



Prijelazni instrument
Europske unije za Hrvatsku

STRATEGIJA PRILAGODBE KLIMATSKIM PROMJENAMA

*Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike
za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema
Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama*

www.prilagodba-klimi.hr



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE

eptisa
Adria d.o.o.



Prijelazni instrument, Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA UPRAVLJANJE VODNIM I MORSKIM RESURSIMA

Dr.sc. IGOR LJUBENKOV

Zagreb, 25. siječnja 2017. godine

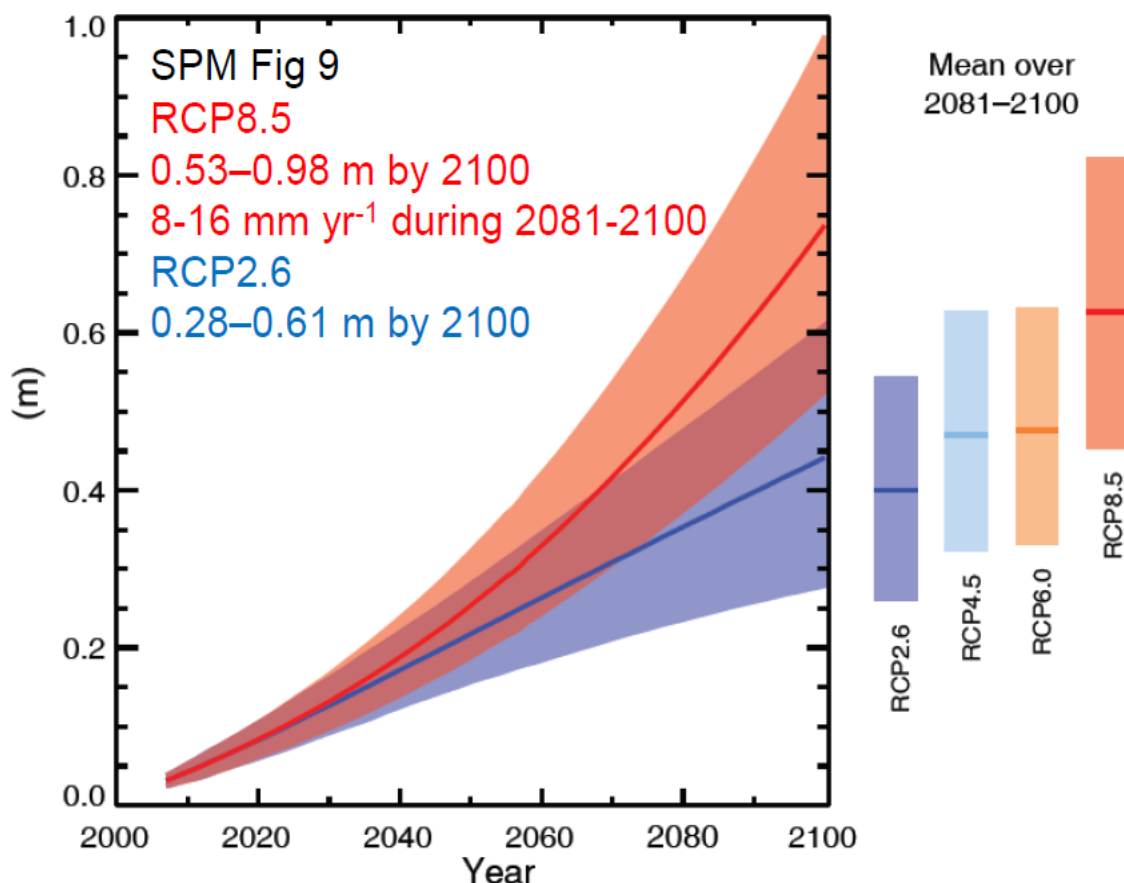


SADRŽAJ:

- **PORAST RAZINE MORA**
- **OČEKIVANI UTJECAJI** klimatskih promjena na sektor vodnih i morskih resursa te **RANJIVOST** pojedinih komponenti sektora
 - RIJEČNA UŠĆA
 - HIDROMELIORACIJSKI SUSTAVI
 - URBANA (KOMUNALNA) ODVODNJA
 - OBALNO PODRUČJE (PLAŽE I SL.)
- **MOGUĆE MJERE PRILAGODBE**

GMSLR = Global Mean Sea Level Rise

Projections of 21st-century GMSLR under RCPs

Medium confidence in likely ranges

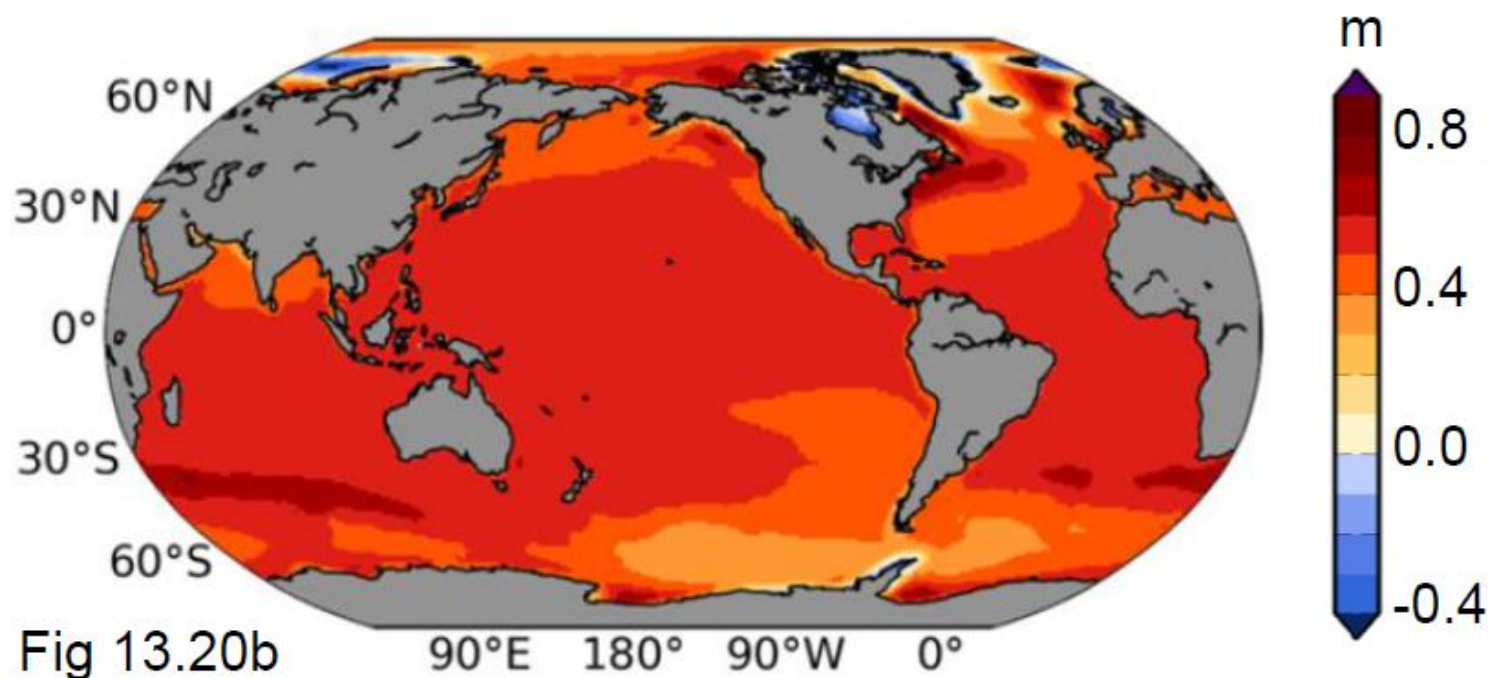
Porast razine mora ima trenutno vrijednost:

1.7 mm/god za period 1901–2010,
ili **3.2 mm/god** za period 1993–2010 (globalno).

Uzrok porasta mora je [globalno zatopljenje](#), koje će se nastaviti i u budućnosti. Stoga dolazi do [toplinskog istezanja](#) vode („ocean thermal expansion”) i topljenje [ledenjaka](#) („glacier melting”), koji su dominantni faktori za porast razine mora.

Prema predviđanjima razina mora bi mogla porasti do kraja 21. stoljeća, **od 0,3 do 0,9 m**, sa srednjom vrijednosti 0,48 m. (IPCC, CSIRO i dr.)

Regional sea level rise by the end of the 21st century



Promjene razine mora nisu / neće biti jednake na cijeloj Zemlji.



Preuzeto iz:

KLIMATASKE PROMJENE, PORAST RAZINE MORA NA HRVATSKOJ OBALI JADRANA?

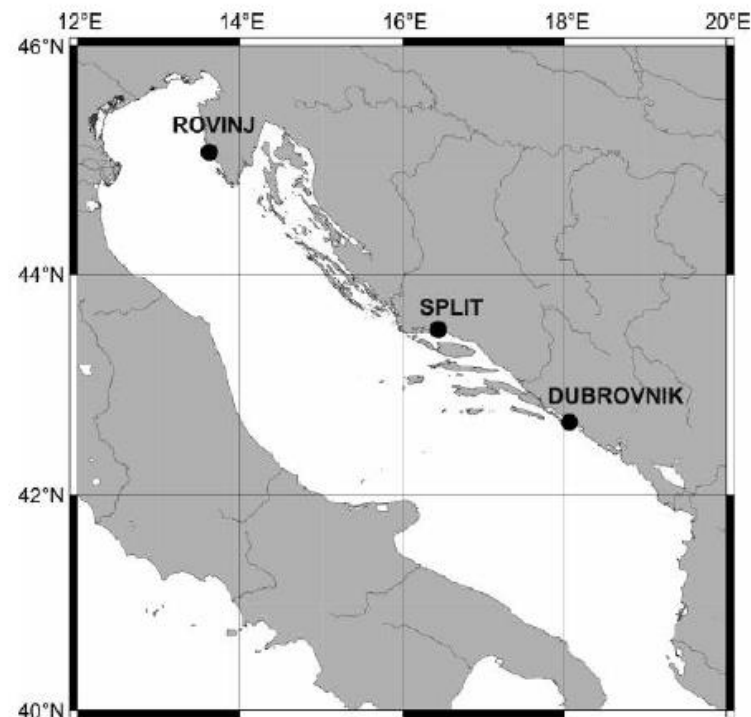
S. Čupić, N. Domijan, H. Mihanović, M. Mlinar, N. Leder, Z. Gržetić

(Hrvatski hidrografski institut Split)

5. HRVATSKA KONFERENCIJA O VODAMA, 2011.

Sažetak:

- 3 mareografske postaje (Rovinj, Split, Dubrovnik),
- Metoda linearne regresije srednjih godišnjih vrijednosti visina razine mora,
- 2 razdoblja: 1955-2009 (N=55) i 1993-2009 (N=17),



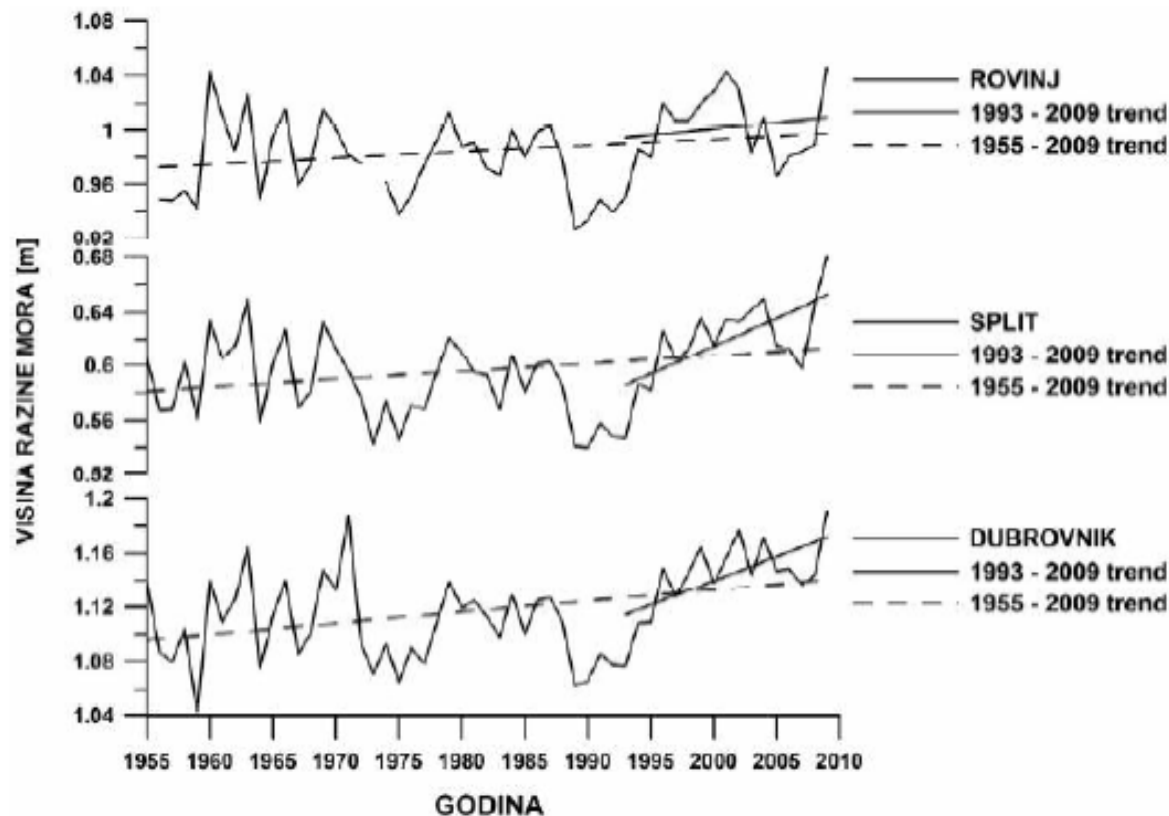
Razmatrane mareografske postaje



Godišnje vrijednost srednje razine mora s linearnim trendovima porasta

Rezultati

- 1955-2009: trend porasta od 0,5 do 0,8 mm/god.,
- 1993-2009: trend porasta 3-4 mm/god za srednji i južni Jadran, to je oko 40 cm do kraja 21. st., što je u skladu s predviđanjima IPCC-a (RCP 2.6),
- nisu uzeti u obzir brojni drugi efekti koji utječu na promjene razine mora (npr. povećanje temperature zraka i mora, plimni efekti, vertikalno pomicanje tla i dr.)



Postaja	Trend (mm/god) 1955-2009	Trend (mm/god) 1993-2009
Rovinj	0,45	0,91
Split	0,59	4,15
Dubrovnik	0,83	3,62
	cca. 0,5 do 0,8	cca. 0,9 do 4,1



RIJEČNA UŠĆA (ESTUARII)

Estuarij je riječno ušće oblikovano poput lijevka.

Estuary (eng.) je djelomično omeđeno obalno tijelo slane vode s jednim ili više rijeka ili vodotoka koji dotječu u njega te sa slobodnom vezom na otvoreno more.

Estuariji predstavlja prijelaznu zonu između riječnog i morskog okoliša. Oni su podložni morskim utjecajima s jedne strane (npr. plima i oseka, valovi), i riječnim utjecajima s druge (npr. dotok slatke vode i sedimenta).



Granica sljevova

Krško područje

SLJEV CRNOG MORA

Porječje Drave

Porječje Save

Porječje Dunava

SLJEV JADRANSKOG MORA

Neposredan sljev

Zatvoren sljev u kršu

Slika xx – Hidrografska karta Hrvatske



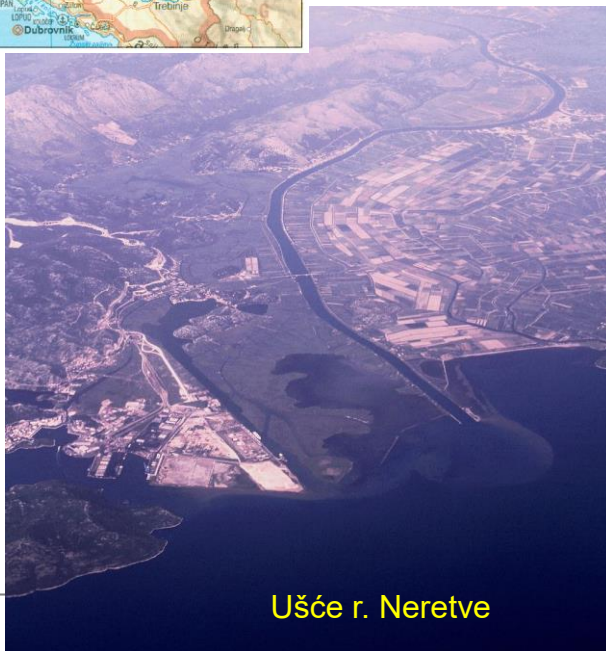
RIJEKA NERETVA

Dužina toka: 230 km (22 km u RH)

Ukupna površina sliva 10.500 km²

Donja Neretva (aluvijalno područje) 19.000 ha

Protok r. Neretve pod utjecajem rada HE (Qmetković do 50 do 2200 m³/s)



Ušće r. Neretve

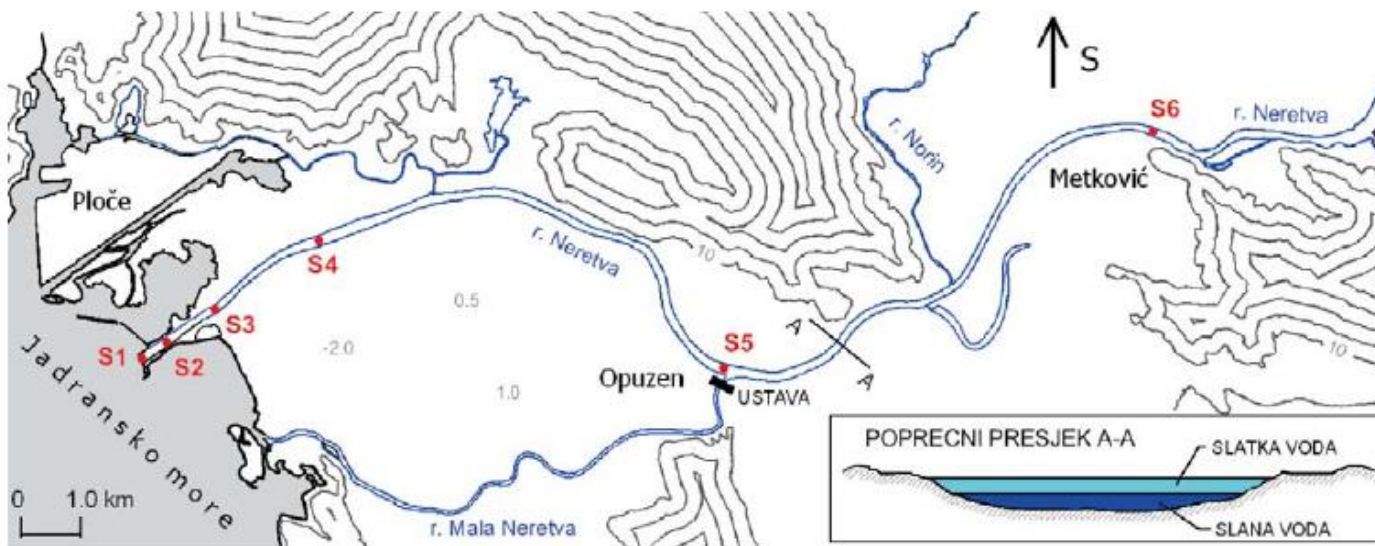




Zaslanjivanje Donje Neretve u
dva dominantna smjera:

- kroz korito r. Neretve,
- kroz podzemlje.

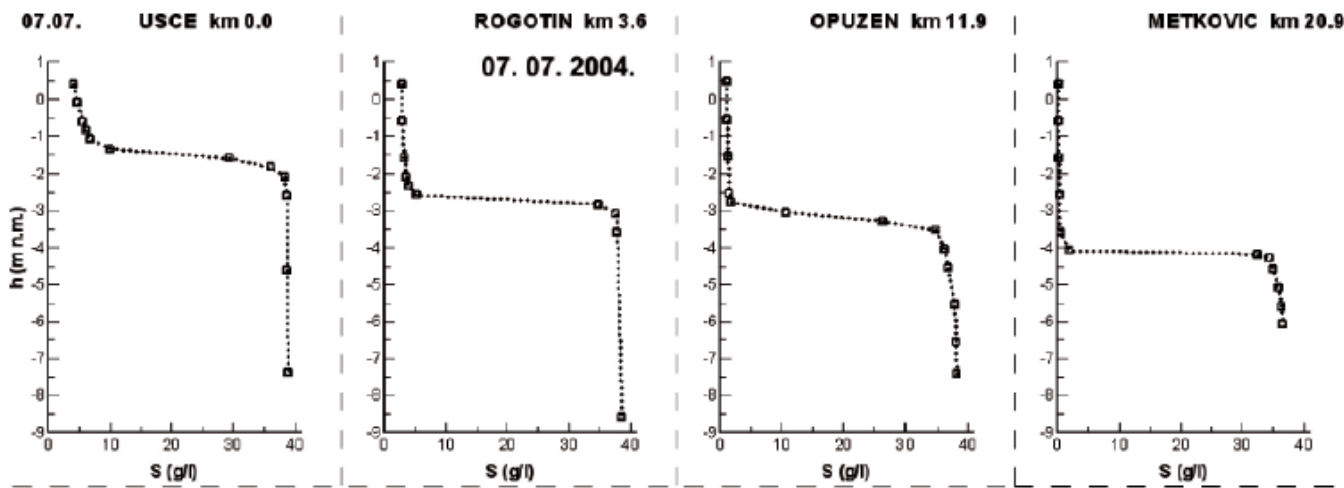
Donja Neretva



Slika 2. Područje donje Neretve s mjernim profilima S1 do S6

Intruzija slane (morske) vode u korito rijeke Neretve:

- organizirana mjerenja od 1997.,
- razvoj numeričkog modela uslojenog tečenja,
- utvrđeni su procesi zaslanjivanja (slani klin, „salt wedge”),
- dominantni rubni uvjeti: dotok slatke vode i razina mora.



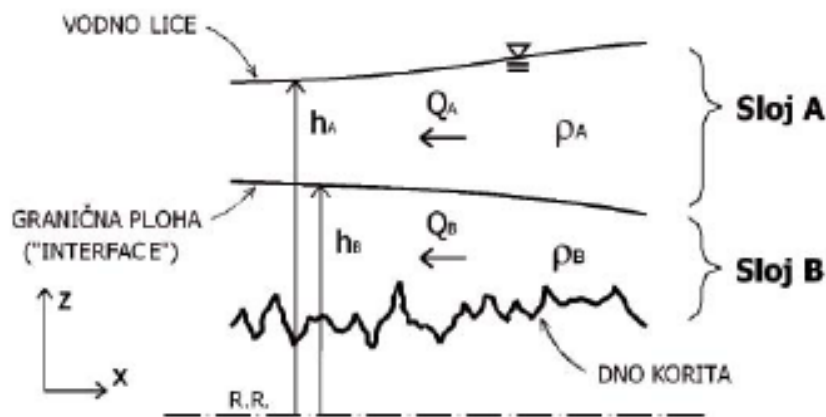
Izmjereni profili slanosti duž korita Neretve

Površinski sloj: vrlo mala, zanemariva slanost
Pridneni sloj: slanost oko 38‰
Relativno uska tranzicijska zona (oko 0,5 m)

Hidrodinamički model uslojenog tečenja

Pretpostavke:

- dva sloja (fluida),
- gustoća fluida u svakom sloju je konstantna,
- za svaki sloj uzima se srednja profilska brzina,
- "sharp interface" (haloklina),
- vodno lice i haloklina u poprečnom presjeku su horizontalni,
- bez miješanja,
- hidrostatska raspodjela tlaka po dubini,
- nestacionaran proračun.



Shematski prikaz uslojenog tečenja

- jednačba kontinuiteta za Sloj A

$$\frac{\partial A_A}{\partial t} + \frac{\partial Q_A}{\partial l} = 0, \quad (1)$$

- jednačba kontinuiteta za Sloj B

$$\frac{\partial A_B}{\partial t} + \frac{\partial Q_B}{\partial l} = 0, \quad (2)$$

- dinamička jednačba za Sloj A

$$\frac{\partial Q_A}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial l} \left(\frac{Q_A^2}{A_A} \right) + g A_A \frac{\partial h_A}{\partial l} + \frac{1}{\rho_A} \tau_0 O_A + \frac{1}{\rho_A} \tau_s B_s = 0, \quad (3)$$

- dinamička jednačba za Sloj B

$$\frac{\partial Q_B}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial l} \left(\frac{Q_B^2}{A_B} \right) + \frac{\rho_A}{\rho_B} g \frac{\partial}{\partial l} (h A_B) - \frac{\tilde{n}_A}{\tilde{n}_B} g h \frac{\partial A_B}{\partial l} + g A_B \frac{\partial h_B}{\partial l} + \frac{1}{\rho_B} \tau_0 O_B - \frac{1}{\rho_B} \tau_s B_s = 0. \quad (4)$$

Sustav jednačbi (1)-(4) opisuje jednodimenzionalno nestacionarno uslojeno tečenje u koritima složenog poprečnog presjeka.

Rješenje jednačbi su funkcije: Q_A , Q_B , h_A i h_B .

Jednačbe (1)-(4) su hiperboličkog tipa i nemaju analitičko rješenje, pa se za njihovo rješavanje koristi neka od numeričkih metoda.



Usvojena je MKE (**Metoda konačnih elemenata**)

Suština MKE: diskretizacija kontinuuma na konačne elemente, aprkosimacija rješenja po elementima i izbor interpolacijskih funkcija tako da najbolje odgovaraju prirodi problema.

Usvojeni su linerani dvočvorni elementi, s lineranim intepolacijskim (oblikovnim) funkcijama (tj. linerana promjena nepoznatih funkcija protoka i vodostaja na svakom KE).

Globalni sustav se izgrađuje superpozicijom lokalnih sustava koji se dobiju integracijom po elementima. Za svaki element integriraju se nevedene jednađžbe (1)-(4) po prostoru $[x_1, x_2]$ i vremenu $[t_1, t_2]$. Po pravilima num. integracija jednađžbe problema se svode na algebarske nelinearne jednađžbe.

Za cijeli sustav s M elemenata dobiva se $4M$ jednađžbi (globalni sustav).

Preostalih $2N$ jednađžbi dobiva se postavljanjem jednađžbi kontinuiteta u čvorovima: $\sum Q_{Ai}=0$ i $\sum Q_{Bi}=0$

Elementne jednađžbe ($4M$) i čvorne jednađžbe ($2N$) daju sustav $4M+2N$ nelinearnih jednađžbi.

Primjenjena je Newton-Raphson iterativna metoda pa se problem svodi na rješavanje linearnog sustava.

Za zadane početne i rubne uvjete dobiva se jednoznačno rješenje nepoznatih funkcija Q i h u čvorovima KE.

Početni uvjeti:

- vodostaji h_A i h_B u svakom čvoru,
- protoci $QA1$ i $QB1$ (nizvodni čvor na elementu) i $QA2$ i $QB2$ (uzvodni čvor na elementu).

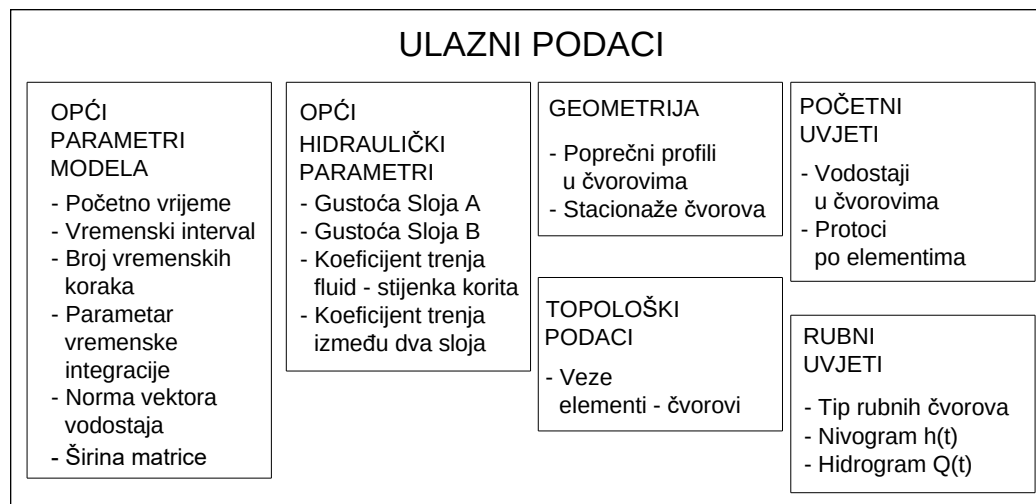
Rubni uvjeti:

- Hidrogram ($Q-t$) ili nivogram ($h-t$) u rubnim čvorovima sustava.
- (Najčešće se zadaje hidrogram na uzvodnom rubu, a nivogram na nizvodnom)

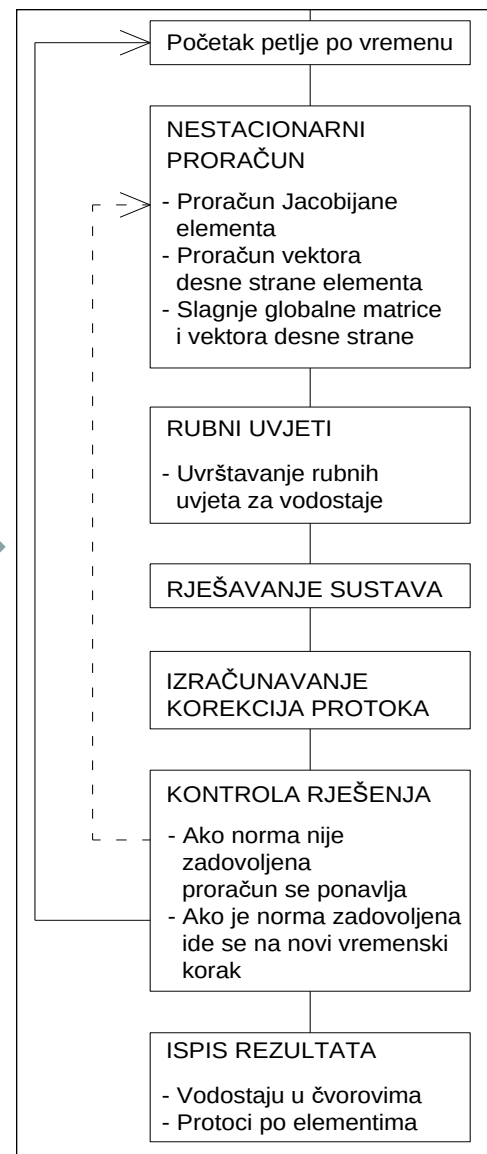


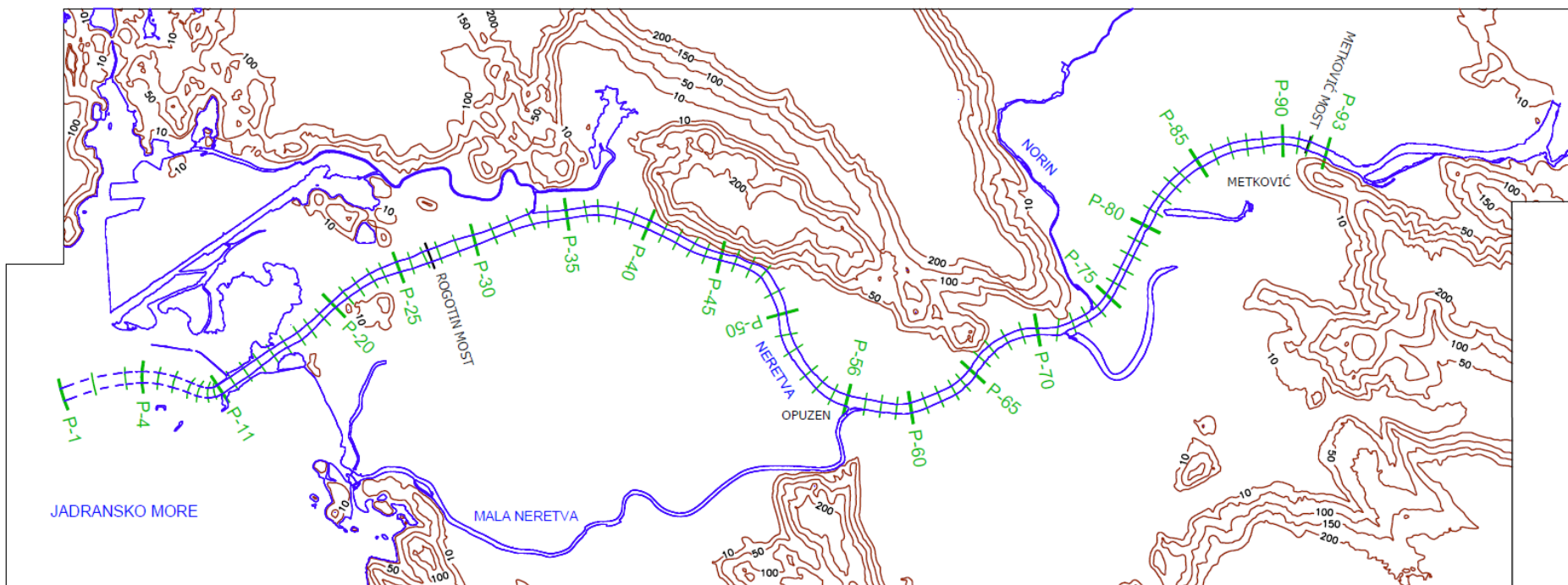
Programsko rješenje nestacionarnog modela

Program je napisan u FORTRANU.



Struktura modela



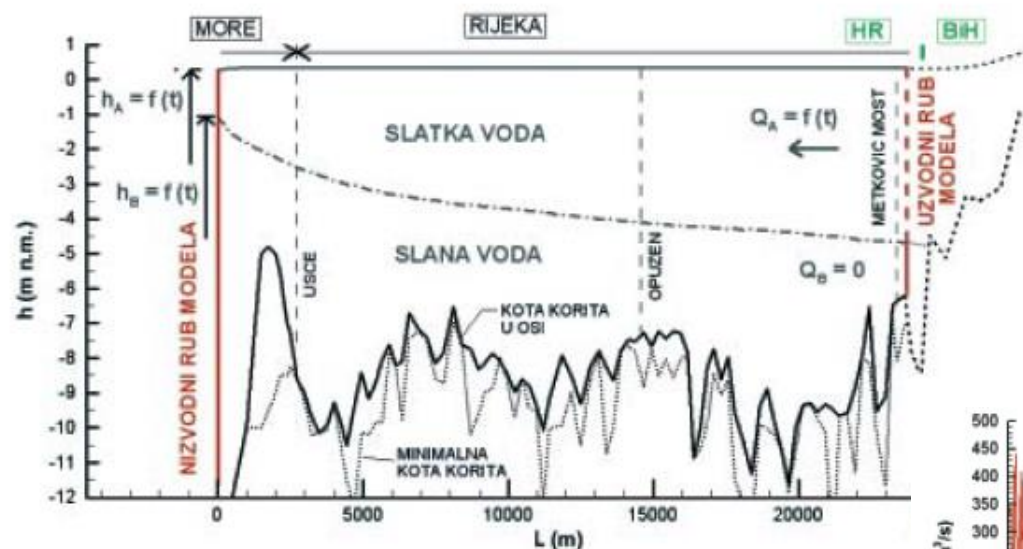


Topološka shema za rijeku Neretvu

Elementi i čvorovi:

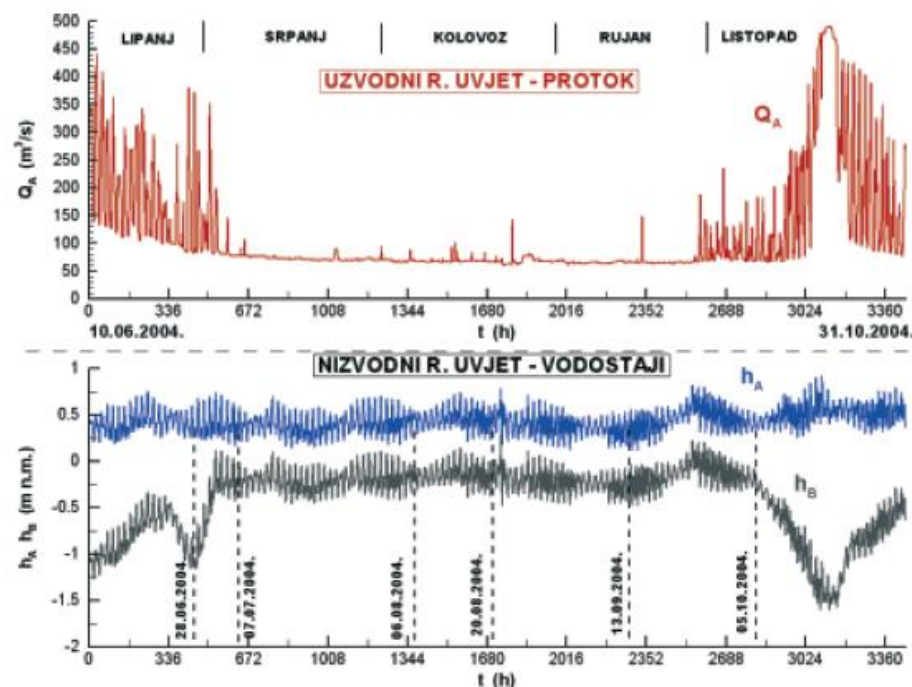
92 konačna elementa (82 riječna, 10 morska)

93 čvora (profila)



Slika 6. Uzdužni presjek rijeke Neretve s usvojenim rubovima

Rubni uvjeti za
nestacionaran proračun



Slika 7. Rubni uvjeti: a) dotok slatke vode (Q_A), b) nizvodni vodostaji (h_A i h_B)



Prikaz rezultata modela Stacionarna rješenja

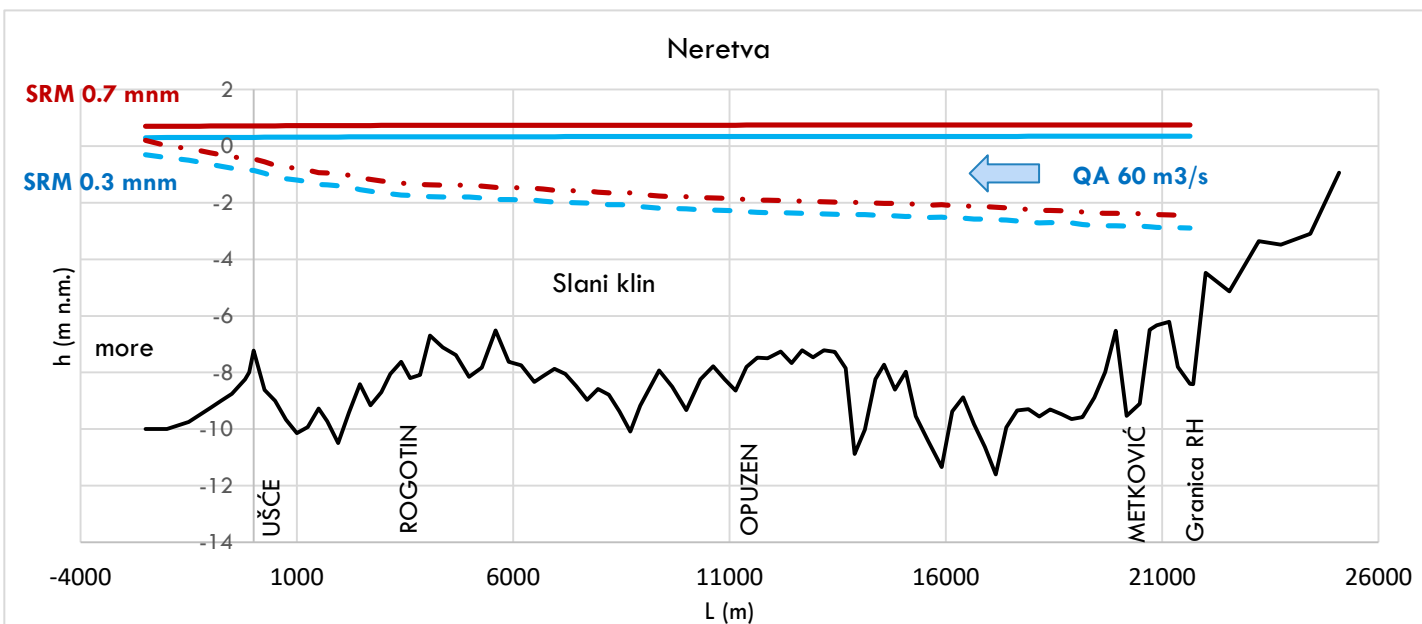
Nizvodni rubni uvjet:

- a) SRM 0,3 mm (cca. sadašnji uvjeti)
- b) SRM 0,7 mm (pretpostavljen budući nivo)

Uzvodni rubni uvjet:

- a) $Q_A = 60 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_B = 0$ (cca. sadašnji uvjeti)
- b) $Q_A = 60 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_B = 0$ (buduće dotok)

Uzdužni profil rijeke s vodnim licima



Utjecaj podizanja razine mora na parametre slanog klina:

- Podizanje vodnog lica rijeke (h_A),
- Podizanje halokline (h_B),
- DUŽ KORITA RIJEKE PODIŽE SE NIVO VODNOG LICA I SLANE (MORSKE) VODE PRIBLIŽNO KOLIKO JE I PROMJENA RUBNOG UVJETA (Δh_{mora})

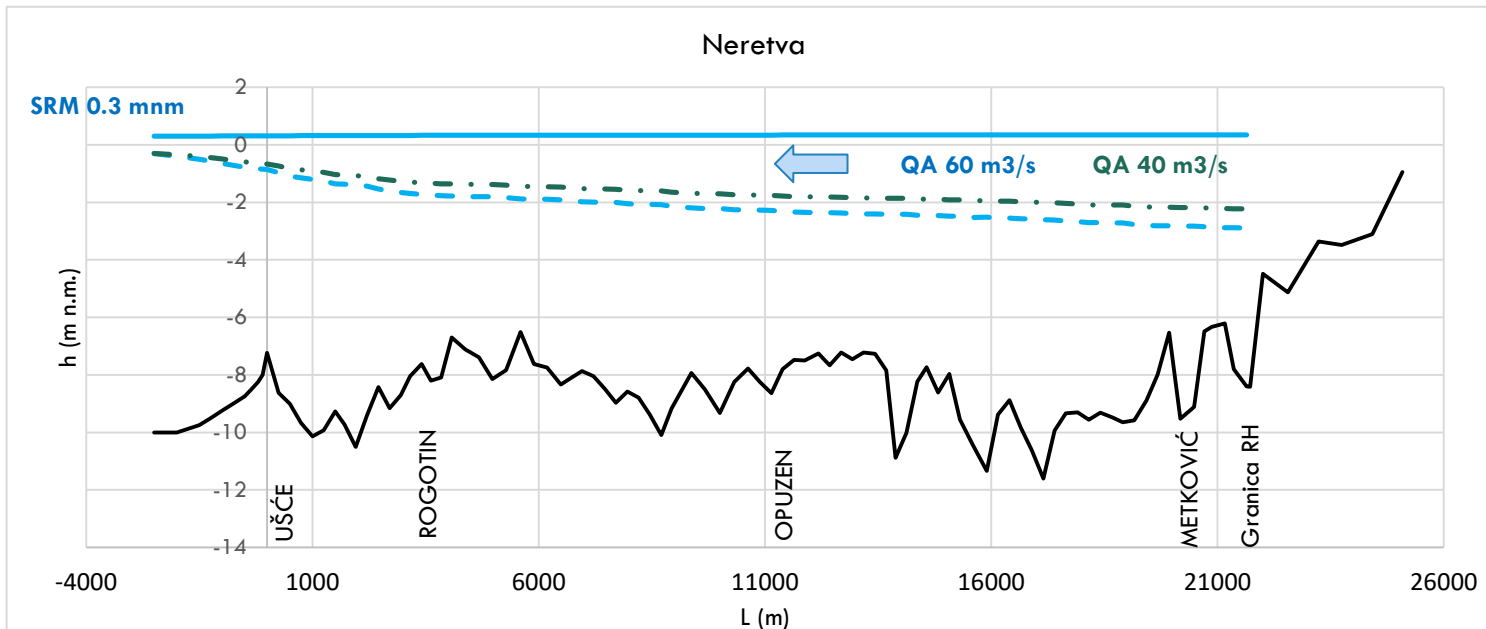
Prikaz rezultata modela Stacionarna rješenja

Nizvodni rubni uvjet:

- a) SRM 0,3 mm (cca. sadašnji uvjeti)
- b) SRM 0,3 mm (pretpostavljen budući nivo)

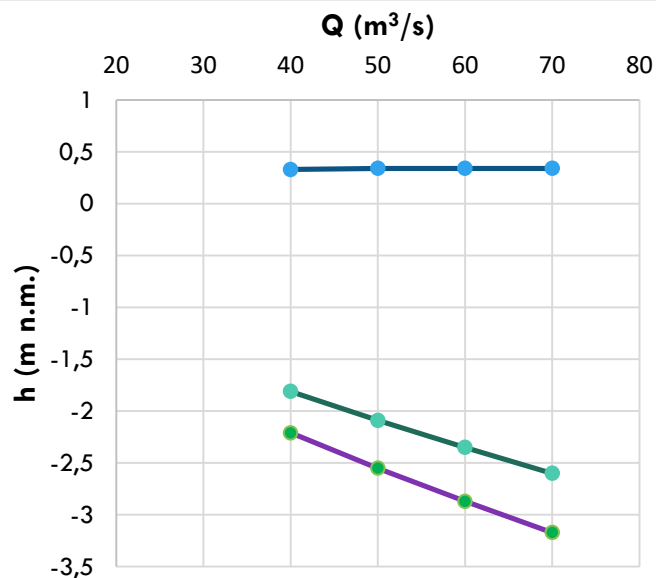
Uzvodni rubni uvjet:

- a) $Q_A = 60 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_B = 0$ (cca. sadašnji uvjeti)
- b) $Q_A = 40 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_B = 0$ (buduće dotok)



Utjecaj smanjenja dotoka slatke vode na parametre slanog klina:

- Vodno lice praktički ostaje nepromjenjeno,
- Podiže se nivo slane (morske) vode u koritu (značajnije na uzvodnom dijelu).



Visina slanog klina u Opuzenu i
Metkoviću: $hB = f(QA)$

—●— hA (Opuzen, Metkovic)

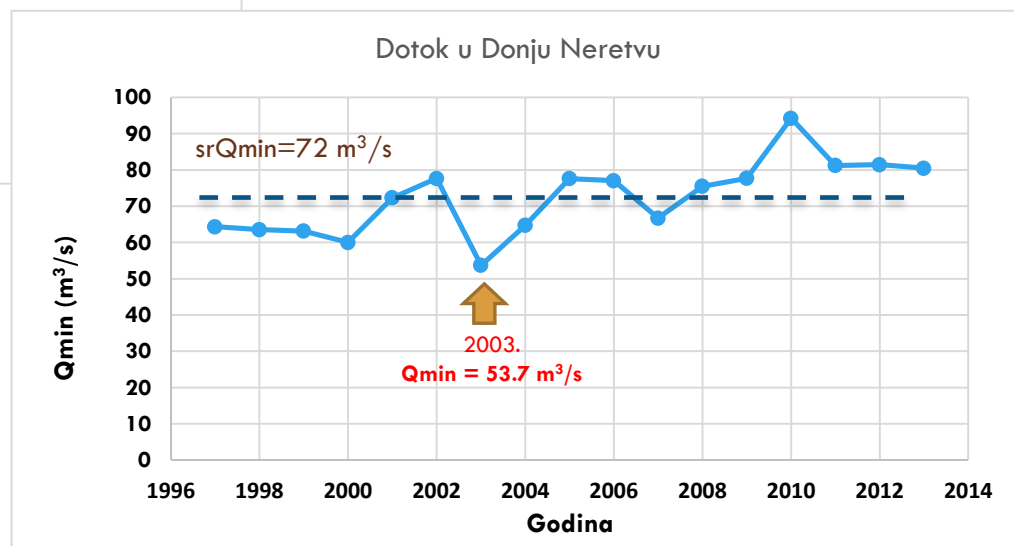
—●— hB (Opuzen)

—●— hB (Metkovic)

$Q_{neretve} = f(HE)$

HE Mostar (1987.)
 $Q_{biol.min} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$

Minimalni protoci rijeke Neretve u
Metkoviću (1997-2013)



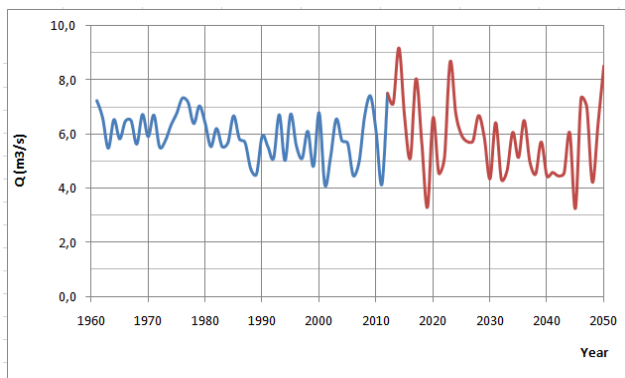
Rekapitulacija za „profil Opuzen”:

- Današnji uvjeti (SRM, $QA = 60 \text{ m}^3/\text{s}$); Površinski sloj 2,7 m; Pridneni (morski) sloj 5,15 m;
- Podizanje SRM za 0,4 m; Podizanje sl.klina **0,42 m**,
- Smanjenje dotoka slatke vode sa 60 na 40 m^3/s ; Podizanje klina **0,54 m**,
- Zajedno (podizanje SRM i smanjenje QA): 0,96 m

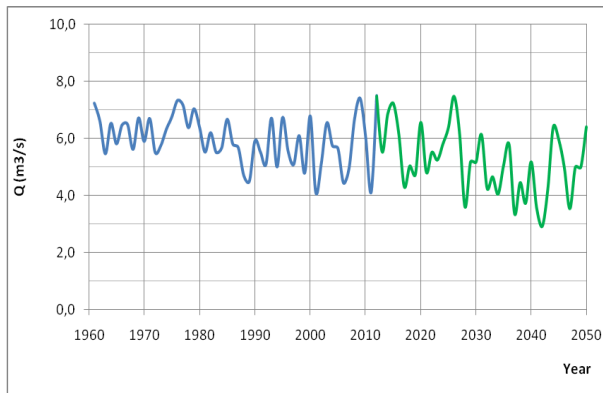
KLIMATSKE PROMJENE → INTENZIVNIJA INTRUZIJA
MORA U POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE I TLO
(„zaslanjivanje vode i poljoprivrednog tla”)



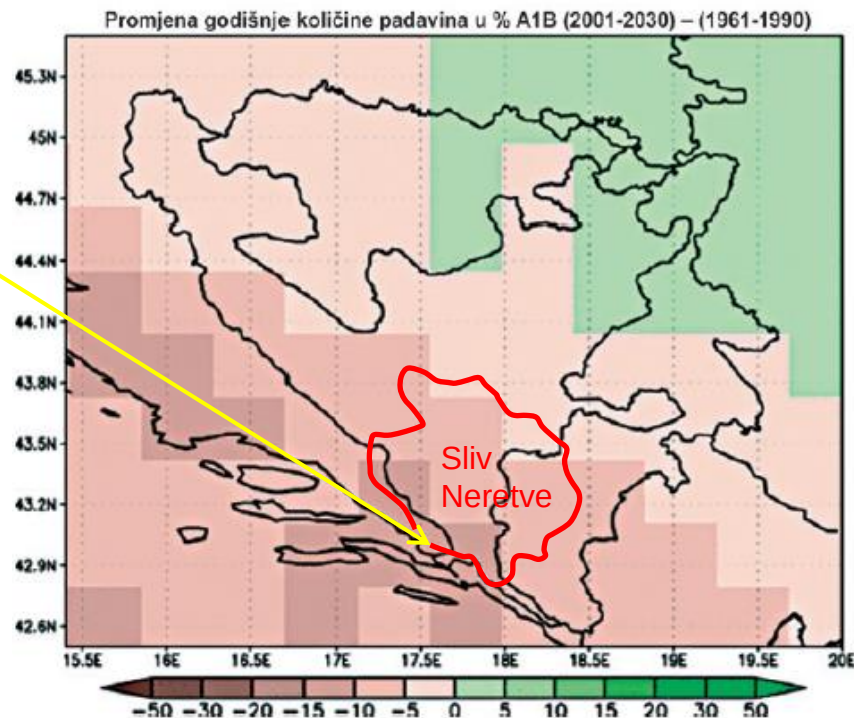
Promjene vodne bilance izvora Prud (GF Rijeka, 2016)



REG CM3



Promes



Smanjenje godišnjih oborina za 5 do 15% na slivu Neretve

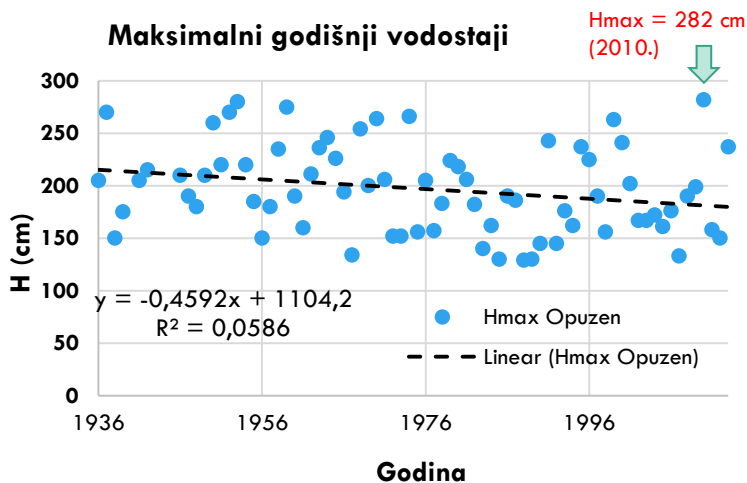
Predviđene klimatske promjene
Godišnje oborine (1961-1990 vs. 2001-2030)
Preuzeto iz STRATEGIJA PRILAGOĐAVANJA NA
KLIMATSKE PROMJENE I NISKOEMISIONOG RAZVOJA
ZA BOSNU I HERCEGOVINU, 2013.



Hidrološke stanice na r. Neretvi (u RH)

HIDROMELIORACIJSKI SUSTAVI

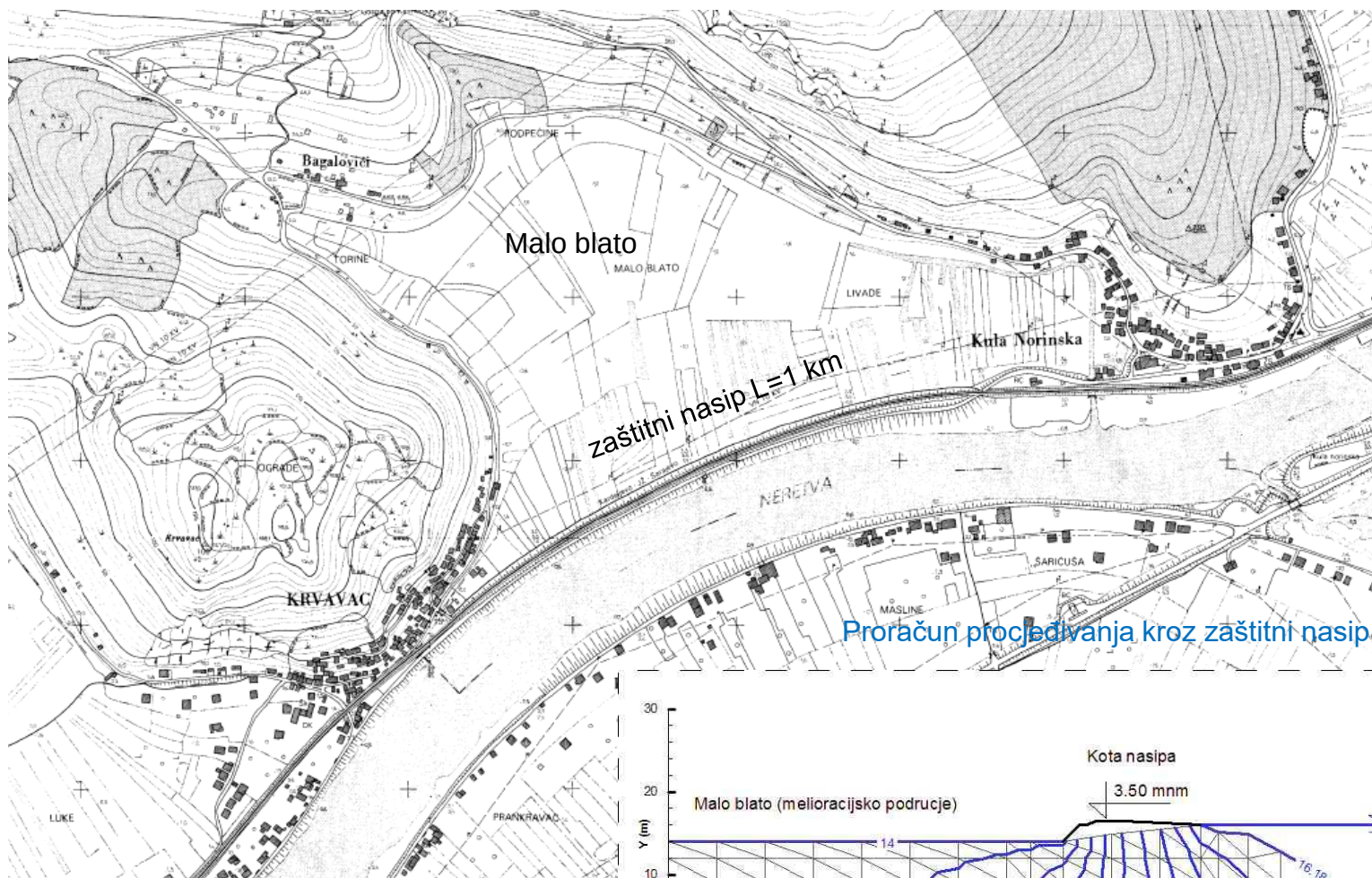
Šifra	Naziv stanice	Vodotok	Oprema / početak	Kota nule (m n.m.)	Raspoloživi podaci	Parametri mjerenja
7052	Metković	Neretva	Vod. 1934 Limn. 1957.	-0,271	H: 1934-2013	H, T
7062	Opuzen	Neretva	Vod. 1887. Limn. 1982.	-0,180	H: 1936-1943, 1945-2013	H



Maksimalni vodostaji H.S. Opuzen (1936-2013)

Primjer: hidromel. sustav Malo blato (Krvavac)





**Podizanje vodnog
lica Neretve**
(povišenje SRM,
ekstremne oborine
i dr.):

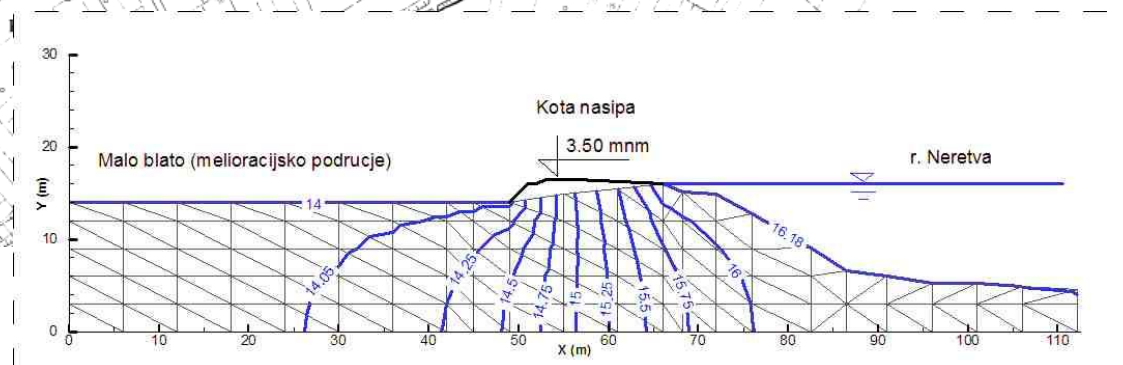
- Zaštitni nasipi mogu biti ugroženi,
- Povećano procjeđivanje u melioracijsko područje.

V.V.

$H_{100}=3,40 \text{ mm}$

$H_{50} = 3,18 \text{ mm}$

Proračun procjeđivanja kroz zaštitni nasip





REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



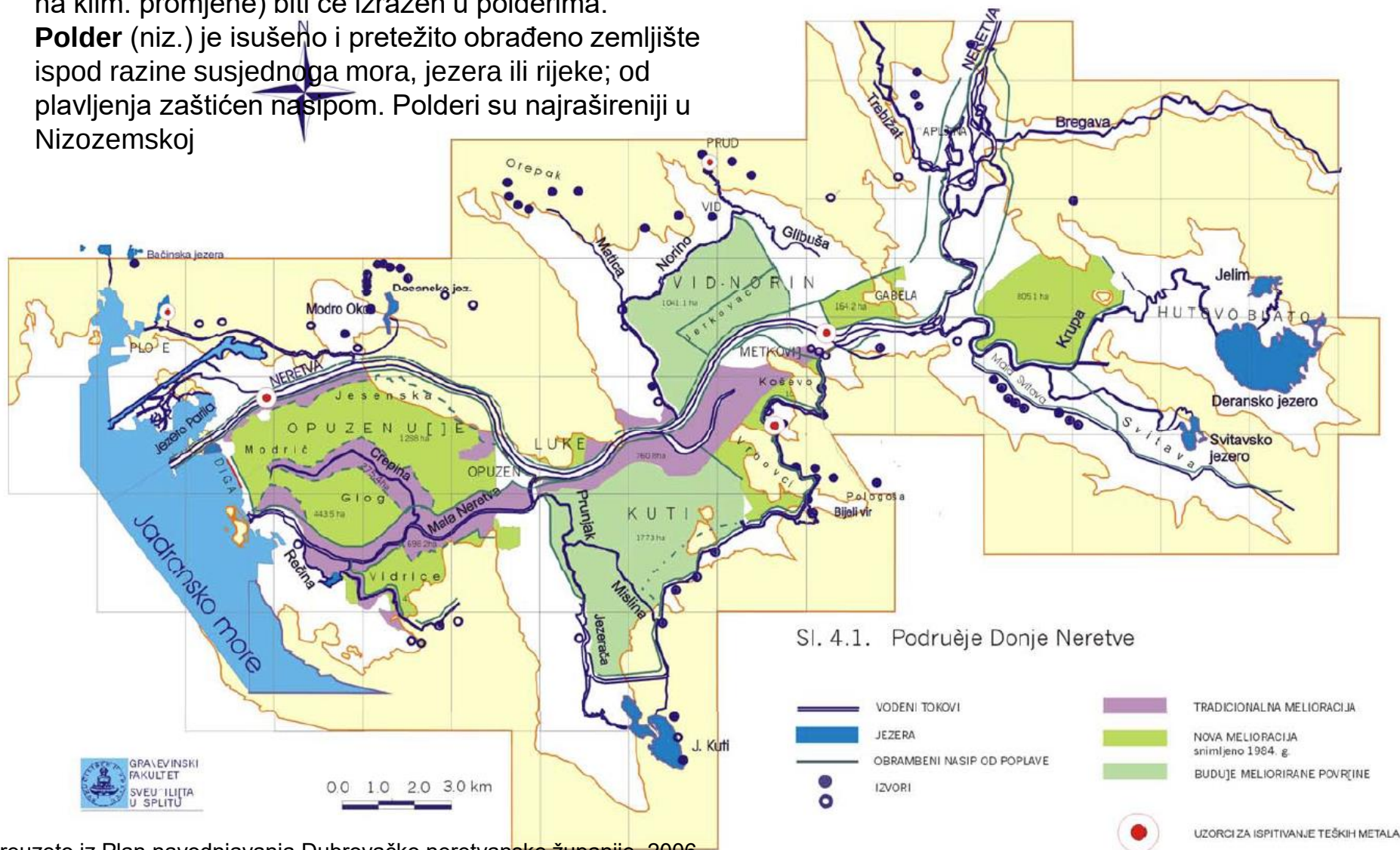
eptisa
Adria d.o.o.

Poplava u dolini Neretve (3.12.2010.)



Problem održavnja povoljnog vodnog režima (s obzirom na klim. promjene) biti će izražen u polderima.

Polder (niz.) je isušeno i pretežito obrađeno zemljište ispod razine susjednoga mora, jezera ili rijeke; od plavljenja zaštićen nasipom. Polderi su najrašireniji u Nizozemskoj

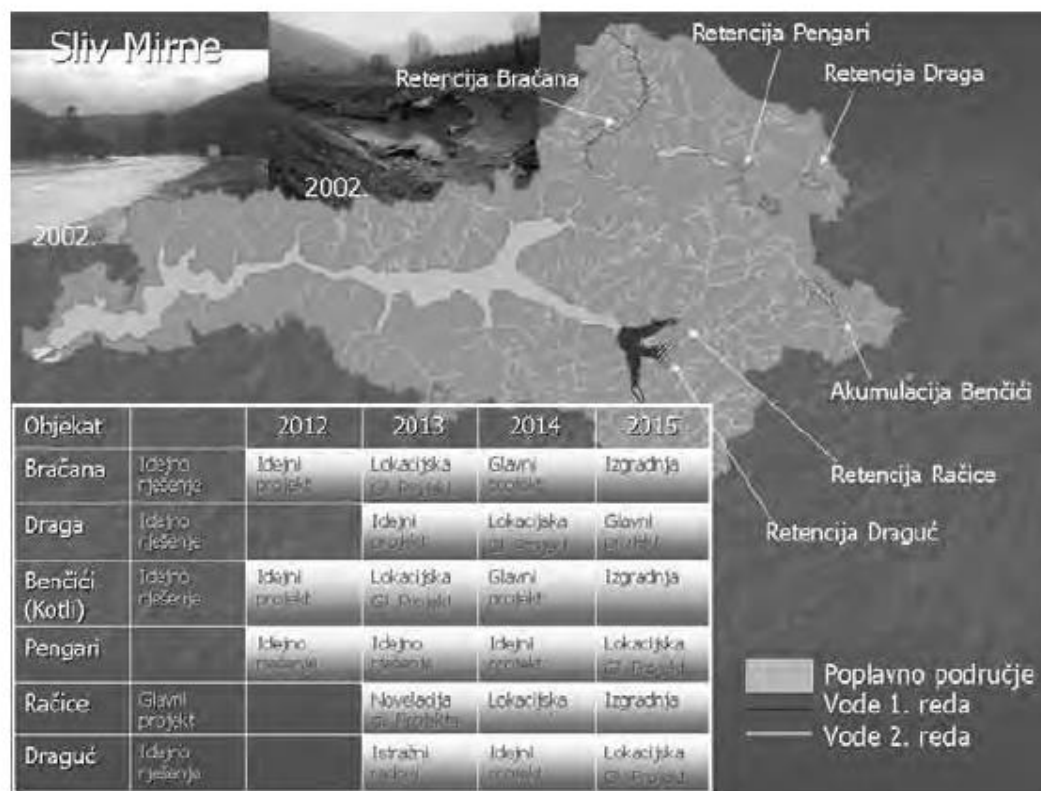




Ušće rijeke Mirne

Primjer sliv rijeke Mirne

Obrana od poplava u slivu Mirne:
izgradnja akumulacija i retencija za
zaštitu doline od plavljenja



Slika 2. Razvojni projekti zaštite od poplava na slivu Mirne



URBANA (KOMUNALNA) ODVODNJA

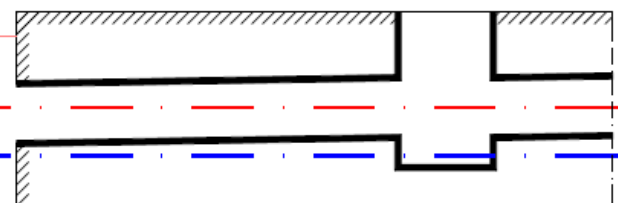
Obalni ispust

Raviziono okno

Buduća plima

Buduća SRM

SRM



Shematski prikaz obalnog ispusta

Slika: obalni ispusti oborinske odvodnje (Kaštel Sućurac)

Podizanje razine mora:

- Otežano funkcioniranje i smanjenje kapaciteta obalnih ispusta i pratećih građevina (reviziona okna, preljevi mješovite kanalizacije i sl.)



Kapacitet ispusta

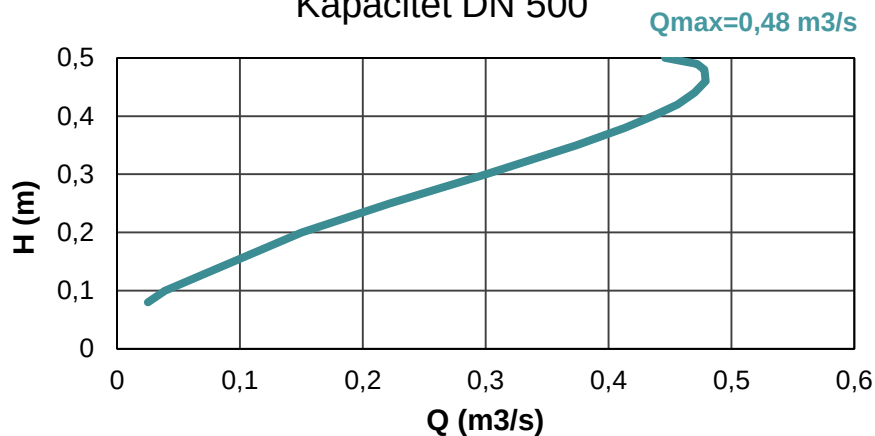
$$Q_{\text{ispusta}} = f(DN, H_g, H_d, \dots)$$

Istjecanje:

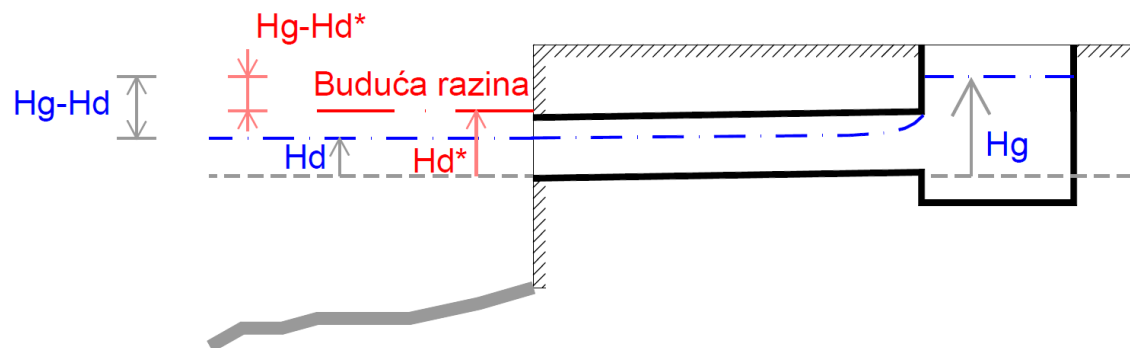
- Nepotopljeno,
- Potopljeno,

Primjer: DN 500, $I = 1\%$, $n = 0,011$
(tečenje sa slobodnim vodnim licem)

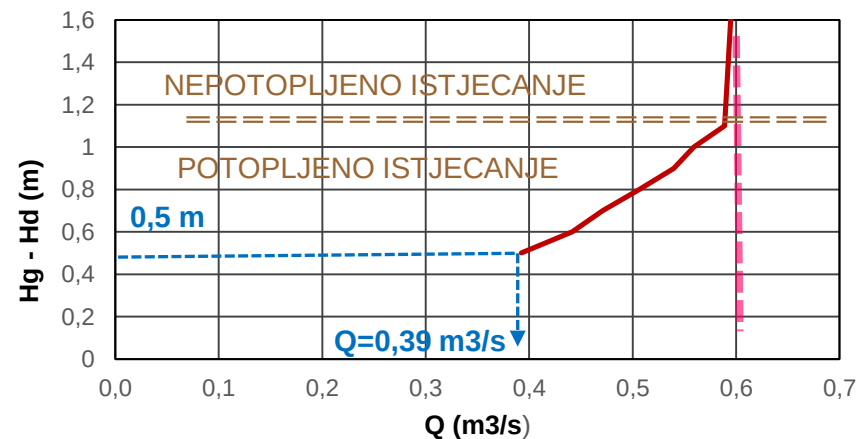
Kapacitet DN 500



Obalni ispust



Istjecanje pod tlakom DN 500 $Q_{\text{max}}=0,6 \text{ m}^3/\text{s}$



$H_g = 1.6 \text{ m}$, $H_d = 0$, slobodno istjecanje, $Q = 0.6 \text{ m}^3/\text{s}$

$H_g = 1.6 \text{ m}$, $H_d = 1.1 \text{ m}$, potopljeno istjecanje, $Q = 0.39 \text{ m}^3/\text{s}$ (smanjenje 35%)

PODIZANJE RAZINE MORA → SMANJENJE KAPACITETA ISPUSTA

Preuzeto iz:

RANJIVOST OBALA OTOKA RABA ZBOG RASTA RAZINE MORA

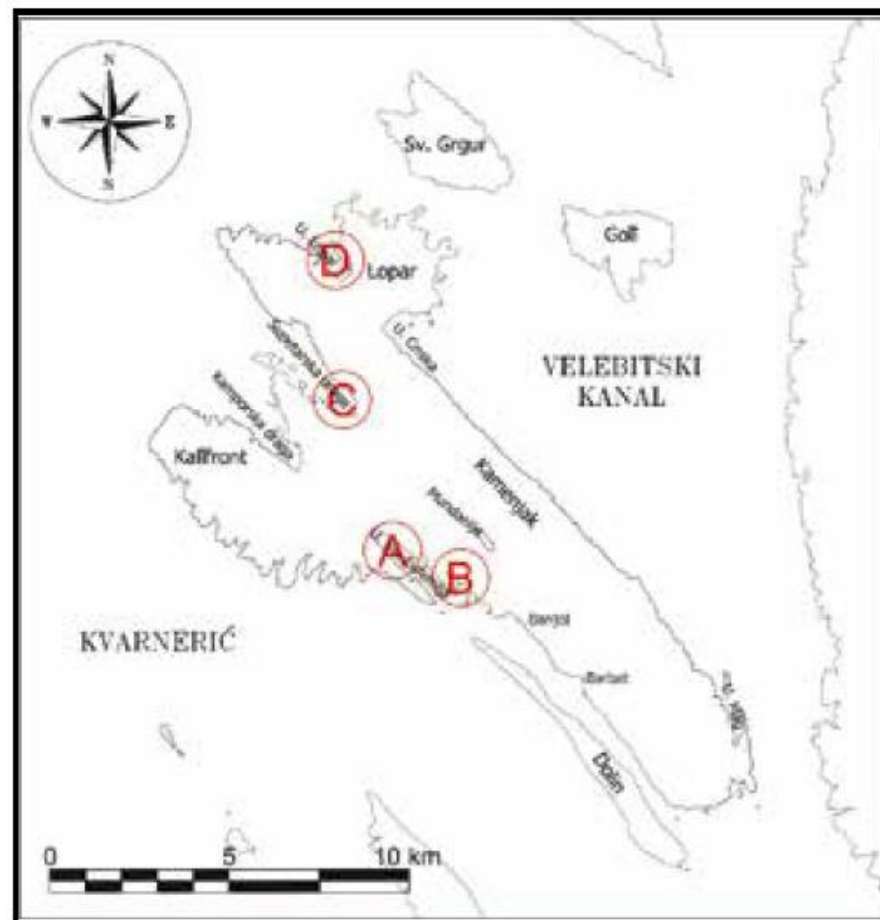
I. Ružić, Č. Benac

(Građevinski fakultet Rijeka)

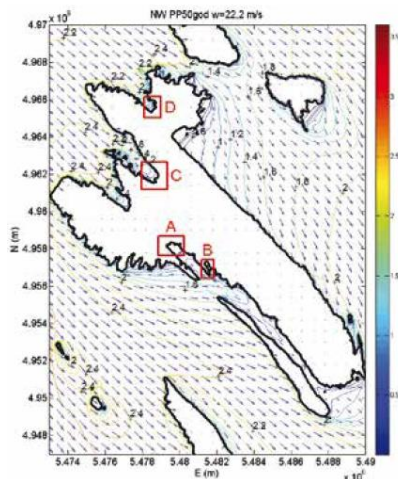
HRVATSKE VODE, 2016.

Sažetak:

- analiza obala otoka Raba,
- duljina obale otoke 123,8 km,
- prirodne pjeskovite plaže 22,4 km (18% obale),
- tri scenarija:
 - a) stagnacija morske razine,
 - b) porast za 30 cm i
 - c) porast za 60 cm.
- utvrđene su **najugroženije zone**:
 - uvala Sv. Eufemija,
 - luka grada Raba,
 - Supetarska Draga,
 - uvala Lopar.

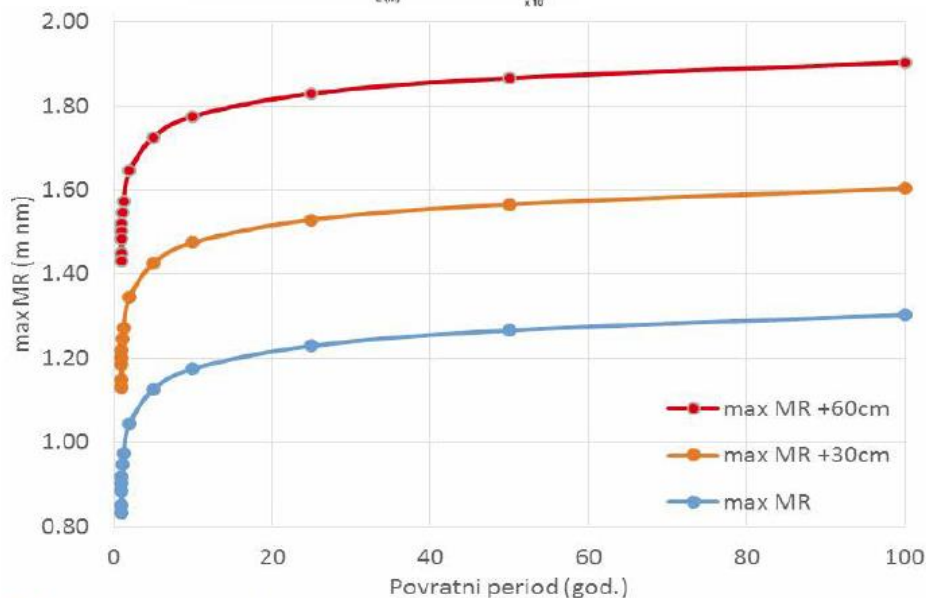


Slika 1. Otok Rab s položajem istraženih lokacija: A - uvala Sv. Eufemija, B - luka grada Raba; C – Supetarska Draga; D – uvala Lopar



Simulacija valovanja

- numerički model valovanja SWAN,
- sjeverozapadni (tramuntana, NW) i jugoistočni (jugo, SE) smjer vjetra (smjerovi koji imaju najveći utjecaj na navedene lokacije), 50-godišnji povratni period, brzine vjetra 22,2 (NW) i 27,4 m/s (SE),
- sadašnja razina mora i buduća (30 i 60 cm),



Morska razine -**Bakar**

Prognoza visokih razina mora za sadašnje uvjete i buduće povećanje od 30 i 60 cm.

Očekivane razine mora za 100-god. pov.period (= kota plavljenja):
1,90 m n.m. (porast SRM za 60 cm)
1,60 m n.m. (porast SRM za 30 cm)
1,30 m n.m. (stagnacija razine)



Slika 7. Luka grada Raba: učinak plavljenja u slučaju visoke morske razine 100 godišnjeg povratnog perioda (1,30 m n.m.) i predviđenih stagnacija i povećanja razina mora od 30 i 60 cm

Linije plavljenja: grad Rab



Slika 12. Uvala Lopar: učinak plavljenja u slučaju visoke morske razine 100 godišnjeg povratnog perioda (1,30 m n.m.) i predviđenih stagnacija i povećanja razina mora od 30 i 60 cm

Linije plavljenja: uvala Lopar

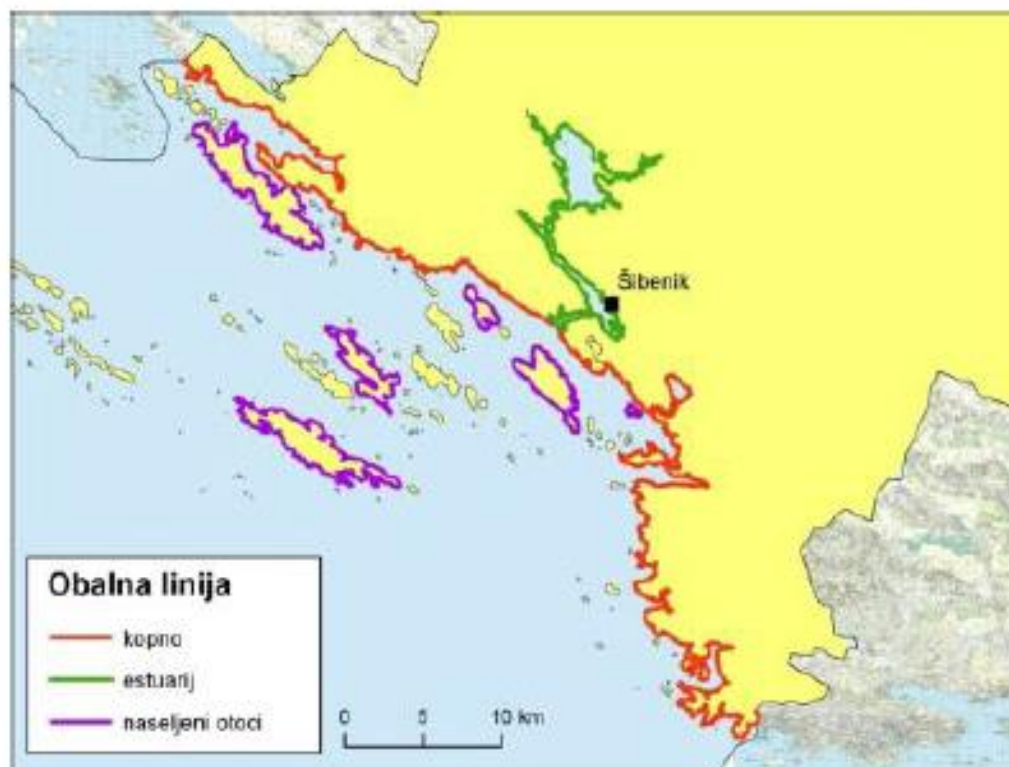
Šibensko-kninska županija:

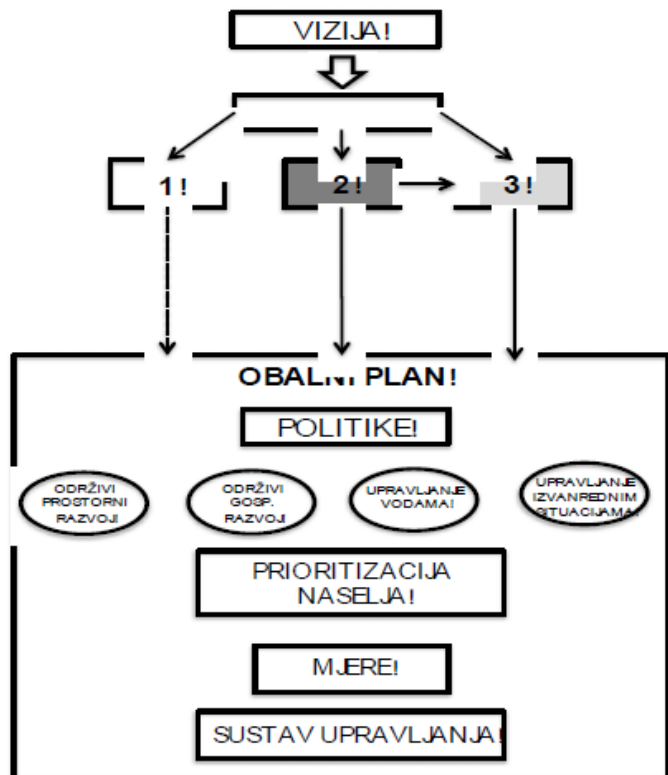
Plan integralnog upravljanja obalnim područjem Šibensko-kninske županije

(Obalni plan) (PAP/RAC, 2015.) izrađen je u okviru projekta „Integracija učinaka klimatske varijabilnosti i promjena u nacionalne strategije za primjenu Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjima“.

Sadržaj:

- UVOD
- ANALIZA STANJA
 - Opis obalnog područja
 - Identifikacija ključnih problema
 - Ranjivost obalnog područja
- OBALNI PLAN
 - Vizija i scenariji
 - Obalni plan





Shematski prikaz strukture plana

ANALIZA STANJA

Utvrđen je **indeks ranjivosti** koji obuhvaća:

- prirodne karakteristike (nadmorska visina, sastav i čvrstoća tla i dr.),
- djelovanja (valovi, plima),
- socio-ekonomske karakteristike - naselja, turizam, luke.



Slika 5.2: Prostorni raspored zbirne ranjivosti za Šibensko-kninsku županiju



Tablica 6.1: Usporedni prikaz scenarija

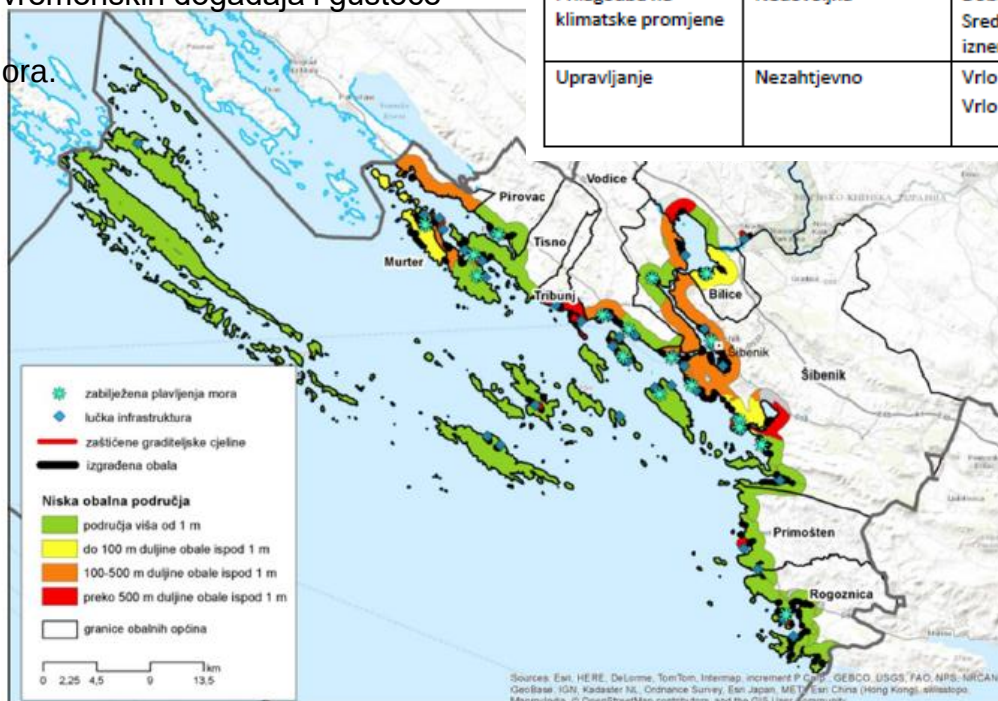
Dimenzije	Scenarij		
	Rizik	Konkurentnošću do kohezije	Zaštitom do održivosti
	1	2	3
Pokretači	Turizam niske razine Prodaja nekretnina	Turizam viših oblika i standarda smještaja Policentrični rast gospodarskih aktivnosti Viša stopa rasta BDP	Striktna zaštita okoliša i prostora Niža do srednja stopa rasta BDP
Prirodni resursi	Trajno iscrpljivanje	Povećano korištenje ali uz kontrolu	Smanjeno korištenje uz striktnu kontrolu
Socio-ekonomski razvoj	Moguć kratkotrajan, dugoročno neodrživ rast	Pojačani rast Raste udio „plave“ i „zelene“ ekonomije u ukupnoj gospodarskoj strukturi	Umjereno stabilan rast „Plava“ i „zelena“ imaju visok udio u ukupnoj gospodarskoj strukturi
Prostorna kohezija	Slaba	Vrlo dobra	Dobra
Prilagodba na klimatske promjene	Nedovoljna	Dobra Srednja otpornost na iznenadne situacije	Dobra Visoka otpornost na iznenadne situacije
Upravljanje	Nezahtjevno	Vrlo aktivan pristup Vrlo složeno	Striktna primjena mjera zaštite Umjerena složenost

OBALNI PLAN

Pretpostavljena su **3 scenarija** razvoja obalnog područja.

Prioritizacija obalnog područja s obzirom na:

- krajobrazne vrijednosti,
- obalnu i morsku bioraznolikost,
- održivu marikulturu,
- intenzitet problema upravljanja vodama,
- zagađenje s kopna,
- pojavu ekstremnih vremenskih događaja i gustoće naseljenosti,
- podizanje razine mora.



Preklapanjem različitih
indikatora →
prioritetna područja za
mjere

Prioritizacija obalnog područja s obzirom na podizanje razine mora

Prmjer mjera za naselje Bilice

Obalni plan, predstavlja:

- orijentaciju za **upravljanje** mnogim razvojnim aspektima u obalnom području, posebno za prostorno planiranje;
- osnovu za **zaštitu** obalnog prostora i vrijednih obalnih i morskih ekosustava;
- platformu za **participaciju** zainteresiranih grupa i pojedinaca u upravljanju obalnim područjem;
- okosnicu sustava integralnog **planiranja i upravljanja** obalnim područjem u Šibensko-kninskoj županiji;
- usmjerenje za planiranje i upravljanje dijelovima obalnog prostora ranjivim na učinke klimatskih promjena kao i ostalih nepogoda; i
- strateški dokument koji je nužan preduvjet, među ostalim, za povlačenje sredstava iz **EU fondova**.

Tablica 7.18: Zbirni prikaz mjera u obalnim naseljima⁸

JLS/naselje	Tematsko područje	Opis
Bilice Bilice	Prostor	▪ Bez novog širenja građevinskih područja dok se ne postigne viši stupanj iskorištenosti (80%) ▪ Dogradnja i sanacija unutar postojećeg GP ▪ Čuvanje specifičnih vrijednosti krajobraza
	Jačanje otpornosti	▪ Zabrana gradnje novih stambenih i drugih objekata u područjima koja su niža od 2 metra iznad razine mora ▪ Uređenje obalne linije u dijelu naselja u kojem prolazi prometnica, izgradnja šetnica koje bi bile dovoljno visoke i prilagođene budućem porastu razine mora, ekstremnim vremenskim događajima i pratećim valovima ▪ Prilagodba postojećih obalnih objekata budućem porastu razine mora i ekstremnim vremenskim događajima, naročito kod planiranih rekonstrukcija ▪ Uređenje prometnica i sustava odvodnje otpornih na buduće ekstremne vremenske događaje, naročito ekstremne oborine i oluje s mora ▪ Izgradnja i održavanje pristupnih putova za interventna vozila prema kritičnoj infrastrukturi i šumskim površinama i osiguranje dostatnih izvora vode za gašenje ▪ Sukladno postojećim zakonskim obvezama uspostaviti potrebne kapacitete (vatrogasci, civilna zaštita,) za odgovor na izvanredne situacije (požari, poplave, suše,)
	Vodna infrastruktura	IC; IIB; IIIA; IVC

I – Obalna vodna infrastruktura

II – Vodoopskrba

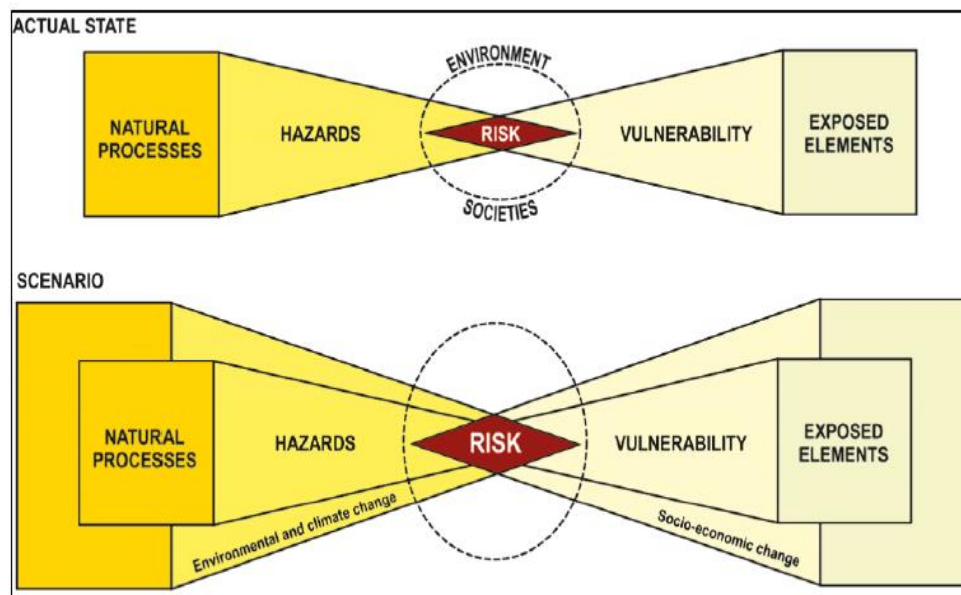
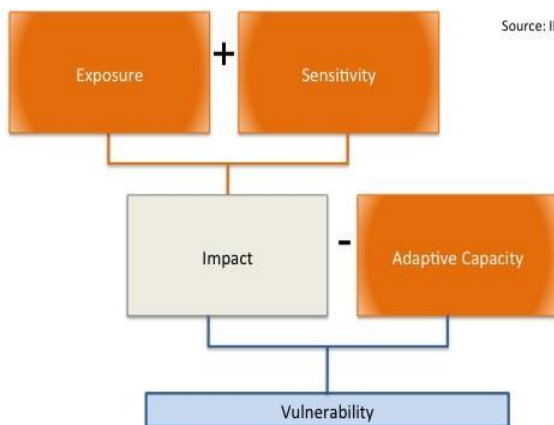
III – Odvodnja i pročišćavanje otpadnih voda

IV – Oborinske vode naselja

Jačina: A, B, C, D

A – najveća složenost, troškovi i problemi

D - najmanje



Izloženost, osjetljivost, ranjivost i rizici uslijed klimatskih promjena na prirodno okruženje i socio-ekonomske promjene (Malet et al., 2012)

**RANJIVOST**

Komponenta sektora	Utjecaja klim. prom.	Ranjivost
Riječna ušća	Povećanje SRM	Zaslanjivanje vode i poljoprivrednog tla
	Duža i snažnija hidrološka suša	
Hidromelioracijski sustavi	Povećanje hidroloških ekstrema (V.V.)	OBRANA OD POPLAVA I ODRŽAVANJE VODNOG REŽIMA:
	Povećanje SRM	Nedovoljna visina nasipa
		Održavanje nasipa
		Povećano procjeđivanje
Urbana (komunalna) odvodnja	Povećanje SRM	Otežan rad sustava odvodnje
	Povećan intenzitet oborina	Smanjeni kapaciteti
Obalno područje	Povećanje SRM	Zaslanjivanje
		Erozija obala i plaža
		Plavljenje infrastrukture i objekata

MOGUĆE MJERE PRILAGODBE

Riječna ušća: Mobilna pregrada na rijeci Neretvi

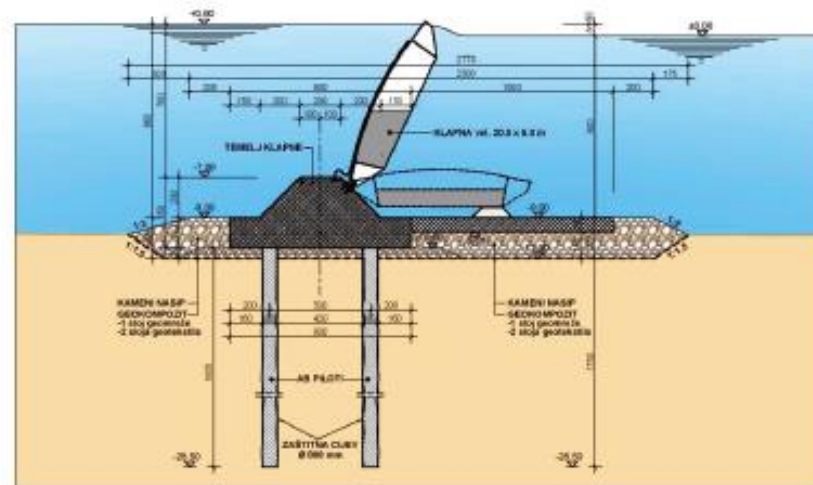
PREGRADA (km 10,1)



Slika 1. Podsustav Opuzen - pregledna situacija s prikazom faza gradnje

Funkcija prgrade:

- prvenstveno zaustaviti prodor slanog klina uzvodno,
- osim toga omogućiti će plovnost (brodska prevodnica),
- prolaz riba (riblja staza),
- prolaz velikih vodnih valova i nanosa (spuštanjem).



Slika 4. Mobilna pregrada na rijeci Neretvi - poprečni presjek

Predviđena u Pilot projektu navodnjavanja
Donja Neretva (2006.)

Dimenzije: 5 x 20 m, visina 9 m.

Podizanje-spuštanje ustave: tlačenje i
ispuštanje zraka u sandučastu konstrukciju
pregrade



Projekt **MOSE** (Modulo Sperimentale Elektromeccanico)

Zaštitni sustav se sastoji od niza mobilnih brana, koje su sposobne izolirati **venecijansku lagunu** od Jadranskoga mora kada plima pređe utvrđenu razinu (110 cm), pa sve do maksimalnih tri metra. Zajedno s ostalim pratećim mjerama, kao što su ojačanje obala, povišenje riva, te će barijere čuvati Veneciju od ekstremnih događaja (polava).



Trg sv. Marka za poplave 2005. godine



Prikaz rješenje s ulazima za cijelu Lagunu

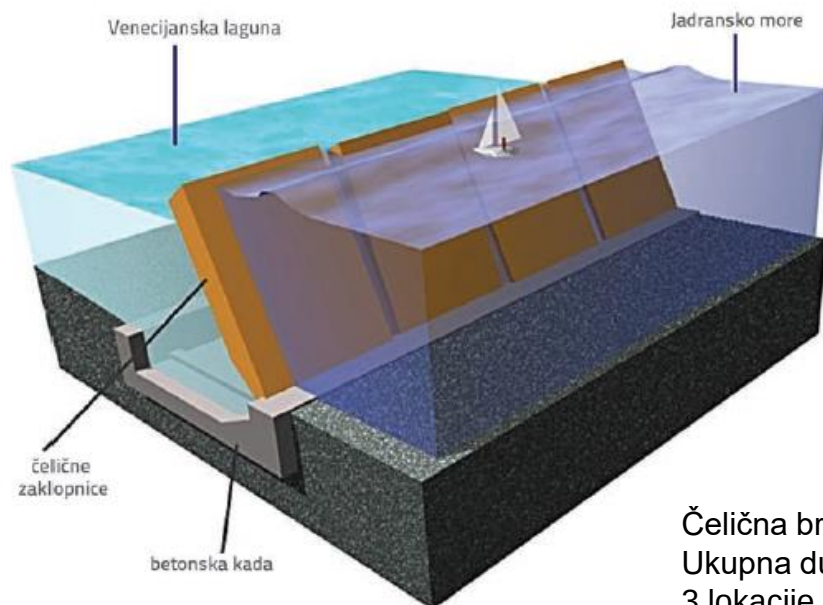


REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

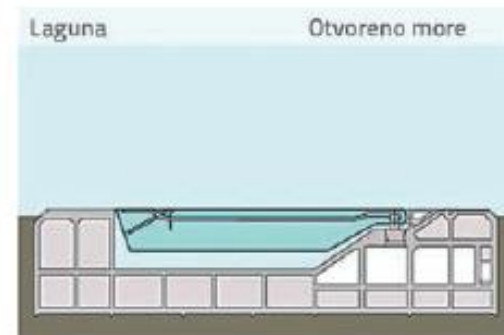


Čelična brana (zaklopnica) 29x24x6 m,
Ukupna dužina brane 1,5 km,
3 lokacije (na tri ulaza u lagunu, kanala)

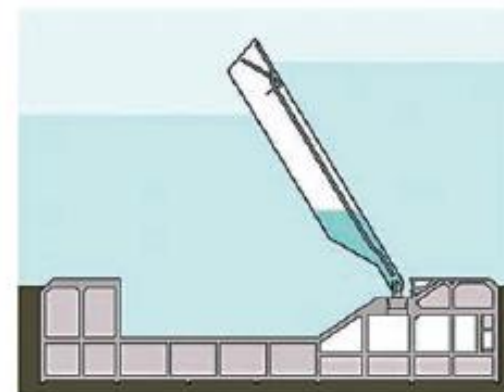
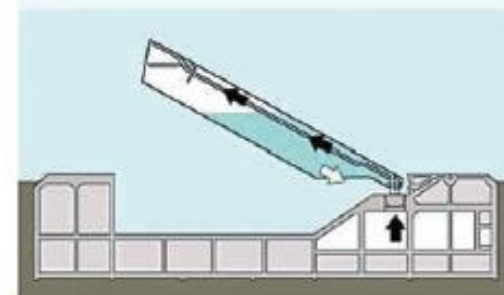
Prikaz rada jedne zaklopnice



Građevinski radovi na umjetnom otoku u Lido ulazu



← upuhavanje zraka
⇨ ispuštanje vode



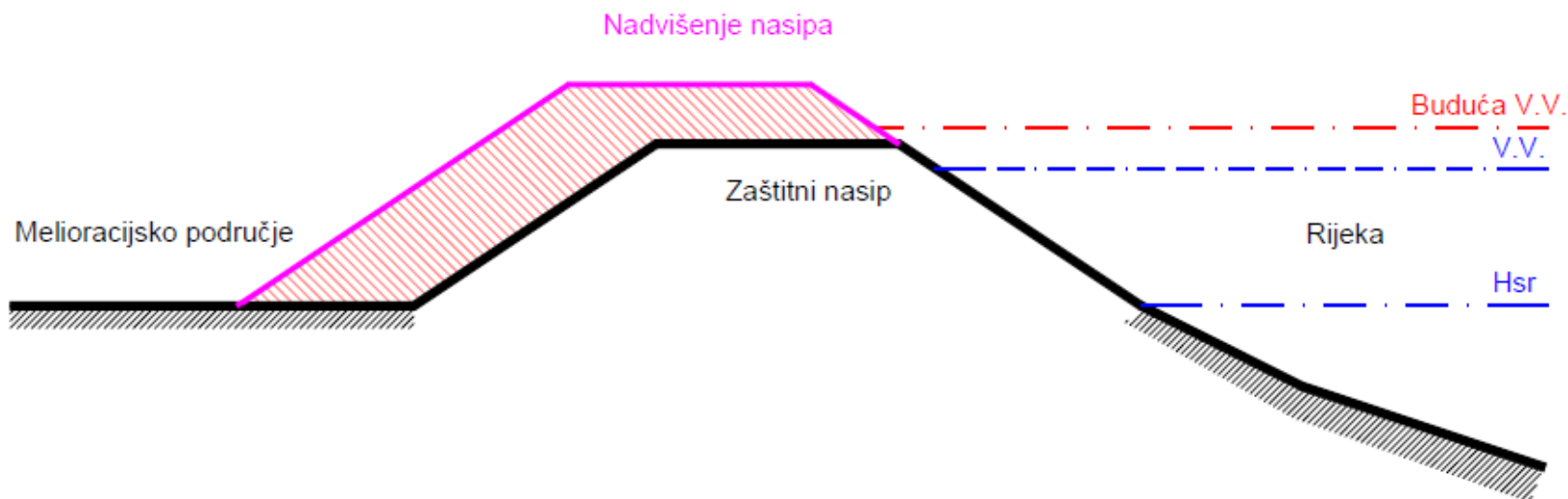
Prikaz rada zaklopnice



OBRANA OD POPLAVA

(zaštita hidromeliracijskih sustava, naselja, infrastrukture i dr.)

Nadvišenje zaštitnih nasipa



Ostale mjere:

- održavanje nasipa (stalno i temeljito),
- djelomična sanacija (npr. zaštita od procjeđivanja i sl.)
- upravljanje radom HE (kod r. Neretve i sl. sustava) – međusektorska suradnja!



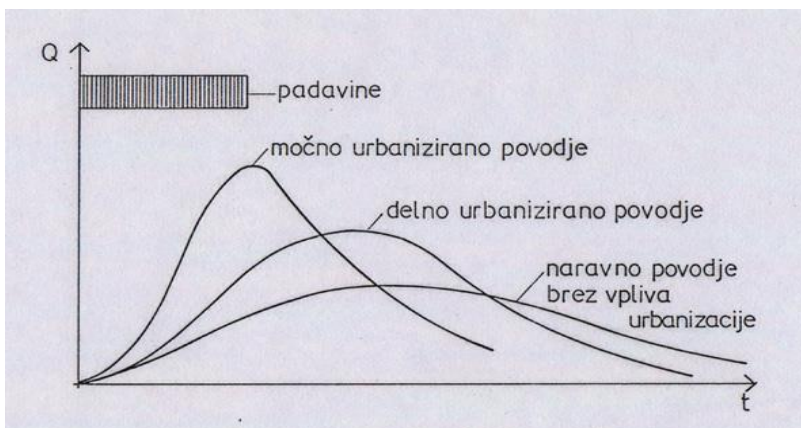
URBANA (KOMUNALNA) ODVODNJA (obalni ispusti, okna i dr. objekti sustava odvodnje)

Mjere prilagodbe:

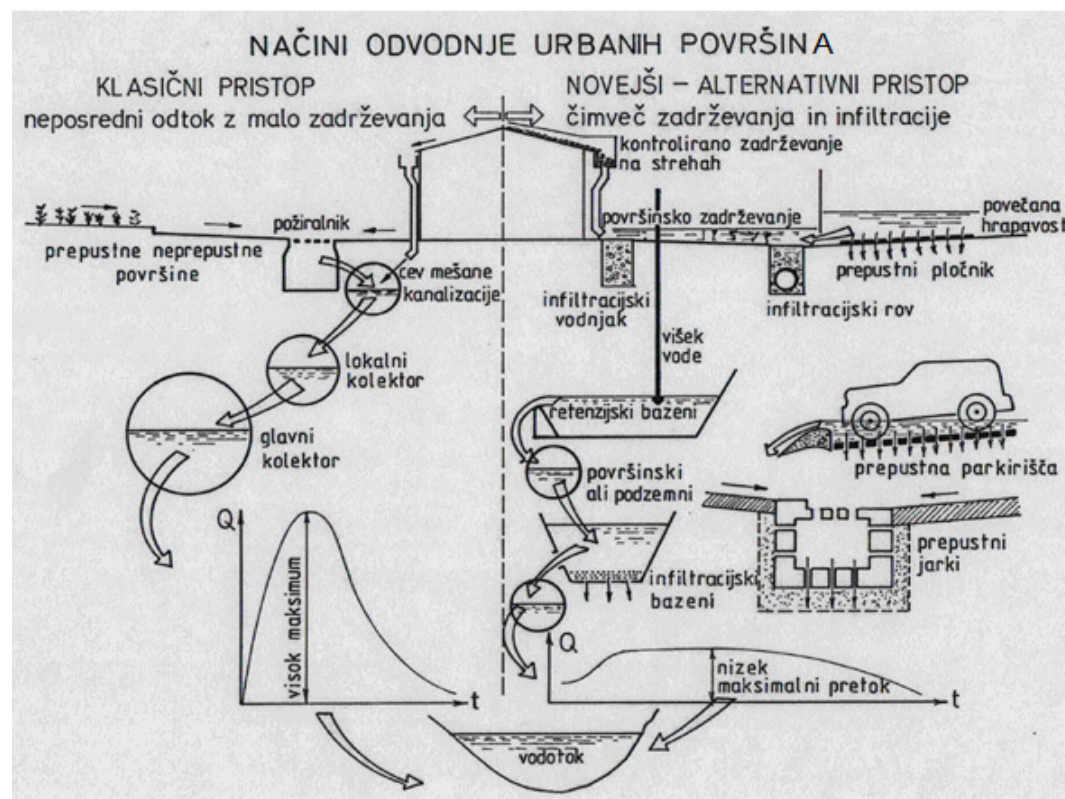
- Rekonstrukcija ispusta (ukoliko je visinski moguće).
- Rasterećenje oborinskih sustava (npr. izgradnja gradskih (urbanih) retencija, izgradnja infiltracijskih zona i sl.)

Utjecaj urbanizacije na hidrograme otjecanja:

→ povećavanje vršnog protoka i smanjenje vremena njegova podizanja i otjecanja
Takav učinak imati će i povećane ekstremne oborine (npr. usljed klim. promjena).



Različiti oblici hidrograma otjecanja



Način odvodnje urbanih površina: klasični i alternativni (novi)



Zadržavanje kišnice: u kanalima uz cestu, na zelenim površinama, krovovima i sl.



Zadržavanje i povećana infiltracija kišnice → smanjenje vršnih protoka, smanjenje opasnost od plavljenja (manja razina šteta), manji poprečni profili (manje ulaganje), očuvanje kakvoće i kvalitete voda.



PRIHVAT DIJELA OBORINSKIH VODA SLIVA ŠKURINJE U RETENCIJU ROTOR (Grad Rijeka)

D. Breulj, R. Valčić

Osnovni podaci – odvodnja oborinskih voda Osječke
ulice:

Postojeći sustav odvodnje nedovoljnog kapaciteta

Predviđena retencija unutar rotora

Lokacija - na trasi Škurinjskog potoka

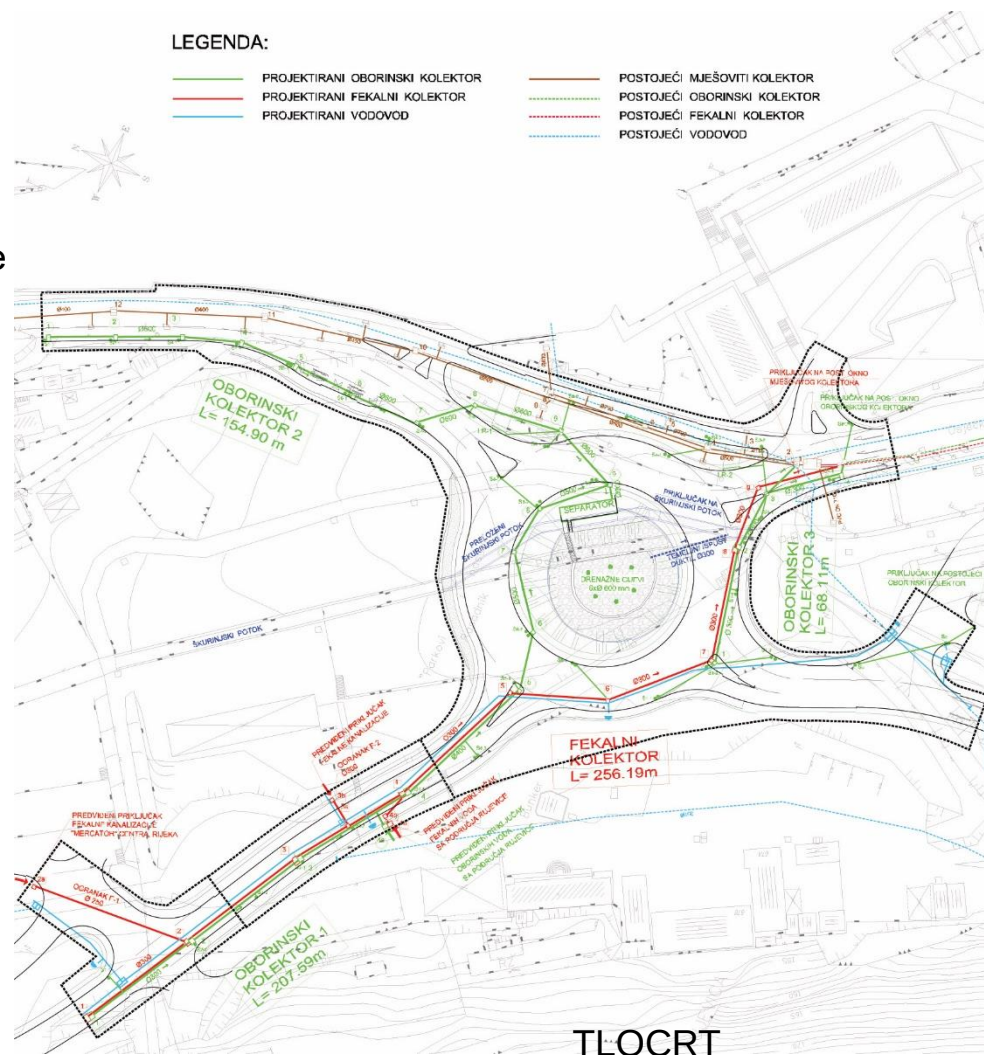
Promjer retencije u vrhu **40 m**

Korisna visina vode **5 m**

Korisna zapremina retencije **2850 m³**

Površina gravitirajućeg sliva **7.1 ha**

Pokos stranica retencije **1:1**





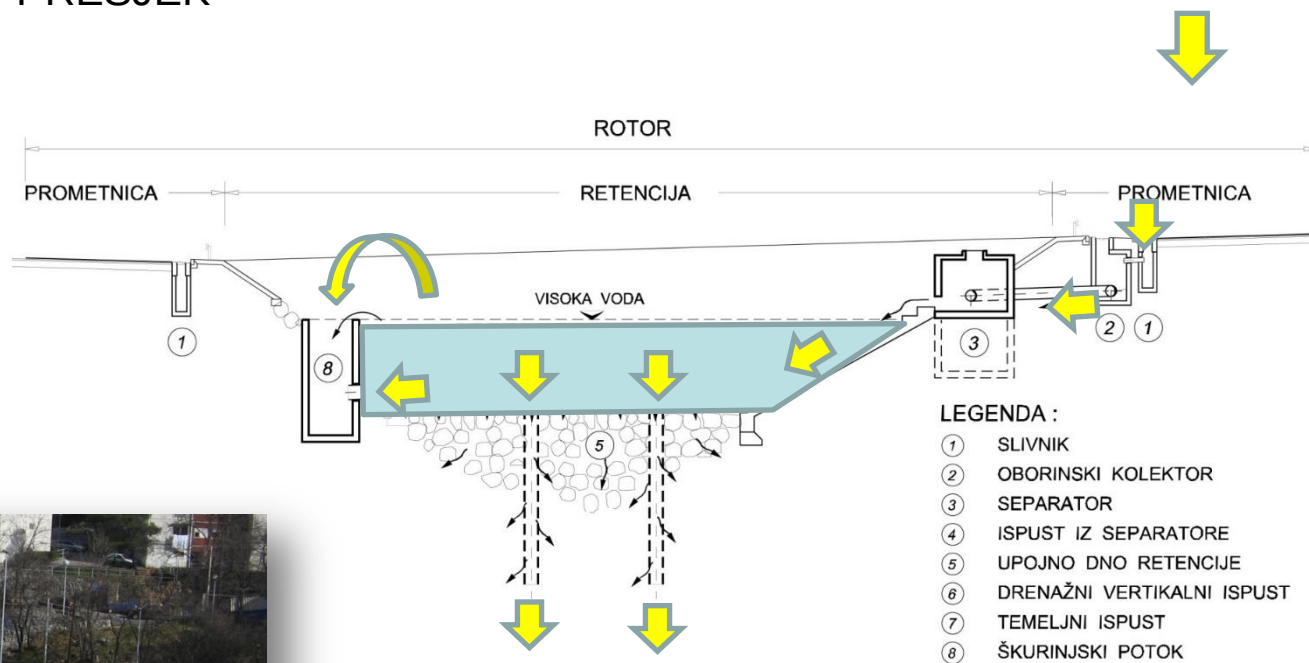
REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE
OKOLIŠA I ENERGETIKE



eptisa
Adria d.o.o.

PRESJEK



IZVEDENO
(RETENCIJA ROTOR)



**MJERE PRILAGODBE**

Komponenta sektora	Ranjivost	Mjere prilagodbe
Riječna ušća	Zaslanjivanje	Mobile pregrade na rijekama, estuarijima, lagunama
		Upravljanje HE u slivu
Hidromelioracijski sustavi	Obrana od poplava	Nadvišenje nasipa
		Rekonstrukcija nasipa (poboljšanje vododrživosti)
		Izgradnja akumulacija i retencija u slivu
	Obrana od suše	Navodnjavanje
Urbana (komunalna) odvodnja	Otežan rad sustava odvodnje	Rekonstrukcija propusta
		Izgradnja urbanih retencija
		Povećanje infiltracije
Obalno područje	Zaslanjivanje	Izgradnja zaštitnih nasipa
	Erozija obala i plaža	Izvedba obaloutvrda
	Plavljenje infrastrukture i objekata	Nadvišenje obala

Hvala na pažnji!