



# KONCEPCIJSKO RJEŠENJE VODOOPSKRBE NA PODRUČJU JIVU „VODOVOD POVLJANA“ D.O.O.

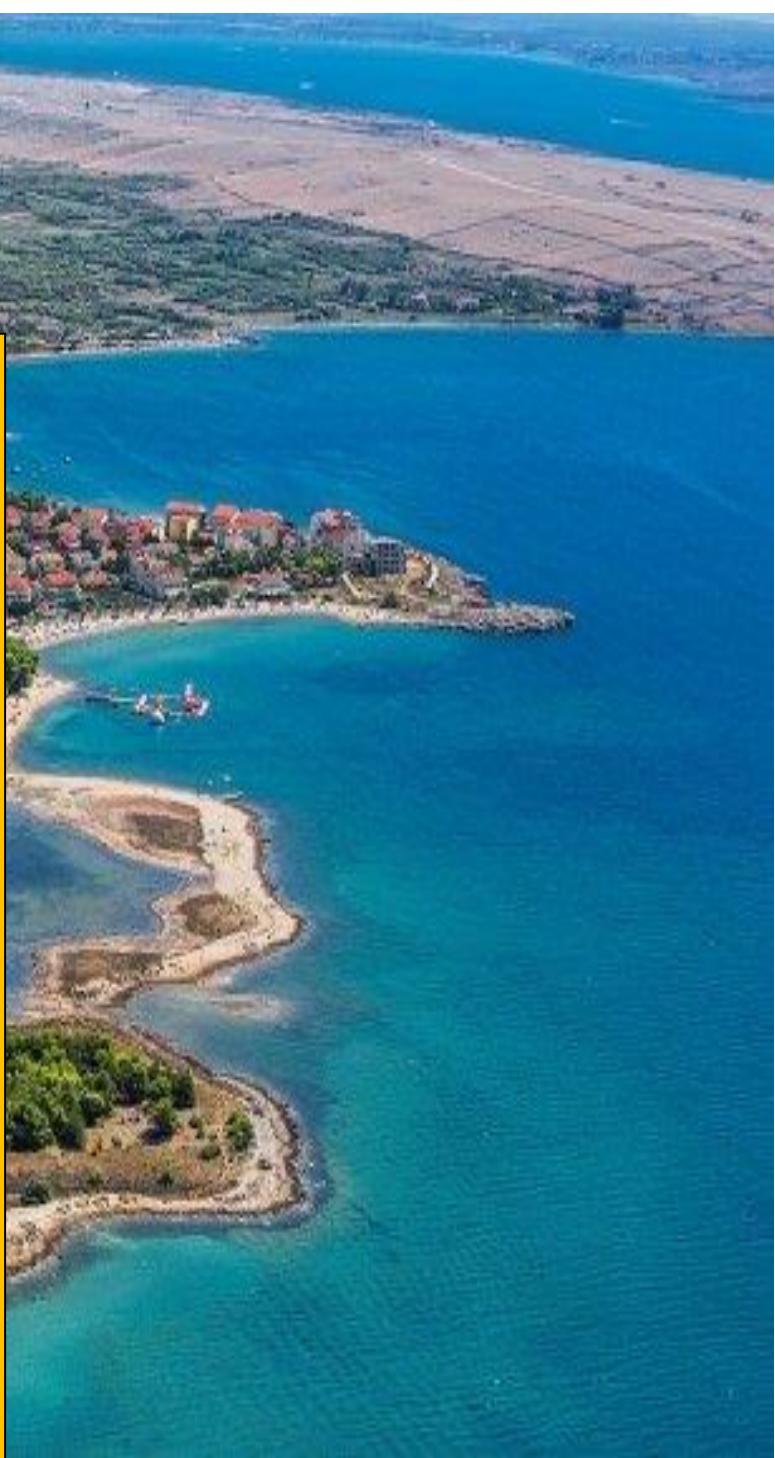
s tehničkom analizom postojećeg sustava  
vodoopskrbe i planovima daljnog razvijka

## 6. Matematički model postojećeg stanja vodoopskrbe

Srpanj 2023.

**KORISNIK PROJEKTA:**  
Vodovod Povljana d.o.o

**IZRAĐIVAČ:**  
HIDROPROJEKT-ING D.O.O.





# SADRŽAJ

<b>6. MATEMATIČKI MODEL POSTOJEĆEG STANJA VODOOPSKRBE .....</b>	<b>4</b>
6.1. UVOD .....	4
6.2. REZULTATI SIMULACIJA PROVEDENIH NA MATEMATIČKOM MODELU .....	7
6.3. ZAKLJUČCI .....	15



## POPIS KRATICA:

CAD	engl. Computer Aided Design (dizajn potpomognut računalom)
CBA	Analiza troškova i koristi (engl. Cost-Benefit Analysis)
CS	Crpna stanica
D.D.	Dioničko društvo
D.O.O.	Društvo s ograničenom odgovornošću
DGU	Državna geodetska uprava
DN	Nazivni promjer cijevi
DOF	Digitalni ortofoto
EK	Europska Komisija ( <a href="http://ec.europa.eu/">http://ec.europa.eu/</a> )
EU	Europska Unija ( <a href="http://europa.eu/">http://europa.eu/</a> )
GIS	Geografski informacijski sustav
GPS	engl. Global Positioning System (Globalni pozicijski sustav)
HS	Hidrostanica
HV	Hrvatske vode ( <a href="http://www.voda.hr/">http://www.voda.hr/</a> )
HZJZ	Hrvatski zavod za javno zdravstvo
(J)IVU	(Javni) Isporučitelj vodnih usluga
KD	Komunalno društvo
kf	Kohezijski fond
MVM	Mjesna vodovodna mreža
NN	Narodne novine Republike Hrvatske ( <a href="http://www.nn.hr/">http://www.nn.hr/</a> )
RH	Republika Hrvatska
NUS	Nadzorno – upravljački sustav
VS	Vodospremnik



## **6. MATEMATIČKI MODEL POSTOJEĆEG STANJA VODOOPSKRBE**

### **6.1. UVOD**

Modeliranja u ovoj knjizi biti će provedena programom EPANET 2 i WaterCad, koji su međusobno kompatibilni.

Matematički model EPANET 2 – Lewis A. Rossman, Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory Cincinnati, OH 4268 - verzija 2000. god. razvijen je od EPA United States i proračunava distribuciju protoka i rezultirajućih tlakova u granatoj i složenoj prstenastoj cijevnoj mreži koja se sastoji od proizvoljnog broja izvorišta, zdenaca, cijevi, čvorova, vodospremnika, crpki i raznih vrsta zasuna. Simulacija pogona vrši se u odabranom vremenskom ciklusu s odabranim vremenskim intervalom. Uobičajeno je jedan dan (ili višednevni interval) s prikazom rezultata iz sata u sat. Model je dostupan u slobodnom obliku te ne zahtjeva posebnu komercijalnu licencu. Upravo je u tom segmentu dostupnosti modela istaknuta njegova dodatna prednost koja krajnjem korisniku (javnom isporučitelju vodne usluge) omogućava daljnje korištenje modela bez potrebe za dodatnim financijskim izdacima.

WaterCad je računalni program za hidrauličko modeliranje i proračun kvalitete vode (Bentley, Haestad Methods Solution Center). WaterCad nudi sve mogućnosti kao i EPANET 2 uz dodatne opcije kako bi se olakšao unos visinskih kota, zadavanje potrošnje i sl.

Vodoopskrbna mreža se definira pomoću alatnih traka grafičkog sučelja, a sastoji se od cijevi, čvorova, crpki, zasuna, izvorišta i vodospremnika, za koje je potrebno u pripadne izbornike definirati karakteristične ulazne veličine.

Geometrijske karakteristike modela, raspodjela potrošnje po čvorovima, raspodjela gubitaka, te formiranje i pridruživanje dijagrama dnevnih neravnomjernosti potrošnje pripadajućim čvorovima, definirani su pomoću programa WaterCad zbog mogućnosti jednostavnijeg unosa podataka, dok su svi daljnji proračuni vršeni programom EPANET 2.

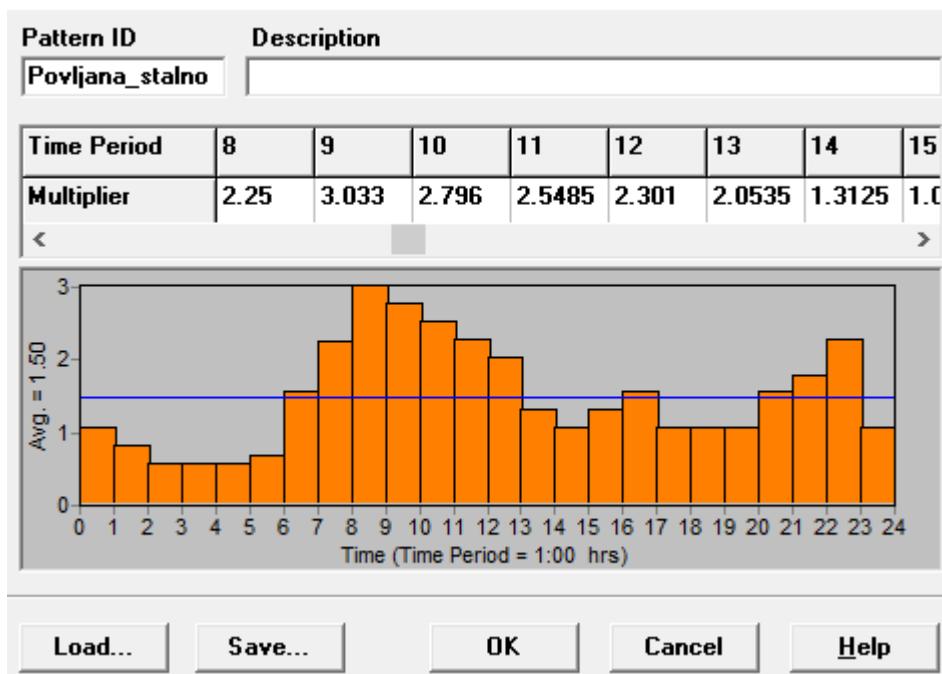
Za osnovu hidrauličkog opterećenja modela odabrana je prosječna dnevna potrošnja vode u ljetnom mjesecu (osmi mjesec) prema podacima za 2022 godinu s time da je zbog provjere funkciranja sustava dodana i potrošnja kampa Rastovac koji se planira uključiti u vodoopskrbu 2023 godine. Određivanje računskih opterećenja, tj. vlastite potrošnje vode za svaku dionicu uključenu u model provedeno je na temelju podataka o fakturiranim količinama utrošene vode na razini kućnog priključka. Na taj način dobiva se precizna slika prostorne distribucije potrošnje vode. Potrošnja kampa Rastovac pridodata je kao kontinuirani protok u količini 4,05 l/s (što tijekom 24 sata iznosi 350 m<sup>3</sup>/dan).

Oblici dijagrama dnevne ravnomjernosti potrošnje uzeti su prema oblicima dijagrama iz mjerena provedenih u sklopu projekta KONCEPCIJSKO RJEŠENJE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA HRVATSKO PRIMORJE – JUŽNI OGRANAK, Dippold & Gerold Hidroprojekt 91, iz travnja 2018. godine za kategorije stalno i privremeno stanovništvo dok su za kategoriju gospodarstvo preuzeti iz Vodoopskrbnog plana Zadarske županije.

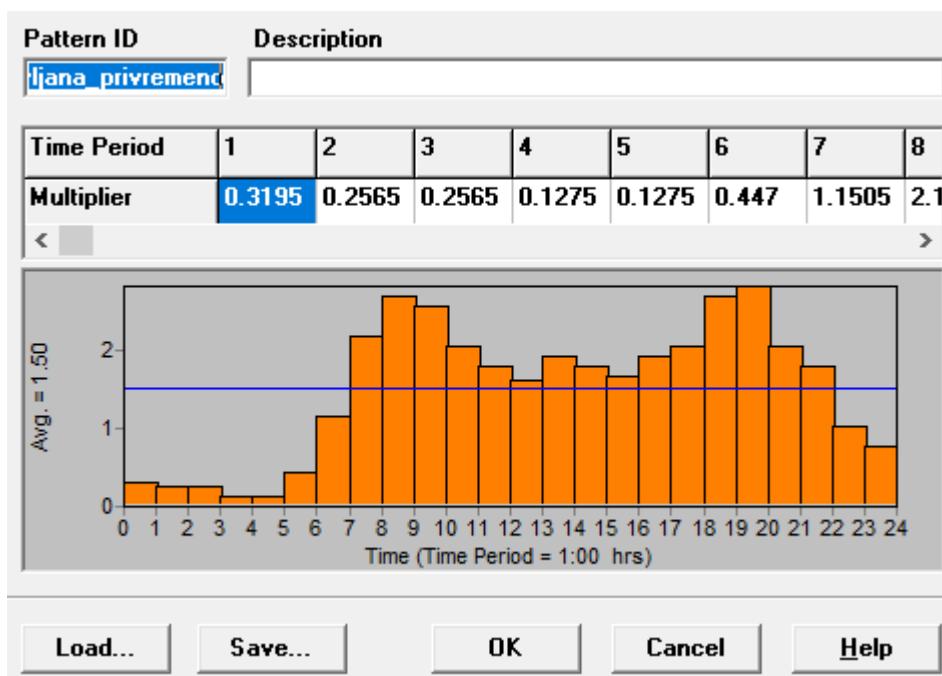
Opterećenje modela maksimalnom dnevnom potrošnjom provedeno je na temelju modificiranja dijagrama dnevnih neravnomjernosti potrošnje na način da u dijagramima dnevnih neravnomjernosti potrošnje prosječna vrijednost



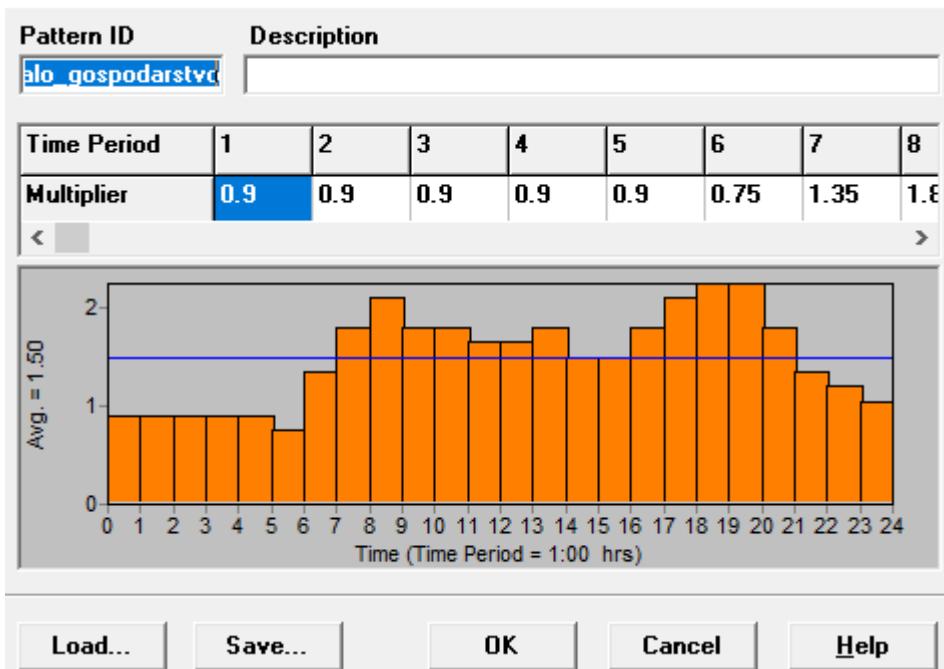
koeficijenta neravnomjernosti iznosi 1.0, pri simulaciji sustava u vrijeme srednje dnevne potrošnje, dok prosječna vrijednost koeficijenta neravnomjernosti iznosi 1.5, pri simulaciji sustava u vrijeme maksimalne dnevne potrošnje.



*Slika 6.1:* Dijagram dnevnih neravnomjernosti potrošnje za stalno stanovništvo (maksimalan dan)



*Slika 6.2:* Dijagram dnevnih neravnomjernosti potrošnje za privremeno stanovništvo (vikendice i apartmani) (maksimalan dan)



**Slika 6.3:** Dijagram dnevnih neravnomjernosti potrošnje za gospodarstvo (kampovi, vezovi, hoteli, ostalo gospodarstvo) (maksimalan dan)

Hidraulički model podijeljen je na dva podsustava obuhvaćena istim prikazom s obzirom da programom EPANET 2 nije moguće modelirati rad desalinizacijskog postrojenja.

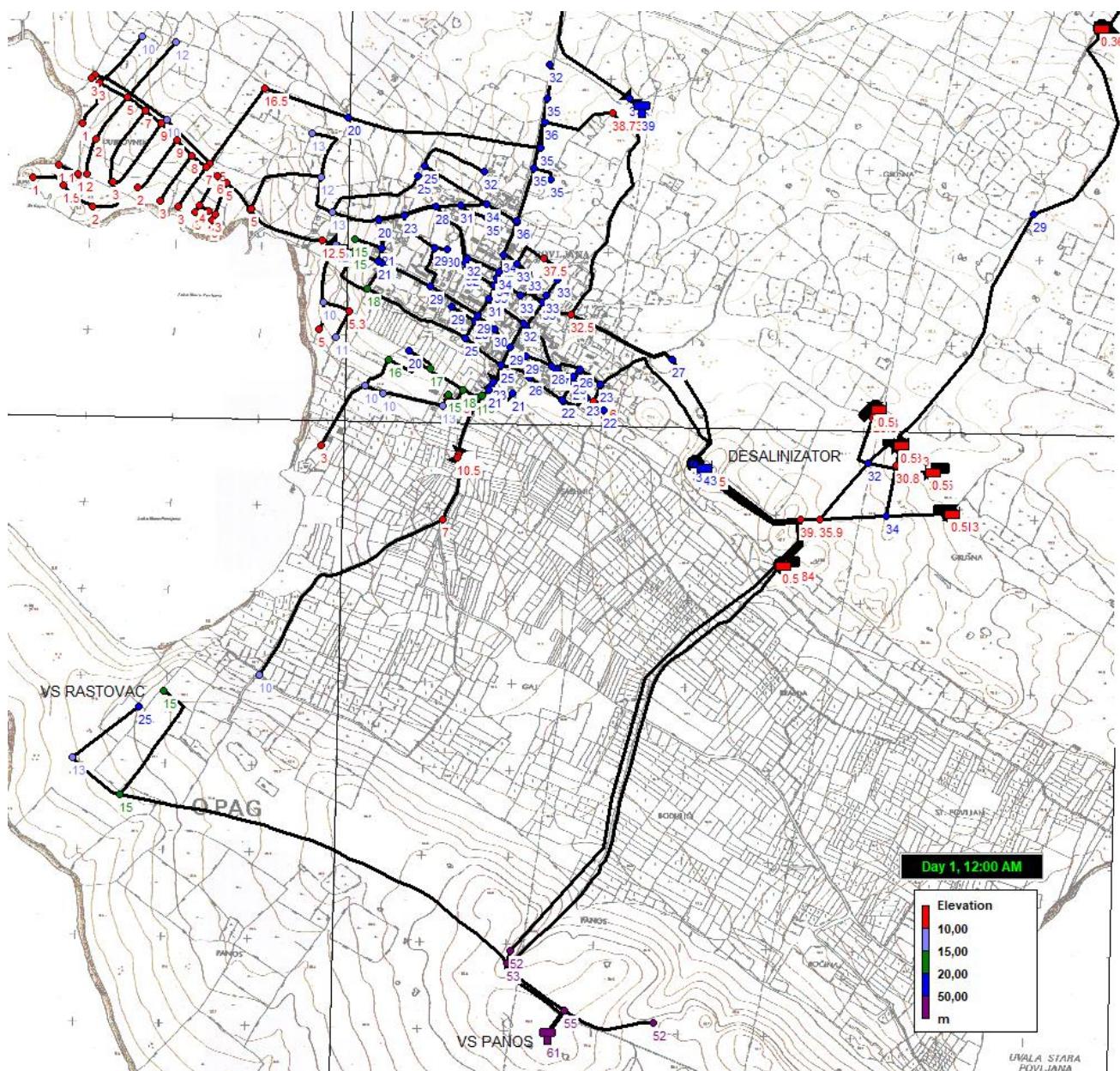
Prvi podsustav sastoji se od dovoda vode iz zdenaca do postrojenja za desalinizaciju, a služi kako bi se provjerili kapaciteti dovodnog sustava vode do desalinizatora, a drugi podsustav obuhvaća distribuciju vode iz spremnika čiste vode postrojenja za desalinizaciju dalje u vodoopskrbni sustav naselja.

VS Smokvina, koji je u izgradnji, je unešen u model međutim nije aktiviran s obzirom da još nije dovršen i u korištenju.

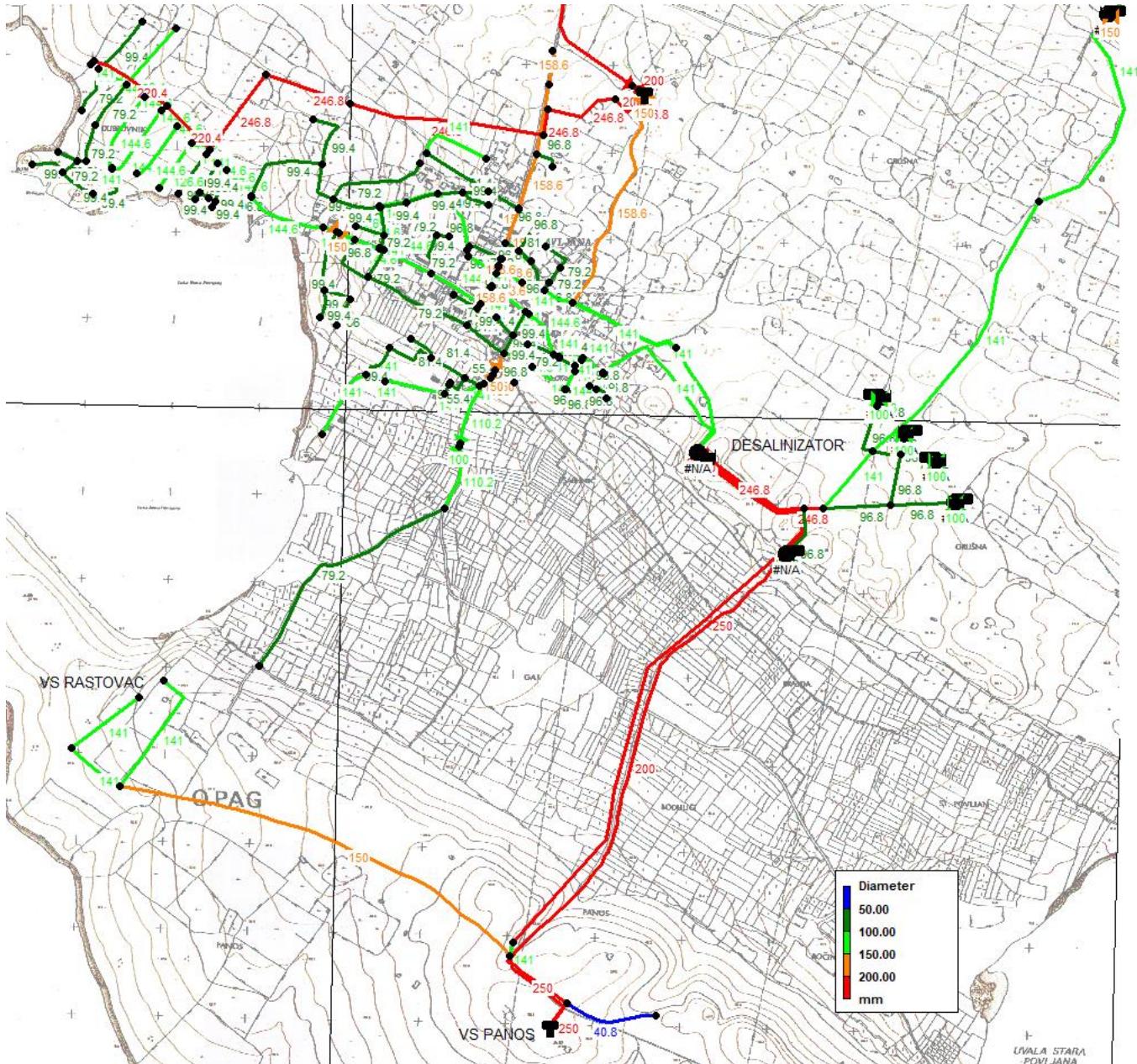
Rezultati provedenih simulacija ovim matematičkim modelom prikazati će se grafički u posebnim slikama.

## 6.2. REZULTATI SIMULACIJA PROVEDENIH NA MATEMATIČKOM MODELU

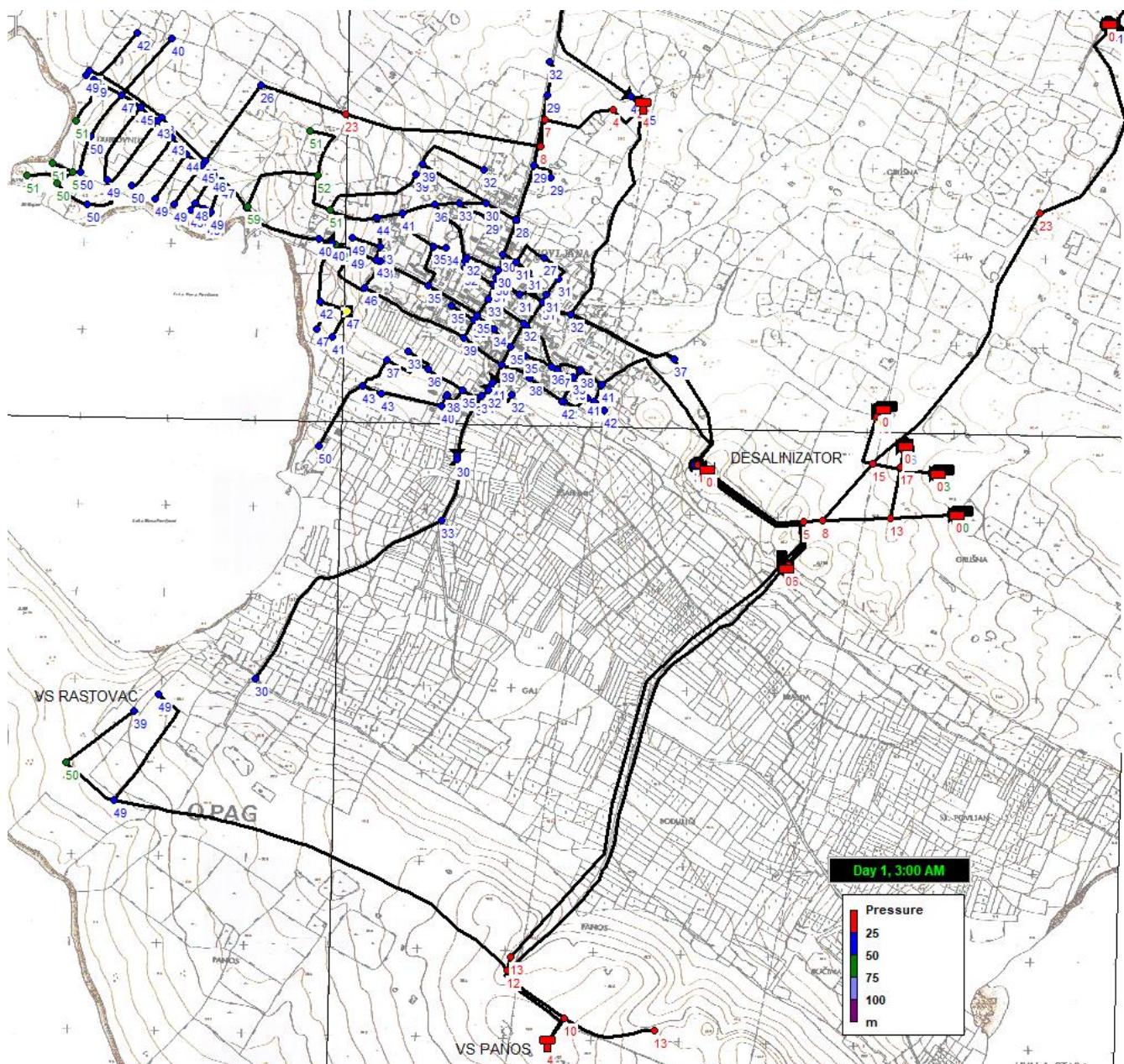
U slikama u nastavku prikazane su kote terena modeliranih čvorova, unutarnji profili modeliranih cjevovoda i rezultati tlakova, protoka i brzina dobiveni hidrauličko -matematičkim modeliranjem vodoopskrbnog sustava za dan maksimalne potrošnje u ljetnom mjesecu (8 mjesec) i to u satu kada je potrošnja u sustavu najmanja (noć), te u satu kada je potrošnja najveća (8 h u jutru).



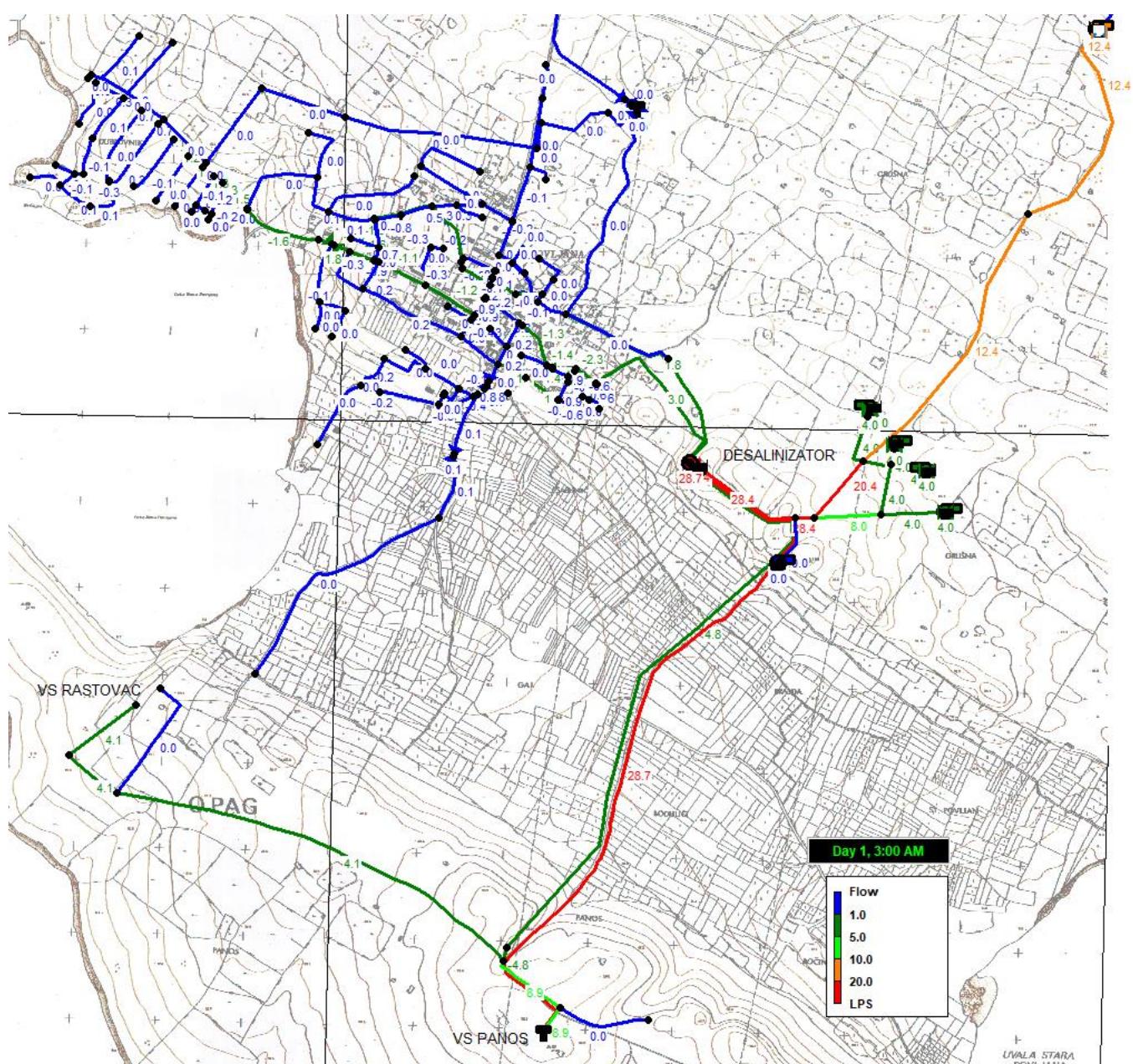
**Slika 6.4:** Kote terena



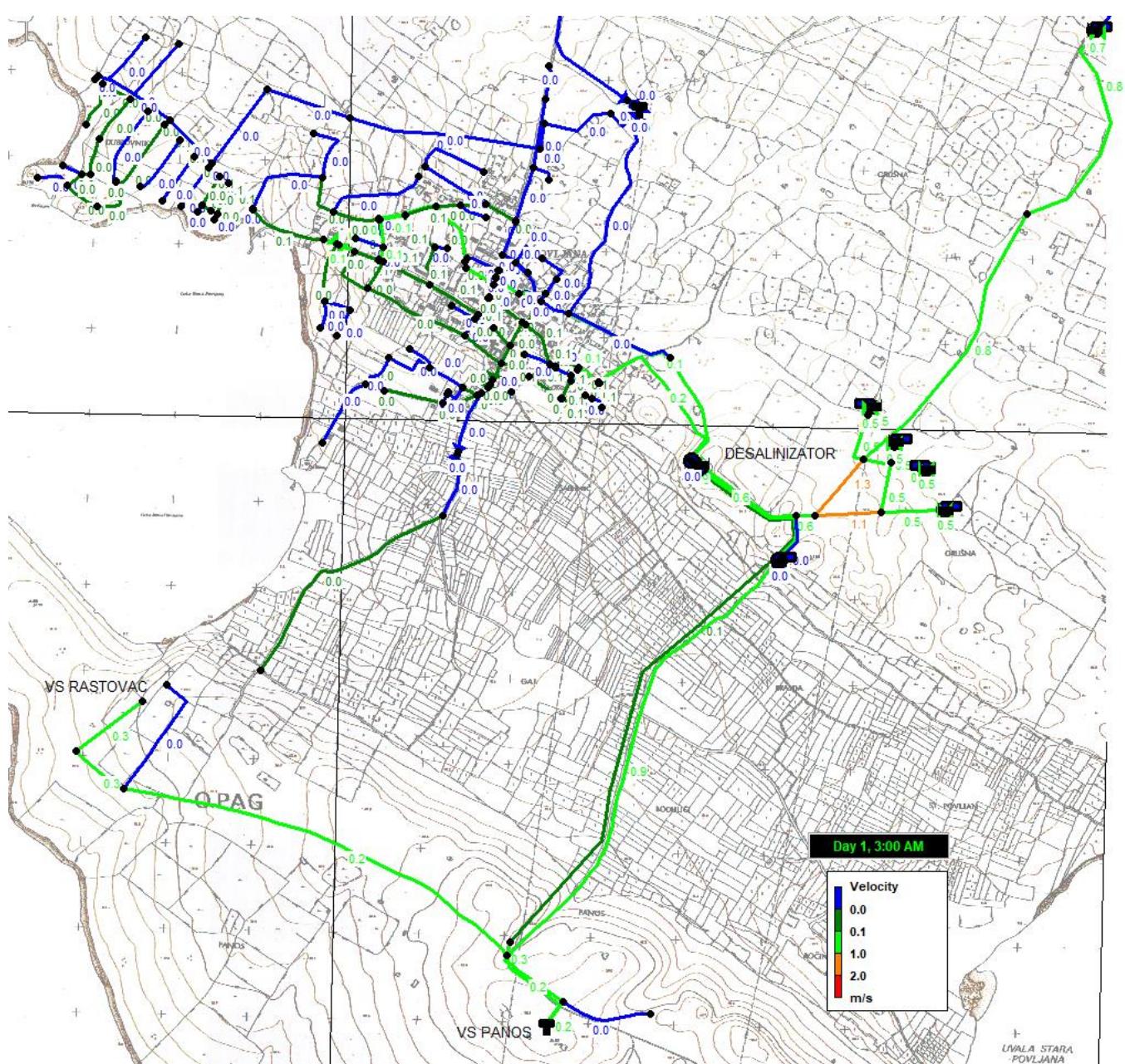
**Slika 6.5:** Profili cjevovoda



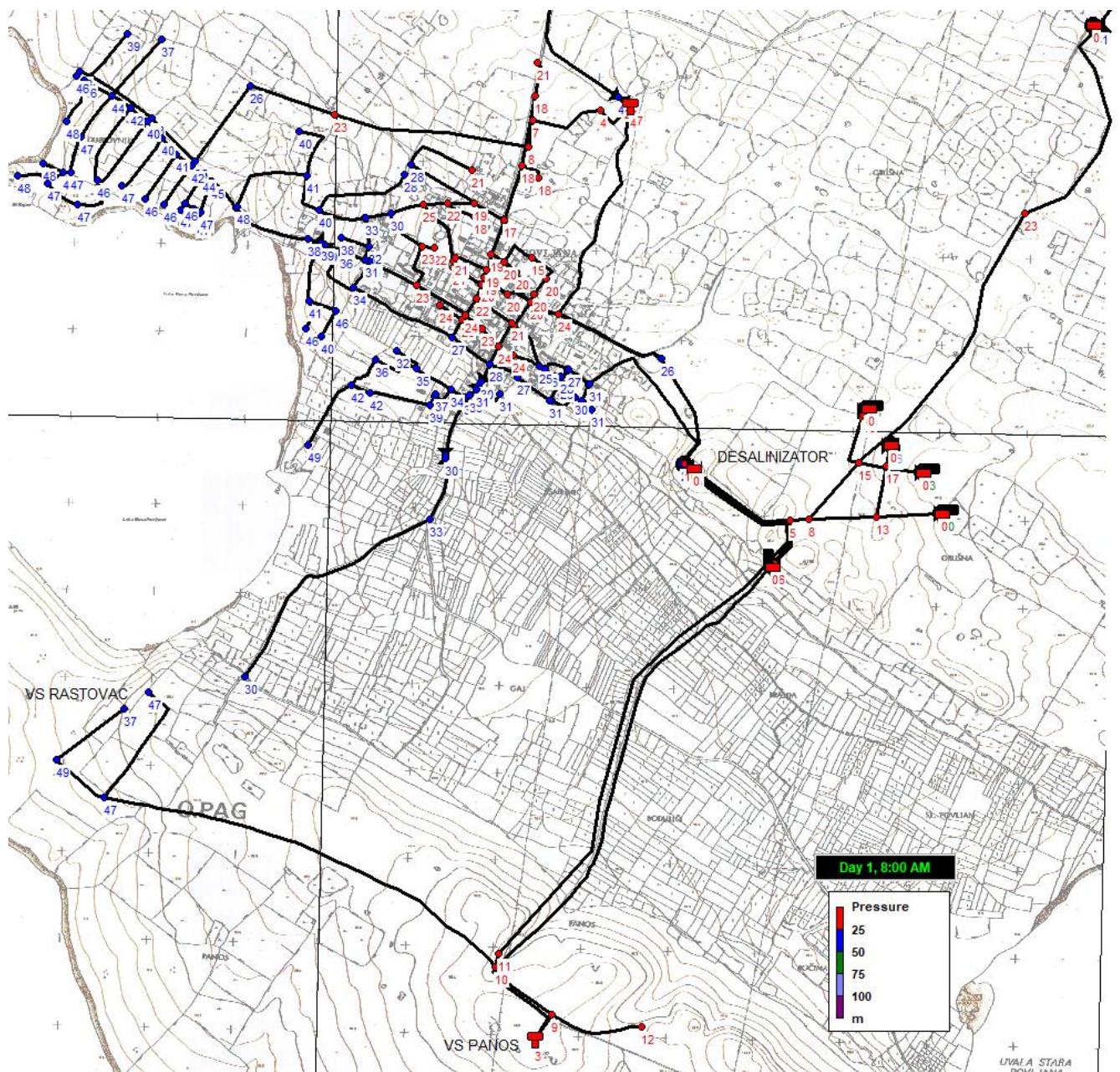
**Slika 6.6:** Tlakovi u satu minimalne potrošnje



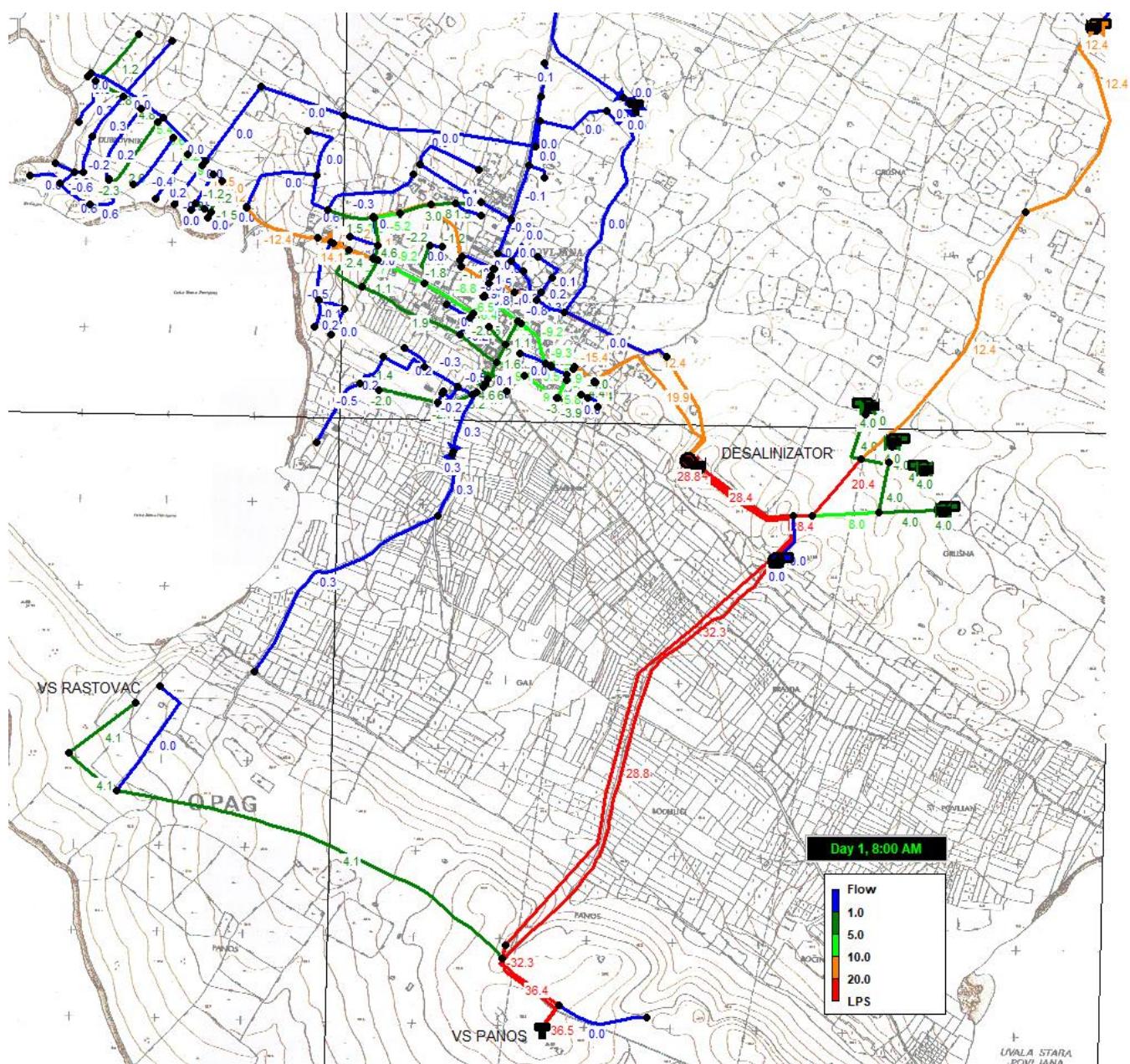
Slika 6.7: Protoci u satu minimalne potrošnje



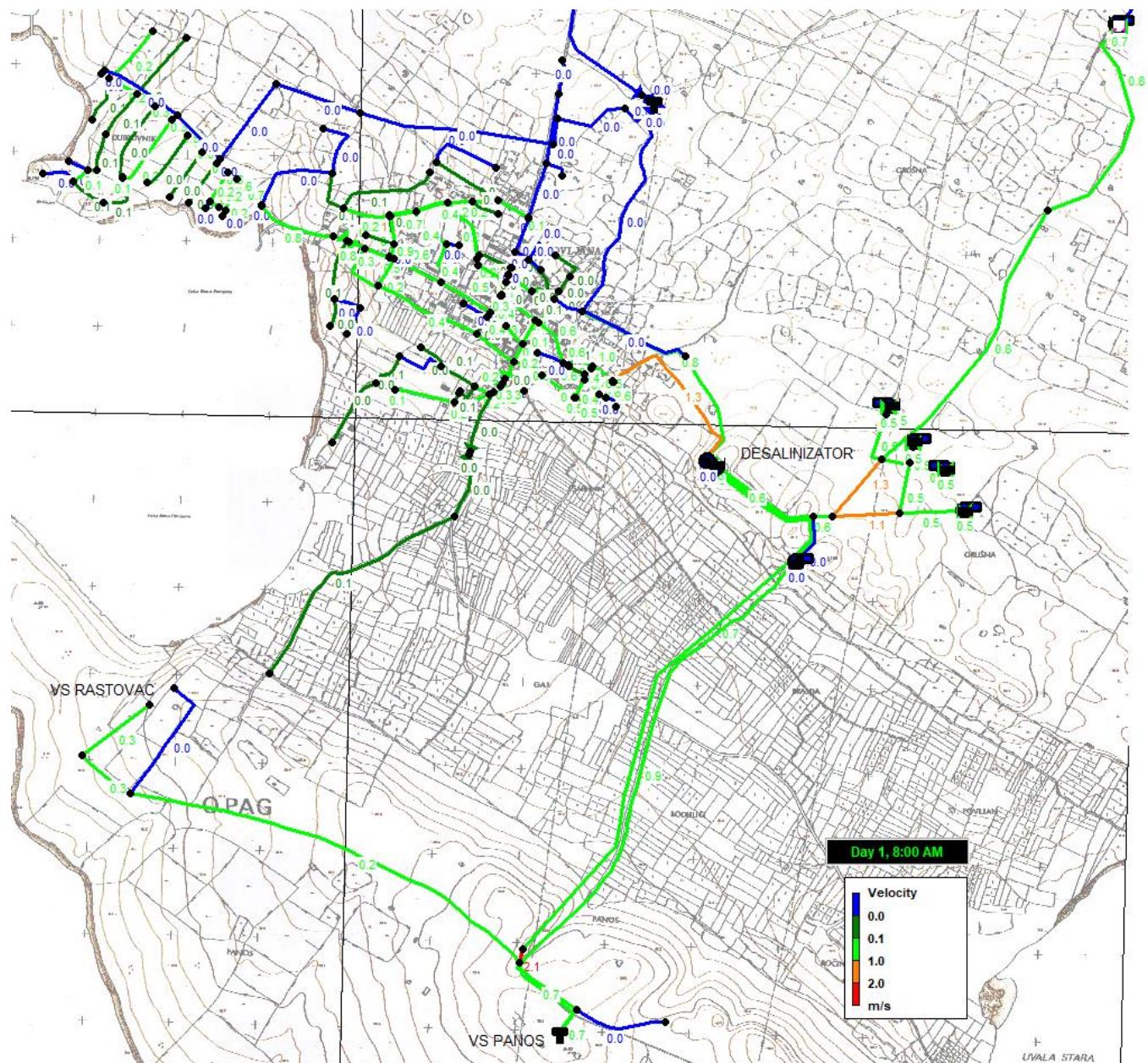
Slika 6.8: Brzine u satu minimalne potrošnje



**Slika 6.9:** Tlakovi u satu maksimalne potrošnje



Slika 6.10: Protoci u satu maksimalne potrošnje



Slika 6.11: Brzine u satu maksimalne potrošnje



## 6.3. ZAKLJUČCI

Provedenim simulacijama rada vodoopskrbnog sustava došlo se do slijedećih zaključaka:

U uvjetima redovne potrošnje u ljetnom mjesecu (maksimalni dan) tlakovi su u niskoj zoni vodoopskrbnog sustava (zone Dubrovnik i Jug) su zadovoljavajući dok u visokoj zoni vodoopskrbe (zona Centar) u satima maksimalne potrošnje dolazi do pada vodoopskrbnih tlakova ispod 2,5 bara. (tlakovi se kreću od cca 1,7 bar do cca 2,4 bar).

Kako bi vodoopskrba bila moguća u danu maksimalne potrošnje obavezno je koristiti oba cjevovoda DN 160 mm koja transportiraju vodu iz smjera VS Panos prema naselju Povljana (dionica od lokacije desalinizatora prema naselju) inače neće biti moguće postići tlakove dostatne za vodoopskrbu u naselju (moguća je pojava negativnih tlakova u mreži ukoliko oba cjevovoda DN 160 mm nisu aktivna).

U visokoj zoni vodoopskrbe u uvjetima maksimalne ljetne potrošnje nije moguće postići protupožarnu zaštitu.

Također, zbog pre malog profila cjevovda u najvećem dijelu zone Jug (svi cjevovodi osim DN 160 mm) u vrijeme ljetne maksimalne potrošnje nije moguće postići protupožarnu zaštitu, a na dionici cjevovoda DN 80 mm (put Svetog Nikole nakon drugog, mehaničkog regulatora tlaka) požarna zaštita nije omogućena niti u vrijeme manje potrošnje.