Bilanca voda energetski održivog urbanog vodoopskorbnog sustava

Bartulović, Tomislav

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:080192

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Tomislav Bartulović

Split, 2015

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

BILANCA VODA ENERGETSKI ODRŽIVOG URBANOG VODOOPSKRBNOG SUSTAVA

Završni rad

Split, 2015

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE
Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Tomislav Bartulović

BROJ INDEKSA: **4250**

KATEDRA: **Katedra za gospodarenje vodama i zaštitu voda**

PREDMET: **Vodoopskrba i kanalizacija**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: **Bilanca voda energetski održivog urbanog vodnog sustava**

Opis zadatka:

Tema rada je izračun i opis bilance mogućeg energetski održivog urbanog vodnog sustava. Temeljem zadanih ulaznih veličina i podataka kandidat će opisati koncept rješenje energetski održivog urbanog vodnog sustava. Posebno će se opisat elementi vodnog sustava i koncept koji osigurava održivost rada sustava. Potom će se za odabrani primjer izračunati bilanca voda. Ulazni podaci za izračun bilance će se preuzeti iz dostavljenog elaborata. Na kraju će se analizirati obrađivani koncept te moguće cjelovito iskorištavanje ostvarenog hidroenergetskog potencijala.

U Splitu 11.04. 2015.

Voditelj Završnog rada:

Prof.dr.sc. Jure Margeta

Predsjednik povjerenstva
Za završne i diplomske ispite:
Prof. dr. sc. Ivica Boko

Sažetak:

U radu se izračunava i opisuje bilanca voda mogućeg energetski održivog urbanog vodnog sustava. Temeljem zadanih ulaznih veličina i podataka opisuje se koncept rješenja energetski održivog urbanog vodnog sustava. Posebno su opisani elementi vodnog sustava i koncept koji osigurava održivost rada sustava. Za odabrani primjer i ulazne podatke izračunata je bilanca voda. Analiziran je obrađivani koncept te moguće cjelovito iskorištavanje ostvarenog hidroenergetskog potencijala i problem utjecaja na okoliš, ekonomiju i društvo.

Ključne riječi:

Vodna bilanca, Urbani Vodoopskrni Sustav, Solarna Fotonaponska energija, klimatske promjene, „Zelena energija“, hidroenergetski potencijal, društveni utjecaj.

ENERGETICALLY SUSTAINABLE URBAN WATER SUPPLY SYSTEM'S WATER BALANCE

Abstract:

In this paper we have calculated and described the water balance of an energetically sustainable urban water supply system. Given our entry values and data we have described the solution concept of an energetically sustainable urban water supply system. Especially described are the water supply system elements and the concept that assures work sustainability of our system. For selected system and entry data we have calculated the water balance. Processed concept is analyzed, its full possible exploitation of hydro-energetic potential and its influence on the environment, economy and society.

Keywords:

Water balance, Urban Water Supply System, Solar Photovoltaic Energy, climate changes, „green energy“, hydro-energetic potential, social impact.

Sadržaj

1. ZADATAK 2

2. OSNOVE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA 4

3. POTROŠNJA ENERGIJE I KLIMATSKE PROMJENE 5

4. FOTONAPONSKI SUSTAV KAO IZVOR ENERGIJE 6

5. PRIMJER 7

6. BILANCA VODA 11

7. RASPOLOŽIVI HIDROENERGETSKI POTENCIJAL 15

8. DISKUSIJA - EKOLOŠKE I DRUŠTVENE ZNAČAJKE ENERGETSKI ODRŽIVOG URBANOG VODOOPSKRNOG SUSTAVA 17

9. ZAKLJUČAK - PREDNOSTI, NEDOSTACI I MOGUĆNOSTI EOUVS-a 18

10. PRILOZI 20

Prilog P1 - Režim dnevne potrošnje vode $Q_{ws,t}$ tijekom jedne godine *21*

Prilog P2 - Dnevne precrpljene količine vode za period bilanciranja tb = 5dana za 2. Način formiranja vremenskih serija MKP-2 ..... *22*

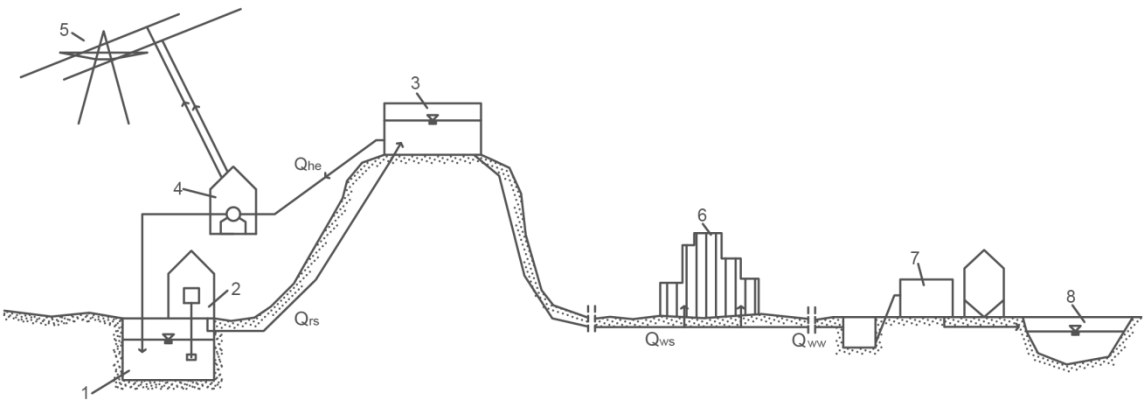
Prilog P3 - Razlika dnevne precrpljene vode i dnevne potrošene vode, period bilianciranja od 5 dana *23*

Prilog P4 – Dnevne kanalizacijske otpadne vode tijekom jedne godine *24*

Literatura 25

1. ZADATAK

Tema ovog rada je proračun bilance voda Energetski Održivog Urbanog Vodoopskrbnog sustava (EOUVS-a). Vodoopskrbni sustav se sastoji od jedne crpne stanice (CS), koja za svoj radi koristi fotonaponsku (FN) tehnologiju kao izvor obnovljive energije, vodospreme i vodovodne mreže.



Slika 1.1 – Shematski prika EOUVS-a i kanalizacije, 1)Zahvatna voda, 2)Vodozahvatni object i crpna stanica, 3)Vodosprema, 4)Hidroelektrana, 5)Elektroenergetska mreža, 6)Naselje, 7) Uređaj za pročišćavanje, 8)Vodotok

Crpke precrpljuju vodu u vodospremu u skladu sa radom FN sustava, odnosno raspoloživom zelenom energijom, tj. u skladu sa klimatskim značajkama područja. U ovome slučaju se pretpostavlja da crpna stanica koristi svu raspoloživu solarnu energiju za precrpljivanje vode u vodospremu uz određene znamenke, kapacitet, manometarska visina dizanja i učinkovitost. Voda iz vodospreme dalje teče u naselje u skladu sa potrošnjom vode.

U ovom zadatku se pretpostavlja da će svi eventualni viškovi precrpljene vode koja se nalazi u vodospremi biti iskorišteni za proizvodnju hidroenergije. Voda iz hidroelektrane se vraća u zahvat tako da njeno korištenje ne utječe na raspoloživi kapacitet zahvata. Na ovaj način se omogućava kontinuirana proizvodnja zelene energije noću i danju, a sve u skladu sa karakteristikama vodospreme, sustava i klime.

Ako u tom rješenju nema ekonomske isplativosti, zbog troškova ili ograničenjima u izradi vodospreme, ili zbog velikih gubitaka u proizvodnji hidroenergije, umjesto korištenja viška solarne energije za precrpljivanje vode može se razmatrati slučaj da nakon ispunjavanja zahtjeva za vodoopskrbu naselja višak solarne energiju direktno prodajemo elektroenergetskoj mreži.

Ovaj završni rad je baziran na istraživanju koje je prezentirano u doktorskoj disertaciji „Održivost rada urbanog vodoopskrbnog sustava“ Dr.sc. Bojana Đurina.

2. OSNOVE VODOOPSKRBNOG SUSTAVA

Vodoopskrbni sustav (VS) je sustav objekata i mjera povezanih u funkcionalnu cjelinu s osnovnim ciljem osiguranja dovoljne koli čine kvalitetne vode na što ekonomičniji način. Osnovne funkcije VS-a su:

- zadovoljiti sve potrebe potrošača za vodom kakvoće za piće;
- osigurati potreban tlak u vodovodnoj mreži;
- osigurati (postavljanjem hidranata) vodu za gašenje požara na svim mogućim lokacijama, održavajući pritom zadani tlak u sustavu za sve druge korisnike:
- osigurati dovoljnu rezervu vode za sve incidentne situacije.

Da bi VS mogao ispunjavati sve ove zahtjeve potrebno je izgraditi cijeli niz objekata. Promatrano rješenje se sastoji od vodozahvata, solarnog fotonaponskog postrojenja (solarni fotonaponski generator i invertor s pripadnom opremom), crpne stanice s pripadnom opremom, vodospreme s pripadnom opremom, glavnog dovodnog cjevovoda, glavnog opskrbnog cjevovoda i vodoopskrbne mreže. Svi ovi elementi čine jedinstvenu cjelinu kojoj je osnovni cilj trajno osiguranje dovoljnih količina kvalitetne vode, pod potrebnim tlakom i na najekonomčniji način bez upotrebe fosilnih goriva.

Količina vode koja se može precrpiti direktno je propocionalna raspoloživoj snazi fotonaponskog postrojenja i jakosti Sunčevog zračenja.

Ukupni volumen vodospreme jednak je zbroju volumena za izravnanje dotoka i potrošnje vode, gašenja požara, incidentne situacije, osiguranja potrebne minimalne razine vode radi održanja tlaka i osiguranje potrebne količine vode kod prekida dotjecanja za podržavanje dotoka vode u vodoopskrbnu mrežu. Najveći dio volumena čine prva tri faktora.

3. POTROŠNJA ENERGIJE I KLIMATSKE PROMJENE

Klimatske promjene uzrokovane ljudskom aktivnošću i potrebom za energijom postaju pitanje od naročite važnosti za čovječanstvo, pri tom naročito mislimo na globalno zatopljenje nastalo zbog emisije stakleničkih plinova. Povećanje temperature potiče isparavanje vode s mora i kopna i ujedno omogućava atmosferi da drži više vlage, što dovodi do ekstremnih oborina, koje mogu uzrokovati poplave, a samim time i do socijalnih i ekonomskih problema u široj zajednici. Druga krajnost se javlja zbog evapotranspiracije, pri čemu dolazi do intezivnijih sušnih razdoblja, gdje se posljedice očitavaju u sniženim razinama podzemnih voda, rijeka i jezera, kao i nedostatku vlage u tlu.

Klimatske promjene utječu na količinu i kvalitetu vode za piće. Tijekom ekstremnih oborina i poplava dolazi do nekontroliranog širenja onečišćenja, koje se zatim pojavljuje i u vodoopskrbnom sustavu. Pojačano topljenje snijega i leda na sličan način uzrokuju onečišćenja vode za piće. Gotovo jedna šestina svjetske populacije živi u neposrednoj blizini rijeka koje se opskrbljuju vodom iz ledenjaka i snježnog pokrova. Većina te populacije može očekivati da će ti vodni resursi doživjeti svoje smanjenje tijekom ovog stoljeća. Očekivani porast razine mora dovodi do prodora slane vode u vodonosnike.

Vodovod koji koristi pogonsku električnu energiju iz fosilnih goriva rezultirat će ispuštanjem stakleničkih plinova. Zadatak je smanjenje ispuštanja CO_2, a to se traži od svih pa i od vodovoda. Najveći potrošać električne energije je glavna crpna stanica koja crpi vodu u vodospremu.

Smanjenje ispuštenog CO_2 se postiže s povećanjem energetske učinkovitosti i korištenjem zelene (obnovljive) energije. Jedan od izvora obnovljive energije je fotonaponski sustav.

4. FOTONAPONSKI SUSTAV KAO IZVOR ENERGIJE

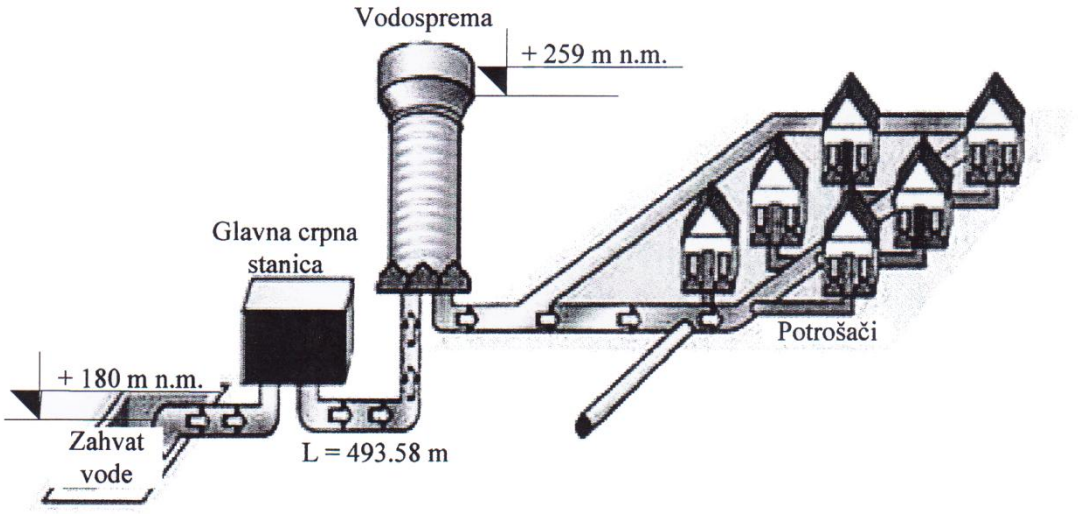
Fotonaposnki sustav (FN) je integriran skup fotonaponskih modula i ostalih komponenata projektiranih tako da Sunčevu energiju izravno pretvara u električnu energiju. Sastoji se od generatora i invertora, te pripadne opreme i kablova. FN ćelije spajaju se u modul, pri čemu spojeni moduli formiraju samostalnu strukturu nazvanu panel koji se serijski spaja u polja koja, spojena serijski ili paralelno, konačno formiraju generator određene snage. Zadatak solarnih ćelja je prikupljanje Sunčevog zračenja. Uloga invertora je pretvaranje istosmjerne električne struje u izmjeničnu električnu struju.

Solarna energija raspoloživa je u periodu kad je energija iz regionalnog klasičnog sustava najskuplja (najčešće od 6 do 18 sati), što znači da su uštede na troškovima energije najveće. Isto tako se i godišnja proizvodnja energije u nekim područjima poklapa sa godišnjim povećanjem potrošnje vode (npr. mediteranska turistička područja tijekom ljetnog perioda), dok u zimskom periodu zbog pada insolacije dolazi do pada proizvodnje energije i mogućnosti preoblema kontinuiteta opskerbe energijom. Općenito ulaz solarne energije u većem dijelu dana podudara se s dinamikom življenja u gradovima, a time i potrebama za vodom. To jest, dnevna potrošnja vode u gradovima općenito je dijelom usklađena sa dnevnom insolacijom, dok je satna potrošnja vode također djelomično usklađena sa dnevnom insolacijom.

Problem je što se solarna energija ne može izravno usmjeriti prema potrošačima energije te ostati stabilna i kontrolirana. Budući da nije konstantna, jer je dostupna samo tijekom sunčanih perioda, važno ju je kombinirati sa klasičnim izvorima podsredstvom sustava električne mreže ili korištenjem spremnika električne energije. Danas su poznate različite tehnologije spremanja energije (baterije, tlačni kotlovi, zamašnjaci, itd.), koje se razlikuju u veličini, troškovima uskladištenja energije, učinkovitosti, roku trajanja, troškovima ciklusa rada, itd. Tradicionalni način skladištenja električne energije je putem hidroelektrana sa spremicima vode (crpne hidroelektrane), koje se i danas koriste za pokrivanje dnevnih „šiljaka“ potrošnje energije.

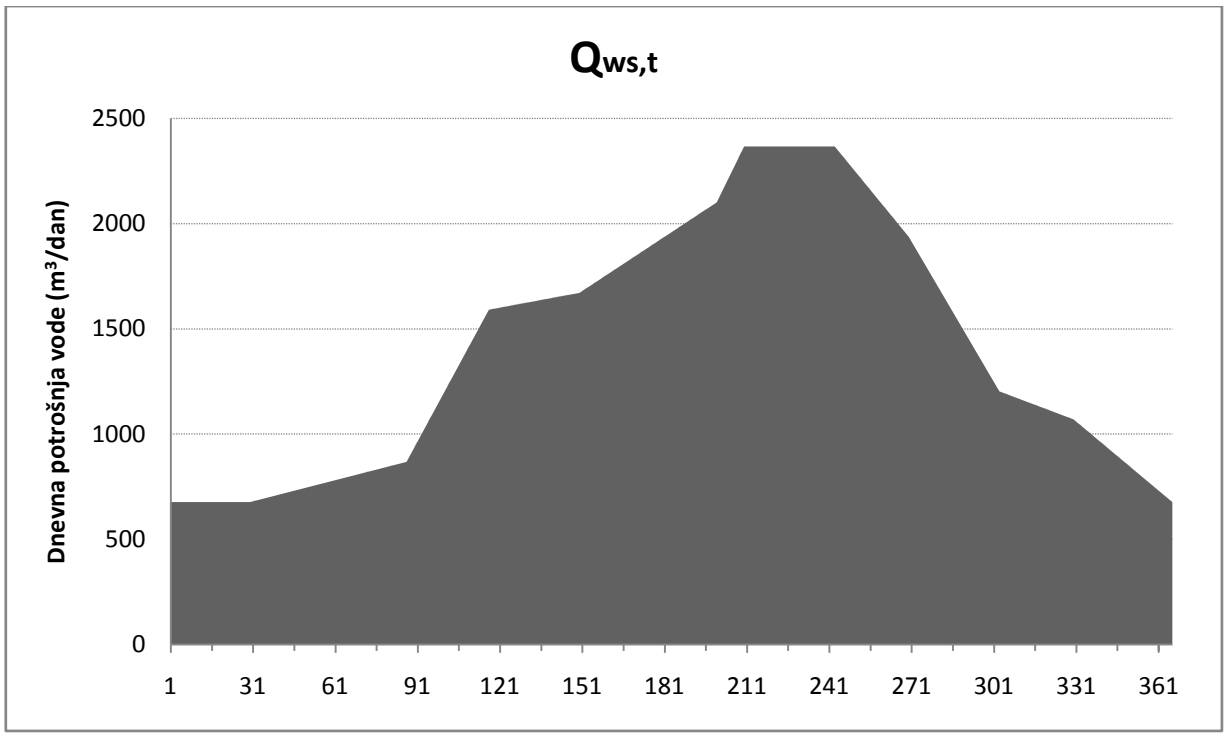
5. PRIMJER

Analizira se primjer u kojemu se sva proizvedena električna energija, potrebna za rad Glavne Crpne Stanice (GCS), osigurava iz podsustava PV (PV generator i invertor). Razmatra se hipotetski primjer naselja koje ima populacijski ekvivalent od 8970 stanovnika i koje se nalazi u mediteranskom dijelu Hrvatske. Naselje je smješteno na brdovitom području i ima jednu vodospremu koja se nalazi na nadmorskoj razini od 259 m n.m. Voda dotječe u vodospremu iz crpnog bazena glavne crpne stanice, koja se nalazi na nadmorskoj visini od 180 m n.m. Voda dotječe u mokri bazen crpne stanice gravitacijski iz izvora, tako da nije potrebno precrpljivanje. Manometarska visina crpne stanice je 84.41 m. Kvaliteta vode je zadovoljavajuća tako da nije potrebna dodatna obrada. Kapacitet izvora zadovoljava sve potrebe za vodom. Položaj glavnih dijelova vodoopskrbnog sustava prikazan je na slici 5.1.



Slika 5.1. Shematski prikaz glavnih dijelova analiziranog vodoopskrbnog sustava

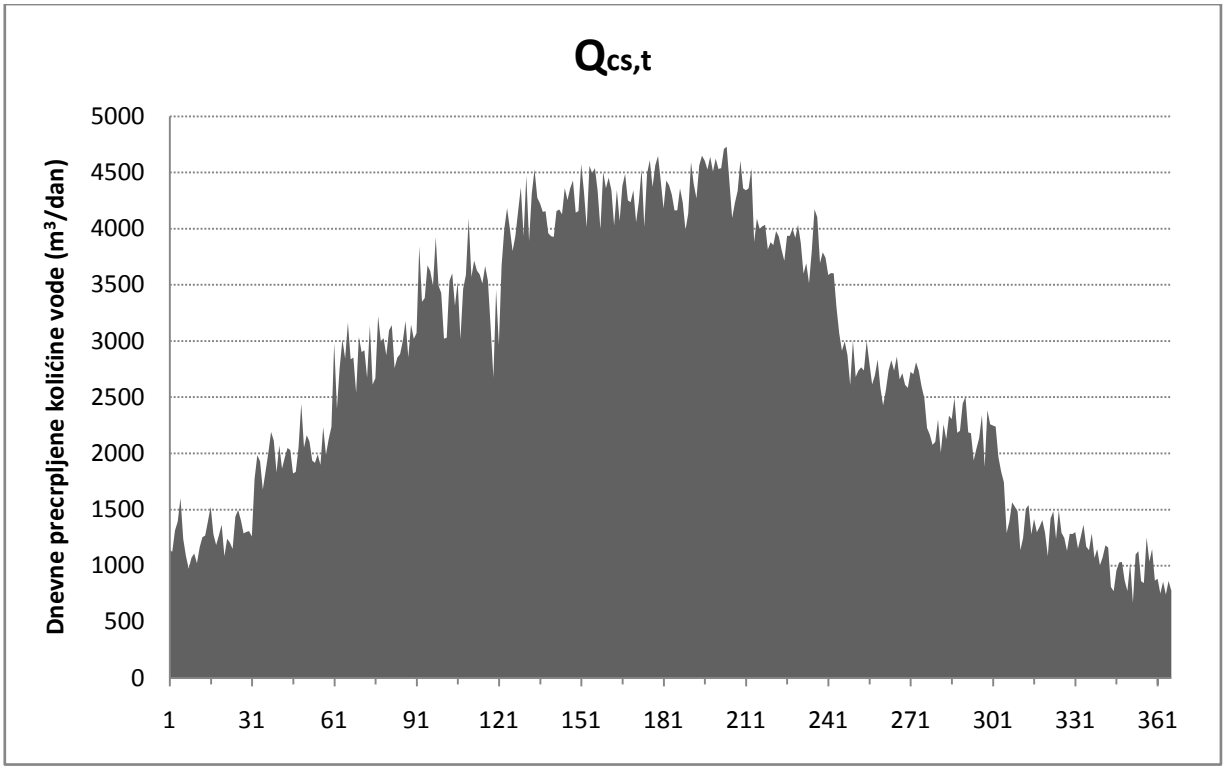
Usvojeni planski period iznosi N = 25 godina. Specifična potrošnja vode je q_{spec} = 160 l/stan/dan. Režim dnevne potrošnje vode $Q_{ws,t}$ u jednoj godini za svako pojedini dan u toj godini, prikazan je na slici 5.2. i u prilogu P1 (str. 20).



Slika 5.2. Režim dnevne potrošnje vode tijekom godine

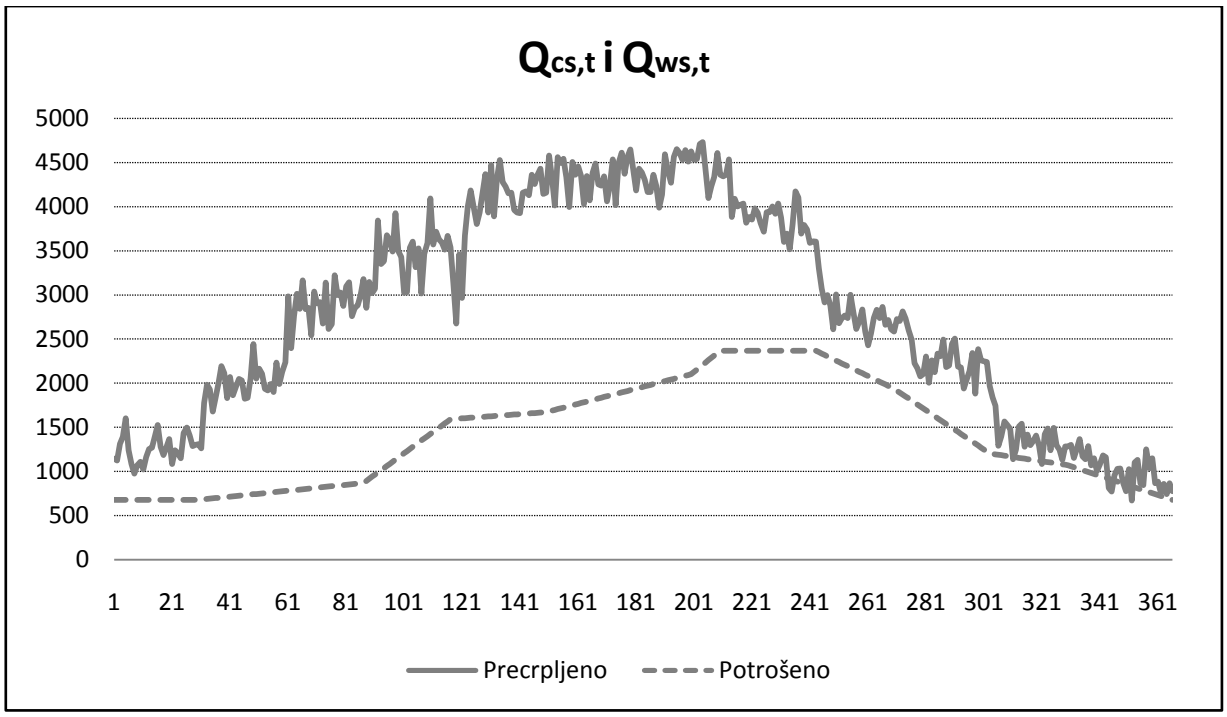
Za razmatranu lokaciju, proračunata prosječna manometarska visina H_{ps} iznosi 84.21 m, prosječna učinkovitost invertera je $\eta_1 = 0.83$, dok je prosječna učinkovitost crpne stanice $\eta_{cs} = 0.90$. Prosječna učinkovitose invertera i crpke je $\eta_{cs} = 0.75$, temperaturni koeficijent solarne ćelije iznosi $\alpha_c = 0.005\ ^oC^{-1}$, dok je temperatura solarne ćelije u Standardnim Testnim Uvjetima $T_0 = 25\ ^oC$. Usvojena učinkovitost podsustava PV iznosi $\eta_{pv} = 0.15$. Gubici vode u ovoj analizi već su ubrojeni u ukupne količine vode koje zahtjeva stanovništvo.

Dnevne precrpljene količine vode ($Q_{cs,t}$) za period bilanciranja t_b = 5dana za 2. Način formiranja vremenskih serija Metodom Kritičkog Perioda (MKP-2) prikazan je na slici 5.3. i u prilogu P2 (str. 21).



Slika 5.3. Dnevne precrpljene količine vode za period bilanciranja t_b = 5dana za 2. Način formiranja vremenskih serija MKP-2

Na slici 5.4. prikazana je dnevna veličina precrpljene i potrošene vode u naselju. Vidljivo je da u većem periodu tijekom godine instalirani sustav FN-CS je u stanju precrpljivati značajno veće količine od potrebnih. Jedino u zimskom periodu kada je insolacija znatno manja viškovi su relativno mali.



Slika 5.4. Dnevne precrpljene vode i potrošene vode u naselju

6. BILANCA VODA

Jednadžba bilance voda urbanog vodnog sustava je:

$$V_{CS} = V_{WS} + V_{he} \quad (1)$$

$$V_{WS} = V_{WW} + V_{GUB} \quad (2)$$

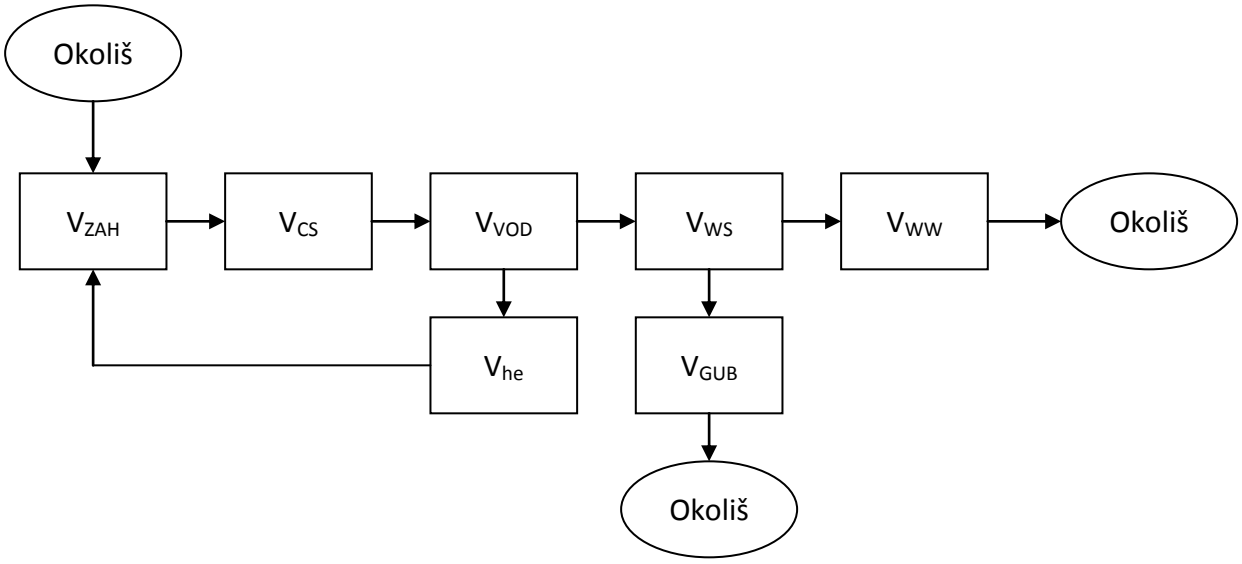
$$V_{GUB} = 0{,}3 \cdot V_{WS} \quad (3)$$

Odnosno:

$$V_{CS} = V_{WW} + V_{GUB} + V_{he} \quad (4)$$

Gdje je V_{CS} volumen precrpljene vode, V_{WS} volumen vode potrošnje naselja, V_{he} volumen vode koja se koristi za proizvodnju hidroenergije, V_{WW} volumen koji ide na uređaj za pročišćavanje i V_{GUB} volumen gubitaka.

Cjelokupni sustav bilanciranja se može prikazati na sljedeći način.

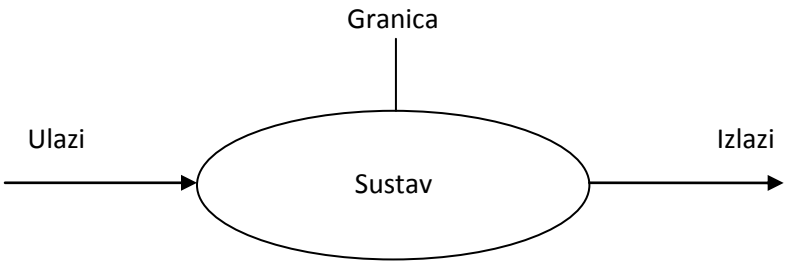


Slika 6.1. Shematski prikaz sustava bilanciranja

Jednadžba stanja vode u vodospremi je:

$$V_{VOD,t} = V_{VOD,t-1} + V_{CS,t} - V_{he,t} - V_{WS,t} \quad (5)$$

Na sličan način se može napisati jednadžba stanja drugih elemenata sustava ili sustava u cjelini, ovisno o tome gdje je određena granica sustava.



Slika 6.2. Koncept sustava

Snaga fotonaponskog sustava $P_{el,PV}$ (W), koja proizvodi električnu energiju za crpljenje vode u određenom vremenskom periodu *i*, koji označava dane u godini dana, jednaka je:

$$\mathrm{P}_{el,PV\,(i)} = \frac{2{,}72 \cdot H_{CS(i)}}{[1 - \alpha_c \cdot (T_{cel\,(i)} - T_0)] \cdot \eta_{CSI} \cdot \mathrm{E}_{s(i)}} \cdot \mathrm{V}_{CS(i)} \tag{6}$$

Gdje je $H_{CS(i)}$ (m) manometarska visina, $\mathrm{V}_{CS(i)}$ (m^3/dan) je dnevna količina vode koja se crpi u vodospremu u određenom vremenskom periodu *i*, α_c (°C) je temperaturni koeficijent solarne ćelije, $T_{cel\,(i)}$ (°C) je srednja dnevna teperatura solarne ćelije, T_0 je srednja dnevna temperatura solarne ćelije u standardnim uvjetima ispitivanja i ona iznosi 25°C, η_{CSI} (%) je srednja učinkovitost crpne stanice i invertora, $\mathrm{E}_{s(i)}$ (kWh/m^2) je raspoloživa srednja jakost globalnog Sunčevog zračenja na horizontalnu plohu.

Srednja dnevna temperatura solarne ćelije, $T_{cel\,(i)}$ (°C), dobije se pomoću :

$$T_{cel\,(i)} = 2{,}7 \cdot \mathrm{E}_{s(i)} + T_{a(i)} \tag{7}$$

gdje je $T_{a(i)}$ srednja dnevna temperatura zraka (°C).

Srednja učinkovitost crpne stanice i invertora η_{CSI} (%) dobicena je kao:

$$\eta_{CSI} = \eta_{CS} \cdot \eta_I \tag{8}$$

gdje je η_{CS} učinkovitost crpne stanice, dok je η_I učinkovitost invertora.

Za određenu snagu podsustava FN, $P_{el,PV(i)}$ (W), moguća količina vode $V_{CS(i)}$ (m^3) koja se crpi u vodospremu u vremenskom periodu *i* jednaka je:

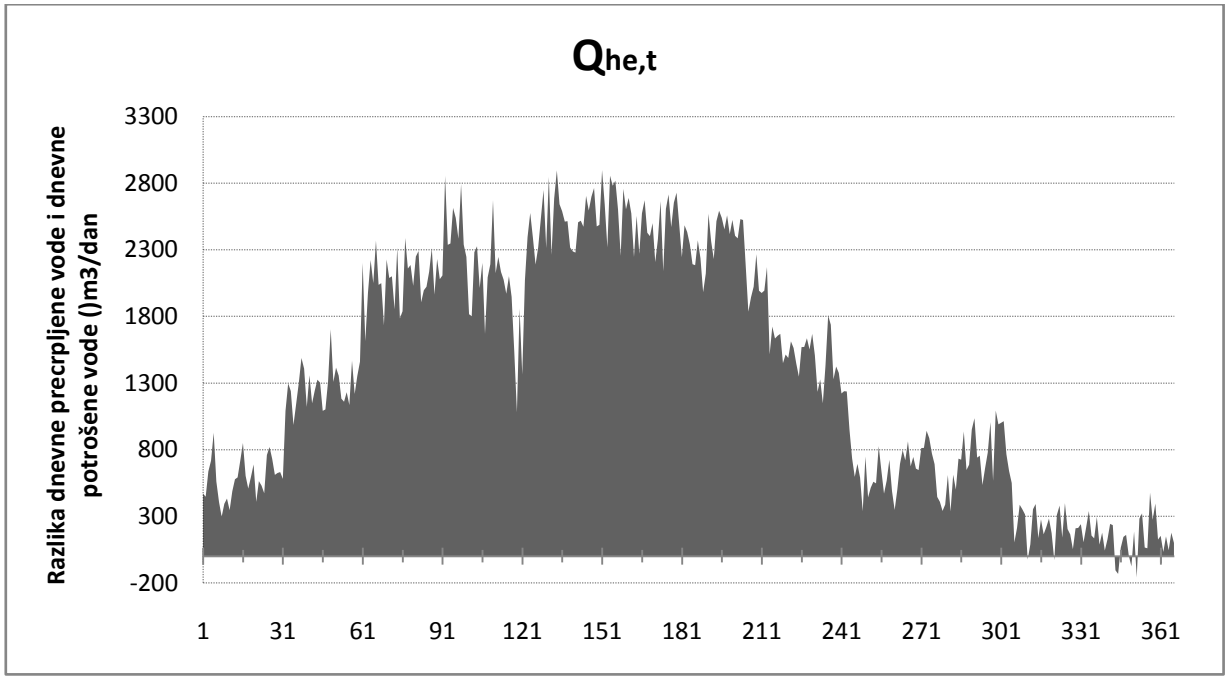
$$V_{CS(i)} = \frac{[1 - \alpha_c \cdot (T_{cel(i)} - T_0)] \cdot \eta_{CSI} \cdot E_{s(i)}}{2{,}72 \cdot H_{CS(i)}} \cdot P_{el,PV(i)} \tag{9}$$

Količina vode koju možemo iskoristiti za proizvodnju hidroelektrične energije $Q_{he,t}$ (m^3/dan) jednaka je:

$$Q_{he,t} = Q_{cs,t} - Q_{ws,t} \tag{10}$$

gdje je $Q_{cs,t}$ (m^3/dan) dnevna precrpljene voda dobivene prema formuli (9), a $Q_{ws,t}$ (m^3/dan) dnevna potrošnja vode naselja.

Ta razlika precrpljene vode i dnevne potrošnje vode prikazana je na slici 6.3. i u prilogu P3 (str. 22), najveća je u ljetnom periodu kad je veća jakost i trajanje Sunčevog zračenja (a time i radni režim crpki je veći) dok u zimskim mjesecima dolazi osjetnog pada. Sustav je dimenzioniran da zadovolji potrebe upravo u tom kritičnom zimskom periodu, dok tijekom ljetnog dijela godine EOVUS proizvodi višak električne energije.

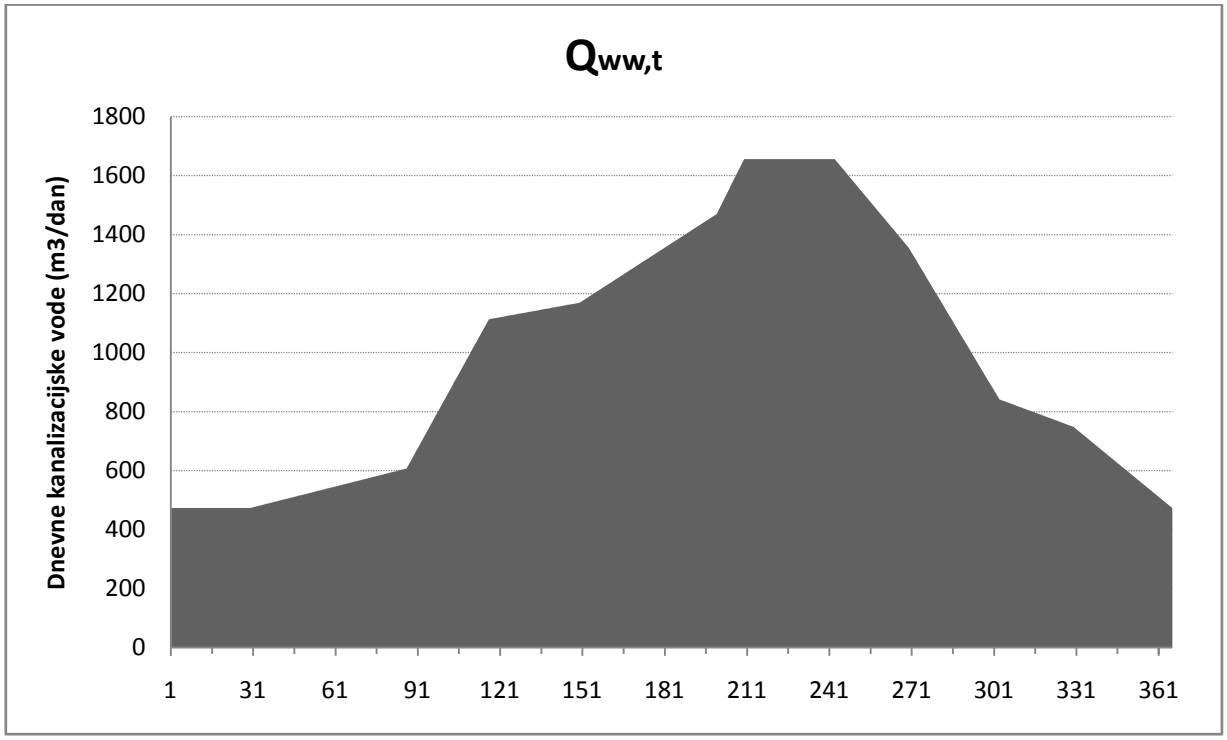


Slika 6.3. Razlika dnevne precrpljene vode i dnevne potrošene vode, period bilianciranja od 5 dana

Dnevne kanalizacijske otpadne vode, kojima opterećujemo uređaj za pročišćavanje, određujemo kao 70% dnevne potrošnje naselja :

$$Q_{ww,t} = Q_{ws,t} \cdot 0{,}7 \tag{11}$$

Iz dobivenih rezultata prikazanih na slici 6.4. i u prilogu P4 (str. 23), vidimo da maksimalni dnevni volumen koji uređaj za pročišćavanje treba obraditi iznosi 1656 m^3.

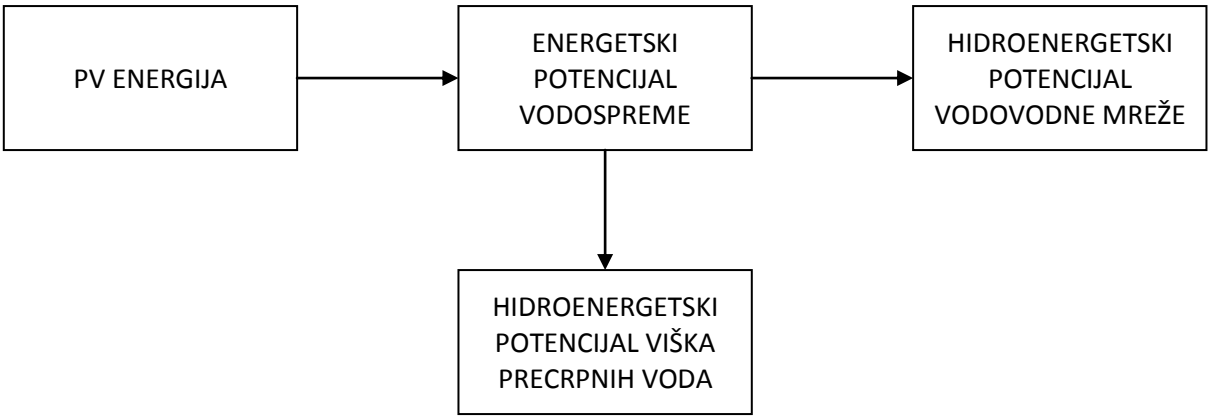


Slika 6.4. Dnevne kanalizacijske vode tijekom godine

7. RASPOLOŽIVI HIDROENERGETSKI POTENCIJAL

Dva su raspoloživa hidroenergetska potencijala u urbanom vodoopskrbnom sustavu:

- energija iz viška precrpljene vode
- višak tlaka u vodoopskrbnom sustavu



Slika 7.1. Shematski prikaz raspoloživog hidroenergetskog potencijala

Korištenjem viška voda iz vodospreme je jednostavno. Voda se odvodi na razinu hidroelektranje koja proizvodi energiju, a potom vraća u zahvat. Korištenje viška tlaka u vodoopskrbnoj mreži je složenije.

U vodoopskrbnoj mreži definiran je minimalni radni tlak za kritični period rada u iznosu od 2.5 bara (0.25 MPa) u skladu sa zahtjevima Pravilnika o tehnickim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara , kao i maksimalni dozvoljeni tlak u kriticnim (geodetski najnižim) tockama cjevovoda u iznosu od 8 bara, koji ne smije biti premašen zbog dosezanja tvornicki dane tlacne cvrstoce cijevi. Tlak u mreži je nužan za rad sustava, ali tlak veci od potrebnog je najveci generator gubitaka vode u vodoopskrbnom sustavu, a njega na ulazu u mrežu regulira razina vode u vodospremi.

Osim tlaka, potrebno je zadovoljiti zahtjevu vodovodne mreže za mjerodavnom potrebnom količinom vode. Ta kolicina je jednaka zbroju maksimalne satne potrošnje vode, požarne potrošnje vode i ocekivanih fizickih gubitaka u mreži. Kako se protok mijenja tijekom 24 sata, kao i tijekom godine, također se mijenja i stanje tlaka vode u vodoopskrbnoj mreži.

Raspoloživi višak tlaka vode je ujedno raspoloživi hidroenergetski potencijal, ali i potencijal koji generira gubitke vode u mreži.

To je hidroenergetski potencijal koji se može koristiti tijekom godine u ovisnosti od režima potrošnje vode. Njegova karakteristika je nepredvidljivost. Zbog toga nije pouzdani i kontinuirani izvor energije, ali ga je potrebno iskoristiti prvenstveno radi smanjenja tlaka u vodovodnoj mreži i time gubitaka vode.

8. DISKUSIJA - EKOLOŠKE I DRUŠTVENE ZNAČAJKE ENERGETSKI ODRŽIVOG URBANOG VODOOPSKRNOG SUSTAVA

Za razliku od sustava koji koriste fosilna goriva kao pokretačku energiju, EOUVS zbog korištenja fotonaponske energije ispušta zanemarivo malu količinu CO_2 što nema samo ekološki učinak već i ekonomski jer se smanjenje ispuštanja CO_2 financijski stimulira.

Projektiranje, izgradnja, korištenje, upravljanje i održavanje EOUVS-a osim što koriste već postojeća radna mjesta, iziskuju i otvaranje novih radnih mjesta što povećava socijalno blagostanje zajednice. Prepreka tome je odbojnost tehničkih i upravnih tijela naspram obnovljivih izvora energije, jer je uobičajeni način prihvaćanja rješenja vodoopskrbe dosad bio korištenje energije iz klasičnih energetskih postrojenja. Uzimajući to u obzir potreban je određen vremenski period da se ljudi upoznaju kako novi sustav (tj. EOUVS) funkcionira i kakva su iskustva postojećih korisnika, a nakon toga očekuje se prihvaćanje i korištenje novog sustava. Dodatna društvena korist je smanjenje stakleničkih plinova čime se povećava razina zdravlja ljudi i njihova globalna održivost.

9. ZAKLJUČAK - PREDNOSTI, NEDOSTACI I MOGUĆNOSTI EOUVS-a

Tehnologija rada sustava koji proizvodi električnu energiju za pogon Glavne Crpne stanice u EOUVS-u je jednostavna i primjenjiva na svakoj lokaciji u svijetu, ovisno o pripadnim klimatskim karakteristikama kao i karakteristikama vodoopskrbnog sustava. Jedna od značajki je dostpunost električne energije na mejestu njezinog nastanka, tako da se time smanjuhu odnosno otklanjaju mogući energetski (a samim time i ekonomski) gubici koji bi nastali zbog prijenosa električne energije na daljinu, buduči da su klasična postrojenja za proizvodnju električne energije često smiještena izvan urbanih sredina.

Ulazna solarna energija je besplatna i dostupna na gotovo svakoj lokaciji u svijetu, a također se može poslužiti kao dodatni izvor energije u svrhu povećanja sigurnosti opskrbe energijom. Budući da je dimenzioniran da zadovolji potrebe u kritičnom periodu, EOUVS proizvodi višak električne energije tijekom godine. Uz postajanje veze sa elektroenergetskom mrežom, spomenuti višak električne energije može biti distribuiran drugim potrošačima, potojećim turističkim naseljima, a može biti i prodan. Osim toga postoji i mogućnost korištenja viška precrpljene količine vode za navodnjavanje tijekom ljetnih mjeseci kada za tim postoji potreba.

Podsustav PV ne proizvodi buku, neugodne mirise i otrovne spojeve stoga je prikladan za lokacije blizu urbanih sredina, a solarne ćelije mogu se postavljati na lokacije koje nisu predviđene za poljoprivredi ili društvene aktivnosti, mogu se postaljati na krovove pa čak i na pročelja zgrada. Ovo je pogodno na područjima unutar kojih se nalaze zapuštena ili neobrađivana zemljišta, čime sustav ostvaruje društvenu prihvatljivost.

Prvi i najveći nedostatak je tehnološki jer je prisutna mogućnost smanjenja dnevne jakosti i trajanja Sunčevog zračenja (zbog naoblake ili magle), što negativno djeluje na sigurnost rada vodoopskrbnog sustava. Korištenjem Metode Kritičkog Perioda (MKP) taj se nedostatak smanjuje, odnosno uklanja. [Đ1]

Drugi nedostatak je ekoomske naravi jer je cijena podsustava PV još uvijek visoka u odnosu na klasične izvore energije pa je Energetski Održiv Urbani Vodoopskrbni sustav skuplji od Urbanog Vodoopskrbnog Sustava poretanog klasičnom energijom iz fosilnih

goriva. Nedostatak je vidljiv i u velikoj potrebnoj površini za postavljanje solarnih ćelija, što predstavlja problem naročito u urbanim sredinama. Ukoliko za navedenu svrhu nije na raspolaganju građevno zemljište, jedino što nam preostaje je zauzimanje određenog dijela zelenih površina čime se mogu pojaviti društveni i ekološki problemi.

EOUVS pridonosi Smjernicama Europske komisije, pri čemu se podrazumijeva smanjenje emisije stakleničkin plinova, povećanje proizvodnje energije iz Obnovljivih izvora energije te povećanje energetske učinkovitosti. Potrebno je uzeti u obzir i trend povećanja električne energije iz regionalnih energetskih sustava koja se povećava sa povećanjem cijene nafte i ostalih fosilnih goriva, a i sve veće povećanje učinkovitosti solarnih ćelija.

10. PRILOZI

P1 - Režim dnevne potrošnje vode $Q_{ws,t}$ tijekom jedne godine

P2 - Dnevne precrpljene količine vode za period bilanciranja tb = 5dana za 2. Način formiranja vremenskih serija Metodom Kritičkog Perioda (MKP-2)

P3 - Razlika dnevne precrpljene vode i dnevne potrošene vode, period bilianciranja od 5 dana

P4 – Dnevne kanalizacijske otpadne vode tijekom jedne godine

Prilog P1 - Režim dnevne potrošnje vode $Q_{ws,t}$ tijekom jedne godine

	Mjesec											
Dan	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	676	683	780	988	1602	1696	1954	2366	2334	1825	1187	1004
2	676	686	783	1012	1605	1704	1962	2366	2318	1803	1182	993
3	676	689	787	1036	1607	1713	1971	2366	2302	1780	1177	982
4	676	693	790	1060	1609	1722	1980	2366	2286	1758	1172	971
5	676	696	793	1084	1612	1730	1988	2366	2270	1736	1168	960
6	676	699	797	1108	1614	1739	1997	2366	2255	1714	1163	949
7	676	703	800	1132	1617	1747	2005	2366	2239	1691	1158	938
8	676	706	803	1156	1619	1756	2014	2366	2223	1669	1153	927
9	676	710	807	1180	1622	1765	2023	2366	2207	1647	1148	916
10	676	713	810	1204	1624	1773	2031	2366	2191	1625	1143	905
11	676	716	813	1229	1626	1782	2040	2366	2175	1602	1138	894
12	676	720	817	1253	1629	1790	2048	2366	2159	1580	1133	883
13	676	723	820	1277	1631	1799	2057	2366	2143	1558	1128	873
14	676	726	823	1301	1634	1808	2066	2366	2127	1536	1123	862
15	676	730	827	1325	1636	1816	2074	2366	2111	1513	1118	851
16	676	733	830	1349	1638	1825	2083	2366	2095	1491	1113	840
17	676	736	833	1373	1641	1833	2091	2366	2079	1469	1108	829
18	676	740	837	1397	1643	1842	2100	2366	2063	1447	1103	818
19	676	743	840	1421	1646	1851	2127	2366	2047	1424	1099	807
20	676	746	844	1445	1648	1859	2153	2366	2032	1402	1094	796
21	676	750	847	1470	1651	1868	2180	2366	2016	1380	1089	785
22	676	753	850	1494	1653	1876	2206	2366	2000	1358	1084	774
23	676	756	854	1518	1655	1885	2233	2366	1984	1335	1079	763
24	676	760	857	1542	1658	1894	2260	2366	1968	1313	1074	752
25	676	763	860	1566	1660	1902	2286	2366	1952	1291	1069	742
26	676	766	864	1590	1663	1911	2313	2366	1936	1269	1058	731
27	676	770	867	1592	1665	1919	2339	2366	1914	1246	1047	720
28	676	773	891	1595	1668	1928	2366	2366	1892	1224	1036	709
29	676	777	915	1597	1670	1937	2366	2366	1869	1202	1025	698
30	676	/	939	1600	1679	1945	2366	2366	1847	1197	1014	687
31	679	/	963	/	1687	/	2366	2350	/	1192	/	676

Prilog P2 - Dnevne precrpljene količine vode za period bilanciranja tb = 5dana za 2. Način formiranja vremenskih serija MKP-2

	Mjesec											
Dan	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	1145	1773	2981	3841	3671	4012	4386	3880	3069	2595	1290	1137
2	1122	1983	2396	3348	3999	4559	4303	4089	2913	2493	1394	1286
3	1312	1928	2762	3382	4182	4493	4162	3999	2995	2225	1563	1068
4	1392	1677	3012	3673	4000	4539	4163	4020	2875	2166	1524	1147
5	1602	1838	2842	3622	3800	4332	4358	4034	2607	2075	1481	1002
6	1237	2000	3164	3490	3932	3992	4232	3814	3002	2101	1137	1075
7	1083	2190	2836	3923	4150	4504	3986	3879	2679	2300	1246	1180
8	972	2113	2852	3494	4367	4359	4135	3853	2736	2004	1505	1160
9	1069	1829	2538	3426	3933	4453	4592	3978	2765	2258	1539	810
10	1108	2070	3036	3020	4470	4344	4396	3928	2737	2124	1278	772
11	1021	1863	2901	3029	3887	4026	4269	3812	3000	2334	1414	957
12	1163	1962	2917	3534	4312	4344	4562	3713	2801	2304	1297	1028
13	1253	2047	2672	3602	4526	4068	4649	3935	2612	2493	1345	1032
14	1267	2028	3137	3313	4275	4380	4605	3936	2693	2182	1405	867
15	1393	1820	2611	3526	4224	4487	4526	4001	2834	2200	1291	774
16	1525	1834	2668	3016	4149	4252	4640	3917	2583	2442	1083	1024
17	1279	2047	3221	3465	4155	4235	4508	4034	2426	2504	1419	669
18	1183	2441	2995	3588	3959	4341	4623	3873	2562	2186	1483	1099
19	1269	2050	3025	4091	3933	4057	4531	3599	2739	2178	1237	1128
20	1364	2161	2872	3569	3926	4238	4538	3692	2828	1936	1491	861
21	1083	2104	3095	3715	4156	4532	4709	3513	2735	2041	1292	844
22	1239	1935	3140	3627	4170	4014	4729	3798	2861	2136	1247	1250
23	1205	1915	2758	3592	4127	4491	4415	4172	2658	2341	1131	1036
24	1148	1990	2852	3511	4361	4608	4094	4102	2712	1878	1283	1147
25	1435	1897	2882	3667	4254	4371	4229	3693	2609	2383	1281	866
26	1495	2233	2998	3536	4360	4564	4335	3789	2582	2258	1298	883
27	1406	1987	3178	3126	4428	4647	4605	3741	2725	2247	1151	751
28	1286	2126	2853	2673	4142	4419	4358	3587	2704	2237	1254	857
29	1300	2236	3145	3455	4156	4180	4341	3604	2810	1967	1364	742
30	1307	/	3018	2962	4575	4428	4359	3602	2733	1837	1169	863
31	1259	/	3070	/	4328	/	4535	3301	/	1741	/	775

Prilog P3 - Razlika dnevne precrpljene vode i dnevne potrošene vode, period bilianciranja od 5 dana

	Mjesec											
Dan	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	469	1090	2201	2854	2069	2316	2432	1514	735	770	103	134
2	446	1297	1613	2336	2394	2855	2341	1723	595	690	212	293
3	636	1239	1975	2346	2575	2780	2191	1633	693	445	386	86
4	716	984	2222	2613	2391	2817	2183	1654	589	408	352	176
5	926	1142	2049	2538	2188	2602	2370	1668	337	339	313	42
6	561	1301	2367	2382	2318	2253	2235	1448	747	387	-26	126
7	407	1487	2036	2791	2533	2757	1981	1513	440	609	88	242
8	296	1407	2049	2338	2748	2603	2121	1487	513	335	352	233
9	393	1119	1731	2246	2311	2688	2569	1612	558	611	391	-106
10	432	1357	2226	1816	2846	2571	2365	1562	546	499	135	-133
11	345	1147	2088	1801	2261	2244	2229	1446	825	732	276	63
12	487	1242	2100	2281	2683	2554	2514	1347	642	724	164	145
13	577	1324	1852	2325	2895	2269	2592	1569	469	935	217	160
14	591	1302	2314	2012	2641	2572	2539	1570	566	646	282	5
15	717	1090	1784	2201	2588	2671	2452	1635	723	687	173	-77
16	849	1101	1838	1667	2511	2427	2557	1551	488	951	-30	184
17	603	1311	2388	2092	2514	2402	2417	1668	347	1035	311	-160
18	507	1701	2158	2191	2316	2499	2523	1507	499	739	380	281
19	593	1307	2185	2670	2287	2206	2404	1233	692	754	138	321
20	688	1415	2028	2124	2278	2379	2385	1326	796	534	397	65
21	407	1354	2248	2246	2505	2664	2529	1147	719	661	203	59
22	563	1182	2290	2133	2517	2138	2523	1432	861	778	163	476
23	529	1159	1904	2074	2472	2606	2182	1806	674	1006	52	273
24	472	1230	1995	1969	2703	2714	1834	1736	744	565	209	395
25	759	1134	2022	2101	2594	2469	1943	1327	657	1092	212	125
26	819	1467	2134	1946	2697	2653	2022	1423	646	989	240	152
27	730	1217	2311	1534	2763	2728	2266	1375	811	1001	104	31
28	610	1353	1962	1078	2474	2491	1992	1221	812	1013	218	148
29	624	1459	2230	1858	2486	2243	1975	1238	941	765	339	44
30	631	/	2079	1362	2896	2483	1993	1236	886	640	155	176
31	580	/	2107	/	2641	/	2169	951	/	549	/	99

Prilog P4 – Dnevne kanalizacijske otpadne vode tijekom jedne godine

	Mjesec											
Dan	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	473	478	546	691	1121	1187	1368	1656	1634	1277	831	702
2	473	480	548	708	1123	1193	1374	1656	1623	1262	828	695
3	473	483	551	725	1125	1199	1380	1656	1612	1246	824	687
4	473	485	553	742	1127	1205	1386	1656	1600	1231	821	680
5	473	487	555	759	1128	1211	1392	1656	1589	1215	817	672
6	473	490	558	776	1130	1217	1398	1656	1578	1200	814	664
7	473	492	560	792	1132	1223	1404	1656	1567	1184	810	657
8	473	494	562	809	1133	1229	1410	1656	1556	1168	807	649
9	473	497	565	826	1135	1235	1416	1656	1545	1153	803	641
10	473	499	567	843	1137	1241	1422	1656	1534	1137	800	634
11	473	501	569	860	1138	1247	1428	1656	1522	1122	797	626
12	473	504	572	877	1140	1253	1434	1656	1511	1106	793	618
13	473	506	574	894	1142	1259	1440	1656	1500	1091	790	611
14	473	508	576	911	1144	1265	1446	1656	1489	1075	786	603
15	473	511	579	927	1145	1271	1452	1656	1478	1059	783	595
16	473	513	581	944	1147	1277	1458	1656	1467	1044	779	588
17	473	515	583	961	1149	1283	1464	1656	1456	1028	776	580
18	473	518	586	978	1150	1289	1470	1656	1444	1013	772	573
19	473	520	588	995	1152	1295	1489	1656	1433	997	769	565
20	473	522	590	1012	1154	1301	1507	1656	1422	982	766	557
21	473	525	593	1029	1155	1307	1526	1656	1411	966	762	550
22	473	527	595	1046	1157	1313	1544	1656	1400	950	759	542
23	473	529	598	1062	1159	1320	1563	1656	1389	935	755	534
24	473	532	600	1079	1161	1326	1582	1656	1377	919	752	527
25	473	534	602	1096	1162	1332	1600	1656	1366	904	748	519
26	473	537	605	1113	1164	1338	1619	1656	1355	888	741	511
27	473	539	607	1115	1166	1344	1638	1656	1340	873	733	504
28	473	541	624	1116	1167	1350	1656	1656	1324	857	725	496
29	473	544	641	1118	1169	1356	1656	1656	1308	841	718	488
30	473	/	658	1120	1175	1362	1656	1656	1293	838	710	481
31	476	/	674	/	1181	/	1656	1645	/	835	/	473

Literatura:

Đurin, B. Održivost rada urbanog vodoopskrbnog sustava. Doktorska disertacija. Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu. Godina 2014. [Đ1]

Margeta, J. Vodoopskrba i odvodnja naselja: Dio 1 :Vodoopskrba naselja. Split: Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu. Godina 2012.