



Investitor: **OBČINA IZOLA – COMUNE DI ISOLA**  
**Sončno nabrežje 8**  
**6310 Izola**

Projekt: *Hidrološko hidravlični elaborat za  
območje vodotokov amfiteatra Izola za  
potrebe OPN občine Izola*

Vrsta projektne dokumentacije: **Hidrološko hidravlični elaborat**

Faza: **Obstoječe stanje**

Projektant: **INŠTITUT ZA VODARSTVO, d.o.o.**  
**Hajdrihova 28a**  
**1000 Ljubljana**

Odgovorni predstavnik podjetja: dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad.  
Podpis:

Odgovorni projektant: dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad. Osebni žig:  
Id. Št.: G-3151  
Podpis:

Odgovorni vodja projekta: dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad. Osebni žig:  
Id. Št.: G-3151  
Podpis:

Številka projekta: P375/19

Datum: V Ljubljani, marec 2020

**Pregledni list o projektu:**

Naročnik:	OBČINA IZOLA – COMUNE DI ISOLA, Sončno nabrežje 8, 6310 Izola
Naslov projekta:	Hidrološko hidravlični elaborat za območje vodotokov amfiteatra Izola za potrebe OPN občine Izola
Šifra projekta:	P375/19
Faza:	Vmesno poročilo – faza 1: vzpostavljen model s preliminarnimi rezultati
Ključne besede:	hidrologija, hidravlika, karte poplavne nevarnosti, območje pomembnega vpliva poplav
Povzetek:	<p>V okviru projekta je bil izdelan hidrološko – hidravlični model urbanega območja občine Izola – izolskega amfiteatra z namenom preverbe obstoječega poplavnega stanja območja in izdelave kart poplavne nevarnosti ter razredov poplavne nevarnosti.</p> <p>Za obstoječe stanje smo predpostavili stanje v naravi v času izdelave elaborata.</p> <p>Model je bil izdelan na osnovi pridobljenega LIDAR posnetka (DMT) s korekcijo strug. Znotraj modela smo upoštevali tudi vzdolžne (linijske) in prečne (točkovne) objekte. Stanje je bilo analizirano z 2D matematičnim modelom, ki ga ponuja orodje Riverflow2D. Z omenjenim orodjem smo deloma (na modeliranem območju) izvedli tudi hidrološko analizo oziroma simultan hidrološko-hidravlični model. Spodnji robni pogoj smo povzeli po študiji: Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart razredov poplavne nevarnosti za dve območji pomembnega vpliva poplav v Republiki Sloveniji (IZVRS 2014), kjer so izdelane karte poplavne nevarnosti zaradi poplavljanja morja in s tem opredeljeni spodnji robni pogoji modela.</p> <p>Z modelom, ki za spodnji robni pogoj upošteva poplavljanje zaradi morja v kombinaciji z dotokom zaradi odtoka iz zaledja, se skladno s teorijo vzpostavi krivulja M1 (na referenčni <math>Fr \leq 1,0</math>). Glede na rezultate modela tako <u>potrjujemo povezanost opredeljenega območja pomembnega vpliva poplav zaradi morja (SI5 41 Izola) z zalednimi vodami</u>, kar je še posebej neugodno zaradi trenda dvigovanja morske gladine, ki je povezan s podnebnimi spremembami.</p>
Datum:	marec 2020
Izvajalec:	INŠTITUT ZA VODARSTVO, d.o.o., Hajdrihova 28a, 1000 Ljubljana
Nosilec naloge:	dr. Primož BANOVEC, univ. dipl. inž. grad.
Sodelavci:	Mohor Gartner, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.

## Kazalo vsebine

<i>Kazalo vsebine .....</i>	<i>3</i>
<i>Kazalo slik.....</i>	<i>3</i>
<i>Kazalo tabel.....</i>	<i>4</i>
<i>Kazalo prilog.....</i>	<i>4</i>
<b>1 IZHODIŠČA IN OPIS OBMOČJA.....</b>	<b>6</b>
<b>2 HIDROLOŠKO - HIDRAVLICNI MODEL .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Matematični model .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Geometrija.....	9
2.1.2 Manningov koeficient hrapavosti.....	10
2.1.3 Robni pogoji.....	11
<b>2.2 Vhodni podatki.....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Padavine .....	11
2.2.2 Padavinske izgube.....	16
<b>2.3 Izračun površinskega odtoka .....</b>	<b>18</b>
<b>3 ANALIZA SPODNJEGA ROBNEGA POGOJA – NIVO MORJA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Vpliv podnebnih sprememb na robne pogoje in parametre modeliranja.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Vpliv interakcije med visokimi gladinami morja in dotoka zalednih voda na opredelitev vplivnega območja pomembnega vpliva poplav Izola. ....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Erozijska nevarnost in ostali vplivni faktorji .....</b>	<b>21</b>
<b>4 REZULTATI HIDRAVLICNEGA MODELA .....</b>	<b>22</b>
<b>1. Poplavno stanje.....</b>	<b>22</b>
<b>2. Analiza potrebnih omilitvenih ukrepov za območje urejanja IZ-05/13 .....</b>	<b>22</b>
<b>5 ZAKLJUČKI.....</b>	<b>25</b>
<b>6 LITERATURA.....</b>	<b>26</b>

## Kazalo slik

Slika 1: Prikaz območja modeliranja .....	8
Slika 2: Prikaz pristopa k modeliranju s polno distribuiranim hidrološko hidravličnim modelom.....	9
Slika 3: Prikaz uporabljenih vrednosti za Manningov koeficient hrapavosti.....	10
Slika 4: Podatki o višinah padavin (v mm) za postajo Portorož - letališče (vir: ARSO).....	11
Slika 5: IDF krivulja padavin za postajo Portorož – letališče. Pikčaste črte predstavljajo izravnane vrednosti padavin.....	12
Slika 6: Prikaz fronte s količino padavin z dne 22.10.2017 .....	13
Slika 7: Primerjava izračunanih hidrogramov na hidrološkem profilu Morer do AC za Q10. 14	
Slika 8: Primerjava izračunanih hidrogramov na hidrološkem profilu Morer do AC za Q10015	

Slika 9: Primerjava izračunanih hidrogramov na hidrološkem profilu Morer do AC za Q50015	
Slika 10: Prikaz vrednosti CN za model določitve dejanskega območja pomembnega vpliva poplav (po MKO, 2012)	17
Slika 11: Trend: Gladinske krivulje za malo nagnjeno dno (mirni tok), ki se običajno pojavi na prehodu med površinskim poplavnim tokom in spodnjim robnim pogojem (morje). Krivulja M1 je karakteristična. Analizirani model opredeljuje območje te krivulje kot rezultat vplivnega območja, ki je rezultat interakcije med visokimi gladinami morja (npr. $G_{100}$ ) poplavnim tokom (npr. $Q_{n100}$ )	21
Slika 12: Prikaz območja urejanja IZ - 05/13	23
Slika 13: Hidrogram površinskega odtoka (Thompson in sod., 2003)	24

## Kazalo tabel

Tabela 1: Osnovne karakteristike izvedenih zadrževalnikov na Mehanotehniki II	8
Tabela 2: vhodni parametri HEC HMS za podporečje Morer do AC	13
Tabela 3: Primerjava uporabljenih hidroloških količin v preteklih študijah za območje občine Izola	14
Tabela 4: Najvišje zabeležene plime	19
Tabela 5: Višine plime za določeno povratno dobo	19
Tabela 6: Rezultati izračunov za cono IZ – 05/13	25

## Kazalo prilog

Priloga 1: Pregledna karta obravnavanega območja s prikazanim območjem modela	M1:2000
Priloga 2: Karta poplavne nevarnosti	M1:5000
Priloga 3: Karta razredov poplavne nevarnosti	M1:5000
Priloga 4: Karta produktov globin in hitrosti	M1:5000

Stran je namenoma prazna.

# 1 IZHODIŠČA IN OPIS OBMOČJA

V juliju 2019 je bila izdelana študija »Celovita analiza poplavne nevarnosti in opredelitev dejanskega območja pomembnega vpliva poplav v Občini Izola«, Inštitut za vodarstvo d.o.o., št. proj P375/19. (v nadaljevanju 2019\_iVode) V njej je bil izdelan enovit hidrološko hidravlični model Izole z namenom identifikacije dejanskega vpliva interakcije visokega morja in vpliva na zaježbo visokih voda zalednih odvodnikov, ki so pretežno v obliki urbaniziranih vodotokov. Dodatno se je preveril še vpliv predvidenih zadrževalnikov na stanje poplavne varnosti zaradi zalednih voda.

Septembra 2019 je bila izdelana nadgradnja študije 2019\_iVode z namenom preveriti potrebe po morebitno potrebnih dodatnih zadrževalnikih in za to izdelati idejno zasnovo. (v nadaljevanju 2019\_iVode\_IDZ).

Aktualna študija je nadaljevanje obeh omenjenih študij (2019\_iVode in 2019\_iVode IDZ) z namenom analize obstoječega poplavnega stanja in izdelave KPN in KRPN ter opredelitve nekaterih omilitvenih ukrepov, ki bodo vključeni v OPN Izola.

Za potrebe izdelave aktualne študije smo poleg vseh ostalih relevantnih podatkov uporabili tudi ugotovitve iz študije 2019\_iVode in 2019\_iVode\_IDZ, poleg tega pa smo izdelali dodatne hidrološke in hidravlične izračune na območjih, kjer je bilo to potrebno.

Obravnavano območje pomembneje zaznamujejo navedeni glavni vodotoki 2. reda: Rikorvo, Morer, Mehanotehnika II. in I. ter Pikol. V tem vrstnem redu si vodotoki sledijo iz zahoda proti vzhodu.

V preteklosti so bili za prispevno območje mesta Izola ali njegov del izvedeni različni hidrološko hidravlični elaborati. Elaborati, ki so nam dosegljivi, so naslednji:

- a) *Izdelava kart poplavne in erozijske nevarnosti ter kart razredov poplavne in erozijske nevarnosti na nekaterih območjih trase načrtovanega prenosnega plinovoda M6 Ajdovščina – Lucija*, št. E24-FR/11, Hidrosvet d.o.o., 2012
- b) *Presoja poplavne nevarnosti območja ZN Livade – zahod v Izoli*, št. 589-H/2011, GLG d.o.o., 2011
- c) *Študija poplavne nevarnosti za področje vodotokov v Občini Izola za pripravo občinskega prostorskega načrta za območje Občine Izola*, št. P197/13, Inštitut za vodarstvo, d.o.o., oktober 2013\*

- d) *Študija poplavne ogroženosti* (za potrebe Občinskega podrobnega prostorskega načrta Industrijsko obrtna cona »CMI-vzhod v Izoli«), št. 100/2010, Isan12, d.o.o., marec 2011

OPOMBE: z \* so označene študije, ki še niso bile potrjene s strani DRSV ali pa so v postopku preverjanja.

Izdelane so bile tudi naslednje študije, v katere pa nimamo vpogleda:

- a) *Območje stavbnih zemljišč južno od južne ceste »vzhod« v Izoli*, št.573-H/2010, 2010, GLG projektiranje d.o.o.
- b) *Izdelava kart poplavne in erozijske nevarnosti ter kart razredov poplavne in erozijske nevarnosti na območju trase načrtovanega prenosnega plinovoda M6 Ajdovščina – Lucija*, št. E24-FR/11, 2012, IZVO-R d.o.o.

Vse omenjene študije obravnavajo le krajše ali daljše odseke vodotokov ne pa njihovih celotnih dolžin. Potreba po izdelavi celovitega hidrološko – hidravličnega modela izhaja iz potrebe po oblikovanju celovitega modela z usklajenimi hidrološkimi količinami in robnimi pogoji, hkrati pa tudi iz dejstva, da so številne študije starejše od 6 let, kar zakonsko gledano inducira potrebo po novelaciji.

V nadaljevanju podajamo postopek izdelave celovitega hidrološko – hidravličnega modela, namen katerega je preverba poplavnega stanja območja obdelave in izdelava kart poplavne nevarnosti in kart razredov poplavne nevarnosti.

V trenutni fazi projekta smo obravnavali obstoječe poplavno stanje, obravnava predvidenega stanja je planirana v naslednji fazi projekta. V času med izdelavo trenutnega elaborata in preteklih elaboratov, so se na nekaterih vodotokih izvajala obsežna vzdrževalna oz. regulacijska dela, tako da so se geometrijska izhodišča in posledično hidravlične razmere že v izhodišču nekoliko spremenile. Mehanotecnika I je bila regulirana skorajda v celotni dolžini na odseku dolvodno AC, Mehanotecnika II je bila regulirana na kratkem odseku dolvodno AC, konceptualno so bili za ta vodotok zasnovani in deloma izdelani (brez regulacijskih zapornic) tudi trije povezani zadrževalniki, ki pa zaenkrat obratujejo brez hidromehanske opreme. V naslednji tabeli podajamo osnovne karakteristike izvedenih zadrževalnikov na Mehanotecniki II.

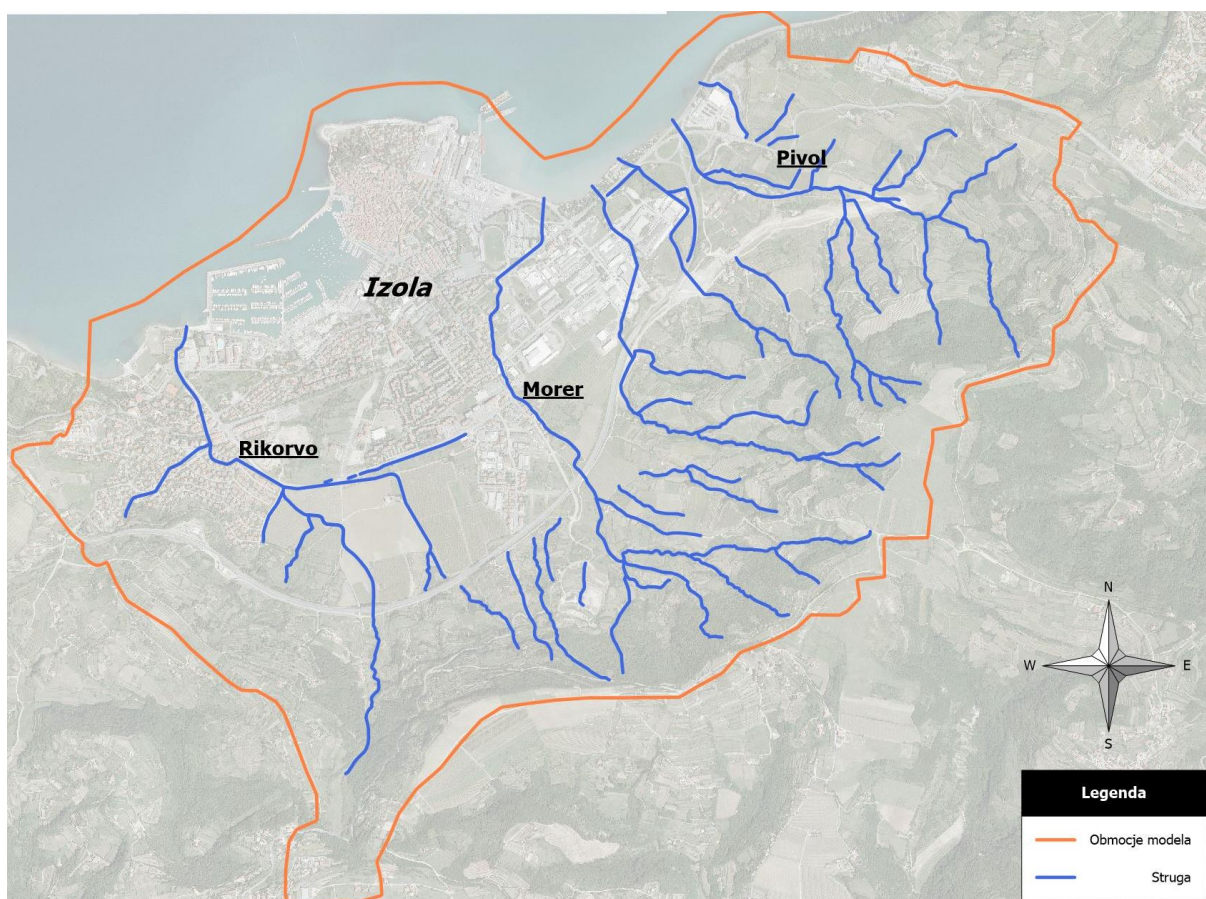
**Tabela 1: Osnovne karakteristike izvedenih zadrževalnikov na Mehanotehniki II**

Ime zadrževalnika	Prispevna površina vodotoka (km <sup>2</sup> )	Koristni volumen zadrževalnika (m <sup>3</sup> )
Mehanotehnika II	0,6*	9.800*

\*povzeto po Študija poplavne ogroženosti (za potrebe Občinskega podrobnega prostorskega načrta Industrijsko obrtna cona »CMI-vzhod v Izoli«), št. 100/2010, Isan12, d.o.o., marec 2011

## 2 HIDROLOŠKO - HIDRAVLICNI MODEL

Hidrološko - hidravlično analizo smo izvedli za celotno območje izolskega amfiteatra. Obravnavano porečje prikazujeta naslednja slika in Priloga 1. Velikost prispevne površine znaša 8.5 km<sup>2</sup>.



Slika 1: Prikaz območja modeliranja

**Priloga 1: Pregledna karta obravnavanega območja s prikazanim območjem modela**  
(Format A3)

**Priloga 2: Pregledna karta obravnavanega območja s prikazanim območjem modela**  
(Format A1)

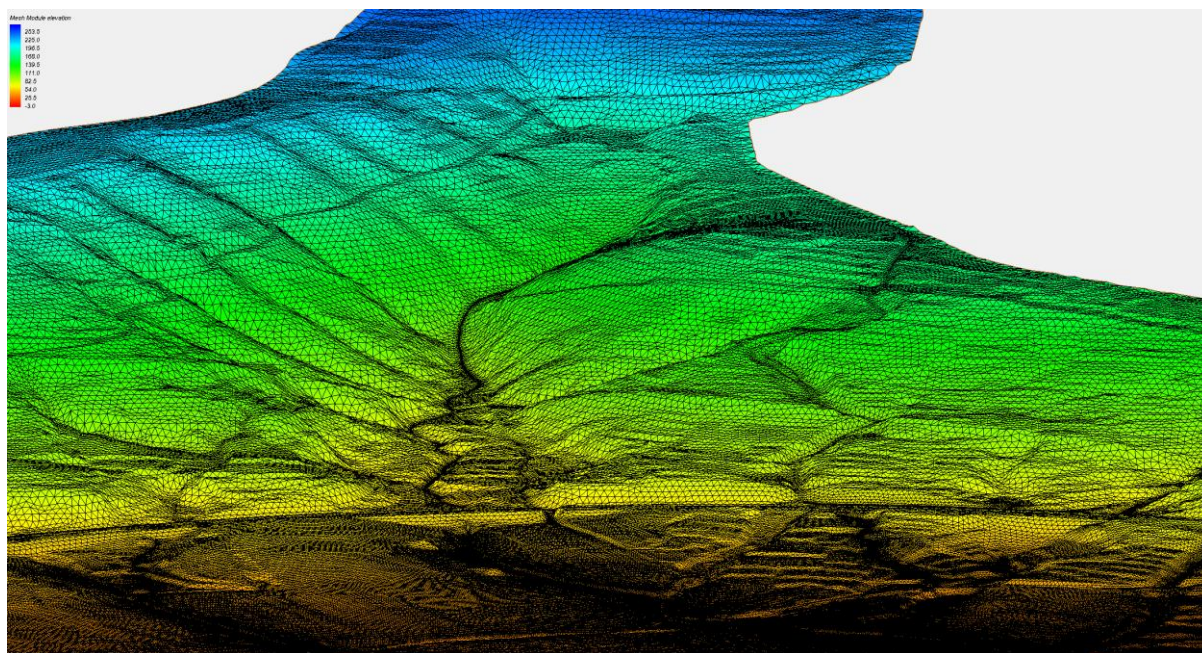


## 2.1 Matematični model

Za izračun poplavnega stanja in poplavnih valov smo uporabili orodje Riverflow2D. Hidrološko - hidravlični model obravnavanega območja smo oblikovali na osnovi digitalnega modela terena. Ker uporablja orodje Riverflow2D distribuiran pristop k modeliranju, izbranega povodja ni bilo potrebno razdeliti na posamezne pod-enote (oz. podporečja), ampak smo ga lahko obravnavali kot celoto.

### 2.1.1 Geometrija

V 2D hidrološkem - hidravličnem modelu temelji celoten izračun na računskih celicah, ki predstavljajo geometrijo terena po katerem teče poplavni tok. Naslednja slika prikazuje del matematičnega modela s katerim se je izvedlo modeliranje poplavnega toka na kopnem.



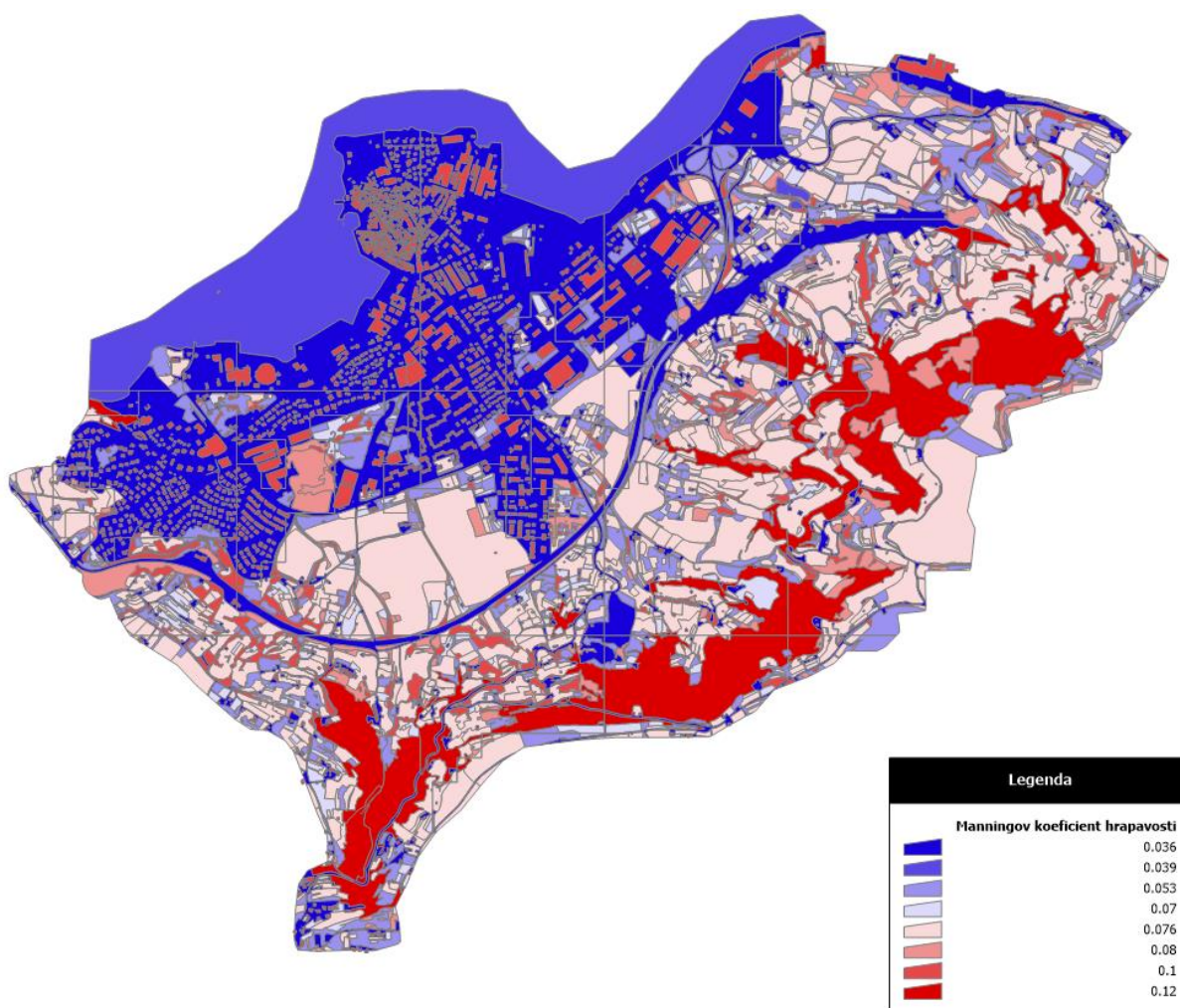
Slika 2: Prikaz pristopa k modeliranju s polno distribuiranim hidrološko hidravličnim modelom

V 2D modelu RiverFlow 2D celoten izračun temelji na trikotnih elementih, ki se lahko znotraj računske domene poljubno gostijo. Število trikotnih elementov v modelu je cca. 1.120.000,00, velikost računskega območja znaša cca. 8.5 km<sup>2</sup>. Na območjih strug, barier (predvsem ceste) in poplavnih tokov smo računske elemente zgostili, na ostalem delu pa jih primerno razredčili. Izračun poteka po metodi končnih volumnov z enotno višino posameznega trikotnika kot osnovnega gradnika modela (topografijo zajamemo kot trikotni grid). V našem primeru je minimalna površina trikotnega elementa znašala 0,1 m<sup>2</sup>, povprečna površina 8.4 m<sup>2</sup>, maksimalna površina pa 660 m<sup>2</sup>. Maksimalna kota terena je 275,11 m.n.m., minimalna kota

terena pa je določena z globinami -1,00 metra pod srednjo morsk gladino s čimer opredeljujemo morje (hitrost = 0,00).

### 2.1.2 Manningov koeficient hrapavosti

Riverflow2D ponuja različne rešitve za prostorsko umerjanje koeficienta hrapavosti, kjer najbolj izstopata spreminjanje hrapavosti na račun globin in preseženega Froudovega števila. V našem primeru smo celotno mrežo celic razdelili glede na rabo tal v razponu med  $ng = 0,036$  in  $ng = 0,12$  kar prikazuje Slika 3. Pristop kot posebnost polnega 2D modeliranja uporablja namesto izrezovanja objektov, ki je zelo zahtevno z vidika detajlnosti računske mreže, vzpostavitev močno omejene pretočnosti skozi objekte, kar lahko dosežemo z določitvijo zelo visokega koeficienta hrapavosti za ta območja. V ta namen smo uporabili koeficient hrapavosti  $ng = 0,1$ .



Slika 3: Prikaz uporabljenih vrednosti za Manningov koeficient hrapavosti

### 2.1.3 Robni pogoji

Spodnji robni pogoj – različne gladine morja smo posebej opredelili v 3. poglavju.

## 2.2 Vhodni podatki

### 2.2.1 Padavine

Podatke o višinah padavin, ki jih lahko pričakujemo v primeru pojava padavinskega dogodka z določeno povratno dobo in določenim trajanjem, smo povzeli po priročniku Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi (ARSO, 2012). V obravnavo smo vzeli najbližjo postajo z izvrednotenimi povratnimi dobami za ekstremne padavine – postajo Portorož – letališče.

**Postaja: LETALIŠČE PORTOROŽ**  
**Obdobje: 1970 - 2012**

**Višina padavin (mm)**

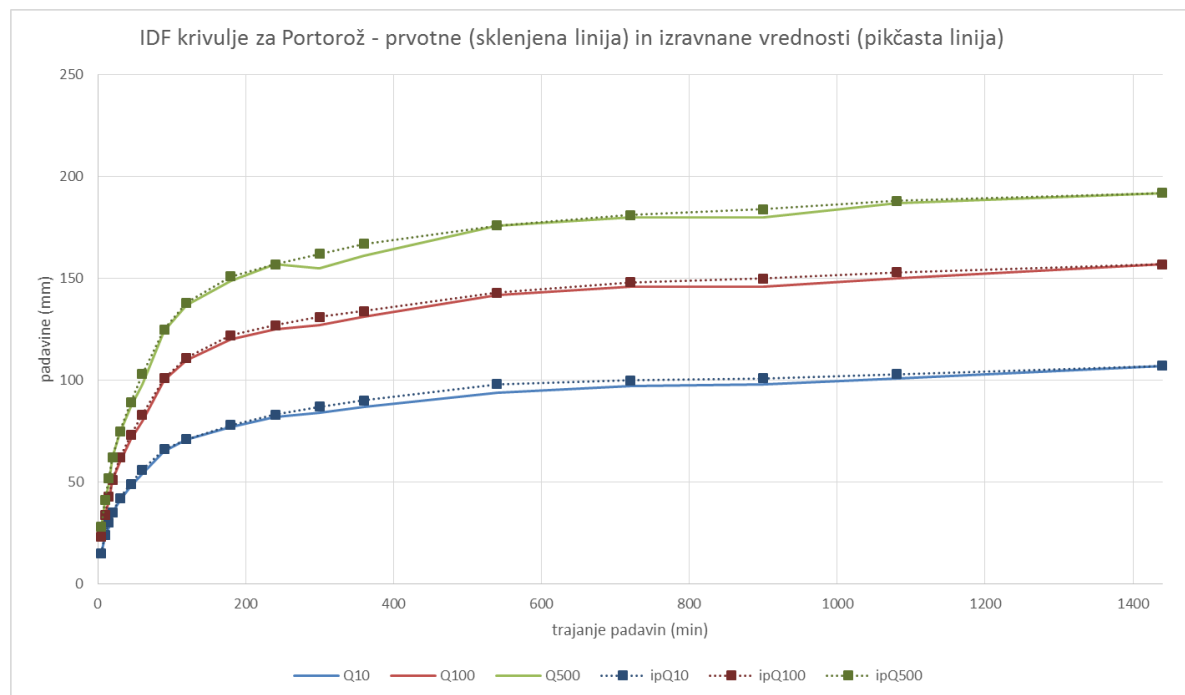
trajanje padavin	POVRATNA DOBA						
	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	9	13	15	18	20	23	25 mm
10 min	14	19	23	27	30	33	37 mm
15 min	18	24	28	33	37	41	45 mm
20 min	22	30	35	41	46	51	57 mm
30 min	26	35	41	49	54	60	68 mm
45 min	30	41	48	57	64	71	80 mm
60 min	32	45	54	64	72	80	90 mm
90 min	36	53	65	79	89	100	113 mm
120 min	40	58	71	86	98	110	125 mm
180 min	43	64	77	94	107	120	136 mm
240 min	47	68	82	99	112	125	142 mm
300 min	49	70	84	101	114	127	144 mm
360 min	52	73	87	105	118	131	148 mm
540 min	56	79	94	114	128	142	161 mm
720 min	58	82	97	117	131	146	165 mm
900 min	60	83	98	118	132	146	165 mm
1080 min	63	86	101	121	136	150	169 mm
1440 min	66	91	107	127	142	157	177 mm

**Slika 4: Podatki o višinah padavin (v mm) za postajo Portorož - letališče (vir: ARSO)**

Ker v omenjenem priročniku ni objavljenih podatkov o višinah padavin s 500-letno povratno dobo, smo te določili na podlagi regresije in njene ekstrapolacije. Zaradi relativno kratkega obdobja meritev IDF (intensity-duration-frequency) krivulje za posamezne povratne dobe in različna trajanja padavin ne tvorijo hiperbolične ampak lomljene oblike (Bizjak, 2016). Zato se te vrednosti izravna.



Slika 5 prikazuje izravnave IDF krivulje za povratne dobe 10, 100 in 500 let.



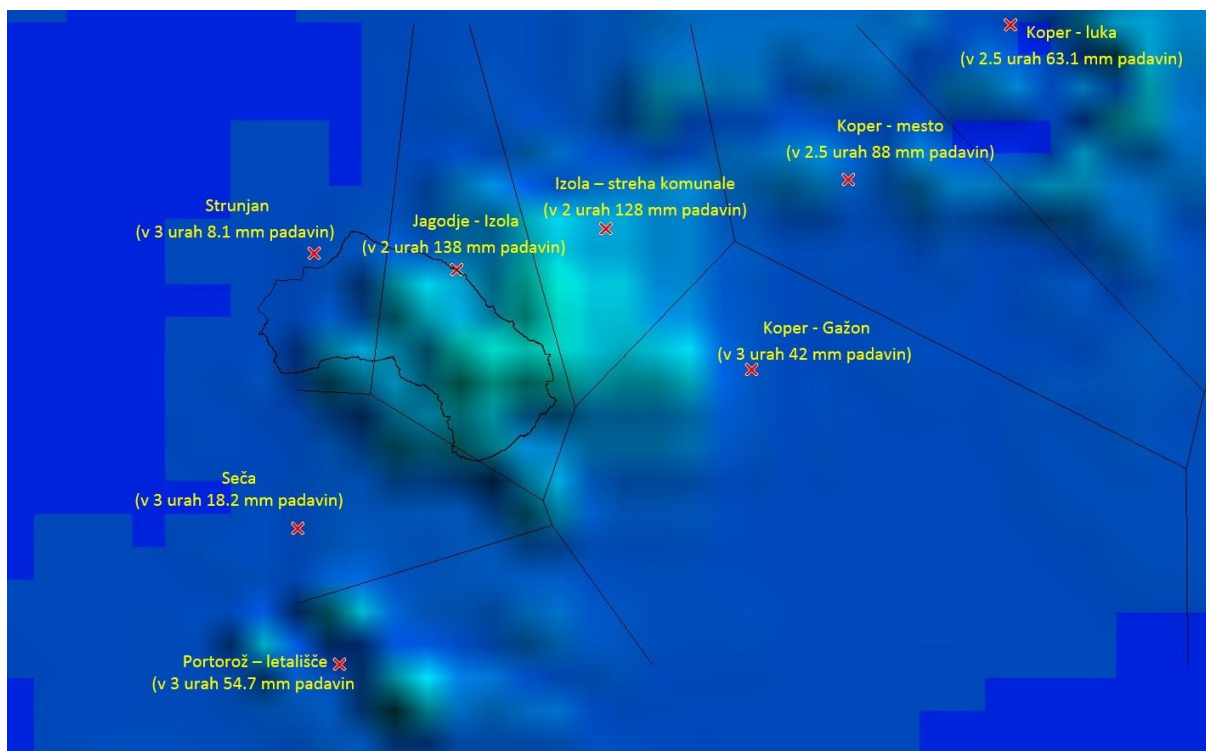
**Slika 5: IDF krivulja padavin za postajo Portorož – letališče. Pikčaste črte predstavljajo izravnane vrednosti padavin.**

V nekaterih preteklih študijah za to območje, se je za merodajnega izkazal 2-3urni naliv. Zadnji močnejši naliv se je zgodil v nedeljo 22.10.2017, ko je na območju slovenskega primorja prišlo do močnih padavin. Najhujše padavine so se zgodile nad območjem mesta Izole, kjer je v 2-3 urah padla količina padavin, ki ustreza povratni dobi 100 – let ali več. Ostala območja so dobila manj padavin, kar kaže na močno razpršenost padavinskega dogodka (prikaz na naslednji sliki).

Iz slike lahko vidimo tudi, da so bile na postaji Strunjan izmerjene minimalne padavine, medtem ko je prišlo na območju mesta Izole do katastrofalnih padavin s povratno dobo nad 100 – let. Manj padavin je bilo izmerjenih tudi na območju Kopra. Prav tako je bila bistveno manjša količina padavin izmerjena na postajah Seča in Portorož-letališče, kjer je v 3-urah padlo slabih 55 mm padavin, kar predstavlja povratno dobo med 2 in 5 let.

Iz meritev lahko sklepamo, da je imela propagacija nevihtne fronte v času dogodka usmeritev JZ-SV in da je bila raznolikost padavin znotraj fronte velika. Posledično smo za potrebe določitve ustreznih padavin izvedli še analizo radarskih posnetkov obravnavanega padavinskega dogodka, ki nakazujejo potek in razvoj padavinskega dogodka. Razvidno je, da je bil v obravnavanem času center padavin na območju zaledja Strunjanske Rečice in na območju naselja Izola. Podoben potek fronte je razviden skozi celoten padavinski dogodek, kjer

se izkazujejo višje in bolj intenzivne padavine na območju zaledja in naprej proti Izoli. Ker so podatki o dejanski količini padavin iz radarskih posnetkov zgolj informativni (podatki so uporabni zgolj za določitev poteka fronte in za informativno razporeditev višjih in nižjih intenzitet znotraj fronte), težko sodimo o odstopanju padavin na opazovanem območju.



**Slika 6: Prikaz fronte s količino padavin z dne 22.10.2017**

Odločili smo se, da preverimo čas merodajnega naliva in rezultate različnih pristopov modeliranja (1D HEC HMS in 2D Riverflo2d) tudi z matematičnim modelom HEC HMS 4.2.1. V ta namen smo izdelali hidrološki matematični model za podporečje Morer do AC, za katerega v naslednji tabeli podajamo osnovne vhodne parametre.

**Tabela 2: vhodni parametri HEC HMS za podporečje Morer do AC**

Podporečje do AC	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	Lc (km)	Y (%)	J (m/m)	CN (/)	Sr (mm)	Ia (mm)	Tp (min)
Morer	0.82	1.7	1.0	33.3	0.13	75.9	80.7	16.1	14.5

Rezultati hidrološkega modela HEC HMS kažejo, da so merodajni nalivi (v našem primeru, ker nimamo večjih razlivnih površin, so merodajni nalivi z najvišjim pretokom) za 10 letno povratno dobo posledica 1.5 urnih padavin, za 100 in 500 letno povratno dobo pa 1 urnih padavin. V izračunu smo ob predpostavki, da vhodne padavine z določeno povratno dobo rezultirajo v pretokih z enako povratno dobo, uporabili enakomerne padavine. Uporabili smo SCS CN metodo padavinskih izgub in transformacijo na podlagi SCS hidrograma enote. Vsi vhodni podatki so enaki podatkom uporabljenim v 2D matematičnem modelu in ki so opisani v naslednjih poglavjih.

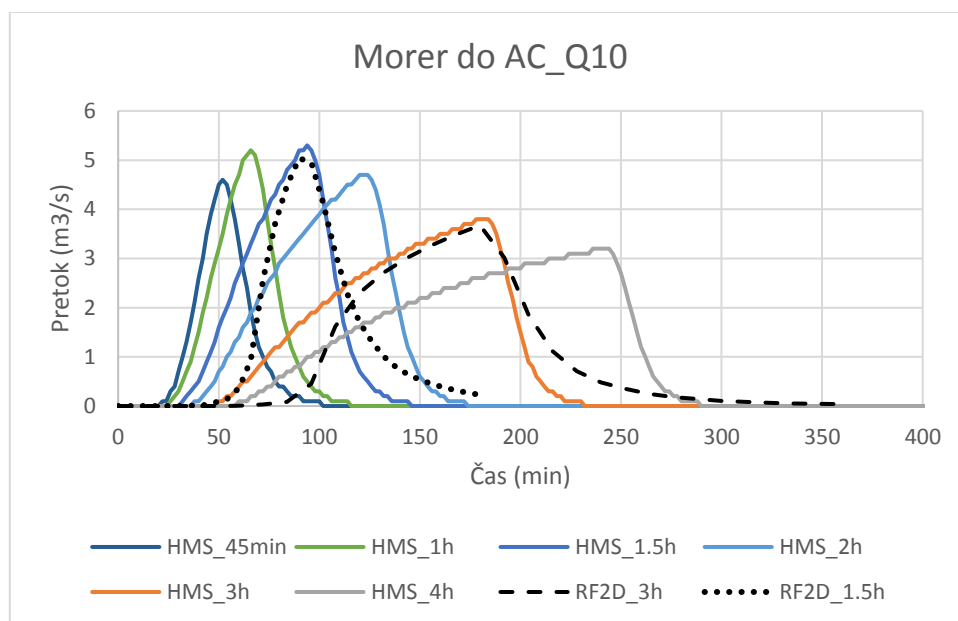
V naslednji tabeli prikazujemo uporabljene hidrološke količine v preteklih študijah za območje občine Izola.

**Tabela 3: Primerjava uporabljenih hidroloških količin v preteklih študijah za območje občine Izola**

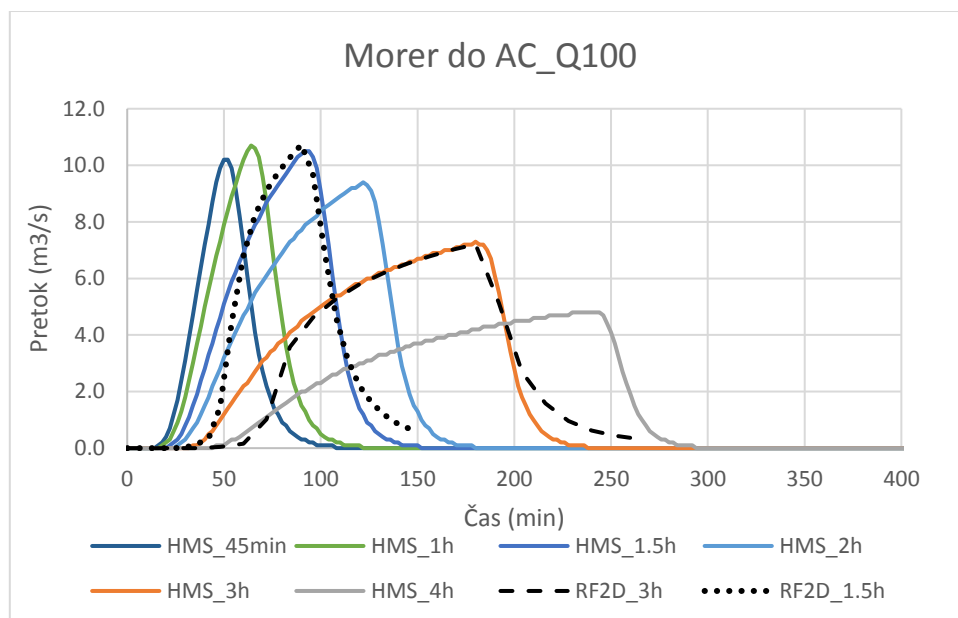
Študija *	Hidrološki profil	A	Q10		Q100		Q500	
		(km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )
a	Rikorvo do AC	<b>0.5</b>	<b>3.4</b>	6.8	<b>6.8</b>	13.6	<b>9.5</b>	19
b	Rikorvo do AC	<b>0.5</b>	<b>2.6</b>	5.2	<b>5.5</b>	11	<b>7.8</b>	15.6
c	Morer pod AC (prepust)	<b>1.2</b>	<b>2</b>	1.7	<b>8</b>	6.7	<b>13.9</b>	11.6
c	Pivol pred ribniki	<b>~1.5</b>	<b>1.9</b>	~1.3	<b>14.1</b>	9.4	<b>27.1</b>	18.1
d	Mehano II do AC	<b>0.6</b>	<b>3.0</b>	5.0	<b>6.5</b>	10.8	<b>11.0</b>	18.3
d	Mehano II do morja	<b>0.9</b>	<b>10.1</b>	11.2	<b>4.9</b>	5.4	<b>16.6</b>	18.4
d	Mehano I do AC	<b>0.39</b>	<b>1.5</b>	3.8	<b>3.3</b>	8.5	<b>5.6</b>	14.4
d	Mehano I do morja	<b>0.42</b>	<b>2.3</b>	5.5	<b>4.8</b>	11.4	<b>8.1</b>	19.3
e								
f	Morer nad AC	<b>0.78</b>	<b>1.7</b>	2.2	<b>4.9</b>	6.3	<b>7.6</b>	9.7
	Morer nad AC (HEC HMS)**	<b>0.82</b>	<b>5.1</b>	6.2	<b>10.7</b>	13.1	<b>16</b>	19.5
	Morer nad AC (RF2D)**	<b>0.82</b>	<b>5.3</b>	6.4	<b>10.7</b>	13.1	<b>15.1</b>	18.4

\*\*rezultati aktualne študije za profil Morer do AC

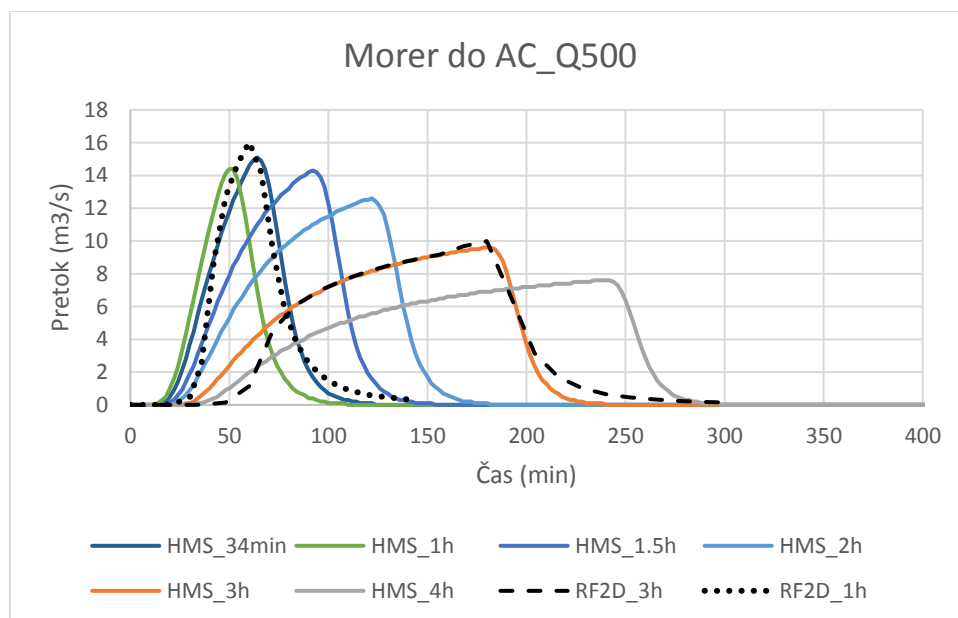
\* Poimenovanje študij sledi poimenovanju (a-f) iz poglavja 1.



**Slika 7: Primerjava izračunanih hidrogramov na hidrološkem profilu Morer do AC za Q10**



**Slika 8: Primerjava izračunanih hidrogramov na hidrološkem profilu Morer do AC za Q100**



**Slika 9: Primerjava izračunanih hidrogramov na hidrološkem profilu Morer do AC za Q500**

Glede na naše izračune tako hidrološkega kot hidravličnega modela ugotavljamo, da so lahko verjetni konični pretoki obravnavanih vodotokov višji tudi do 30% od izračunanih v predhodnih študijah. To lahko neposredno izkazuje dodatno potrebo po retenciji padavinskih voda iz optimizaciji že predvidenih zadrževalnikov. Obravnavana prispevna površina je zelo razgibana, zato ima princip uporabe polnega 2D hidravličnega modela tudi za potrebe hidroloških izračunov določene prednosti v primerjavi s klasičnim 1D izračunom. Predvsem to velja za

prelivanje voda na mestih hidrotehničnih objektov in za prispevna območja z nižjimi pretoki. Za končni izračun smo se zato odločili da uporabimo polni 2D HH model, s tem smo tudi nekoliko na varni strani.

Za potrebe modeliranja dogodka smo glede na vse dosegljive stare podatke in rezultate testnih izračunov z HEC HMS privzeli čas trajanja padavin 1,5 ure za Q10 in Q100 ter 1 uro za Q500. 1.5 urni hidrogram pri Q100 sicer nima najvišjega koničnega pretoka saj je 1 urni pretok nekoliko višji (za 0.2 m<sup>3</sup>/s), vendar smo zaradi tako majhne razlike v izračunih za maksimalne pretoke upoštevali kar 1.5 urni hidrogram, saj smo tako zaradi večjega volumna poplavnega vala nekoliko na varni strani. Poleg izračunov za maksimalne pretoke smo izvedli tudi račune za 3 urne padavine za vse povratne dobe, kar glede na rezultate 1D hidrološkega modela predstavlja volumsko najbolj neugodno stanje. Končni rezultat hidravlike tako predstavlja ovojnica izračunov za ti dve različni trajanji padavin.

Primerjava izračunanih pretokov v izbranih hidroloških prerezih za oba matematična modela izkazuje odlično ujemanje, tako glede koničnih pretokov kot oblike in volumna valov zato menimo, da je uporaba polnega 2D modela v naši situaciji povsem primerna oz. na nekaterih odsekih porečja tudi bolj ustrezna metoda.

Za urbano območje Izolskega amfiteatra je bil kot kritični naliv pri Q100 v predhodnih študijah uporabljan, 2 urni – 120 minutni hidrogram. Takšen čas trajanja naliva je bil sicer ocenjen tudi ob padavinskem dogodku oktobra 2017.

Za potrebe hidrološko - hidravličnega modeliranja potrebujemo tudi porazdelitev padavin znotraj posameznega padavinskega dogodka z določeno povratno dobo in določenim trajanjem. Ker gre za manjše povodje, smo se odločili za uporabo linearno enakomerne porazdelitve padavin, kjer predpostavljamo konstanto intenziteto na časovno korak, skupna količina padavin pa ustreza prej določeni vrednosti.

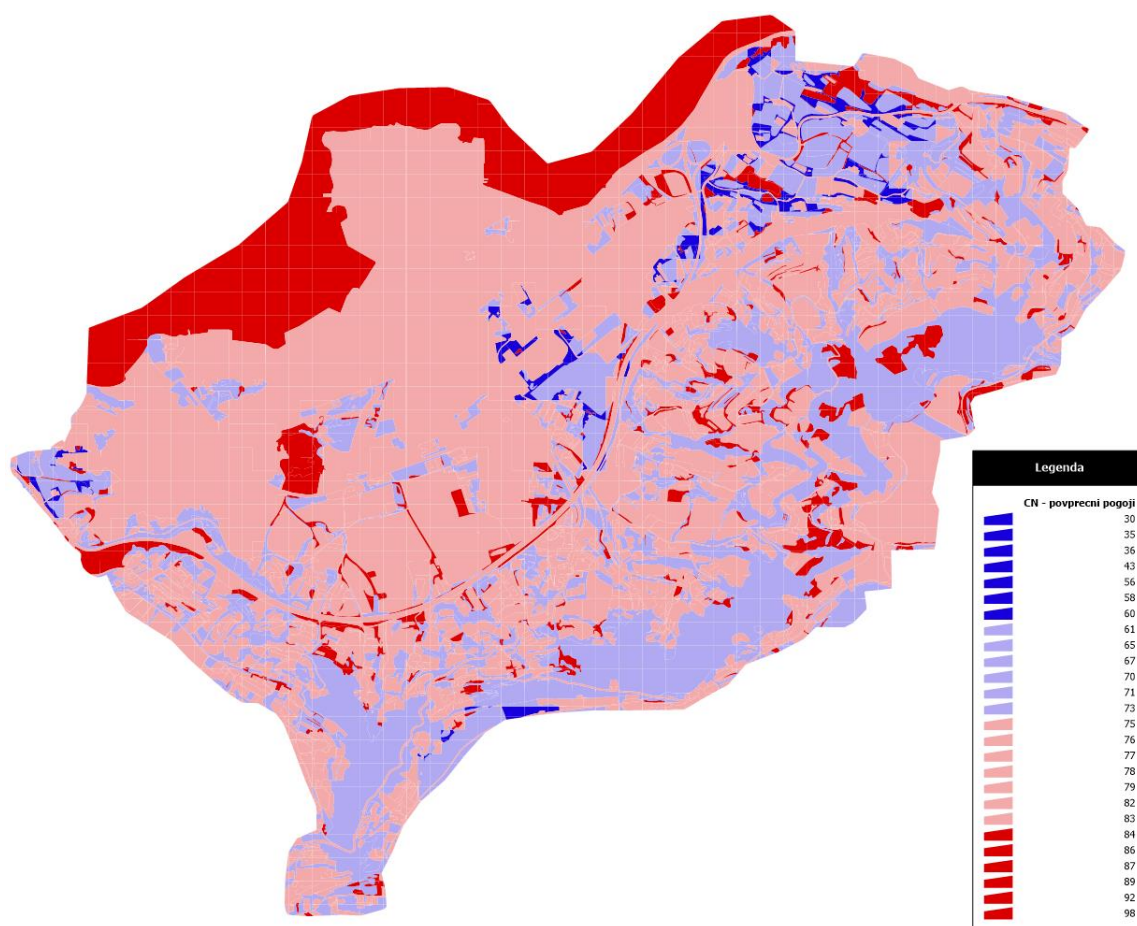
### **2.2.2 Padavinske izgube**

Za izračun padavinskih izgub smo uporabili SCS metodo, s pomočjo katere presežek padavin, ki površinsko odteče, ocenimo kot funkcijo odtočnega potenciala, predhodne vlažnosti zemljine in rabe tal. Odtočni potencial je odvisen od prevladujočega tipa tal. Ker so tla na izbranem



povodju različno prepustna in tudi različno urbanizirana, smo na podlagi pedološke karte in tabele 2 posameznim območjem znotraj povodja pripisali različne vrednosti odtočnega potenciala (A, B, C ali D).

Vrednosti koeficienta *CN* smo za posamezna območja znotraj izbranega povodja ocenili s pomočjo USACE tabel (US Army Corps of Engineers, 2000), v katerih je *CN* izražen v odvisnosti od rabe tal, odtočnega potenciala in hidroloških pogojev. Slednji so neposredno povezani z gostoto vegetacije, površinsko hrapavostjo tal in podobnimi faktorji. Za slabe hidrološke pogoje velja, da obstajajo določeni faktorji, ki zmanjšujejo infiltracijo in s tem povečujejo površinski odtok, za dobre pa, da omenjeni faktorji povečujejo infiltracijo in posledično zmanjšujejo površinski odtok. Glede na to, da se na obravnavanem območju pojavljajo le občasne kratkotrajne padavine, tla ob pojavu posameznega padavinskega dogodka nikoli niso popolnoma zasičena z vodo. Iz omenjenega razloga smo se odločili, da bomo v primeru vseh obravnavanih padavinskih dogodkov (z 10, 100 in 500-letno povratno dobo) upoštevali srednje hidrološke pogoje. Uporabljene vrednosti *CN* so prikazane na naslednji sliki.



Slika 10: Prikaz vrednosti CN za model določitve dejanskega območja pomembnega vpliva poplav (po MKO, 2012)

## **2.3 Izračun površinskega odtoka**

Na podlagi vseh naštetih in opisanih vhodnih podatkov smo za celotno območje Izolskega amfiteatra v orodju Riverflow2D izdelali hidrološko-hidravlični model obravnavanega območja. S pomočjo modela smo simulirali poplavno stanje ter na iztočnem delu določili površinski odtok z obravnavanega območja za padavinske dogodke z 10 100 in 500-letno povratno dobo, pri čemer smo upoštevali geometrijo strug in obstoječe stanje poplavnih površin.

Pri površinskem odtoku smo zanemarili delovanje sistema odvodnje padavinskih voda, kar smo kompenzirali z referenčno globino vode (2 cm), ki je bila upoštevana pri oblikovanju kart poplavne nevarnosti. Navedena predpostavka je ustrezna glede na dejstvo, da je odvodnja padavinskih voda običajno dimenzionirana na nižje povratne dobe (do 10 let), v primeru povratnih dob, ki opredeljujejo ključne elemente poplavne varnosti pa je modeliranje interakcije padavinskih voda z modelom poplavnega toka po vodotokih izrazito zahtevno (npr. modeliranje zamašenosti vtočnih rešetak in energija vodnega toka na njih).

Ključna analiza vpliva se izkazuje na stiku med različnimi stanji visokih gladin voda (z različno povratno dobo) in odtoki padavinskih voda iz zaledja. Zato je v nadaljevanju pojasnjen pristop k modeliranju visokih gladin morja.

## **3 ANALIZA SPODNJEGA ROBNEGA POGOJA – NIVO MORJA**

Spodnji robni pogoj za obravnavano območje je enoten – morska gladina, ki je izrazito dinamičen pojav, ki je pretežno odvisen od mehanizmov plimovanja zaradi gravitacijskega vleka lune in sonca, poleg tega pa na nivo morja vplivajo tudi drugi elementi:

- veter (pretežno južni veter ali tramontana),
- zračni pritisk (t.i. surge storm),
- lastno nihanje morja.

V splošnem modeli ne upoštevajo višine valovanja (višine morskih valov), ki so pri določanju škodljivih učinkov vsekakor pomembni. Pri določanju maksimalnega dosega učinkov (tudi v kombinaciji z zalednimi vodami) pa jih običajno zanemarimo. Osnova za določitev spodnjega robnega pogoja so meritve plimovanja, ki so podane v spodnji tabeli (Kolega 2005).

**Tabela 4: Najvišje zabeležene plime.**

Datum poplave	Višina morja na hidrografske letvi (m)	Višina morja v državnem višinskem koordinatnem sistemu
4.11.1966	3,52	1,43
5.11.1967	3,27	1,18
3.11.1968	3,3	1,21
<b>26.11.1969</b>	<b>3,94</b>	<b>1,85</b>
28.12.1970	3,25	1,16
18.11.1975	3,31	1,22
22.12.1979	3,56	1,47
25.10.1980	3,61	1,52
27.10.1981	3,3	1,21
6.10.1982	3,61	1,52
20.05.1984	3,27	1,18
13.11.1985	3,27	1,18
1.02.1986	3,44	1,35
24.11.1987	3,35	1,26
8.12.1992	3,3	1,21
2.10.1993	3,4	1,31
27.12.1995	3,34	1,25
19.02.1996	3,27	1,18
6.05.1997	3,3	1,21
16.11.2002	3,25	1,16
31.08.2003	3,07	0,98
27.12.2004	3,27	1,18
<b>1.12.2008</b>	<b>3,72</b>	<b>1,63</b>

Na podlagi predhodne študije (ARSO 2014) smo povzeli podatek o višini gladin morja za izbrane povratne dobe.

**Tabela 5: Višine plime za določeno povratno dobo.**

Povratna doba (let)	Višina gladine morja na vodomerni letvi (m)	Višina gladine morja v državnem višinskem koordinatnem sistemu (m)	Oznaka povratne dobe plimovanja
10	3,55	1,457	P <sub>10</sub>
20	3,65	1,557	P <sub>20</sub>
25	3,68	1,587	P <sub>25</sub>
50	3,78	1,687	P <sub>50</sub>
100	3,88	1,787	P <sub>100</sub>
500	4,08	1,987	P <sub>500</sub>
1000	4,19	2,097	P <sub>1000</sub>

Za preračun višin gladin morja za izbrane povratne dobe iz višin na vodomerni letvi v

državni višinski koordinatni sistem je uporabljen podatek o višini ničle na vodomerni letvi glede na reper R5486, ki se nahaja na JZ vogalu hotela Koper v Kopru in ima uradno višino 1,9186 m. Ničla vodomerne letve se nahaja 4,012 m pod omenjenim reperjem.

Za poplavljanje, ki skladno z uporabljen metodo IZVRS (2014) upošteva tudi komponento valovanja so v navedeni študiji uporabili pristop, ki vrednostim, ki so bile opredeljene za gladine s povratno dobo brez valovanja doda še višino valov glede na različne vetrovne slike po enačbah:

$$G_{10} = P_{10} + Val f(P_{10}, V_2)/2$$

$$G_{100} = P_{100} + Val f(P_{100}, V_2)/2$$

$$G_{500} = P_{500} + Val f(P_{500}, V_{50})/2$$

Opredeljeni pristop lahko smatramo za pravilen z opredeljeno ustrezno koincidenco med verjetnostjo nastopa visoke gladine in pojavom vetrov, ki določajo višino valov. Na osnovi modeliranja različnih vetrovnih slik in njihovih povratnih dob so tako za območje občine Izola v projektu IZVRS 2014 (preglednica 8 navedene študije) opredelili naslednje gladine kot osnova za povratne dobe.

	Maks. vrednost plime + valovanje (m.n.m.)	Višina plime »P« (m.n.m.)	Kritična vetrovna slika
G <sub>10</sub>	1,92	1,45	tramontana 315°
G <sub>100</sub>	2,25	1,79	tramontana 315°
G <sub>500</sub>	2,9	1,99	burja 0°

Za spodnji robni pogoj v hidravličnem modelu smo uporabili maksimalne vrednosti plime + valovanja (G<sub>10</sub>, G<sub>100</sub> in G<sub>500</sub>), za vhodni robni pogoj (padavine) pa smo uporabili dogodek z isto povratno dobo kot spodnji robni pogoj.

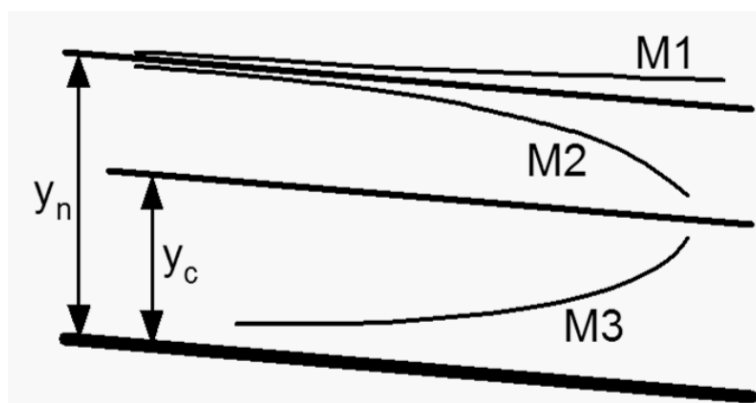
### **3.1 Vpliv podnebnih sprememb na robne pogoje in parametre modeliranja**

Vpliv podnebnih sprememb je pomembna postavka, ki ji bo potrebno v prihodnosti posvetiti več pozornosti. Žal to presega namen elaborata, zato podnebnih sprememb nismo eksplicitno obravnavali.

### **3.2 Vpliv interakcije med visokimi gladinami morja in dotoka zalednih voda na opredelitev vplivnega območja pomembnega vpliva poplav Izola.**

Osnovno načelo, ki opredeljuje medsebojni vpliv visokih gladin morja ( $G_{10}$ ,  $G_{100}$ ,  $G_{500}$ ) in intenzivnih padavin in z njimi povzročenih odtokov ( $Q_{n10}$ ,  $Q_{n100}$ ,  $Q_{n500}$ ). Stik med obema modeloma v teoriji polagoma prehajajočega toka predstavlja krivulja M1, ki jo opredeljuje prehod v mirnem toku in tekočega toka (poplavni tok) v počasni ali mirujoči tok (morje). Froudovo število pri tem prehaja iz vrednosti za normalno globino proti  $Fr = 0$ . Krivulja je v splošnem imenovana tudi kot zajezna krivulja in se pojavlja tudi ob prehodu iz vodotoka v zaježitev (umetno ali naravno).

V 2019\_iVode je bilo ugotovljeno, da obstaja povezava med visokimi gladinami morja na dosež poplavljanja, zato smo ta vpliv upoštevali v smislu spodnjega robnega pogoja.



**Slika 11: Trend: Gladinske krivulje za malo nagnjeno dno (mirni tok), ki se običajno pojavi na prehodu med površinskim poplavnim tokom in spodnjim robnim pogojem (morje). Krivulja M1 je karakteristična. Analizirani model opredeljuje območje te krivulje kot rezultat vplivnega območja, ki je rezultat interakcije med visokimi gladinami morja (npr.  $G_{100}$ ) poplavnim tokom (npr.  $Q_{n100}$ ).**

### **3.3 Erozijska nevarnost in ostali vplivni faktorji**

Erozijska nevarnost, skladno s pravilnikom zajema odplavljanje in odlaganje materiala v času poplavnih dogodkov. Prevelika količina odloženega materiala lahko povzroča probleme pretočnosti struge, kot tudi zmanjšuje pretočnost skozi postavljene hidrotehnične objekte. Na

drugi strani pa odplavljanje materiala povzroča poglobljanje struge in bočno erozijo brežin, ki lahko postanejo nestabilne.

Zaradi pomanjkanja vhodnih podatkov prenosa in odlaganja sedimentov v tej fazi nismo izvedli modeliranja erozijske nevarnosti in vpliva erozijskih procesov na poplavno nevarnosti.

Zaradi hudourniškega tipa poplav, ki jih povzročajo potoki na območju amfiteatra Izola, je po celotnem poplavnem območju pričakovati odplavljanje materiala, v dolvodnih delih povodij pa odlaganje materiala. Odlaganje je pričakovano na lokacijah, kjer pride do znižanja hitrosti (oblikovanje zajezbe) in lokalno na območju križanj. Zaradi velikih hitrosti je znotraj struge pričakovano bolj intenzivno odplavljanje (nad 0.5 m), medtem ko na poplavnem območju do 0.5 m (hitrosti ne presegajo 1 m/s). Omenimo še to, da v kolikor je utrditev struge ustrezno izvedena in projektirana ni pričakovati večjega odplavljanja materiala znotraj struge. Prav tako ne upoštevamo povečanega obsega poplav in erozije zaradi morebitne erozije oziroma spodjedanja brežin in ostalih hidrotehničnih ureditev, ki so zaradi velikih hitrosti na zunanji strani (na območju krivin) še posebno izpostavljene. Drugače povedano to pomeni, da lahko na istem mestu potekata oba procesa v različnem časovnem obdobju. Tega na kartah ne moremo prikazati (vsaj ne na način kot ga predvideva pravilnik).

## **4 REZULTATI HIDRAVLIČNEGA MODELA**

### ***1. Poplavno stanje***

### ***2. Analiza potrebnih omilitvenih ukrepov za območje urejanja IZ-05/13***

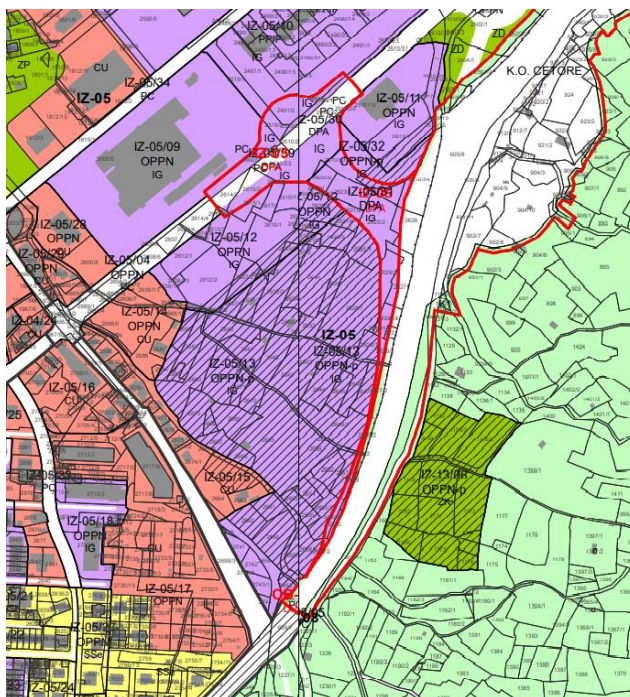
Za navedeno območje so ključni podatki z vidika učinkov vezanih na izvedbo omilitvenih ukrepov s katerimi se bodo preprečili negativni učinki zaradi povečanega odtočnega koeficienta na poplavno ogroženost dolvodno, skladno z Uredbo o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Uradni list RS, št. 89/08).

Ključni parametri, ki določajo ciljno stanje na tem območju so opredeljeni z odlokom Tekstualni del – dopolnitev zaradi ukinjenega zazidalnega načrta za območje med Prešernovo cesto in Drevoredom 1. maja v Izoli (Uradne objave Občine Izola št. 16/1994, 13/1999, 5/2005,

17/2006, 11/2013), enota urejanja prostora IZ-03 s katerim se za industrijska območja opredeljuje faktor zazidanosti (FZ) = 0,6 in faktor zelenih površin (FZP) = 0,2. Pri tem sta oba faktorja definirana kot:

- FAKTOR ZELENIH POVRŠIN (FZP) je razmerje med zelenimi površinami na raščenem terenu in celotno površino funkcionalne parcele. V enotah, kjer je prostor definiran kot odprti javni prostor, se faktor zelenih površin računa za celotno območje enote.
- FAKTOR ZAZIDANOSTI (FZ) je razmerje med tlorisno projekcijo najbolj izpostavljenih delov stavbe in celotno površino funkcionalne parcele. Pri tlorisni projekciji zunanjih dimenzij najbolj izpostavljenih delov stavbe nad terenom se ne upoštevajo napušči, upoštevajo pa se površine uvoza v klet (klančina), nadstreški, vetrolovi, pokrite terase, balkoni, zunanja stopnišča. Pri izračunu FZ se upoštevajo tudi enostavne in nezahtevne stavbe.

Pri tem smo zelene površine z vidika odtočnega koeficienta obravnavali enako kot obstoječa zemljišča. Razliko do polnega koeficienta (1) pa predstavljajo prometne površine in parkirišča, ki imajo podobno kot stavbe, ki so opredeljene v FZ odtočni koeficient 0,9.



Slika 12: Prikaz območja urejanja IZ - 05/13

Skupna površina zemljišč območja IZ - 05/13 znaša 10,78 ha, kar je osnova za izračun potrebnih omilitvenih ukrepov. V kolikor se površina območja urejanja spremeni je mogoče potrebni volumen zadrževalnika prilagoditi.

Omilitvene ukrepe smo dimenzionirali glede na izračunano razliko med obstoječim stanjem odtoka iz obravnavanega območja in stanjem po izvedeni urbanizaciji območja po predvideni rabi, ki je opredeljena za OPPN obravnavanega območja. Glede na to, da je vodotok Morer že sicer močno obremenjen s padavinskimi vodami smo potrebe po zadrževanju (razlika obstoječe stanje in stanje po izvedbi OPPN) dimenzionirali na padavine s 100-letno povratno dobo.

Izračun padavinskih voda smo izvedli z racionalno metodo (enačba 1):

$$Q = C_d k_o i A \quad (\text{enačba 1})$$

Kjer je:

$Q$ ...največja (maksimalna) vrednost površinskega odtoka ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

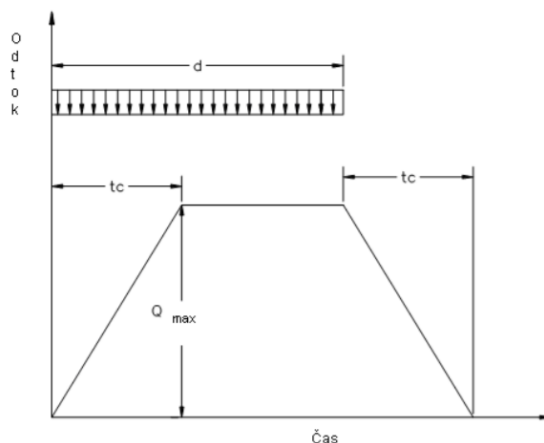
$k_o$ ...koeficient odtoka (brezdimenzijski)

$C_d$ ...dimenzijski korekcijski faktor ( $C_d = 0.00278$  za  $A$  v ha)

$i$ ...povprečna intenziteta padavin ( $\text{mm/h}$ )

$A$ ...površina prispevnega območja (ha)

Račune smo izvršili za 15 minutne padavine s 100 letno povratno dobo (merodajen izračun) izračuni za  $Q_{10}$  so podani zgolj za primerjavo količin. Čas koncentracije na območju cone (cca. 1 min) je krajši od časa računskega trajanja padavin (15 min), zato smo volumne izračunali po trapezni metodi (Thomson in sod.) kot je razvidno iz naslednje slike.



Slika 13: Hidrogram površinskega odtoka (Thompson in sod., 2003)



**Tabela 6: Rezultati izračunov za cono IZ – 05/13**

		Q10				Q100				
		Obst.		IZ - 05/13			Obst.		IZ - 05/13	
A (ha)	i (mm/h)	Q (m3/s)	V (m3)	Q (m3/s)	V (m3)	i (mm/h)	Q (m3/s)	V (m3)	Q (m3/s)	V (m3)
10.78	120	0.7	647.3	2.9	2589.3	172	1.0	927.1	4.1	<b>3708</b>

Iz izračunov je razvidno, da bo potrebno po izgradnji cone zagotoviti vsaj  $V = 3.708 - 927 = 2.781 \text{ m}^3$  nadomestnega retencijskega volumna (merodajne količine pri 100 letnem 15 minutnem padavinskem dogodku). V obstoječem stanju raste na območju nove cone nizko naravno travnato rastje, po izgradnji pa bo večji del cone pozidan, tako da bo koeficient odtoka močno povečan, kar bo rezultiralo tako v višjem površinskem odtoku kot tudi večjemu volumnu teh voda. Zadrževanje je mogoče izvesti na zemljiščih, ki so po predlogu opredeljena v okviru faktorja zelenih površin, ki opredeljujejo, da je na razpolago okoli 2,2 ha zelenih površin.

Navedena količina mora biti projektirana v obliki poljubnega zadrževalnega prostora (nadzemni ali podzemni) z možnostjo kombinacije rabe zadrževane vode (npr. za potrebe zelene infrastrukture). V primeru kombinacije zadrževane vode je potrebno podrobno določiti obratovalni pravilnik s čemer se zagotovi, da bo potrebni zadrževalni volumen v primeru visokovodnih dogodkov vedno na razpolago. Dušenje iztoka iz zadrževalnika se opredeli glede na obstoječe stanje površinskih odtokov na obravnavanem območju.

## 5 ZAKLJUČKI

V poglavju podajamo vmesne zaključke in ugotovitve, saj je s to fazo zaključena 1. faza obdelav. V okviru 1. faze smo vzpostavili hidrološko hidravlični – model obstoječega poplavnega stanja, ki omogoča:

- 1) Modeliranje obstoječega poplavnega stanja in izdelavo KPN in KRPN
- 2) Podaja osnovo za preverbo vpliva umestitve predvidenih zadrževalnikov na območju zalednih voda na poplavno varnost in podlage za predlog morebitnih novih zadrževalnikov oz. drugih protipoplavnih ukrepov

## 6 LITERATURA

ARSO, Atlas okolja. Dostopno na spletu: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>

Dyhouse, G., Hatchett, J., Benn, J. 2003. Floodplain Modeling Using HEC-RAS. Connecticut, Haestad Methods: 659 str. Dostopno na spletu:

<http://www.haestad.com/library/books/fmras/floodplainonlinebook/javascript/wwhelp/wwhelp.pl/js/html/wwhelp.htm>

Geopedia. Dostopno na spletu: <http://www.geopedia.si/>

GLG. 2017a. Ocena možnosti izgradnje zadrževalnika Mehanotehnika 2 v Občini Izola. Idejna zasnova. Investitor: Občina Izola.

GLG. 2017b. Ocena možnosti izgradnje zadrževalnika Morer v Občini Izola. Idejna zasnova. Investitor: Občina Izola.

GLG. 2017b. Ocena možnosti izgradnje zadrževalnikov Rikorvo 1 in Rikorvo 2 v Občini Izola. Idejna zasnova. Investitor: Občina Izola.

Območje stavbnih zemljišč južno od južne ceste »vzhod« v Izoli - presoja poplavne nevarnosti. Naročnik: Občina Izola. Izvajalec: GLG projektiranje. Št. projekta: 573-H/2010. Koper, februar 2010.

Ocena hidravlične prevodnosti tal v Sloveniji za pedokartografske enote merila 1:250 000. 2009. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (UR.l. RS, št.60/2007). Dostopno na spletu: <http://www.uradni-list.si/1/content?id=81148>

Slikopedia. Dostopno na spletu: <http://www.evon.si/slikopedia>

Študija poplavne nevarnosti za področje vodotokov v Občini Izola za pripravo občinskega prostorskega načrta za območje Občine Izola - I. del (Baredinka in Drnica ter hudournik

Medljanščica s pritokom Čičole). Naročnik: Občina Izola. Izvajalec: Inštitut za vodarstvo, d.o.o. Št. projekta: P197/13. Ljubljana, oktober 2013.

Inštitut za vodarstvo (2013) P197/13, Študija poplavne nevarnosti za področje vodotokov v Občini Izola za pripravo občinskega prostorskega načrta za območje Občine Izola – IV. del (hudournik Morer).

Inštitut za vodarstvo (2013) P197/13, Študija poplavne nevarnosti za področje vodotokov v Občini Izola za pripravo občinskega prostorskega načrta za območje Občine Izola – III. del (hudournik Pivol)

Inštitut za vodarstvo (2013) P197/13, Študija poplavne nevarnosti za področje vodotokov v Občini Izola za pripravo občinskega prostorskega načrta za območje Občine Izola – V. del (hudournik Rikorvo)

MOP (2014) Poročilo o določitvi območij pomembnega vpliva poplav v Republiki Sloveniji in spremljanju aktivnosti obvladovanja poplavne ogroženosti na območjih pomembnega vpliva poplav (MOP 2014).

Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Ur.l. RS, št. 89/2008). Dostopno na spletu: <http://www.uradni-list.si/1/content?id=88381>

Steinman F. (2010) Hidravlika 2. ponatis – knjiga – Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Projekt PROLINE-CE – različne obdelave in poročila vezana na podnebne spremembe (<http://proline-ce.fgg.uni-lj.si/>, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/PROLINE-CE.html>)

POTROG (<http://potrog2.vokas.si>) – podatki o dnevni zasedenosti stavb

Lenderink, G., van Meijgaard, E., 2008. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes, *Nat. Geosci* 1, 511-514, doi:10.1038/ngeo262. (povzeti vir ARSO)

Lenderink, G. et. al, 2011. Scaling and trends of hourly precipitation extremes in two different climate zones – Hong Kong and the Netherlands, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, doi:10.5194/hess-15-3033-2011. (povzeti vir ARSO)

EEA Report No.1/2017: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, An indicator-based report. European Environment Agency, 2017. (povzeti vir ARSO)

Trenberth, K.E. et al, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (povzeti vir ARSO)