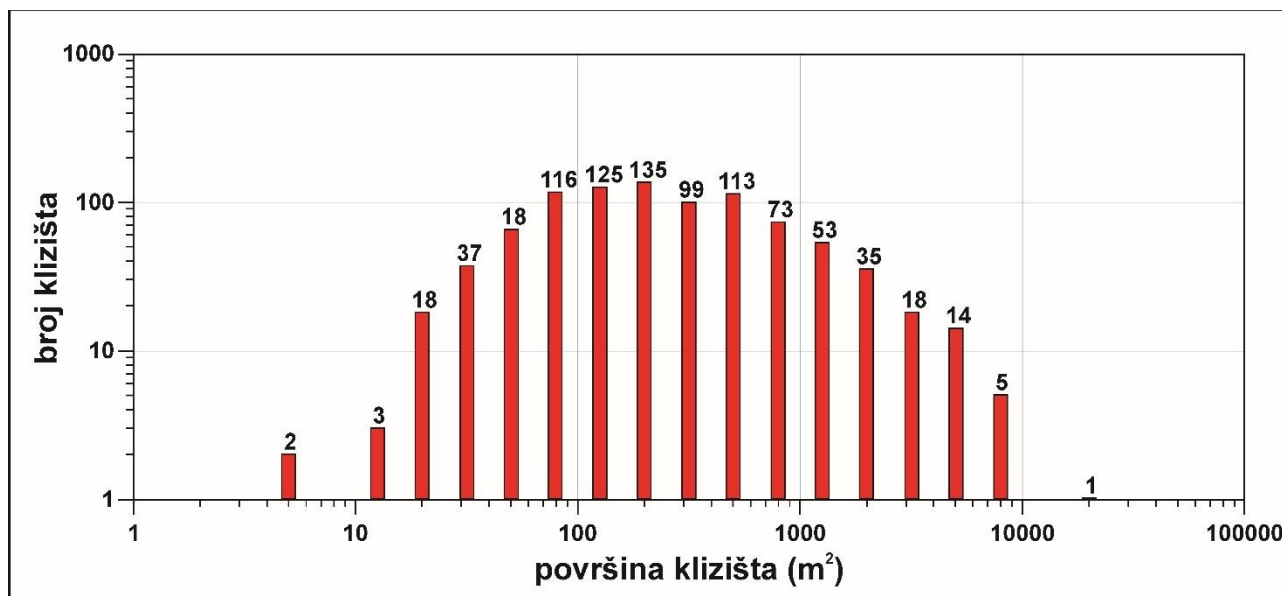
U inventaru klizišta koji je izrađen za dio podsljemenske zone u gradu Zagrebu, srednja gustoća klizišta je 33,3 klizišta po kilometru kvadratnom. Najmanje identificirano klizište ima planimetrijsku površinu (AL) veličine 43 m², a najveće 8064 m². Srednja površina klizišta u inventaru je oko 700 m² (srednja vrijednost = 704 m², medijan = 411 m², st. dev. = 921 m²). Najučestalija su klizišta približne površine 400 m², a 90% klizišta ima površinu u rasponu 100 - 2000 m². Iz distribucije učestalosti veličine svih klizišta u inventaru proizlazi da su 48% kartiranih klizišta mala klizišta (AL < 400 m²), a 52% su srednja i velika klizišta.



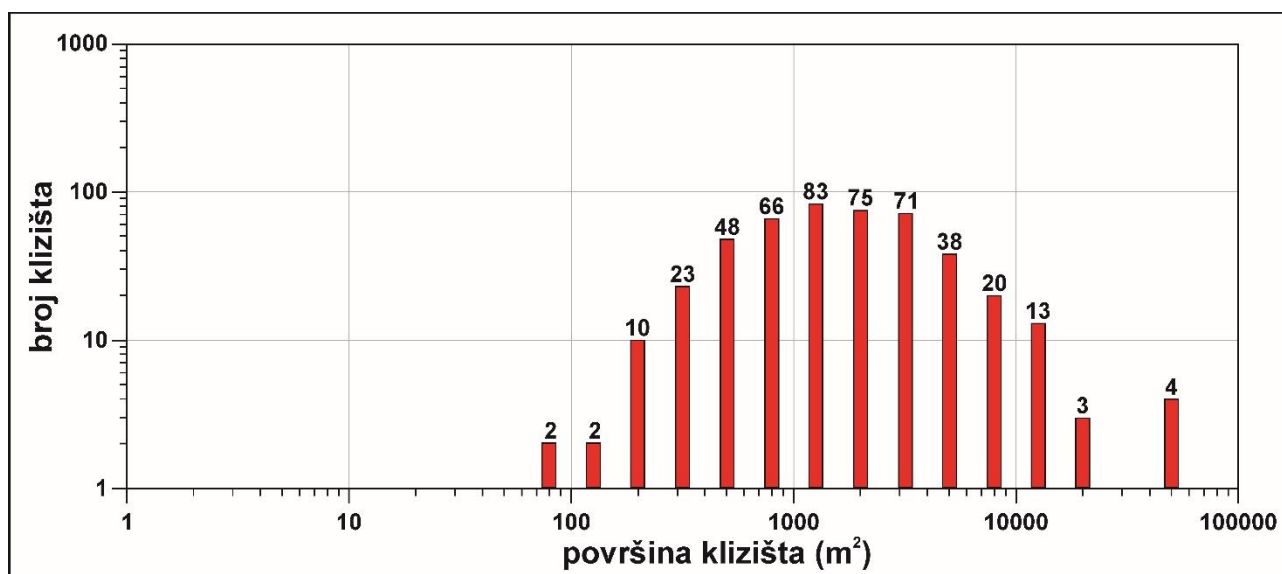
Slika 7 Učestalost površina klizišta na karti inventara klizišta dijela Grada Zagreba originalnog mjerila 1:2000

U inventaru klizišta koji je izrađen za dio Grada Lepoglave i Općine Bednja, srednja gustoća klizišta je 45,1 klizišta po kilometru kvadratnom. Najmanje identificirano klizište ima planimetrijsku površinu (AL) veličine 3,3 m², a najveće 13 779 m². Srednja površina klizišta u inventaru je oko 448 m² (medijan = 173 m², st. dev. = 880 m²). Najučestalija su klizišta približne površine 200 m², a oko 85% klizišta ima površinu u rasponu 40 - 2000 m². Iz distribucije učestalosti veličine svih klizišta u inventaru proizlazi da su 48% kartiranih klizišta mala klizišta (AL < 200 m²), a 52% su srednja i velika klizišta.

U inventaru klizišta koji je izrađen za dio Vinodolske općine u Vinodolskoj udolini, srednja gustoća klizišta je 22,02 klizišta po kilometru kvadratnom. Najmanje identificirano klizište ima planimetrijsku površinu (AL) veličine 64,8 m², a najveće oko 49 462 m². Srednja površina klizišta u inventaru je oko 2337 m² (medijan = 1218 m², st. dev. = 4498 m²). Najučestalija su klizišta približne površine 1200 m², a oko 80% klizišta ima površinu u rasponu 500 - 20 000 m². Iz distribucije učestalosti veličine svih klizišta u inventaru proizlazi da su 58% kartiranih klizišta mala klizišta (AL < 1500 m²), a 42% su srednja i velika klizišta.



Slika 8 Učestalost površina klizišta na karti inventara klizišta dijela Grada Lepoglave i Općine Bednja originalnog mjerila 1:5000



Slika 9 Učestalost površina klizišta na karti inventara klizišta dijela Vinodolske općine originalnog mjerila 1:5000

Normalna raspodjela, koja je dobivena za sva tri inventara klizišta pokazatelj je da su inventari potpuni, jer su zastupljene gotovo sve veličine klizišta u dovoljnom broju. Također, ova raspodjela ukazuje da su pojave klizišta rezultat ili prirodnih uzroka (npr. oborine) ili ljudskih aktivnosti s regionalnim utjecajem (npr. rasprostranjeno krčenje šuma ili urbanizacija).

4. KARTE PODLOŽNOSTI NA KLIZANJE

4.1 Općenito o modeliranju i zoniranju podložnosti na klizanje

Nužan prvi korak za smanjenje gubitaka uslijed klizišta je utvrđivanje područja vrlo podložnih na klizanje i njihov prikaz na kartama. Uz izraz „podložnost“, također je važno znati značenje izraza „opasnost“ i „zoniranje“. Ovdje se koriste definicije opasnosti i rizika od klizišta koje su predložili međunarodni odbori i Ujedinjeni narodi od 1984. do danas. Glavni cilj procjene opasnosti od klizišta je predviđanje gdje, kada, koliko i koliko velika klizišta se očekuju na nekom području tijekom određenog razdoblja. Zoniranje opasnosti od klizišta obično se prikazuje na kartama. Procjena i modeliranje podložnosti na klizanje ograničeni su na prostorno predviđanje klizišta. Karte podložnosti na klizanje prikazuju prostornu vjerojatnost događaja klizišta na nekom području ovisno o lokalnim uvjetima, neovisno o vremenu događaja. Najčešći ulazni podaci o uvjetima na području na kojemu se provodi procjena podložnosti su iz skupina geomorfoloških, geoloških, hidroloških i antropogenih uzročnika klizišta.

Zoniranje podložnosti na klizanje uključuje interpretaciju niza uzročnika klizanja s ciljem predviđanja prostorne distribucije klizišta, kao i ocjenjivanja jedinica terena prema njihovoj podložnosti za nastanak klizišta. Naime, podložnost na klizanje definira se kao tendencija određenog područja da se na njemu dogodi klizanje u budućnosti. Vrijednosti podložnosti obično su relativne, a poznato je da kvaliteta modela podložnosti na klizanje uvelike ovisi o kvaliteti ulaznih podataka, kao što su karte inventara klizišta i tematske karte uzročnika (preduvjeta) klizanja. Raspoloživost ulaznih podataka značajno utječe na odabir metode procjene podložnosti na klizanje. Svi pristupi i metode procjene podložnosti na klizanje mogu se svrstati u neku od pet glavnih skupina: (i) **geomorfološko kartiranje**; (ii) **analiza inventara klizišta**; (iii) **heuristički ili indeksni pristupi**; (iv) **metode numeričkog modeliranja temeljene na procesu ili fizikalnom modelu**; i (v) **metode modeliranja temeljene na statistici**. Kvalitativni pristupi su subjektivni, a heuristički pristupi procjenjuju podložnost i definiraju razine podložnosti pomoću opisnih (kvalitativnih) pojmova. Kvantitativne metode daju kao rezultat procjenu podložnosti iskazanu kao prostornu vjerojatnost. Ako se koristi potpuni inventar klizišta, prostorna vjerojatnost i opisi zona mogu dati i procjenu očekivanog broja klizišta po zonama podložnosti.

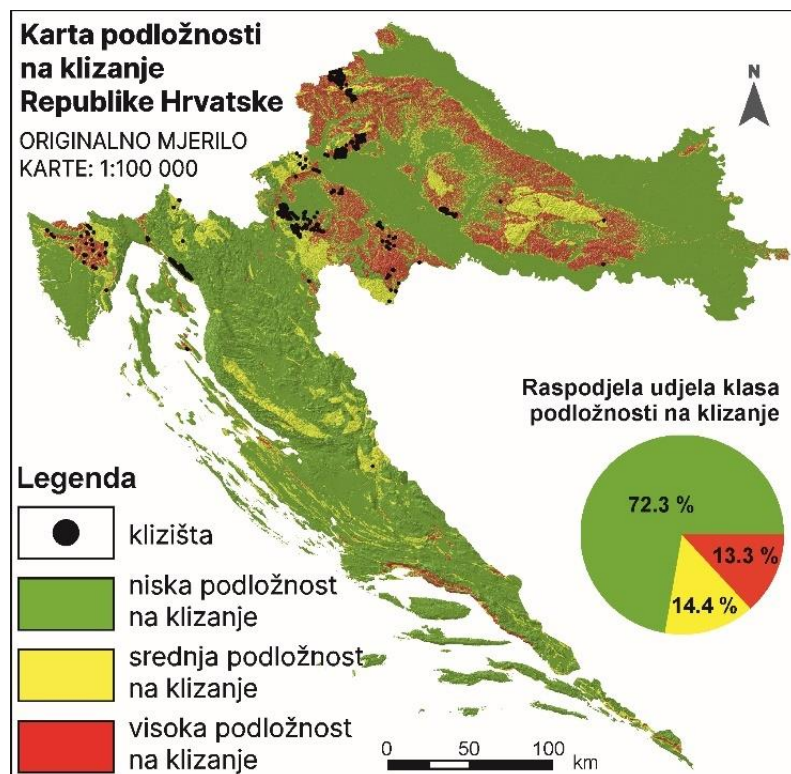
Informacija o podložnosti na klizanje prikazuju se na kartama, pri čemu se mogu razlikovati s obzirom na detaljnost. Karte podložnosti su koristan i praktičan alat, koji se obično koristi u kombinaciji s kartama korištenja zemljišta za potrebe prostornog ili urbanističkog planiranja. Za izradu dovoljno detaljnih karata podložnosti na klizanje potrebna je jasno definirana metodologija koja uključuje hijerarhijski pristup procjene i zoniranja podložnosti, koja će osigurati prihvatljiv omjer troškova i koristi. Da bi zoniranje podložnosti bilo primjenjivo za praktične svrhe, koriste se različita mjerila karata u skladu sa zahtjevima korisnika za kojeg se provodi procjena ili zoniranje. Budući da su najveća skupina korisnika prostorni planeri i inženjeri, zoniranje podložnosti i opasnosti od klizišta provodi se u sljedećim mjerilima: karte sitnog mjerila (sitnije od 1:100 000); karte srednjeg mjerila (1:10 000 do 1:100 000); karte krupnog mjerila (krupnije od 1:10 000). Trenutna praksa u Europi pokazuje da se mjerilo karata zoniranja podložnosti na klizanje razlikuje od države do države, ovisno o kvaliteti ulaznih podataka i metodama procjene, kao i konačnim informacijama (kvalitativnim ili kvantitativnim). Obično se primjenjuje višefazni pristup izradi karata podložnosti na klizanje koji uključuje izradu od karata u sitnom mjerilu za državnu razinu do karata u krupnom mjerilu za lokalnu razinu.

4.2 Procjena podložnosti na klizanje na državnoj i područnoj (regionalnoj) razini

Državne karte zoniranja podložnosti na klizanje u sitnom mjerilu izrađuju se kako bi dale opći pregled kritičnih područja za cijelu državu, a mogu se koristiti kao opća informacija za kreatore državne politike i za javnost. Sljedeća faza je izrada karata podložnosti na regionalnoj razini kako bi se utvrdile zone problematičnih područja za koja je potrebno provesti detaljnije procjene i zoniranja. Treća faza je izrada karata podložnosti na lokalnoj razini koja uključuje detaljnije zoniranje podložnosti na klizanje u krupnom mjerilu za područja jedinica lokalne samouprave (grad ili općina) ili druga odabrana kritična područja. U nastavku se prikazuju dva zoniranja podložnosti na klizanje u Republici Hrvatskoj koja su rezultat procjene podložnosti na državnoj i na regionalnoj razini. Modeliranje podložnosti provedeno je heurističkim pristupom, koji je primijenjen za područje cijele Republike Hrvatske i za područja Karlovačke županije i Primorsko-goranske županije. Zoniranje podložnosti na klizanje proveli suiskusni znanstvenici specijalizirani za istraživanje klizišta koje uključuju prostorne analize, a također je važno da su bili dobro upoznati sa specifičnostima istraživanih područja i značajkama klizišta, što je omogućilo relevantne procjene relativnog utjecaja faktora klizanja na osnovi ekspertnog znanja.

4.2.1 Primjer 1: Karta zoniranja podloţnosti na klizanje Republike Hrvatske

Područje Republike Hrvatske (površine 56 594 km²) pripada Panonskom bazenu (49%) i Dinaridima i Jadranskoj ploči (Istarski poluotok) (51%). Srednja godišnja količina oborine u Hrvatskoj iznosi 300 - 1000 mm godišnje u panonskom dijelu, a u jadranskom području mjestimično premašuje 3000 mm godišnje. Istovremeno masovno pojavljivanje klizišta u nekoj regiji (engl. *Multiple-Occurrence Regional Landslide Events*, MORLE) u Hrvatskoj bilo je posljedica intenzivnih oborina tijekom vrlo kišnih sezona tijekom 2006., 2010., 2013., 2014. i 2018. godine Procjena rizika RH iz 2019. godine pokazala je da se MORLE s najvećim posljedicama dogodio 2013. godine, kada je u zimskom razdoblju 2012./2013. godine u SZ Hrvatskoj zabilježeno više od 900 (re)aktiviranih klizišta. Najviše ih je bilo u Krapinsko-zagorskoj županiji (ukupno 521 klizište). Ista procjena pokazala je da je najvjerojatniji MORLE iz 2018. kada se dogodilo katastrofalno klizište u Hrvatskoj Kostajnici.



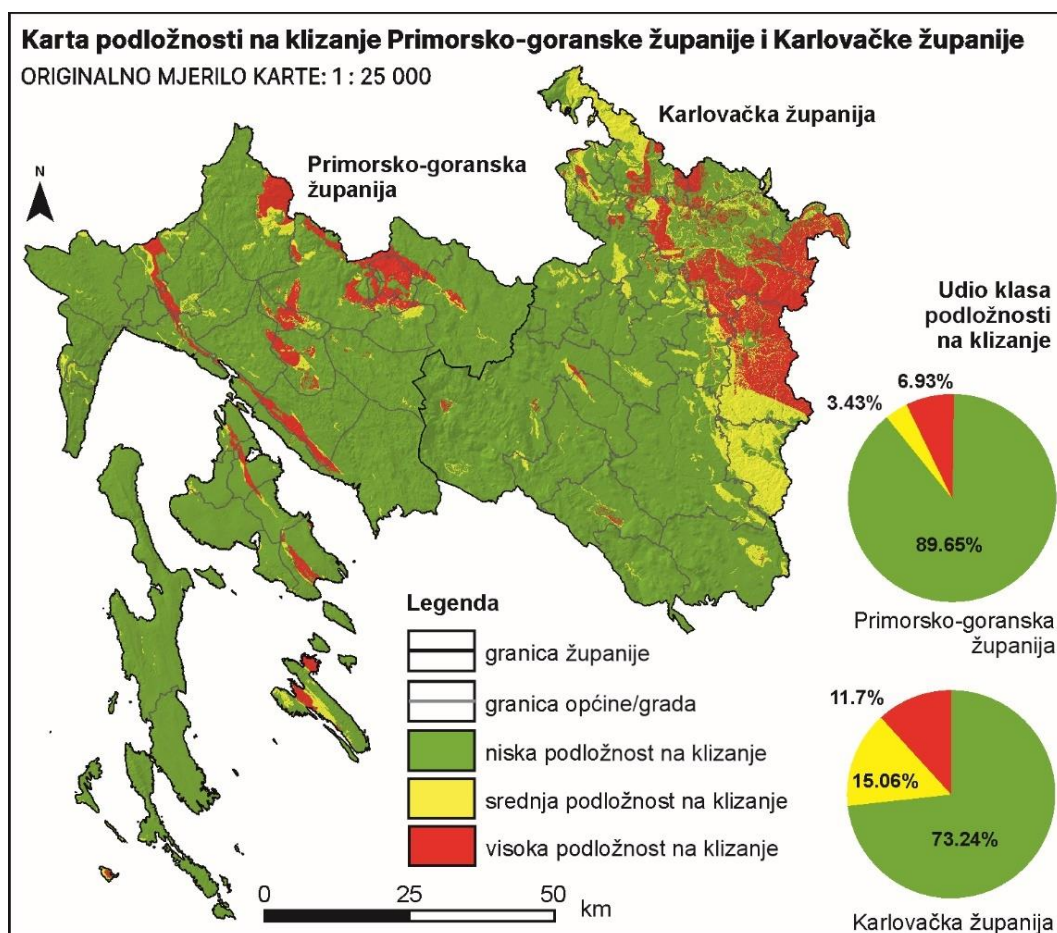
Karta zoniranja podloţnosti na klizanje Republike Hrvatske izrađena je heurističkom metodom zbog nedostatka inventara klizišta koji bi bio reprezentativan za područje cijele države. Analizirano je 15 različitih kombinacija tematskih karata uzroka klizanja, kako bi se odabrao najbolji model predviđanja. Validacija svih 15 modela napravljena je korištenjem inventara klizišta RGN fakulteta, primjenom AUC (engl. *Area Under The Curve*) ROC (engl. *Receiver Operating Characteristics*) krivulje, kako bi se odabrao najbolji model predviđanja. Na karti su prikazane zone podloţnosti na klizanje dobivene

Slika 10 Karta rizika od klizanja Republike Hrvatske originalnog mjerila 1:100 000

klasifikacijom vrijednosti podloţnosti. U zonama visoke i srednje podloţnosti nalazi se >90% klizišta iz inventara, što se smatra zadovoljavajućim za državnu razinu procjene. Na temelju ove procjene proizlazi da na oko 30% površine Hrvatske postoje prirodni preduvjeti za nastanak klizišta, od čega najveći dio obuhvaća breţuljkasta i brdovita područja u Panonskoj nizini, breţuljkasto područje na istarskom poluotoku, kao i izolirane uske udoline u Dinaridima, kao što su udolina Rječine i Vinodolska udolina u Hrvatskom primorju, te usku zonu u priobalju u Dalmaciji.

4.2.2 Primjer 2: karte zoniranja podloţnosti na klizanje Primorsko-goranske i Karlovačke ţupanije

Za izradu karte podloţnosti na klizanje Primorsko-goranske ţupanije i Karlovačke ţupanije u srednjem mjerilu (1:25 000) korišten je heuristički pristup zbog nedostatka reprezentativnog regionalnog inventara klizišta. Korištene su iste tematske karte uzročnika klizanja kao i za drţavnu razinu, a glavna razlika u metodologiji procjene bila je upotreba detaljnije geološke karte, Osnovne geološke karte mjerila 1:100 000. Zbog toga je rezultat ovih procjena detaljnije zoniranje podloţnosti na klizanje. Na temelju AUC-ROC validacije, odabrane su najbolje karte podloţnosti na klizanje za obje ţupanije. Procijenjene vrijednosti podloţnosti na klizanje svrstane su u tri zone podloţnosti, pri čemu se >89% klizišta iz inventara klizišta nalazi u zonama srednje i visoke podloţnosti zbog čega se rezultati procjene smatraju zadovoljavajućim za primjenu na regionalnoj razini. Ove analize su pokazale da je u Primorsko-goranskoj ţupaniji oko 12% područja na kojima postoje prirodni preduvjeti za nastanak klizišta, dok je u Karlovačkoj ţupaniji oko 27% područja visoke i srednje podloţnosti. U Primorsko-goranskoj ţupaniji dominiraju uske izolirane zone visoke podloţnosti na klizanje, koje su ograničene na udoline u Dinaridima. U Karlovačkoj ţupaniji, zone visoke podloţnosti na klizanje uglavnom su u istočnom i sjeveroistočnom dijelu ţupanije koji pripada Panonskoj nizini.



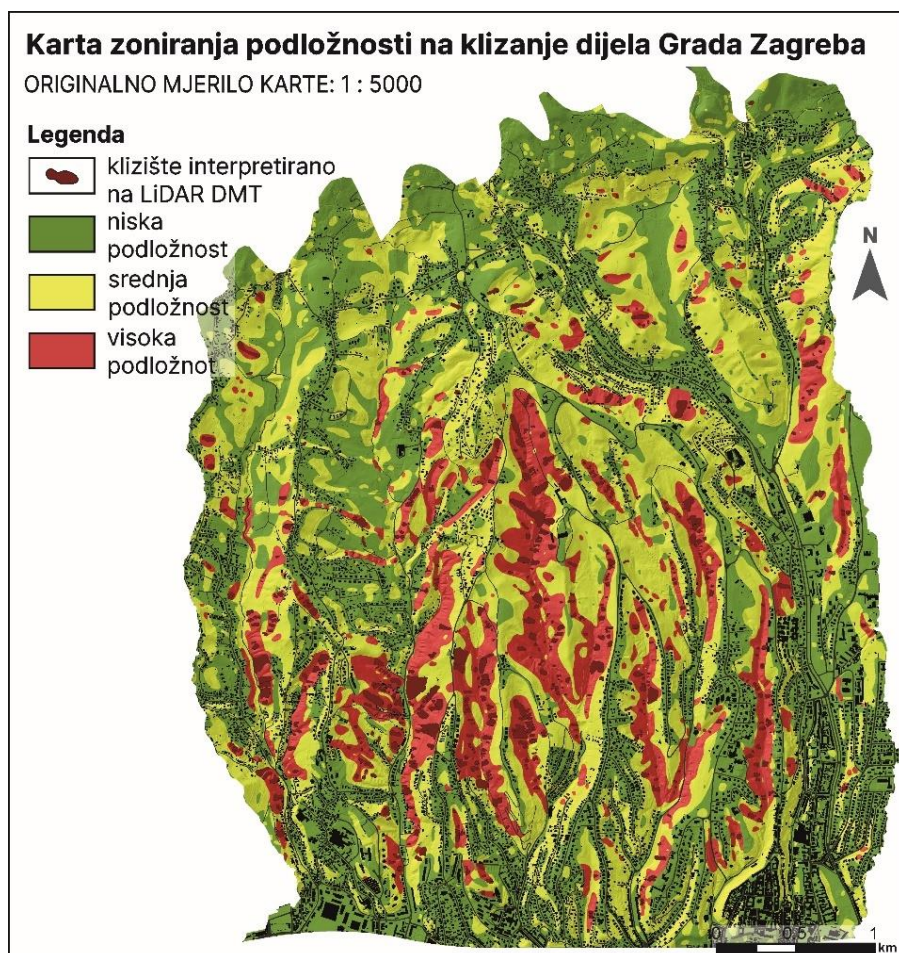
Usporedba obiju ţupanijskih karata s drţavnom kartom podloţnosti na klizanje pokazuje da ţupanijske karte predstavljaju detaljniju razradu podloţnosti na klizanje.

Slika 11 Karta zoniranja podloţnosti na klizanje dvije ţupanije originalnog mjerila 1:100 000

4.3 Procjena podložnosti na klizanje na lokalnoj razini

4.3.1 Primjer 1: Karta zoniranja podložnosti na klizanje dijela podsljemenske zone

Karte zoniranja podložnosti krupnog mjerila (1:5000) izrađuju se za potrebe detaljnijeg zoniranja nego što je to moguće napraviti na temelju samo dva pokazatelja, kao što su vrsta stijena i nagib terena, koji su korišteni za zoniranje podložnosti na klizanje u srednjem i sitnom mjerilu. Uz to, za procjene ove razine nužno je koristiti i karte inventara klizišta visoke točnosti. Zoniranje podložnosti na klizanje dijela Grada Zagreba u mjerilu 1:5000 provedeno je primjenom statističke metode slučajnih šuma (engl. *Random Forests*), 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% što je pokazatelj da je karta zoniranja podložnosti vrlo precizan izvor preliminarnih informacija za područje istraživanja.

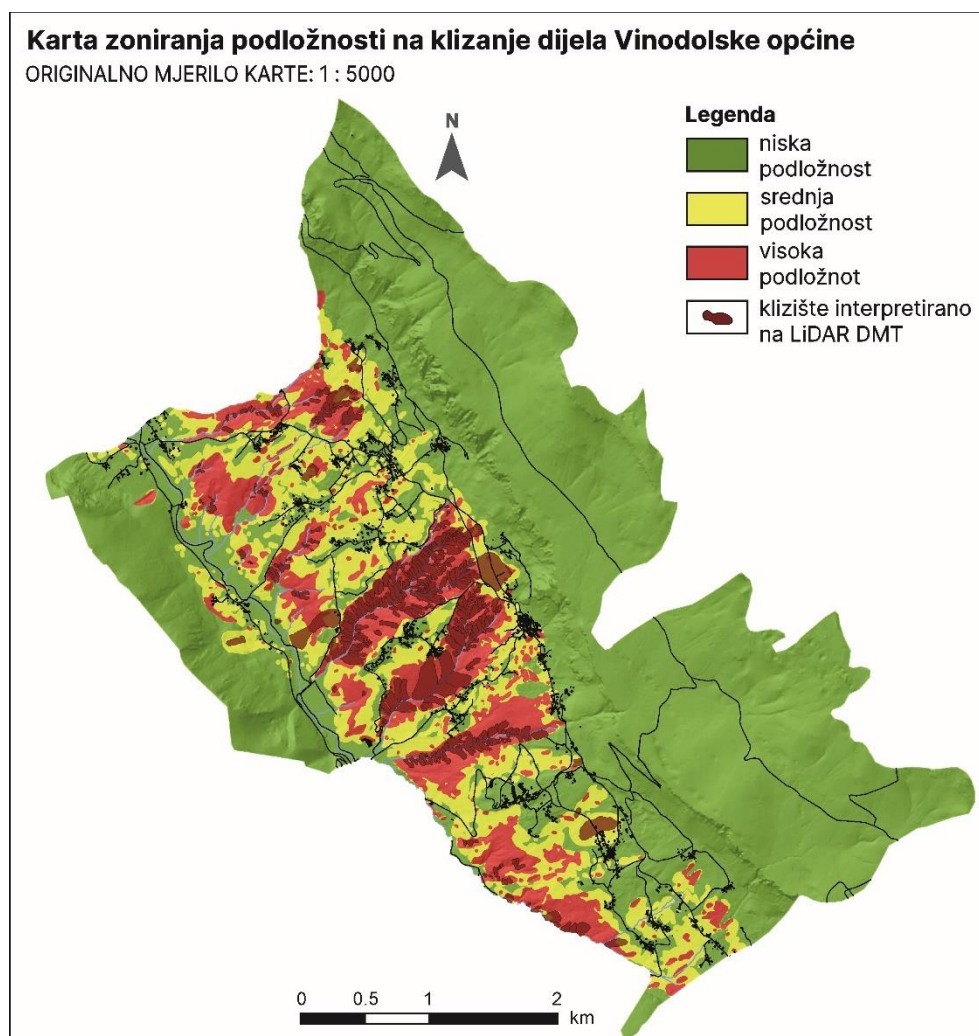


U zonama niske podložnosti (zelene boje) nalazi se <1% svih klizišta evidentiranih u potpunom inventaru klizišta. Zone srednje podložnosti (žute boje) sadrže 14%, a zone visoke podložnosti (crvene boje) >85% klizišta. Na karti su prikazana i klizišta (tamno crveno) s karte inventara klizišta, radi vizualne usporedbe podatka o klizištima s rezultatima procjene i zoniranja.

Slika 12 Karta zoniranja podložnosti na klizanje s originalnog mjerila 1:5000

4.3.2 Primjer 2: Karta zoniranja podloţnosti na klizanje dijela Vinodolske udoline

Karta zoniranja podloţnosti na klizanje mjerila 1:5000 prikazuje zoniranje dijela Vinodolske općine s obzirom na prostornu vjerojatnost pojava klizišta, a obuhvaća središnji dio Vinodolske udoline. Zone na karti daju informaciju gdje se mogu pojaviti klizišta, odnosno gdje se mogu aktivirati procesi klizanja i tečenja koji su najzastupljeniji tipovi klizišta na ovom području. Za procjenu ove razine nuţno je koristiti karte inventara klizišta visoke točnosti, kao i niz tematskih karata o preduvjetima klizanja. Zoniranje podloţnosti na klizanje provedeno je primjenom statističke metode slučajnih šuma, na temelju sljedećih kartografskih podataka o istraţivanom prostoru: nagiba terena, orijentacije padine, zakrivljenosti terena, inţenjerskogeoloških uvjeta, vlaţnosti terena, namjene zemljišta i udaljenosti od prometnica. Podloţnost na klizanje procijenjena je na temelju 50% klizišta iz inventara, a verificirana je na temelju preostalih 50% klizišta. Točnost modela podloţnosti na klizanje iznosi 91%, a predikcija modela iznosi 84% što je pokazatelj da je karta zoniranja podloţnosti vrlo precizan izvor preliminarnih informacija za područje istraţivanja.



U zonama niske podloţnosti (zelene boje) nalazi se <1% svih klizišta iz potpunog inventara klizišta. Zone srednje podloţnosti (ţute boje) sadrţe 14%, a zone visoke podloţnosti (crvene boje) >85% klizišta. Na karti su prikazana i klizišta s karte inventara klizišta, radi vizualne usporedbe podataka.

Slika 13 Karta zoniranja podloţnosti na klizanje originalnog mjerila 1:5000

5. PRIMJENA PODATAKA I INFORMACIJA O KLIZIŠTIMA

5.1 Općenito o primjeni

Zbog značajnih materijalnih, socioekonomskih i ekoloških šteta, kao i drugih gubitaka koji su posljedica klizišta, primjenjuju se različite tehnike i prakse kako bi se ublažile potencijalne štete i gubici. Pristup izbjegavanja područja na kojima mogu nastati klizišta vrlo rijetko je prihvatljiv, a također nema potrebe, niti je moguće u potpunosti zabraniti izgradnju u područjima podložnim klizanju. Izuzetak su područja s velikim aktivnim klizištima. Ključni zadatak je odabrati najučinkovitiji pristup ublažavanju opasnosti i rizika od klizišta, te financirati i primijeniti najbolja rješenja. Za to je potrebno raspolagati podacima o tome gdje se nalaze klizišta, odnosno u kojim zonama mogu nastati nova klizišta. Za ostvarivanje ovog ključnog zadatka koriste se karte klizišta.

Prijedlog USGS-a (engl. *U.S. Geological Survey*) za državnu strategiju ublažavanja opasnosti od klizišta razlikuje sljedeće pristupe ublažavanja: (1) ograničavanje razvoja u područjima podložnim klizanjima; (2) primjena pravila struke i dobre prakse za iskope, izgradnju i ocjenjivanje stabilnosti zemljišta; (3) inženjerske mjere koje osiguravaju stabilnost padina; (4) uspostavljanje sustava za praćenje i upozoravanje na klizišta; i (5) pružanje osiguranja od klizišta. Isti prijedlog također navodi da su "karta inventara klizišta i karte podložnosti na klizanje nužno potrebne u područjima države podložnim klizištima". Ove karte moraju biti dovoljno detaljne da omoguće provedbu mjera ublažavanja opasnosti i rizika na lokalnoj razini.

Identificirali su tri aktivnosti koje su potrebne za izradu karata inventara klizišta, procjene podložnosti, odnosno za dobivanje podataka i informacija o klizištima koje su potrebne službenicima uprava i prostornim planerima za smanjenje rizika i gubitaka od klizišta: (1) izraditi plan za izradu karata i procjenu opasnosti, te ga provoditi na području cijele države; (2) izraditi inventar klizišta za cijelu državu; (3) razviti i poticati korištenje normi i smjernica za izradu karata, kao i smjernica za procjenu podložnosti na klizanje.

Korisnici podataka i informacija o klizištima značajno se razlikuju ovisno o vrsti informacija koje su im potrebne i po njihovoj sposobnosti korištenja tih informacija. Postoje četiri glavne skupine potencijalnih korisnika: (1) znanstvenici i inženjeri koji izravno koriste podatke i informacije; (2) prostorni planeri i donositelji odluka koji uz ostale kriterije korištenja zemljišta i razvoja razmatraju opasnosti od klizišta; (3) investitori, graditelji te financijske i osiguravateljske organizacije; i (4) zainteresirani građani, edukatori i ostali s malo ili nimalo tehničkog iskustva.

5.2 Mogućnosti primjene ovisno o mjerilu karte klizišta

U ovom poglavlju prikazuju se spoznaje proizašle iz istraživanja provedenih u projektu PRI-MJER (2020.-2023. godine) u kojemu su izrađeni svi potrebni prototipovi karata inventara klizišta i karata zoniranja podložnosti na klizanje prilagođeni specifičnostima u Republici Hrvatskoj. Predložene mogućnosti primjene karata rezultat su rasprava i razgovora s prostornim planerima i donositeljima odluka koji podatke i informacije o klizištima razmatraju zajedno s drugim pokazateljima tijekom definiranja namjene zemljišta, a također i sa sudionicima sustava civilne zaštite koji koriste podatke i informacije o klizištima, kako za procjene rizika od nesreća, tako i za planiranje i provođenje aktivnosti i mjera civilne zaštite.

Općenito, karta zoniranja podložnosti na klizanje Republike Hrvatske u sitnom mjerilu (1:100 000) može se koristiti samo kao informativan pokazatelj rasprostranjenosti područja podložnih na klizanje u Republici Hrvatskoj. Ova karta pokazuje da u svim županijama u RH postoje područja podložna klizanju, a za koja je nužna detaljnija razrada kako bi se dobili precizniji podaci.

Karte zoniranja podložnosti na klizanje srednjeg mjerila izrađene za područja županija (1:25 000) prikazuju zone za koje je potrebna detaljnija procjena podložnosti na klizanje. Zone definiraju granice obuhvata područja za koje je potrebno propisati navedeno u županijskim prostornim planovima kao obavezu prije izrade prostornih planova lokalne razine. Karte zoniranja podložnosti na klizanje krupnog mjerila, izrađene za gradove i općine i (1:5000) prikazuju zone za koje se kroz odredbe za provedbu prostornog plana mogu propisati uvjeti korištenja te uvjeti gradnje (za projektiranje, za građenje i nakon građenja). Njih se preporučuje koristiti kod izrade ili izmjene/dopune prostornog plana uređenja grada ili općine te urbanističkog plana uređenja za donošenje odluka o korištenju i namjeni površina, kao i o posebnim uvjetima/režimima za gradnju i druge zahvate u prostoru. Osim prostornim planerima i suradnicima u izradi prostornih planova, informacije i podaci o klizištima, kada su ugrađeni u prostorne i urbanističke planove, namijenjeni su projektantima i drugim inženjerima uključenim u gradnju (inženjerskim geolozima ili geotehničkim inženjerima), kao preliminarne informacije o geohazardima koje su neophodne za definiranje obima istraživanja za određene planirane zahvate, bilo da se radi o preliminarnim ili detaljnim istraživanjima prije ili u fazi projektiranja.

U sustavu civilne zaštite, karte zoniranja podložnosti na klizanje srednjeg mjerila izrađene za županije (1:25 000), kao i krupnog mjerila izrađene za gradove/općine (1:5000) trebaju se koristiti za procjenu rizika od nesreća zbog klizišta i za planiranje/provođenje mjera i aktivnosti civilne zaštite.

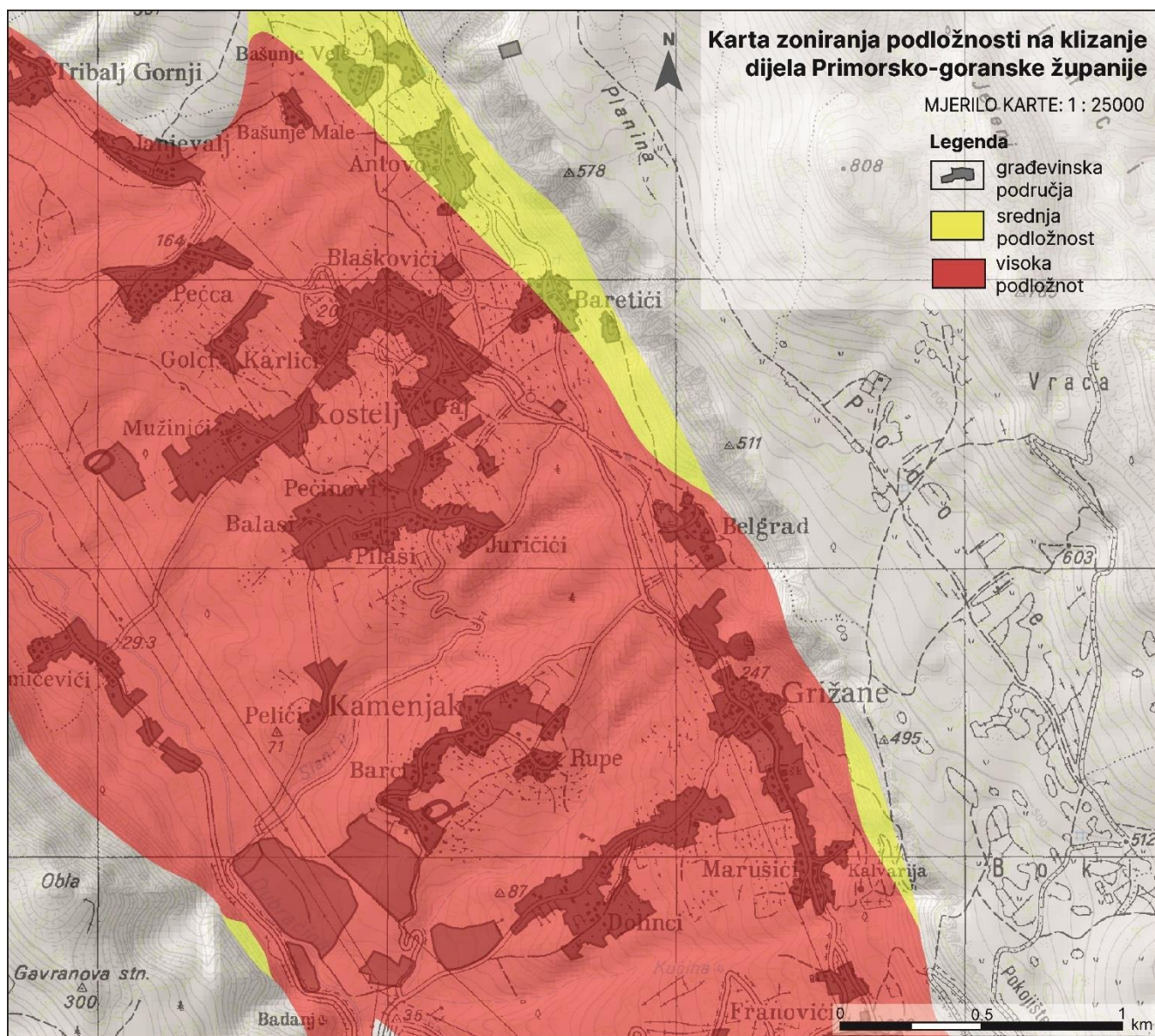
5.3 Prijedlozi za sustavnu primjenu karata klizišta u Republici Hrvatskoj

U vezi s primjenom karata klizišta, važno je naglasiti da područne (regionalne) uprave imaju različite potrebe za podacima i informacijama o klizištima od lokalnih uprava. Korištenje karata zoniranja podložnosti na klizanje mjerila 1:25 000 omogućit će županijskim sveobuhvatan uvid u rasprostiranje područja podložnih klizanju i informacije temeljem kojih mogu preuzeti inicijativu propisivanjem obaveza za nižu razinu, odnosno za jedinice lokalne samouprave koje upravljaju područjima podložnim na klizanje. Treba istaknuti da zone na ovim kartama srednjeg mjerila sužavaju obaveze za detaljnija zoniranja podložnosti u krupnim mjerilima, što je višestruko korisno jer sužava i područja s obavezama za izradu evidencija postojećih klizišta. Sustavna izrada i primjena karata zoniranja podložnosti za sve županije u Republici Hrvatskoj također daje sveobuhvatne informacije o opasnosti od klizišta za državnu razinu, za prostorno planiranje, upravljanje rizicima i druge primjene.

U ovim se smjernicama predlaže sustavna primjena karata klizišta u Republici Hrvatskoj na osnovi hijerarhijske izrade karata klizišta koja omogućava dobivanje hijerarhijski organiziranih informacija i podataka o klizištima, idući od grubljih prema detaljnijima. U idućim poglavljima prikazuje se primjena dvije karte klizišta više razine i tri karte niže razine u prostornom planiranju i civilnoj zaštiti, te se naznačuju mogućnosti prostornih analiza ugroženosti od klizišta. Za potpuno razumijevanje opisanih primjena, treba obratiti pažnju na to da su, radi jednostavnosti, za neke primjere karata opisane samo primjene za prostorno planiranje, a za neke samo za sustav civilne zaštite, iako je primjena jednaka za sve karte iste razine.

5.3.1 Primjena karata zoniranja podložnosti na klizanje M1:25 000 u prostornom planiranju

Karte zoniranja podložnosti na klizanje mjerila 1:25 000 namijenjene su za određivanje širih zona u kojima je potrebno provoditi mjere ublažavanja opasnosti od klizišta, kako za evidentirana klizišta, tako i za zone u kojima postoji potencijalna opasnost za nastanak novih klizišta u slučaju intenzivnih oborina. Budući da urbanizacija ili građenje velikih infrastrukturnih i drugih građevina najviše doprinose nastanku klizišta, te dovode do neprihvatljivih troškova ako se provode na području postojećih klizišta, važno je preventivno ublažavanje opasnosti reguliranjem namjene zemljišta. Međutim, to iziskuje detaljnije podatke i informacije o klizištima, odnosno zoniranje podložnosti u mjerilu 1:5000 i izradu potpunih inventara klizišta u mjerilu 1:2000.

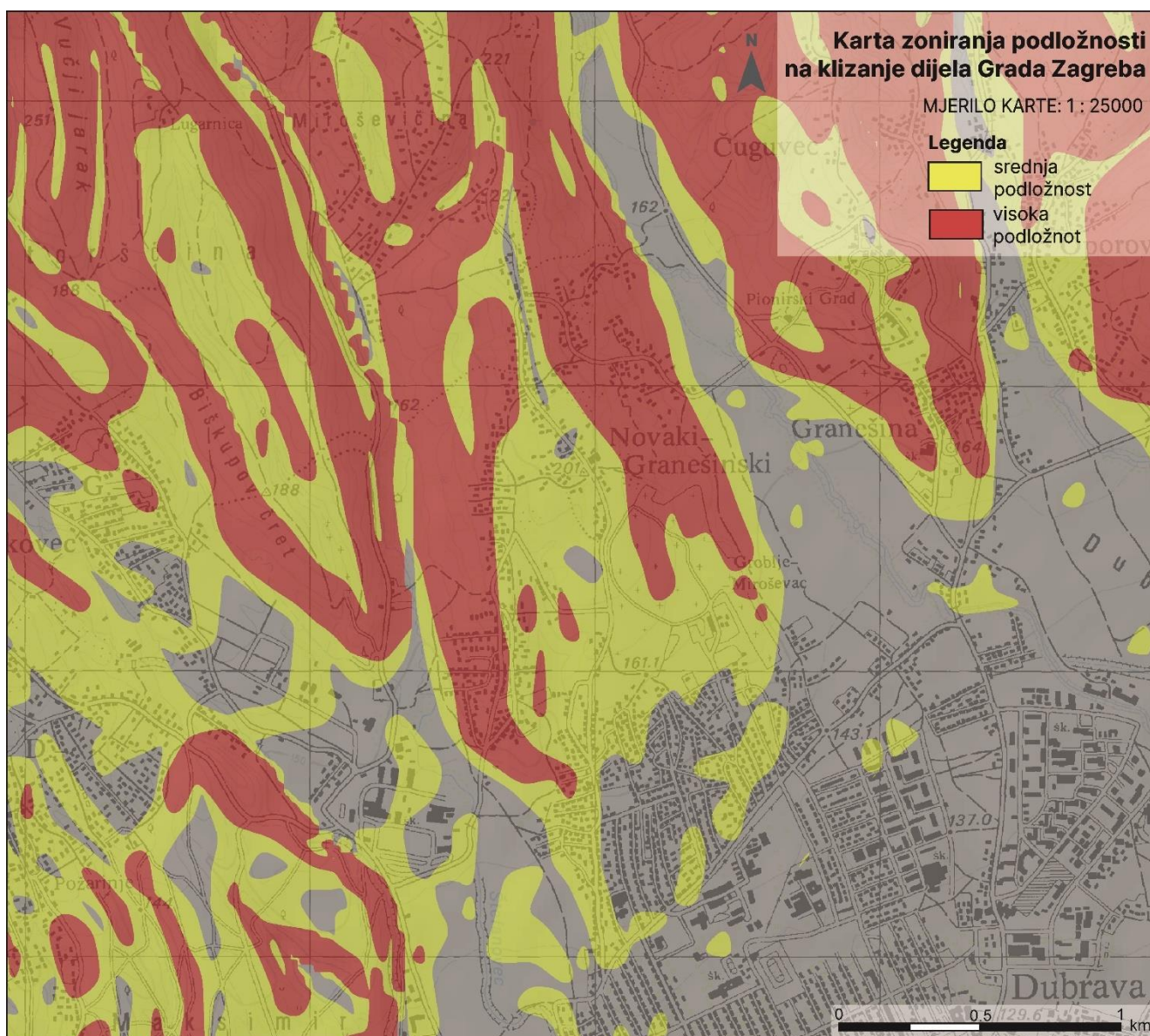


Slika 14 Isječak iz Karte podložnosti na klizanje Primorsko-goranske županije mjerila 1:25 000

Slika 14 prikazuje primjer dijela Karte zoniranja podložnosti na klizanje Primorsko-goranske županije M1:25 000 na kojoj su vidljive zone visoke i srednje podložnosti na klizanje u Vinodolskoj udolini, označene crvenom i žutom bojom. Zone niske podložnosti na klizanje su bez boje, budući da se ne smatraju opasnim. Na ovoj karti, crvena zona je područje za koje je u županijskom prostornom planu potrebno za prostorne planove niže razine propisati obavezu izrade karte zoniranja podložnosti na klizanje M1:5000 i karte inventara klizišta M:2000. Žuta zona označava područje za koje je potrebno samo mjestimično propisati istu obavezu, a detaljnije granice će se utvrditi naknadno i to prospekcijom od strane inženjerskog geologa koji će provoditi daljnju procjenu i zoniranje podložnosti na klizanje. Na osnovi ove karte zoniranja, moguće je za svaki pojedini grad/općinu utvrditi opseg obaveze za izradu detaljnijih karata klizišta, te time procijeniti vrijeme i troškove za njihovu izradu.

5.3.2 Primjena karata zoniranja podloţnosti na klizanje M1:25 000 u civilnoj zaštiti

Karte zoniranja podloţnosti na klizanje mjerila 1:25 000 namijenjene su za procjene rizika od velikih nesreća ţupanija/Grada Zagreba i za planiranje aktivnosti i mjera civilne zaštite na razini podruĉne (regionalne) samouprave. Budući da u Republici Hrvatskoj ne postoje potpune evidencije klizišta na ovoj razini, procjenu opasnosti i očekivane štete moguće je napraviti na temelju površine i poloţaja zona podloţnosti s ove karte (slika 15). U tu je svrhu nuţno raspolagati dodatnim podacima, a to su pouzdane procjene broja i veličine klizišta, kao i procjene pojedinaĉnih šteta. Ovi podaci trebaju se zasnivati na kvalitetnim statistiĉkim pokazateljima za podruĉje ţupanije/Grada Zagreba za koje se radi procjena. Za razliku od ciljeva prostornog planiranja (ublaţavanje opasnosti od



Slika 15 Isječak Karte podloţnosti na klizanje Grada Zagreba mjerila 1:25 000

klizišta), glavni cilj aktivnosti i mjera civilne zaštite je ublažavanje rizika od klizišta. Zbog toga su u fokusu interesa civilne zaštite samo pojedinačna visoko rizična klizišta za što su nužni detaljniji podaci, a što također iziskuje izradu potpunih inventara klizišta u mjerilu 1:2000. Kao i kod prostornog planiranja, regionalna razina definira šire zone unutar kojih je potrebno izraditi karte inventara klizišta krupnog mjerila.

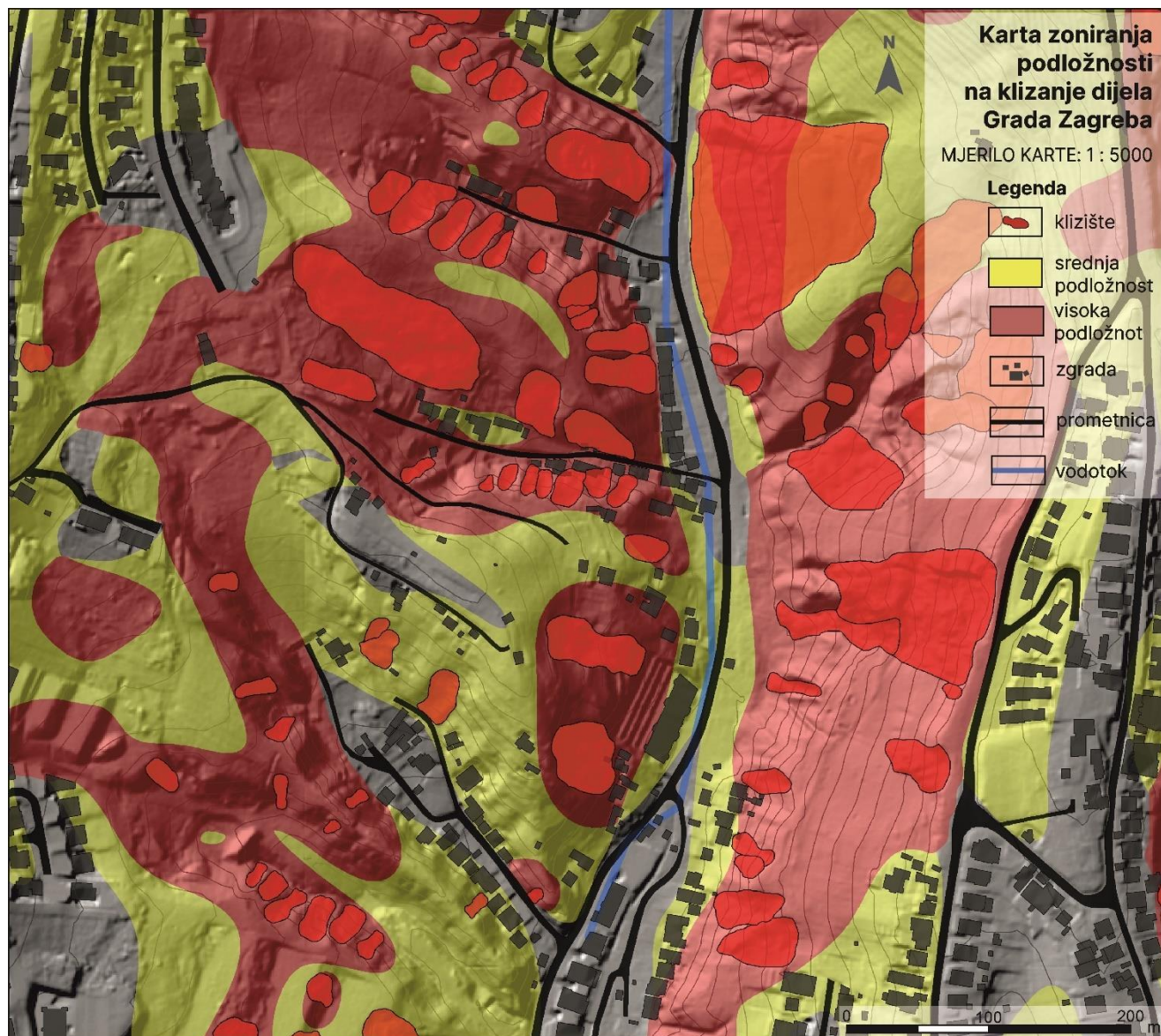
Slika 15 prikazuje primjer dijela Karte zoniranja podložnosti na klizanje Grada Zagreba M1:25 000 na kojoj su vidljive zone visoke i srednje podložnosti na klizanje u gradskoj četvrti Gornja Dubrava, označene crvenom i žutom bojom. Zone niske podložnosti na klizanje su bez boje, budući da se ne smatraju opasnim. Na ovoj karti, crvena i žuta zona predstavljaju područja za koja se procjenjuje rizik od velikih nesreća. Razlika između zona srednje i visoke podložnosti je u gustoći klizišta. Kao što je prethodno navedeno, za procjenu rizika potrebna je ovakva karta izrađena za cijelo područje jedinice područne (regionalne) samouprave. Rezultat procjene je razina rizika, iz čega proizlazi prihvatljivost rizika po gradskim četvrtima Grada Zagreba, a za županije je to razina rizika po gradovima i općinama. Na osnovi procjena rizika temeljem ove karte zoniranja, moguće je za svaku pojedinu gradsku četvrt/grad/općinu utvrditi opseg obaveze izrade detaljnijih procjena rizika od klizišta, te time procijeniti vrijeme i troškove za njihovu izradu.

5.3.3 Primjena karata zoniranja podložnosti na klizanje M1:5000 u prostornom planiranju

Karte zoniranja podložnosti na klizanje mjerila 1:5000 također su namijenjene za određivanje zona u kojima je potrebno provoditi mjere ublažavanja opasnosti od klizišta, kako evidentiranih klizišta, tako i potencijalne opasnosti od novih klizišta. U odnosu na karte podložnosti u srednjem mjerilu, ove karte prikazuju detaljnije zoniranje provedeno na temelju podataka iz karata inventara klizišta, kako bi osigurale informacije za ublažavanje opasnosti reguliranjem korištenja i namjene prostora. Budući da se informacije o podložnosti s ovih karata moraju upotpuniti s podacima o postojećim klizištima, potrebno ih je koristiti u kombinaciji s kartama inventara klizišta mjerila 1:2000.

Slika 16 prikazuje primjer isječka iz Karte zoniranja podložnosti na klizanje dijela Grada Zagreba M1:5000 na kojoj su vidljive zone visoke i srednje podložnosti na klizanje u gradskoj četvrti Črnomerec, označene crvenom i žutom bojom. Zone niske podložnosti na klizanje su bez boje, budući da se ne smatraju opasnim. Crvene i žute zone s ove karte potrebno je tretirati kao područja za koja je potrebno prostornim planom više razine (npr. Prostornim planom Grada Zagreba) odnosno prostornim planovima lokalne razine (npr. Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba) prema potrebi propisati posebne režime korištenja, odnosno uvjete gradnje. Informacije o podložnosti na klizanje s ove karte, u kombinaciji s podacima o evidentiranim klizištima s karte inventara klizišta, nužne su za donošenje odluka o tome gdje je optimalno trasirati infrastrukturne

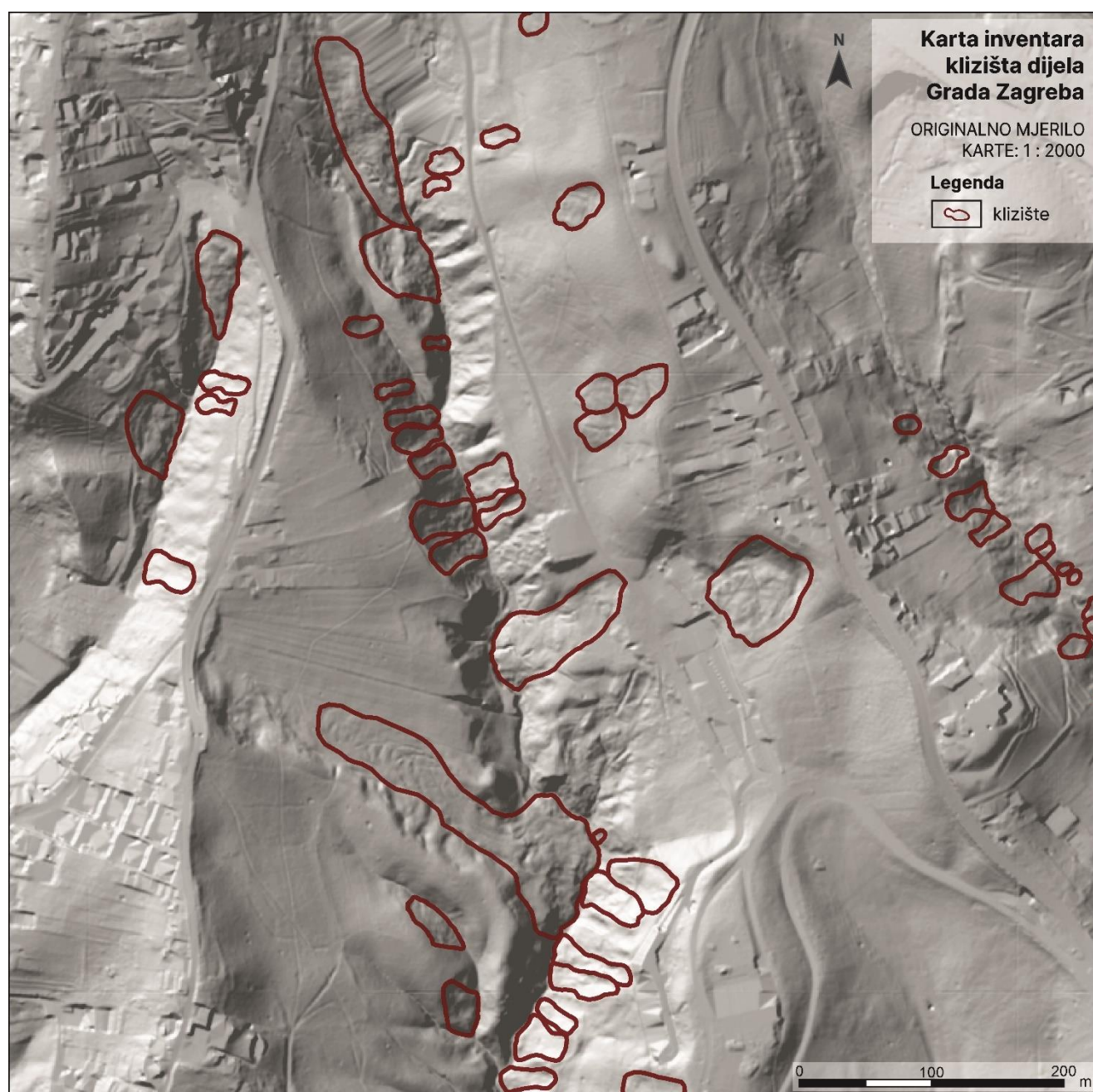
linijske građevine u odnosu na postojeću i potencijalnu opasnost od klizišta, gdje planirati građevinska područja i pojedinačne zahvate izvan građevinskih područja, a također i kakve građevine planirati unutar pojedinog građevinskog područja.



Slika 16 Isječak iz Karte podložnosti na klizanje dijela Grada Zagreba mjerila 1:5000 s prikazom klizišta s karte inventara

5.3.4 Primjena karata inventara klizišta M1:2000 u prostornom planiranju i civilnoj zaštiti

Karte inventara klizišta mjerila 1:2 000 namijenjene su za evidenciju svih postojećih klizišta u odnosu na koja je potrebno provoditi mjere ublažavanja opasnosti, bilo sprječavanjem ponovnog klizanja (reaktivacije klizišta) ili sanacijom klizišta. Kroz prostorno planiranje na razini jedinice lokalne samouprave, važno je spriječiti prostorni razvoj na području velike gustoće klizišta ili na području velikih klizišta na kojima sanacija klizišta nije



Slika 17 Isječak iz Karte inventara klizišta dijela Grada Zagreba mjerila 1:2000

isplativa. Karta s evidencijom svih postojećih klizišta također je namijenjena za provođenje mjera ublažavanja rizika, jer omogućava identifikaciju elemenata pod rizikom (stambenih, javnih, poslovnih i drugih zgrada u kojima su ljudi izloženi riziku kao i linijskih infrastrukturnih građevina), a time i detaljnu procjenu rizika za pojedinačna klizišta. U kombinaciji s kartom podložnosti na klizanje mjerila 1:5000, moguće je procjenu rizika proširiti i na rizik od klizišta koja bi se tek mogla dogoditi. Ova karta također daje podatke za planiranje i provođenje mjera i aktivnosti civilne zaštite koje se odnose na pripravnost i uzbunjivanje vezano za odabrana visoko rizična klizišta.

Slika 17 prikazuje primjer isječka iz Karte inventara klizišta dijela Grada Zagreba M1:2000 u gradskoj četvrti Črnomerec na kojoj su vidljiva sva pojedinačna klizišta, odnosno njihove precizne granice, neovisno o vremenu nastanka (unatrag godinu, deset ili više desetaka godina) i bez obzira na trenutnu aktivnost. Zbog mogućnosti proširenja klizišta u svim smjerovima, kao opasno područje potrebno je tretirati i odgovarajuću zonu oko klizišta.

Ova karta uzima u obzir specifičnosti pojedinačnih klizišta prilikom donošenja odluka o tome gdje je optimalno trasirati linijske infrastrukturne građevine, u kojem smjeru širiti postojeća građevinska područja te gdje planirati nova građevinska područja i pojedinačne zahvate izvan građevinskih područja, a također i kakve građevine planirati unutar građevinskog područja. Za definiranje posebnih režima korištenja, odnosno uvjeta gradnje u prostornim planovima više razine (županijska i Grad Zagreb) i prostornim planovima lokalne razine od osobite je važnosti raspolagati kartom evidentiranih klizišta jer se kroz odredbe za provedbu prostornog plana za postojeća klizišta nameću obaveze sanacija klizišta prije građenja ili druge građevinske mjere, kojima je potrebno potpuno eliminirati opasnost od klizišta.

Ista karta omogućava da se uzmu u obzir specifičnosti pojedinačnih klizišta pri procjeni rizika od nesreća koju provode jedinice lokalne samouprave. Sva klizišta koja su uz postojeće zgrade ili u njihovoj neposrednoj blizini (npr. unutar 10 m udaljenosti), treba tretirati kao visoko rizična, jer u slučaju reaktiviranja mogu proizročiti oštećenja na zgradama i time ugroziti ljude. Za najrizičnija klizišta potrebno je provoditi aktivnosti i mjere ublažavanja rizika koje uključuju kontinuirana praćenja klizišta, kako bi se omogućila pripravnost i uzbunjivanje u izvanrednim situacijama. Karta s potpunim inventarom klizišta također omogućava donošenje odluka o iseljavanju najugroženijih stanovnika i drugih korisnika prostora. Veličina i položaj klizišta u prostoru, prikazani na karti inventara klizišta, namijenjeni su i kao stručni podaci za izvide na terenu i hitno odlučivanje o daljnjim mjerama (zabrana pristupa, evakuacija, hitne mjere sanacije, sanacija i dr.), a također omogućavaju utvrđivanje nastanka novog klizišta.

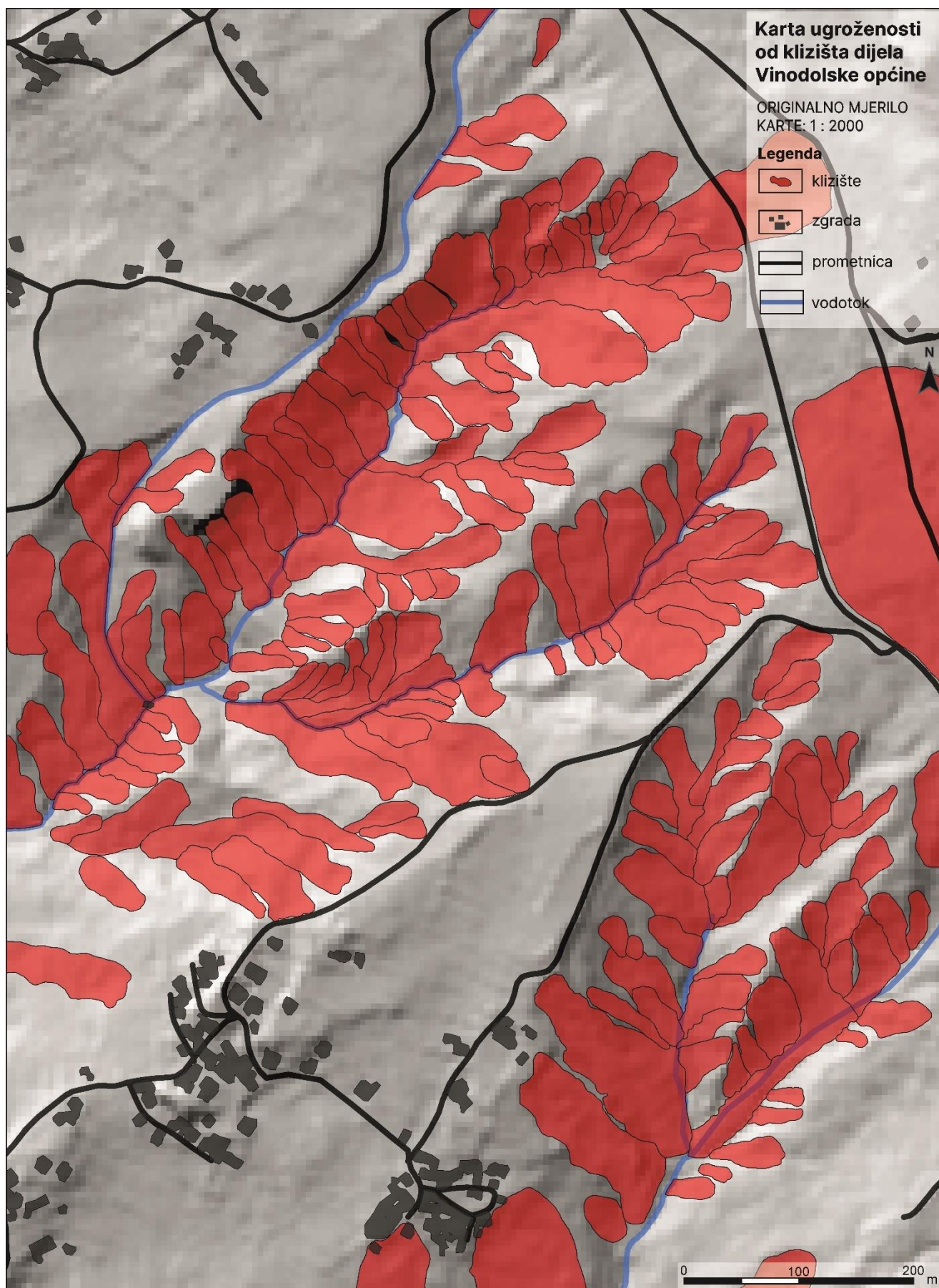
5.3.5 Ostale primjene karata klizišta krupnog mjerila

Slike 18, 19 i 20 predstavljaju isječke prethodno opisanih detaljnih karata klizišta u mjerilu 1:2000 koje su preklopljene s podacima o zgradama, prometnicama i vodotocima u urbanom području u gradu Zagrebu i ruralnim područjima u Vinodolskoj udolini i udolini rijeke Rječine u Hrvatskom Primorju. Sva tri primjera pokazuju da se radi o kartama dovoljno krupnog mjerila za analize ugroženosti od klizišta. Korist od procjene ugroženosti na temelju podataka s karata klizišta su informacije o prostornoj distribuciji rizičnih klizišta koja su relevantna za krajnjeg korisnika specifičnih interesa. Korisnici informacija o ugroženosti od klizišta mogu pripadati nekoj od sljedećih skupina: inženjeri koji izravno koriste podatke i informacije o klizištima za određene lokacije projekta; donositelji odluka i investitori koji upravljaju prometnicama i drugim građevinama kritične infrastrukture; donositelji odluka i investitori koji upravljaju vodama, šumama i drugim prirodnim resursima; zainteresirani građani i privatni investitori s malo ili nimalo tehničkog iskustva; osiguravateljske tvrtke. Karte klizišta detaljnog mjerila pomažu u prepoznavanju problematičnih područja, kao i područja koja nisu problematična niti to mogu postati s obzirom na opasnosti ili rizik od klizišta.

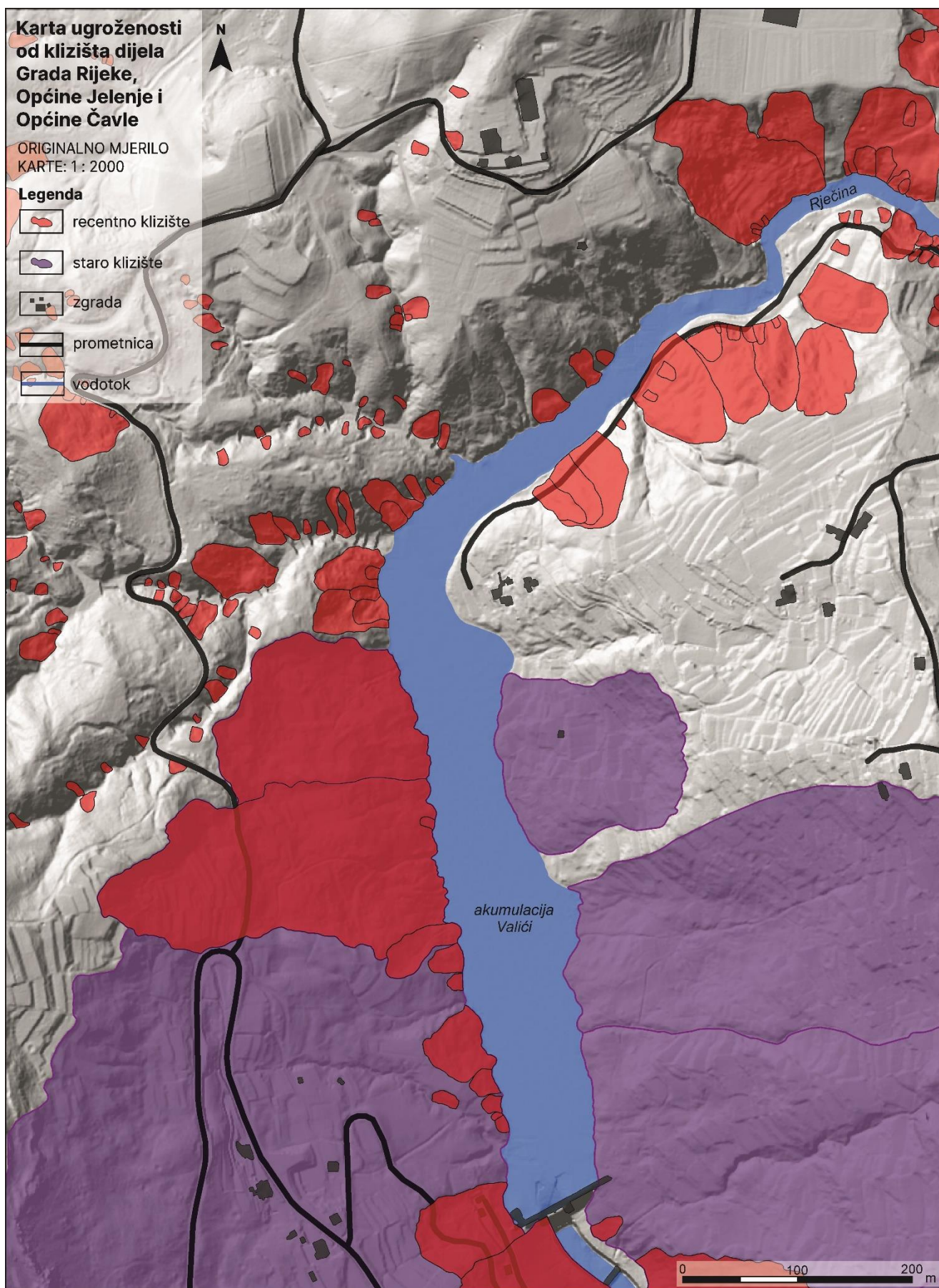
Ovi vrijedni podaci o klizištima preklopljeni s korištenjem zemljišta i drugim tematskim kartama koje prikazuju prirodne i druge resurse, osnova su za planiranje cijelog niza daljnjih aktivnosti i mjera ublažavanja opasnosti i rizika. Korištenjem podataka o klizištima u analizama ugroženosti mogu se razviti konkretne mjere na državnoj, regionalnoj i lokalnoj razini upravljanja prometnicama, vodotocima, šumama, kako bi se održale postojeće građevine ili osiguralo održivo korištenje šuma ili voda, kao i održivo upravljanje okolišem. Analize ugroženosti od klizišta također su korisne i u svrhu zaštite okoliša, budući da klizišta uzrokuju degradaciju okoliša uništavanjem vegetacijskog pokrova i onemogućavanjem održavanja površina unutar klizišta. Primjer za to je dolina Slanog potoka i Male Dubračine (slika 19) u Vinodolskoj udolini s vrlo gustim rasporedom klizišta uzrokovanih erozijom. Stoga je jedan od krajnjih rezultata upravljanja opasnostima od klizišta i zaštita krajolika iz perspektive očuvanja prirode i okoliša, a također i osiguravanje mnogih funkcija krajolika od kojih ljudi imaju koristi ili o kojima ovise. Budući da se radi o prirodnoj pojavi, izrada karata klizišta nužna je za prikupljanje i kreiranje podataka za informacijske sustave zaštite okoliša i prirode, osobito u dijelu praćenja stanja okoliša. Zbog toga izrada karata klizišta mora biti početni korak u uspostavi programa koji promoviraju dugoročno smanjenje gubitaka od klizišta.



Slika 18 Isječak iz Karte inventara klizišta dijela Grada Zagreba mjerila 1:2000 s prikazom elemenata pod rizikom (zgrade, prometnice, vodotok)



Slika 19 Isječak iz Karte inventara klizišta dijela Vinodolske općine mjerila 1:2000 s prikazom elemenata pod rizikom (zgrade, prometnice, vodotoci)



Slika 20 Isječak iz Karte inventara klizišta dijelova Grada Rijeke, Općine Jelenje i Općine Čavle mjerila 1:2000 s prikazom elemenata pod rizikom (zgrade, prometnice, vodotok)

ČLANOVI PROJEKTA PRI-MJER



prof. dr. sc.
**Snježana Mihalić
Arbanas**

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko
-naftni fakultet
voditeljica projekta



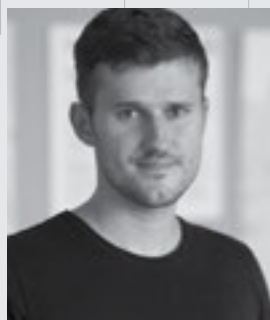
prof. dr. sc.
Željko Arbanas

Sveučilište u Rijeci
Građevinski fakultet
koordinatorska primjene
znanstvenih istraživanja



Marko Sinčić,
mag. ing. geol.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko
-naftni fakultet
vanjski suradnik - istraživač
na projektu LandSlidePlan



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

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko
-naftni fakultet
istraživač



izv. prof. dr. sc.
Martin Krkač

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko
-naftni fakultet
zamjenik voditeljice
projekta



Gabrijela Šarić,
mag. ing. geol.,

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko
-naftni fakultet
asistentica na projektu



doc. dr. sc.
Sanja Bernat Gazibara

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko
-naftni fakultet
koordinatorska znanstvenih
istraživanja



**Ivana
Županović Bulat,**
dipl. oec.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni
fakultet
administratorica projekta



doc.dr. sc.
Petra Jagodnik

Sveučilište u Rijeci
Građevinski fakultet
istraživačica

