

# HIDROLOGIJA PAZINČICE – POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE I KLIMATSKE PROMJENE

izv.prof. Josip Rubinić

Građevinski fakultet u Rijeci



Učinimo nevidljivo vidljivim

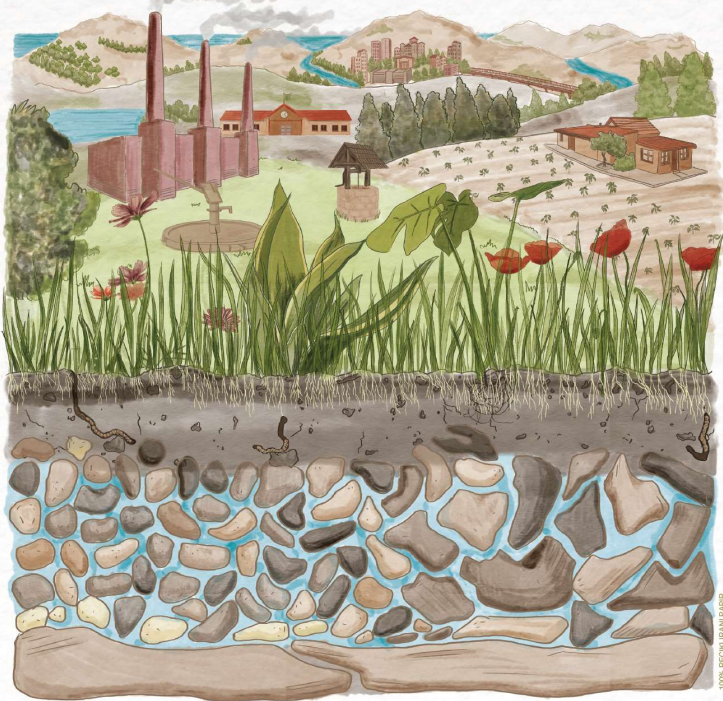
Pazin, 22.3.2022.

## PODZEMNE VODE: učinimo nevidljivo vidljivim



2022. Podzemne vode

Daleko od očiju, pod našim nogama, podzemne vode su skriveno blago koje obogaćuje naše živote. Naša voda za piće i higijena, naša opskrba hranom i prirodni okoliš – sve to počiva na podzemnim vodama.



 **REPUBLIKA HRVATSKA**  
Ministarstvo gospodarstva  
i održivog razvoja



Istru ja va srcu nosin...

Drago Opašić Billy

Odlukom generalne skupštine UN -  
obilježavanje dana voda počevši od 1993.

## Predstavljanje dijela rezultata projekta

# ISTRAŽIVANJE DINAMIKE PROTJECANJA VODA U SLIVU PAZINČICE I S NJIME POVEZANIM VODNIM RESURSIMA KRŠKOG VODONOSNIKA SREDIŠNJE ISTRE Rijeka (2020)

Voditelj projekta:	doc. dr. sc. Josip Rubinić
Vodeći član	doc. dr. sc. Josip Rubinić
Sveučilište u Rijeci,	doc. dr. sc. Nino Krvavica
Građevinski fakultet	Maja Radišić, mag. ing. aedif. doc. dr. sc. Bojana Horvat doc. dr. sc. Igor Ružić Duje Kalajžić dr.sc. Ivan Güttler, DHMZ Goran Gašparac, mag.phys.-geophys., DHMZ
Sveučilište u Zagrebu,	prof.dr.sc. Ranko Biondić
Geotehnički fakultet	prof. emeritus Božidar Biondić, dipl.ing.geol. izv. prof. dr. sc. Hrvoje Meaški
Dinaric Hub d.o.o.	dr. sc. Petra Kovač Konrad Dalibor Jirkal Branko Jalžić
s podizvoditeljem:	
Speleološko društvo „Istra“	Mladen Jekić

# ISHODIŠTA PROJEKTA

---

**Projektni zadatak za izradu Plana očuvanja i valorizacije područja sliva Pazinčice“** (Bieco, 2016) je nakon provedenih konzultacija i dopuna prema zahtjevima uključenih subjekata javno predstavljen u Pazinu dne 9.6.2016.

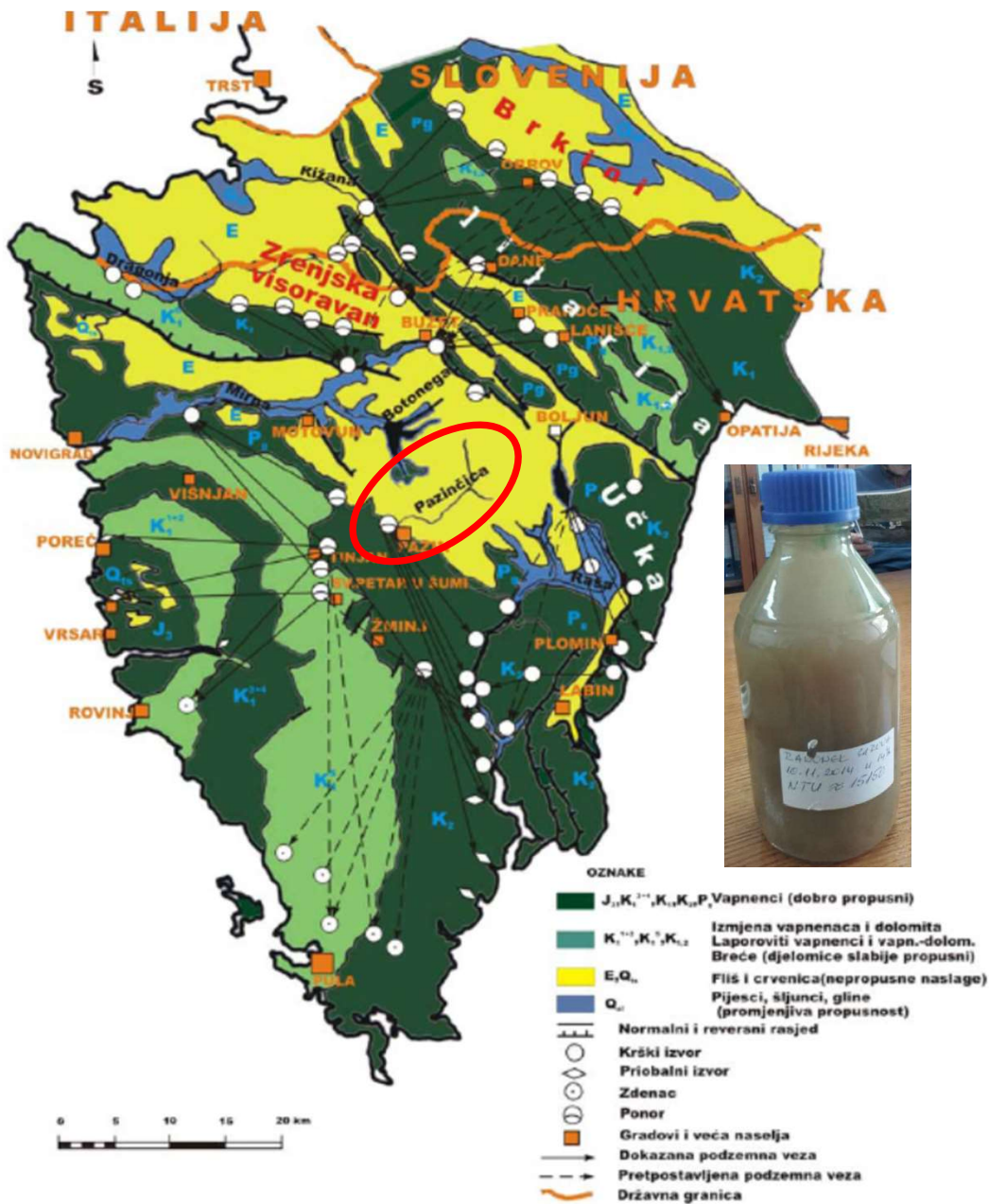
## PROJEKTNII ZADATAK

### ZA IZRADU PLANA OČUVANJA I VALORIZACIJE PODRUČJA SLIVA PAZINČICE



Predmetni projektni zadatak **prihvaćen je od strane Grada Pazina** odlukom njegovog Gradskog vijeća (Službene novine Grada Pazina i Općina Cerovlje, Gračišće, Karojba, Lupoglav, Motovun i Sveti Petar u Šumi, 30/2016) , kao i **Općine Cerovlje** Odlukom njenog Općinskog vijeća (Službene novine Grada Pazina i Općina Cerovlje ... 36/2016).

# ISHODIŠTA PROJEKTA



# ISHODIŠTA PROJEKTA

---



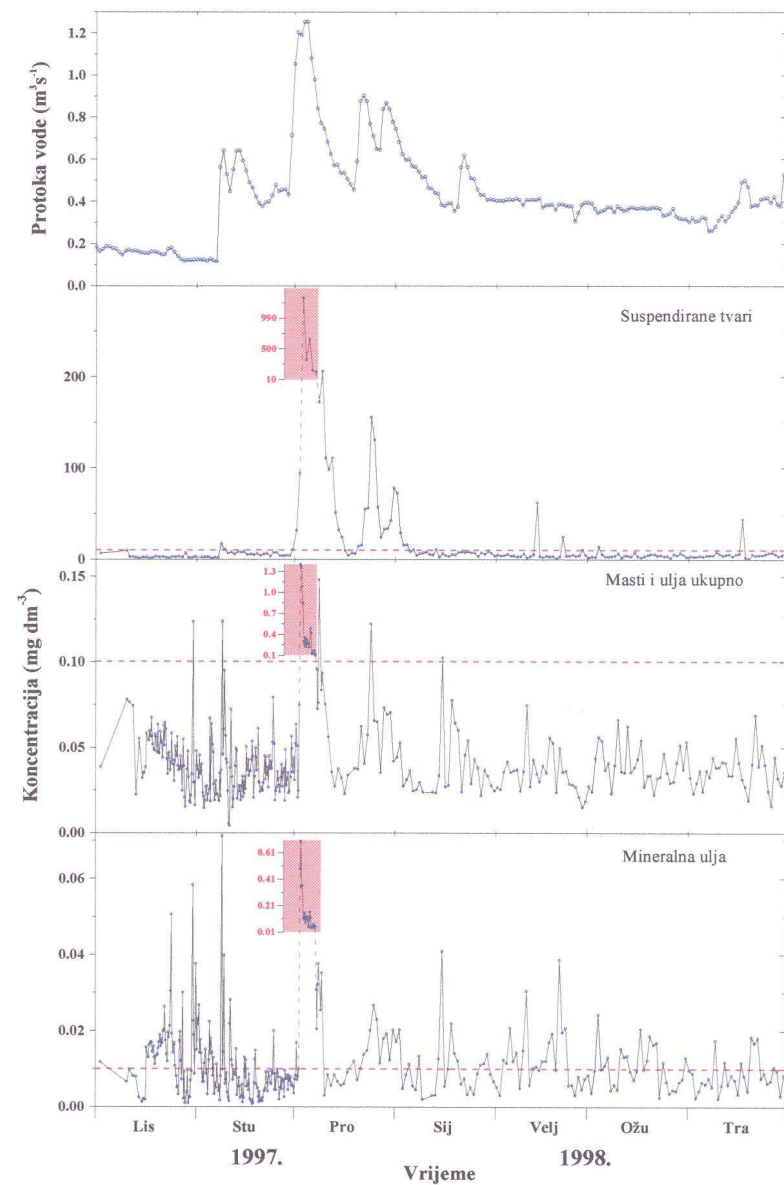
- Velike poplave 1896., 1928., 1964., 1993., ali i prije i kasnije bilo je značajnijih plavljenja ponorne zone - prostora pred Pazinskom jamom (2014)

# ISHODIŠTA PROJEKTA



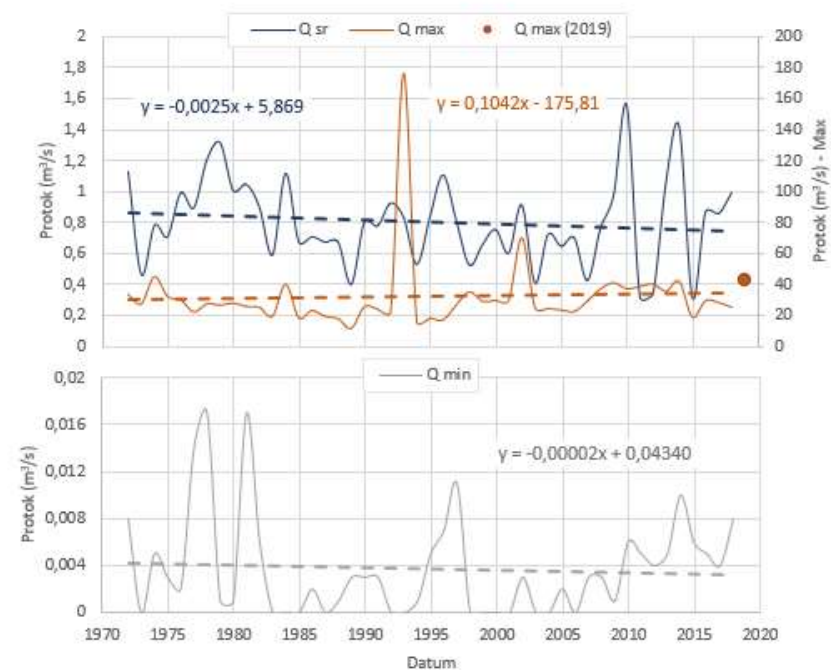
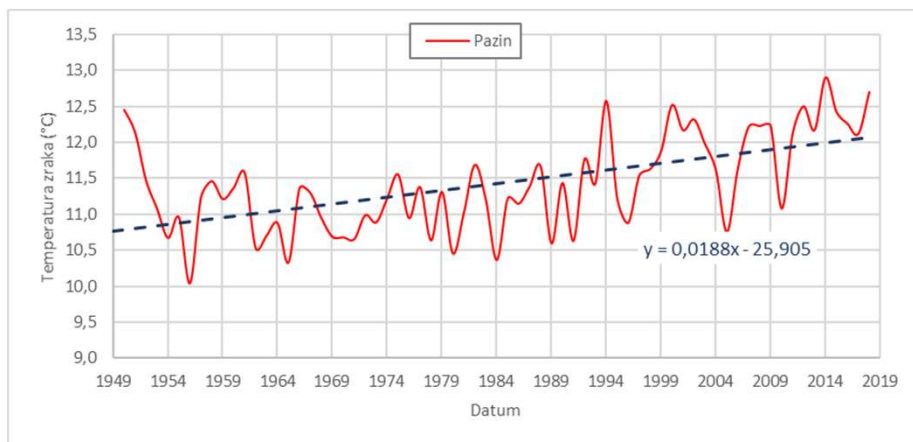
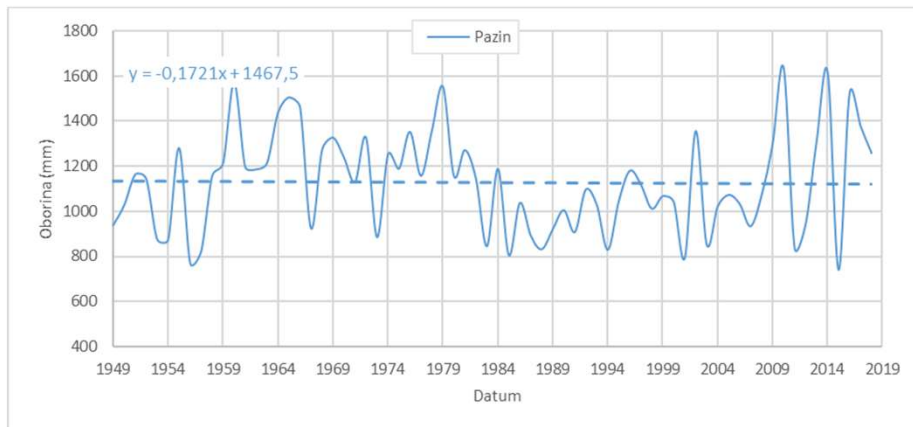
Slika 1. Pregledna situacija opažakih mjesta

Izlijevanje mazuta u  
Ponor Pazinčice 1997.



Slika 4. Stanje na izvoru Rakonek nakon incidenta (--- MDK).

# ISHODIŠTA PROJEKTA



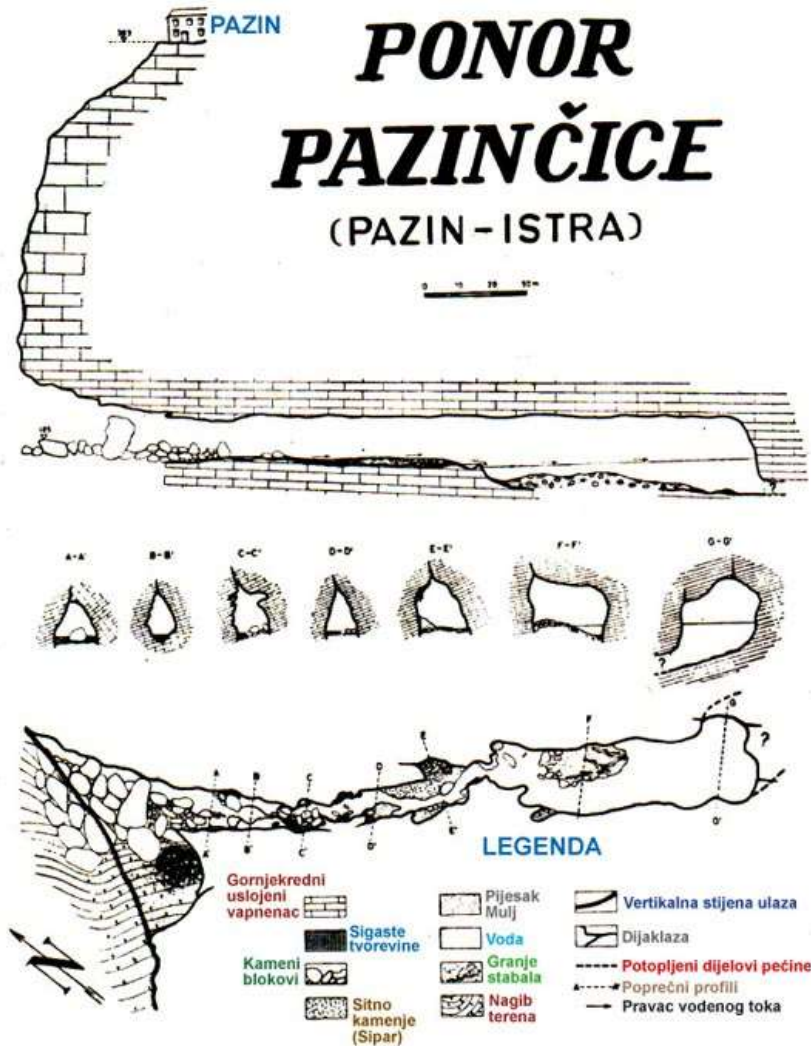
Slika 3.5.3. Hod karakterističnih godišnjih vrijednosti srednjih, maksimalnih i minimalnih protoka zabilježenih na postaji Dubravica (1972.-2018.) i njihov trend

Hod godišnjih količina oborina i temperatura – Pazin

# ISHODIŠTA PROJEKTA

- Aktivnosti:

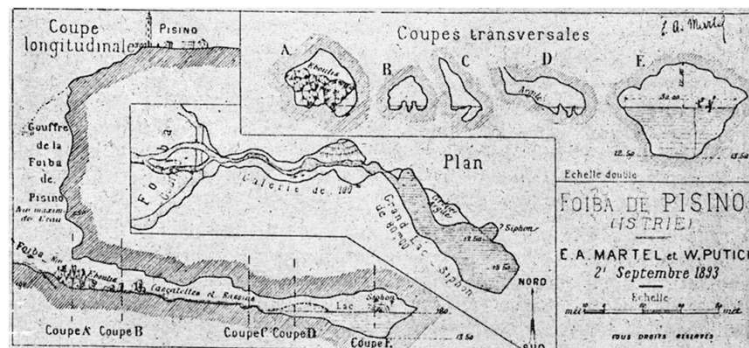
- građanske inicijative „Naš potok”,
- Grada Pazina,
- Općine Cerovlje,
- Hrvatskih voda



# ISHODIŠTA I REALIZACIJA PROJEKTA

Vrijednost Pazinčice i njenog ponora prepoznata je od strane niza istraživača, počev od **Martela** još na kraju 19 stoljeća.

Kao posebno vrijedan dokument i u smislu zapisa o povijesti i rezultatima tih istraživanja na Pazinčici i njenjoj prirodnoj i kulturno-povijesnoj baštini posebno vrijedi istaknuti monografiju **Nevine Feresini** (2012), objavljenu na hrvatskom 30 godina nakon njenog talijanskog izdanja.



Nerina Feresini

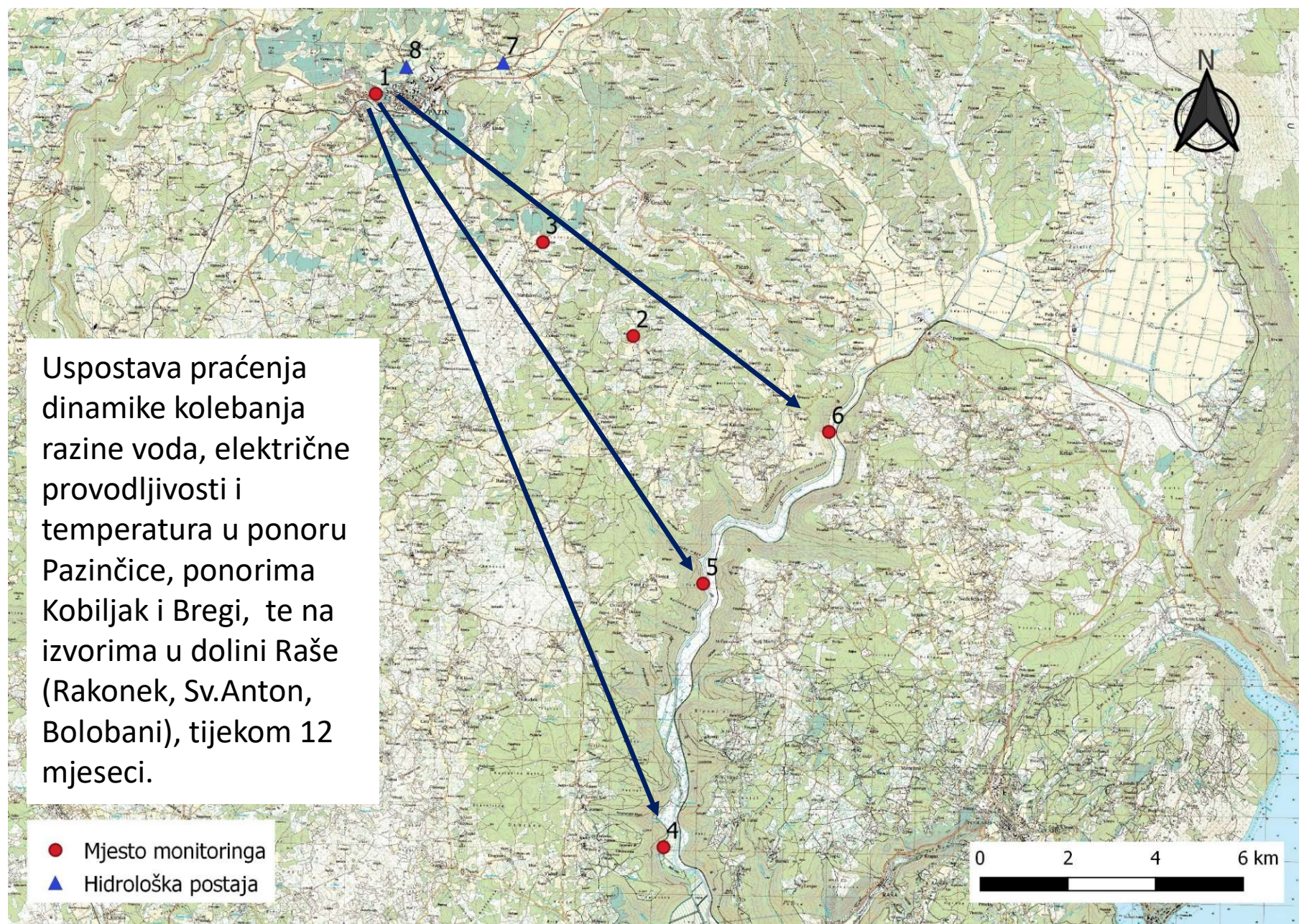
## La foiba di Pisino Pazinska jama



Comunità degli Italiani di Pisino  
Zajednica Talijana Pazin

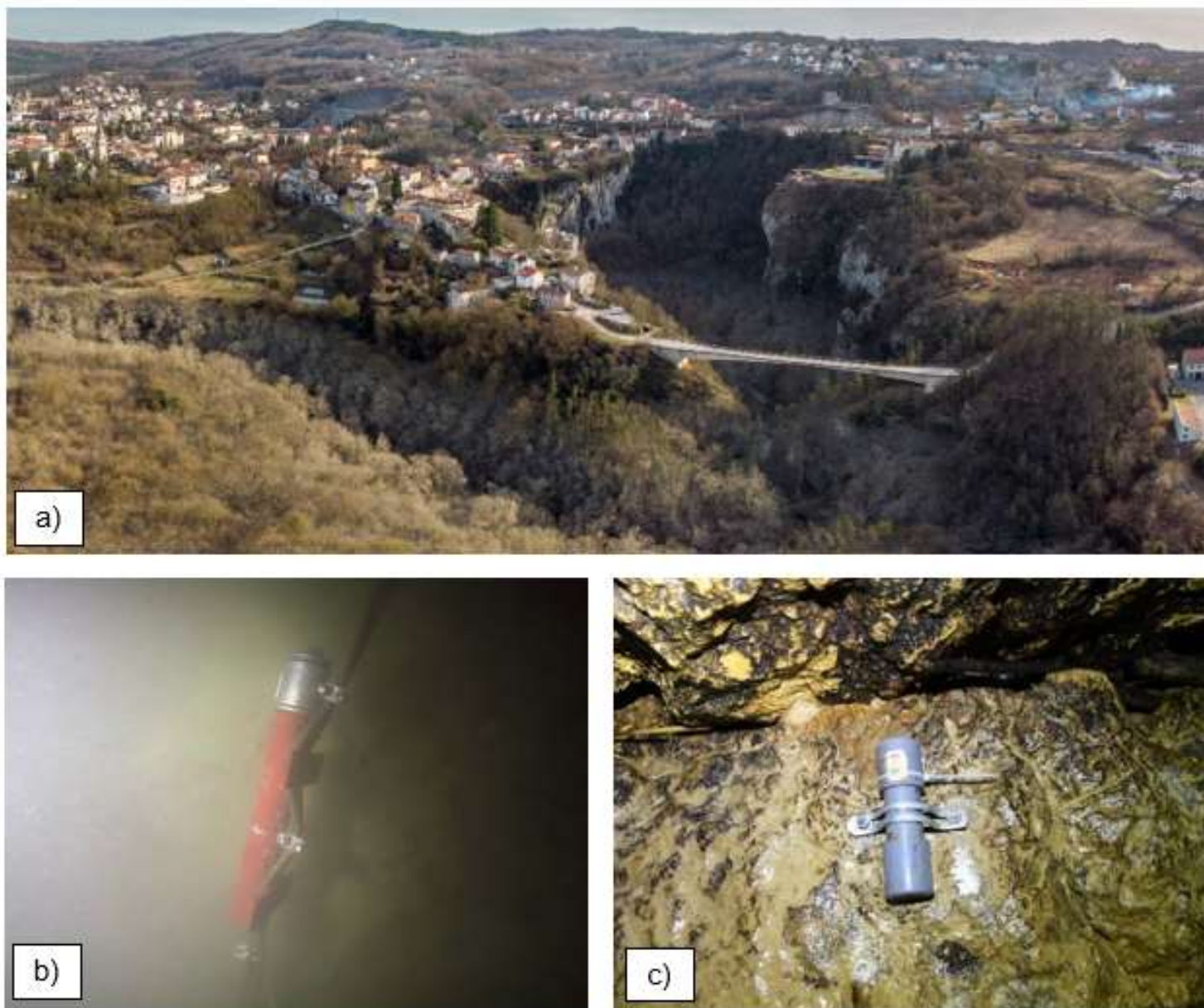
Realizacija studije obuhvaćena je točkama 3.1 te 3.6 načelnog projektnog zadatka za izradu **Plana očuvanja i valorizacije područja sliva Pazinčice iz 2016. godine.**

# DOPUNSKI MONITORING - izvorišta



Prikaz lokacija pozicija monitoringa (1 – Jama Pazinčica, 2 – Jama Kobiljak, 3 – Jama Bregi, 4 – izvor Rakonek, 5 – izvor Sv.Anton, 6 – izvor Bolobani) i hidroloških postaja (7 – Dubravica-Pazinčica, 8 – Most Rijavac-Pazinčica)

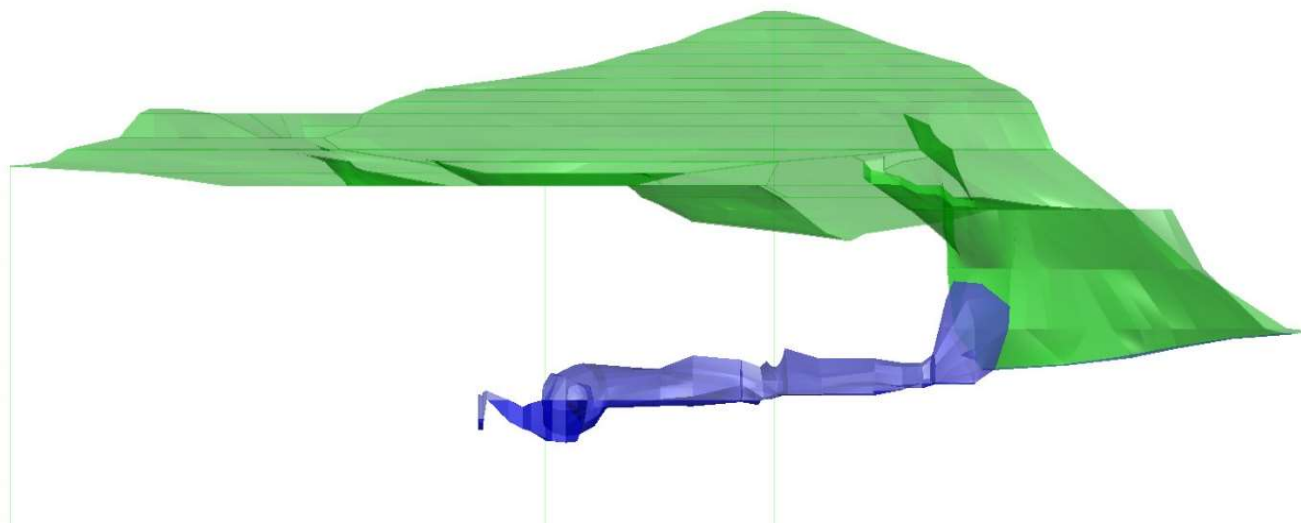
# DOPUNSKI MONITORING – Pazinska jama



Slika 2.3.3. a) Pogled na ponorsku zonu Pazinske jame i predponorski prostor kanionskog dijela toka Pazinčić. b) data-logger postavljen pod vodom i c) mjerni instrument postavljen na ulazu u Pazinsku jamu



# DOPUNSKI MONITORING – Pazinska jama

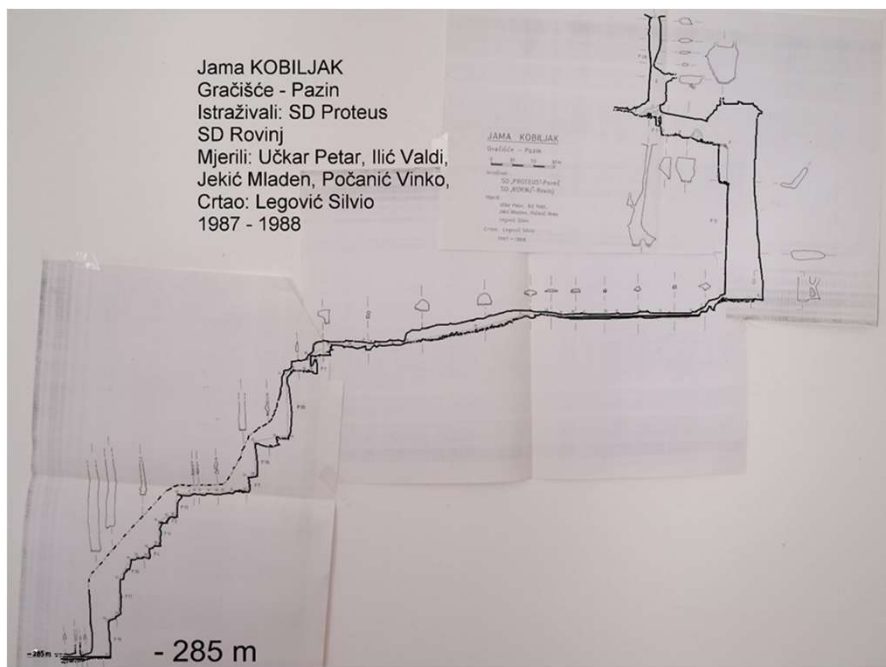


3D prikaz Pazinske jame

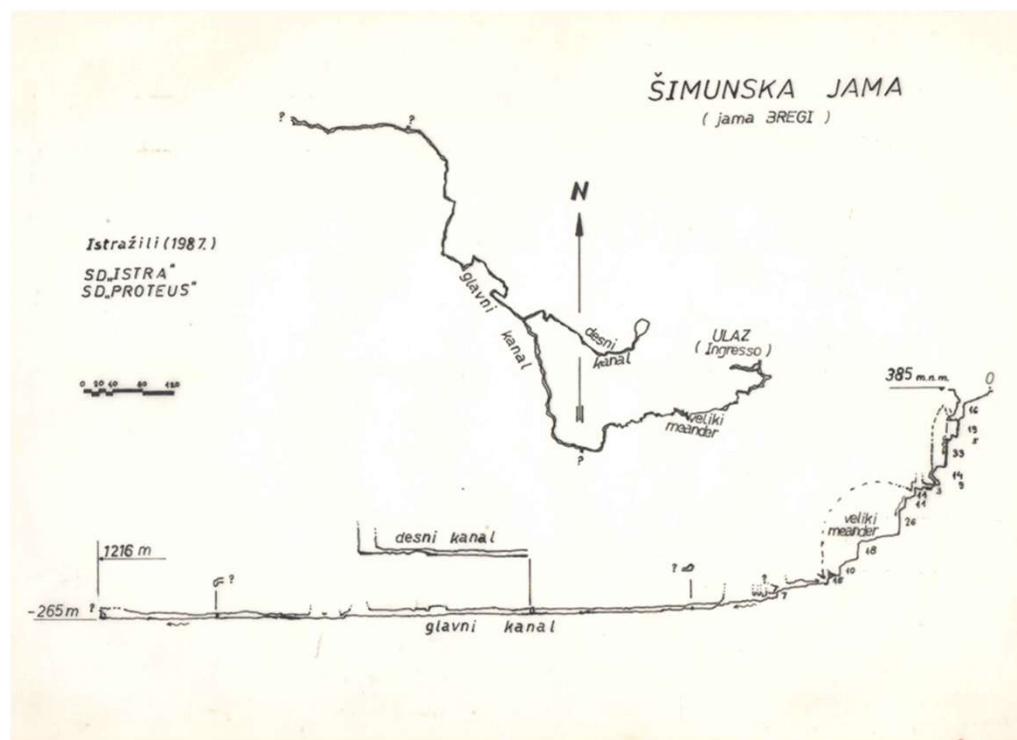
Tablica 3.8.1. Volumenski parametri

Volumen kanala cijelog objekta (od ulaznog <u>previsa</u> )	62.964 m <sup>3</sup>
Volumen kanala cijelog objekta (od ulaza u glavni kanal)	46.589 m <sup>3</sup>
Volumen ulaznog dijela- <u>polušpilje</u> (od <u>previsa</u> do ulaza u glavni kanal)	16.375 m <sup>3</sup>
Volumen glavnog kanala od ulaza u kanal do <u>Martelovog jezera</u>	9.537 m <sup>3</sup>
Volumen zraka dvorane iznad <u>Martelovog jezera</u>	26.109 m <sup>3</sup>
Volumen potopljenog dijela <u>Martelovog jezera</u>	9.423 m <sup>3</sup>
Volumen kanala sifona -potopljeno	697 m <sup>3</sup>
Volumen kanala iza sifona -zrak	643 m <sup>3</sup>
Volumen vode u kanalu iza sifona	180 m <sup>3</sup>
Volumen naplavina u <u>Martelovom jezeru</u>	2.935 m <sup>3</sup>

# DOPUNSKI MONITORING – Pazinska jama

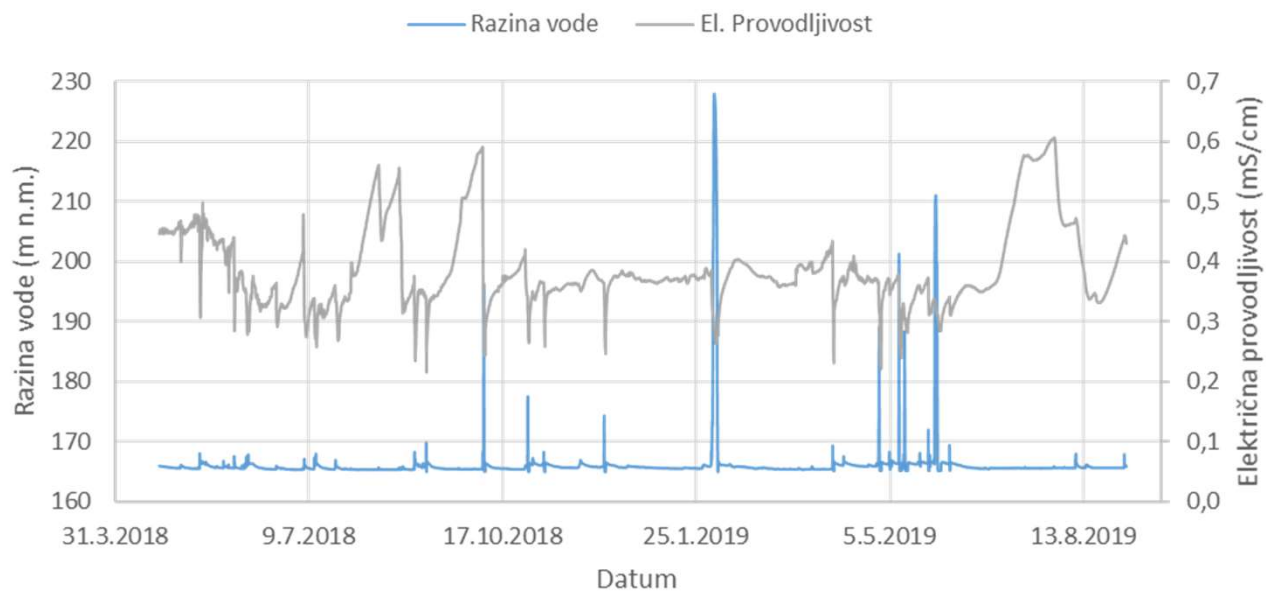
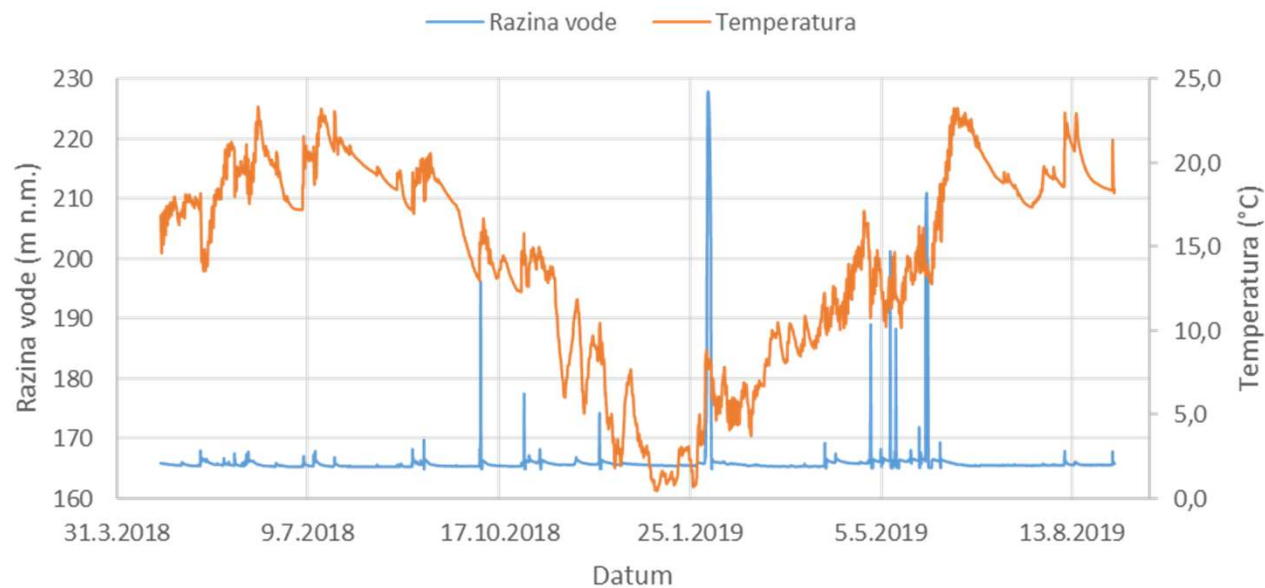


Profil jame Kobiljak, 1987.-1988. (nacrt izradio: Silvio Legović)

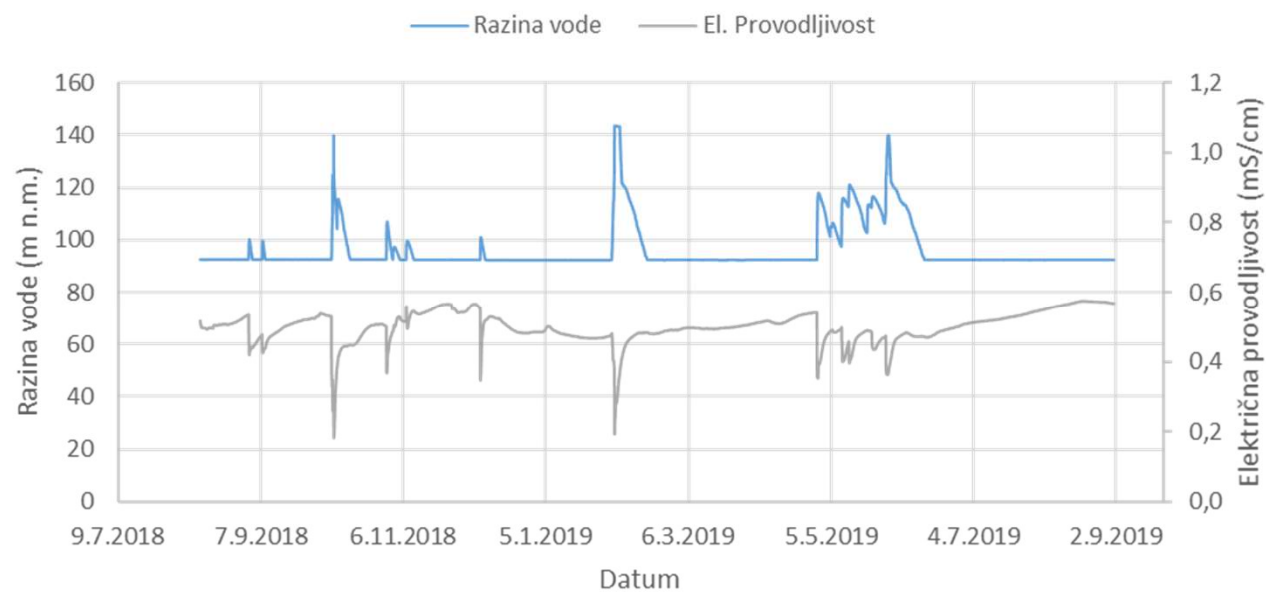
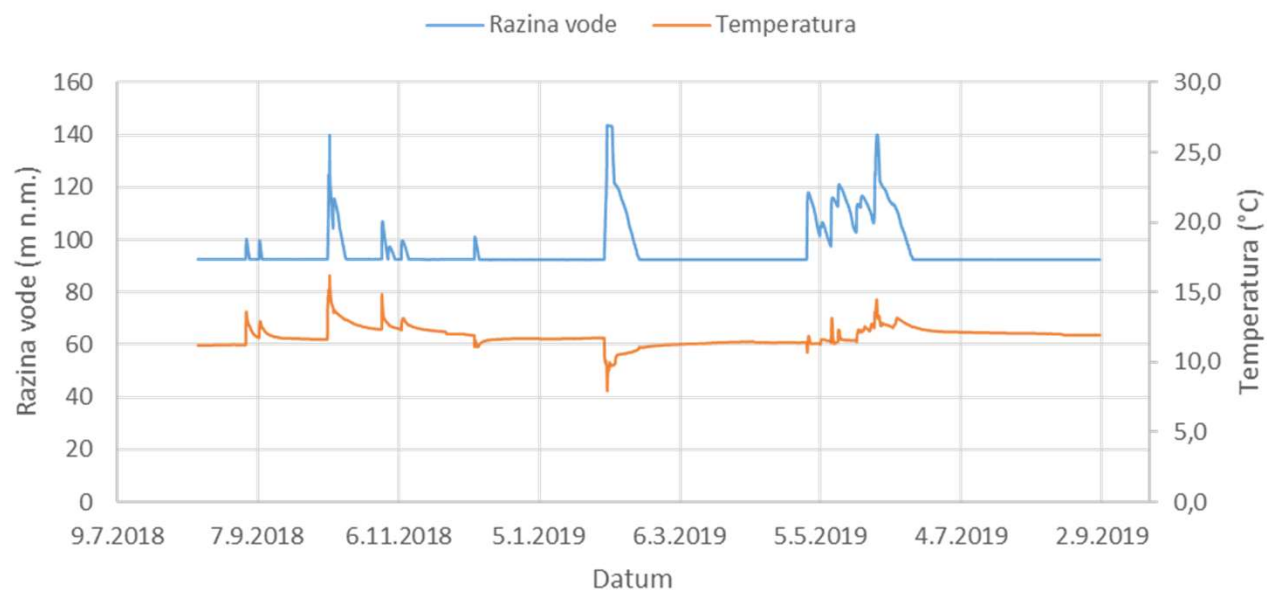


Profil i tlocrt Jame Bregi, 1987. (nacrt izradio: Mladen Jekić)

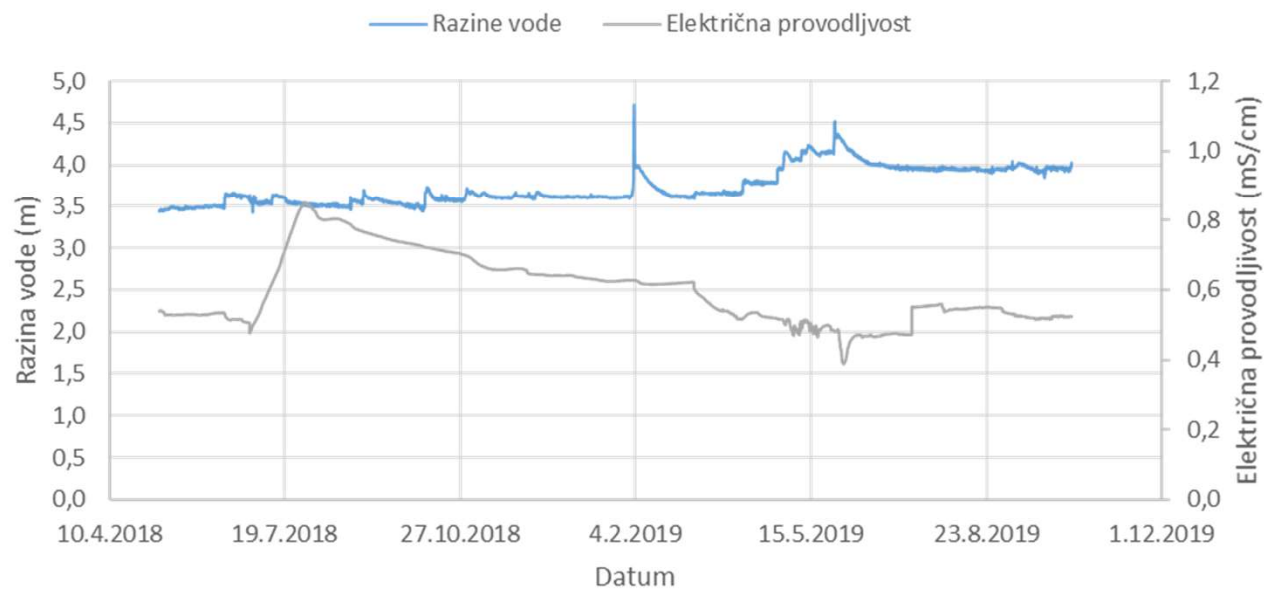
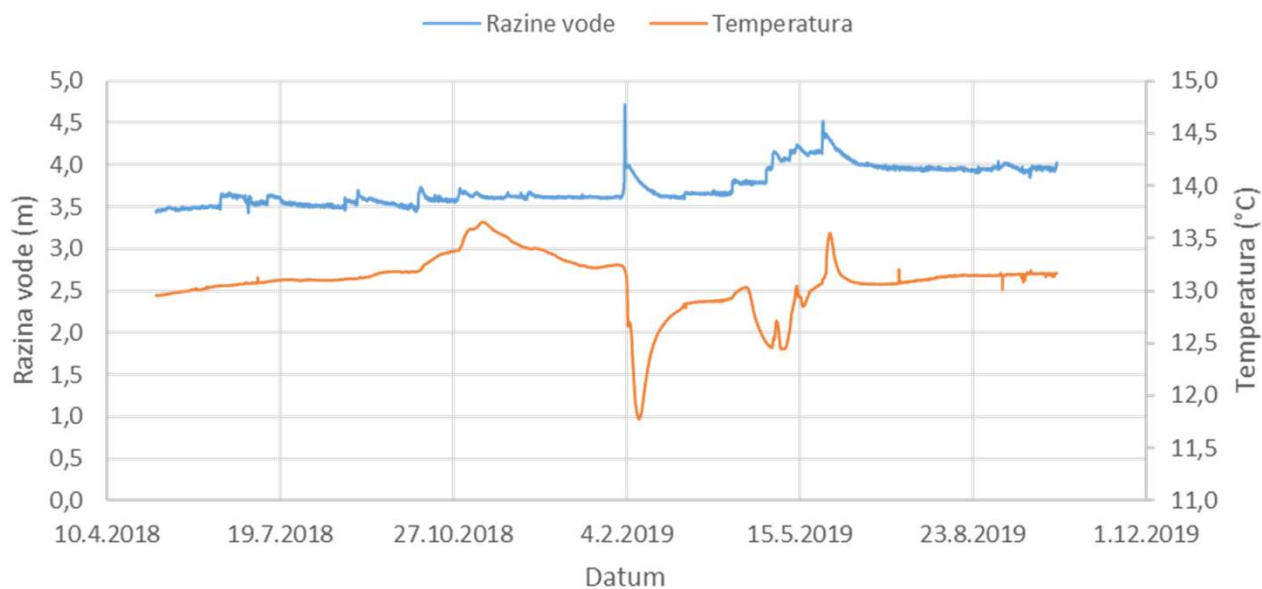
# REZULTATI MONITORINGA – Jama Pazinčica



# REZULTATI MONITORINGA – Jama Kobiljak



# REZULTATI MONITORINGA – Rakonek



# REZULTATI MONITORINGA – simultana vodomjerenja

Grdak



Sv.Anton



Bolabani



# REZULTATI MONITORINGA – simultana vodomjerenja

Rakov potok



Lipa



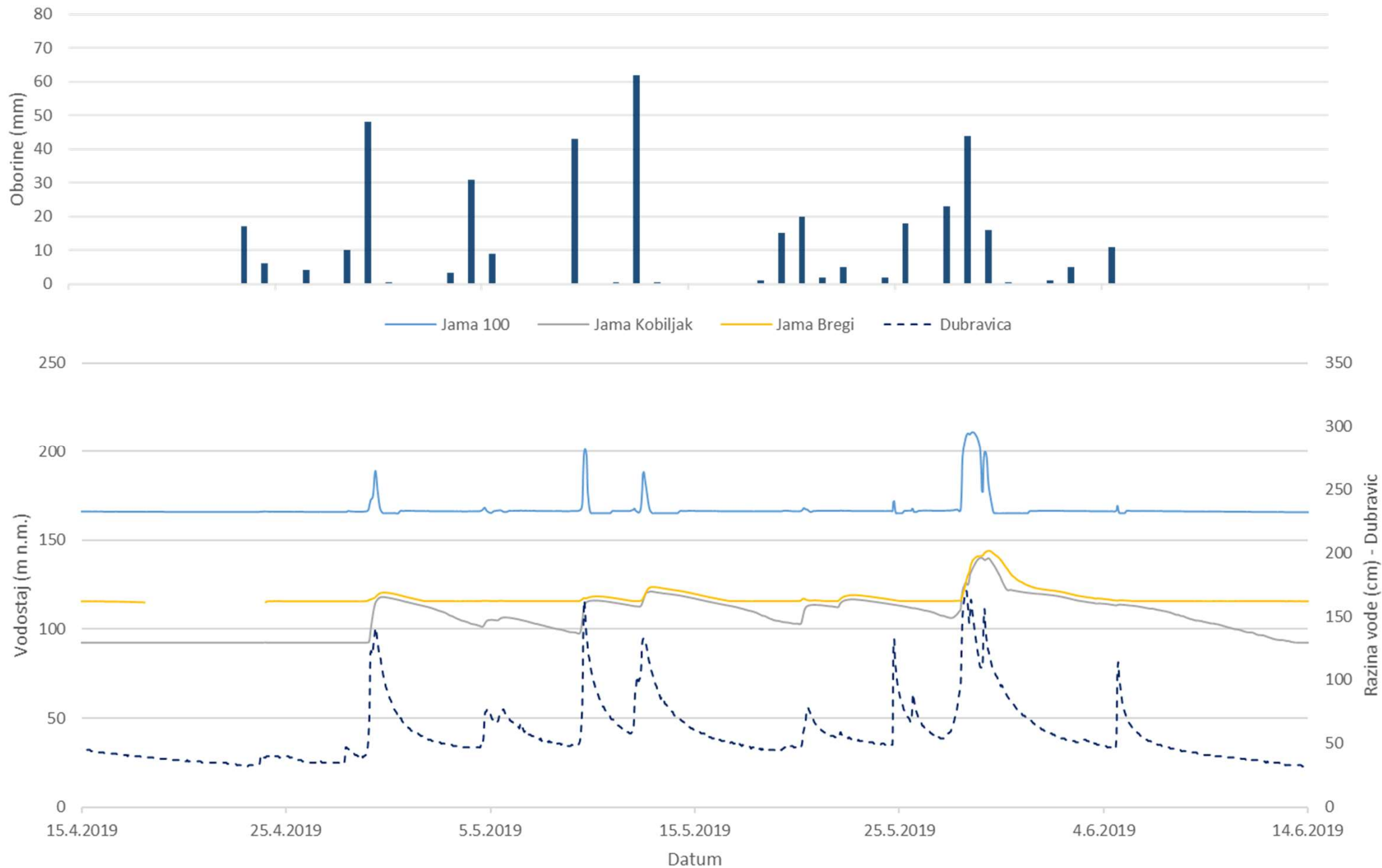
Borutski potok



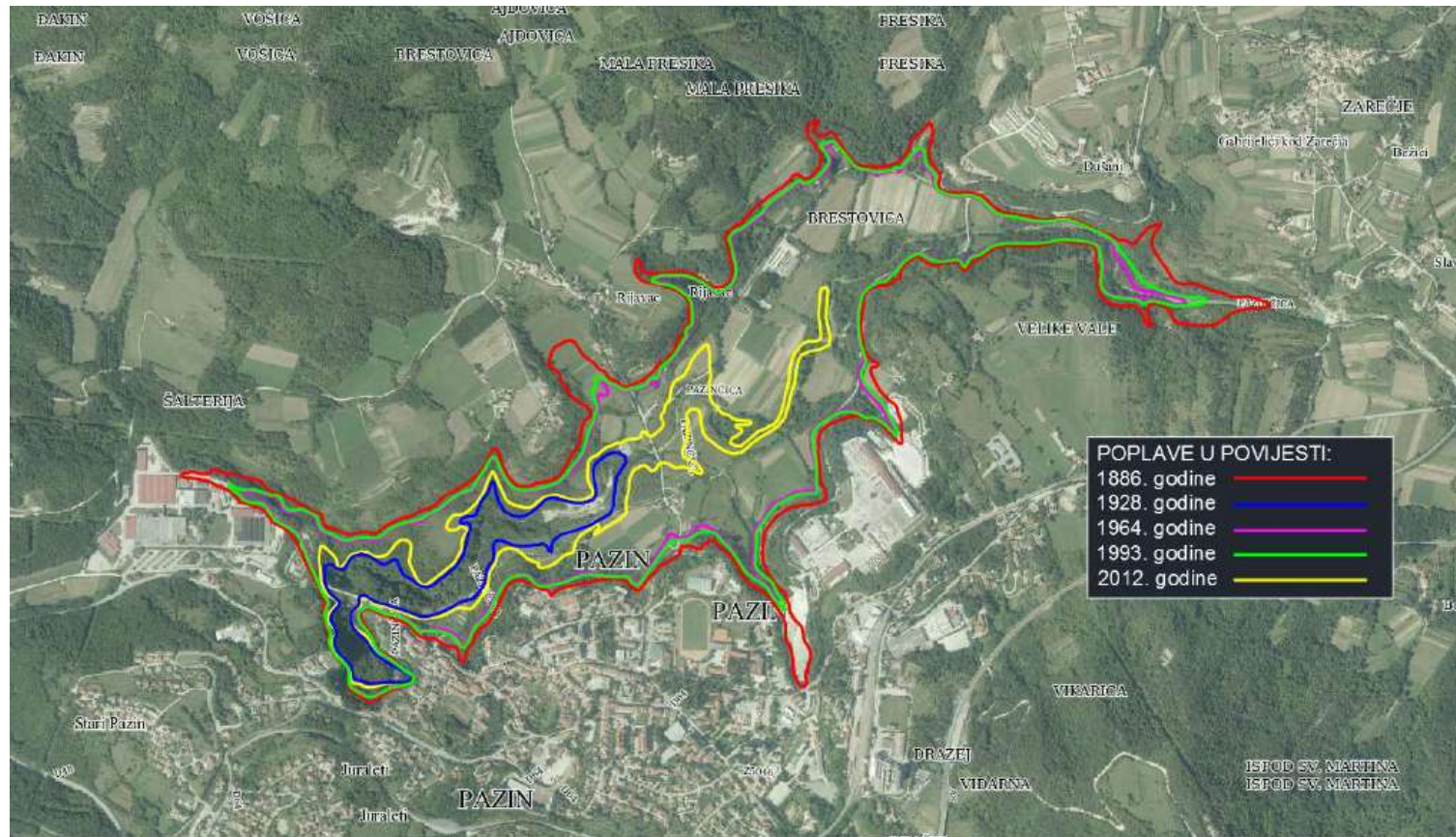
Dubravica



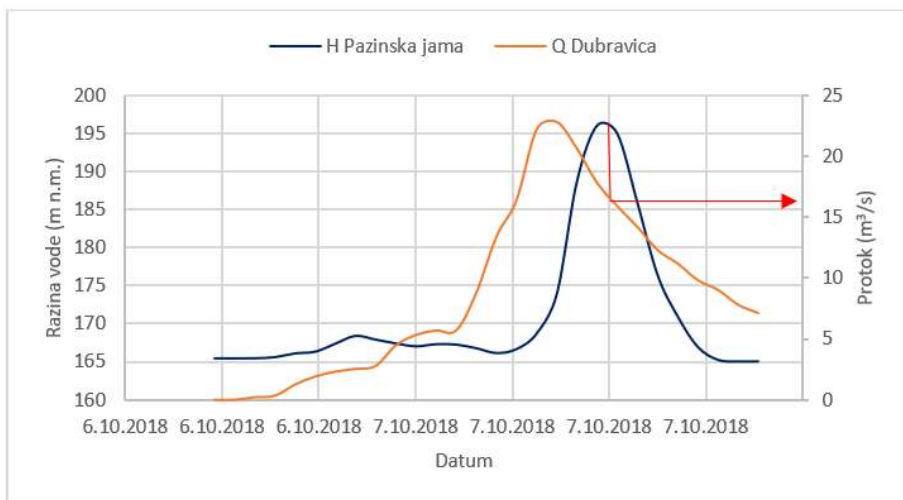
# REZULTATI MONITORINGA



# ANALIZE KAPACITETA PONORA PAZINČICE



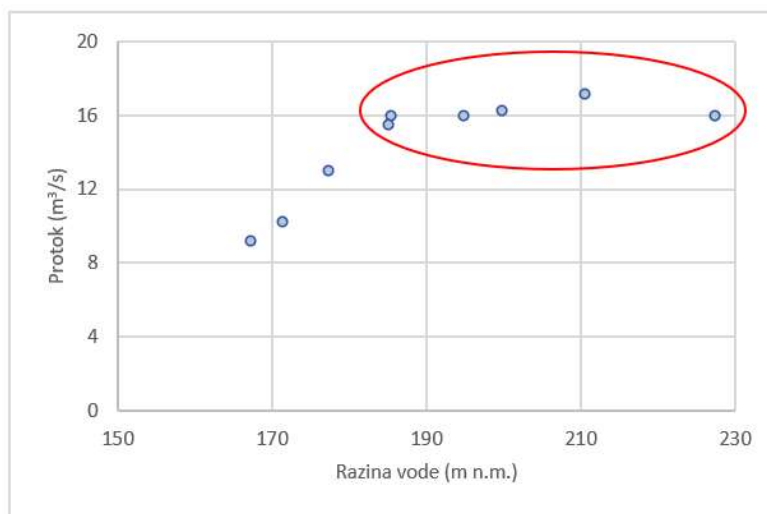
# ANALIZE KAPACITETA PONORA PAZINČICE



Slika 3.8.25. Usporedba razina vode u predponorskoj zoni/jami Pazinčice i protoka Pazinčice na hidrološkoj postaji Dubravica tijekom listopada 2018.g.

Pri pojavama vodnih valova vršnim protocima Pazinčice na postaji Dubravica, obzirom i na međusliv do ponora, srednji kapacitet Pazinske jame ograničen na približno oko  $20 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .

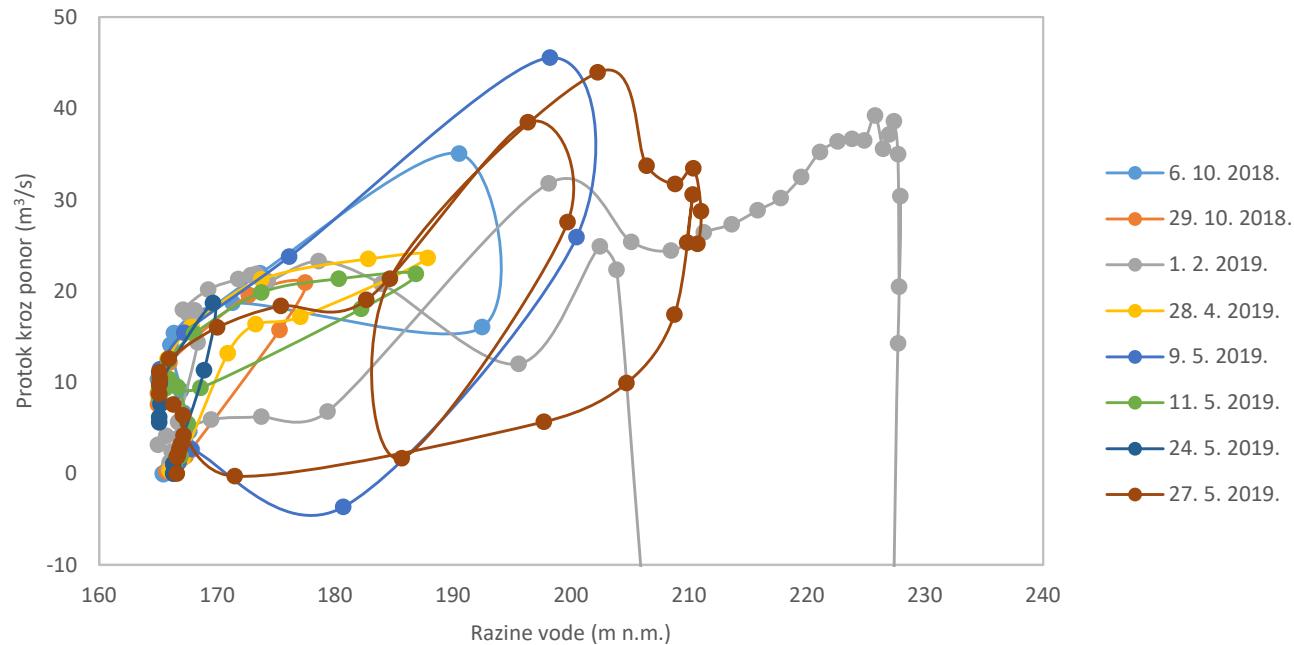
	Razna vode (m n.m.)	Protok pri opadanju vodostaja ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
7.10.2018	195,1	15,9
30.10.2018	177,4	12,9
8.12.2018	171,6	10,1
3.2.2019	227,8	15,9
29.4.2019	185,8	15,9
9.5.2019	200,3	16,2
12.5.2019	185,4	15,3
24.5.2019	167,4	9,04
28.5.2019	210,7	17,0



Tablica 3.8.2 i Slika 3.8.26. Međuodnos razine vode u ponorskoj zoni Pazinčice i protoka Pazinčice na postaji Dubravica u situaciji kad se razina vode u ponorskoj zoni počinje snižavati

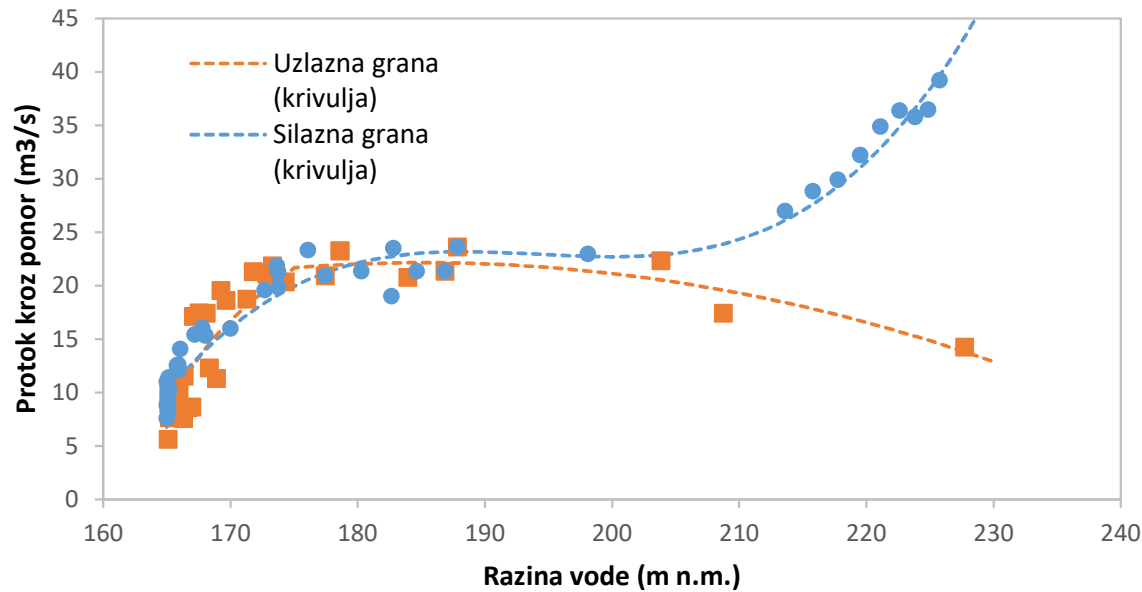
# ANALIZE KAPACITETA PONORA PAZINČICE

No, detaljnije analize pokazale su puno kompleksnije međudnose vezane uz kapacitet poniranja



Zbirna protočna krivulja kroz ponor Pazinske jame

# ANALIZE KAPACITETA PONORA PAZINČICE



Uprosječene protočne krivulje kroz ponor Pazinske jame za uzlaznu i silaznu granu nivograma

Povijesna vrijednost kapaciteta ponorske zone -  $35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  iz knjige Feresini (2012), ali na osnovu informacija prije II sv. rata.

U knjizi je preneseno i zapažanje ekspedicije u Pazinsku jamu iz kolovoza 1927.g. prema kojem „činjenica je da se taj odvod /odnosi se na sifon/ sve više začepљуje zbog taloženja otpada što ga donosi voda... Može se dakle bez pretjerivanja pretpostaviti da nije daleko dan u kojem nabujala voda više neće u podzemlju pronaći svoj izlaz, pa će donji grad i okolna zemljišta naći u velikoj opasnosti od poplave“.

Treba spomenuti i rad Maleza (1968) u kome se navodi da je „ustanovljeno da se u podzemlju ponora Pazinčice nalaze znatne količine naplavljenog raznog sedimentnog materijala i da taj materijal u znatnoj mjeri smanjuje odvodni kapacitet ponora.“

# STANJE NAPLAVINA U PONORU PAZINČICE



Martelovo jezero - Procijenjena površina na kojoj je nalazi otpad je oko 700 m<sup>2</sup>.

Ukupan volumen naplavina - oko 3.000 m<sup>3</sup>.



Slika 3.8.17. Zagađenje sedimenta mazutom (lijevo) i talogom od ispiranja kamena (desno)

# STANJE NAPLAVINA U PONORU PAZINČICE

---



Nanos ispod površine i na dnu jezera.



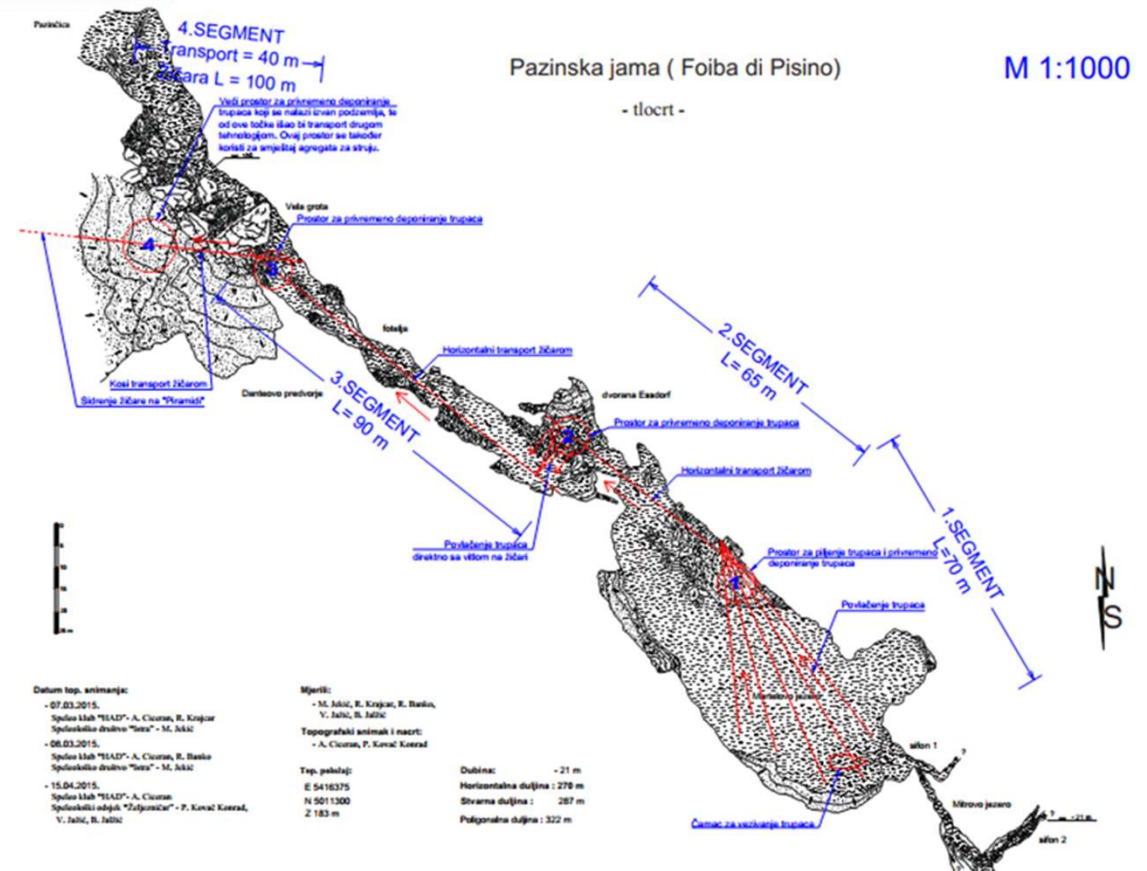
Ulaz u sifon i zaglavljeni trupac na ulazu

# STANJE NAPLAVINA U PONORU PAZINČICE

Moguća rješenja uklanjanja trupaca:



Podizanje trupca balonom



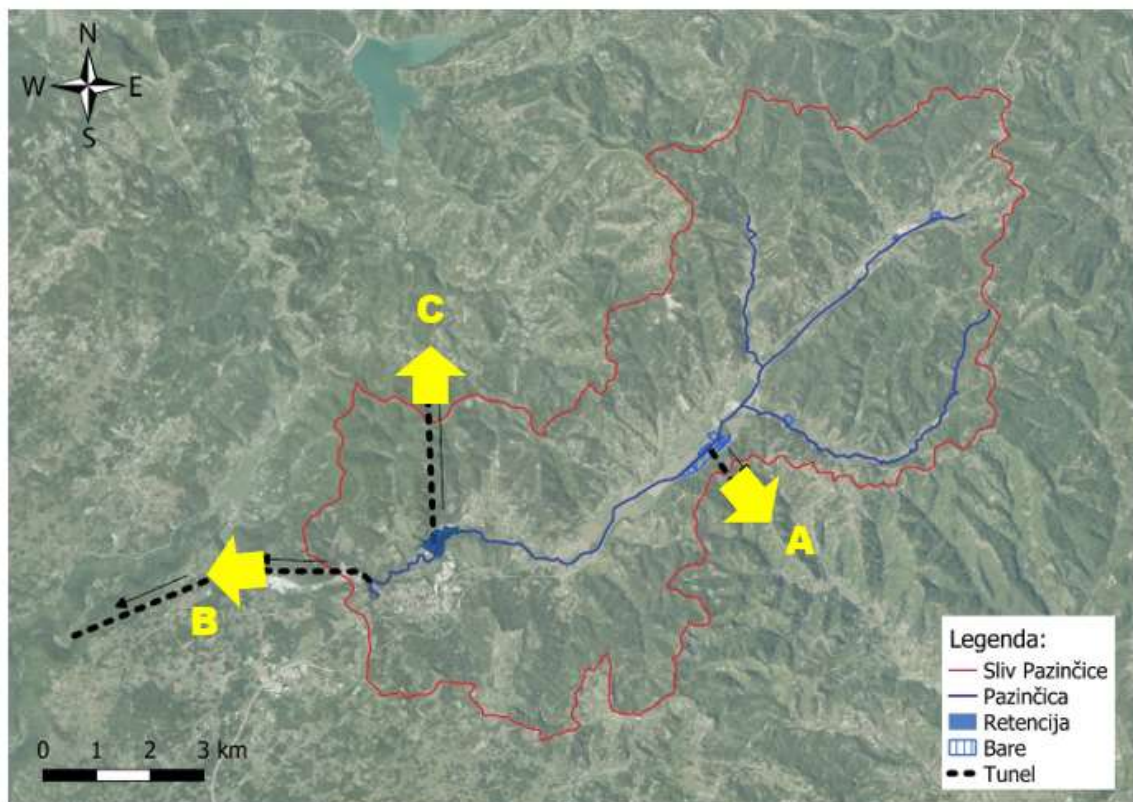
Plan izvlačenja trupca iz Pazinske jame“ (Quadrivium, 2019)

# STANJE NAPLAVINA U PONORU PAZINČICE

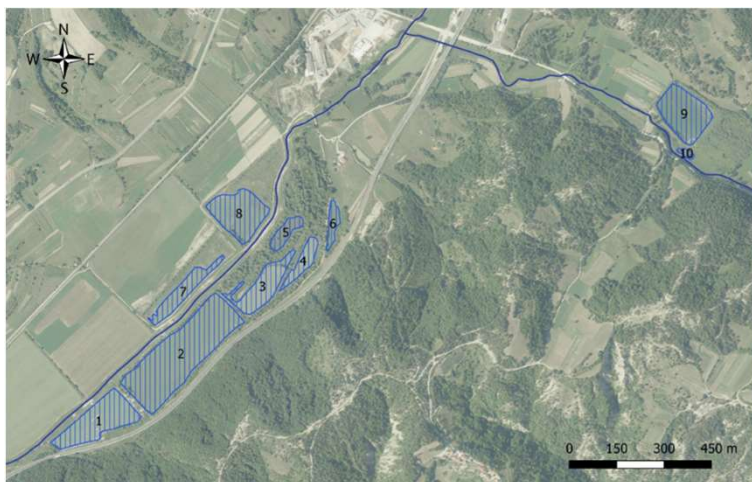


*Prikaz položaja Limske Drage s prikazanim zajezerenjem ponorske zone Pazinčice prema karti Blea iz 1655 (prema Panisset Travassos i sur., 2018) – moguće da je i u nekim povijesnim vremenima kapacitet ponorske zone bio smanjen*

# Potencijalna rješenja zaštite od poplave ponorske zone Pazinčice



Slika 5.3.12. Hipotetski mogući pravci usmjeravanja voda iz sliva Pazinčice prema susjednim slivovima



**Čišćenje ulaznog dijela ponora i povećanje njegova kapaciteta** – važan ali ograničeni učinak

**Prebacivanje dijela poplavnih voda u susjedne slivove** – (0,8 km tunela prema Karbuni, 6,0 km tunela prema Beramskom potoku i 3,4 km prema akumulaciji Butoniga) - iznimni troškovi te poboljšava stanje u Pazinčici a pogoršava u drugim slivovima

**Izgradnje akumulacija i retencija u slivu** – odbijena njihova izgradnja, utjecaj bara kod Cerovlja i Boruta analiziran ali minoran zbog ukupnog volumena od svega oko 600.000 m<sup>3</sup>

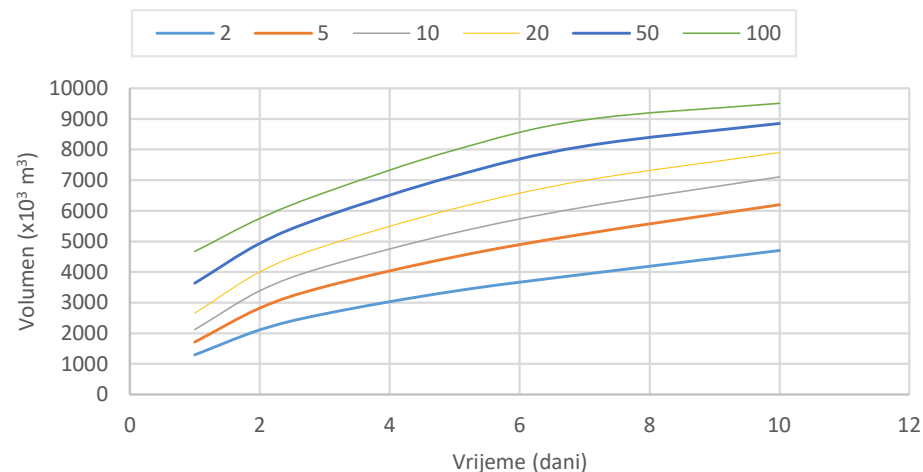
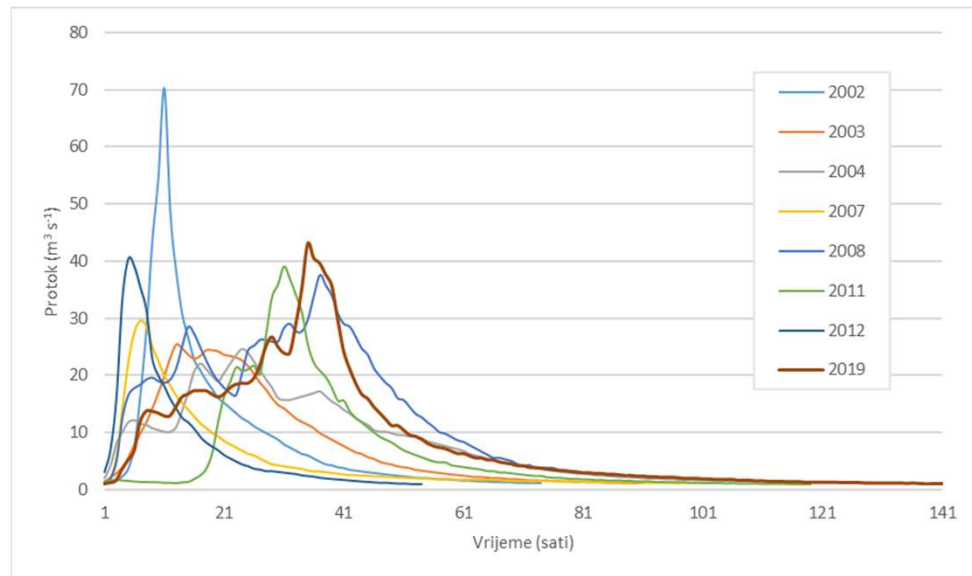
- **Prilagodba poplavama** uz pojačanu zaštitu ljudskih života. Kombinaciju strukturalnih i nestrukturalnih mjera i prebacivanja rizika od poplavnih šteta na osiguravajuća društva (s vjerojatno vrlo visokim premijama osiguranja)

# Velike vode u slivu Pazinčice



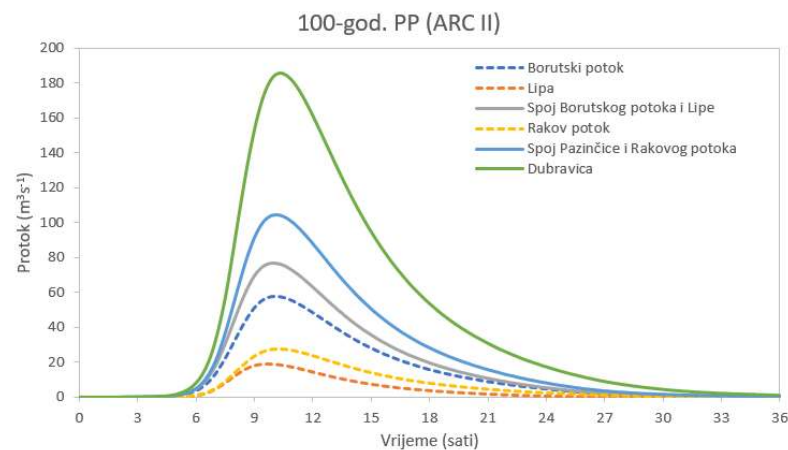
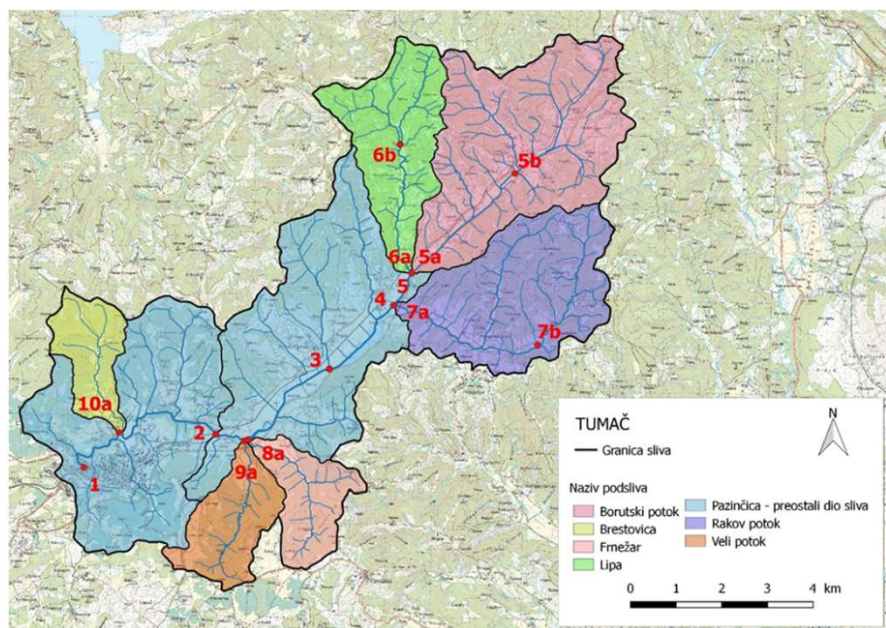
Slika 3.5.9. Najveće zabilježene poplave Pazinske jame: a) 15.10.1896., b) 26.3.1928., c) 25.10.1964., d) 22.10.1993., e) 2.11.2012. (<http://blog.dnevnik.hr/mojpotok>), f) 3.2.2019.

(<https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/pogledajte-sto-je-golema-kolicina-vode-odnijela-u-pazincicu-i-pazinsku-jamu-foto-20190203>)

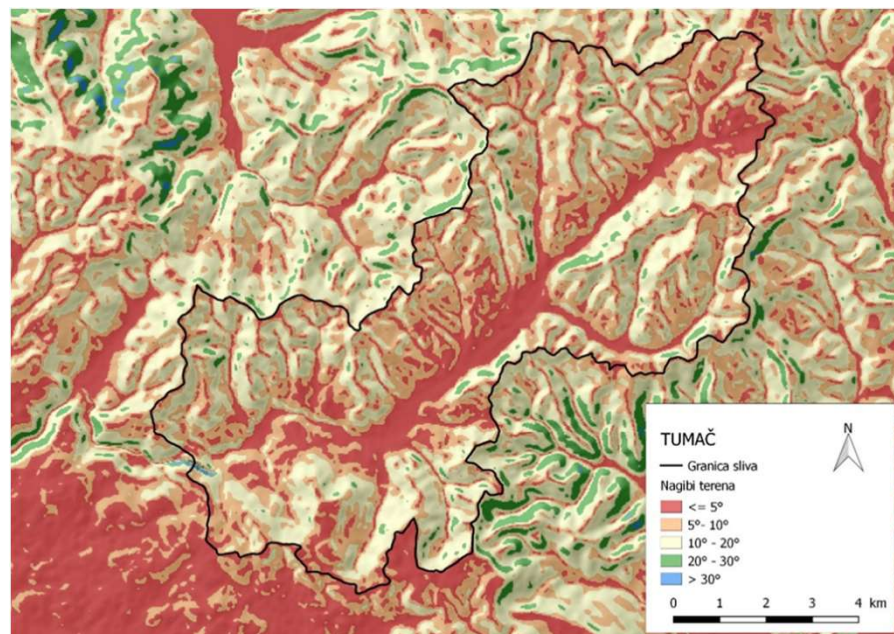
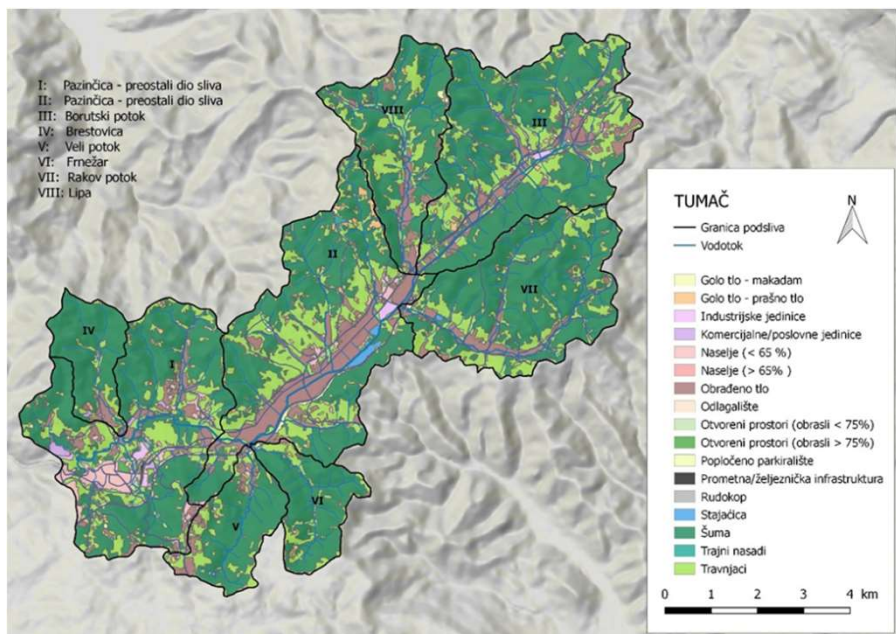


Vjerojatnosti pojave maksimalnih volumena vodnog vala trajanja 1-10 dana na postaji Dubravica - Pazinčica

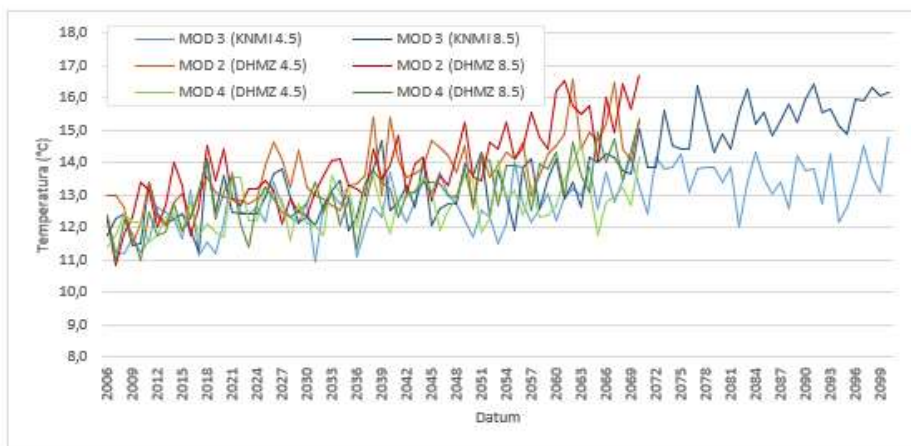
# Velike vode u slivu Pazinčice



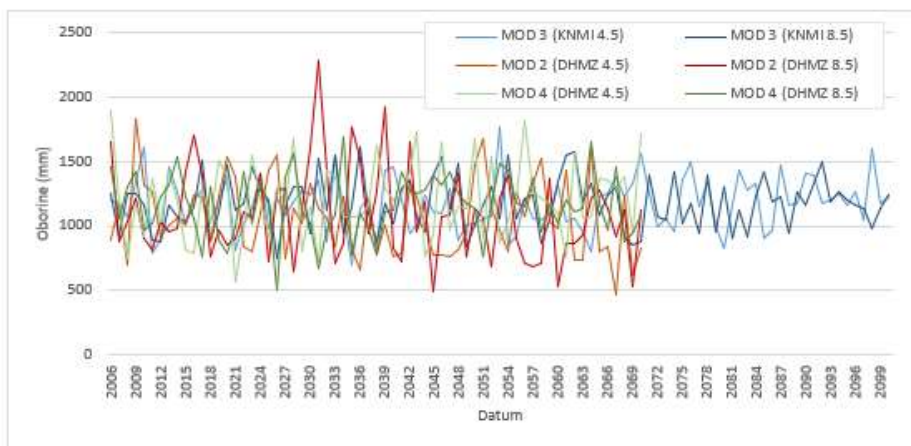
Teoretski hidrogram generiran projektnim pljuskom za povratni period 100 godina i prosječno stanje zasićenosti podloge (ARC II)



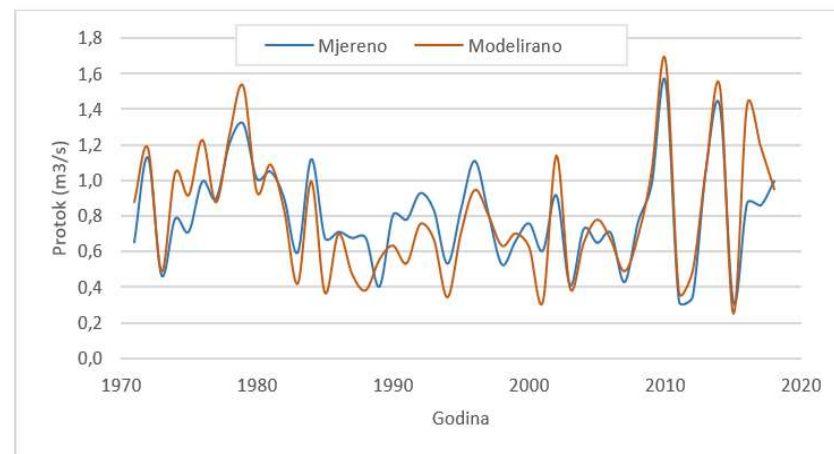
# Modeliranje utjecaja klimatskih podloga na protoke



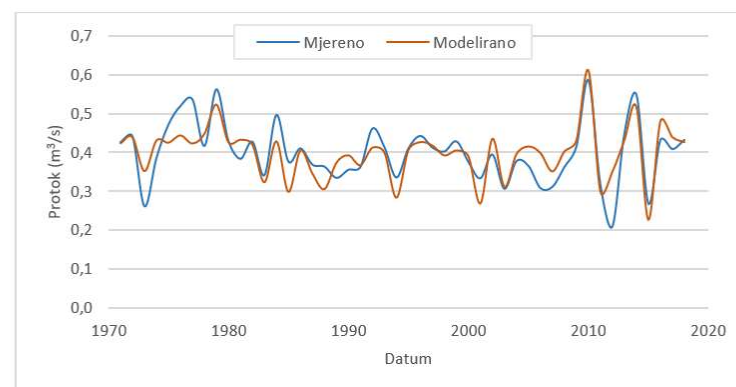
Slika 4.3.1. Generirane vrijednosti nizova srednjih godišnjih temperatura zraka (2006. - 2100.) prema različitim modelima i klimatskim scenarijima



Slika 4.3.2. Generirane vrijednosti nizova godišnjih količina oborina (2006. - 2100.) prema različitim modelima i klimatskim scenarijima

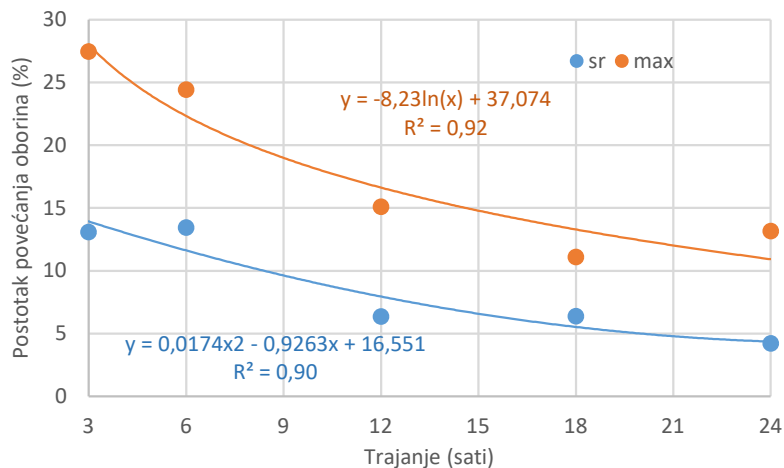


3.3. Usporedni prikaz srednjih godišnjih protoka Pazinčice (1971.-2018.) prema mjerenim i modelom generiranim podacima srednjih godišnjih protoka



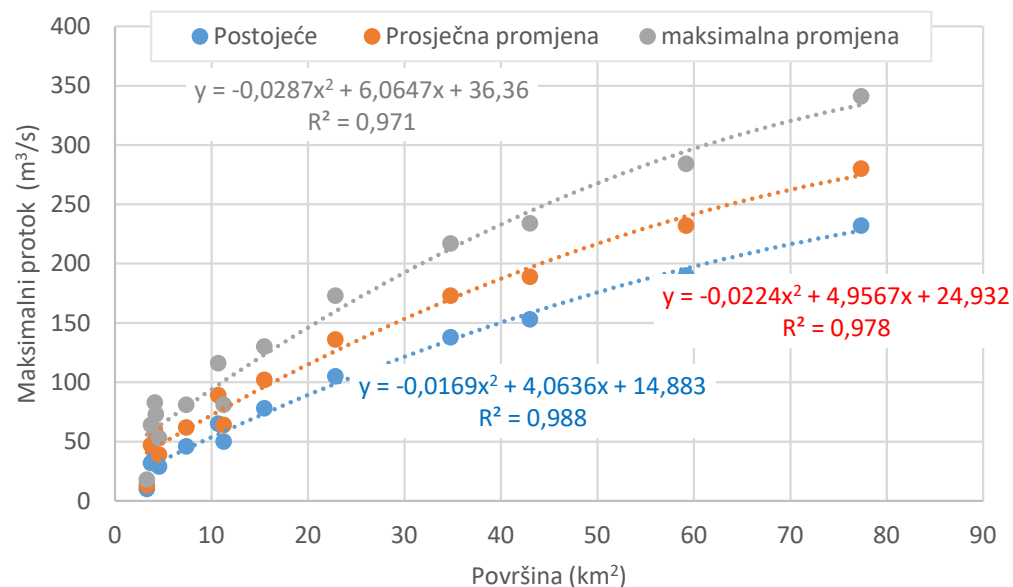
Slika 4.3.7. Usporedni prikaz srednjih godišnjih protoka na izvoru Rakonek (1971.-2018.) prema mjerenim i modelom generiranim podacima srednjih godišnjih protoka

# Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na protoke



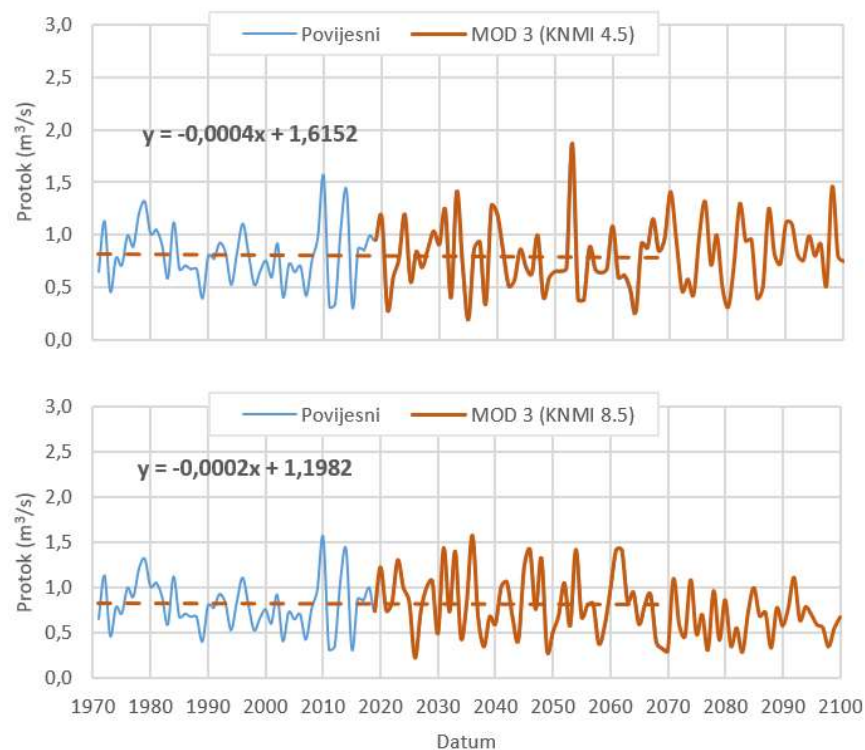
„Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu” (NN 46/2020)

*Usporedni prikaz prosječnih i anvelope proračunatih maksimalnih promjena vjerojatnosti pojave kratkotrajnih jakih oborina 100-godišnjeg povratnog perioda - prema Građevinski fakultet u Rijeci i DHMZ (2019)*



*Prikaz međudnosa proračunatih maksimalnih protoka 100-godišnjeg povratnog perioda u postojećem stanju kao i u uvjetima prosječne te maksimalne promjene intenziteta oborina u budućnosti*

# Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na protoke

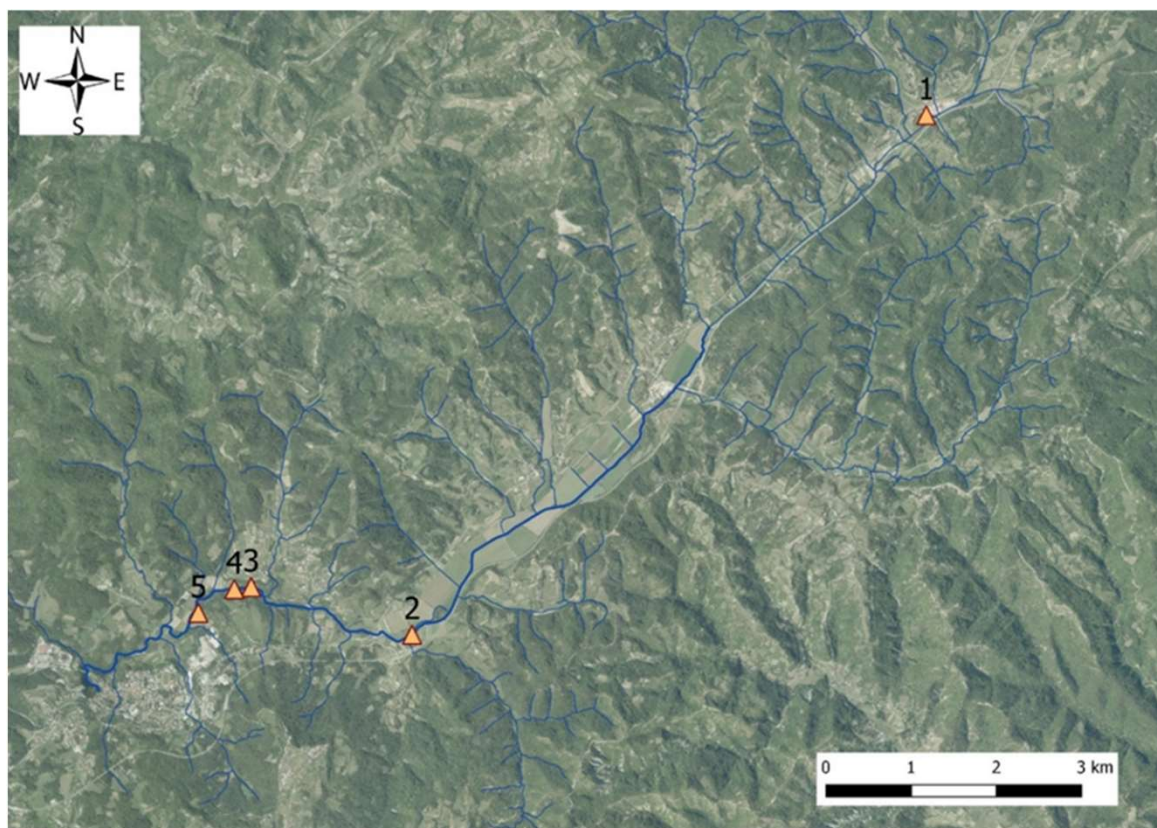


Tablica 4.3.2. Usporedba karakteristični vrijednosti nizova srednjih godišnjih protoka vezanih za odabrana 30-godišnja razdoblja

Razdoblje	SR (m <sup>3</sup> /s)		Max (m <sup>3</sup> /s)		Min (m <sup>3</sup> /s)	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
<b>MOD2 - DHMZ</b>						
2011.-2040.	-16%	4%	8%	101%	-61%	-60%
2041-2070.	-29%	-39%	15%	19%	-93%	-87%
<b>MOD3 - KNMI</b>						
2011.-2040.	0%	2%	8%	19%	-52%	-44%
2041-2070.	-7%	0%	42%	7%	-35%	-25%
2071.-2100.	1%	-20%	10%	-16%	-23%	-27%
<b>MOD4 - DHMZ</b>						
2011.-2040.	4%	-13%	29%	29%	-76%	-83%
2041-2070.	13%	1%	43%	19%	-41%	-46%

*Prikaz povijesnih i modeliranih vrijednosti srednjih godišnjih protoka Pazinčice za postaju Dubravica (1971-2070) prema modelu MOD3 – KNMI za klimatski scenarij RCP 4.5 (gore) i RCP 8.5 (dolje)*

# Korištenje voda u slivu Pazinčice



Lokacije korisnika za korištenje vode za tehnološke potrebe u slivu Pazinčice:

- 1 – ICC concept d.o.o.,
  - 2 – OPG Nadir Ravnić,
  - 3 - Obrt za poljoprivrednu proizvodnju "DUŠAN", Ivan Dušan,
  - 4 –Damir Rimanić,
  - 5 – KAMEN d.d.
- (izvor: Hrvatske vode)

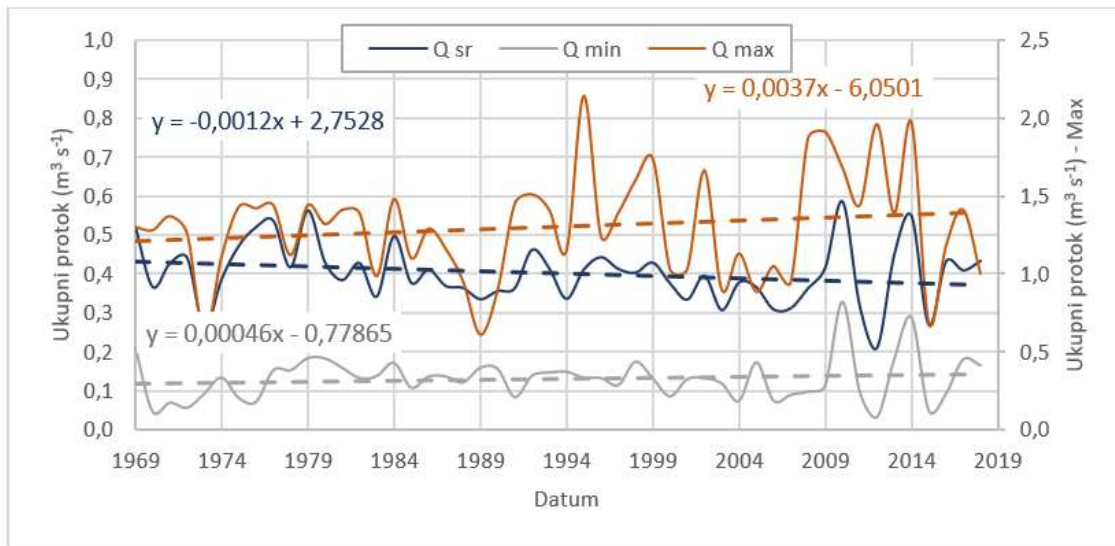
Korištenje voda za slatkovodni ribolov - „ŠRD Pazinčica „ - vode Pazinčice kao i bare u Cerovlju

Tablica 5.1.1. Prikaz korisnika i vodopravnih dozvola za korištenje vode za tehnološke potrebe u slivu Pazinčice (izvor: Hrvatske vode)

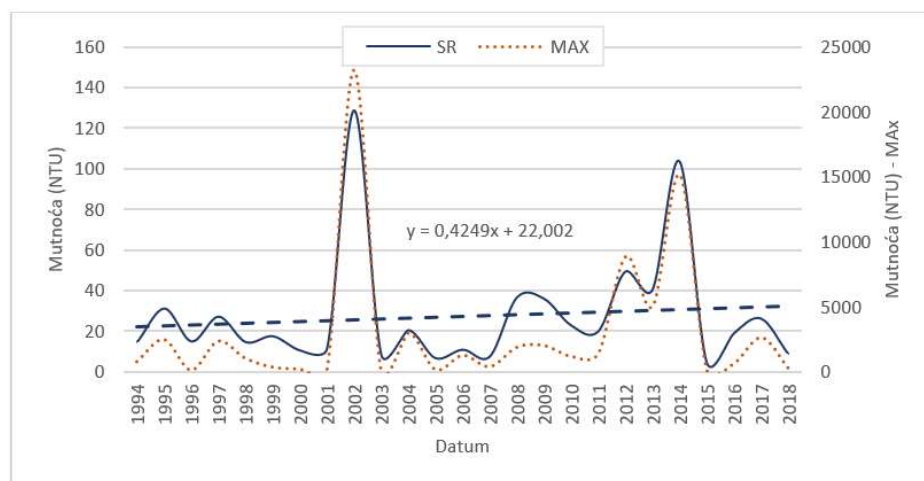
Naziv korisnika	Dozvoljeno zahvaćanje vode		Pozicija uzimanja vode
	(l/s)	Max (m <sup>3</sup> /godišnje)	
ICC <u>concept</u> d.o.o.	5,6	10.000,00	akumulacija Borut
OPG <u>Nadir Ravnić</u>	3	1.000,00	vodotok <u>Pazinčica</u>
Obrt za poljoprivrednu <u>prizvodnju</u> "DUŠAN"		1.000,00	vodotok <u>Pazinčica</u>
Damir <u>Rimanić</u>		800,00	vodotok <u>Pazinčica</u>
KAMEN d.d.	3,5	10.000,00	vodotok <u>Pazinčica</u>

Potrebno osiguranje **Ekološki prihvatljivog protoka** – prema danim hidrološkim elementima procjena za profil Dubravice iznosio bi 0,118 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, a što prema obradama krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka odgovara trajanju od oko 60%.

# Korištenje voda izvora Rakonek

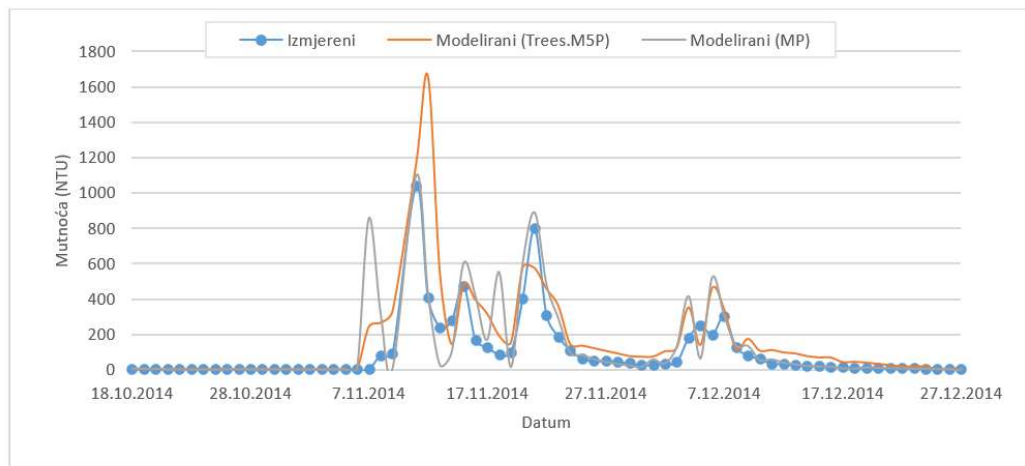


Slika 3.7.5. Hod karakterističnih godišnjih vrijednosti srednjih, maksimalnih i minimalnih ukupnih protoka zabilježenih na postaji Rakonek (1969.-2018.) i njihov trend



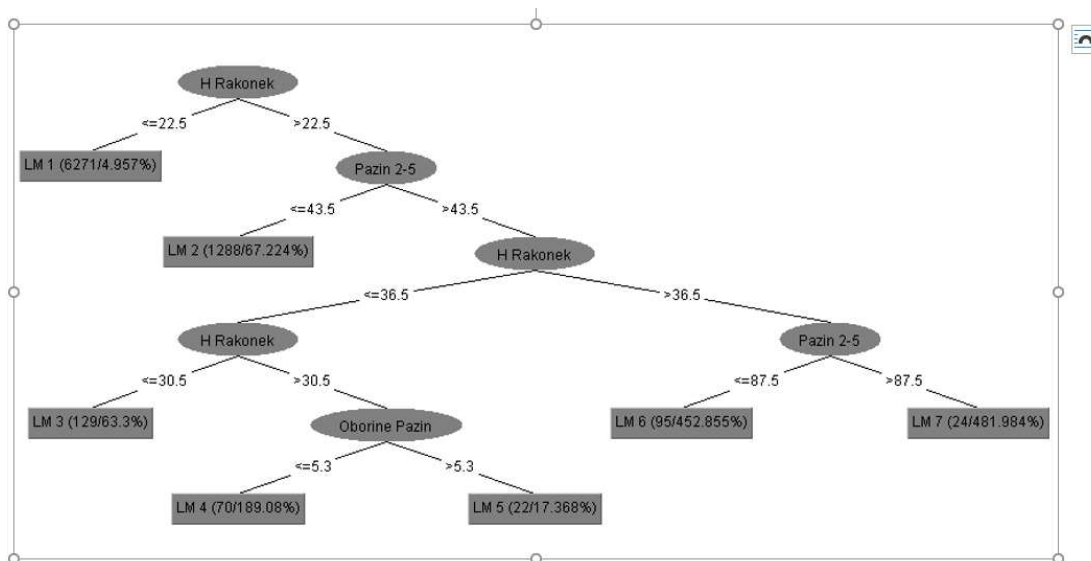
Slika 3.7.12. Hod srednjih i maksimalnih godišnjih mutnoća na izvoru Rakonek (1994. - 2018.)

# Korištenje voda izvora Rakonek



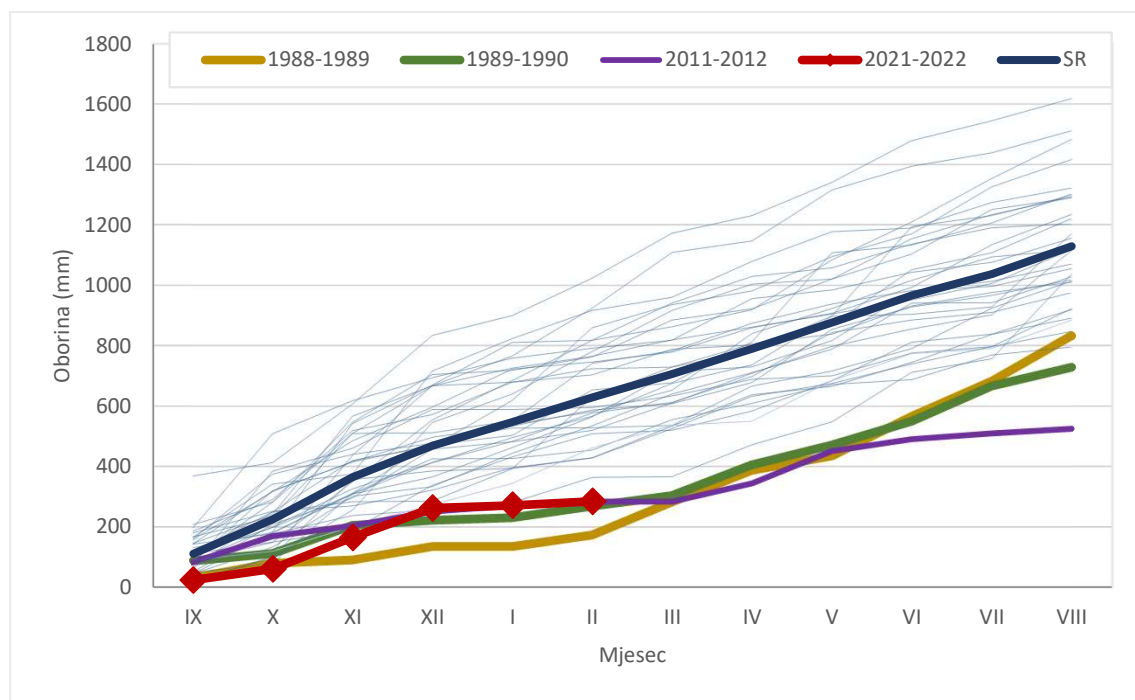
Slika 3.7.21. Grafički prikaz izmjerenih i modeliranih dnevnih mutnoća za razdoblje od 18.10.2014. do 27.12.2014. (osam atributa)

S povećanjem intenziteta oborina u budućnosti mogu se očekivati i povećanja mutnoća na izvorima vodoopskrbe koje se javljaju pojavom većih voda nakon dugotrajnijih sušnih razdoblja.



Slika 3.7.19. Regresijsko stablo odlučivanja za procjenu srednjih dnevnih mutnoća na izvoru Rakonek (osam atributa)

# Korištenje voda – suša 2022.



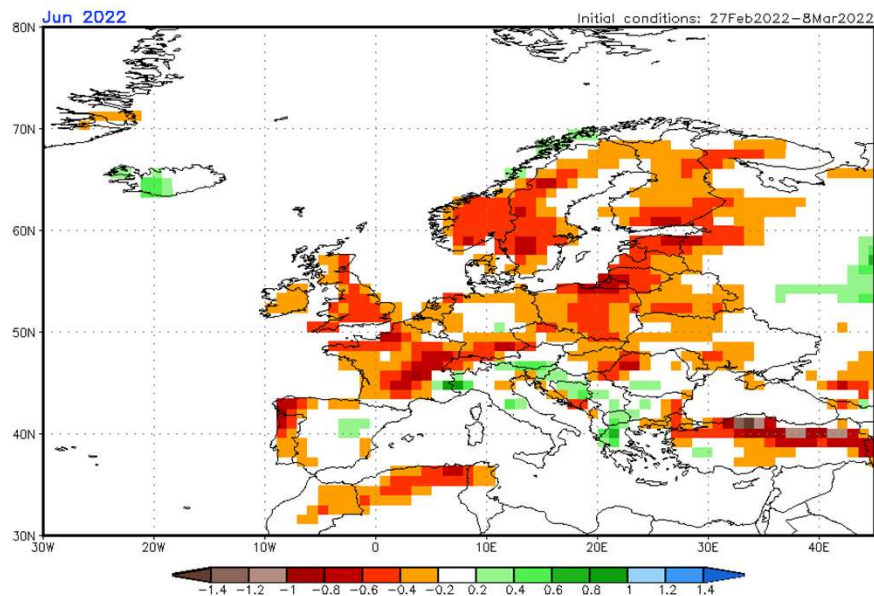
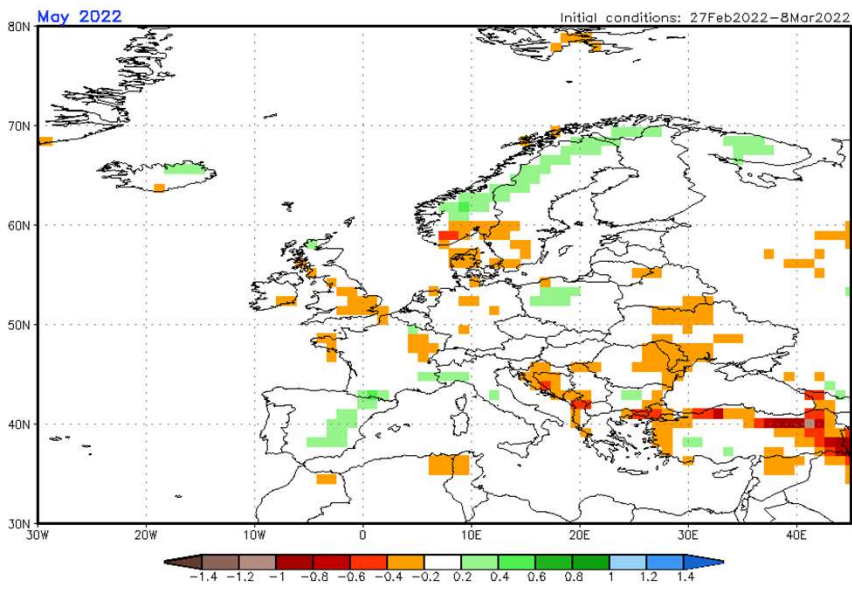
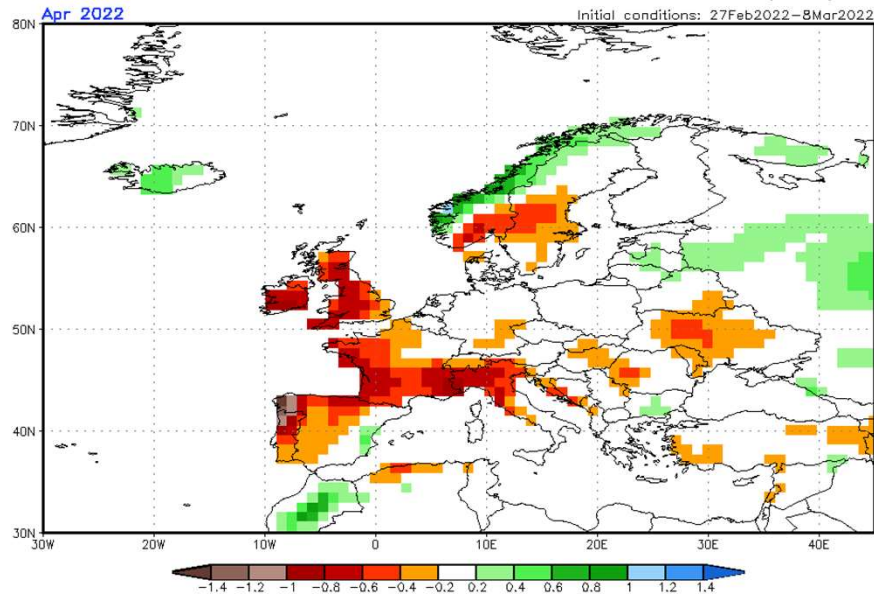
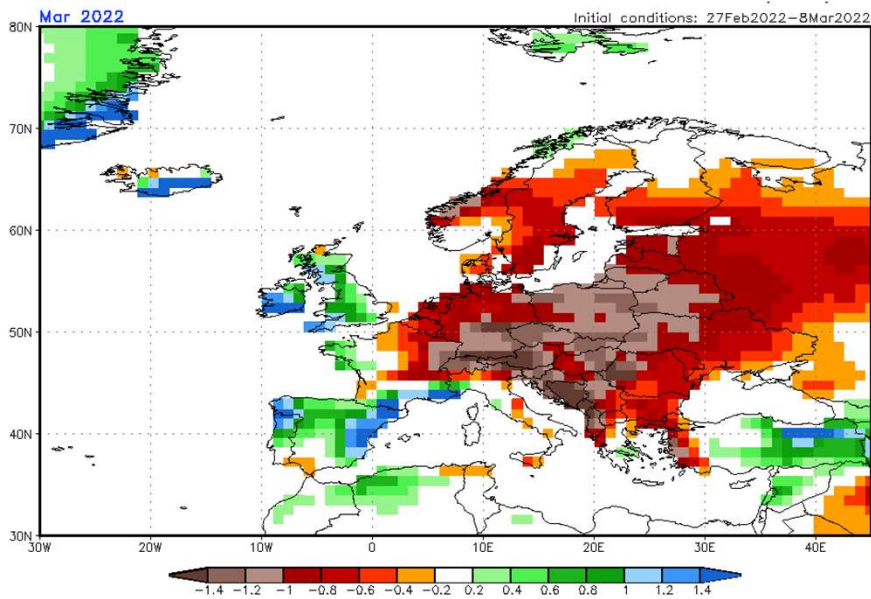
Kumulanta ukupnih količina oborina registriranih na postaji Pazin  
– akumulacija počev od rujna pojedinih analiziranih godina  
(1987.- veljača 2022.)

Ukupna količina oborina koje su pale na postaji Pazin u razdoblju od rujna 2021. do zaključno veljače 2022. (284 mm) dvostruko niže od prosjeka za to razdoblje (630 mm)

6-mjesečno razdoblje (rujan-listopad) ima karakter reda veličine 5%-tne vjerojatnosti pojave, odnosno 20-godišnjeg povratnog perioda.

**Zbog utjecaja klimatskih promjena povećat će se učestalost takvih ekstremnih događaja.**

# Korištenje voda – suša 2022.



# Umjesto zaključka

---

Predmetna studija dala je polazne elemente hidrološke elemente nužne za realizaciju dijela daljnjih aktivnosti u slivu Pazinčice (točke 1 i 6), no važno je i da se nastavi s realizacijom ostalih dijelova Plana očuvanja i valorizacije područja sliva Pazinčice, u kontekstu voda posebno točaka 2, 4, 7 i 9.

PLAN će se realizirati po slijedećim grupama planskih aktivnosti:

- 1) Klima, hidrologija i hidrografija – postojeće stanje i moguće promjene,
- 2) Kakvoća voda, odvodnja i pročišćavanje voda u slivu Pazinčice,
- 3) Poljoprivreda, šumarstvo – stanje i moguće promjene,
- 4) Prirodne vrijednosti i zaštićena područja, flora i fauna,
- 5) Prostorno planiranje, graditeljska baština, katastarsko stanje, turizam i rekreacija,
- 6) Hidrogeologija sustava Pazinčice, speleologija Pazinske jame,
- 7) Rješenja uređenja sliva i toka Pazinčice i odvodnje te pročišćavanje otpadnih i oborinskih voda,
- 8) Rješenja turističko-rekreativne valorizacije prirodnih i graditeljskih vrijednosti Pazinčice,
- 9) Plan monitoringa nužnog za realizaciju daljnjih programskih aktivnosti i tehničkih kao i upravljačkih rješenja u slivu Pazinčice.



Zahvaljujem na pažnji i pomoći svima koji su učestvovali u  
pripremi i realizaciji predmetnog projekta!  
Posebno hvala i svima Pazinjanima koji čuvaju svoj Potok!