

Zajednica izvršitelja



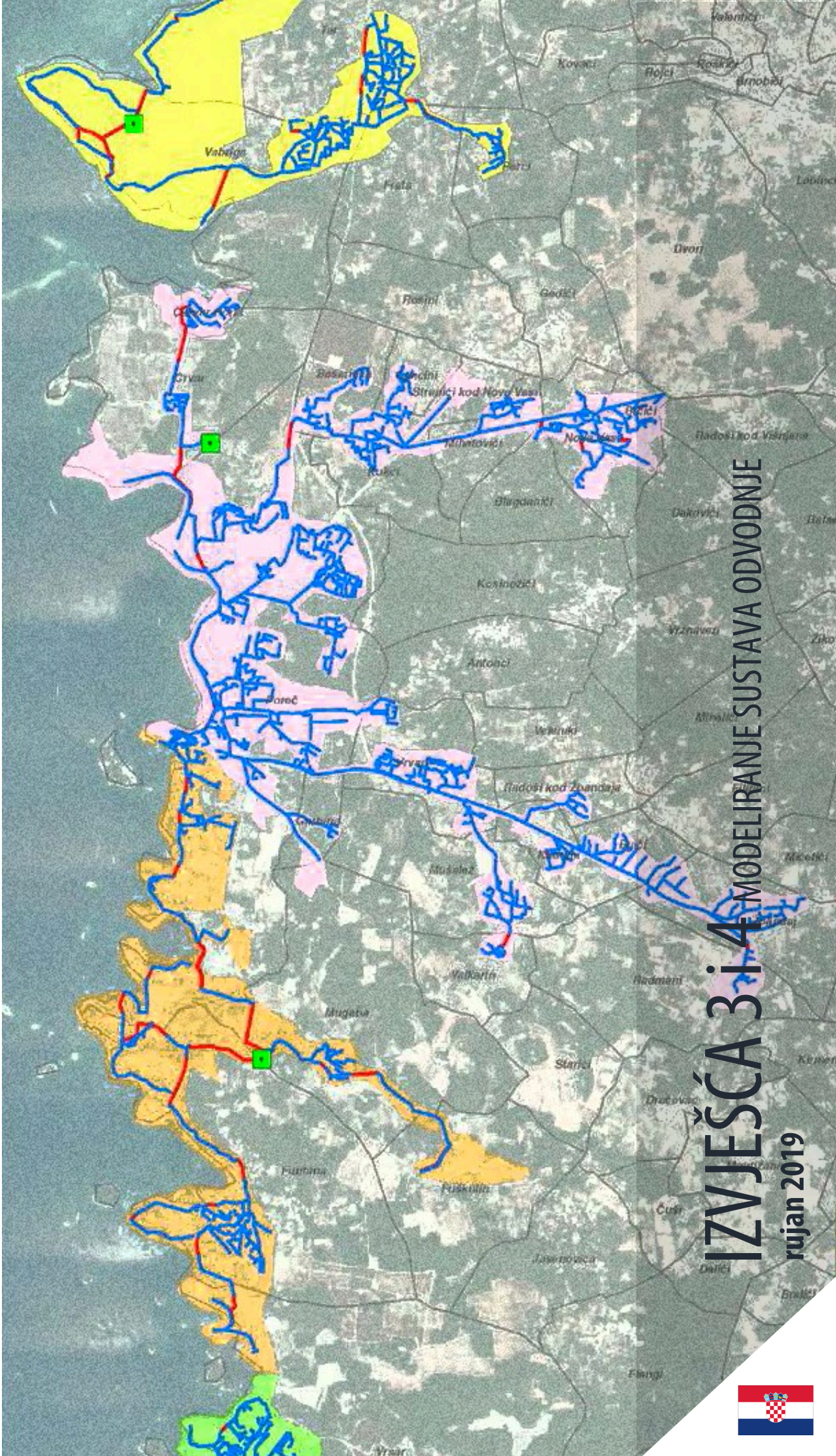
Naručitelj



Krajnji korisnik



STUDIJA OCJENE I PRAĆENJA UČINKOVITOSTI PROVEDBE PROJEKTA  
IZGRADNJE KANALIZACIJSKE MREŽE I ANALIZA UČINKOVITOSTI RADA UREĐAJA  
ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U GRADU POREČU – STUDIJA POREČ



# IZVJEŠĆA 3 i 4 MODELIRANJE SUSTAVA ODVODNJE

rujan 2019



STUDIJA OCJENE I PRAĆENJA UČINKOVITOSTI PROVEDBE PROJEKTA IZGRADNJE  
KANALIZACIJSKE MREŽE I ANALIZA UČINKOVITOSTI RADA UREĐAJA ZA  
PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U GRADU POREČU – **STUDIJA POREČ**

# IZVJEŠĆE 3

## MODELIRANJE SUSTAVA ODVODNJE:

## ANALIZA SCENARIJA

# IZVJEŠĆE 4

## MODELIRANJE SUSTAVA ODVODNJE:

## VALIDACIJA MODELA

Rujan 2019

Zajednica izvršitelja

Naručitelj

Krajnji korisnik



STUDIJA OCJENE I PRAĆENJA UČINKOVITOSTI PROVEDBE PROJEKTA IZGRADNJE  
KANALIZACIJSKE MREŽE I ANALIZA UČINKOVITOSTI RADA UREĐAJA ZA  
PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U GRADU POREČU – **STUDIJA POREČ**

# IZVJEŠĆE 3

MODELIRANJE SUSTAVA ODVODNJE:  
ANALIZA SCENARIJA

# IZVJEŠĆE 4 dio 1/2

MODELIRANJE SUSTAVA ODVODNJE:  
VALIDACIJA MODELA

20. rujan 2019

mr.sc. Božidar Deduš, dipl. ing.  
Ovlaštenik Zajednice izvršitelja  
Proning DHI d.o.o.

16. rujan 2019

  
  
United Nations Institute for  
Education under the auspices  
of UNESCO  
prof. dr. sc. Damir Brijanović, dipl. ing.  
Voditelj stručnog tima  
IHE Delft

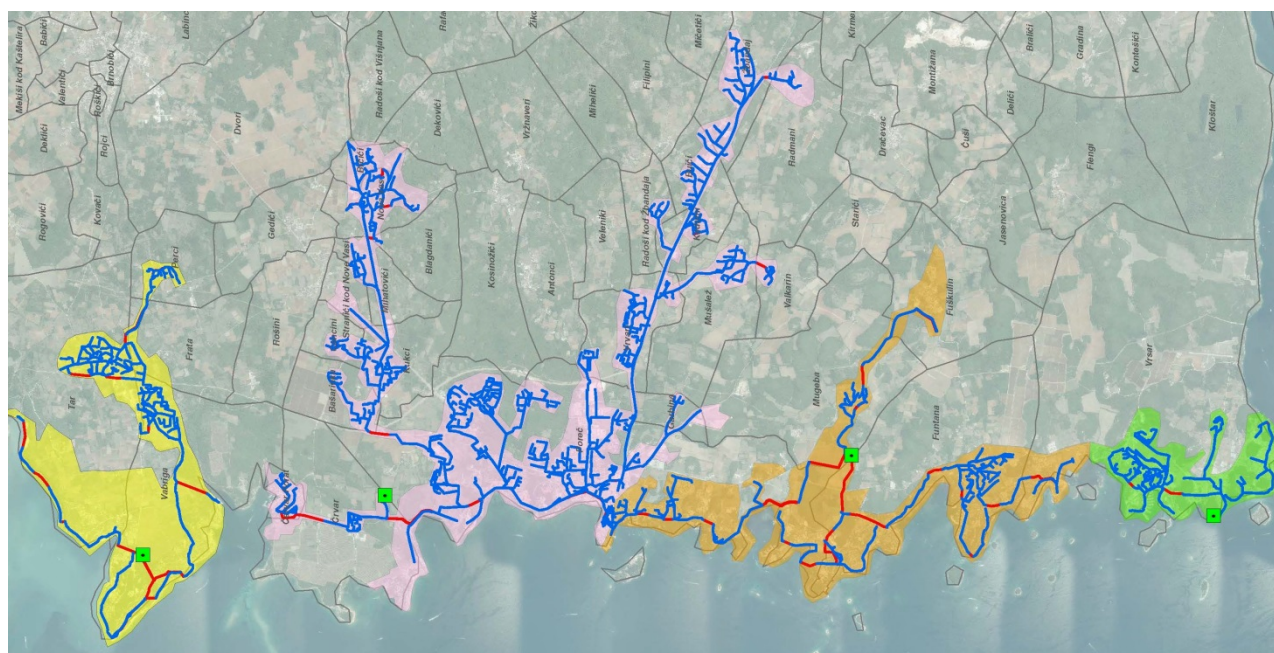


# Studija ocjene i praćenja učinkovitosti provedbe projekta izgradnje kanalizacijske mreže i analiza učinkovitosti rada uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u gradu Poreču – Studija Poreč

## MODELIRANJE SUSTAVA ODVODNJE

### IZVJEŠĆE 3: Analiza scenarija

### IZVJEŠĆE 4: Validacija modela



studeni 2019.

## SADRŽAJ

1	Uvod.....	2
1.1	Objedinjavanje izvješća.....	2
1.2	Zadatak.....	2
2	Ulazni podaci.....	7
3	Matematički model sustava odvodnje.....	11
3.1	Podsustav Lanterna.....	13
3.2	Podsustav Poreč Sjever.....	14
3.3	Podsustav Poreč Jug.....	15
3.4	Podsustav Vrsar.....	16
4	Analiza i modeliranje scenarija.....	17
4.1	Inicijalno hidrauličko opterećenje.....	18
4.1.1	Podsustav Lanterna.....	22
4.1.2	Podsustav Poreč Sjever.....	24
4.1.3	Podsustav Poreč Jug.....	26
4.1.4	Podsustav Vrsar.....	28
5	Kalibracija i validacija hidrauličkog modela.....	30
5.1	Općenito.....	30
5.2	Kalibracija i validacija zimskog dotoka.....	31
5.3	Kalibracija i validacija ljetnog dotoka.....	31
6	Prikaz rezultata modela.....	32
6.1.1	Podsustav Lanterna.....	32
6.1.2	Podsustav Poreč Sjever.....	34
6.1.3	Podsustav Poreč Jug.....	36
6.1.4	Podsustav Vrsar.....	38
7	Zaključak.....	40
7.1	Općenito.....	40
7.2	Vizija.....	40

# 1 UVOD

Nastavno na prethodne aktivnosti na projektu Poreč u dijelu koji se odnosi na izradu hidrološko-hidrauličkih matematičkih modela sustava odvodnje Poreč, ovo Izvješće naslanja se na prethodne radove izgradnje predmetnih modela kao i mjerenjima na terenu provedenim u 2019. prvenstveno s ciljem obuhvata izabrane cjelokupne reprezentativne godine te akceptiranja sezonskih razlika koje su za sustave kakve ima Poreč bitne za utvrđivanje funkcionalnih stanja sustava kao i samom dimenzioniranju istog.

Na modelima je provedena kalibracija i verifikacija na setovima stvarno mjerenih podataka kako bi se došlo do poklapanja modelskih rezultata i fizikalno umjerenih parametara na samom sustavu te osiguralo primjereno funkcioniranje modela sa minimalno mogućim odstupanjima. U svakom slučaju za sve druge simulacije i kasnije korištenje modela od strane djelatnika Odvodnje Poreč, ucilju dobivanja meritornih rezultata koji neće odstupati od realnih rezultata stanja tečenja u sustavu Poreča potrebno je provesti analize utjecajnih parametara te provesti kalibraciju i verifikaciju na realno dostupnim i mjerljivim parametrima.

## 1.1 OBJEDINJAVANJE IZVJEŠĆA

Budući da je kreiranje modela i generiranje i analiza pojedinih scenarija obrađenih u okviru ove studije usko povezano s naknadnom kalibracijom i verifikacijom modela, ovim izvješćem kao objedinjenim elaboratom tematski su obrađene cjeline iz:

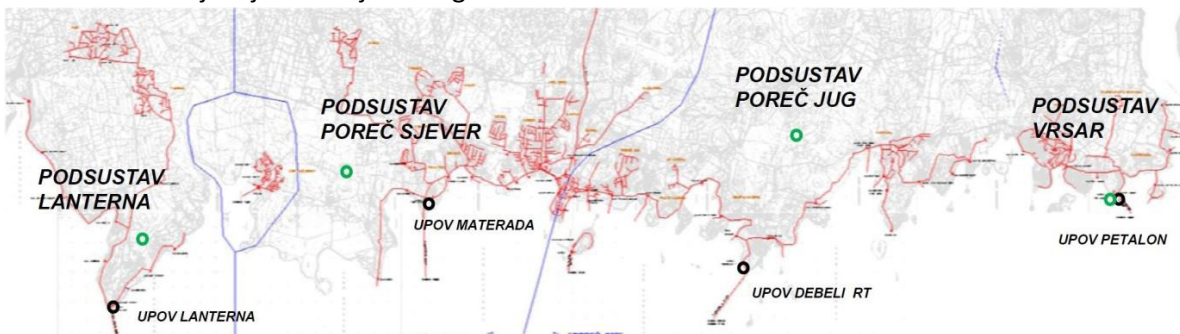
- Izvješće 3: Analiza scenarija
- Izvješće 4: Validacija modela

## 1.2 ZADATAK

Nastavno se ukratko prikazuju obaveze iz Projektnog zadatka koje se odnose na modeliranje sustava odvodnje Poreč.

Očekivani rezultati projekta su:

- Primjenom matematičkog modeliranja biti će moguće predvidjeti funkcioniranje sustava odvodnje otpadnih voda grada Poreča kako za postojeće stanje, tako i za razne scenarije tijekom koji su mogući u budućnosti.



**Slika 1** Zemljopisno područje projekta - shematski prikaz sustava sanitarne kanalizacije sa četiri pripadajuća UPOV-a obuhvaćena Studijom Poreč

Studija Poreč sastoji se od tri komplementarna i povezana dijela:

1. Modeliranje sustava odvodnje grada Poreča – predmet ovog izvješća
2. Modeliranje četiri nova UPOV-a (Modeliranje UPOV-a);

### 3. Modeliranje mora na širem području grada i odabranih plaža Poreča (Modeliranje mora).

Ovim Projektnim zadatkom podrazumijeva se da će:

- Svaki od četiri sustava odvodnje biti modelirani kao poseban sustav povezan s pripadajućim UPOV-om tog sustava;
- Modeli biti međusobno povezani tako da izlaz jednog modela posluži kao ulaz u slijedeći model u nizu: sustav odvodnje - UPOV – more, tj. da će rezultati pojedinačnog modela biti integrirani u rezultat koji oslikava situaciju (scenarij) na cijelom području obuhvaćenom Studijom Poreč, te istovremeno omogućuje razmatranje svakog sustava u cijelosti i razdvojeno.

#### Modeliranje sustava odvodnje

Jedna od vrlo važnih početnih aktivnosti na projektu je snimanje postojećeg stanja, te novog stanja s priključenjem 28 novih naselja i 6.300 stanovnika na području grada Poreča i arhiviranje prikupljenih podataka u GIS software-u je dio Projekta Poreč. Podaci o sustavu odvodnje u GIS-u će biti dostupni Izvršitelju.

Dio Modeliranje sustava odvodnje će objediniti informacije i o postojećem sustavu odvodnje (nerekonstruiran i rekonstruiran) i o proširenju sustava. Uključivat će minimalno 4 scenarija kako je sažeto prikazano u Tablica 1 Scenariji studije Poreč, mjerodavne za opis situacije ljeti i zimi, te za minimalni i maksimalni protok (i opterećenje) u sustavu odvodnje i to u okolnostima određenim neposredno nakon kompletiranja Projekta Poreč (po planu iz PZ - 2017.) i predviđenim na kraju projektnog perioda (2040.).

**Tablica 1 Scenariji studije Poreč**

Br.	Sezona		Opterećenje	Kanalizacija	UPOVi	More	Komentar
LJ1	Ljeto	PUPE	Maksimalno	■	■	x	Nema potrebe za modeliranjem mora zbog 100% PUPE
LJ2		IPE				■	Manji utjecaj na kakvoću mora zbog učinkovitosti UPOV-a s ultrafiltracijskom MBR tehnologijom
LJ3		ISE			x	■	Veći utjecaj na kakvoću mora (naročito na odabranim plažama) zbog (privremenog) odsustva tretmana i maksimalnog opterećenja. Potrebno je izraditi pod-scenarij dobre izmiješanosti mora, te izražene stratifikacije morskog stupca (početak ljeta i kraj ljeta, respektivno)
LJ4		PUPE/IPE	Minimalno	■	■	x	Nema potrebe za modeliranjem mora zbog 100% PUPE ili učinkovitosti MBR tehnologije
Z1	Zima	PUPE	Maksimalno	■	■	x	Nema potrebe za modeliranjem mora zbog 100% PUPE
Z2		IPE				■	Manji utjecaj na kakvoću mora zbog učinkovitosti UPOV-a s ultrafiltracijskom MBR tehnologijom
Z3		ISE			x	■	Srednji utjecaj na kakvoću mora zbog manjeg opterećenja i odsustva kupanja na plažama zimi
Z4		PUPE/IPE	Minimalno	■	■	x	Nema potrebe za modeliranjem mora zbog 100% PUPE ili učinkovitosti MBR tehnologije

U nastavku se navode glavne aktivnosti kako su definirane projektnim zadatkom. Rad na izradi matematičkih modela sustava odvodnje Poreča uglavnom prati grupe aktivnosti kako su u nastavku definirane.

1. Prikupljanje dostupnih podataka potrebnih za modeliranje svakog od četiri sustava odvodnje kao što su: informacije o sustavu odvodnje u GIS-u (trasa i lokacija cijevi, eventualnih rasterećenja protok u cijevi, pad i promjer cijevi, materijal cijevi, lokaciju revizionih okana, kote dna cijevi, okana i terena, itd), informacije iz bilo kojih drugog izvora (projektna dokumentacije, itd), model terena bilo u digitalnom (DTM) ili nekom drugom upotrebljivom obliku (karte itd.), količine otpadne vode, koncentracije onečišćenja od značaja u sirovoj otpadnoj vodi, informacije o postojećim i novim crnim stanicama (lokacija, režim rada, kapacitet, postojeća/nova funkcija u postojećem/obnovljenom/proširenom sustavu odvodnje, vrsta stanice npr. za dizanje ili tlačno crpljenje, informacije o postojećim podzemnim ispuštima (duljina, promjer cijevi, kota dna mora na lokaciji ispusta itd.), podaci o infiltraciji, hidrološki i klimatski podaci i bilo koji drugi podaci koje Izvršitelj smatra bitnim za izradu Studije Poreč.
2. Prikupljanje dijela podataka glede protoka i kakvoće otpadne vode u sustavu grada Poreča Izvršitelj je obavezan učiniti tijekom projekta i to u dva navrata: jednom tijekom rekonstrukcije i proširenja sustave odvodnje (u svrhu prikupljanja stvarnih podataka i inicijalne kalibracije i validacije modela), te drugi put nakon što su UPOV-i pušteni u rad i postigli projektiranu učinkovitost.

Kampanja uzorkovanja treba uključiti sva četiri sustava na najmanje jednoj mjerodavnoj lokaciji u trajanju od 7 dana u nizu, jednom u zimskoj sezoni i jednom u ljetnoj sezoni (zahtjev za oba navrata). Uzorci moraju biti 1h (ili 2h) kompozitni, što znači 24 ili 12 uzoraka po danu za svaki od 7 dana na svakom sustavu i u zimskom i ljetnom periodu. Parametri koji će se odrediti iz uzoraka moraju zadovoljiti potrebe za karakterizaciju otpadnih voda potrebnih za primjenu modela za modeliranje sustava odvodnje, te modela za modeliranje UPOV-a.

Izvršitelj će prikupiti i podatke o protoku (srednja satna vrijednost za period od 24 h) na mjerodavnim lokacijama u svakom sustavu odvodnje i to u trajanju od najmanje 7 dana kontinuirano, zimi i ljeti, te u dva navrata: tijekom rekonstrukcije i izgradnje i nakon puštanja u rad UPOV-a. Iako su sustavi odvodnje razdjelni, te je predmet Studije Poreč sanitarni dio tih razdjelnih sustava, poželjno je izvršiti uzorkovanje tijekom perioda bez (značajnih) oborina (period suhog vremena). U slučaju da prikupljanje podataka od strane Izvršitelja zbog bilo kojeg opravdanog razloga nije moguće, Izvršitelj se u tom slučaju može osloniti isključivo na informacije o protoku prikupljenih iz drugih izvora (projektna dokumentacija, postojeći zapisi protoka ako postoje itd.). Naručitelj se obvezuje da će osigurati Izvršitelju pristup mjerodavnim lokacijama za uzorkovanje i mjerenje protoka tijekom trajanja kampanje uzorkovanja Studije Poreč. Naručitelj ne snosi odgovornost za sigurnost osoblja Izvršitelja, te eventualno uporabljene opreme Izvršitelja (npr. automatski uzorkivači, mjerači protoka, mjerni instrumenti itd.) tijekom trajanja uzorkovanja i Studije Poreč. Detaljnu metodologiju prikupljanja i obrade podataka neophodnih za ovaj dio studije Izvršitelj će prikazati u izvješću o zatečenom stanju u projektu.

3. Na osnovu prikupljenih podataka Izvršitelj će pripremiti set podataka koji će se koristiti za svrhu modeliranja sustava odvodnje i kasnije djelomično za modeliranje UPOV-a. Izrada hidrauličkog modela kanalizacijske mreže pomoću odabranog programskog paketa treba biti na bazi prikupljenih i odabranih podataka. Poželjni programski paket je iz obitelji softvera



DHI MIKE URBAN koji je primijenjen u velikom broju projekata u Republici Hrvatskoj. Ovaj model – DHI MIKE URBQN će konzultant i koristiti u proračunima

Model će se uspostaviti na temelju podataka i informacija koje pruži Naručitelj i prikupi Izvršitelj. Model treba uzeti u obzir geometriju kanalizacijskih mreža i površinski materijal i materijal tla, najviše zbog procjene infiltracije. U model trebaju biti uključene sve hidrotehničke građevine, uključujući crpke i njihove karakteristike.

4. Izvođenje na modelu utemeljenih proračuna svih četiriju sustava kanalizacijske mreže za scenarije nabrojane u Tablica 1 Scenariji studije Poreč i koristeći podatke o postojećem stanju.
5. Kalibracija i validacija rezultata sva četiri modela na temelju dva odabrana razdoblja rada, jedan ljeti i jedan zimi. Ovaj dio zadatka u idealnom slučaju bi trebalo provesti nakon završetka rekonstrukcije i proširenja kanalizacijskog sustava (Projekt Poreč). Međutim, budući da proširenje donosi povećanje od 6.300 korisnika što je u odnosu na predviđeni kapacitet sustava od 137.500 korisnika (ekvivalent stanovnika) relativno skroman doprinos glede protoka i opterećenja, kalibracija i validacija modela se može zasnovati na kampanji uzorkovanja koju Izvršitelj može planirati tijekom rekonstrukcije i proširenja sustava odvodnje, te učiniti dodatnu validacije koristeći podatke koji će postati dostupni tijekom prikupljanja podataka tijekom rada UPOV-a (vidi dio 2 Studije Poreč). Isto tako, Izvršitelj će za svaki od četiri osnovna scenarija prikazana u tablici 1 izvršiti na modelu utemeljene proračune svih četiriju sustava kanalizacijske mreže i za situaciju predviđenu na kraju vijeka projekta (2040.g.)
6. Edukacija djelatnika Krajnjeg korisnika i Naručitelja o modelima za modeliranje sustave odvodnje, te korištenju odabranog modela kako bi isti mogli samostalno koristiti modele razvijene u sklopu ovog dijela projekta tijekom, a naročito nakon završetka Projekta Poreč i Studije Poreč. Edukacija treba uključiti suvremene metode i materijale, a trajati će najmanje 3 (poželjno 5) dana na teritoriju Republike Hrvatske. Jezik edukacije će biti hrvatski
7. Izrada opsežnih izvješća koja uključuju opis aktivnosti i rezultata proizašlih iz gore opisanih zadataka je obveza Izvršitelja i to na hrvatskom jeziku.

Razvoj hidrauličkog modela svakog od četiri sustava odvodnje će biti u tri osnovne faze (zbog provedbe projekta Poreč, Projektnim zadatkom predviđene faze A- B su objedinjene).

- A. Model koji će obuhvatiti stanje kakvo će biti u momentu prikupljanja podataka u početnom dijelu Studije Poreč. U ovom periodu očekuje se da projekt rekonstrukcije i proširenja sustave odvodnje neće biti kompletiran, te će zatečeno stanje biti slično sadašnjem stanju (stanju u trenutku objave ovog javnog natječaja za Studiju Poreč). Kalibracija i validacija modela će se izvršiti s podacima važećim za ovaj period. Ovaj će model prikazati polazne uvjete na temelju kojih će se uspoređivati kasniji modeli. Izvršitelj treba razviti inicijalni model na temelju dobivenih podataka o trenutnoj potrošnji vode i rasporedu potrošača. Izvršitelj treba predstaviti rezultate za 24-satno razdoblje koje predstavlja standardnu dnevnu varijaciju. Inicijalni model će se razviti kako bi se identificirali mogući problemi sa stabilnošću modela i trebalo bi provesti jednostavnu kontrolu kako bi se osiguralo da je očuvana bilanca količina (protoka). Budući da će u tom razdoblju trajati građenje, očekuje se da će biti moguće validirati i kalibrirati inicijalni model koristeći podatke iz kampanje uzorkovanja u zimskom i ljetnom periodu u periodu radova na sustavima odvodnje.
- B. Model koji će obuhvatiti stanje nakon kompletiranja dijela Projekta Poreč koji se odnosi na izgradnju sustava odvodnje. Za simulaciju će se iskoristiti podaci iz faze A. Postoji mogućnost da s obzirom na dinamiku izvedbe Projekta Poreč faze A i B postanu jedna faza,

tj. da možda i neće biti značajne razlike između faze A i B u vrijeme provođenja ovog dijela Studije Poreč. Model bi trebalo proširiti pomoću tehničkih nacрта i GIS informacija za proširen i rekonstruiran sustav. Model će uključivati dodatne kućne priključke iz 28 naselja (6.300 korisnika). Izvršitelj treba provesti ispitivanje kako bi, prema potrebi, modificirao model, temeljem usporedbe izvedenog stanja s projektom i podacima iz GIS-a. Pored toga, na temelju podataka o oborinama i otjecanju odredit će se da li su sustavi zaista razdjelni kako se navodi i imaju li oborine utjecaj na količinu vode u sustavima. Ako se otkrije takav značajan utjecaj, struktura modela će se izmijeniti kako bi odrazila te činjenice. Izvršitelj je dužan ocijeniti utjecaj infiltracije u sustav odvodnje.

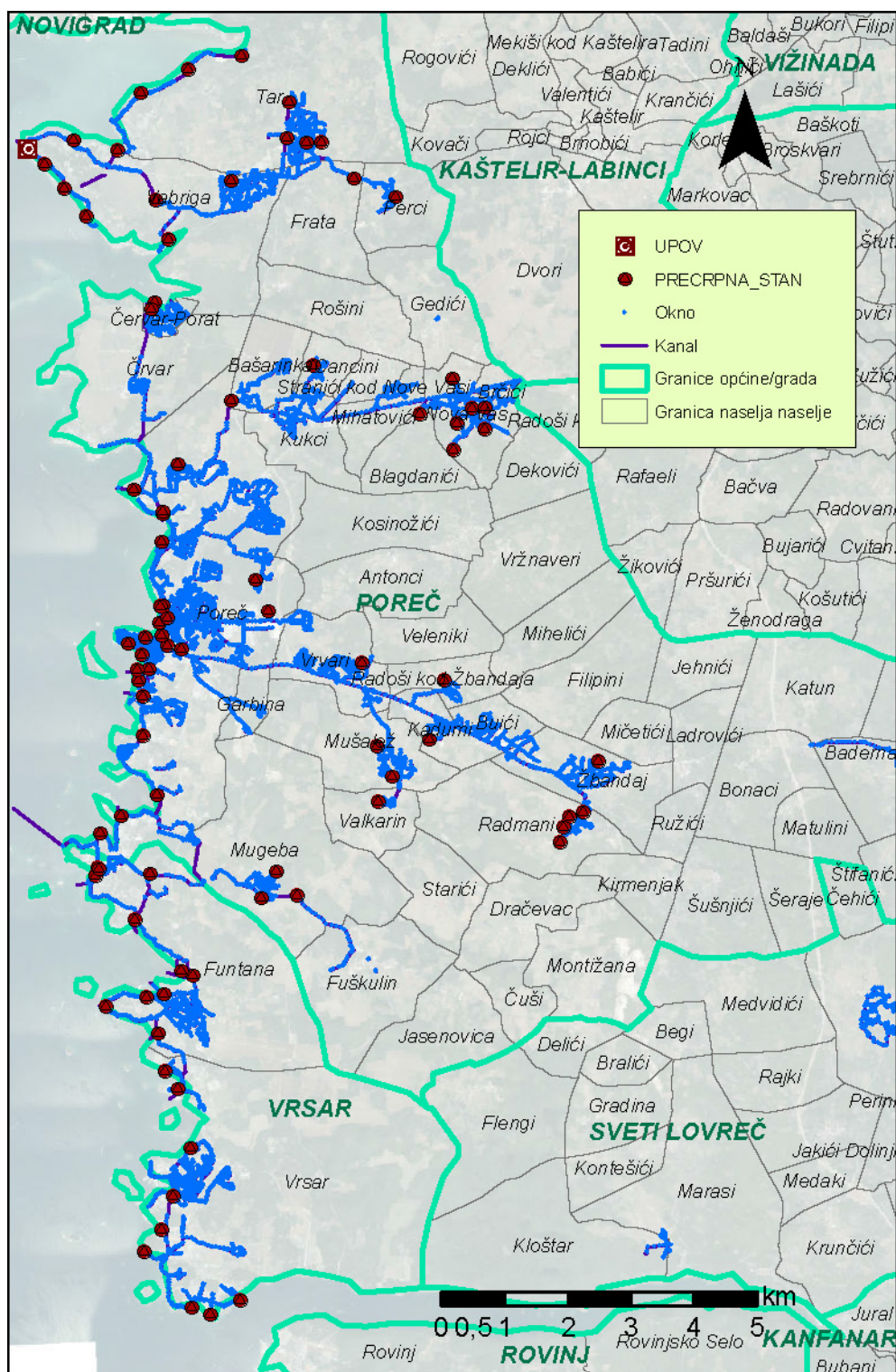
- C. Kalibrirani i verificirani model iz točke B će se koristiti za analizu scenarija iz tablice 1. Izvršitelj treba razviti model koji će zadovoljavajuće opisati sadašnju situaciju, situaciju nakon kompletiranja Projekta Poreč, te situaciju pri kraju vijeka projekta 2040. godine.
- D. Model iz točke B(C) će se iskoristiti za dodatnu validaciju stanje nakon kompletiranja Projekta Poreč, odnosno njegovog dijela koji se odnosi na kompletiranje i puštanje u rad UPOV-a. Validacija modela će se izvršiti s novim podacima važećim za ovaj period, idealno izmjerenim neposredno nakon što UPOV-i dostignu stabilan i zadovoljavajući rad. Ponovna analiza scenarija iz tablice 1. će se ponoviti samo u slučaju da ova sekundarna validacija bude zahtijevala značajnu kalibraciju modela.

Izvršitelj će proizvesti sljedeće rezultate:

- Izvješća o prikupljenim podacima i pripremi podataka za modeliranje sustave odvodnje. Ova izvješća će obuhvatiti hidrograme protoka na mjernim/razmatranim lokacijama i profile koncentracije mjerenih parametara koji predstavljaju 24-satni ciklus tijekom perioda od najmanje 7 dana u kontinuitetu za svaki od četiri sustava odvodnje u zimskom i ljetnom periodu i to za sadašnju situaciju, situaciju nakon kompletiranja Projekta Poreč, te situaciju za kraj projektnog perioda 2040. godine kako je prikazano u Tablici 1.
- Hidrauličke sheme modela u odgovarajućem digitalnom obliku koji će pored Izvršitelja i ciljane skupine moći koristiti tijekom i nakon Studije Poreč.
- Rezultate simulacija modelom za sve scenarije navedene u tablici 1., te eventualno moguće dodatne scenarije po izboru Izvršitelja s opisom dobivenih rezultata.
- Komparativnu analizu dobivenih rezultata za svaki scenarij uključujući minimalne i maksimalne protoke glede sadašnje situacije, situacije nakon kompletiranja Projekta Poreč, te situacije pred kraj vijeka projekta 2040. godine.
- Edukacija tima ciljanih skupina o modeliranju sustava otpadnih voda.

## 2 ULAZNI PODACI

Geometrija sustava odvodnje i podaci o karakteristikama pojedinih objekata preuzeti su iz digitalnog katastra (GIS) komunalnog poduzeća.



Slika 2 Preuzeti digitalni katastar sustava odvodnje

Analiza prostorne baze podataka (GIS-a):

- ✓ 4 glavna podsustava (Lanterna, Poreč Sjever, Poreč Jug, Vrsar)
- ✓ 9342 okna
- ✓ 88 crpnih stanica
- ✓ 303.7 km kanala

Jedan od ključnih zadataka kod izrade matematičkog modela je analiza i validacija ulaznih podataka potrebnih za provođenje matematičkih simulacija tečenja u sustavu odvodnje. U tu svrhu provedena je prvobitna identifikacija podataka a nastavno i kvalitativna provjera podataka. Tijekom uspostave samog modela izvršiti će se i logička provjera modela u smislu funkcionalnosti i povezanosti svih elemenata shematiziranog sustava odvodnje.

Nastavno su prikazani osnovni podaci preuzetog digitalnog katastra objekata sustava odvodnje.

**Tablica 2 Pregled kanala u GIS-u prema funkciji kanala**

Funkcija kanala	Duljina (m)
glavni kanal (primar)	3271.26
glavni odvodni kanal (magistral)	5377.01
kolektor	266095.13
priključak	27408.7
spoj slivnika	1087.21
sporedni kanal (sekundar)	463.81
vod za ispiranje	15.86
<b>Ukupno</b>	<b>303718.98</b>

**Tablica 3 Pregled kanala i kolektora u GIS-u prema materijalu**

Materijal kanala	Duljina (m)
azbest cement	2914.99
beton	11578.05
čelik	224.19
glatki armirani beton	292.62
nepoznat	59951.67
nodularno lijevano željezo	13456.06
polietilen	608.75
polietilen visoke gustoće	12860.29
polipropilen	59018.54
polipropilen - rebrast (korugiran)	433.57
polivinil klorid	135861.67
polivinil klorid (stari)	528.31
staklenim vlaknima armirani poliester	5990.27
<b>Ukupno</b>	<b>303718.98</b>

Tablica 4 Pregled kanala i kolektora u GIS-u prema tipu odvodnje

Tip odvodnje / gravitacija - tlak	Duljina
<b>fekalna</b>	<b>292778.11</b>
gravitacijsko	266969.33
tlačno - tlak	25808.78
<b>industrijska</b>	<b>442.82</b>
tlačno - tlak	442.82
<b>miješana</b>	<b>2257.15</b>
gravitacijsko	2181.23
tlačno - tlak	75.92
<b>oborinska</b>	<b>8240.9</b>
gravitacijsko	8240.9
<b>Ukupno</b>	<b>303718.98</b>

Preuzeti digitalni katastar prostorno je i funkcionalno analiziran, te je za potrebe generiranja funkcionalnog hidrauličkog modela koji prezentira stanje po puštanju u rad UPOV-a upotpunjen podacima prema projektnoj dokumentaciji vezanoj uz rekonstrukcije i proširenje postojećeg sustava (predmet Projekta Poreč).

Tablica 5 Projekti rekonstrukcije i proširenja sustava odvodnje Poreč

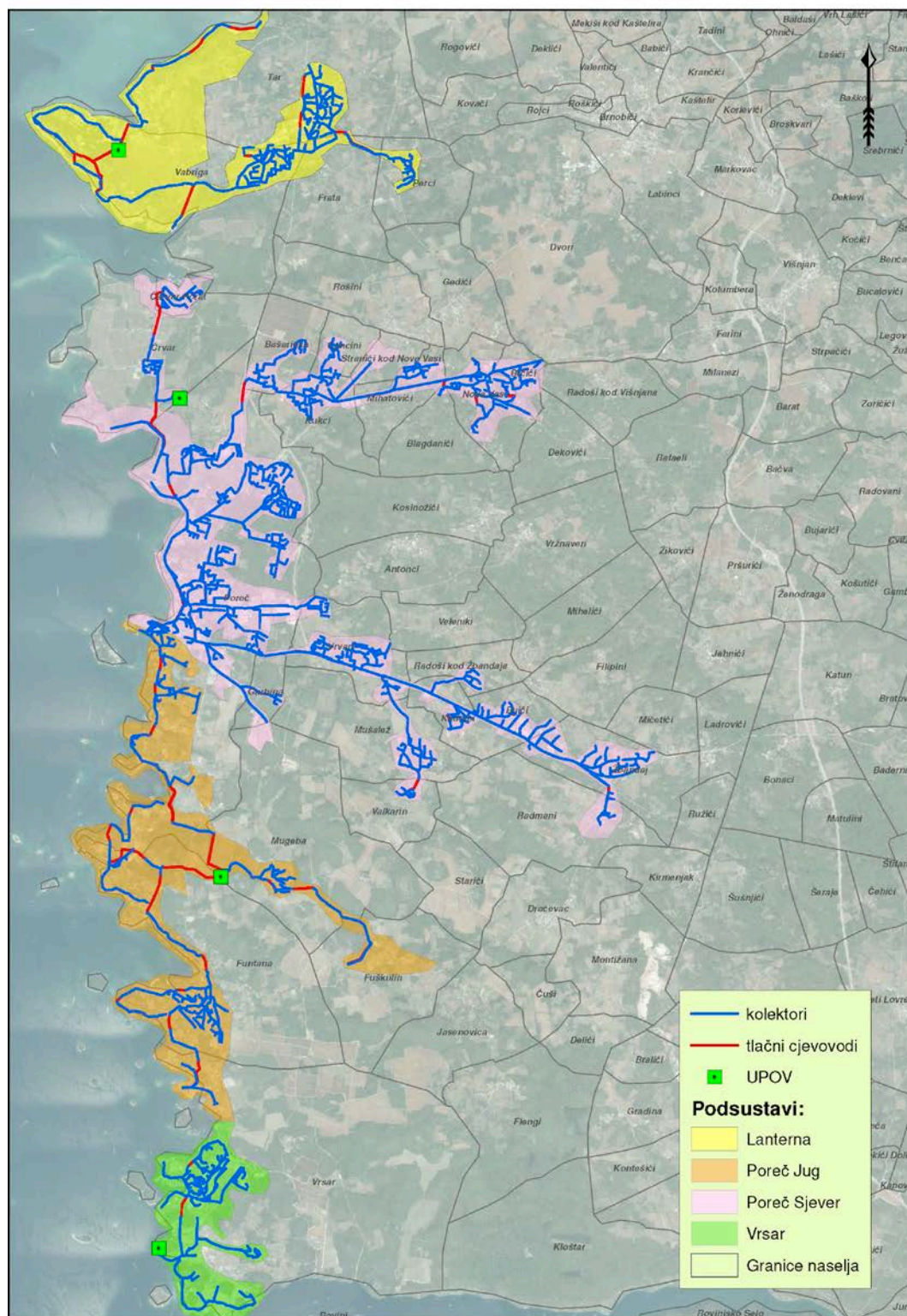
PROŠIRENJE KANALIZACIJSKE MREŽE			
Br.	Naziv	Izrađivač	Godina izrade
1	Glavni kolektor u sklopu sustava prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Žbandaj, Poreč	Rijekaprojekt -vodogradnja	2016
2	Kanalizacijska mreža u sklopu sustava prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Žbandaj, Poreč	Rijekaprojekt -vodogradnja	2016
3	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Radmani-glavni kolektor	Urbis	2016
4	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Radmani-kanalizacijska mreža naselja	Urbis	2016
5	Kanalizacijska mreža naselja Buići	Flum-ing	2016
6	Kanalizacijska mreža naselja Kadumi	Flum-ing	2016
7	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda kanalizijske mreže naselja Musalež	Urbis	2016
8	Kanalizacijski sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja st. Diklić i Valkarin s područja aglomeracije Poreč-sjever	Institut IGH	2016
9	Kanalizacijski sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda glavnog kolektora naselja Valkarin, Musalež i st. Diklić	Institut IGH	2016
10	Kanalizacijski sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Radoši s područja aglomeracije Poreč-sjever	Institut IGH	2016
11	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda kanalizijske mreže naselja Vergotini	Urbis	2016
12	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda kanalizijske mreže naselja Mihatovići	Infraterra	2016

13	Kanalizacijski sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Magrini i Blagdanići s područja aglomeracije Poreč-sjever	Imel	2016
14	Kanalizacijska mreža u sklopu sustava prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Nova Vas i Brčići, Poreč	Rijekaprojekt -vodogradnja	2016
15	Kanalizacijska mreža naselja Vrvari	Flum-ing	2016
16	Kanalizacijska mreža naselja Kukci u Poreču	Flum-ing	2016
17	Kanalizacijska mreža naselja Gulići u Poreču	Flum-ing	2016
18	Kanalizacijska mreža naselja Cacinci u Poreču	Flum-ing	2016
19	Kanalizacijska mreža „Stancija Portun“	Institut IGH	2016
20	Fekalna kanalizacija dijela naselja Bolnica	Singrad	2016
21	Kanalizacijska mreža „Stancija Vodopija“	Institut IGH	2016
22	Sekundarna mreža „Peškera“ – vanjska infrastruktura	Singrad	2016
23	Fekalna kanalizacija stancije Grbinovica	Singrad	2016
24	Kolektor otpadnih voda Červar porat – sustav Poreč sjever	Flum-ing	2016
25	Fekalna kanalizacija naselja Stari Červar	Flum-ing	2016
26	Kanalizacijska mreža Hena - Molindrio	Projekt Poreč	2015
27	Kanalizacijska mreža u sklopu sustava prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Mugeba, Poreč	Rijekaprojekt -vodogradnja	2016
28	Glavni kolektor u sklopu sustava prikupljanja i odvodnje otpadnih voda naselja Mugeba, Poreč	Rijekaprojekt -vodogradnja	2016
<b>REKONSTRUKCIJA KANALIZACIJSKE MREŽE</b>			
Br.	Naziv	Izrađivač	Godina izrade
1	Rekonstrukcija glavnog kolektora Molindrio i crpne stanice CS 3 – Gržina s tlačnim cjevovodom u Poreču	Hidroeko	2016
2	Rekonstrukcija crpne stanice Peškera	Hidroeko	2016
3	Rekonstrukcija crpne stanice Olge Ban	Hidroeko	2016
4	Rekonstrukcija crpne stanice Brulo	Hidroeko	2016
5	Rekonstrukcija crpne stanice Novo Naselje	Hidroeko	2016
6	Rekonstrukcija crpne stanice PO2	Hidroeko	2016
7	Rekonstrukcija crpne stanice PO1	Hidroeko	2016
8	Rekonstrukcija crpne stanice Sud	Hidroeko	2016
9	Glavni kolektor Poreč Sjever sa crpnim stanicama Vinarski podrum i Materada - rekonstrukcija	Hidroeko	2016
10	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda sa područja aglomeracije Lanterna	Hidroeko	2016
11	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda sa područja aglomeracije Poreč-Sjever	Hidroeko	2016
12	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda sa područja aglomeracije Poreč-Jug – I.faza	Hidroeko	2016
13	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda sa područja aglomeracije Poreč-Jug – II.faza	Hidroeko	2016
14	Sustav prikupljanja i odvodnje otpadnih voda sa područja aglomeracije Poreč-Jug – III.faza	Hidroeko	2016

Podaci o inicijalnim opterećenjima te očekivanim trendovima preuzeti su iz studije izvodljivosti *Feasibility Study - POREČ Sewerage and Waste Water Treatment Plants (Safege, 2012)*.

### 3 MATEMATIČKI MODEL SUSTAVA ODVODNJE

Matematički model sustava odvodnje izrađen je prema podacima o postojećem sustavu iz GIS-a te projektnoj dokumentaciji vezanoj uz rekonstrukcije i proširenje postojećeg sustava.



Slika 3 Matematički model odvodnje aglomeracije Poreč

Model se sastoji od preko 173 km kanala, 4 UPOV-a i preko 60 crpnih stanica. U slijedećoj tablici je prikazan udio cjevovoda u sustavu s obzirom na promjer cijevi:

**Tablica 6 Udio cijevi u sustavu odvodnje prema profilu**

Promjer (m)	Duljina (m)	udio (%)
<0.25	41770,52	24,10
0.25-0.35	107349,00	61,93
0.35-0.5	19599,12	11,31
>0.5	4632,553	2,67
<b>ukupno</b>	<b>173351,2</b>	

Vidljivo je da je velika većina cijevi promjera 0.25-0.35 m, što je sukladno sa razdjelnim sustavom odvodnje koji je najzastupljeniji na ovom području. Većina crpnih stanica uvrštena je u model, s tim da za manji dio nisu dostupni podaci o protoku te geometriji crpnih bazena, te su isti pretpostavljeni. Model završava na 4 točke uljeva u uređaje za pročišćavanje, a ispuštanje pročišćene vode iz uređaja u more nije obuhvaćeno.

Slivno područje hidrauličkog modela detaljno je analizirano, te su definirani zone primarne namjene stanovanja i zone turističke aktivnosti. Dotoci u sustav od lokalnog stanovništva i turizma variraju ovisno o scenariju (zima, ljeto, minimum, maksimum).

Model postojećeg stanje modela predstavlja stanje nakon kompletiranja Projekta Poreč (očekivano 2022.) kada će u sve četiri aglomeracije biti dovršeni svi radovi na rekonstrukciji i dogradnji sustava odvodnje i relokaciji uređaja za pročišćavanje.

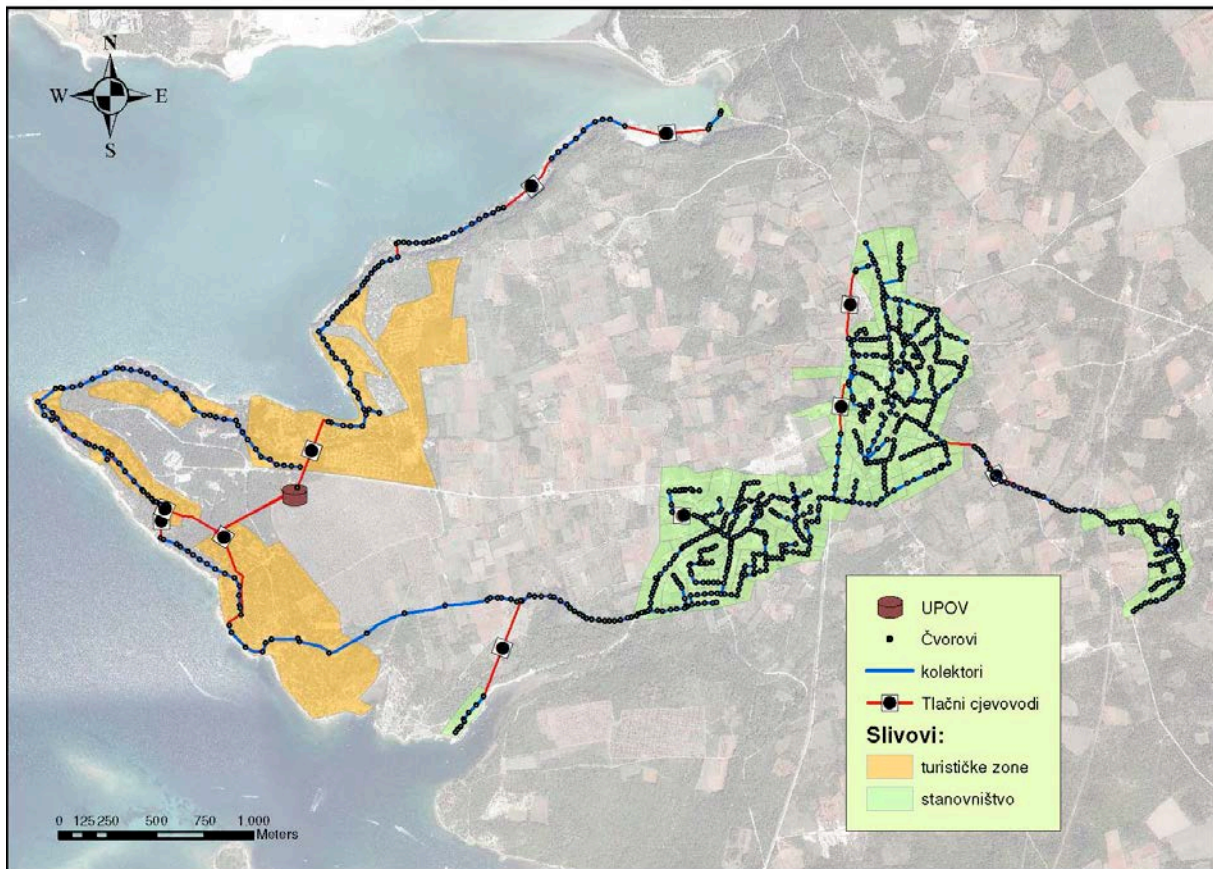
Model odvodnje Poreča podijeljen je na 4 podsustava, koji su spojeni na 4 uređaja za pročišćavanje:

1. Podsustav Lanterna
2. Podsustav Poreč Sjever
3. Podsustav Poreč Jug
4. Podsustav Vrsar



### 3.1 PODSUSTAV LANTERNA

Model najsjevernijeg podsustava aglomeracije obuhvaća oko 800 čvorova, 26 km cjevovoda te 13 crpnih stanica.



**Slika 4 Podsustav Lanterna**

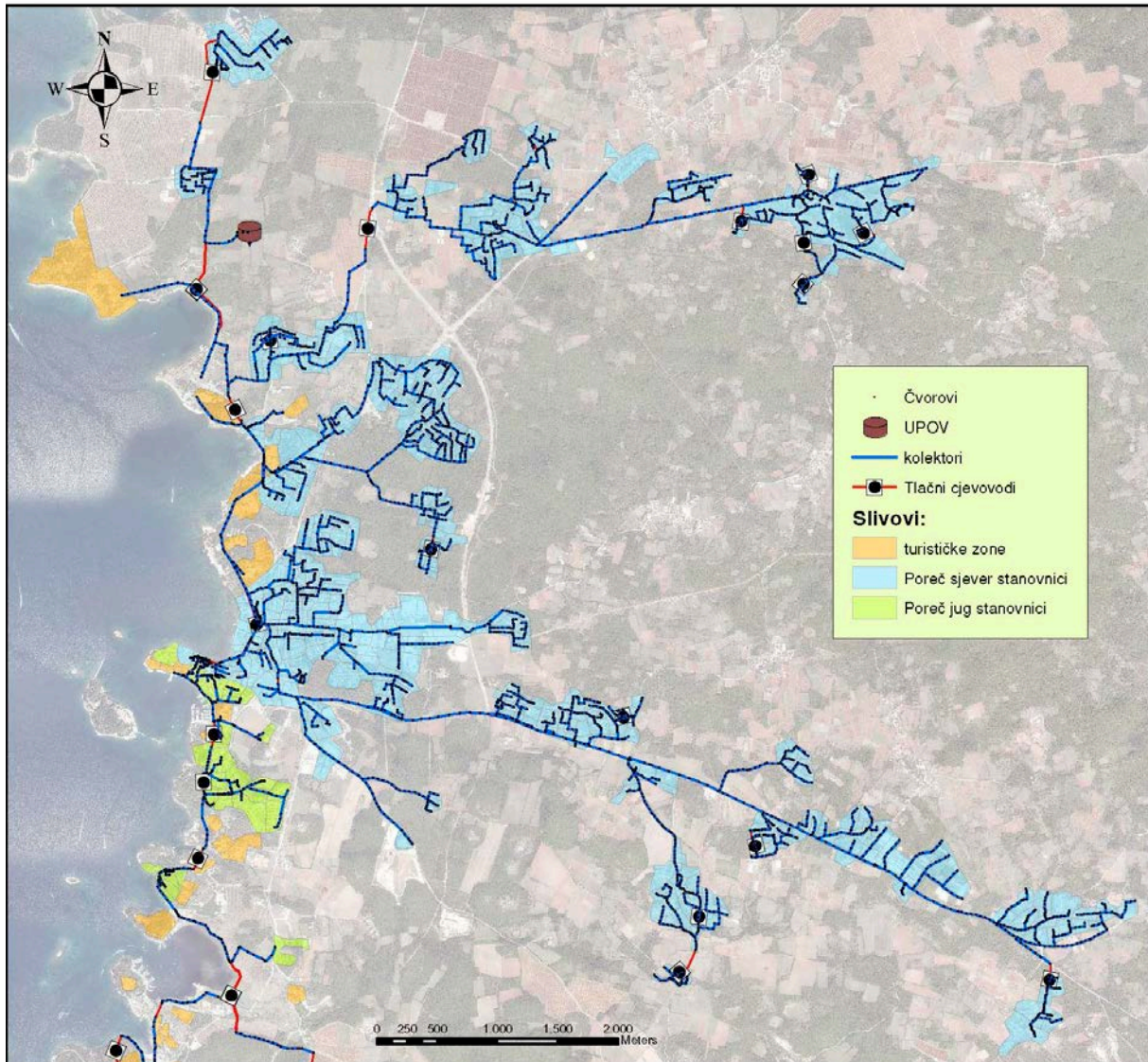
Sav dotok na UPOV Lanterna dolazi iz 3 glavne crpne stanice: CS Valeta na sjeveru (kapacitet 58 l/s), CS Lanterna 1 na zapadu (kapacitet 30 l/s) i CS Solaris na jugu (kapacitet 43 l/s). Najveće količine cjelogodišnjeg dotoka (stanovništvo) dolaze iz naselja Vabriga, Frata i Tar na istoku. Ovim sustavom je obuhvaćeno oko 2000 stanovnika.

Turistički kapaciteti na ovom podsustavu su procijenjeni na oko 20 000 gostiju. Od turističkih zona najveći je kamp Lanterna kapaciteta 10500 gostiju, kamp Solaris - 4800 gostiju i apartmansko naselje Lanterna - 3000 gostiju.

Cjevovodi su visinski uglavnom položeni iznad razine mora te se pretpostavlja da je utjecaj infiltracije morske vode na ukupnu količinu u sustavu zanemariv.

### 3.2 PODSUSTAV POREČ SJEVER

Model najvećeg podsustava obuhvaća 21 crpnu stanicu, 3192 čvora te 102 km cjevovoda.



Slika 5 Podsustav Poreč Sjever

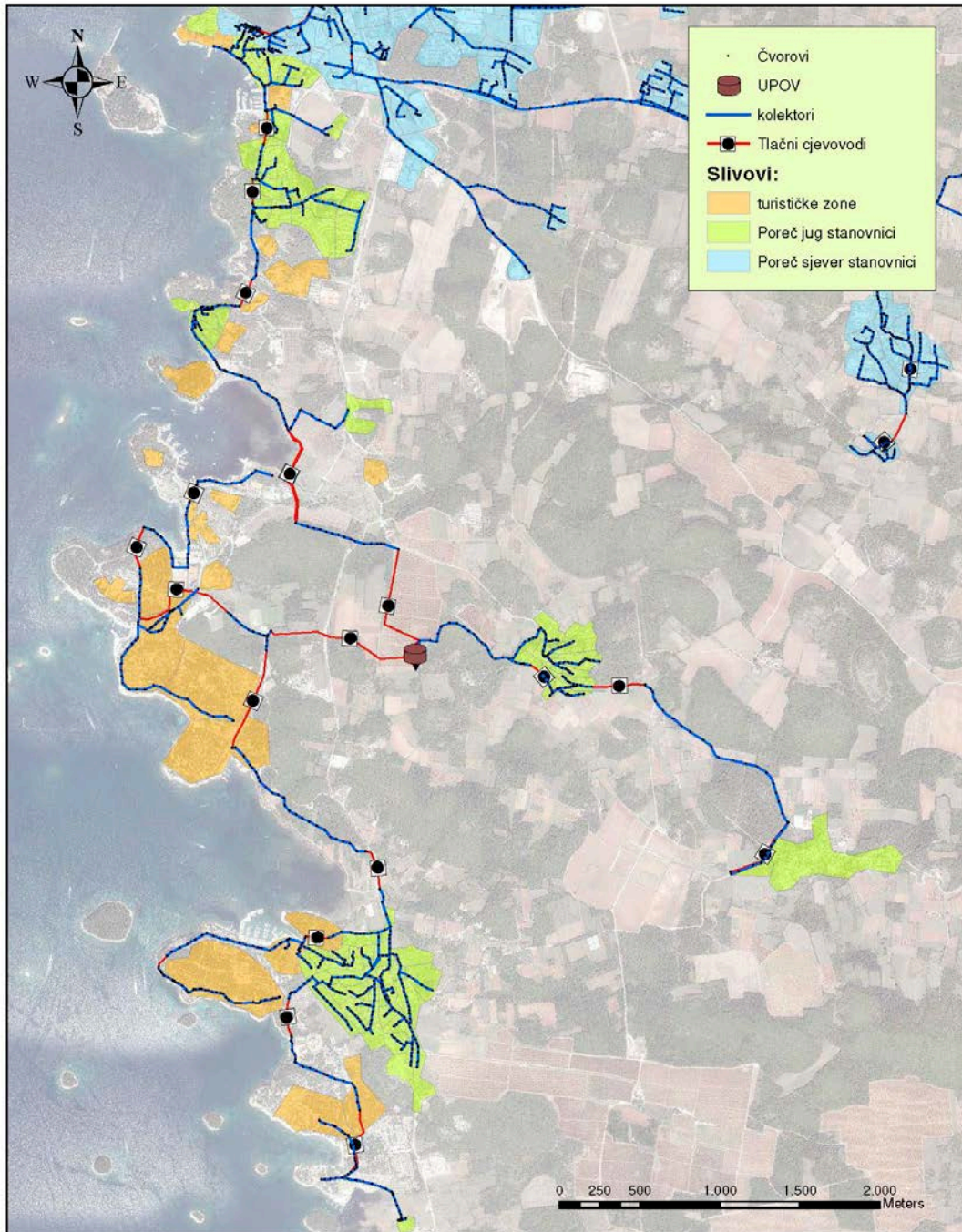
Dotok na UPOV se ostvaruje putem CS Sveti Martin, osim iz naselja Črvar i Črvar Porat na sjeveru područja. Crpna stanica ima dva crpna bazena i dva režima rada – cjelogodišnji (70 l/s) i ljetni (120 l/s). Sustavom je obuhvaćeno oko 15 000 stanovnika.

Turistički kapaciteti na ovom podsustavu iznose oko 10 000 gostiju. Najveće zone su kampovi Ulika (3200 gostiju) i Materada (2600 gostiju). Od hotelskih sadržaja valja spomenuti hotele Zagreb (820) Materada (720) i Park (620).

Dijelovi sustava odvodnje su visinski smješteni ispod razine mora, te je u simulacije uvrštena pretpostavljena infiltracija morske vode u sustav.

### 3.3 PODSUSTAV POREČ JUG

Model ovog podsustava obuhvaća 20 crpnih stanica, 886 čvorova te 29 km cjevovoda.



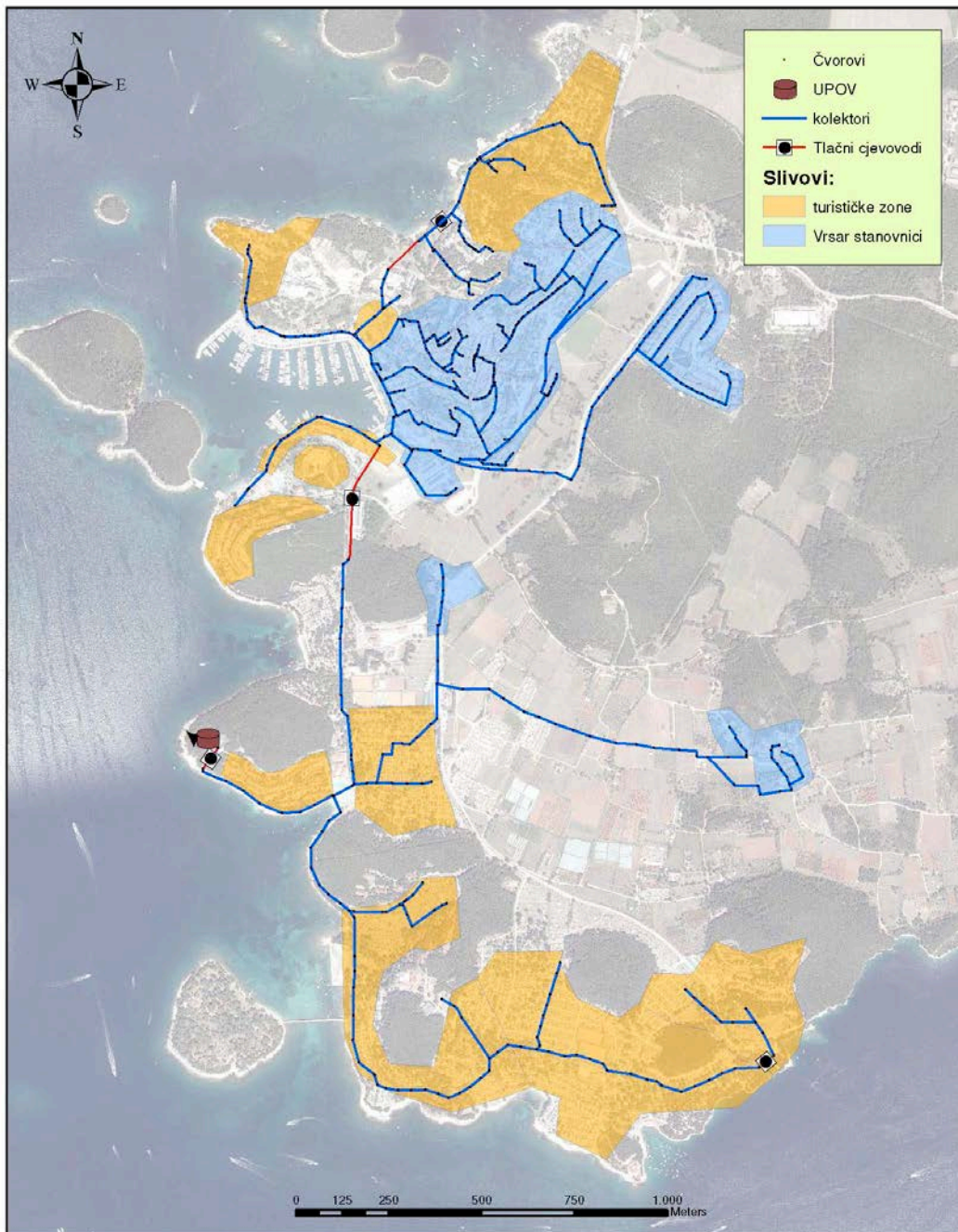
**Slika 6 Podsustav Poreč Jug**

UPOV je smješten u centralnom dijelu sustava, te se većina dotoka odvija preko crpnih stanica – CS nogometno igralište kapaciteta 150 l/s za zapadni i južni dio područja i CS Mornarica (90 l/s) za sjeverni dio podsustava, dok se dotok iz naselja u unutrašnjosti (istok) odvija gravitacijski. Ovim podsustavom je obuhvaćeno oko 5000 stanovnika.

Turistički kapaciteti su najveći u cijeloj aglomeraciji te iznose oko 30 000 gostiju. Prednjače kampovi (Valkanela, Istra, Bijela uvala, Zelena laguna) ali postoji i znatan udio hotelskog smještaja (Delfin, Laguna Albatros, Valamar Diamant, itd.).

### 3.4 PODSUSTAV VR SAR

Podsustav Vrsar obuhvaća 4 crpne stanice, 645 čvorova i oko 17 km cjevovoda.



**Slika 7 Podsustav Vrsar**

Sav dotok na UPOV se odvija preko crpne stanice Petalon kapaciteta 70 l/s. Ovim podsustavom je obuhvaćeno oko 2500 ljudi. Turistički kapaciteti su oko 13 000 gostiju. Među zonama prednjači naturistički kamp Koversada kapaciteta 6200 gostiju.

## 4 ANALIZA I MODELIRANJE SCENARIJA

Izrađena su dva osnovna modela – 2022 i 2040 godina. Model 2022 predstavlja tzv. „postojeće stanje“ – stanje sustava u 2022 godini, u kojoj je predviđen završetak svih radova vezanih uz dovod otpadnih voda na nove lokacije uređaja za pročišćavanje. Model 2040 predstavlja projekciju rasta stanovništva, turizma i obuhvata mreže odvodnje na kraju projektnog razvoja. Unutar ova dva modela izrađeno je po 4 scenarija, za slučajeve maksimalnog i minimalnog ljetnog i zimskog dotoka na uređaj.

Sukladno projektnom zadatku, za opterećenje hidrauličkog modela definirano je 8 scenarija opterećenja modela, prema sljedećoj tablici.

**Tablica 7 Pregled modeliranih scenarija**

R.br.	Scenarij	Godina	Sezona	Opterećenje
1	sad-z-min	2022	Zima	Minimalno
2	sad-z-max	2022	Zima	Maksimalno
3	sad-lj-min	2022	Ljeto	Minimalno
4	sad-lj-max	2022	Ljeto	Maksimalno
5	bud-z-min	2040	Zima	Minimalno
6	bud-z-max	2040	Zima	Maksimalno
7	bud-lj-min	2040	Ljeto	Minimalno
8	bud-lj-max	2040	Ljeto	Maksimalno

Analizom sezonalnosti na temelju podataka o potrošnji vode analizirane u okviru studije izvodljivosti, pojedini scenariji temelje se na očekivanim količinama otpadne vode sljedećih mjeseci:

**Tablica 8 Definiranje hidrauličkog opterećenja na temelju fakturirane potrošnje mjeseca u godini**

Sezona	Opterećenje	Mjeseci u godini
Zima	Minimalno	1, 2, 12
Zima	Maksimalno	3, 4, 11
Ljeto	Minimalno	5, 6, 9, 10
Ljeto	Maksimalno	7, 8

## 4.1 INICIJALNO HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE

### Stanovništvo

Zone namijenjene stanovanju uglavnom se nalaze u zaleđu. Sukladno podacima preuzetim iz studije izvodljivosti, za svaku od četiri aglomeracije identificirana je specifična norma odvodnje, koja osim kategorije kućanstava u sebi sadrži i bazne količine kategorije gospodarstva.

**Tablica 9 Broj stanovnika na temelju popisa stanovništva i procjene udjela vikendica**

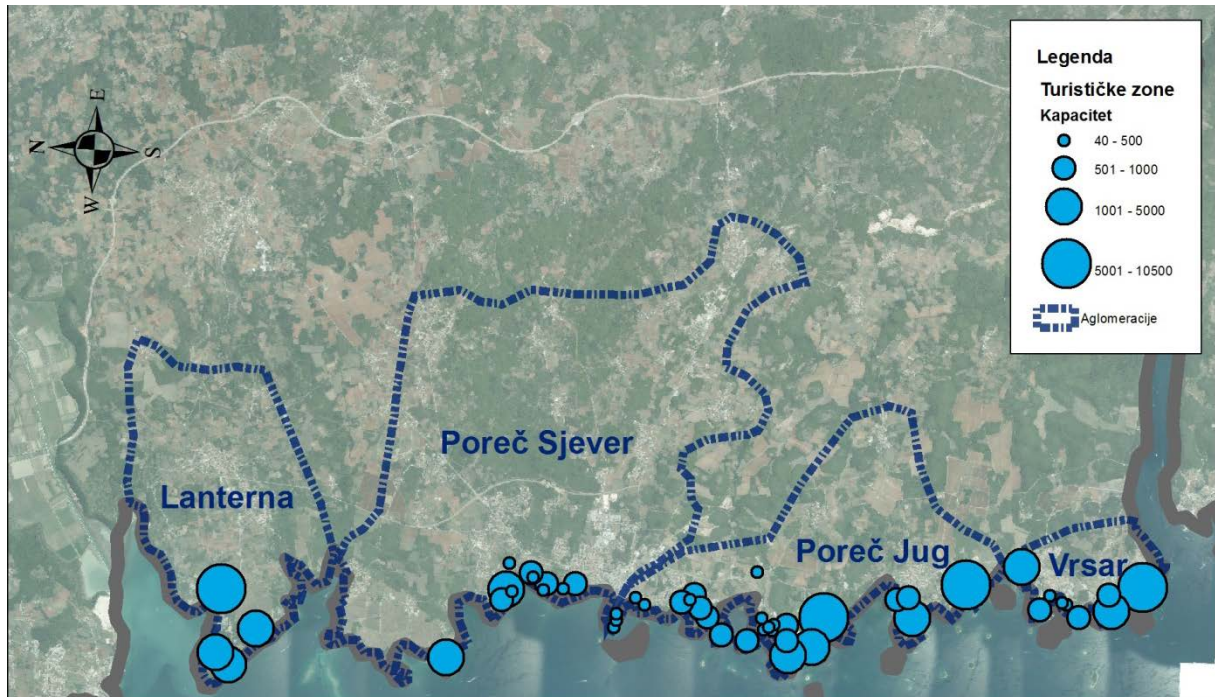
Aglomeracija		Popis 1971	Popis 1981	Popis 1991	Popis 2001	Prvi rezultati Popis 2011	Stanovništvo 2010 (Rezidenti)	Vikendice %	Stanovnici "de-facto"	Stanovništvo 2010 ukupno
Poreč Jug	Debeli Rt	1.872	2.697	3.264	3.783	3.709	4.308	11%	276	4.585
Lanterna	Lanterna	1.281	1.302	1.397	1.495	1.711	1.703	7%	157	1.859
Poreč Sjever	Materada	5.223	7.547	9.887	12.167	12.649	13.857	72%	1.736	15.593
Vrsar	Vrsar	1.115	1.341	1.624	1.872	1.730	2.132	10%	242	2.374
<b>Ukupno</b>		<b>9.491</b>	<b>12.887</b>	<b>16.172</b>	<b>19.317</b>	<b>19.799</b>	<b>22.000</b>	<b>100%</b>	<b>2.411</b>	<b>24.411</b>
Stopa rasta			3,11%	2,30%	1,79%	0,25%	1,31%			
Vikendice				4018						
Stanovnika po vikendici				2						
Trajno nastanjene				30%						
De facto stanovnika u vikenticama										<b>2.411</b>
Ukupno procijenjeno rezidenata i de facto stanovnika do kraja 2010										<b>24.411</b>

**Tablica 10 Prognoza kretanja broja stanovnika**

Aglomeracija / godina	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Tar-Vabriga / Lanterna	1.859	1.927	1.998	2.071	2.147	2.205	2.233	2.262
Poreč Sjever / Materada	15.593	16.161	16.753	17.367	18.009	18.489	18.728	18.973
Poreč Jug / Debeli Rt	4.585	4.752	4.926	5.107	5.295	5.437	5.507	5.579
Vrsar / Petalon	2.374	2.461	2.551	2.645	2.742	2.816	2.852	2.889
<b>Ukupno</b>	<b>24.411</b>	<b>25.301</b>	<b>26.228</b>	<b>27.190</b>	<b>28.193</b>	<b>28.947</b>	<b>29.320</b>	<b>29.703</b>
Tar-Vabriga / Lanterna Poreč Sjever / Materada Poreč Jug / Debeli Rt Vrsar / Petalon	prosječ na stopa rasta	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,50%	0,30%	0,30%

## Turistički kapaciteti

Turistički kapaciteti su analizirani zasebno za svaku od četiri aglomeracija. Podaci o turističkim kapacitetima temelje se na analizama preuzetim iz studije izvodljivosti. Napravljena je prostorna raspodjela kapaciteta, koji će se u pojedinim scenarijima podjednako popunjavati od najmanje do najveće popunjenosti kapaciteta.



Slika 8 Turistički kapaciteti područja Poreča

Tablica 11 Turistički kapaciteti na području projekta

Naziv	Aglomeracija	UPOV	Tip	Ležaja
Lanterna kamp	Lanterna	Lanterna	kamp	10.500
a/c Solaris	Lanterna	Lanterna	kamp	4.800
Apartmansko naselje Lanterna	Lanterna	Lanterna	apartmani	3.000
Hotel Tamaris	Lanterna	Lanterna	hotel	1.300
<b>Aglomeracija Lanterna</b>				<b>19.600</b>
a/c Ulika	Poreč Sjever	Materada	kamp	3.200
hotel Materada	Poreč Sjever	Materada	hotel	780
hotel Park	Poreč Sjever	Materada	hotel	620
hotel Luna sa APP Luna	Poreč Sjever	Materada	hotel	680
hotel Pical	Poreč Sjever	Materada	hotel	490
hotel Zagreb	Poreč Sjever	Materada	hotel	820
Materada residence (Knapić)	Poreč Sjever	Materada	apartmani	120
Materada tours (Gucić)	Poreč Sjever	Materada	kamp	2.600
odmaralište Virc	Poreč Sjever	Materada	hotel	250
odmaralište Šiška	Poreč Sjever	Materada	hotel	180

Naziv	Aglomeracija	UPOV	Tip	Ležaja
Pazinsko odmaralište vrh Špadići	Poreč Sjever	Materada	hotel	60
<b>Aglomeracija Poreč Sjever</b>				<b>9.800</b>
hotel Valamar Riviera	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	280
hotel Palazzo	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	160
hotel Mauro	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	40
hotel Jadran i Parentino	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	50
hotel Hostin	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	90
hotel Poreč	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	120
hotel Valamar Diamant	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	860
hotel Valamar Rubin	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	510
hotel Valamar Crystal	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	480
hotel Laguna Mediteran	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	680
APP Laguna Bellevue	Poreč Jug	Debeli rt	apartmani	720
hotel Laguna Galiot	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	620
hotel Laguna Albatros	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	650
hotel Delfin	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	1.650
APP Astra	Poreč Jug	Debeli rt	apartmani	520
hotel Laguna Molindrio	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	490
hotel Parentium	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	680
hotel Plavi	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	410
hotel Zorna	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	420
hotel Laguna Gran Vista	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	350
hotel Laguna Istra	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	390
a/c Zelena laguna	Poreč Jug	Debeli rt	kamp	2.900
a/c Bijela uvala	Poreč Jug	Debeli rt	kamp	6.500
hotel Empirej	Poreč Jug	Debeli rt	hotel	40
a/c Puntica	Poreč Jug	Debeli rt	kamp	730
a/c Istra	Poreč Jug	Debeli rt	kamp	3.200
APP Funtana	Poreč Jug	Debeli rt	apartmani	550
a/c Valkanela	Poreč Jug	Debeli rt	kamp	6.300
<b>Aglomeracija Poreč Jug</b>				<b>30.390</b>
a/c Orsera	Vrsar	Petalon	kamp	1.890
hotel Pineta	Vrsar	Petalon	hotel	210
APP Belvedere	Vrsar	Petalon	apartmani	990
APP Riva	Vrsar	Petalon	apartmani	160
a/c Koversada	Vrsar	Petalon	kamp	6.200
APP Porto sole	Vrsar	Petalon	apartmani	2.600
a/c Petalon	Vrsar	Petalon	kamp	610
hotel Vista (Mrdeža)	Vrsar	Petalon	hotel	130
zona Montraker (marina)	Vrsar	Petalon	kamp	600
<b>Aglomeracija Vrsar</b>				<b>13.390</b>
<b>Ukupno</b>				<b>73.180</b>



Temeljem prognoza preuzetih iz studije izvodljivosti, očekivani porast broja noćenja kroz projektni period iznosi oko 15%.

**Tablica 12 Prognoza broja noćenja u projektnom periodu (u 000)**

Mjeseci / Godina	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Siječanj	10	10	10	10	10	10	10
Veljača	9	9	9	9	10	10	10
Ožujak	28	29	29	30	30	31	31
Travanj	170	174	178	182	186	189	191
Svibanj	478	489	501	513	524	532	539
Lipanj	1.023	1.047	1.072	1.098	1.123	1.139	1.155
Srpanj	2.015	2.061	2.109	2.158	2.207	2.238	2.269
Kolovoz	2.083	2.132	2.183	2.236	2.289	2.320	2.353
Rujan	833	852	871	891	911	924	937
Listopad	94	96	97	99	101	103	104
Studeni	9	9	9	9	9	9	10
Prosinac	11	11	11	11	11	11	12
<b>Ukupno</b>	<b>6.763</b>	<b>6.919</b>	<b>7.079</b>	<b>7.246</b>	<b>7.411</b>	<b>7.516</b>	<b>7.621</b>
Prosječna petogodišnja promjena	2,30%	2,30%	2,30%	2,40%	2,30%	1,40%	1,40%
Prosječna godišnja promjena	0,46%	0,46%	0,47%	0,47%	0,46%	0,28%	0,28%

Na temelju fakturirane potrošnje vode, uz pretpostavljeni koeficijent odvodnje od 80% određene su inicijalne norme odvodnje za pojedine kategorije, koje će se kroz kalibraciju korigirati.

Također, na temelju očekivanih kretanja broja stanovnika i turista kroz projektni period određen je broj turista i stanovnika u pojedinom scenariju.

Nastavno se prikazuju inicijalno definirane veličine s pripadajućim očekivanim dotocima na lokacije budućih UPOV-a, koji će konačno biti definirani kroz proces kalibracije modela.

#### 4.1.1 PODSUSTAV LANTERNA

**Tablica 13 Inicijalno definirane norme odvodnje**

Norma odvodnje

stanovništvo+gosp.	l/st/d	127
turisti	l/t/d	162

**Tablica 14 Podsustav Lanterna - 2022. - zima minimum**

sad-z-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	1.818	3		
m3/d	230,9	0,4	283,0	514,3
m3/mj	7.018,9	12,4	8.603,2	15.634,5

**Tablica 15 Podsustav Lanterna - 2022. - zima maksimum**

sad-z-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	1.818	374		
m3/d	230,9	60,4	283,0	574,3
m3/mj	7.018,9	1.836,6	8.603,2	17.458,8

**Tablica 16 Podsustav Lanterna - 2022. - ljeto minimum**

sad-lj-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	1.818	4.413		
m3/d	230,9	713,1	283,0	1.227,0
m3/mj	7.018,9	21.678,7	8.603,2	37.300,8

**Tablica 17 Podsustav Lanterna - 2022. - ljeto maksimum**

sad-lj-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	1.818	16.918		
m3/d	230,9	2.734,0	283,0	3.247,8
m3/mj	7.018,9	83.112,4	8.603,2	98.734,5

**Tablica 18** Podsustav Lanterna - 2040. - zima minimum

<b>bud-z-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.233	3		
prirast	289			
ново прикључени	126			
m3/d	283,6	0,4	283,0	567,0
m3/mj	8.621,2	13,6	8.603,2	17.237,9

**Tablica 19** Podsustav Lanterna - 2040. - zima maksimum

<b>bud-z-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.233	409		
prirast	289			
ново прикључени	126			
m3/d	283,6	66,2	283,0	632,8
m3/mj	8.621,2	2.011,5	8.603,2	19.235,9

**Tablica 20** Podsustav Lanterna - 2040. - ljeto minimum

<b>bud-lj-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.233	4.833		
prirast	289			
ново прикључени	126			
m3/d	283,6	781,0	283,0	1.347,6
m3/mj	8.621,2	23.743,3	8.603,2	40.967,7

**Tablica 21** Podsustav Lanterna - 2040. - ljeto maksimum

<b>bud-lj-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.233	18.529		
prirast	289			
ново прикључени	126			
m3/d	283,6	2.994,3	283,0	3.560,9
m3/mj	8.621,2	91.027,9	8.603,2	108.252,2

#### 4.1.2 PODSUSTAV POREČ SJEVER

**Tablica 22 Inicijalno definirane norme odvodnje**

Norma odvodnje

stanovništvo+gosp.	l/st/d	113
turisti	l/t/d	436

**Tablica 23 Podsustav Poreč Sjever - 2022. - zima minimum**

sad-z-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	14.777	30		
m3/d	1.876,7	13,3	487,0	2.377,0
m3/mj	57.051,0	404,1	14.804,8	72.259,9

**Tablica 24 Podsustav Poreč Sjever - 2022. - zima maksimum**

sad-z-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	14.777	410		
m3/d	1.876,7	178,9	487,0	2.542,5
m3/mj	57.051,0	5.437,1	14.804,8	77.293,0

**Tablica 25 Podsustav Poreč Sjever - 2022. - ljeto minimum**

sad-lj-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	14.777	3.723		
m3/d	1.876,7	1.623,1	487,0	3.986,8
m3/mj	57.051,0	49.342,3	14.804,8	121.198,1

**Tablica 26 Podsustav Poreč Sjever - 2022. - ljeto maksimum**

sad-lj-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	14.777	9.230		
m3/d	1.876,7	4.024,2	487,0	6.387,9
m3/mj	57.051,0	122.336,5	14.804,8	194.192,4

**Tablica 27** Podsustav Poreč Sjever - 2040. - zima minimum

<b>bud-z-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	18.728	33		
prirast	2.347			
ново priključeni	1.604			
m3/d	2.378,5	14,6	487,0	2.880,0
m3/mj	72.305,1	442,6	14.804,8	87.552,4

**Tablica 28** Podsustav Poreč Sjever - 2040. - zima maksimum

<b>bud-z-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	18.728	449		
prirast	2.347			
ново priključeni	1.604			
m3/d	2.378,5	195,9	487,0	3.061,3
m3/mj	72.305,1	5.955,0	14.804,8	93.064,8

**Tablica 29** Podsustav Poreč Sjever - 2040. - ljeto minimum

<b>bud-lj-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	18.728	4.077		
prirast	2.347			
ново priključeni	1.604			
m3/d	2.378,5	1.777,7	487,0	4.643,1
m3/mj	72.305,1	54.041,5	14.804,8	141.151,4

**Tablica 30** Podsustav Poreč Sjever - 2040. - ljeto maksimum

<b>bud-lj-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	18.728	10.109		
prirast	2.347			
ново priključeni	1.604			
m3/d	2.378,5	4.407,5	487,0	7.272,9
m3/mj	72.305,1	133.987,6	14.804,8	221.097,5

#### 4.1.3 PODSUSTAV POREČ JUG

**Tablica 31 Inicijalno definirane norme odvodnje**

Norma odvodnje

stanovništvo+gosp.	l/st/d	165
turisti	l/t/d	253

**Tablica 32 Podsustav Poreč Jug - 2022. - zima minimum**

sad-z-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	4.677	284		
m3/d	594,0	71,8	487,0	1.152,8
m3/mj	18.057,0	2.184,2	14.804,8	35.046,0

**Tablica 33 Podsustav Poreč Jug - 2022. - zima maksimum**

sad-z-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	4.677	1.072		
m3/d	594,0	271,0	487,0	1.352,0
m3/mj	18.057,0	8.238,8	14.804,8	41.100,5

**Tablica 34 Podsustav Poreč Jug - 2022. - ljeto minimum**

sad-lj-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	4.677	8.314		
m3/d	594,0	2.101,7	487,0	3.182,7
m3/mj	18.057,0	63.891,0	14.804,8	96.752,8

**Tablica 35 Podsustav Poreč Jug - 2022. - ljeto maksimum**

sad-lj-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	4.677	23.164		
m3/d	594,0	5.855,9	487,0	6.936,9
m3/mj	18.057,0	178.020,1	14.804,8	210.881,9

**Tablica 36** Podsustav Poreč Jug - 2040. - zima minimum

<b>bud-z-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	5.507	327		
prirast	552			
ново priključeni	278			
m3/d	699,4	82,6	487,0	1.269,0
m3/mj	21.261,4	2.511,8	14.804,8	38.578,0

**Tablica 37** Podsustav Poreč Jug - 2040. - zima maksimum

<b>bud-z-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	5.507	1.233		
prirast	552			
ново priključeni	278			
m3/d	699,4	311,7	487,0	1.498,1
m3/mj	21.261,4	9.474,6	14.804,8	45.540,8

**Tablica 38** Podsustav Poreč Jug - 2040. - ljeto minimum

<b>bud-lj-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	5.507	9.561		
prirast	552			
ново priključeni	278			
m3/d	699,4	2.416,9	487,0	3.603,3
m3/mj	21.261,4	73.474,7	14.804,8	109.540,9

**Tablica 39** Podsustav Poreč Jug - 2040. - ljeto maksimum

<b>bud-lj-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	5.507	26.639		
prirast	552			
ново priključeni	278			
m3/d	699,4	6.734,3	487,0	7.920,7
m3/mj	21.261,4	204.723,1	14.804,8	240.789,4

#### 4.1.4 PODSUSTAV VRSAR

**Tablica 40 Inicijalno definirane norme odvodnje**

Norma odvodnje

stanovništvo+gosp.	l/st/d	79
turisti	l/t/d	109

**Tablica 41 Podsustav Vrsar - 2022. - zima minimum**

sad-z-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	2.551	8		
m3/d	324,0	0,9	227,0	551,9
m3/mj	9.848,9	26,6	6.900,8	16.776,3

**Tablica 42 Podsustav Vrsar - 2022. - zima maksimum**

sad-z-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	2.551	229		
m3/d	324,0	24,9	227,0	575,8
m3/mj	9.848,9	755,9	6.900,8	17.505,6

**Tablica 43 Podsustav Vrsar - 2022. - ljeto minimum**

sad-lj-min	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	2.551	3.703		
m3/d	324,0	402,9	227,0	953,9
m3/mj	9.848,9	12.248,7	6.900,8	28.998,4

**Tablica 44 Podsustav Vrsar - 2022. - ljeto maksimum**

sad-lj-max	stan.	turisti	inf.	ukupno
N	2.551	14.899		
m3/d	324,0	1.621,0	227,0	2.172,0
m3/mj	9.848,9	49.278,4	6.900,8	66.028,1



**Tablica 45 Podstav Vrsar - 2040. - zima minimum**

<b>bud-z-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.852	9		
prirast	301			
ново прикључени	0			
m3/d	362,2	1,0	227,0	590,2
m3/mj	11.011,0	30,6	6.900,8	17.942,4

**Tablica 46 Podstav Vrsar - 2040. - zima maksimum**

<b>bud-z-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.852	263		
prirast	301			
ново прикључени	0			
m3/d	362,2	28,6	227,0	617,8
m3/mj	11.011,0	869,3	6.900,8	18.781,1

**Tablica 47 Podstav Vrsar - 2040. - ljeto minimum**

<b>bud-lj-min</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.852	4.259		
prirast	301			
ново прикључени	0			
m3/d	362,2	463,4	227,0	1.052,6
m3/mj	11.011,0	14.086,0	6.900,8	31.997,8

**Tablica 48 Podstav Vrsar - 2040. - ljeto maksimum**

<b>bud-lj-max</b>	<b>stan.</b>	<b>turisti</b>	<b>inf.</b>	<b>ukupno</b>
N	2.852	17.134		
prirast	301			
ново прикључени	0			
m3/d	362,2	1.864,2	227,0	2.453,4
m3/mj	11.011,0	56.670,2	6.900,8	74.582,0

## 5 KALIBRACIJA I VALIDACIJA HIDRAULIČKOG MODELA

### 5.1 OPĆENITO

U svrhu kalibracije i validacije hidrauličkog modela obavljene su dvije kampanje mjerenja, u zimskom (21.1-28.1 2019.) i ljetnom (19.7-26.7 2019.) periodu. Valja napomenuti da su mjerenja izvršena na lokacijama postojećih uređaja za pročišćavanje, dok je hidraulički model izrađen na temelju podataka o projektiranim uređajima, koji su na nešto drugačijim lokacijama, što u manjoj mjeri može utjecati na kvalitetu kalibracije. Također, dotoci iz mjerne kampanje bilježeni su u satnom intervalu, a dotoci na lokaciju UPOV-a u velikoj mjeri ovise o aktivaciji u pojedinim slivovima najnižih precrpnih stanica. Stoga nije bilo moguće u potpunosti iskoristiti rezultate mjerenja za detaljnu kalibraciju prema varijacijama unutar dnevne količine dotoka na uređaje, već samo prema ukupnoj dnevnoj zabilježenoj količini.

Bitno je naglasiti i da u sadašnjem stanju dio stanovništva na području UPOVa Poreč Jug (naselja Mugeba i Fuškulin) nije spojen na uređaj, tako da je taj dio modela isključen iz kalibracijskih simulacija.

Unutar mjernih kampanja, za kalibraciju je odabran prosjek dotoka sušnih dana, kako je prikazano u slijedećim tablicama:

**Tablica 49 Dotok na uređaje tijekom zimske kampanje mjerenja**

datum\UPOV	Lanterna	Poreč sjever	Poreč Jug	Vrsar
21.1.2019*	285	1651	443	248
22.1.2019	190	1868	544	341
23.1.2019*	201	2385	580	426
24.1.2019	185	1976	501	334
25.1.2019	182	1820	475	299
26.1.2019	203	1656	448	287
27.1.2019	186	1750	484	334
28.1.2019*	288	2343	818	587
<b>prosječni dotok (m<sup>3</sup>/dan)</b>	<b>189,2</b>	<b>1814</b>	<b>490,4</b>	<b>319</b>

**Tablica 50 Dotok na uređaje tijekom ljetne kampanje mjerenja**

Datum\UPOV	Lanterna	Poreč sjever	Poreč Jug	Vrsar
19.7.2019*	2891	4160	5454	1660
20.7.2019	2462	4485	5863	2143
21.7.2019	2549	4219	5835	1905
22.7.2019	2566	4474	5819	1964
23.7.2019	2539	4501	5773	1802
24.7.2019	2364	4529	5999	2047
25.7.2019*	3339	4505	5872	2254
26.7.2019*	2908	4961	6201	2364
<b>prosječni dotok (m<sup>3</sup>/dan)</b>	<b>2496</b>	<b>4441,6</b>	<b>5857,8</b>	<b>1972,2</b>

\* Izbačeno zbog oborina i nepotpunih mjerenja

## 5.2 KALIBRACIJA I VALIDACIJA ZIMSKOG DOTOKA

U svrhu kalibracije dotoka na uređaje korišteni su podaci s mjerenjima količina otpadnih voda na postojećim uređajima u periodu od 21.1-28.1 2019. godine.

U idućoj tablici je prikazana dnevna količina otpadne vode na uređaju te odabrana norma odvodnje za stanovništvo nakon kalibracije. Valja napomenuti da norma „stanovništvo“ u stvari uključuje sve izvore otpadnih voda u sustavu osim turizma.

Tablica 51 Kalibracija hidrauličkog modela prema zabilježenom volumenu za zimski period

UPOV	SIMULACIJA (m <sup>3</sup> /dan)	MJERENO (m <sup>3</sup> /dan)	RAZLIKA %	NORMA STANOVNICI I BAZNO GOSPODARSTVO (l/dan)
Lanterna	195,2	189,2	-3,17%	101
Poreč Sjever	1797,53	1814	0,91%	112
Poreč Jug	503,1	490,4	-2,59%	100
Vrsar	317,83	319	0,37%	108

## 5.3 KALIBRACIJA I VALIDACIJA LJETNOG DOTOKA

U svrhu kalibracije dotoka na uređaje korišteni su podaci s mjerenjima količina otpadnih voda na postojećim uređajima u periodu od 19.7-26.7 2019. godine.

U idućoj tablici je prikazana dnevna količina otpadne vode na uređaju te odabrana norma odvodnje za turizam nakon kalibracije. Valja napomenuti da norma „turizam“ u stvari uključuje sve izvore otpadnih voda u sustavu vezane uz turizam, turisti, ugostiteljski objekti, hoteli, bazeni itd.

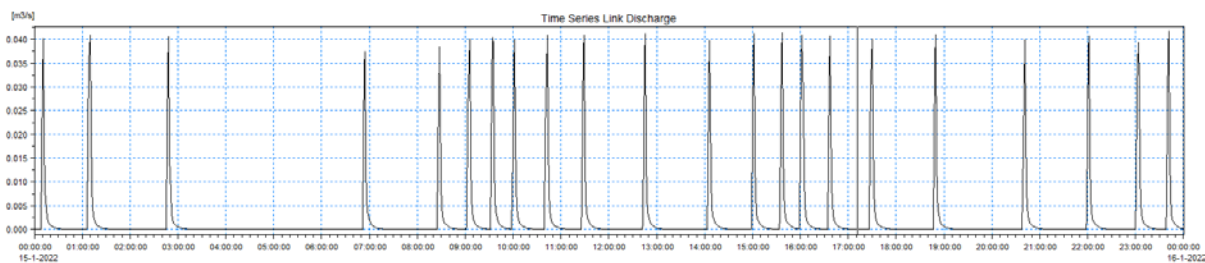
Tablica 52 Kalibracija hidrauličkog modela prema zabilježenom volumenu za ljetni period

UPOV	SIMULACIJA (m <sup>3</sup> /dan)	MJERENO (m <sup>3</sup> /dan)	RAZLIKA %	NORMA TURIZAM (l/dan)
Lanterna	2484,17	2496	0,47%	135
Poreč Sjever	4400,29	4441,6	0,93%	288
Poreč Jug	6005,62	5857,8	-2,52%	235
Vrsar	1958,77	1972,2	0,68%	103

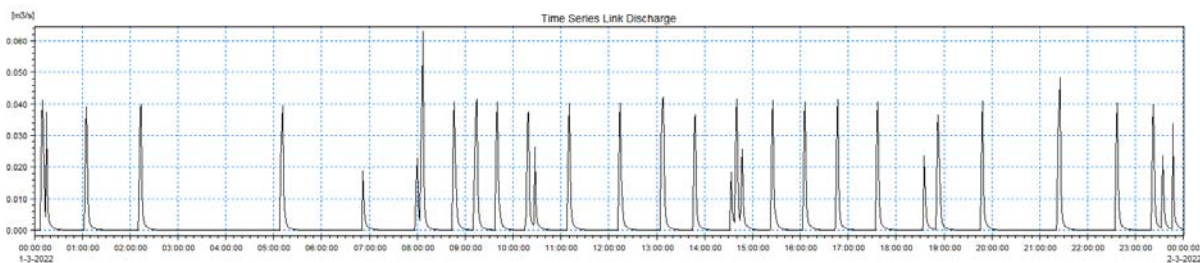
## 6 PRIKAZ REZULTATA MODELA

Nastavno su prikazani hidrogrami dotoka na lokacijama UPOV-a za sve generirane scenarije.

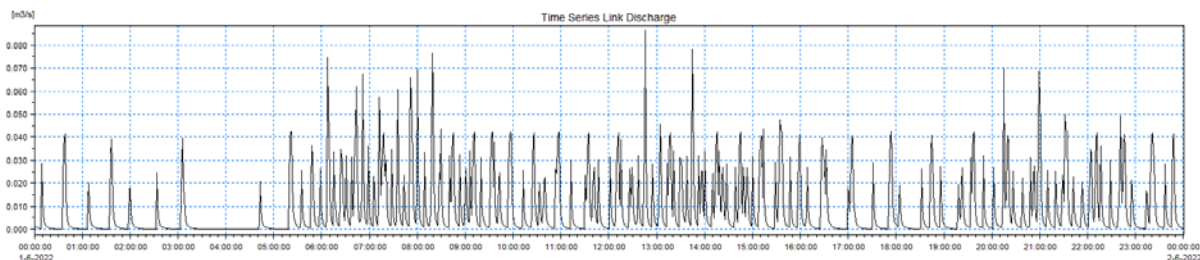
### 6.1.1 PODSUSTAV LANTERNA



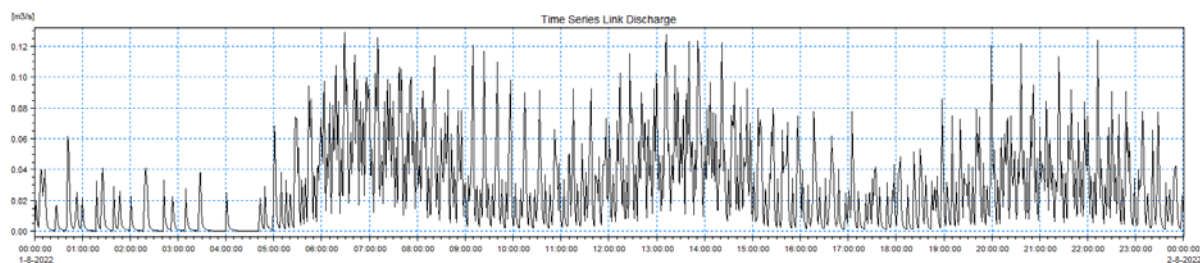
Slika 9 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2022 – zimski minimum



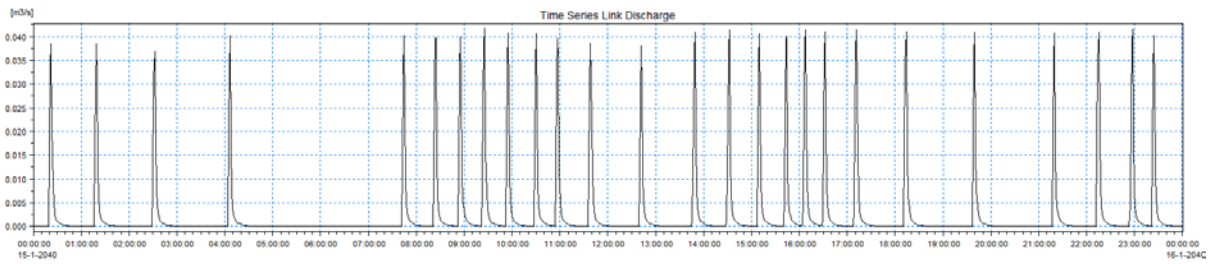
Slika 10 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2022 – zimski maksimum



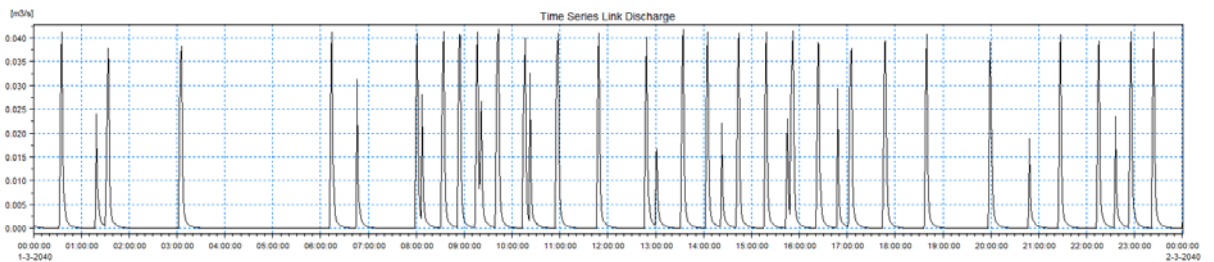
Slika 11 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2022 – ljetni minimum



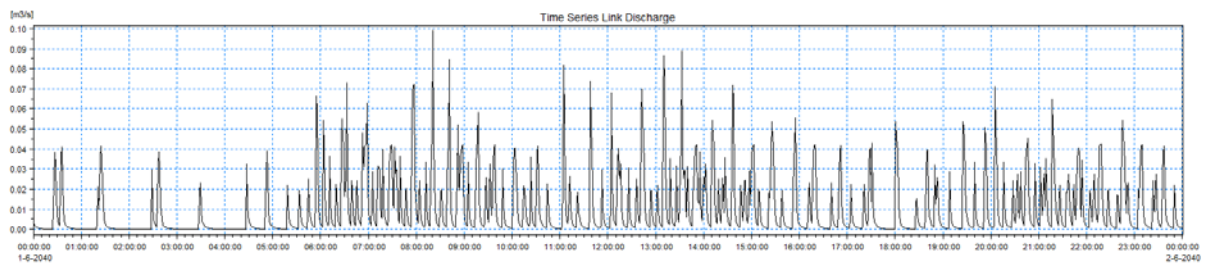
Slika 12 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2022 – ljetni maksimum



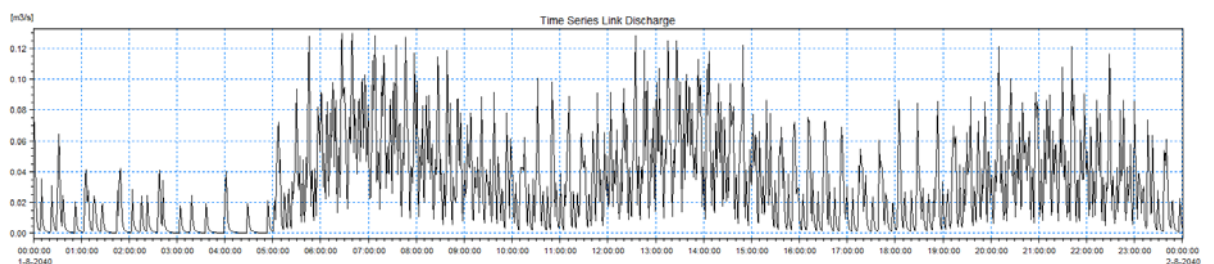
Slika 13 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2040 – zimski minimum



Slika 14 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2040 – zimski maksimum



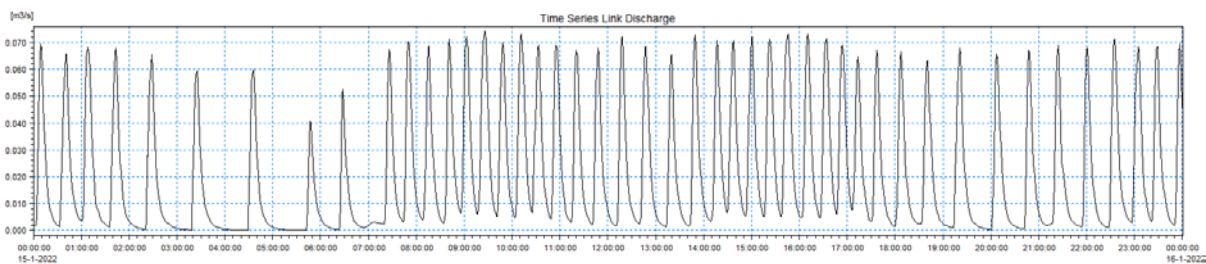
Slika 15 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2040 – ljetni minimum



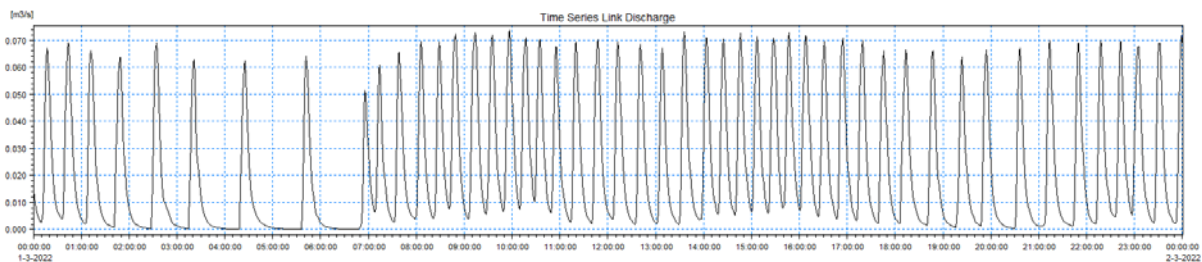
Slika 16 Dotok na UPOV Lanterna, scenarij 2040 – ljetni maksimum

UPOV Lanterna	2022 (m <sup>3</sup> /dan)	2040 (m <sup>3</sup> /dan)	RAZLIKA %
Zima minimum	196,42	235,31	19,80%
Zima maksimum	249,61	286,84	14,92%
Ljeto minimum	792,13	899,16	13,51%
Ljeto maksimum	2492,62	2743,43	10,06%

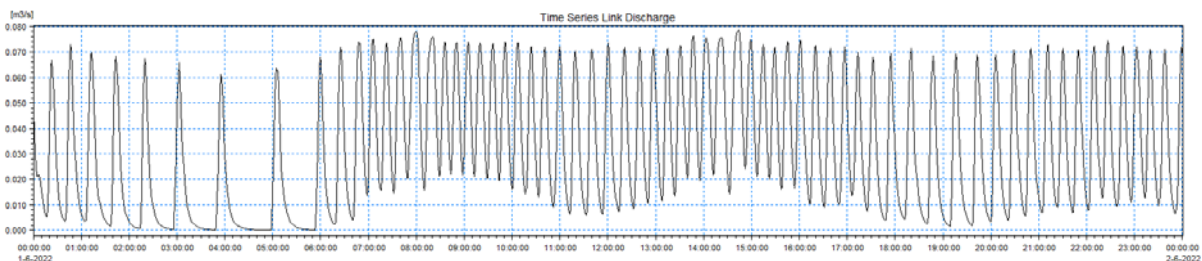
## 6.1.2 PODSUSTAV POREČ SJEVER



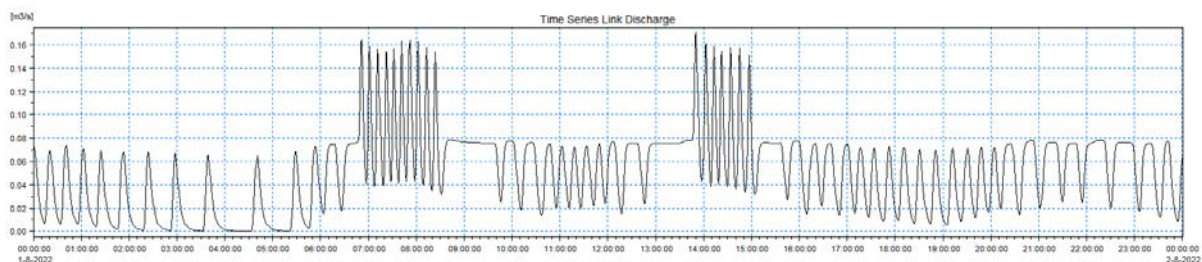
Slika 17 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2022 – zimski minimum



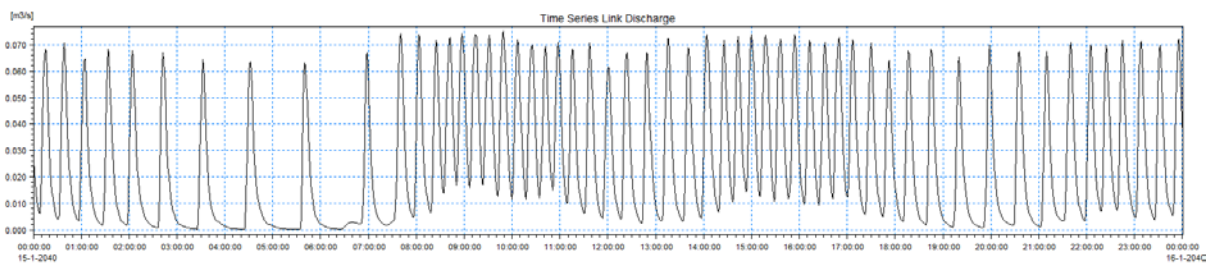
Slika 18 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2022 – zimski maksimum



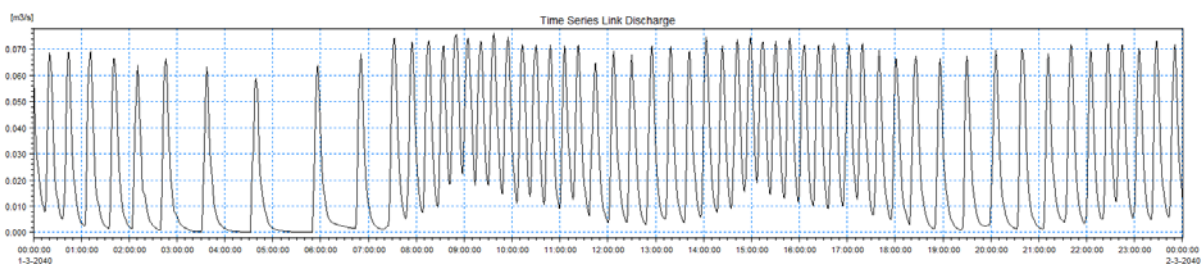
Slika 19 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2022 – ljetni maksimum



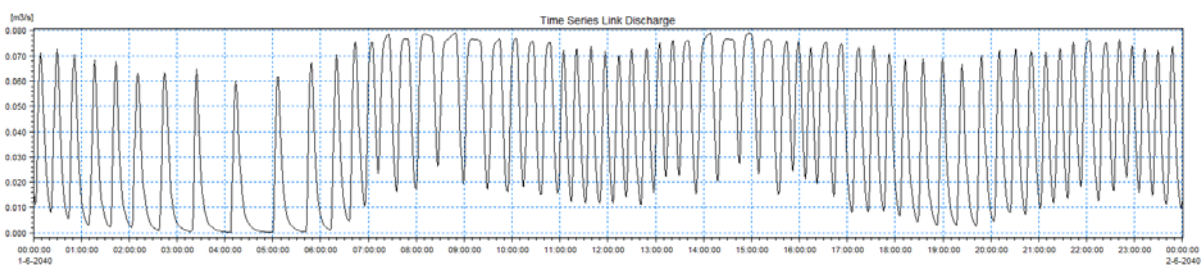
Slika 20 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2022 – ljetni maksimum



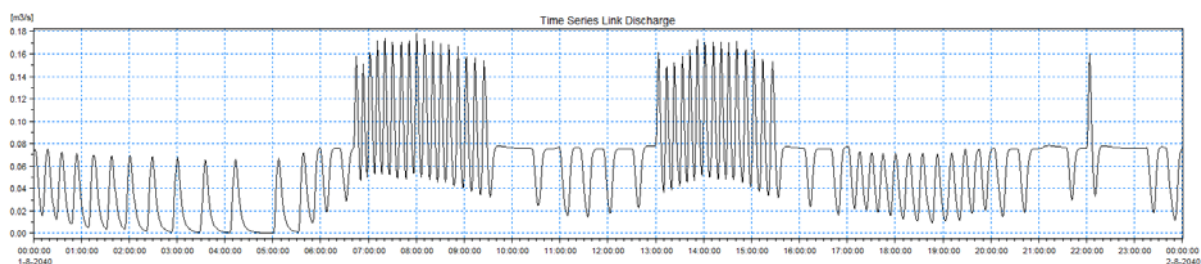
Slika 21 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2040 – zimski minimum



Slika 22 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2040 – zimski maksimum



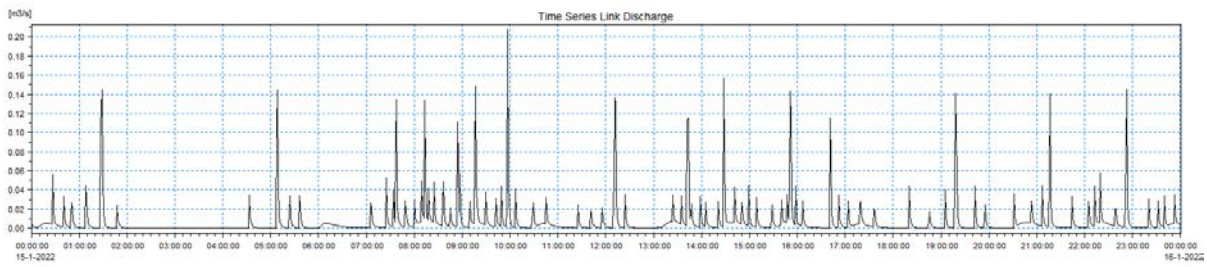
Slika 23 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2040 – ljetni minimum



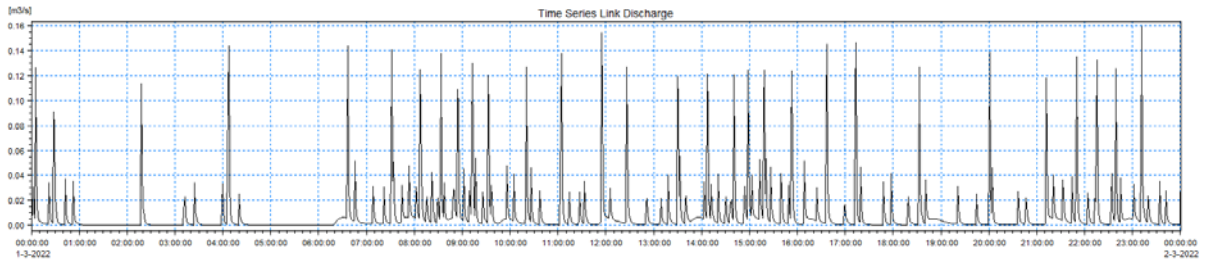
Slika 24 Dotok na UPOV Poreč Sjever, scenarij 2040 – ljetni maksimum

UPOV Poreč Sjever	2022 (m <sup>3</sup> /dan)	2040 (m <sup>3</sup> /dan)	RAZLIKA %
Zima minimum	1813,35	2247,06	23,92%
Zima maksimum	1913,23	2363,73	23,55%
Ljeto minimum	2835,54	3364,08	18,64%
Ljeto maksimum	4398,22	5097,2	15,89%

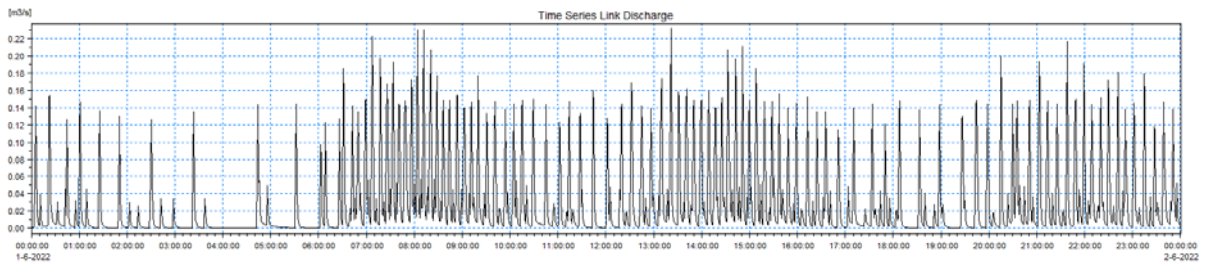
### 6.1.3 PODSUSTAV POREČ JUG



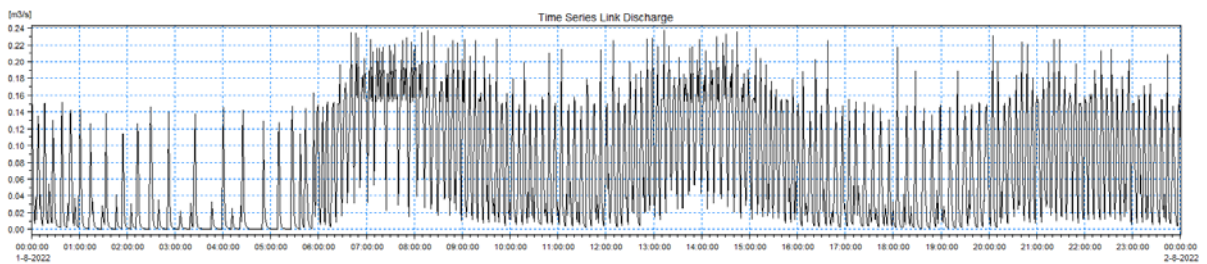
Slika 25 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2022 – zimski minimum



Slika 26 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2022 – zimski maksimum

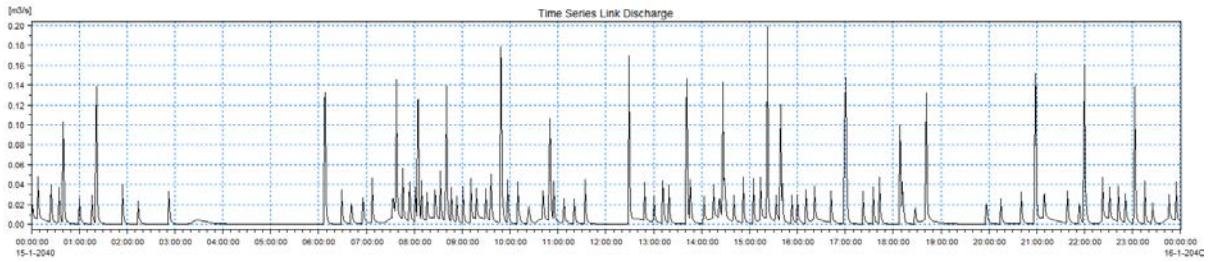


Slika 27 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2022 – ljetni minimum

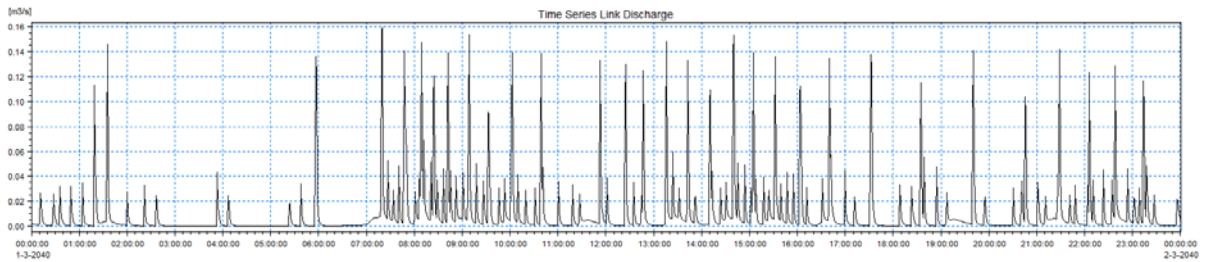


Slika 28 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2022 – ljetni maksimum

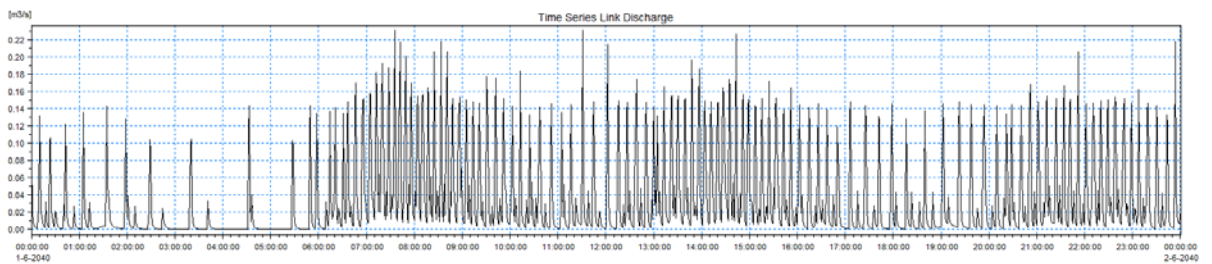




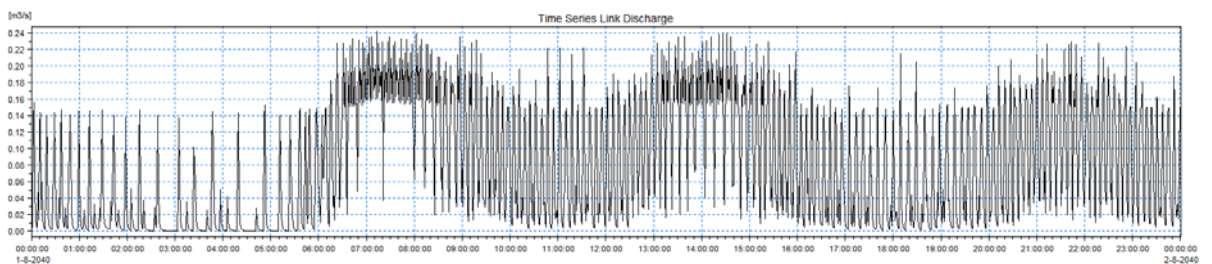
Slika 29 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2040 – zimski minimum



Slika 30 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2040 – zimski maksimum



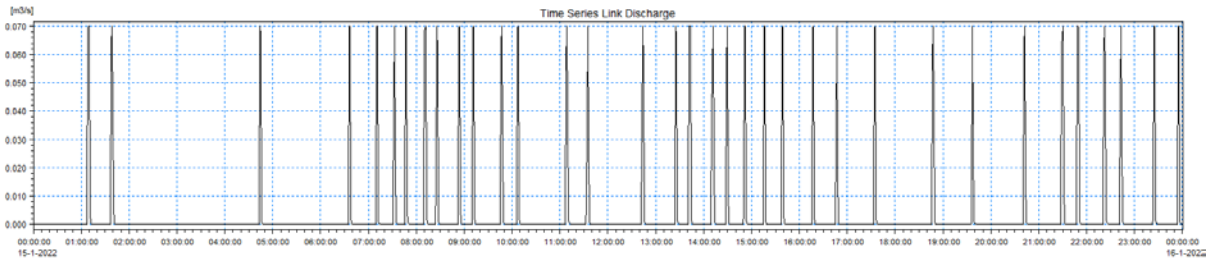
Slika 31 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2040 – ljetni minimum



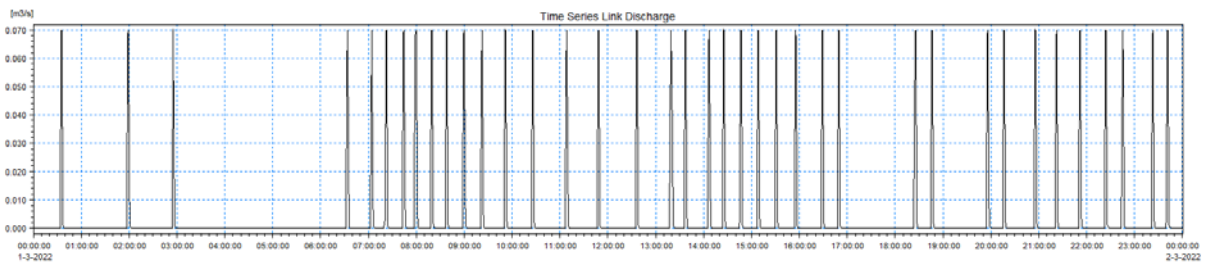
Slika 32 Dotok na UPOV Poreč Jug, scenarij 2040 – ljetni maksimum

UPOV Poreč Jug	2022 (m <sup>3</sup> /dan)	2040 (m <sup>3</sup> /dan)	RAZLIKA %
Zima minimum	621,57	735,54	18,34%
Zima maksimum	829,25	926,36	11,71%
Ljeto minimum	2614,92	2967,91	13,50%
Ljeto maksimum	6136,09	7044,1	14,80%

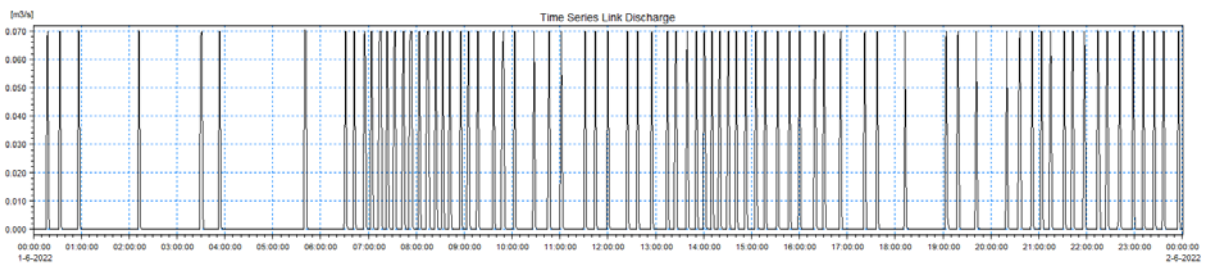
## 6.1.4 PODSUSTAV VRSAR



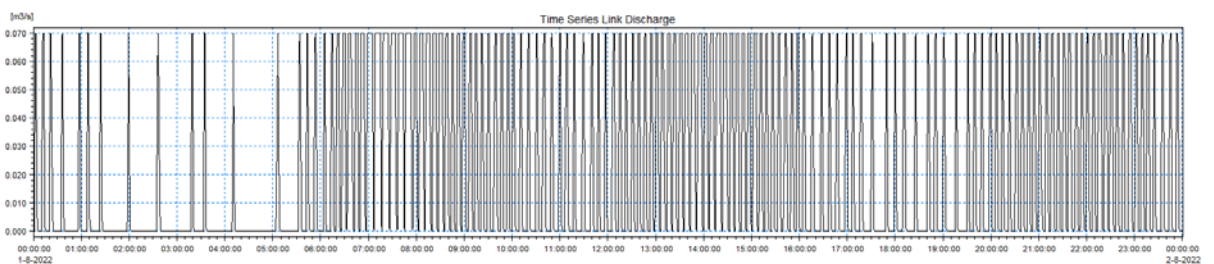
Slika 33 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2022 – zimski minimum



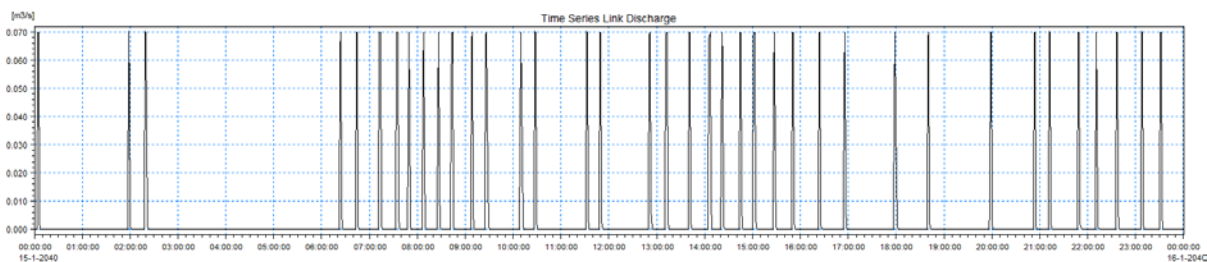
Slika 34 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2022 – zimski maksimum



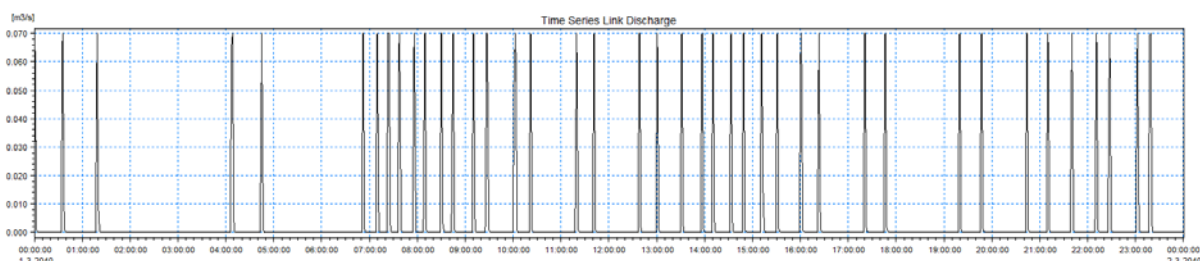
Slika 35 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2022 ljetni minimum



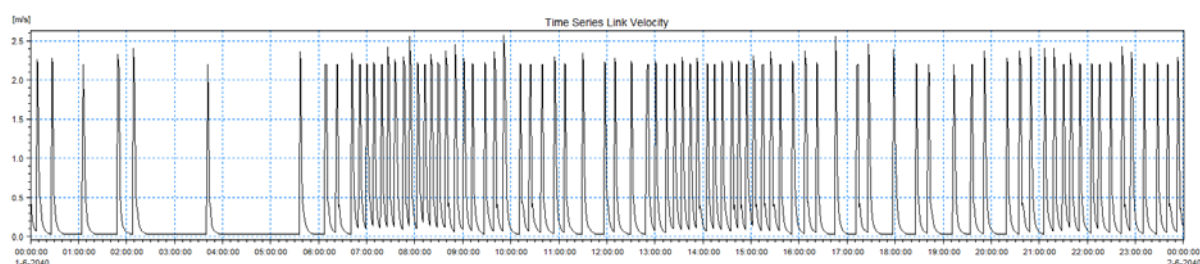
Slika 36 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2022 – ljetni maksimum



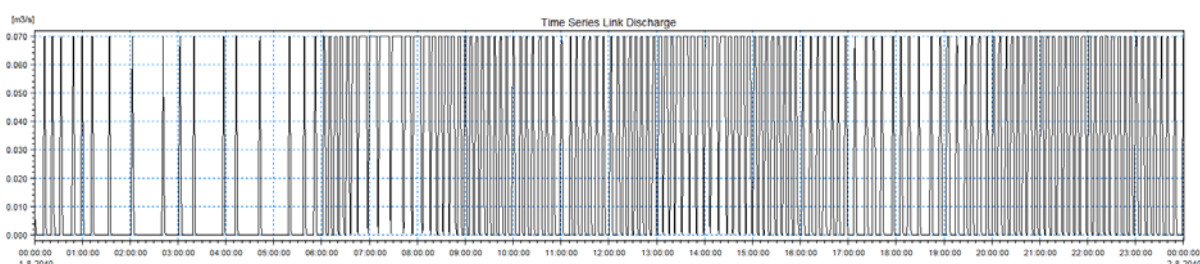
Slika 37 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2040 – zimski minimum



Slika 38 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2040 – zimski maksimum



Slika 39 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2040 – ljetni minimum



Slika 40 Dotok na UPOV Vrsar, scenarij 2040 – ljetni maksimum

UPOV Vrsar	2022 (m <sup>3</sup> /dan)	2040 (m <sup>3</sup> /dan)	RAZLIKA %
Zima minimum	315,29	344,68	9,32%
Zima maksimum	341,1	367,19	7,65%
Ljeto minimum	721,69	807,97	11,96%
Ljeto maksimum	1964,13	2246,6	14,38%

## 7 ZAKLJUČAK

### 7.1 OPĆENITO

Općenito se može zaključiti da je izrada modela te kalibracija i verifikacija modela obavljena uspješno, uz rezultate koji odgovaraju mjerenjima. Bitno je naglasiti da dnevni raspored dotoka na uređaje u prvom redu ovisi o režimu rada crpnih stanica, te se regulacijom istih može prilagoditi potrebama uređaja.

Uz postojeće planove i prognoze razvoja, predviđa se povećanje količine otpadnih voda do kraja projektnog perioda za oko 15-20%. Simulacije budućeg stanja pokazuju da je sustav projektiran na način da može bez problema podnijeti ovo povećanje dotoka.

Rezultati hidrauličkog modela daju kvalitetan ulaz za modeliranje UPOV-a u sljedećoj fazi Studije Poreč.

### 7.2 VIZIJA

Za potrebe daljeg uspješnog korištenja izgrađenih modela potrebno je osigurati kontinuirani rad stručnjaka „Odvodnja Poreč“ sa modelom te provođenje kalibracije i verifikacije temeljem sakupljenih mjerenja, barem jednom godišnje.

Posebno ističemo potrebu provođenja daljeg kontinuiranog mjerenja realnih fizikalnih parametara tečenja u sustavu povezanih sa hidrološkim i drugim podacima od interesa za „Odvodnju Poreč“. Ove baze podataka ključne su za kasnije dobro stanje sustava, mogućnost brzog reagiranja u slučajevima akcidenta, također na izgradnji poslovnog sustava i naplate usluga.

Iako se u ovom projektu modeli koji su izgrađeni odnose primarno na separatan sustav odvodnje otpadnih voda, odnosno na fekalni kanalizacijski sustav, sam softverski proizvod – MIKE URBAN / DHI u formatu kojeg su predmetni matematički modeli izgrađeni, mogu poslužiti za nadogradnju i sustava odvodnje oborinskih voda za koji naravno treba uspostaviti kompletno novi model oborinskih voda.

Svjedoci smo i velikih problema sa klimatskim promjenama i utjecajem ovih promjena na Jadran. Poplave mora postaju velikim problemom koji već danas rezultira velikim štetama. Korištenje predmetnog programa MIKE URBAN uz izgradnju novih modela oborinske odvodnje u kombinaciji sa 2D / 3D modelima mora, omogućit će potvrdu kako interventnih kratkoročnih mjera tako i dugoročnih rješenja smanjenja rizika od poplava u sklopu nekog od budućih prijeko potrebnih rješenja ovog velikog problema.

I konačno, u bližoj ili daljoj budućnosti modeliranje procesa sakupljanja, transporta, pročišćavanja otpadnih voda i ispuštanja efluenta postati će dijelom „pametnog“ jedinstvenog modela otpadnih voda temeljem kojeg će se uspostaviti informacijski sustav odvodnje i pročišćavanja koji će omogućiti automatizaciju i digitalizaciju niza podaktivnosti iz domene rada i upravljanja otpadnim vodama sve u kontekstu osiguranja čistog i zdravog čovjekovog životnog / urbanog okruženja te zaštite čovjekova okoliša.