

Procjena podložnosti na klizanje Grada Karlovca u M1:100.000

5. okrugli stol

12.11.2021., Rijeka

Marko Sinčić, mag. ing. geol.
mlađi istraživač - asistent

primijenjena
istraživanja klizišta
za razvoj mjera
ublažavanja
i prevencije rizika



Istraživački projekt HRZZ IP-2019-04-9900
Projekt razvoja karijera mladih istraživača
HRZZ DOK-2020-01-2432



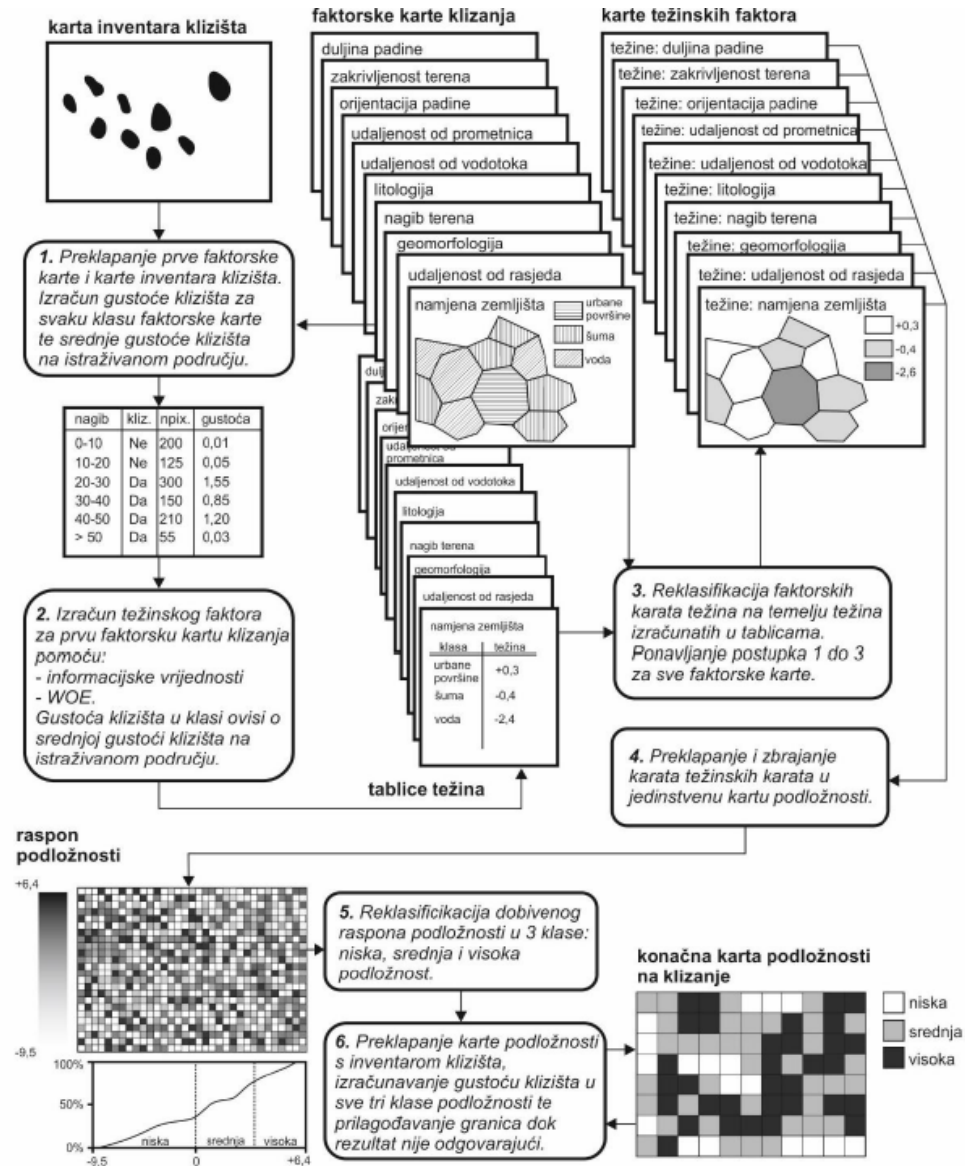
- **Definiranje prostorne vjerojatnosti pojave klizanja (gdje?)**
 - preliminarna istraživanja
- **Administrativni obuhvat Grada Karlovca (400 km²)**
 - područje gdje je evidentiran značajan broj klizišta
- **Mjerilo 1 : 100 000 (regionalno)**
 - zbog dostupnosti podataka i površine istraživanog područja
- **Bivarijantna statistika (metoda Weight of Evidence)**
 - široko primijenjena metoda u literaturi
 - preduvjet za korištenje je inventar klizišta



PRIMJER

KAKO NASTAJE KARTA? METODA WEIGHT OF EVIDENCE

- ulazni podaci
preduvjeti klizanja
inventar klizišta
- obrada ulaznih podataka
- definiranje klasa
- izračun težinskog faktora
- preklapanje faktorskih karata
- scenariji i verifikacija
- klasifikacija



PRIMJER

PRIMJER IZRAČUNA METODA WEIGHT OF EVIDENCE

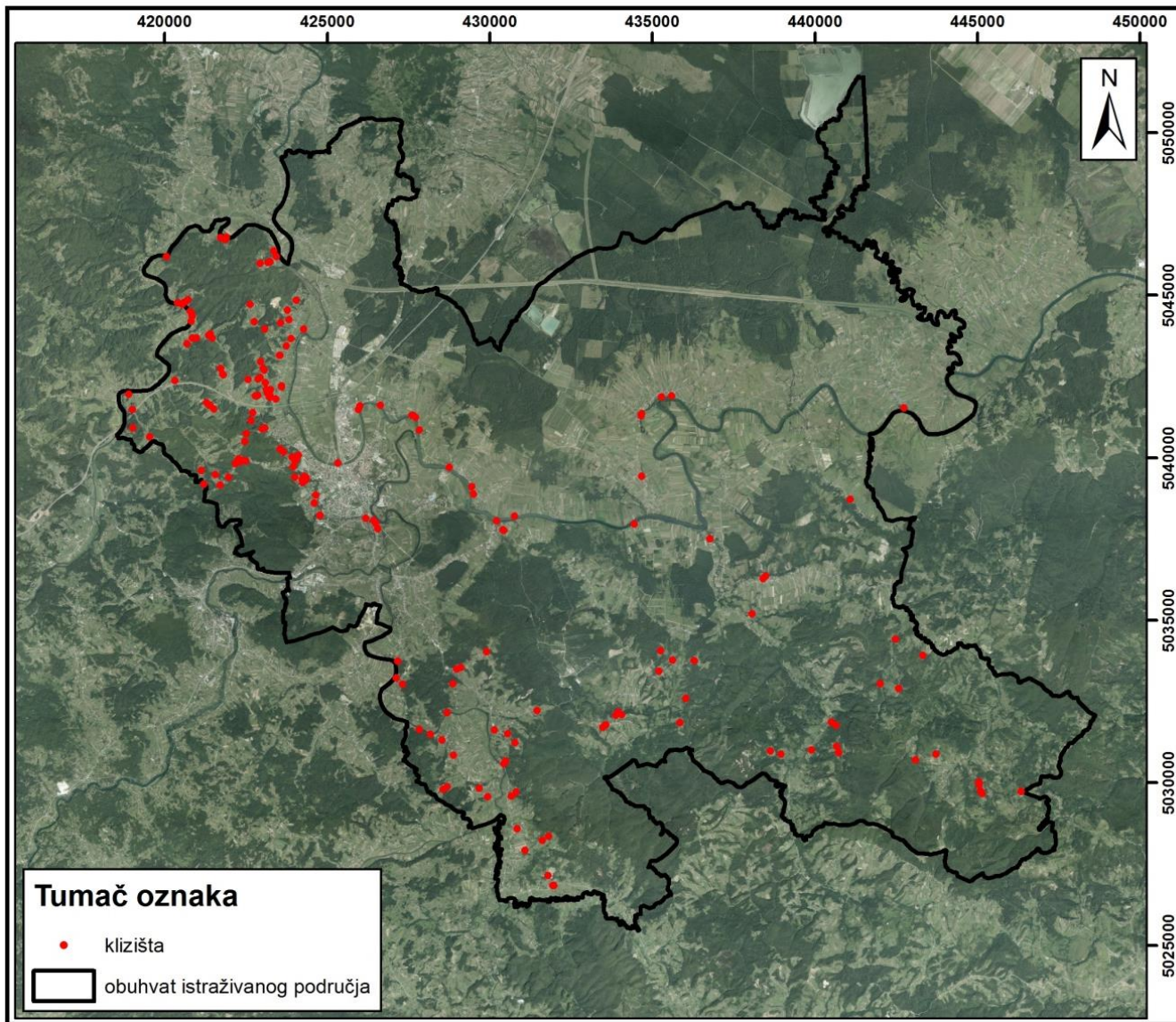
Faktor klizanja	H _i kvadrat test						Information value		Weight of Evidence						
	Opis klase	Površina klase N _i (m ²)	Broj kartiranih klizišta S _i	Gustoća klizišta W (S _i /N _i)	Očekivani broj klizišta (S _j)	(S _i -S _j) ² / S _j	S _i /N _i /S/N	I _i =log(S _i /N _i /S/N)	npix1	npix2 (N-npix1)	npix3 (N _i -npix1)	npix4 (N-S _i +N _i)	W+	W-	Wmap
Nadmorska visina	Stupanj slobode = 3 ; P = 0.05			Grančna vrijednost = 7.81			S/N= 3.5E-07		nnmap = N	nslice=S	nclass=N _i	nsiclass=S _i			
	100-150 m n.m.	2.68E+08	66	2.46E-07	93.75	8.21	0.70	-0.1524	66	74	2.68E+08	1.32E+08	-0.3509	0.4699	-0.6558
	150-200 m n.m.	79097500	60	7.59E-07	27.67	37.77	2.17	0.3361	60	80	79097440	3.21E+08	0.7739	-0.3394	1.2784
	200-250 m n.m.	33013125	10	3.03E-07	11.55	0.21	0.87	-0.0626	10	130	33013115	3.67E+08	-0.1440	0.0120	0.0090
	250-375 m n.m.	20105000	4	1.99E-07	7.03	1.31	0.57	-0.2451	4	136	20104996	3.8E+08	-0.5644	0.0226	-0.4219
	SUM	4E+08	140	3.5E-07	140.00	47.50									0.1651

- omjeri kartiranih i očekivanih klizišta u odnosu na površinu klase
- definiranje težinskih faktora svake klase svake karta!
- dodatni testovi i definiranje scenarija (različite kombinacije ulaznih podataka) u svrhu dobivanja najoptimalnije karte podložnosti na klizanje
- koja klasa nadmorske visine je najpodložnija na klizanje i zašto?



PRIMJER

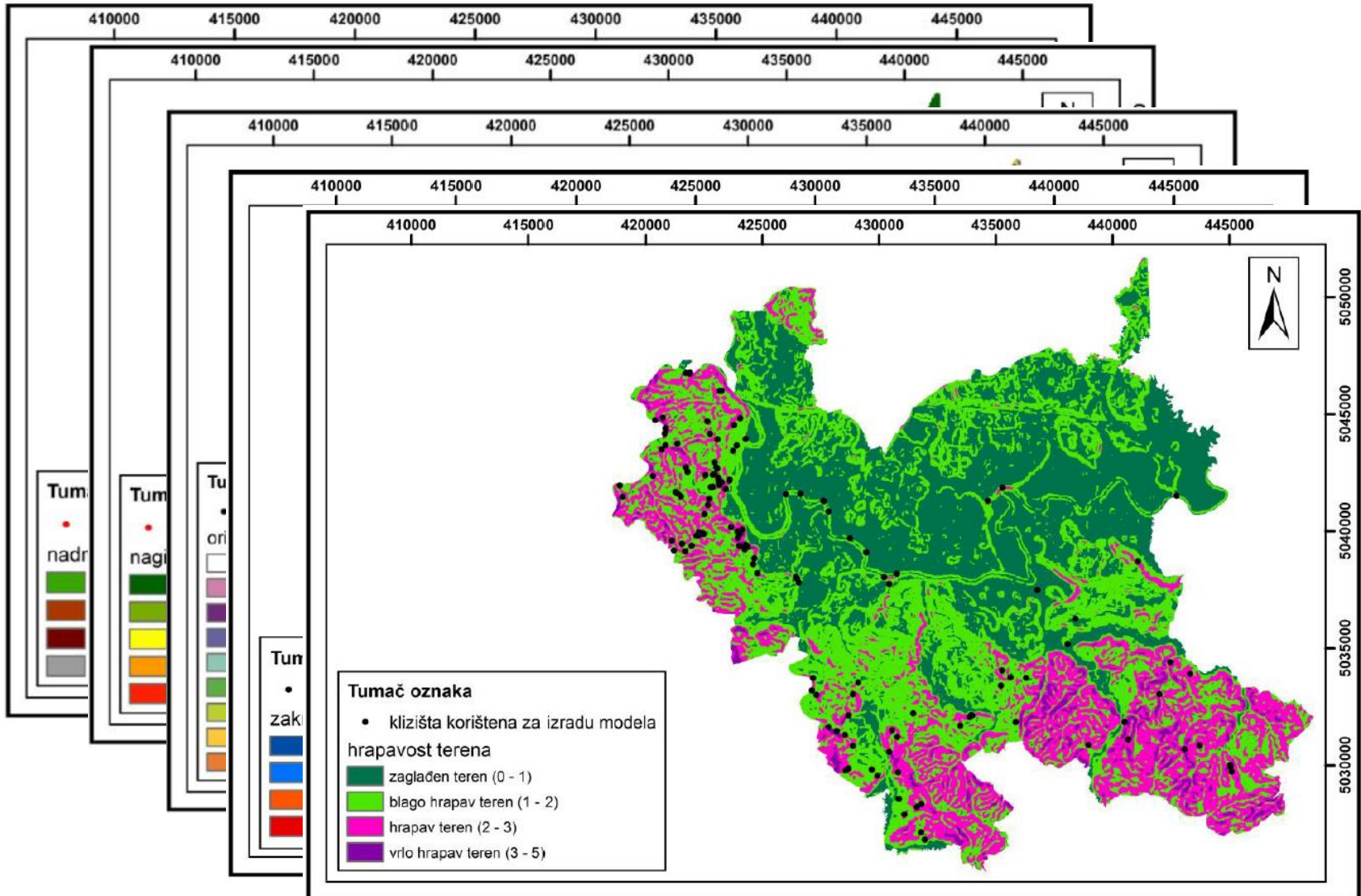
ULAZNI PODACI INVENTAR KLIZIŠTA (2014 – 2019)



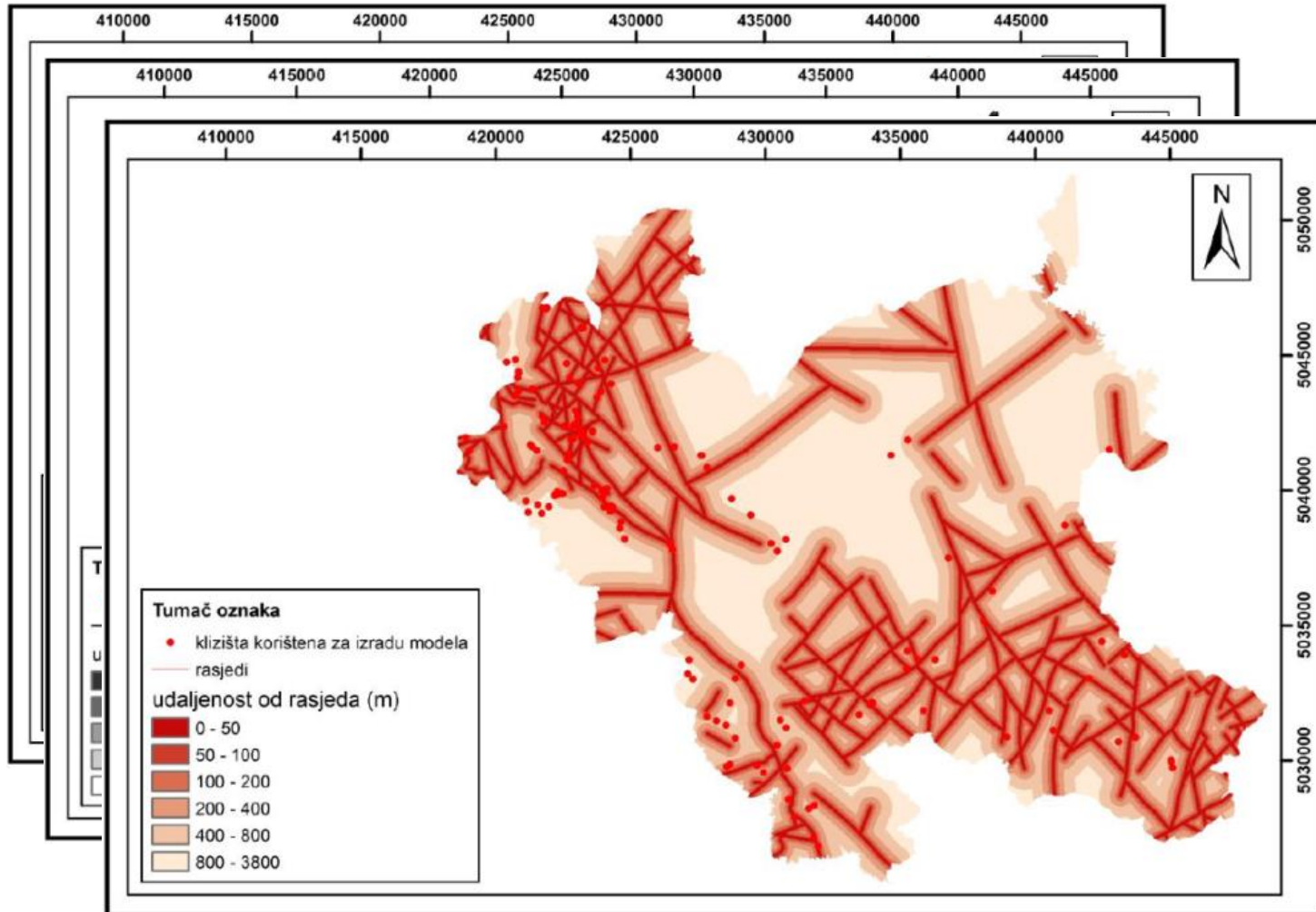


PRIMJER

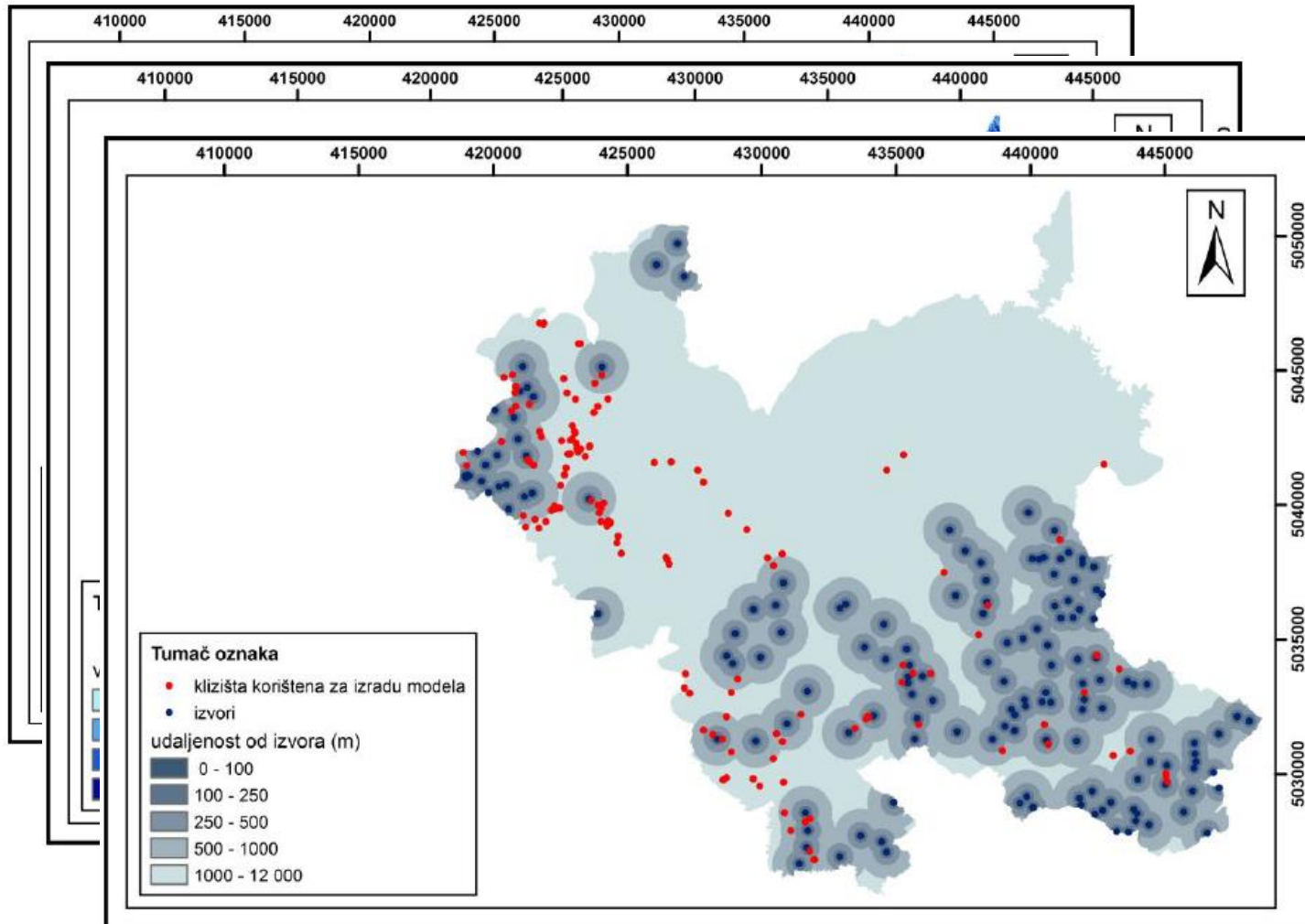
ULAZNI PODACI – FAKTORSKE KARTE GEOMORFOLOŠKI PREDUVJETI



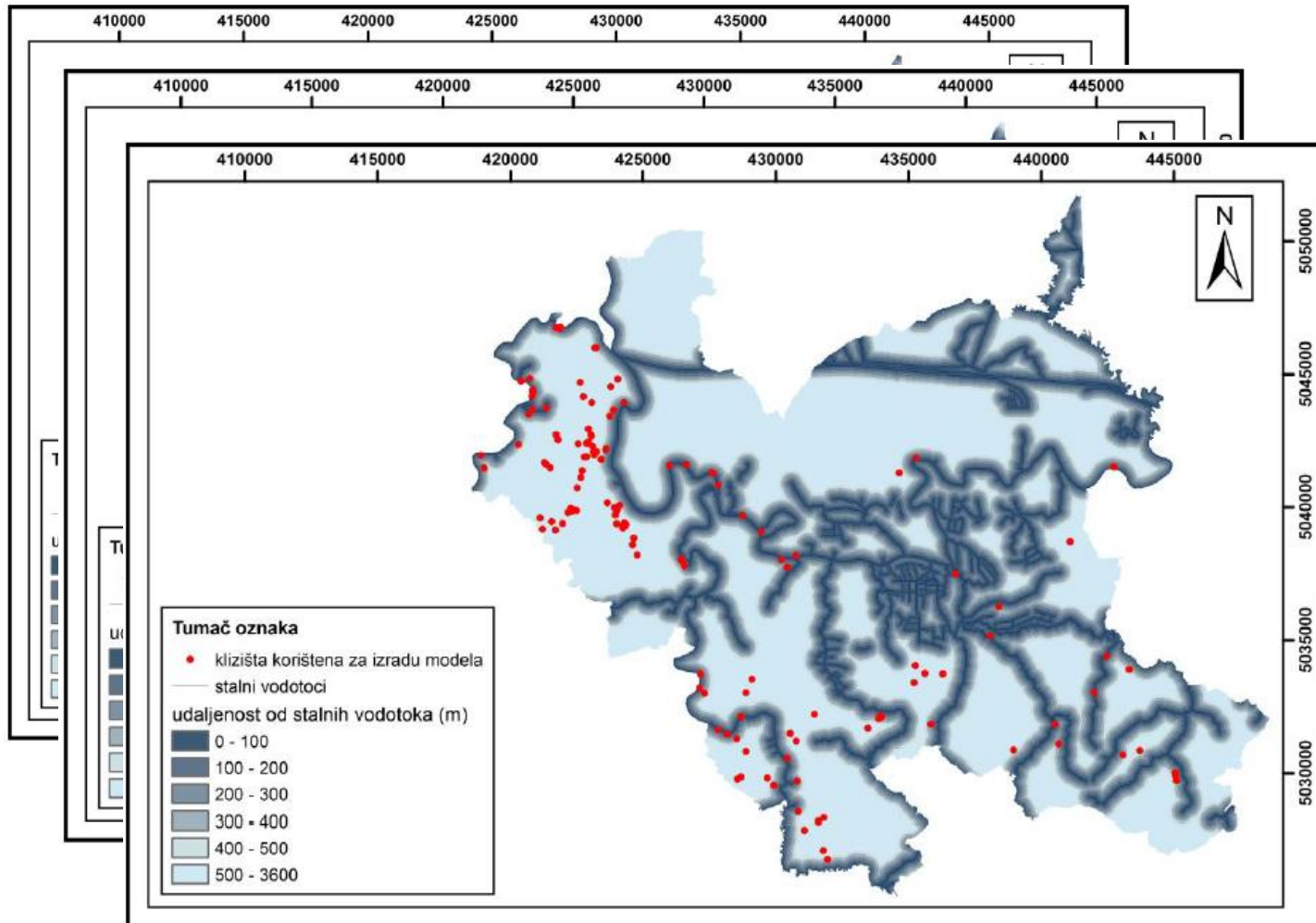
karta hrapavosti terena



karta udaljenosti od rasjeda



karta udaljenosti od izvora

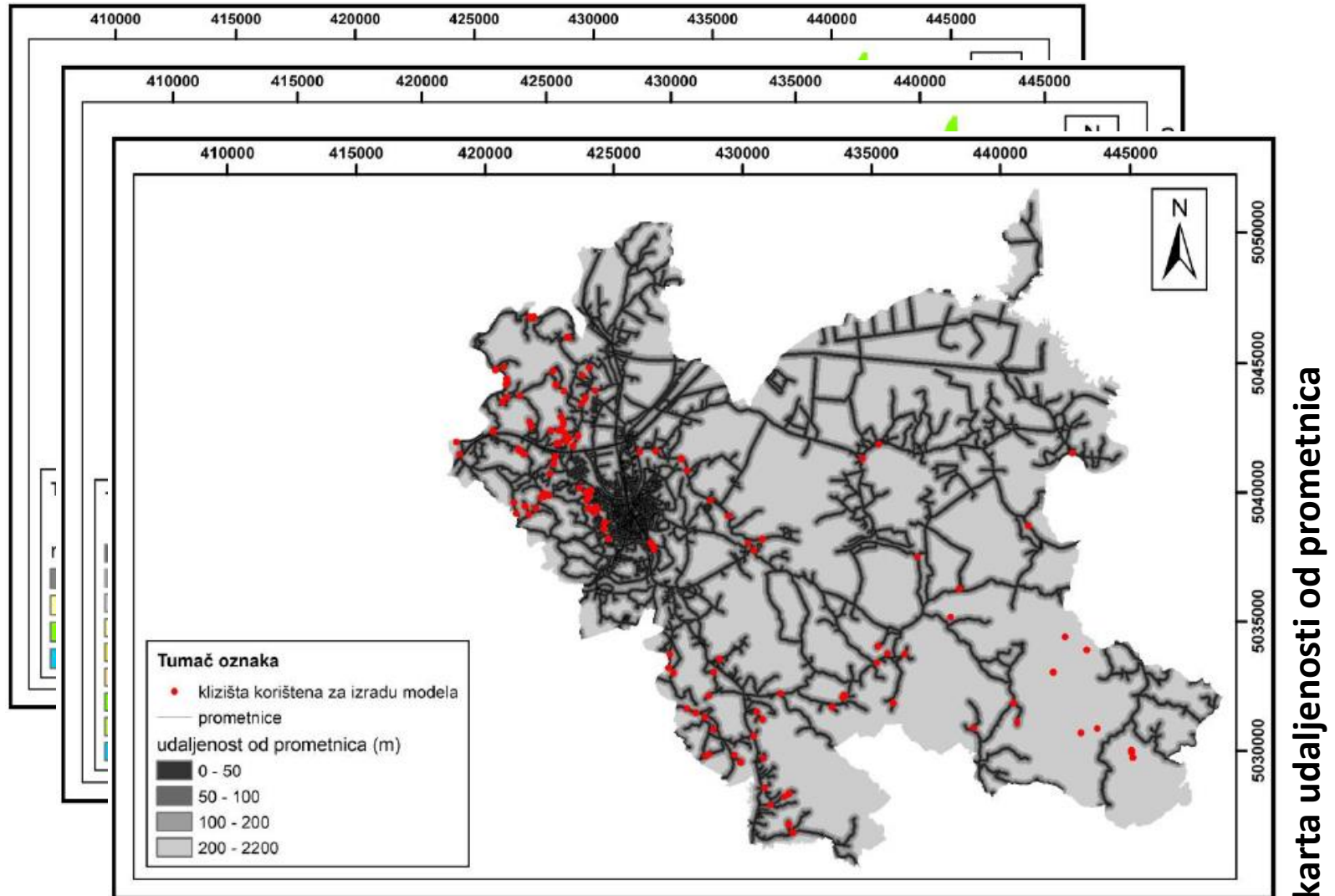


karta udaljenosti od povremenih vodotoka



PRIMJER

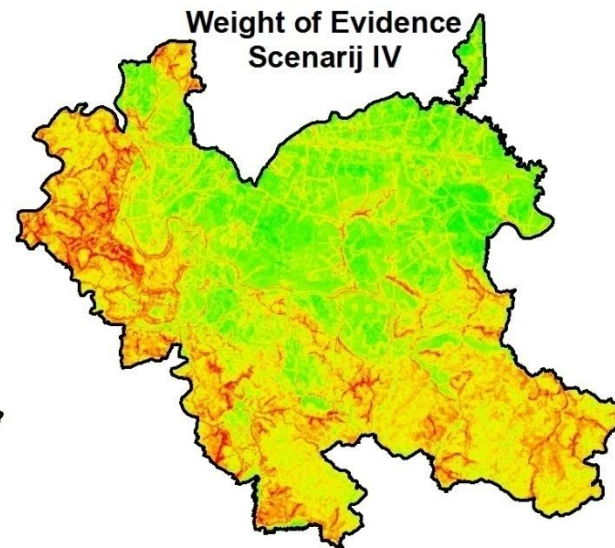
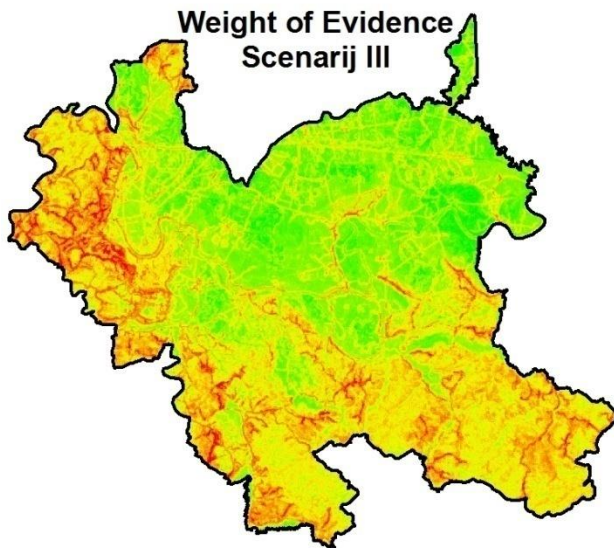
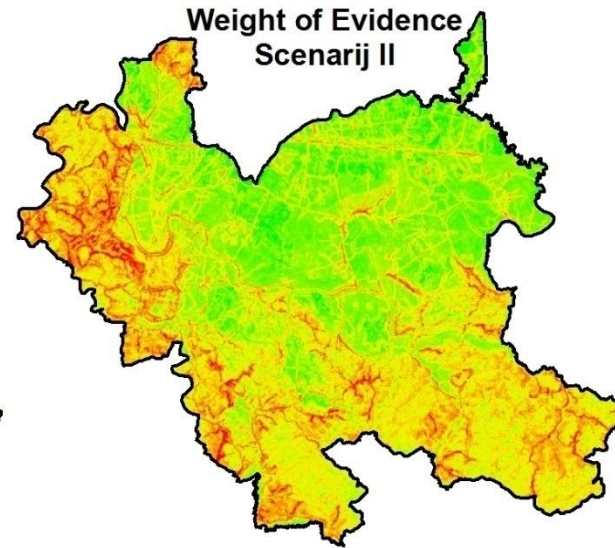
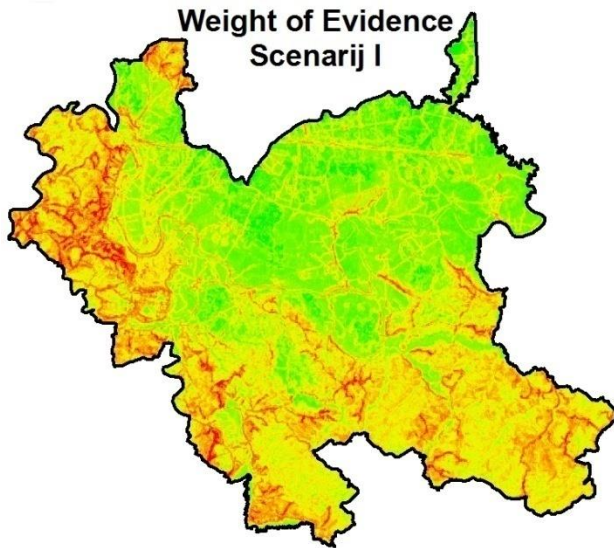
ULAZNI PODACI – FAKTORSKE KARTE ANTROPOGENI PREDUVJETI





PRIMJER

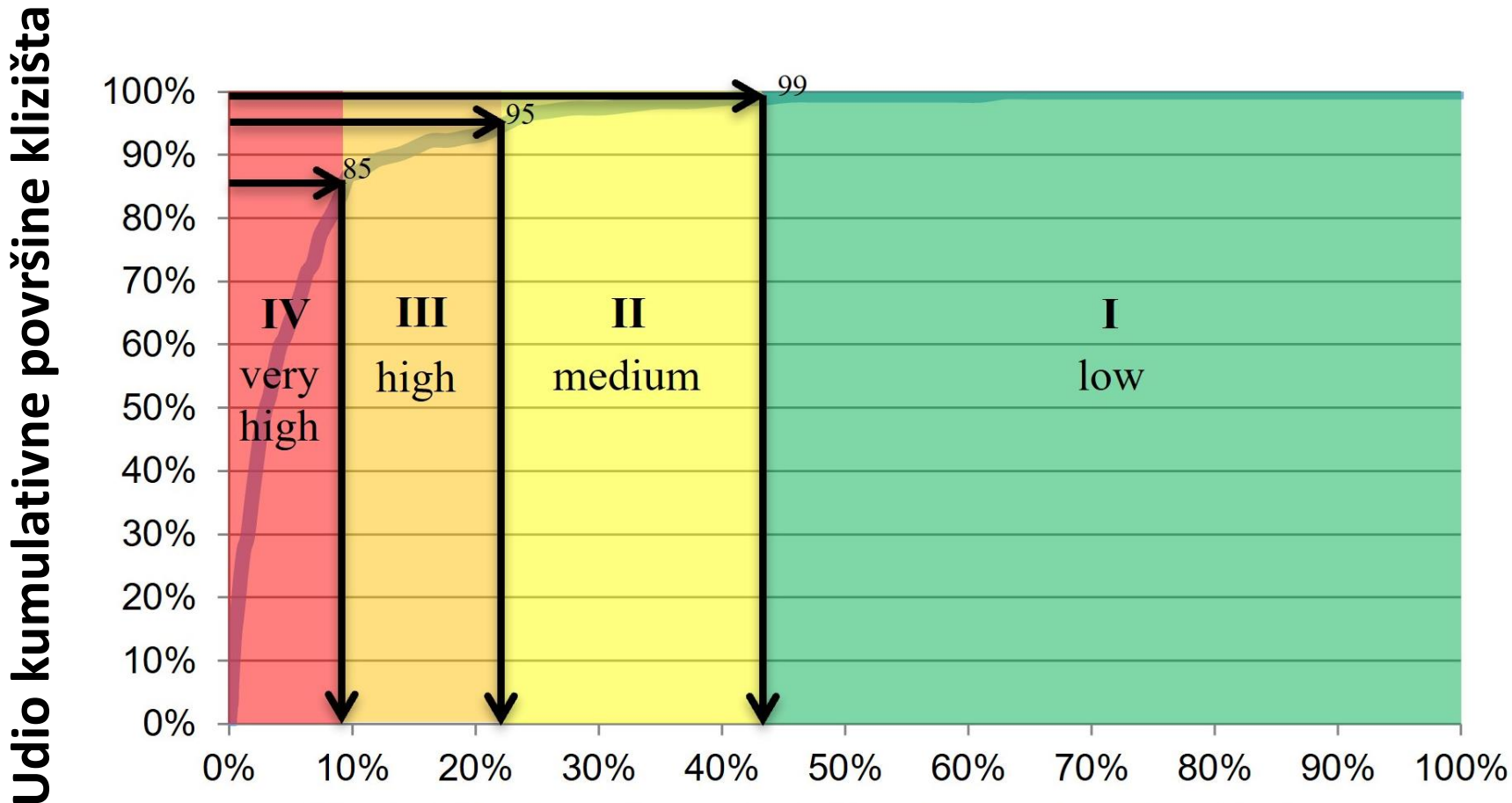
REZULTATI PREKLAPANJA FAKTORSKIH KARATA





PRIMJER

KLASIFIKACIJA KARTE PODLOŽNOSTI



Udio kumulativne površine podložnosti na klizanje

410000 415000 420000 425000 430000 435000 440000 445000



5050000

5045000

5040000

5035000


5030000

5025000



Tumač oznaka

- klizišta korištena za verifikaciju modela
- klizišta korištena za izradu modela
- naselja Grada Karlovca
- niska podložnost na klizanje
- srednja podložnost na klizanje
- visoka podložnost na klizanje
- vrlo visoka podložnost na klizanje



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

PROCJENA PODLOŽNOSTI NA KLIZANJE NA PODRUČJU GRADA KARLOVCA PRIMJENOM BIVARIJANTNE STATISTIČKE METODE
Diplomski rad

Mentorica prof.dr.sc. Snježana Mihalić Arbanas Komentorica dr.sc. Sanja Bernat Gazibara	Izradio Marko Sinčić, univ.bacc.ing.geol.
--	--

Datum	veljača, 2020.	Mjerilo	1:100 000	Prilog br.	1
-------	----------------	---------	-----------	------------	---

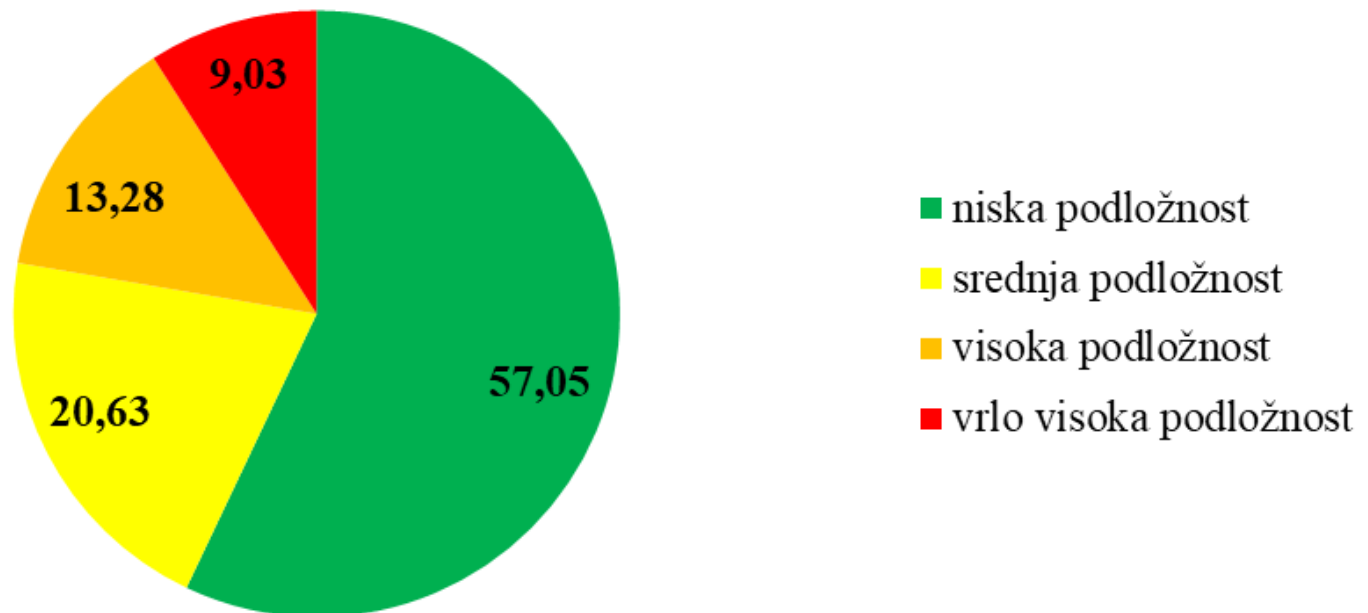








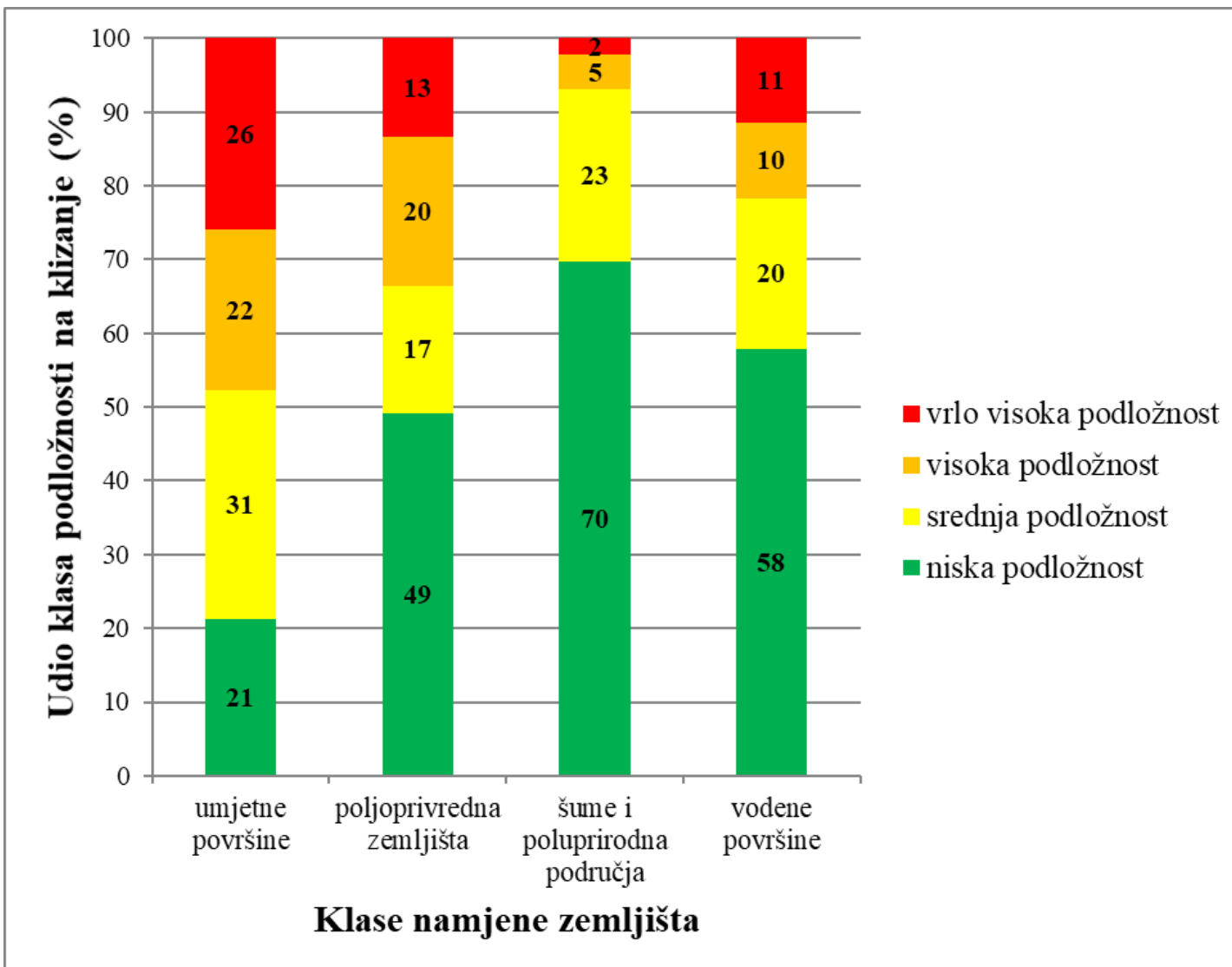
Površinski udio pojedine klase podložnosti u ukupnoj površini promatranog područja (%)



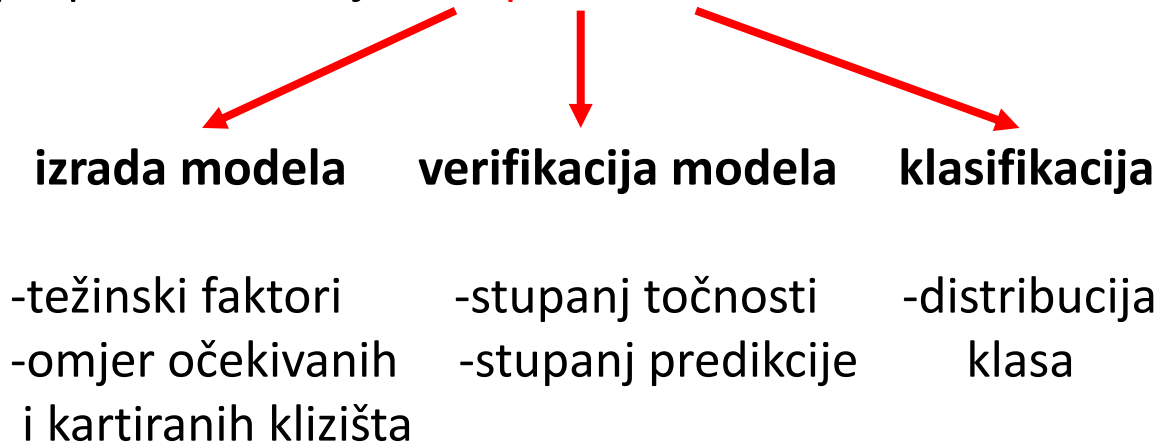


PRIMJER

STATISTIČKI PODACI



- **pouzdana:**
zadovoljeni su preduvjeti korištenja bivarijantne statistike (metoda WoE)
verifikacija - visoki stupanj točnosti i predikcije
- **preliminarna:**
iako dovoljni, ulazni podaci su ograničeni i nepotpuni
nepotpun inventar je **nereprezentativan**





PRIMJER

PRIMJENA I BUDUĆI KORACI

- **primjena:**
 - prikazuje područja na kojima postoji mogućnost pojave klizišta
 - ukazuje na visoki rizik klizanja za stanovništvo i materijalna dobra
 - podloga za buduća istraživanja
- **budući koraci:**
 - nastaviti kontinuirano praćenje nastanka klizišta
 - lasersko skeniranje iz zraka (LiDAR)
 - sustavnim kartiranjem na digitalnom modelu terena visoke rezolucije izraditi preciznu, pouzdanu i reprezentativnu kartu inventara klizišta
 - izrada **karte podložnosti u krupnom mjerilu**

karta hazarda

karta rizika

primjena ...



Hvala Vam na pažnji!