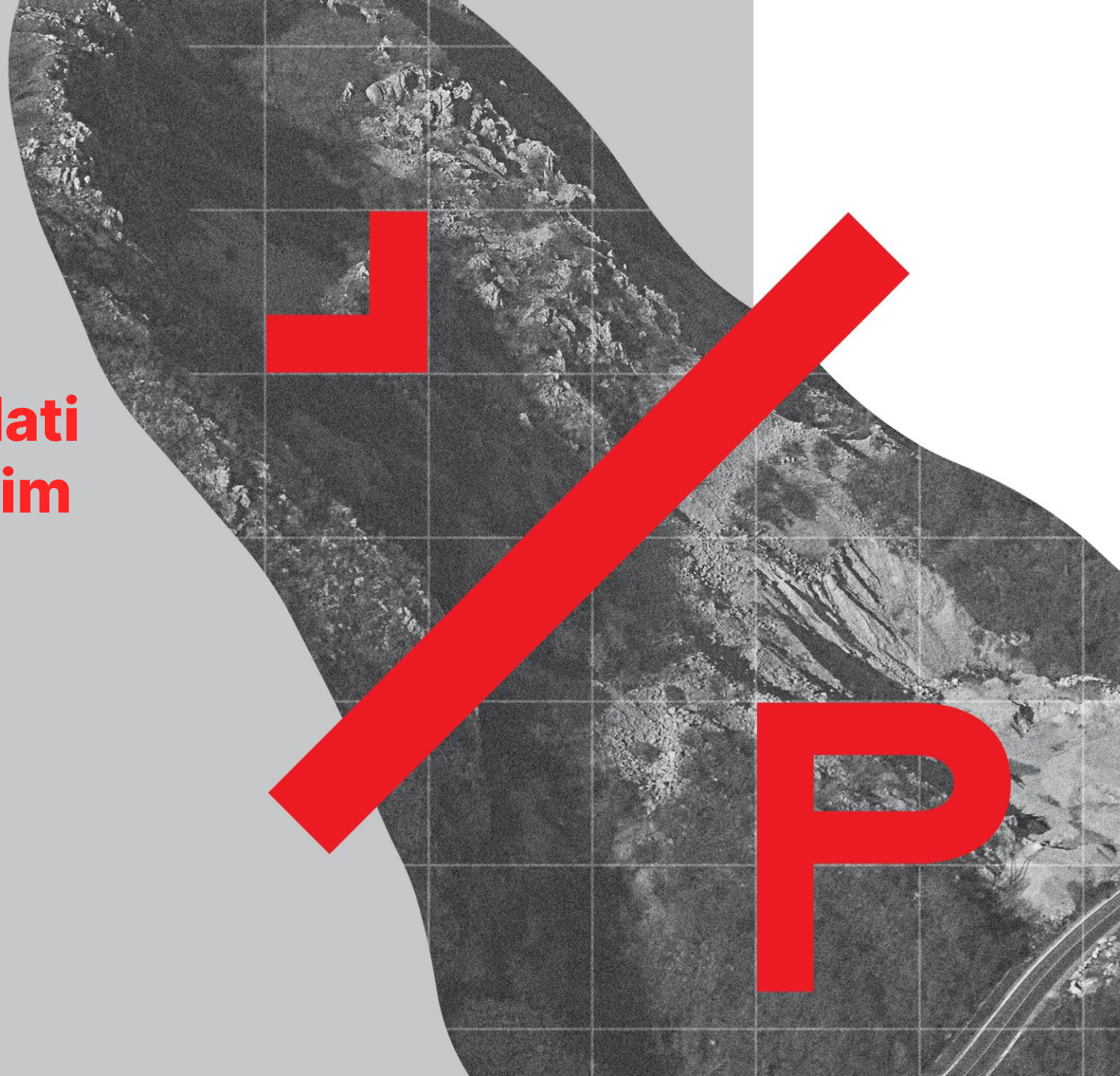


www.pri-mjer.hr

Katalozi oborina koje uzrokuju klizišta kao alati za prilagodbu klimatskim promjenama

doc. dr. sc. Petra Jagodnik

primijenjena
istraživanja klizišta
za razvoj mjera
ublažavanja
i prevencije rizika





Katalozi oborinskih događaja koji uzrokuju klizišta

Katalozi oborinskih događaja koji uzrokuju klizišta sadrže podatke o vremenu i mjestu pojavljivanja **klizišta** te podatke o **oborinama** koje su ih pokrenule.

Katalozi oborinskih događaja koji uzrokuju klizišta izrađeni u **projektu PRI-MJER** su **ogledni primjeri regionalnih kataloga** oborinskih događaja te kataloga oborinskih događaja koji uzrokuju ubrzano gibanje **pojedinačnih visoko rizičnih klizišta**.

Ovi **alati** su nužni za **analize učestalosti klizišta** i **oborina** koje ih pokreću, sa svrhom razvoja mjera ublažavanja i mjera pripravnosti na **državnoj, regionalnoj** i **lokalnoj** razini.

Katalozi oborinskih događaja koji uzrokuju klizišta

Projekt **PRI-MJER** izradio je **četiri kataloga** oborinskih događaja koji uzrokuju klizišta. To su:

- 1 Katalog oborinskih događaja SZ Hrvatske;**
- 2 Katalog oborinskih događaja Primorja i Istre;**
- 3 Katalog oborinskih događaja klizišta Kostanjek;**
- 4 Katalog oborinskih događaja klizišta Donji Priselci.**





Katalog oborinskih događaja Primorja i Istre

- sadrži podatke o datumima aktiviranja klizišta tijekom ukupno **25 oborinskih događaja**
- **u Primorju** je evidentirano **11** oborinskih događaja u razdoblju od rujna **2001.** godine do studenoga **2011.** godine
- **u Istri** je evidentirano **14** oborinskih događaja u razdoblju od siječnja **2005.** do rujna **2022.** godine
- na oba pilot područja je prosječno trajanje oborinskih događaja **osam dana**
- **u Istri** su se klizišta masovno pojavila u prosincu **2020. godine** te u rujnu **2022.** godine
- najmlađe pojave klizišta u Primorju evidentirane su u studenome **2022. godine**



Vinodolska općina, 2022.

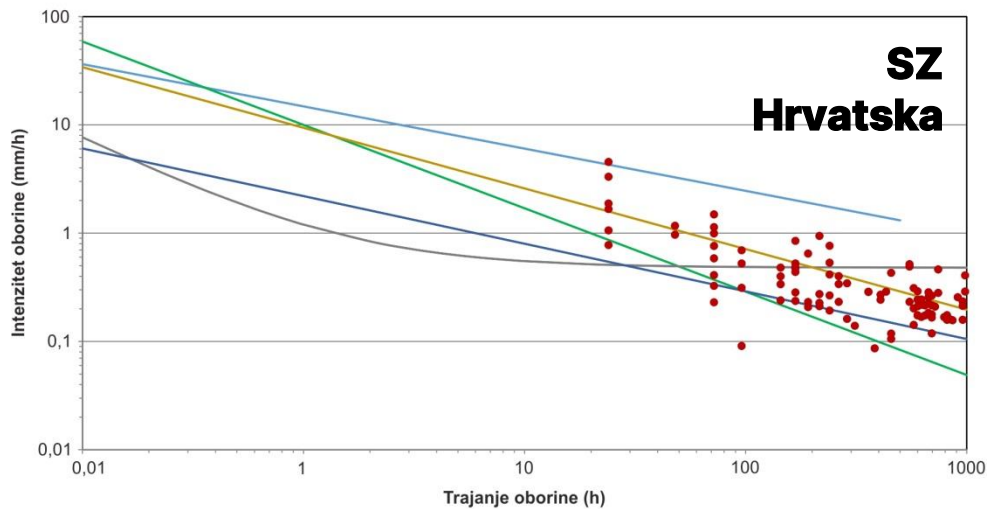


Općina Motovun, 2020.

Oborinski uvjeti pojavljivanja klizišta

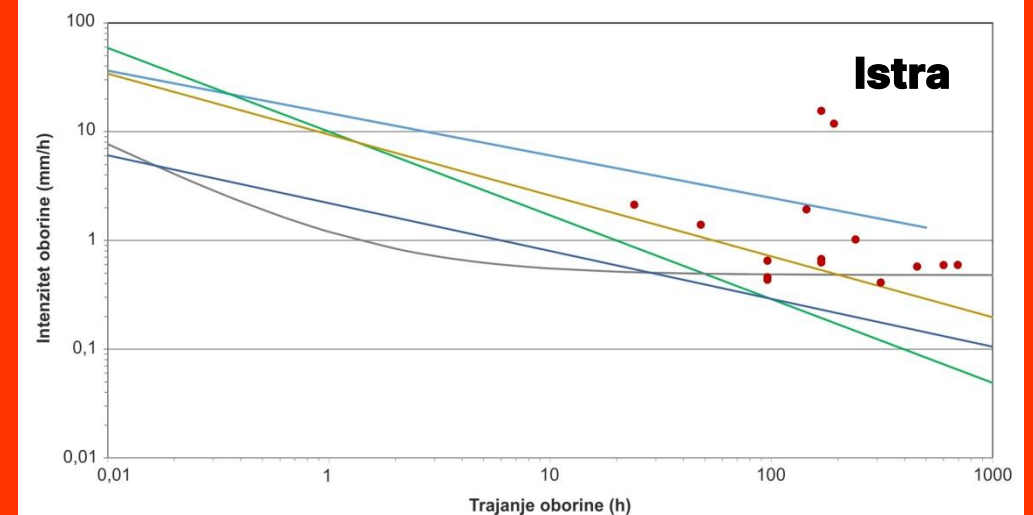
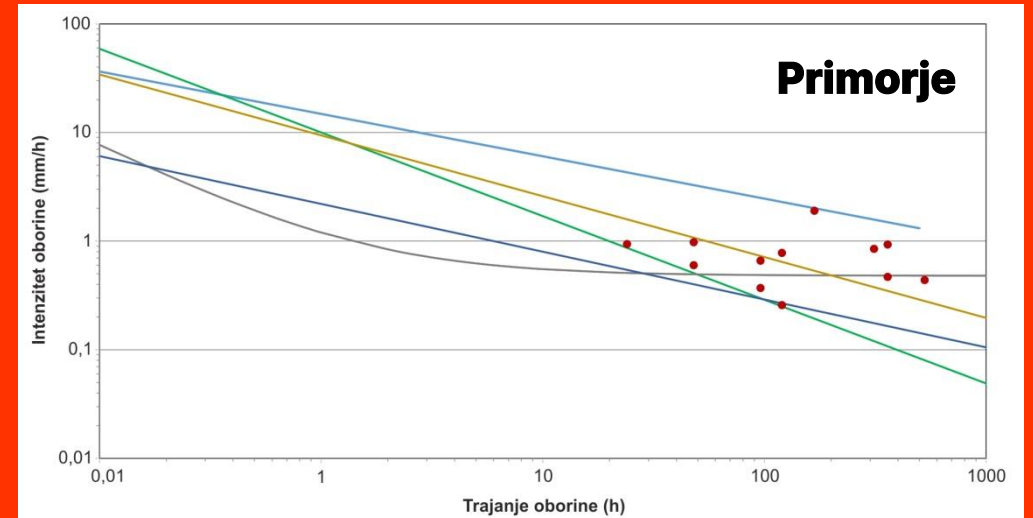
Za svaki oborinski događaj iz regionalnih kataloga određeni su **trajanje** oborine, **kumulativna oborina** te **intenzitet** oborine. Podaci su prikupljeni s reprezentativnih meteoroloških postaja DHMZ-a, ovisno o položaju klizišta.

U okviru projekta **PRI-MJER** definirane su **granične vrijednosti** oborina koje iniciraju masovnu pojavu klizišta. Uspostavljen je okvir za razvoj **regionalnog sustava ranog upozoravanja** na klizišta.



● Klizišta evidentirana u regionalnim katalogima SZ Hrvatske, Primorja i Istre

— Caine (1980)
— Clarizia i dr. (1996)
— Crosta i Frattini (2001)
— Guzzetti i dr. (2007)
— Guzzetti i dr. (2008)



Učestalost oborinskih događaja koji uzrokuju klizišta

Trajanja kišnih razdoblja prije pokretanja klizišta u Primorju i Istri su relativno **kratka**, ali s **intenzivnom oborinom**.

Klizištima su prethodila kišna razdoblja koja su, uz prekide do 3 dana, dosegala **12 dana**. Pri tome su na duljim vremenskim skalama i **do 80 dana** prije pojava klizišta u Primorju i Istri prevladavale **vrlo kišne prilike**.

Pilot područje	Datum aktiviranja klizišta	Lokacija klizišta	Postaja	Kišno razdoblje		
				Trajanje, N (dan)	Pripadna količina oborina R-N (mm)	Povratno razdoblje događaja (T-N)
PRIMORJE	3.2.2014.	Grižane	Novi V.	7	99,8	2
	4.2.2018.	Bribir	Novi V.	6	63,2	1
	18.11.2022.	Bribir	Novi V.	10	320	16
ISTRA	5.11.2019.	Butoniga, Pazin	Botonega	9	75,1	1
			Pazin	9	119,4	2
	8.12.2020.	Motovun	Botonega	12	207,4	38
	28.9.2022.	Kašćerga, Zamask	Botonega	6	277,1	199

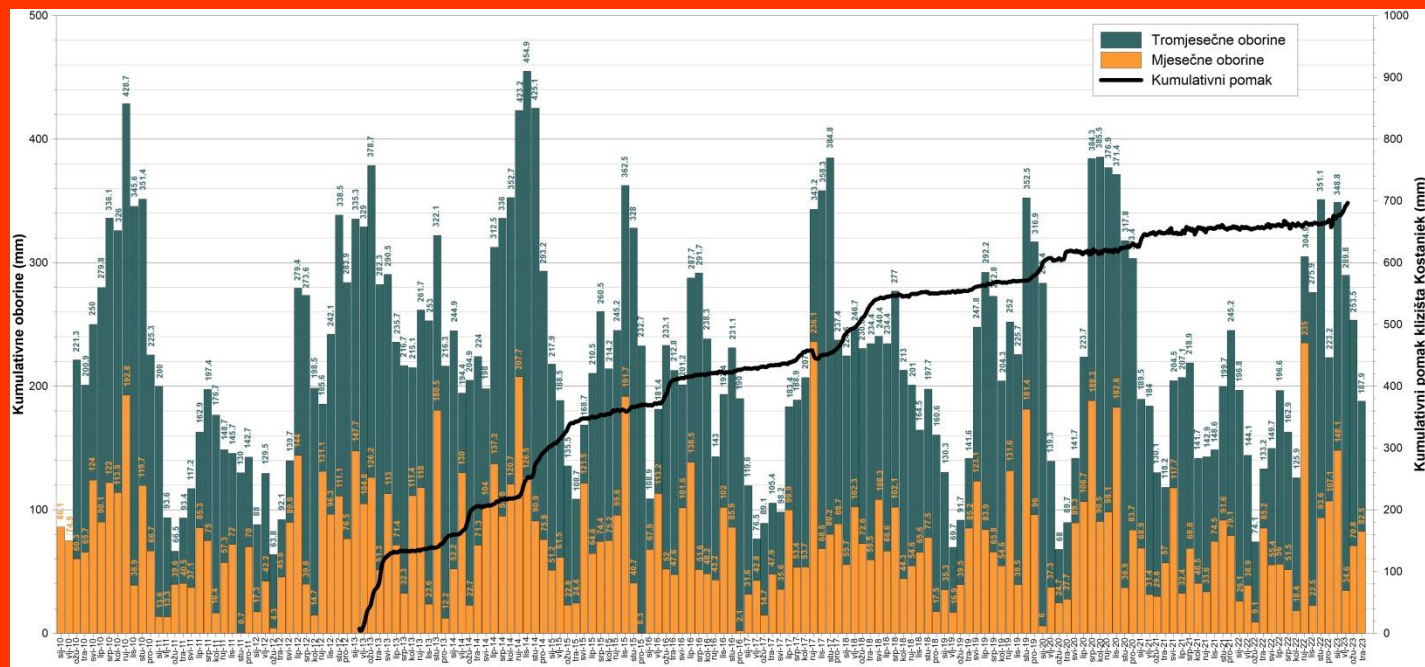
Trajanja kišnih razdoblja prije pokretanja klizišta u SZ Hrvatskoj su relativno **duga**. Klizištima su prethodila kišna razdoblja koja su, uz prekide do 3 dana, dosegala **45 dana**. Pri tome su na vremenskim skalama i **do 100 dana** prije pojave klizišta u SZ Hrvatskoj prevladavale **vrlo kišne do ekstremno kišne prilike**.

Datum aktiviranja klizišta	Lokacija klizišta	Postaja	Kišno razdoblje		
			Trajanje N (dan)	Pripadna količina oborina R-N (mm)	Povratno razdoblje događaja (T-N)
30.3.2013.	Bednja (> 900 klizišta)	Varaždin	23	123,1	3
		Zg-Grič	26	135,7	7
		Zabok	26	151,8	NA
25.2.2014.	Sesvete	Zg-Grič	45	180,0	NA
		Zg-Maksimir	41	197,6	NA
13.3.2018.	Ivanec	Zabok	43	182,0	NA
		Zg-Grič	26	60,2	1

Katalog oborinskih događaja klizišta Kostanjek

Praćenje gibanja klizišta Kostanjek je **kontinuirano** od **siječnja 2013.** godine. Zabilježeno je **9 razdoblja ubrzanog gibanja** klizišta. Tijekom tih razdoblja dogodilo se preko 90 % pomaka. Brzine gibanja klizišta su bile do 4 mm/dan.

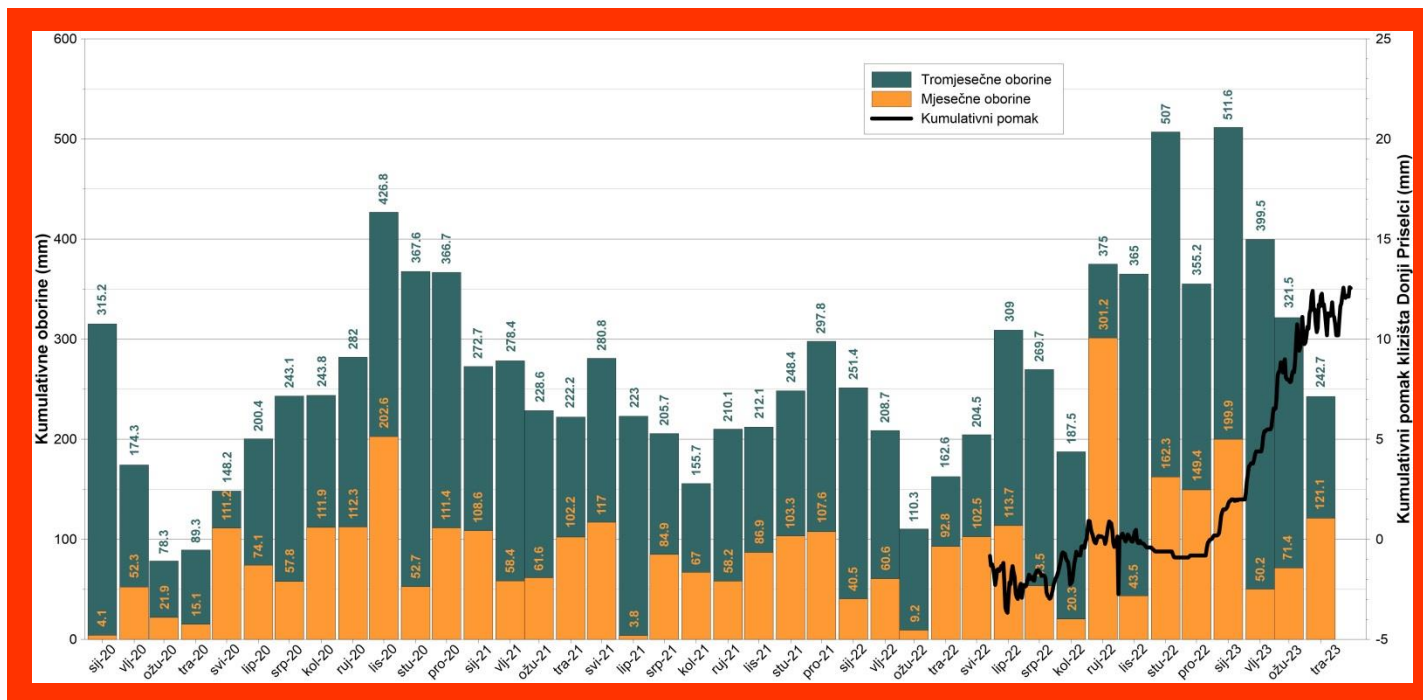
- **oborine** koje uzrokuju reaktivaciju klizišta Kostanjek događaju se tijekom razdoblja **od rujna do travnja**
- mjesečne oborine tijekom mjeseci rujna, listopad i studeni bile su 39 do 141 % **više od prosječnih** mjesečnih oborina
- mjesečne oborine koje su prethodile razdoblju rujna-prosinac općenito su bile vlažnije od prosjeka



Razdoblja ubrzanog gibanja		
R. br.	početak	kraj
1.	22.1.2013.	24.5.2013.
2.	6.11.2013.	12.12.2013.
3.	23.1.2014.	1.4.2014.
4.	1.9.2013.	3.10.2014.
5.	19.10.2014.	5.3.2015.
6.	12.2.2016.	25.3.2016.
7.	11.12.2017.	11.4.2018.
8.	7.11.2019.	6.1.2020.
9.	15.12.2022.	10.2.2023.

Katalog oborinskih događaja klizišta Donji Priselci

Praćenje gibanja klizišta te oborina je **uspostavljeno** u okviru projekta **PRI-MJER**, u svibnju **2022.** godine. Zabilježeno je **jedno razdoblje ubrzanog gibanja**, koje je trajalo od **prosinca 2022. godine do ožujka 2023. godine.**



- pokretanje klizišta uzrokuje kombinacija od **minimalno dva mjeseca iznadprosječnih mjesečnih i iznadprosječnih tromjesečnih oborina**
- pri tome, mjesečne i tromjesečne oborine moraju biti **oko ili preko 100 % više od prosjeka**
- vrlo visoka mjesečna oborina, no bez prethodno iznadprosječnih vlažnih mjeseci, nije dovoljna da uzrokuje gibanje klizišta
- na pokretanje klizišta ima utjecaj i **evapotranspiracija**
- zato oborinski događaji tijekom ljetnih mjeseci, kada je evapotranspiracija veća, moraju biti znatno veći nego događaji tijekom kraja jeseni i zime

Utjecaj klimatskih promjena na pojave klizišta

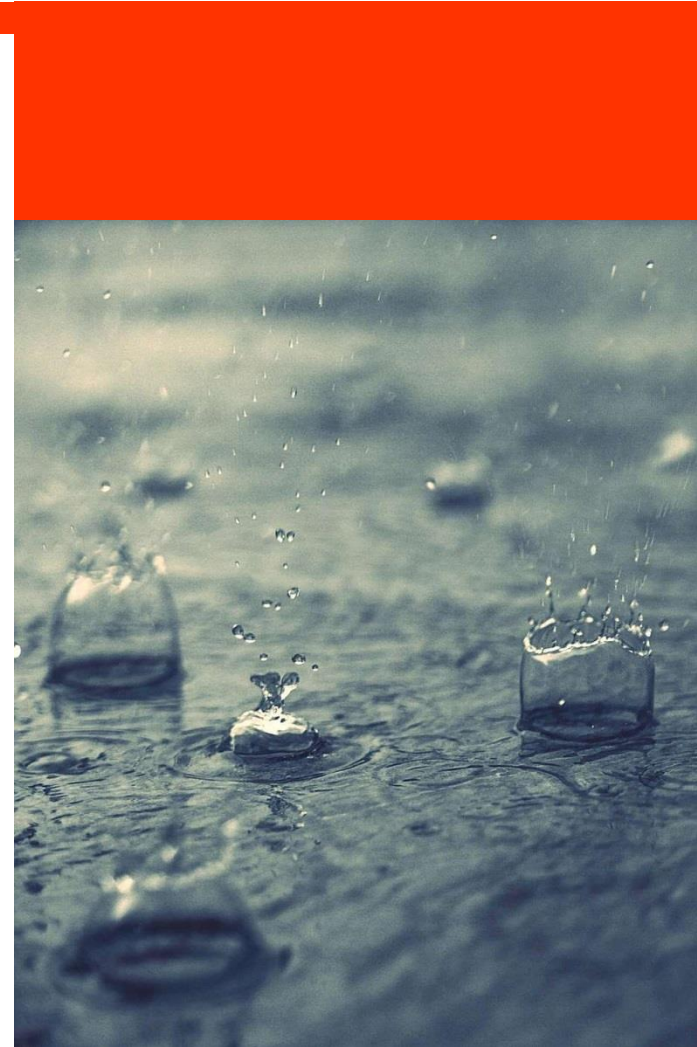
Na istraživanim **pilot područjima** utvrđen je prevladavajući **trend povećanja ukupnih količina oborina** tijekom **jeseni** i **zime** te prevladavajući **trend smanjenja ukupnih količina oborine** tijekom **proljeća** i **ljeta**.

Povećanje ukupnih količina oborina tijekom jeseni i zime ujedno je praćen **intenzivnijim oborinama**, osobito u **jesen**.

U **sjeverozapadnoj Hrvatskoj** utvrđen je i prevladavajući **porast jesenskih i proljetnih maksimalnih višednevnih količina oborine**.

Prema rezultatima klimatskih projekcija za buduće razdoblje **2041. – 2070.** godine, u Republici Hrvatskoj očekuje se **porast ukupne količine oborine** u jesenskim i zimskim mjesecima, a u unutrašnjosti Hrvatske i tijekom proljeća.

S obzirom da se upravo u tim sezonama najčešće pojavljuju klizišta, zaključak je da je u Republici Hrvatskoj **uslijed klimatskih promjena moguća povećana učestalost klizišta iniciranih oborinom**.



Mjere i smjernice za prilagodbu klimatskim promjenama



Projekt **PRI-MJER** predlaže sljedeće mjere i smjernice za prilagodbu klimatskim promjenama:

- 1 Uspostavljanje jedinstvene nacionalne baze klizišta u Republici Hrvatskoj.**
- 2 Instalacija većeg broja kišomjera u područjima visoke podložnosti na klizanje.**
- 3 Primjena radarskih podataka u analizi oborinskih događaja kao pokretača klizišta.**
- 4 Obaveza praćenja satnih i prethodnih oborina u monitoringu pojedinačnih klizišta.**
- 5 Instalacija meteoroloških stanica uz pojedinačna klizišta za mjerenje dodatnih meteoroloških parametara.**
- 6 Provođenje analiza oborina koje uzrokuju ubrzano gibanje pojedinačnih klizišta ovisno o godišnjim dobima.**