

# Analiza režima spregnutog rada crpne stanice i vodospreme u turističkim naseljima - primjer otoka Raba

---

Radovčić, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

*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:123:168314>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-20**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**  
**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**MARIO RADOVČIĆ**

**ANALIZA REŽIMA SPREGNUTOG RADA CRPNE STANICE I VODOSPREME U  
TURISTIČKIM NASELJIMA – PRIMJER OTOKA RABA**

**ZAVRŠNI RAD**

Split, 2020.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Mario Radovčić

BROJ INDEKSA: 4391

KATEDRA: Katedra za gospodarenje vodama i zaštitu voda

PREDMET: Vodoopskrba i kanalizacija

## **ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Analiza režima spregnutog rada crpne stanice i vodospreme u turističkim naseljima – primjer otoka Raba

Opis zadatka: Zadatak je da se analizira režim rada crpne stanice i vodospreme na jednom turističkom otoku u Hrvatskoj, otoku Rabu. Cilj je odrediti optimalno upravljanje crpnom stanicom i vodospremom tijekom cijele godine a sve kako bi se ostvarila dobra kakvoća vode za piće te smanjili troškovi crpljenja.

Dimenzionirati će se crpna stanica (konstantni rad 24 sata) i potrebni volumen vodospreme za vršni tjedan/mjesec u godini.

Zatim će se pojedinačno dimenzionirati kapacitet crpne stanice i potrebnog volumena vodospreme za svaki mjesec u godini.

Rezultati će se prezentirati tablično i grafički.

Temeljem dobivenih rezultata analizirati će se problem izbora potrebnog broja crpnih agregata i veličine i broje vodnih komora u vodospremi s ciljem da se racionalizira rad i potrošnja energije crpne stanice te minimizira vrijeme zadržavanja vode u vodospremi

U Splitu, 7. travnja. 2020.

Voditelj Završnog rada:

Prof. dr. sc. Jure Margeta

## **ANALIZA REŽIMA SPREGNUTOG RADA CRPNE STANICE I VODOSPREME U TURISTIČKIM NASELJIMA – PRIMJER OTOKA RABA**

### **Sažetak:**

U ovom radu se analizira režim rada crpne stanice i vodospreme na jednom turističkom otoku u Hrvatskoj, otoku Rabu. Cilj je odrediti optimalno upravljanje crpnom stanicom i vodospremom tijekom cijele godine a sve kako bi se ostvarila dobra kakvoća vode za piće te smanjili troškovi crpljenja.

### **Ključne riječi:**

Vodoposkrba, vodosprema, crpna stanica, vodne komore

## **ANALYSIS OF COMBINED WORK OF PUMPING STATION AND WATER TANK IN A TOURIST SETTLEMENT – EXAMPLE OF ISLAND RAB**

### **Abstract:**

This paper analyzes the mode of operation of pumping stations and water reservoirs on a tourist island in Croatia, the island of Rab. The goal is to determine the optimal management of the pumping station and reservoir throughout the year and all in order to achieve good quality drinking water and reduce pumping costs.

### **Keywords:**

Water supply, water reservoirs, pumping station, water chambers

1. UVOD.....	1
2. ZNAČAJKE OTOKA RABA.....	2
2.1. POLOŽAJ OTOKA I GEOGRAFSKE ZNAČAJKE .....	2
2.2. STANOVNIŠTVO.....	3
2.3. PRIVREDA I TURIZAM.....	4
3. TEHNIČKI OPIS.....	6
3.1. ZAHVAT I KONDICIONIRANJE.....	6
3.2. TRANSPORT ČISTE VODE DO VODOSPREME I OD VODOSPREME DO NASELJA.....	6
3.3. VODOSPREMA.....	7
3.4. RASPODJELA VODE KORISNICIMA PUTEM VODOVODNE MREŽE U NASELJU.....	7
4. PRORAČUN MJERODAVNIH KOLIČINA.....	8
4.1. STANONIŠTVO.....	8
4.2. TURISTI .....	9
4.3. UKUPNO .....	10
5. DIMENZIONIRANJE.....	11
5.1. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA VRŠNI MJESEC.....	11
5.2. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 1. MJESEC.....	12
5.3. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 2. MJESEC.....	13
5.4. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 3. MJESEC.....	14
5.5. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 4. MJESEC.....	15
5.6. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 5. MJESEC.....	16
5.7. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 6. MJESEC .....	17
5.8. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 7. MJESEC.....	18
5.9. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 9. MJESEC.....	19
5.10. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 10. MJESEC.....	20
5.11. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 11. MJESEC.....	21

5.12 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPROME ZA 12. MJESEC.....	22
5.13 PRIKAZ REZULTATA VOLUMENA VODOSPROME PO MJESECIMA.....	24
6. ODABIR CRPKI.....	25
7. KOMENTAR I ZAKLJUČAK.....	27
8. LITERATURA I IZVORI.....	28

## 1.UVOD

Za održivi razvoj i rad u nekom naselju potrebno je osigurati potrebnu komunalnu infrastrukturu, od kojih je vodoopskrba naselja jedna od najbitnijih dijelova te infrastrukture. Vodoopskrba je grana suvremene tehnike koja za cilj ima povećavanje životnog standarda, razvoja industrije, razvoja turizma te uređenja naseljenog mjesta. Osiguravanje dovoljne količine kvalitetne vode ima i veliki zdravstveni doprinos, osim toga dovoljne količine vode omogućuju povećanje općeg životnog standarda.

Vodoopskrbni sustav je potrebno održavati i po potrebi proširiti, zbog toga je potrebno potrošnju mjeriti i naplaćivati. Zbog toga što voda ima veliki ekonomski i socijalni utjecaj treba težiti ostavarenju što niže cijene vode, ali pri tome ne smanjiti kvalitetu vode i ugroziti održivost sustava. Ovo može predstavljati složen izazov za inženjere.

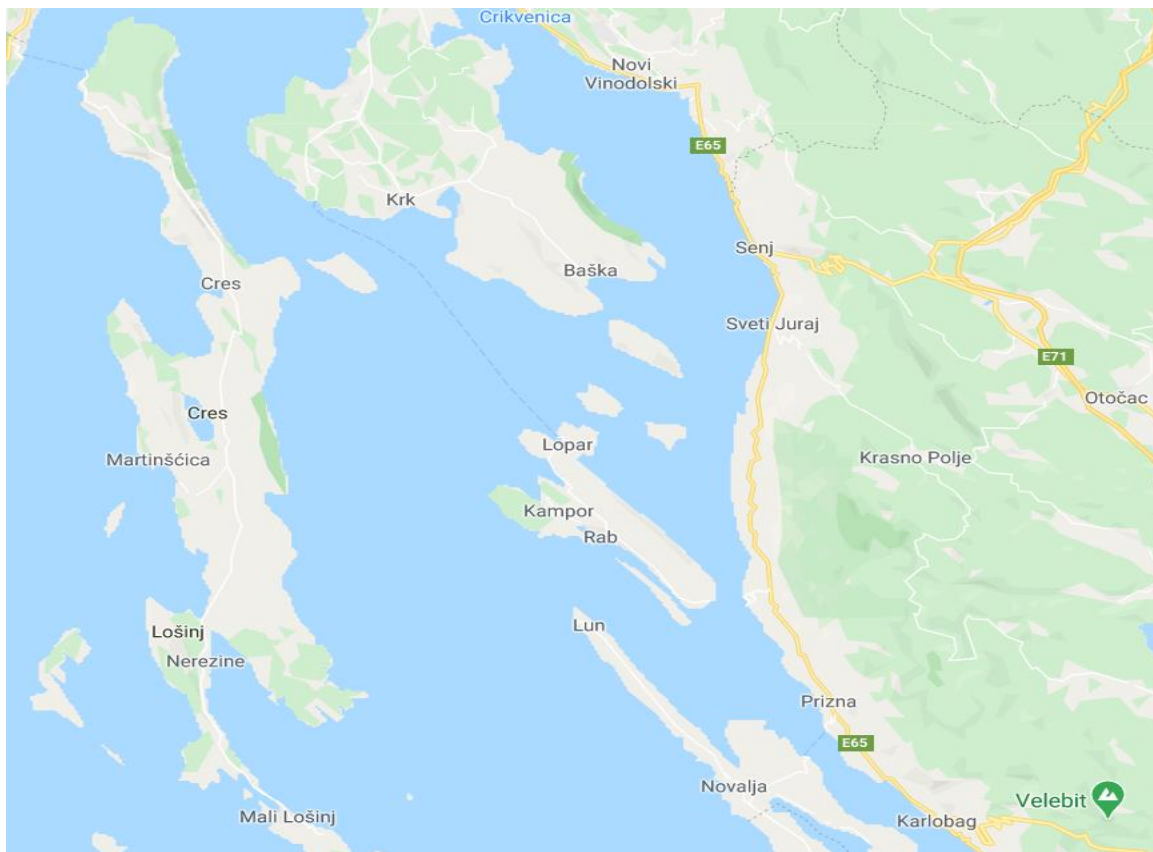
U ovome radu se analizira spregnuti rad crpne stanice i vodospreme što ima veliki utjecaj na taj izazov. Crpna stanica u sustavu vodoopskrbe je objekt koji transportira vodu s jednog mjesta na drugi i pri tome troši najviše energije, što za posljedicu ima veću cijenu vode, a vodosprema je objekt u sustavu koji osigurava kontinuitet i sigurnost (kakvoća i količina) tijekom cijelog vremena potrošnje vode u naselju. Zbog toga je od važnosti da ova dva objekta usklađena i održiva, što u konačnici doprinosi smanjenju cijene vode. Cilj je odrediti optimalno upravljanje crpnom stanicom i vodospremom tijekom cijele godine a sve kako bi se ostvarila dobra kakvoća vode za piće te smanjili troškovi crpljenja. Za ovaj rad se uzima spregnuti rad crpne stanice i vodospreme na primjeru otoka Raba.

Otok Rab ima izražene varijacije potrošnje tijekom godine, maksimum potrošnje se događa za vrijeme ljeta što je posljedica sezonske promjene s obzirom na ljetnu turističku sezonu. Turisti zahtjevaju dovoljne količine vode i zdravstveno ispravne vode, zbog toga je potrebno osigurati te količine. Zbog toga što je turizam izrazito sezonskog karaktera dolazi do velike razlike u potrošnji tijekom sezone i ostatka godine, najveća potrošnja je u vršnim tjednima srpnja i kolovoza gdje je sustav iskorišten maksimalno a u ostatku godine potrošnja se smanjuje te dolazi do minimuma u zimskim mjesecima. Ovo utječe na rad sustava, takvo korištenje vodovoda je vrlo neracionalno i za posljedicu ima i porast cijene vode. Osim cijene ima i utjecaj na kvalitetu vode jer se tijekom zimskih mjeseci voda zadržava u vodospremi i kviri. Ti faktori utječu na umanjeње održivosti sustava, a time na kvalitetu življenja i turističku privredu. Od velike je važnosti je pronaći racionalno rješenje za te probleme. U ovom radu se analizira taj problem i daje rješenje pomoću spregnutog rada crpne stanice i vodospreme.

## 2. ZNAČAJKE OTOKA RABA

### 2.1 PLOLOŽAJ OTOKA I GEOGRAFSKE ZNAČAJKE

Otok Rab se nalazi u Kvarnerskom zaljevu u sjeveroistočnom dijelu Jadranskog mora. Nalazi se južnije od Krka, a istočno od Cresa. Smješten je na 44°46'53" sjeverne geografske širine i 14°46'01" istočne geografske dužine. Osim glavnog otoka rapskoj otočnoj skupini pripada još nekolicina manjih otočića. Otok se pruža u smjeru sjeverozapad-jugoistok u dužini od 22 km te širini od koja varira od 3 do 11 km. Površina otoka Raba iznosi 102,46 km<sup>2</sup>, a ukupna površina uključujući i male otočiće je 109,15 km<sup>2</sup>.



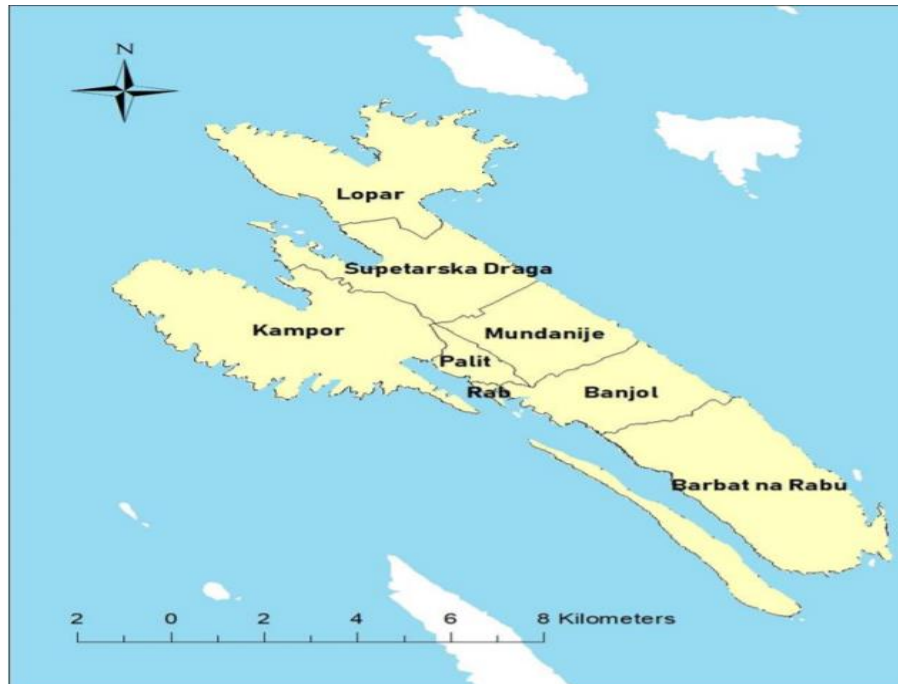
Slika 1: Položaj otoka Raba u Kvarnerskom zaljevu

Za Rab postoje specifične geomorfološke značajke koje činu udoline i grebeni koji se pružaju u smjeru otoka. Prema Köppenovoj klasifikaciji klima Rab pripada u Cfa klimatski tip, što znači da je klima umjereno toplo vlažna s vrućim ljetom, uz prosječnu temperaturu od 14.9°C, koja je najniža tijekom zime u siječnju (8°C) i najvišu u srpnju (26°C), te padaline u godišnjem iznosu od 1108,8 mm. Otok Rab ima u prosjeku godišnje trajanje sunca u iznosu 2417 sati.

U administrativnom smislu otok Rab pripada Goransko-primorskoj županiji, te se dijeli na 2 jedinice lokalne samouprave Općina Lopar koja obuhvaća jedno naselje Lopar i Grad Rab koji



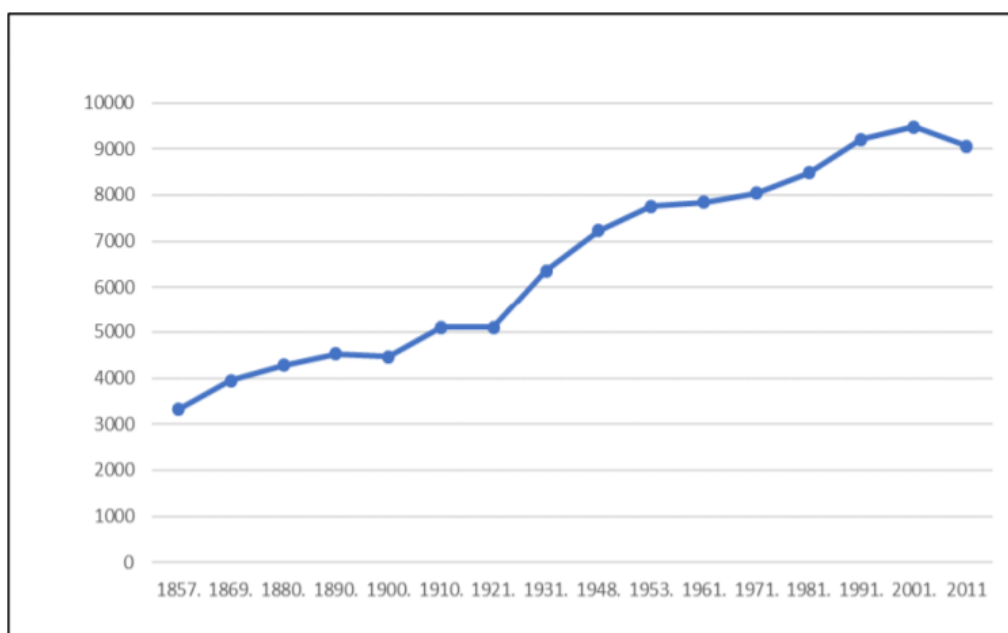
obuhvaća naselja Banjol, Palit, Brbat, Mundanije, Kampor i Supetarsku Dragu. Sva naselja osim Mundanija se nalazu uz more.



Slika 2: Razmještaj naselja na otoku

## 2.2 STANOVNIŠTVO

Broj stanovnika prema popisu iz 2011.godine je 9328 (u proračunu korišten podatak iz 2001.godine od 9480 stanovnika). Broj stanovnika na Rabu je rastao sve do zadnjeg međupopisnog razdoblja, te od tada je zabilžen minimalni pad stanovništva.



Slika 3: Popis stanovništva po godinama

Otok Rab karakterizira relativno mali broj naselja, s obzirom na ostale otoke u Kvarnerskom zaljevu. Na otoku se nalazi 8 naselja: Rab, Lopar, Banjol, Kapor, Mundanije, Palit, Brbat i Supetarska Draga.

Tablica 1: Popis stanovništva po naseljima otoka Raba

	Broj stanovnika 2011. godine	Udio u ukupnom stanovništvu otoka (%)	Površina (km <sup>2</sup> )	Udio u ukupnoj površini otoka (%)	Gustoća naseljenosti (st/km <sup>2</sup> )
Banjol	1907	20,44	8,62	8,42	221,12
Barbat	1242	13,31	24	23,43	51,74
Kapor	1173	12,58	21,95	21,42	53,44
Lopar	1263	13,54	26,47	25,83	47,72
Mundanije	520	5,57	8,15	7,95	63,82
Palit	1687	18,09	2,08	2,03	812,03
Rab	437	4,68	0,39	0,38	1131,01
Supetarska D.	1099	11,78	10,81	10,55	101,69
<b>Otok Rab</b>	<b>9328</b>	<b>100</b>	<b>102,46</b>	<b>100</b>	<b>91,04</b>

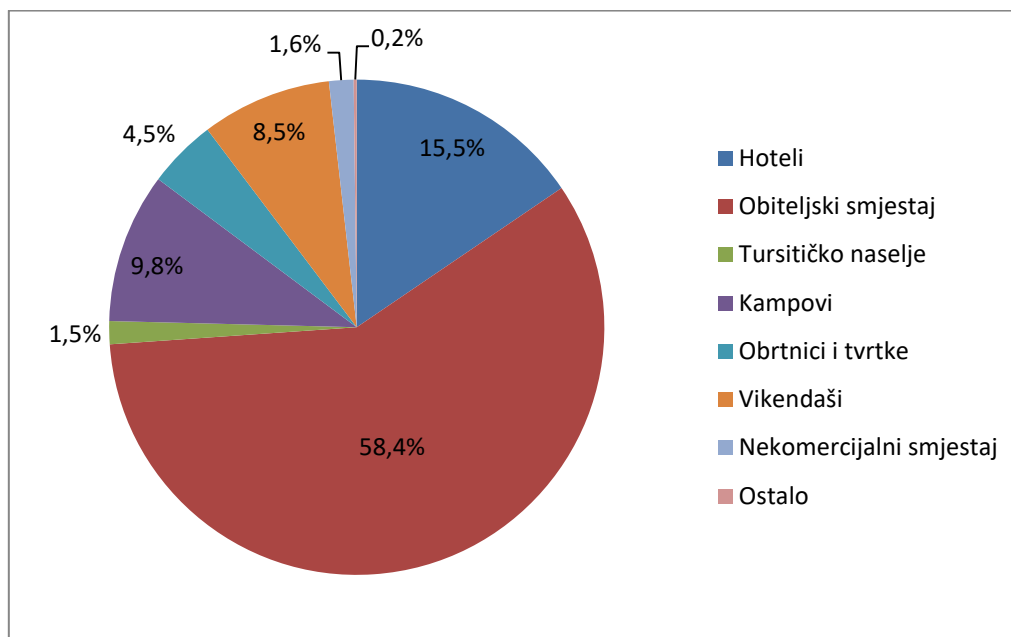
### 2.3 Privreda i turizam

Razvojem turizma povećao se je broj stanovništva u tercijarnim djelatnostima, a smanjio se je broj poljoprivrednog stanovništva. Danas je najvažnija i najveća grana privrede turizam koji ima stoljetnu tradiciju. Privlačnost Raba kao turističke destinacije se očituje u njegovom prirodnom bogastvu ,pješčanim i kamenim plažama, bogatoj prošlosti i kulturnom-povijesnom naslijeđu. U 2018 godini zabilježen je porast noćenja od 1% u odnosu na 2017 godinu.

Tablica 2: Broj dolazaka i noćenja za 2018. godinu

MJESEC	RAB		LOPAR		UKUPNO	
	DOLASCI	NOĆENJA	DOLASCI	NOĆENJA	DOLASCI	NOĆENJA
1	104	904	53	474	157	1378
2	107	898	55	471	162	1369
3	1496	4693	762	2459	2258	7152
4	4539	16420	2313	8604	6852	25024
5	11573	55262	5897	28957	17470	84219
6	28963	183859	14758	96342	43721	280201
7	62295	502816	31743	263475	94038	766291
8	59420	523465	30278	274295	89698	797760
9	18609	148362	9482	77742	28091	226104
10	3479	17805	1773	9330	5252	27135
11	517	2610	263	1368	780	3978
12	1300	5285	662	2769	1962	8054
<b>Σ(ukupno)</b>	<b>192402</b>	<b>1462379</b>	<b>98041</b>	<b>766286</b>	<b>290443</b>	<b>2228665</b>

S obzirom na smještaj najviše noćenja se ostvari u obiteljskom smještaju potom u hotelima, ovi podaci utječu na količinu potrošene vode po turistu/noćenju.

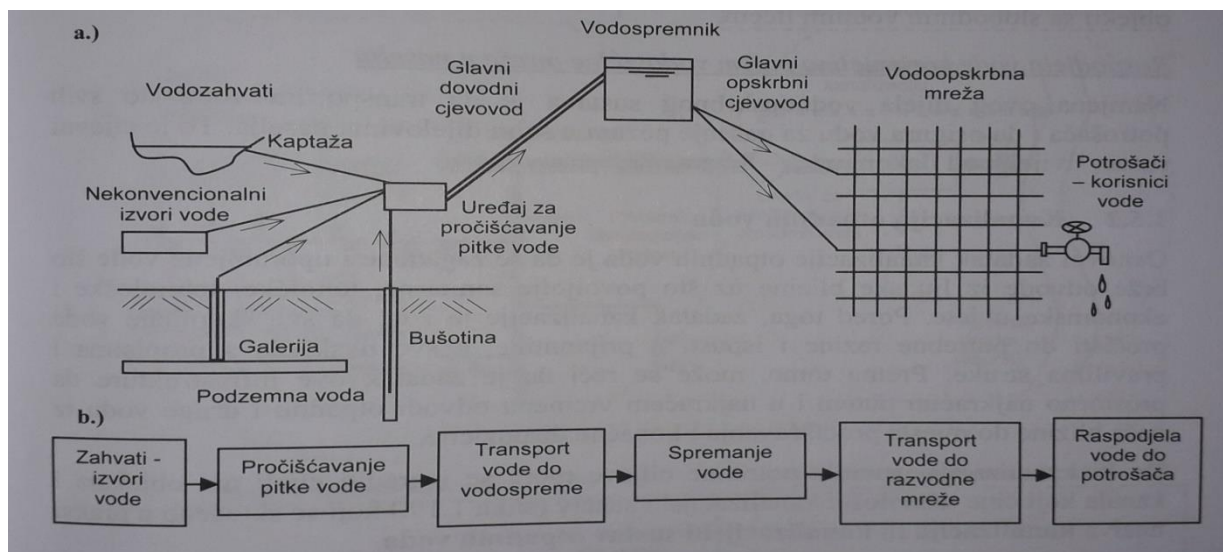


Slika 4: Ostvarena noćenja s obzirom na smještaj

### 3. TEHNIČKI OPIS

Sustav objekata koji za svrhu ima dobivanje vode iz izvora, njeno korištenje, transportiranje i raspodjele do potrošača, nazivamo sustavom za opskrbu vodom ili „vodovodom“. Svrha vodovoda je da osigurava trajnu, sigurnu i učinkovitu opskrbu vodom.

Sustav objekata se dijeli po redu: zahvat; postrojenje za preradu vode; crpne stanice; vodospreme i cjevovoda raznih karakteristika i veličina. Tlak u sustavu osiguravaju crpna stanica i položaj vodospreme. Vodovod se dimenzionira u skladu s mjerodavnim količinama za pojedino naselje (stanovništvo, turizam, industrija...), uzimajući u obzir protupožarne potrebe i moguće gubitke.



Slika 5: Elementi vodovoda

#### 3.1 ZAHVAT I KONDICIONIRANJE

Zahvat vode služi za prikupljanje vode radi daljne distribucije te vode korisnicima vodovoda. Zahvat može prikupljati kopnenu i morsku vodu, te samu kišnicu. Glavni uvjet je da mora imati dovoljan i siguran kapacitet. Kondicioniranje vode se vrši u postrojenju za preradu sirove vode u vodu za piće, ako se gleda sa zdravstvenog aspekta ovaj objekt je najvažniji u sustavu. Postrojenje mora biti pouzdano jer o njemu ovisi upotrebljivost cjelokupnog vodoopskrbnog sustava. Za opskrbu otoka Raba koristi se prethodno kondicionirana voda iz vodovoda Hrvatsko primorje-južni ogranak.

#### 3.2 TRANSPORT ČISTE VODE DO VODOSPREME I OD VODOSPREME DO NASELJA

Od postrojenja do potrošača transportira se kondicionirana (čista) voda, iz tog razloga transportni sustav bi morao biti zatvoren i bez mogućnosti kontaminiranja vode (kontakt s okolišem ili ljudima). Ovaj uvjet se najlakše postiže ako je sustav uvijek pod tlakom. Transportni sustav mora osigurati potrebni kapacitet u skladu s vršnom potrošnjom u naselju. Za ovaj rad uzima se da se voda doprema na otok do vodospreme podvodnim transportnim

cjevovodom uz pomoć crpne stanice, a od vodospreme se tečenje odvija pod djelovanjem sile teže (gravitacijski) prema potrošačima. Crpna stanica nalazi se na 30 m.n.m te tlači vodu do vodospreme. Manometarska visina se usvaja u veličini od  $H_{man} = 57$  m.

### **3.3 VODOSPREMA**

Vodospreme su građevine koje ima svaki vodoopskrbni sustav. Vodosprema ima zadatak da sačuva kakvoću vode, te osigurava nesmetanu opskrbu korisnika bez razlike na režim dotjecanja do vodospreme. Pod tim se misli da sprema sve viškove, te da svojim kapacitetom nadoknadi trenutne manjkove u dnevnoj potrošnji. Vodosprema još služi za spremanje potrebnih količina vode za potrebe gašenja požara i incidentne situacije koje se javljaju kod prekida opskrbe. Također potrebni tlak u mreži se održaje uz vodospremu. Satna promjenjivost potrošnje je odabrana je za malo naselje do 10000 stanovnika. Vodosprema se nalazi u ovom primjeru na 80 m n.m.

### **3.4 RASPODJELA VODE KORISNICIMA PUTEM VODOVODNE MREŽE U NASELJU**

Pomoću vodovodne mreže u naselju voda se transportira do svih korisnika (potrošača), mreža još osigurava vodu potrebnu za gašenje požara u svim dijelovima naselja. Vodovodna mreža je cijevni sustav koji je uvijek pod tlakom od 3-8 bara.

## 4. PRORAČUN MJERODAVNIH KOLIČINA

### 4.1 STANOVNIŠTVO

$$M=9480$$

$$q_{\text{spec}}=150 \text{ l/stan/dan}=0.15(\text{m}^3/\text{stan/dan})$$

$$Q_{\text{god}}=M \cdot q_{\text{spec}} \cdot 365=519\,030 \text{ (m}^3/\text{god.)}$$

$$Q_{\text{srednje/dnevno}}=Q_{\text{mjesečno}}/31(30,28)$$

$$Q_{\text{dnevno/max}}=Q_{\text{srednje/dnevno}} \cdot K_d$$

$$Q_{\text{srednje/satno}}=Q_{\text{dnevno/max}}/24$$

$$Q_{\text{satno/max}}=Q_{\text{srednje/satno}} \cdot K_s$$

Tablica 3: Mjerodavne količine vode za stanovništvo

	Mjesečne varijacije	$Q_{\text{mjesečno}}$	$Q_{\text{dnev./sred}}$	$Q_{\text{dnev./max}}$	$Q_{\text{sat./sred}}$	$Q_{\text{sat./max}}$
MJESEC	%	$\text{m}^3/\text{mj.}$	$\text{m}^3/\text{dan}$	$\text{m}^3/\text{dan}$	$\text{m}^3/\text{sat}$	$\text{m}^3/\text{sat}$
1	5,0	25951,5	837,1	1255,7	52,3	94,2
2	5,0	25951,5	926,8	1390,3	57,9	104,3
3	6,0	31141,8	1004,6	1506,9	62,8	113,0
4	8,0	41522,4	1384,1	2076,1	86,5	155,7
5	10,0	51903,0	1674,3	2511,4	104,6	188,4
6	12,0	62283,6	2076,1	3114,2	129,8	233,6
7	12,5	64878,8	2092,9	3139,3	130,8	235,4
8	12,5	64878,8	2092,9	3139,3	130,8	235,4
9	10,0	51903,0	1730,1	2595,2	108,1	194,6
10	8,0	41522,4	1339,4	2009,1	83,7	150,7
11	6,0	31141,8	1038,1	1557,1	64,9	116,8
12	5,0	25951,5	837,1	1255,7	52,3	94,2
$\Sigma(\text{ukupno})$	100,0	519030,0				

\*mjesečne varijacije uzete za potrošnju u malim naseljima gradskog tipa

\* $K_d=1,5$ (koeficijent dnevne neravnomjernosti)

\* $K_s=1.8$ (koeficijent satne neravnomjernosti)

## 5.2 TURIZAM

$$q_{\text{turista}}=280 \text{ l/tur./dan}=0.28(\text{m}^3/\text{tur./dan})$$

$$Q_{\text{turista/mj}}= q_{\text{turista}} \cdot \text{Broj noćenja po mjesecu}$$

$$Q_{\text{srednje/dnevno}}= Q_{\text{turista/mj}}/31(30,28)$$

$$Q_{\text{srednje/satno}}= Q_{\text{srednje/dnevno}} / 24$$

Za turiste se usvaja ista jedinična potrošnja bez koeficijenta neravnomjernosti.

$$Q_{\text{srednje/dnevno}}= Q_{\text{max/dnevno}}$$

$$Q_{\text{srednje/satno}}= Q_{\text{max/satno}}$$

Tablica 4: Mjerodavne količine vode za turizam

MJESEC	NOĆENJA	$Q_{\text{mjesečno}}$ $\text{m}^3/\text{mj}$	$Q_{\text{dnev./sred}}$ $\text{m}^3/\text{dan}$	$Q_{\text{sat./sred}}$ $\text{m}^3/\text{dan}$
1	1378	385,8	12,4	0,5
2	1369	383,2	13,7	0,6
3	7152	2002,6	64,6	2,7
4	25024	7006,7	233,6	9,7
5	84219	23581,4	760,7	31,7
6	280201	78456,3	2615,2	109,0
7	766291	214561,6	6921,3	288,4
8	797760	223372,9	7205,6	300,2
9	226104	63309,0	2110,3	87,9
10	27135	7597,7	245,1	10,2
11	3978	1113,7	37,1	1,5
12	8054	2255,2	72,7	3,0
	$\Sigma=2228665$			

### 5.3 UKUPNO(Stanovništvo i turizam)

Tablica 5: Ukupne mjerodavne količine vode

MJESEC	STANOVNIŠTVO	TURIZAM	UKUPNO	STANOVNIŠTVO	TURIZAM	UKUPNO
	$Q_{\text{dnev./max}}$	$Q_{\text{dnev./sred}}$	$Q_{\text{dnev./max}}$	$Q_{\text{sat./max}}$	$Q_{\text{sred./sat}}$	$Q_{\text{sat./max}}$
	$\text{m}^3/\text{dan}$	$\text{m}^3/\text{dan}$	$\text{m}^3/\text{dan}$	$\text{m}^3/\text{sat}$	$\text{m}^3/\text{sat}$	$\text{m}^3/\text{sat}$
1	1255,7	12,4	1268,2	94,2	0,52	94,7
2	1390,3	13,7	1403,9	104,3	0,57	104,8
3	1506,9	64,6	1571,5	113,0	2,69	115,7
4	2076,1	233,6	2309,7	155,7	9,73	165,4
5	2511,4	760,7	3272,1	188,4	31,70	220,1
6	3114,2	2615,2	5729,4	233,6	108,97	342,5
7	3139,3	6921,3	10060,6	235,4	288,39	523,8
8	3139,3	7205,6	10344,9	235,4	300,23	535,7
9	2595,2	2110,3	4705,5	194,6	87,93	282,6
10	2009,1	245,1	2254,2	150,7	10,21	160,9
11	1557,1	37,1	1594,2	116,8	1,55	118,3
12	1255,7	72,7	1328,5	94,2	3,03	97,2

\* Za turiste se usvaja ista jedinična potrošnja bez koeficijenata neravnomjernosti.

$$Q_{\text{srednje/dnevno}} = Q_{\text{max/dnevno}}$$

$$Q_{\text{srednje/satno}} = Q_{\text{max/satno}}$$



## 5.DIMENZIONIRANJE

Dotok u vodospremu je kontinuiran, crpka radi 24 h. Satna promjenjivost potrošnje je odabrana je za malo naselje do 10000 stanovnika. Ukupan volumen vodospreme se određuje prema izrazu:

$$V_{UKUPNO}=V_1+V_2+V_3$$

Gdje je:

$V_1$ -volumen za izravnavanje režima dotjecanja i potrošnje vode tijekom dana.

$V_2$ -volumen potreban za gašenje požara u skladu s pravilnikom o protupožarnoj zaštiti.

$V_3$ -rezervni volumen u slučaju incidentne situacije.

Požarne količine ( $V_2$ )

$$V_2=V_{POZARNO}=q*n*c=15*1*7,2=108m^3$$

$$C=T*60*60/3600=2*60*60/1000=7,2$$

$$T=2h$$

$$q=15l/s$$

$$n=1$$

Rezervni volumen ( $V_3$ )

$$q_{incidentno}=40 l/stan/dan$$

$$n=9480$$

$$t=1 dan$$

$$V_3=V_{incidentno}=q_{incidentno} * n * t=40*9480*1=379200 l=379,2 m^3$$

### 5.1. PRORAČUN VOLUMENA VODOSPROME ZA VRŠNI MJESEC(kolovoz)

$$V_{UKUPNO}=V_1+V_2+V_3$$

$V_1$ - volumen izravnavanja

$$Q_{dnev./max}=10344,9 m^3/dan$$

$$DOTOK= Q_{dnev./max}/24=431,04 m^3/h$$

Tablica 6: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	206,90	431,04	224,14	0,00	224,14
2	1-2	1,6	165,52	431,04	265,52	0,00	489,66
3	2-3	1,4	144,83	431,04	286,21	0,00	775,87
4	3-4	1,2	124,14	431,04	306,90	0,00	1082,77
5	4-5	1,2	124,14	431,04	306,90	0,00	1389,66
6	5-6	1,2	124,14	431,04	306,90	0,00	1696,56
7	6-7	1,6	165,52	431,04	265,52	0,00	1962,08
8	7-8	2	206,90	431,04	224,14	0,00	2186,22
9	8-9	2,8	289,66	431,04	141,38	0,00	2327,60
10	9-10	4	413,80	431,04	17,24	0,00	2344,84
11	10-11	5	517,25	431,04	0,00	-86,21	2258,64
12	11-12	6,2	641,38	431,04	0,00	-210,35	2048,29
13	12-13	7,8	806,90	431,04	0,00	-375,86	1672,43
14	13-14	10,2	1055,18	431,04	0,00	-624,14	1048,28
15	14-15	5,6	579,31	431,04	0,00	-148,28	900,01
16	15-16	5	517,25	431,04	0,00	-86,21	813,80
17	16-17	3,8	393,11	431,04	37,93	0,00	851,73
18	17-18	3,4	351,73	431,04	79,31	0,00	931,04
19	18-19	7,4	765,52	431,04	0,00	-334,49	596,56
20	19-20	8	827,59	431,04	0,00	-396,55	200,00
21	20-21	7	724,14	431,04	0,00	-293,11	-93,10
22	21-22	5,2	537,93	431,04	0,00	-106,90	-200,00
23	22-23	3,8	393,11	431,04	37,93	0,00	-162,07
24	23-24	2,6	268,97	431,04	162,07	0,00	0,00
	Σ=	100	10344,9	10344,9			

$$V_1 = V_{\max} + |V_{\min}| = 2344,84 + 200,00 = 2544,84 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2 = V_{\text{POZARNO}} = 108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen (incidentni)

$$V_3 = V_{\text{incidentno}} = 379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}} = 2544,84 + 108 + 379,2 = 3032,04 \text{ m}^3$$

## 5.2 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 1. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}} = V_1 + V_2 + V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnjanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=1268,2 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=52,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 7: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	25,36	52,84	27,48	0,00	27,48
2	1-2	1,6	20,29	52,84	32,55	0,00	60,03
3	2-3	1,4	17,75	52,84	35,09	0,00	95,12
4	3-4	1,2	15,22	52,84	37,62	0,00	132,74
5	4-5	1,2	15,22	52,84	37,62	0,00	170,36
6	5-6	1,2	15,22	52,84	37,62	0,00	207,98
7	6-7	1,6	20,29	52,84	32,55	0,00	240,54
8	7-8	2	25,36	52,84	27,48	0,00	268,01
9	8-9	2,8	35,51	52,84	17,33	0,00	285,35
10	9-10	4	50,73	52,84	2,11	0,00	287,46
11	10-11	5	63,41	52,84	0,00	-10,57	276,89
12	11-12	6,2	78,63	52,84	0,00	-25,79	251,10
13	12-13	7,8	98,92	52,84	0,00	-46,08	205,03
14	13-14	10,2	129,36	52,84	0,00	-76,51	128,51
15	14-15	5,6	71,02	52,84	0,00	-18,18	110,33
16	15-16	5	63,41	52,84	0,00	-10,57	99,77
17	16-17	3,8	48,19	52,84	4,65	0,00	104,42
18	17-18	3,4	43,12	52,84	9,72	0,00	114,14
19	18-19	7,4	93,85	52,84	0,00	-41,01	73,13
20	19-20	8	101,46	52,84	0,00	-48,61	24,52
21	20-21	7	88,77	52,84	0,00	-35,93	-11,41
22	21-22	5,2	65,95	52,84	0,00	-13,10	-24,52
23	22-23	3,8	48,19	52,84	4,65	0,00	-19,87
24	23-24	2,6	32,97	52,84	19,87	0,00	0,00
	Σ=	100	1268,2	1268,2			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=287,46+24,52=311,98 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=311,98+108+379,2=799,18 \text{ m}^3$$

### 5.3 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 2. MJSEEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnjanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=1403,9 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=58,50 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 8: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	28,08	58,50	30,42	0,00	30,42
2	1-2	1,6	22,46	58,50	36,03	0,00	66,45
3	2-3	1,4	19,65	58,50	38,84	0,00	105,29
4	3-4	1,2	16,85	58,50	41,65	0,00	146,94
5	4-5	1,2	16,85	58,50	41,65	0,00	188,59
6	5-6	1,2	16,85	58,50	41,65	0,00	230,24
7	6-7	1,6	22,46	58,50	36,03	0,00	266,27
8	7-8	2	28,08	58,50	30,42	0,00	296,69
9	8-9	2,8	39,31	58,50	19,19	0,00	315,88
10	9-10	4	56,16	58,50	2,34	0,00	318,22
11	10-11	5	70,20	58,50	0,00	-11,70	306,52
12	11-12	6,2	87,04	58,50	0,00	-28,55	277,97
13	12-13	7,8	109,50	58,50	0,00	-51,01	226,96
14	13-14	10,2	143,20	58,50	0,00	-84,70	142,26
15	14-15	5,6	78,62	58,50	0,00	-20,12	122,14
16	15-16	5	70,20	58,50	0,00	-11,70	110,44
17	16-17	3,8	53,35	58,50	5,15	0,00	115,59
18	17-18	3,4	47,73	58,50	10,76	0,00	126,35
19	18-19	7,4	103,89	58,50	0,00	-45,39	80,96
20	19-20	8	112,31	58,50	0,00	-53,82	27,14
21	20-21	7	98,27	58,50	0,00	-39,78	-12,64
22	21-22	5,2	73,00	58,50	0,00	-14,51	-27,14
23	22-23	3,8	53,35	58,50	5,15	0,00	-21,99
24	23-24	2,6	36,50	58,50	21,99	0,00	0,00
	Σ=	100	1403,9	1403,9			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=318,22+27,14=345,36 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=345,36+108+379,2=832,56 \text{ m}^3$$

#### 5.4 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 3. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnjanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=1571,5 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=65,48 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 9: Izračun volumena izravnivanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	31,43	65,48	34,05	0,00	34,05
2	1-2	1,6	25,14	65,48	40,34	0,00	74,38
3	2-3	1,4	22,00	65,48	43,48	0,00	117,86
4	3-4	1,2	18,86	65,48	46,62	0,00	164,48
5	4-5	1,2	18,86	65,48	46,62	0,00	211,10
6	5-6	1,2	18,86	65,48	46,62	0,00	257,73
7	6-7	1,6	25,14	65,48	40,34	0,00	298,06
8	7-8	2	31,43	65,48	34,05	0,00	332,11
9	8-9	2,8	44,00	65,48	21,48	0,00	353,59
10	9-10	4	62,86	65,48	2,62	0,00	356,21
11	10-11	5	78,58	65,48	0,00	-13,10	343,11
12	11-12	6,2	97,43	65,48	0,00	-31,95	311,16
13	12-13	7,8	122,58	65,48	0,00	-57,10	254,06
14	13-14	10,2	160,29	65,48	0,00	-94,81	159,25
15	14-15	5,6	88,00	65,48	0,00	-22,52	136,72
16	15-16	5	78,58	65,48	0,00	-13,10	123,62
17	16-17	3,8	59,72	65,48	5,76	0,00	129,39
18	17-18	3,4	53,43	65,48	12,05	0,00	141,44
19	18-19	7,4	116,29	65,48	0,00	-50,81	90,62
20	19-20	8	125,72	65,48	0,00	-60,24	30,38
21	20-21	7	110,01	65,48	0,00	-44,53	-14,14
22	21-22	5,2	81,72	65,48	0,00	-16,24	-30,38
23	22-23	3,8	59,72	65,48	5,76	0,00	-24,62
24	23-24	2,6	40,86	65,48	24,62	0,00	0,00
	Σ=	100	1571,5	1571,5			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=356,21+30,38=386,59 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=386,59+108+379,2=873,79 \text{ m}^3$$

## 5.5 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 4. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnivanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=2309,7 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=96,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 10: Izračun volumena izravnanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	46,19	96,24	50,04	0,00	50,04
2	1-2	1,6	36,96	96,24	59,28	0,00	109,33
3	2-3	1,4	32,34	96,24	63,90	0,00	173,23
4	3-4	1,2	27,72	96,24	68,52	0,00	241,75
5	4-5	1,2	27,72	96,24	68,52	0,00	310,27
6	5-6	1,2	27,72	96,24	68,52	0,00	378,79
7	6-7	1,6	36,96	96,24	59,28	0,00	438,07
8	7-8	2	46,19	96,24	50,04	0,00	488,12
9	8-9	2,8	64,67	96,24	31,57	0,00	519,68
10	9-10	4	92,39	96,24	3,85	0,00	523,53
11	10-11	5	115,49	96,24	0,00	-19,25	504,28
12	11-12	6,2	143,20	96,24	0,00	-46,96	457,32
13	12-13	7,8	180,16	96,24	0,00	-83,92	373,40
14	13-14	10,2	235,59	96,24	0,00	-139,35	234,05
15	14-15	5,6	129,34	96,24	0,00	-33,11	200,94
16	15-16	5	115,49	96,24	0,00	-19,25	181,70
17	16-17	3,8	87,77	96,24	8,47	0,00	190,17
18	17-18	3,4	78,53	96,24	17,71	0,00	207,87
19	18-19	7,4	170,92	96,24	0,00	-74,68	133,19
20	19-20	8	184,78	96,24	0,00	-88,54	44,65
21	20-21	7	161,68	96,24	0,00	-65,44	-20,79
22	21-22	5,2	120,10	96,24	0,00	-23,87	-44,65
23	22-23	3,8	87,77	96,24	8,47	0,00	-36,19
24	23-24	2,6	60,05	96,24	36,19	0,00	0,00
	Σ=	100	2309,7	2309,7			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=523,59+44,65=568,18 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=568,18+108+379,2=1055,38 \text{ m}^3$$

## 5.6 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 5. MJSEEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnavanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=3272,1 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=136,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 11: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	65,44	136,34	70,90	0,00	70,90
2	1-2	1,6	52,35	136,34	83,98	0,00	154,88
3	2-3	1,4	45,81	136,34	90,53	0,00	245,41
4	3-4	1,2	39,27	136,34	97,07	0,00	342,48
5	4-5	1,2	39,27	136,34	97,07	0,00	439,55
6	5-6	1,2	39,27	136,34	97,07	0,00	536,62
7	6-7	1,6	52,35	136,34	83,98	0,00	620,61
8	7-8	2	65,44	136,34	70,90	0,00	691,50
9	8-9	2,8	91,62	136,34	44,72	0,00	736,22
10	9-10	4	130,88	136,34	5,45	0,00	741,68
11	10-11	5	163,61	136,34	0,00	-27,27	714,41
12	11-12	6,2	202,87	136,34	0,00	-66,53	647,88
13	12-13	7,8	255,22	136,34	0,00	-118,89	528,99
14	13-14	10,2	333,75	136,34	0,00	-197,42	331,57
15	14-15	5,6	183,24	136,34	0,00	-46,90	284,67
16	15-16	5	163,61	136,34	0,00	-27,27	257,41
17	16-17	3,8	124,34	136,34	12,00	0,00	269,40
18	17-18	3,4	111,25	136,34	25,09	0,00	294,49
19	18-19	7,4	242,14	136,34	0,00	-105,80	188,69
20	19-20	8	261,77	136,34	0,00	-125,43	63,26
21	20-21	7	229,05	136,34	0,00	-92,71	-29,45
22	21-22	5,2	170,15	136,34	0,00	-33,81	-63,26
23	22-23	3,8	124,34	136,34	12,00	0,00	-51,26
24	23-24	2,6	85,07	136,34	51,26	0,00	0,00
	Σ	100	3272,1	3272,1			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=741,68+63,26=804,94 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=804,94+108+379,2=1292,14 \text{ m}^3$$

## 5.7 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 6. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnjanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=5729,4 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=238,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 12: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	114,59	238,73	124,14	0,00	124,14
2	1-2	1,6	91,67	238,73	147,05	0,00	271,19
3	2-3	1,4	80,21	238,73	158,51	0,00	429,71
4	3-4	1,2	68,75	238,73	169,97	0,00	599,68
5	4-5	1,2	68,75	238,73	169,97	0,00	769,65
6	5-6	1,2	68,75	238,73	169,97	0,00	939,62
7	6-7	1,6	91,67	238,73	147,05	0,00	1086,68
8	7-8	2	114,59	238,73	124,14	0,00	1210,81
9	8-9	2,8	160,42	238,73	78,30	0,00	1289,12
10	9-10	4	229,18	238,73	9,55	0,00	1298,66
11	10-11	5	286,47	238,73	0,00	-47,75	1250,92
12	11-12	6,2	355,22	238,73	0,00	-116,50	1134,42
13	12-13	7,8	446,89	238,73	0,00	-208,17	926,25
14	13-14	10,2	584,40	238,73	0,00	-345,67	580,58
15	14-15	5,6	320,85	238,73	0,00	-82,12	498,46
16	15-16	5	286,47	238,73	0,00	-47,75	450,71
17	16-17	3,8	217,72	238,73	21,01	0,00	471,72
18	17-18	3,4	194,80	238,73	43,93	0,00	515,65
19	18-19	7,4	423,98	238,73	0,00	-185,25	330,40
20	19-20	8	458,35	238,73	0,00	-219,63	110,77
21	20-21	7	401,06	238,73	0,00	-162,33	-51,56
22	21-22	5,2	297,93	238,73	0,00	-59,20	-110,77
23	22-23	3,8	217,72	238,73	21,01	0,00	-89,76
24	23-24	2,6	148,96	238,73	89,76	0,00	0,00
	Σ=	100	5729,4	5729,4			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=1298,66+110,77=1409,43 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=1409,43+108+379,2=1896,63 \text{ m}^3$$

## 5.8 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 7. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnjanja



$$Q_{\text{dnev./max}}=10060,6 \text{ m}^3/\text{h} , \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=419,19 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 13: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	201,21	419,19	217,98	0,00	217,98
2	1-2	1,6	160,97	419,19	258,22	0,00	476,20
3	2-3	1,4	140,85	419,19	278,34	0,00	754,55
4	3-4	1,2	120,73	419,19	298,46	0,00	1053,01
5	4-5	1,2	120,73	419,19	298,46	0,00	1351,47
6	5-6	1,2	120,73	419,19	298,46	0,00	1649,94
7	6-7	1,6	160,97	419,19	258,22	0,00	1908,16
8	7-8	2	201,21	419,19	217,98	0,00	2126,14
9	8-9	2,8	281,70	419,19	137,49	0,00	2263,64
10	9-10	4	402,42	419,19	16,77	0,00	2280,40
11	10-11	5	503,03	419,19	0,00	-83,84	2196,56
12	11-12	6,2	623,76	419,19	0,00	-204,57	1992,00
13	12-13	7,8	784,73	419,19	0,00	-365,54	1626,46
14	13-14	10,2	1026,18	419,19	0,00	-606,99	1019,47
15	14-15	5,6	563,39	419,19	0,00	-144,20	875,27
16	15-16	5	503,03	419,19	0,00	-83,84	791,43
17	16-17	3,8	382,30	419,19	36,89	0,00	828,32
18	17-18	3,4	342,06	419,19	77,13	0,00	905,45
19	18-19	7,4	744,48	419,19	0,00	-325,29	580,16
20	19-20	8	804,85	419,19	0,00	-385,66	194,50
21	20-21	7	704,24	419,19	0,00	-285,05	-90,55
22	21-22	5,2	523,15	419,19	0,00	-103,96	-194,50
23	22-23	3,8	382,30	419,19	36,89	0,00	-157,62
24	23-24	2,6	261,58	419,19	157,62	0,00	0,00
	Σ=	100	10060,6	10060,6			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=2280,40+194,50=2474,90 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=2474,90+108+379,2=2962,10 \text{ m}^3$$

## 5.9 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 9. MJSEEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnjanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=4705,5 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=196,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 14: Izračun volumena izravnanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	94,11	196,06	101,95	0,00	101,95
2	1-2	1,6	75,29	196,06	120,77	0,00	222,73
3	2-3	1,4	65,88	196,06	130,19	0,00	352,91
4	3-4	1,2	56,47	196,06	139,60	0,00	492,51
5	4-5	1,2	56,47	196,06	139,60	0,00	632,11
6	5-6	1,2	56,47	196,06	139,60	0,00	771,70
7	6-7	1,6	75,29	196,06	120,77	0,00	892,48
8	7-8	2	94,11	196,06	101,95	0,00	994,43
9	8-9	2,8	131,75	196,06	64,31	0,00	1058,74
10	9-10	4	188,22	196,06	7,84	0,00	1066,58
11	10-11	5	235,28	196,06	0,00	-39,21	1027,37
12	11-12	6,2	291,74	196,06	0,00	-95,68	931,69
13	12-13	7,8	367,03	196,06	0,00	-170,97	760,72
14	13-14	10,2	479,96	196,06	0,00	-283,90	476,82
15	14-15	5,6	263,51	196,06	0,00	-67,45	409,38
16	15-16	5	235,28	196,06	0,00	-39,21	370,17
17	16-17	3,8	178,81	196,06	17,25	0,00	387,42
18	17-18	3,4	159,99	196,06	36,08	0,00	423,50
19	18-19	7,4	348,21	196,06	0,00	-152,14	271,35
20	19-20	8	376,44	196,06	0,00	-180,38	90,97
21	20-21	7	329,39	196,06	0,00	-133,32	-42,35
22	21-22	5,2	244,69	196,06	0,00	-48,62	-90,97
23	22-23	3,8	178,81	196,06	17,25	0,00	-73,72
24	23-24	2,6	122,34	196,06	73,72	0,00	0,00
	Σ=	100	4705,5	4705,5			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=1066,58+90,97=1157,55 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=1157,55+108+379,2=1644,75 \text{ m}^3$$

## 5.10 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 10. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnavanja

$$Q_{\text{dnev./max}}=2254,2 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=93,93 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 15: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	45,08	93,93	48,84	0,00	48,84
2	1-2	1,6	36,07	93,93	57,86	0,00	106,70
3	2-3	1,4	31,56	93,93	62,37	0,00	169,07
4	3-4	1,2	27,05	93,93	66,87	0,00	235,94
5	4-5	1,2	27,05	93,93	66,87	0,00	302,81
6	5-6	1,2	27,05	93,93	66,87	0,00	369,69
7	6-7	1,6	36,07	93,93	57,86	0,00	427,55
8	7-8	2	45,08	93,93	48,84	0,00	476,39
9	8-9	2,8	63,12	93,93	30,81	0,00	507,20
10	9-10	4	90,17	93,93	3,76	0,00	510,95
11	10-11	5	112,71	93,93	0,00	-18,79	492,17
12	11-12	6,2	139,76	93,93	0,00	-45,84	446,33
13	12-13	7,8	175,83	93,93	0,00	-81,90	364,43
14	13-14	10,2	229,93	93,93	0,00	-136,00	228,43
15	14-15	5,6	126,24	93,93	0,00	-32,31	196,12
16	15-16	5	112,71	93,93	0,00	-18,79	177,33
17	16-17	3,8	85,66	93,93	8,27	0,00	185,60
18	17-18	3,4	76,64	93,93	17,28	0,00	202,88
19	18-19	7,4	166,81	93,93	0,00	-72,89	129,99
20	19-20	8	180,34	93,93	0,00	-86,41	43,58
21	20-21	7	157,79	93,93	0,00	-63,87	-20,29
22	21-22	5,2	117,22	93,93	0,00	-23,29	-43,58
23	22-23	3,8	85,66	93,93	8,27	0,00	-35,32
24	23-24	2,6	58,61	93,93	35,32	0,00	0,00
	Σ=	100	2254,2	2254,2			

$$V_1=V_{\text{max}}+|V_{\text{min}}|=510,95+43,58=554,53 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2=V_{\text{POZARNO}}=108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

$$V_3=V_{\text{incidentno}}=379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}}=554,53+108+379,2=1041,73 \text{ m}^3$$

### 5.11 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPROME ZA 11. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}}=V_1+V_2+V_3, V_1\text{- volumen izravnjanja}$$

$$Q_{\text{dnev./max}}=1594,2 \text{ m}^3/\text{h}, \text{ DOTOK}= Q_{\text{dnev./max}}/24=66,43 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 16: Izračun volumena izravnjanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	31,88	66,43	34,54	0,00	34,54
2	1-2	1,6	25,51	66,43	40,92	0,00	75,46
3	2-3	1,4	22,32	66,43	44,11	0,00	119,57
4	3-4	1,2	19,13	66,43	47,29	0,00	166,86
5	4-5	1,2	19,13	66,43	47,29	0,00	214,15
6	5-6	1,2	19,13	66,43	47,29	0,00	261,45
7	6-7	1,6	25,51	66,43	40,92	0,00	302,37
8	7-8	2	31,88	66,43	34,54	0,00	336,91
9	8-9	2,8	44,64	66,43	21,79	0,00	358,70
10	9-10	4	63,77	66,43	2,66	0,00	361,35
11	10-11	5	79,71	66,43	0,00	-13,29	348,07
12	11-12	6,2	98,84	66,43	0,00	-32,42	315,65
13	12-13	7,8	124,35	66,43	0,00	-57,92	257,73
14	13-14	10,2	162,61	66,43	0,00	-96,18	161,55
15	14-15	5,6	89,28	66,43	0,00	-22,85	138,70
16	15-16	5	79,71	66,43	0,00	-13,29	125,41
17	16-17	3,8	60,58	66,43	5,85	0,00	131,26
18	17-18	3,4	54,20	66,43	12,22	0,00	143,48
19	18-19	7,4	117,97	66,43	0,00	-51,55	91,93
20	19-20	8	127,54	66,43	0,00	-61,11	30,82
21	20-21	7	111,59	66,43	0,00	-45,17	-14,35
22	21-22	5,2	82,90	66,43	0,00	-16,47	-30,82
23	22-23	3,8	60,58	66,43	5,85	0,00	-24,98
24	23-24	2,6	41,45	66,43	24,98	0,00	0,00
	Σ=	100	1594,2	1594,2			

$$V_1 = V_{\max} + |V_{\min}| = 361,35 + 30,82 = 392,17 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2 = V_{\text{POZARNO}} = 108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen (incidentni)

$$V_3 = V_{\text{incidentno}} = 379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}} = 392,17 + 108 + 379,2 = 879,37 \text{ m}^3$$

## 5.12 PRORAČUN VOLUMENA VODOSPREME ZA 12. MJESEC

$$V_{\text{UKUPNO}} = V_1 + V_2 + V_3$$

V<sub>1</sub>- volumen izravnjanja

$$Q_{\text{dnev./max}} = 1328,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{DOTOK} = Q_{\text{dnev./max}}/24 = 55,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tablica 17: Izračun volumena izravnanja

REDNI BR.	SATI	POTROŠNJA		DOTOK	VIŠAK	MANJAK	VOLUMEN
	OD-DO	%	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1	0-1	2	26,57	55,35	28,78	0,00	28,78
2	1-2	1,6	21,26	55,35	34,10	0,00	62,88
3	2-3	1,4	18,60	55,35	36,76	0,00	99,64
4	3-4	1,2	15,94	55,35	39,41	0,00	139,05
5	4-5	1,2	15,94	55,35	39,41	0,00	178,46
6	5-6	1,2	15,94	55,35	39,41	0,00	217,87
7	6-7	1,6	21,26	55,35	34,10	0,00	251,97
8	7-8	2	26,57	55,35	28,78	0,00	280,76
9	8-9	2,8	37,20	55,35	18,16	0,00	298,91
10	9-10	4	53,14	55,35	2,21	0,00	301,13
11	10-11	5	66,43	55,35	0,00	-11,07	290,06
12	11-12	6,2	82,37	55,35	0,00	-27,01	263,04
13	12-13	7,8	103,62	55,35	0,00	-48,27	214,77
14	13-14	10,2	135,51	55,35	0,00	-80,15	134,62
15	14-15	5,6	74,40	55,35	0,00	-19,04	115,58
16	15-16	5	66,43	55,35	0,00	-11,07	104,51
17	16-17	3,8	50,48	55,35	4,87	0,00	109,38
18	17-18	3,4	45,17	55,35	10,19	0,00	119,57
19	18-19	7,4	98,31	55,35	0,00	-42,95	76,61
20	19-20	8	106,28	55,35	0,00	-50,93	25,68
21	20-21	7	93,00	55,35	0,00	-37,64	-11,96
22	21-22	5,2	69,08	55,35	0,00	-13,73	-25,68
23	22-23	3,8	50,48	55,35	4,87	0,00	-20,81
24	23-24	2,6	34,54	55,35	20,81	0,00	0,00
	Σ=	100	1328,5	1328,5			

$$V_1 = V_{\text{max}} + |V_{\text{min}}| = 301,13 + 25,68 = 326,81 \text{ m}^3$$

Požarne količine

$$V_2 = V_{\text{POZARNO}} = 108 \text{ m}^3$$

Rezervni volumen(incidentni)

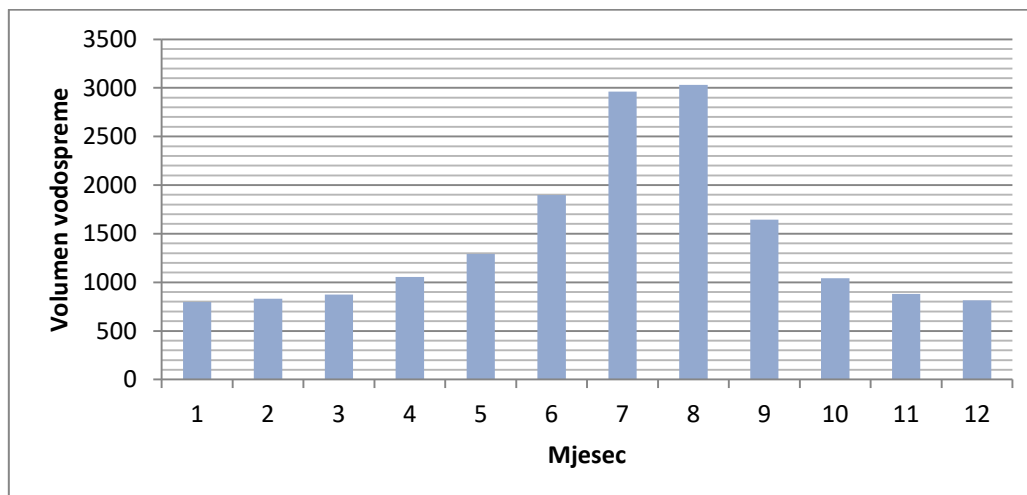
$$V_3 = V_{\text{incidentno}} = 379,2 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{UKUPNO}} = 326,81 + 108 + 379,2 = 814,01 \text{ m}^3$$

### 5.13 PRIKAZ REZULTATA VOLUMENA VODOSPREE PO MJESECIMA

Tablica 18: Prikaz volumena vodospree po mjesecima.

MJESEC	V <sub>1</sub> m <sup>3</sup>	V <sub>2</sub> m <sup>3</sup>	V <sub>3</sub> m <sup>3</sup>	V <sub>UKUPNO</sub> m <sup>3</sup>
1	311,98	108,00	379,2	799,18
2	345,36	108,00	379,2	832,56
3	386,59	108,00	379,2	873,79
4	568,18	108,00	379,2	1055,38
5	804,94	108,00	379,2	1292,14
6	1409,43	108,00	379,2	1896,63
7	2474,90	108,00	379,2	2962,10
8	2544,84	108,00	379,2	3032,04
9	1157,55	108,00	379,2	1644,75
10	554,53	108,00	379,2	1041,73
11	392,17	108,00	379,2	879,37
12	326,81	108,00	379,2	814,01



Slika 6: Prikaz potrebnog volumena vodospree po mjesecima

Predlaže se gradnja vodospree sa 3 vodne komore, svaka volumena od 1010,7 m<sup>3</sup>.

## 6. ODABIR CRPKI

VRŠNI MJESEC (KOLOVOZ)

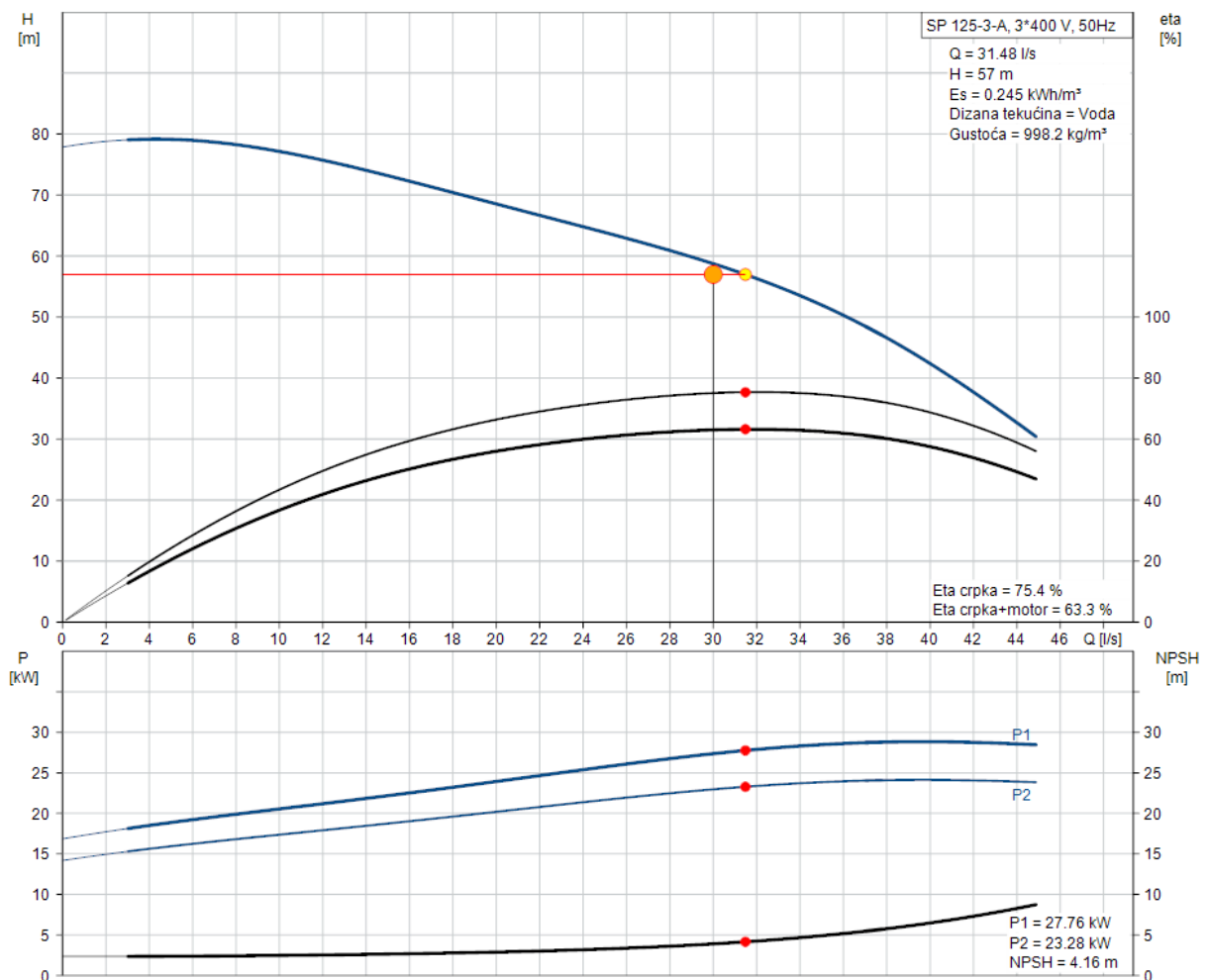
$H_{\text{man}}=57 \text{ m}$

$Q = Q_{\text{dnev./max}} = 10344,9 \text{ m}^3/\text{dan} = 119,73 \text{ l/s}$

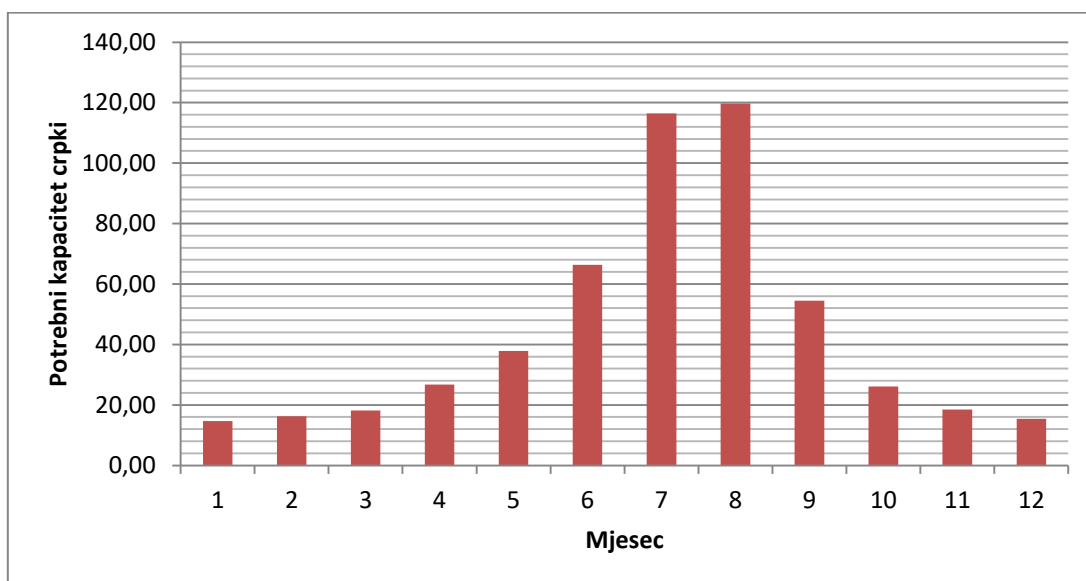
ODABRANO: 4 X GRUNDFOS SP 125-3-A

REZERVA: 2 X GRUNDFOS SP 125-3-A

Predlaže se gradnja crpne stanice s 4 crpke, svaka maksimalnog kapaciteta od 31,5 l/s. Također se predlaže izgradnja 2 tlačna cjevovoda koji imaju kapacitet od 63 l/s po cjevovodu.



Slika 7: Osnovne krivulje crpke



Slika 8: Prikaz potrebnog kapaciteta crpki po mjesecima

Tablica 19: Prikaz potrebnog kapaciteta crpki po mjesecima

	H <sub>man</sub> *	Q <sub>dnev./max</sub>	Q <sub>crpke</sub>	Min. broj crpki
Mjesec	m	m <sup>3</sup> /dan	m <sup>3</sup> /dan	
1	57	1268,2	14,7	1
2	57	1403,9	16,2	1
3	57	1571,5	18,2	1
4	57	2309,7	26,7	1
5	57	3272,1	37,9	2
6	57	5729,4	66,3	3
7	57	10060,6	116,4	4
8	57	10344,9	119,7	4
9	57	4705,5	54,5	2
10	57	2254,2	26,1	1
11	57	1594,2	18,5	1
12	57	1328,5	15,4	1

\*Usvaja se ista manometarska visina dizanja iako je različita zbog različitih dimenzija vodovoda, lokalnih i linijskih hidrauličkih gubitaka.



## 7. KOMENTAR I ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata po mjesecima zaključuje se da sustav crpne stanice i vodospreme koje se nalaze na mjestima sa znatnim turističkim prometom je predimenzionaran za veći dio godine, osim za par tjedana vršne potrošnje u srpnju i kolovozu. Klasični pristup kod postupka dimenzioniranja prema vršnom opterećenju u mjesecu i tjednu najveće potrošnje nije racionalan, te umanjuje održivost sustava. Za izgradnju sustava potrebna je značajna investicija, kao i za plaćanje angažirane snage crpnog sustava za period iskoristivosti od par tjedana u vršnoj potrošnji.

Jedno od rješenja je ugradnja većeg broja crpki i vodnih komora vodospreme. Na ovaj način se smanjuje zadržavanje vode u tlačnom cjevovodu i vodospremi čime se poboljšavaju tehnološke značajke sustava, ali troškovi izgradnje sustava i troškovi pogona ostaju isti.

Uz klasične pristupe projektiranju sustava potrebno je još primjeniti i inovativna rješenja. Neki od načina smanjenja pogonskih troškova crpljenja su rad crpne stanice tijekom vremena jeftinije električne energije i za vrijeme trajanja sunčeve insolacije, što dovodi do povećanja cijene gradnje sustava. Ovisno o danom problemu potrebno je odrediti troškove investicije i troškove pogona te doći do najboljeg rješenja.

## 8.LITERATURA I IZVORI

### LITERATURA

1. Margeta, J (2009.); Vodoopskrba naselja, autorizirana skripta, Sveučilište u Splitu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin

### IZVORI

1. Turistička zajednica grada Raba, <http://www.rab-visit.com/hr> (GFI TZG Raba)
2. Turistička zajednica Općine Lopar, <https://www.lopar.com/> (GFI TZ Općine Lopar)
3. Komunalno poduzeće Vrelo d.o.o. Rab, <http://vrelo.hr/>
4. Državni zavod za statistiku <https://www.dzs.hr/> (Popis stanovništva)